

**LATVIJAS BIOZINĀTŅU UN TEHNOLOĢIJU UNIVERSITĀTE
MEŽA UN VIDES ZINĀTŅU FAKULTĀTE
MEŽSAIMNIECĪBAS INSTITŪTS**

Atļauts aizstāvēt.
Institūta direktore
Mg. oec. L. Vanaga

datums.....

Kristīne Riekstiņa

**Augusta dzinumu sastopamība parastajai priedei (*Pinus sylvestris* L.)
un to radīto stumbra defektu saglabāšanās**

Maģistra darbs

Studiju programmā “Mežzinātne”

Maģistra darba autore (mf19005)		K. Riekstiņa	
	paraksts		datums
Maģistra darba vadītājs, Dr. silv.		Ā. Jansons	
	paraksts		datums
Maģistra darba vadītāja, Dr. silv.		U. Neimane	
	paraksts		datums
Studiju programmas direktore, Ph. D		B. Jansone	
	paraksts		datums

Jelgava 2025

ANOTĀCIJA

Riekstiņa K. Augusta dzinumu sastopamība parastajai priedei (*Pinus sylvestris* L.) un to radīto stumbra defektu saglabāšanās: maģistra darbs. Jelgava: LBTU Meža un vides zinātņu fakultāte, 2025. 46 lpp.

Darbs satur 5 tabulas, 19 attēlus, 68 izmantotās informācijas avotus un 2 pielikumus.

Darbā veikts dažādu faktoru – audzes vecuma, meža tipa, audzes atjaunošanas veida – ietekmes uz augusta dzinumu sastopamību novērtējums. Dati ievākti 55 trīs līdz piecus gadus vecās jaunaudzēs Latvijas centrālajā daļā, nosakot koku ar augusta dzinumiem īpatsvaru. Analizētas audzes meža tipos uz slapjām un nosusinātām minerālaugsnēm un kūdras augsnēm. Audzes atjaunojušās dabiski vai stādot.

Padēlu un dubulto galotņu saglabāšanās novērtējums, vizuāli nosakot to ietekmes būtiskumu uz stumbra kvalitāti ballēs, veikts priežu brīvapputes pēcnācēju pārbaužu stādījumā Ungurpilī 20 gadus vecām priedēm, kurām šie stumbra kvalitātes defekti iepriekš vērtēti 10 gadu vecumā.

Darba mērķis ir novērtēt dažādu faktoru ietekmi uz augusta dzinumu sastopamību parastajai priedei (*Pinus sylvestris* L.) un to radītās ietekmes uz stumbra kvalitāti saglabāšanos.

No pētījuma rezultātiem var secināt, ka audzes vecumam ir statistiski būtiska ietekme uz augusta dzinumu īpatsvaru 3–5 gadus vecās jaunaudzēs. Meža tipa un audzes atjaunošanas veida ietekme nav statistiski būtiska. Padēli un dubultas galotnes desmit gadus pēc pirmās vērtēšanas rada būtisku ietekmi uz stumbra kvalitāti attiecīgi 49.5% un 72.3% no kokiem.

Atslēgas vārdi: parastā priede, augusta dzinumi, papildus pieaugums, padēls, dubulta galotne, stumbra defekti.

ANNOTATION

Riekstiņa K. Occurrence of lammas shoots for Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and persistence of stem defects they create: master's thesis. Jelgava: LBTU Faculty of Forest and Environmental Sciences, 2025. 46 pages.

Thesis contains 5 tables, 19 pictures, 68 sources of literature and 2 attachments.

Assessment is carried out on the influence of various factors – stand age, forest type and method of regeneration – on the occurrence of lammas shoots. Data was collected in 55 three- to five-year-old young stands located in the central part of Latvia. Proportion of trees with lammas shoots was determined. The stands were analysed across forest types on wet and drained mineral and peat soils. The stands were regenerated either naturally or by planting.

An assessment of the persistence of spike knots and double tops was carried out by visually determining their impact significance on stem quality by giving them quality scores. The assessment was conducted in a Scots pine open-pollinated progeny trial plantation in Ungurpils on 20-year-old pines, for which these stem quality defects had previously been evaluated 10 years prior.

The objective of the study is to assess the influence of various factors on the occurrence of lammas shoots in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and the persistence of their impact on stem quality.

The results of the study indicate that stand age has a statistically significant effect on the proportion of lammas shoots in three- to five-year-old young stands. The effects of forest type and regeneration method are not statistically significant. Ten years after the initial assessment, spike knots and double tops have a significant impact on stem quality in 49.5% and 72.3% of the trees respectively.

Key words: Scots pine, lammas shoots, extra increment, spike knot, double top, stem defects.

SATURS

IEVADS	5
1. LĪDZŠINĒJO PĒTĪJUMU APSKATS	6
1.1. Parastās priedes izplatība Eiropā un Latvijā	6
1.2. Pētījumā analizēto meža tipu raksturojums.....	8
1.3. Parastās priedes bioloģija un ekoloģija.....	9
1.4. Augusta dzinumu veidošanās fizioloģiskie procesi un vides faktoru ietekme uz tiem	11
1.5. Ģenētisko faktoru un jaunaudzis parametru ietekme uz augusta dzinumu veidošanos.....	16
1.6. Augusta dzinumu ietekme uz stumbra kvalitāti.....	17
2. DARBA METODIKA.....	23
2.1. Pētāmā objekta raksturojums	23
2.2. Datu ievākšanas metodika.....	24
2.3. Datu apstrādes metodika	26
3. REZULTĀTI UN TO ANALĪZE	27
3.1. Audzes vecuma, meža tipa un audzes atjaunošanas veida ietekme uz augusta dzinumu īpatsvaru.....	27
3.2. Augusta dzinumu ietekme uz stumbra defektiem	32
SECINĀJUMI	39
IZMANTOTĀS LITERATŪRAS SARAKSTS	40
PIELIKUMI	46

IEVADS

Klimata pārmaiņas mūsu platuma grādos ietekmēs veģetācijas perioda garumu, tādā veidā izmainot arī koku augšanas tendences. Paredzams, ka paaugstinoties vidējai gaisa temperatūrai, veģetācijas periods kļūs garāks un rezultēsies lielākā ikgadējā pieaugumā. Augusta dzinumi ir veģetācijas perioda noslēgumā otrreiz plaukstoši pumpuri, kuri rada papildus pieaugumu gan centrālajam, gan sānu pumpuriem.

Augusta dzinumu veidošanās mehānismi ir komplicēti. Klimatisko un meteoroloģisko apstākļu izmaiņas ir cieši saistītas ar augusta dzinumu veidošanos, jo labvēlīgas temperatūras ietekmē veģetācijas perioda otrajā pusē kokam rodas impulss atkārtoti uzsākt pieaugumu. Tomēr šie nav vienīgie ietekmējošie faktori, un svarīgi ir arī vides apstākļi konkrētajā audzē. Augusta dzinumi plašāk pētīti saistībā ar parasto egli (*Picea abies* (L.) H. Karst.), un ir nepieciešams noskaidrot, vai arī parastajai priedei faktori, kas ietekmē augusta dzinumu veidošanos, ir tādi paši.

Augusta dzinumi var būt koksnes kvalitāti pazeminošu stumbra defektu ierosinātāji. No galotnes sānu pumpuriem priekšlaicīgi izveidojušies dzinumi, konkurējot ar centrālo pumpuru, izveido vairākas galotnes vai padēlus. Stumbra defekti kokam laika gaitā bieži vairs nav vizuāli redzami, tomēr tie var atstāt ilgstošu ietekmi uz nākotnē iegūstamo kokmateriālu ekonomisko vērtību gan krājas kopšanas, gan galvenajā cirtē. Ņemot vērā priedes saimniecisko nozīmīgumu, koksnes kvalitātes pazemināšanās ir nevēlama. Tamdēļ svarīgi noskaidrot, cik lielā mērā agrīnā vecumā konstatētu stumbra defektu ietekme saglabājas nozīmīga ilgtermiņā.

Darba mērķis ir novērtēt dažādu faktoru ietekmi uz augusta dzinumu veidošanos parastajai priedei (*Pinus sylvestris* L.) un to radītās ietekmes uz stumbra kvalitāti saglabāšanos.

Darba uzdevumi ir sekojoši:

1. Novērtēt audzes vecuma, meža tipa un audzes atjaunošanas veida ietekmes būtiskumu uz augusta dzinumu īpatsvaru parastajai priedei.
2. Novērtēt augusta dzinumu radīto stumbra defektu saglabāšanās būtiskumu.

Maģistra darba hipotēze – Priežu jaunaudzēs augusta dzinumu īpatsvaru būtiski ietekmē audzes vecums, meža tips un atjaunošanas veids, tomēr tie ilgtermiņā būtiski neietekmē stumbra kvalitāti.

1. LĪDZŠINĒJO PĒTĪJUMU APSKATS

1.1. Parastās priedes izplatība Eiropā un Latvijā

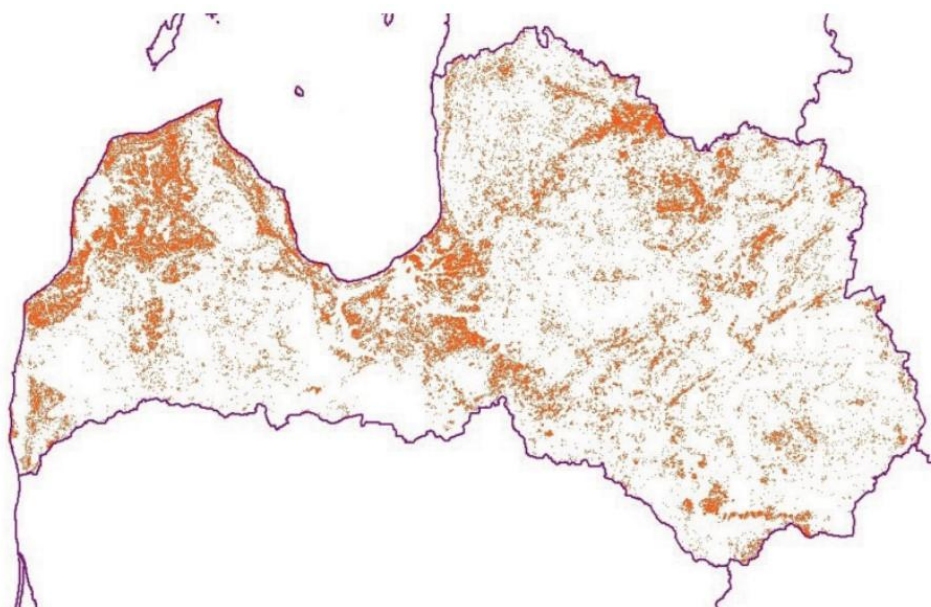
Parastā priede (*Pinus sylvestris* L.) ir viena no izplatītākajām koku sugām Eiropā. Tās koksnes krāja ir 29.6% no visu koku krājas. Ekoloģiski un ekonomiski īpaši nozīmīga tā ir Ziemeļeiropā (Skandināvijas un Baltijas valstīs), kur 74.4% no kokiem ir skuju koki (Brändli, 2020). Balstoties uz jaunākajiem Nacionālā meža monitoringa datiem, priede ir valdošā koku suga 25.46% Latvijas meža teritorijas, kas aizņem 825.33 tūkst. ha. Lai gan priede nav visizplatītākā koku suga Latvijā (pēc aizņemtās platības), tomēr tai ir vislielākā koksnes krāja – 221.01 milj. m³ (NFI, 2023).

Sugas izplatības areāls ir ļoti plašs (skat. 1.1. att.). Tā sastopama no Atlantijas okeāna Eiropas rietumu piekrastes līdz Tālajiem austrumiem Klusā okeāna piekrastē, un no Polārā loka līdz Kaukāzam (Baumanis u.c., 2014).



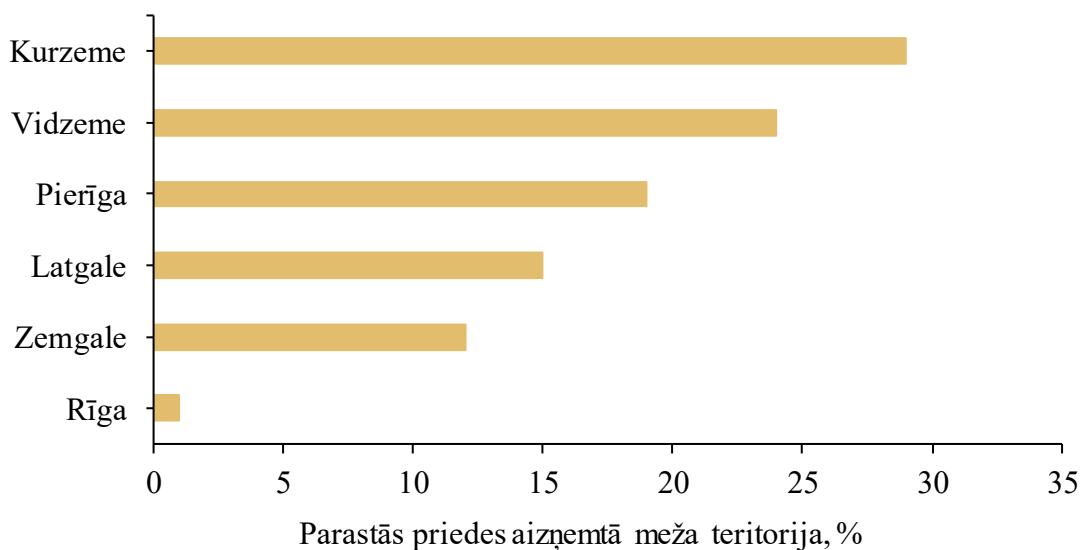
1.1. att. Parastās priedes izplatības areāls (avots: Caudullo et al., (2017))

Latvijā priede nav vienmērīgi izplatīta valsts teritorijā. Lielākā tās koncentrācija ir piejūras zonā Ziemeļkurzemē, kur tā aug uz nabadzīgām smilts augsnēm (skat. 1.2. att.). Lielas platības priede aizņem arī Gaujas augštecē. Abos reģionos tā veido vairāk nekā 70% no kopējās mežu platības.



1.2. att. Parastās priedes izplatība Latvijas teritorijā (avots: Baumanis u.c., (2014))

Balstoties uz Nacionālā meža monitoringa datiem, Kurzēm priede aizņem 29.1% meža teritorijas (skat. 1.3. att.), Vidzemē tie ir 24% meža teritorijas, Pierīgā 19.1%, Latgalē 15.4%, Zemgalē 12.1% un Rīgā 0.4% meža teritorijas (NFI, 2023).



1.3. att. Parastās priedes audžu platības procentuālais sadalījums pa Latvijas reģioniem (avots: autora veidots, izmantojot Nacionālā meža monitoringa datus)

Priežu audžu sadalījums pa meža tipi ir nevienmērīgs. Visizplatītākā tā ir sausieņu edafiskajā rindā, aizņemot 396.67 tūkst. ha, kas ir gandrīz puse – 48.06% – no priežu audžu kopplatības. Pārējās meža tipu grupās tā ir ievērojami mazāk izplatīta.

Purvaiņi ir otra priedes visbiežāk aizņemtā grupa ar 135.38 tūkst. ha jeb 16.4% teritorijas. Nosusinātajās meža zemēs āreņos un kūdreņos priede aizņem attiecīgi 102.11 tūkst. ha jeb 12.37% un 111.82 tūkst. ha jeb 13.55% teritorijas. Visretāk priede sastopama slapjainos – 79.35 tūkst. ha jeb 9.61% teritorijas, turklāt slapjajā gāršā tā neaug. Kopumā vislielākās teritorijas priede aizņem damaksnī (21.96%), mētrājā (11.57%) un lānā (11.15%), kas ir sausieņu mežu edafiskajā rindā (NFI, 2023).

1.2. Pētījumā analizēto meža tipu raksturojums

Darbā tiks analizētas priežu jaunaudzes slapjainos, āreņos un kūdreņos. Slapjo minerālaugšņu mežiem jeb slapjainiem raksturīgs lielāks mitrums nekā sausieņiem. Gruntsūdens līmenis ir nevienmērīgs, un koku saknes mēdz periodiski applūst. Nobiras un kritalas sadalās lēni, tāpēc veidojas samērā biezs detrita slānis – līdz 30 cm. Nevienmērīgā ūdens režīma dēļ slapjainos koku produktivitāte un līdz ar to arī pieaugums ir zemāks. Slapjainos ietilpst pieci dažādi meža tipi, no kuriem priežu audzes raksturīgas slapjajam mētrājam un slapjajam damaksnim.

Slapjajā mētrājā (Mrs) augsne ir ļoti nabadzīga, skāba, vāji aerēta smilts. Tā ir podzolēta un glejota, ar blīvu oršteina slāni, 10–30 cm biezu detrita slāni. Nabadzīgās augsnes dēļ piemērotākā suga šim meža tipam ir priede. Tomēr tās produktivitāte ir salīdzinoši zema – tā veido IV bonitātes tīraudzes.

Slapjais damaksnis (Dms) ir nedaudz auglīgāks nekā slapjais mētrājs. To veido glejota un podzolēta smilts vai mālsmilts minerālaugšne. Detrita slānis arī ir 10–30 cm, un augsni klāj ļoti skāba zemsega. Koki ir produktīvāki nekā slapjajā mētrājā, un mērķa suga ir priede, kas veido III bonitātes audzes. Šeit aug arī bērzs un egļe.

Nosusināto slapjo minerālaugšņu mežos nobiras sadalās labāk nekā slapjainos, arī gruntsūdens līmenis ir kontrolēti zems, kas noved pie palielinātas audzes produktivitātes, jo pēc meliorācijas grāvju tīkla izveides koku saknēm barības vielas kļūst labāk pieejamas. Raksturīgs kūdras slāņa biezums līdz 20 cm. Āreņus pārstāv četri dažādi meža tipi, no kuriem darbā analizētas audzes mētru un šaurlapju āreņos.

Mētru ārenis (Am) ir izveidojies pēc slapjo mētrāju vai oligotrofo molīniju pļavu nosusināšanas. Augsne ir nabadzīga, podzolēta, ar oršteina slāni. Nobiras sadalās labi. Priede ir vēlamākā suga šim meža tipam, un tā veido II–III bonitātes tīraudzes. Audzēs var sastapt arī bērzu un egli.

Šaurlapju ārenis (As) ir izveidojies pēc slapjo damakšņu, slapjo vēru vai karbonātus saturošu augšņu pļavu nosusināšanas. Augsne ir vidēji auglīga glejota mālsmilts vai smilšmāls, un zemsega arī šeit ir skāba. Augsnes virskārtu veido auglīgs 5–20 cm biezs humusa slānis. Mērķa sugas ir priede, egle un bērzs, kas var veidot I bonitātes audzes, gan tīraudzes, gan mistraudzes.

Nosusināto slapjo kūdras augšņu meži jeb kūdreņi ir veidojušies pēc slapjo kūdras augšņu nosusināšanas vai zemo purvu nosusināšanas, kas pazeminājis gruntsūdens līmeni, uzlabojis augsnes aerāciju, stabilizējis hidroloģisko režīmu, paātrinājis nobiru sadalīšanos un palielinājis mežaudžu ražību. Kūdras slāņa biezums kūdreņos ir vismaz 20 cm. Kūdreņus arī pārstāv četri meža tipi, no kuriem darbā analizētas audzes viršu, mētru un šaurlapju kūdreņos.

Viršu kūdrenis (Kv) ir visnabadzīgākais no kūdreņiem. Tas veidojies pēc purvāja vai augstā purva nosusināšanas. Tomēr augsne ir saglabājusies salīdzinoši nabadzīga, lai gan nobiras sadalās apmierinoši. Augsne ir skāba kūdra. Auglības trūkuma dēļ priede šeit aug labāk par citām koku sugām, un tā veido III bonitātes tīraudzes. Sastopamas arī mistraudzes ar bērzu un egli otrajā stāvā.

Mētru kūdrenis (Km) ir izveidojies pēc niedrāja vai pārejas purva nosusināšanas. Augsne ir vidēji nabadzīga, skāba kūdra. Parastā priede ir mērķa suga, un tā šeit veido III bonitātes audzes tāpat kā viršu kūdrenī. Kā arī mistraudzes ar bērzu un egli otrajā stāvā.

Šaurlapju kūdrenis (Ks) ir izveidojies pēc dumbrāja vai pārejas purva, vai arī zemā purva nosusināšanas. Augsne ir vidēji bagāta vāji skāba kūdra. Palielinoties augsnes auglībai, palielinās arī sastopamo sugu skaits. Šeit vislabāk aug priedes, bērzi un egles, kas veido II bonitātes audzes (Zālītis, Jansons, 2013; Liepa u.c., 2014).

Visiem iepriekš apskatītajiem meža tipiem vienojošā pazīme ir, ka parastā priede ir galvenā mērķa suga. Tātad tai ir liela saimnieciskā nozīme minētajos meža tipos.

1.3. Parastās priedes bioloģija un ekoloģija

Parastajai priedei ir liela ekonomiskā un vides veidotājas nozīme. No zinātniskā viedokļa priede ir izpētīta ļoti plaši. Tā kā tās izplatības areāls ir liels, tad ir izdalītas vairākas ģeogrāfiskās rases, pasugas un ekotipi, kuri nav piemēroti augšanai citos reģionos (Mauriņš, Zvirgzds, 2006; Krakau et al., 2013). Arī Latvijā ir divi reproduktīvā materiāla ieguves apgabali – rietumu un austrumu (MK Nr. 308). Apzinoties, cik

nozīmīga ir šī suga, tās selekcija uzsākta jau 19. gadsimta beigās (Krakau et al., 2013). Arī Latvijā priedes selekcija tiek veikta jau no pagājušā gadsimta piecdesmito gadu otrās puses (Baumanis u.c., 2014).

Priede ir pirmā lieluma koks, kas var sasniegt pat 45 m augstumu (Mauriņš, Zvirgzds, 2006). Tās vidējais augstums ir 23–27 m. Tā sasniedz 200–300 gadu vecumu, bet tās saimnieciskais vecums ir daudz mazāks (Krakau et al., 2013). Tā veido taisnu, slaidu stumbru un spēcīgu sakņu sistēmu ar mietsakni un garām sānsaknēm smilts augsnēs, un sakņu sistēmu bez mietsaknes kūdras augsnēs (Baumanis u.c., 2014). Vainags ir piramidāls vai ovāls un, kokam sasniedzot briedumu, tas noapaļojas. Tieši koki ar konusveidīgiem vainagiem ilgāk veido augstuma pieaugumu un tiem ir tievāki zari, tāpēc šādi indivīdi ir īpaši vērtīgi selekcijas vajadzībām. Mēdz izdalīt vēl trešo vainaga veidu, kas ir raksturīgs savrup augošām priedēm. Tas ir plats, neviendabīgs vainags ar resniem zariem (Baumanis u.c., 2014; Krakau et al., 2013). Mežaudzē, konkurences apstākļos, tā atzarojas ļoti labi. Zaru resnums, leņķis un izvietojums apvienojumā ar audzes biezību, augšanas apstākļiem un ģenētiku nosaka katra koka atzarošanās intensitāti. Vērtīgākie ir koki ar platāku zaru leņķi un tievākiem zariem, jo no tiem iegūtie zāgmateriāli ir kvalitatīvāki (Baumanis u.c., 2014).

Priede ir vidēji prasīga suga klimata un augsnes ziņā. Tā spēj augt gan ļoti nabadzīgās, gan ļoti auglīgās augsnēs un – gan skābās, gan bāziskās augsnēs. Tomēr ļoti auglīgos augšanas apstākļos citas sugas gūst virsroku un priede tiek apspiesta. Rezultātā dabiskos apstākļos tā aug ļoti sausās vai ļoti mitrās vietās, ar barības vielām nabadzīgās augsnēs vai mežmalās. Stādītas tās augs arī citur (Krakau et al., 2013). Priede ir salcietīga, bet dažkārt ieplakās augošiem jaunajiem kokiem vēlajās pavasara salnās var apsalt jaunie dzinumi (Baumanis u.c., 2014).

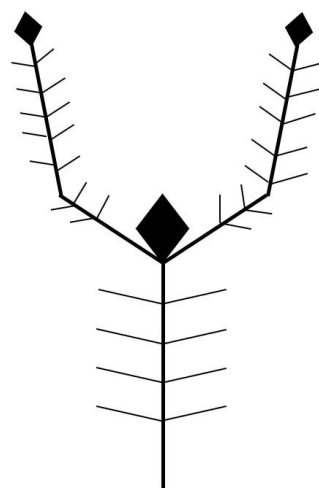
Pateicoties priedes ekoloģiskajai plasticitātei, kas nodrošina pieejamību plašos reģionos, dažādos klimatiskajos apstākļos un atšķirīgas auglības augsnēs, tā izsenis bijusi viena no biežāk izmantotajām un nozīmīgākajām sugām koksnes industrijā. Priedes koksnes īpašības ļauj to izmantot dažādos veidos, piemēram, lielais sveķu daudzums to padara ļoti izturīgu mitros klimatiskajos apstākļos un ūdenī, tāpēc to bieži pielieto kuģu būvē un žogu stabiem. Koksni izmanto būvniecībā, paneļu ražošanā un mēbeļu rūpniecībā. Koksnes vainas un stumbra līkumainība, no koksnes izmantošanas viedokļa, priedei nav vēlama (Brichta et al., 2023). Tamdēļ ir īpaši svarīgi pētīt visus faktoros, kuri potenciāli var pazemināt stumbra kvalitāti.

1.4. Augusta dzinumu veidošanās fizioloģiskie procesi un vides faktoru ietekme uz tiem

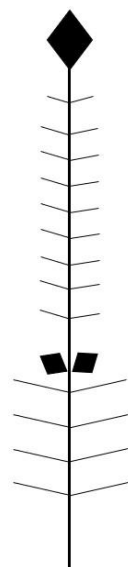
Parastajai priedei ikgadējais augstuma pieaugums Latvijas klimatiskajos apstākļos sasniedz savu maksimumu un tiek pārtraukts aptuveni 45–55 dienas pēc pieauguma veidošanās sākuma, aptuveni jūlija vidū (Jansons u.c., 2011). Pumpuri nākamajai veģetācijas sezonai sāk veidoties jau tekošās veģetācijas sezonas laikā, noslēdzoties ikgadējam augstuma pieaugumam. Parasti šie pumpuri ir neaktīvi līdz nākošajai veģetācijas sezonai. To sauc par miera periodu (Harlow, Harrar, 1950; Aldén, 1971). Mērenajā klimatiskajā joslā miera perioda iestāšanās rezultātā augi iegūst arī aizsardzību pret aukstākiem laikapstākļiem (Ieviņš, 2016). Parasti pieauguma garums lielā mērā tiek noteikts jau iepriekšējā veģetācijas sezonā, kad izveidojas pumpurs, jo vides apstākļi pumpura veidošanās laikā nosaka stumbra posmu (*stem units*) skaitu (Junttila, 1986; Aldén, 1971).

Nākamajā pavasarī, pumpuram plaukstot un dzinumam augot garumā, rodas tā sauktais galvenais jeb pavasara pieaugums, kas tiek dēvēts arī par iepriekš noteikto pieaugumu (Aldén, 1971; West, Ledig, 1964). Vides apstākļi galvenā pieauguma augšanas laikā ietekmē starpposmu šūnu dalīšanos un palielināšanos, t.i., augšanu (Junttila, 1986; Aldén, 1971).

Ja pumpura veidošanās laikā kokam augšanas apstākļi nav bijuši pietiekami labvēlīgi, tad pumpurā veidojas salīdzinoši mazs stumbra posms, un tas ierobežo jaunā dzinuma augšanas iespējas nākamajā sezonā. Augstuma pieaugums vasaras vidū noslēdzas, un izveidojas jauns gala pumpurs. Bet, ja vasaras otrajā pusē ir īpaši labvēlīgi vides (meteoroloģiskie u.c.) apstākļi un tāpēc fotosintēzes aktivitāte ir augsta, tad pēc gala pumpura noformēšanās var izveidoties augusta dzinumi (Aldén, 1971). Augusta dzinumi var izpausties divējādi – pirmkārt, kā otrs (papildus) augstuma pieaugums tajā pašā veģetācijas sezonā, kad tekošā gada galotnes centrālais pumpurs uzplaukst un pagarinās (skat. 1.4. att.). Otrkārt, parastajai priedei augusta dzinumi biežāk sastopami kā t.s. proleptiskie dzinumi, kuri veidojas, kad veģetācijas perioda beigās galotnes pumpura pamatnē uzplaukst un pagarinās sānu pumpuri (skat. 1.5. att.). Abu veidu augusta dzinumi – no centrālā un no sānu pumpura – ir sastopami gan atsevišķi, gan abi kopā. Tomēr proleptiskie dzinumi netiek novēroti pieaugušiem kokiem (Kozłowski, 1964; Rudolph, 1964; Aldén, 1971).



1.4. att. Augusta dzinumi no sānu pumpuriem – proleptiskie dzinumi (avots: autora personīgais arhīvs)



1.5. att. Augusta dzinumi no centrālā pumpura (avots: autora personīgais arhīvs)

Otrreizēja pumpuru uzplaukšana un dzinumu augšana noteiktām koku sugām veģetācijas perioda otrajā pusē kopumā ir diezgan bieži sastopama parādība Harlow, Harrar, 1950; Carvell, 1956; Kozlowski, 1964; Aldén, 1971).

Dzinumu attīstību veģetācijas perioda beigās novēro gan segsēkļiem, gan kailsēkļiem. *Quercus*, *Fagus*, *Carya*, *Alnus* un *Ulmus* ģintis ir starp šiem segsēkļiem, un *Pinus* (West, ledig, 1964; Aldén, 1971), *Abies*, *Pseudotsuga* Roth, Newton, 1996), *Tsuga* un *Picea* Neimane et al., 2014; Katrevis et al., 2018; Granhus et al., 2019) ir kailsēkļu

ģintis, kurām sastopams papildus pieaugums. Kailsēkļiem zinātniskajā literatūrā šī parādība ir pētīta ievērojami biežāk nekā segsēkļiem (Kozłowski, 1964).

Augusta dzinumi visbiežāk tiek novēroti salīdzinoši jauniem kokiem un to veidošanās līdz ar vecuma palielināšanos samazinās (Barnes et al., 1930; Aldén, 1971; Rone, 1985; von Wühlisch, Muhs, 1987; Jansons et al. 2016). Tas izskaidrojams ar fizioloģiskajiem procesiem augā. Jaunāku koku dimensijas ir mazākas, tāpēc tiem ir ierobežota kapacitāte veidot barības vielu rezerves (vietas trūkuma dēļ). Situācijā, kad augam pieejamas papildus barības vielas, bet nav, kur tās uzglabāt, augs izmanto šīs vielas, lai veidotu papildus pieaugumu. Kokam pieaugot un palielinoties tā dimensijām, ir arī vairāk vietas papildus barības vielu uzglabāšanai, tāpēc papildus pieaugums vairs netiek ierosināts. (Aldén, 1971).

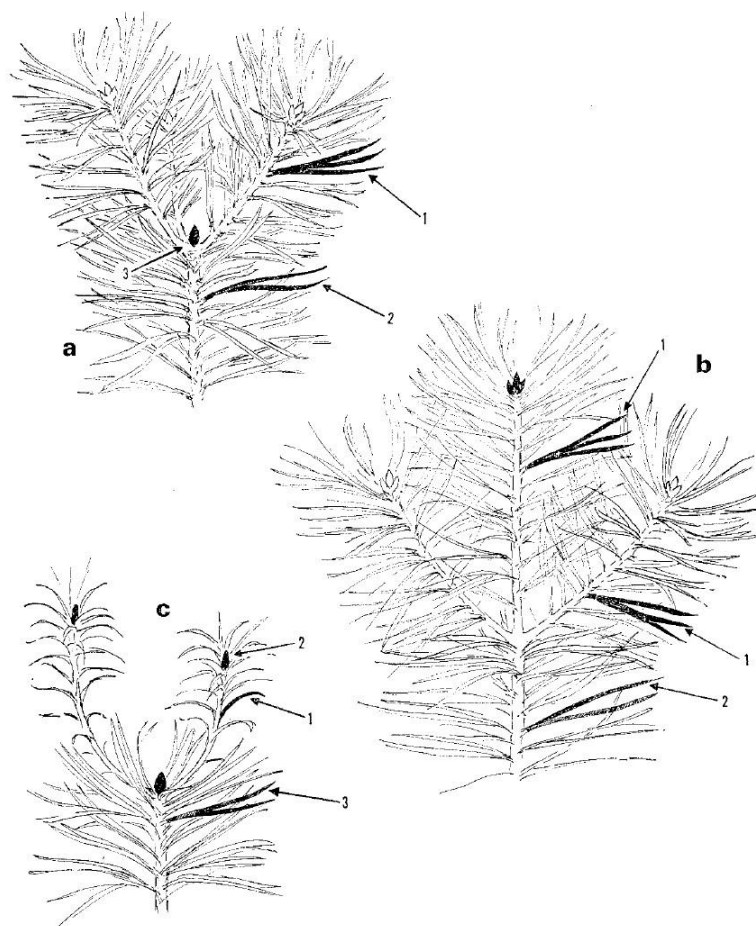
Priedes augšanu kopumā ietekmē gan tekošā, gan iepriekšējā gada vides apstākļi. Gan galvenā pieauguma, gan papildus pieauguma no augusta dzinumiem veidošanos lielā mērā nosaka apstākļi iepriekšējā veģetācijas sezonā. Labvēlīgi vides apstākļi iepriekšējā gadā veicina spēcīgu dzinumu (iepriekš noteiktā pieauguma) attīstību nākamajā pavasarī un mazāku augusta dzinumu sastopamību. Turpretī nelabvēlīgi vides apstākļi vienā gadā palielina augusta dzinumu veidošanās varbūtību nākamajā gadā (Ehrenberg, 1963; Kozłowski, 1964; Aldén, 1971; Mutke et al., 2003; Salminen, Jalkanen, 2005). Tekošās sezonas meteoroloģiskie apstākļi, piemēram, nokrišņu daudzums, neatstāj nozīmīgu ietekmi uz galveno, iepriekš noteikto pieaugumu, toties tas palielina varbūtību, ka tiks veidots papildus pieaugums (Mutke et al., 2003). Novērots, ka sausuma periods jūnijā un jūlijā saīsina augšanas periodu, un koki pārtrauc veidot galveno pieaugumu. Pēc tam vasaras beigās sekojošs lietus periods dod kokiem jaunu enerģiju, un tie izveido papildus pieaugumu (Carvell, 1956). Turklāt ilgstoši paaugstināta gaisa temperatūra vasaras otrajā pusē sekmē garāku augusta dzinumu veidošanos. Silti laikapstākļi ietekmē pumpurā esošo šūnu grupu, kuras veidos pieaugumu, dalīšanos. Jo ilgstošāk šīs šūnas dalās, jo garāks būs augusta dzinums. Vēsākās vasarās šūnu dalīšanās ir ierobežota un augusta dzinums vai nu neveidojas, vai ir īsāks (Kushida, 2005). Jo agrāk iestājas paaugstināta temperatūra (pēc galvenā pieauguma noslēgšanās brīža), jo ātrāk veidojas papildus pieaugums un dzinums ir garāks (Kushida et al., 1999).

Lai gan augusta dzinumu veidošanos sekmē nelabvēlīgi laikapstākļi gadu iepriekš, tomēr kopumā augusta dzinumu lielāku sastopamību saista ar kokiem, kuri aug ļoti labvēlīgos vides apstākļos. Novērots, ka produktīvākās mežaudzēs, kur brīvi pieejams

optimālais ūdens un barības vielu daudzums un kokiem nav jākonkurē ar citiem augiem, augusta dzinumi ir sastopami biežāk (Barnes et al., 1930; Carvell, 1956; Rudolph, 1964; Kozlowski, 1964; Roth, Newton, 1996; Sogaard et al., 2009; Narovcova, Narovec, 2010; Katrevics et al. 2018; Granhus et al., 2019).

Augusta dzinumu veidošanās ir vairāku faktoru mijiedarbības rezultāts – nevar apgalvot, ka tikai laikapstākļi tos ietekmē. Viena no teorijām, kas izskaidro augusta dzinumu rašanās procesu, norāda, ka iemesls rodams auga iekšējos fizioloģiskajos procesos. Papildus pieauguma veidošanos veicina ne tikai mitruma un barības vielu pietiekamība augsnē, bet arī augā uzkrātie ogļhidrāti (Fraser, 1958; Kozlowski 1964). Dzinumu augšanai nepieciešamās barības vielas uzkrājas vecākajās auga skujās. Jaunajās skujās ogļhidrātu rezerves vēl nav pietiekamas, tāpēc to pienesums augšanas procesā ir minimāls. Veģetācijas periodā ogļhidrāti pārvietojas no skujām uz augošajiem dzinumiem (Kozlowski, Clausen, 1965). Ļoti svarīgs ir iepriekšējais veģetācijas periods, kas nodrošina to, cik daudz ogļhidrātu uzkrāsies skujās. Nepietiekami optimālos vides apstākļos koks nespēj nodrošināt pietiekamu ogļhidrātu uzkrājumu nākošā gada pieauguma nodrošināšanai. Tas noved pie neproduktīvām jaunaudzēm.

Skujām uz papildus pieauguma (augusta dzinuma) ir atšķirīga morfoloģija nekā galvenā (iepriekš noteiktā) pieauguma skujām (skat. 1.6. att.). Parastajai priedei skujas uz īsvasām parasti sakārtotas pa divām, bet papildus pieauguma dzinumos – pa trim. Līdzīgi ir novērojami koki, kuriem papildus pieaugumam mieturī trīs skuju vietā atrodas tikai viena skuja. Parasti tā tas ir tikai kokiem sējeņa vecumā. Šādos gadījumos dzinuma galā ir tikai viens galotnes pumpurs bez tā pamatnei pieguļošajiem sānu pumpuriem (Aldén, 1971).



1.6. att. Atšķirības starp skujām uz galvenā un papildus pieauguma:

a – proleptiskie dzinumi, kuriem skujas izkārtotas pa trīs (1) un “normālie” dzinumi ar divām skujām (2), galotnes pumpurs nav uzplaucis (3);

b – proleptiskie dzinumi, kuriem skujas izkārtotas pa trīs (1) un “normāls” dzinums ar divām skujām (2);

c – augusta dzinumi un proleptiskie dzinumi, kuri izskatās kā sējeņa vecuma dzinumi ar skujām, kuras izkārtotas pa vienai (1), kā arī bez sānu pumpuriem (2). “Normāls” dzinums ar skujām, kuras izkārtotas pa divi (3) (avots: Aldén (1971))

Stādaudzētavās augusta dzinumus biežāk novēro stādiem, kuri aug siltumnīcā, iespējams, tāpēc, ka tur ir labāki apkārtējās vides apstākļi nekā uz lauka augošiem stādiem. Stādaudzētavās stādiem mēģina izraisīt pumpuru veidošanos, ietekmējot to apkārtējās vides apstākļus – temperatūru, apūdeņošanu, mēslošanu un fotoperiodu. Tieši šie faktori ir tie, kas ierosina arī augusta dzinumu veidošanos (Landis, 2012).

Tāpat nākotnes dzinuma veidošanās lielā mērā ir noteikta jau iepriekšējā veģetācijas sezonā, un uzlaboti vides apstākļi tekošajā sezonā vairs nespēj nozīmīgi ietekmēt dzinuma lielumu. Ja pastiprinātas fotosintēzes ietekmē kokam pieplūst papildus ogļhidrāti, tos kokam vairs nav kur glabāt. Rezultātā veidojas papildus pieaugums, kā aprakstīts iepriekš (Aldén, 1971; Hallgren, Helms, 1992).

1.5. Ģenētisko faktoru un jaunaudzēs parametru ietekme uz augusta dzinumu veidošanos

Kokā notiekošos fizioloģiskos procesus, kas nosaka tā augšanu, nozīmīgi ietekmē gan genotips, gan ārējās vides apstākļi – temperatūra, mitrums, gaiss, biezība, konkurence. Selekcijai ir ievērojama ietekme uz koku augšanas gaitu, tajā skaitā, uz augusta dzinumu sastopamību. Iepriekšējos pētījumos minēts, ka noteikti genotipi biežāk veido augusta dzinumus (Ehrenberg, 1963; West, Ledig, 1964; Jansons et al., 2016; Zeltiņš et al., 2023). Tāpat ir novērota arī proveniencē ietekme, kad vienādos augšanas apstākļos koki no dažādām proveniencēm veido atšķirīgu skaitu augusta dzinumu (Narovcova, Narovec, 2010). Selekciju veikt, balstoties tikai uz produktivitātes pazīmēm, nav vēlams, jo tā var palielināt citu – nevēlamu – īpašību atkārtotības biežumu. Ātraudzīgākiem kokiem biežāk novērojama atkārtota pumpuru plaukšana nākamajā paaudzē, ja pēcnācēju pārbaudēs koki ir atlasīti, balstoties tikai uz ātraudzības kritēriju. Turklāt palielinās koku ar vairākām galotnēm daudzums, kas ir saistīts ar augusta dzinumu daudzuma palielināšanos (Adams, Bastien, 1994).

Viens no faktoriem, kas atstāj ietekmi uz koku augšanu, ir koku izvietojums audzē. Literatūrā minēts, ka audzes biezība ietekmē augusta dzinumu skaitu – biežākās audzēs retāk sastopami koki ar augusta dzinumiem (Granhus et al., 2019). Balstoties uz iepriekš minēto faktu, ka produktīvākās audzēs ar pietiekamu mitruma un barības vielu saturu augsnē ir vairāk augusta dzinumu, ir izskaidrojama audzes biezības ietekme uz papildus pieauguma veidošanos. Biezākās audzēs koku produktivitāte ir zemāka, kā arī ir lielāka konkurence par ūdeni un barības vielu pieejamību augsnē.

Jaunaudzēs, kad koki vēl ir nelieli, konkurējošās veģetācijas daudzums ir nozīmīgs koka attīstību un produktivitāti ietekmējošs faktors. Koki ir produktīvāki un lielāki, ja notikusi veģetācijas ierobežošana (Creighton et al., 1987; Dreimanis, 2016). Lakstaugi, sīkkrūmi, krūmi arī patērē augsnē esošos resursus (Dreimanis, 2016).

Aizzēluma novākšana palielina augsta dzinumu sastopamību, jo, ierobežojot veģetāciju, palielinās augsnē esošo resursu un gaismas pieejamība kokiem. To augšana uzlabojas, un tas rada lielāku iespējamību veidot papildus pieaugumu (Roth, Newton, 1996).

Situācijā, kad teritorijā novērojams liels daudzums briežveidīgo dzīvnieku, kas traucē koku augšanu un vitalitāti, papildus pieaugums var palīdzēt bojātajiem kokiem sasniegt pietiekamu augstumu, lai briežveidīgie tos vairs nebojātu. Novērojumi duglāzijām (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) rāda, ka briežveidīgie retāk izvēlas izmantot par barību augsta dzinumus un papildus pieaugumu. Turklāt koki ātrāk var pāraugt veģetāciju, un arī tā vairs nebūtu kā traucējošs faktors (Roth, Newton, 1996).

Augstāka produktivitāte nozīmē arī lielāku dimensiju kokus. Ņemot vērā produktivitāti audzē kopumā, bet gan individuāla koka līmenī, tieši lielākajiem audzes kokiem biežāk novēro augsta dzinumus (Neimane et al., 2014; Granhus et al., 2019).

Atjaunojot mežaudzi, pastāv izvēle starp dabisku atjaunošanos un koku stādīšanu. Pētījumi rāda, ka stādītās audzēs biežāk novērojams papildus pieaugums (Granhus et al., 2019). Stādītās audzes kopumā nodrošina labākus augšanas apstākļus kokiem, piemēram, konkurence ir samazināta. Stādmateriāls šajās audzēs ir iegūts, selekcijas rezultātā atlasot produktīvākos klonus. Iepriekš minētā saistība starp produktivitāti, augšanas apstākļiem un augsta dzinumiem norāda, ka, atlasot klonus tikai pēc koka dimensijām, ir iespējams palielināt citu – iespējams, nevēlamu – pazīmju klātbūtni.

1.6. Augsta dzinumu ietekme uz stumbra kvalitāti

Augsta dzinumu veidošanās var būt saistīta ar stumbra kvalitātes pazemināšanos – to ietekmē var izveidoties padēli vai dubultas galotnes. Tas var notikt divos veidos. Pirmkārt, no galotnes dzinuma sānu pumpuriem izveidojas augsta dzinumi (bez bojājuma ietekmes), kas konkurē ar galotni. Otrkārt, gala pumpura augsta dzinums nozīmīgi cieš no sala bojājumiem (Pallardy, 2008).

Augsta dzinumi var padarīt koku neaizsargātāku gan pret salnām, gan pret salu ziemā. Tā kā papildus pieaugums veidojas veģetācijas sezonas beigās, tad, iestājoties aukstākam laikam, jaunais dzinums un pumpuri vēl nav paspējuši izveidot aizsardzību pret zemāku temperatūru. Šādi pumpuri ir pakļauti lielākam sala riskam (Barnes et al., 1930; Kozłowski, 1964).

Pumpuru attīstību un izdzīvošanu ietekmē pavasara un rudens salnas. Pumpuram nosalstot, tiek ietekmēts vai vispār neveidojas pieaugums. Pumpuru plaukšanas brīdis un brīdis, kad koki pārstāj augt veģetācijas sezonas beigās, ietekmē to, kā pumpuri reaģēs uz pavasara un rudens salnām. Tā kā vēl veģetācijas sezonā attīstījušies dzinumi aizkavē brīdi, kad koks pārstāj augt un sāk gatavoties miera periodam un aukstākam laikam, tad paaugstinās iespējamība, ka izveidojušies pumpuri nosals rudens salnās. Iespējams, vēl izveidojušies pumpuri ietekmēs to plaukšanas laiku nākamajā veģetācijas sezonā, tādā veidā palielinot risku nosalt pavasara salnās (Danusevičius, Persson, 1998; Søgaaard et al., 2009).

Augusta dzinumu nelabvēlīgā ietekme uz koku salcietību vairākos pētījumos konstatēta parastajai eglei (Danusevičius, Persson, 1998; Søgaaard, et al., 2011), tomēr priedei šādu pētījumu trūkst; iespējams, ka šāda ietekme priedei nav nozīmīga.

Latvijā un Baltijas reģionā kopumā parastās priedes stumbra kvalitāte ir laba. Kokiem raksturīgi gan taisni stumbri, gan tievi zari un šaurs, piramidāls vainags, kas ir kvalitatīvai priedes koksnei vēlamas pazīmes. Līdz ar to dažādi koksnes kvalitāti samazinoši defekti būtu jāizskauž ar mežsaimniecības vai selekcijas palīdzību (Baumanis u.c., 2014).

Koksnes kvalitāti ietekmē gan iekšēji faktori, piemēram, morfoloģija, anatomija, fizioloģija, ķīmiskais sastāvs, gan ārēji faktori, piemēram, dzīvnieku radīti bojājumi, konkurence ar citiem kokiem, laikapstākļi, kas visi savstarpēji mijiedarbojas. Koksnes kvalitāti lielā mērā nosaka stumbra forma un zaru augšana un attīstība, ietekmējot ne tikai ekonomisko ieguvumu un koksnes krāju, bet arī individuāla koka produktivitāti un atzarošanos (Ehrenberg, 1970; Schermann et al., 1997; Vargas–Hernandez et al., 2003). Salīdzinoši liels zaru skaits, lielas zaru dimensijas un šaurs to novietojuma leņķis izraisa koksnes vainas, kuru rezultātā palielinās reakcijas koksnes apjoms koka stumbrā, kas arī ietekmē kvalitāti (Zobel, Van Buijtenen, 1989; Schermann et al., 1997; Doede, Adams, 1998).

Kā minēts iepriekšējā apakšnodaļā, kokam pieaugot, augusta dzinumus konstatē aizvien retāk, tomēr arī jauniem, dažus gadus veciem kokiem var veidoties paliekošas, stumbra koksnes kvalitāti samazinošas koksnes vainas. Rezultātā kokmateriālu kvalitāte ir zemāka un ekonomiskais ieguvums no tiem samazinās. Augusta dzinumi var būt kā ierosinātais padēliem un dubultām galotnēm, kas rada koksnes vainas.

Šaurā leņķī augošu zaru, kurš ar stumbru veido leņķi, mazāku par 30°, un ir dimensijās mazāks kā koka stumbrs, mēdz definēt kā padēlu (Temel, Adams, 2000). Tāpat kā citas koksnes vainas, arī padēls samazina lietkoksnē apjomu, jo stumbra vieta, kur tas atrodas, nevar tikt pilnvērtīgi izmantota. Visu izmēru padēli nav vēlami. Ja padēli ir lieli, tad visa koksnes sekcija ap padēla mieturi nav izmantojama un ir jāizzāģē (Temel, Adams, 2000). Lai gan koksne ar padēliem ir izmantojama, tomēr šāds stumbra defekts var samazināt koksnes kvalitātes klasi (Tong et al., 2013). Turklāt, koki ar zariem šaurā leņķī ir pakļauti lielākam negatīvu vides faktoru ietekmes riskam (Ehrenberg, 1970; Liziniewicz, 2014). Šaurā leņķa zari parasti ir ar lielāku diametru, tāpēc tiem ir palielināts risks ciest sniega un ledus ietekmē. Šādiem zariem ir palielināta iespēja nolūzt, kas palielina risku piesaistīt slimības un kaitēkļus (Ehrenberg, 1970).



1.7. att. Zara ieaugums koksnē no padēla (avots: Hwang et al., (2021))

Padēls parasti veido slīpāku un lielāku zara vietu koka stumbrā nekā parasti zari, kuri aug lielākā leņķī (skat. 1.7. att.). Koksnes struktūra, izturība un stabilitāte ir samazināta tur, kur atrodas zaru vietas, it īpaši, padēlu veidotās. Tāpēc liels daudzums zaru vai arī lieli zari atstāj nozīmīgu ietekmi uz koksnes kvalitāti un parāda laicīgas atzarošanās nozīmīgumu. Padēli nereti saglabājas ilgu laika periodu, rezultējoties lielākās zaru vietās (Ehrenberg, 1970; Prescher, Ståhl, 1986; Makinen, Colin, 1999; Dinwoodie,

2000; Koman et al., 2013). Zaru vietu ietekme ir kvantificējama parametrā, ko sauc par zaru vietu laukuma attiecību (*knot area ratio* jeb KAR). Šis parametrs parāda attiecību starp visu zaru vietu aizņemtā laukuma šķērsriezumu un kopējo šķērsriezuma laukumu (Dinwoodie, 2000). Lielāks KAR ir saistīts ar samazinātu koksnes lieces izturību un nestspēju (Dinwoodie, 2000; Koman et al., 2013). Padēlu esamība bieži vien sastopama kopā ar koksne ieaugušu mizu, kas arī ir koksnes defekts. Tā arī samazina izturību un vizuālās koksnes īpašības (Prescher, Ståhl, 1986; Miklašēvičs, Neicinieks, 2014).

Padēli var izveidoties galotnes pumpura zaudējuma gadījumā. Iemesli pumpura zaudējumam var būt vairāki, piemēram, nepiemēroti meteoroloģiskie apstākļi, mehāniski bojājumi, pārnadžu barošanās, kaitēkļu radīti bojājumi, slimības vai augšanas perioda novirzes (Stahl et al., 1990).

Galotnes pumpura zaudējuma gadījumā kāds no sānu zariem kļūst par jauno koka galotni. Tomēr tas izmaina koka smaguma centru. Galotnes dzinums un kambijs kokam aktivizē kompensācijas mehānismu, un tas izveido līkumu pretējā pusē zaram, kurš ir kļuvis par jauno galotni. Šādi līkumi var būt gan mazāk, gan vairāk izteikti, atkarībā no tā, cik veiksmīga ir bijusi galotnes maiņa (Stahl et al., 1990).

Stumbra kvalitāti samazinošas koksnes vainas kokam laika gaitā bieži vairs nav vizuāli redzamas, tomēr tās atstāj ilgstošu ietekmi uz nākotnē iegūstamo kokmateriālu ekonomisko vērtību gan krājas kopšanas, gan galvenajā cirtē (Barber, 1964; Campbell, 1965; Schermann et al., 1997). Stumbra līkumainība agrīnā vecumā, piemēram, duglāzijai, kokam pieaugot, vairs var nebūt vizuāli konstatējama pazīme, tomēr stumbra apakšējā nogrieznī būs paaugstināts reakcijas koksnes īpatsvars. Tā kā tas ir arī vērtīgākais stumbra sortiments, tad tiek ietekmēts ekonomiskais ieguvums (Campbell, 1965).

Kā minēts iepriekš, augusta dzinumi, pagarināts veģetācijas periods, jutība pret rudens salnām un galotnes pumpura zaudējums ir savā starpā saistīti jēdzieni. Jāņem vērā arī ģenētikas ietekme, starp proveniencēm novērojamas atšķirības padēlu veidošanās biežumā (Stahl et al., 1990).

Padēlu veidošanās biežumu ietekmē koku suga, ģenētiskie faktori, vides apstākļi, īstenotie meža apsaimniekošanas principi un pasākumi: stādīšanas biežums, kopšanas cirtes un mēslošana. Biezākās audzēs kokiem novēro mazāku zaru izmēru, mazāk padēlu, kā arī taisnākus stumbrus (Prescher, Ståhl, 1986; Stahl et al., 1990; Kohlstock, Schneck, 1998; Liziniewicz, 2014). Tā kā retākās audzēs zari kokiem ir resnāki, tad arī zaru vietu

platums ir lielāks nekā biežākās audzēs (Tong et al., 2013). Tomēr jāņem vērā dažādu faktoru kopums, jo dažādu provenienču koki atšķirīgi reaģē uz audzes biežību. Zaru resnums ne vienmēr samazinās vēlamajā apjomā (Kohlstock, Schneck, 1998).

Nozīmīgi ir arī ģenētiskie faktori. Dažādu provenienču kokiem padēlu veidošanās biežums ir atšķirīgs. Selekcija ir vienīgais ilgstoši perspektīvais veids, kā samazināt iepriekš apskatītās koksnes vainas (Prescher, Stāhl, 1986; Stahl et al., 1990; Vargas–Hernandez et al., 2003; Liziniewicz, 2014; Xiong et al., 2014). Selekcijas procesā vienlaikus nav iespējams atlasīt kokus, kas uzrāda vislabākos rezultātus visos kritērijos. Šo kritēriju ir daudz, un padēli, dubultas galotnes un arī stumbra līkumainība bieži nav primāro atlases kritēriju vidū – svarīgākie kritēriji ir koka augstums, caurmērs un spēja pretoties kaitēkļiem un slimībām. Tomēr stumbra kvalitātes uzlabošana ar selekcijas metodēm ir efektīvāka un finansiāli izdevīgāka ilgtermiņā, salīdzinot ar meža apsaimniekošanas procesiem, piemēram, paaugstinātu audzes biežību, atzarošanu, kopšanu, kuri jāveic visā koka mūža garumā (Adams, Bastien, 1994; Schermann et al., 1997; Doede, Adams, 1998; Temel, adams, 2000; Lowell et al., 2014; Xiong et al., 2014).

Tāpat kā padēls, arī dubulta galotne ir stumbra defekts, kurš samazina koksnes kvalitāti, iegūstamo sortimentu garumu un ekonomisko ieguvumu. Vairākas galotnes veidojas dažādu iemeslu dēļ. Viens no iemesliem ir galotnes pumpura bojājums vai bojāeja, piemēram, salnas rezultātā. Šādā situācijā sānu dzinumi sacenšas par iespēju kļūt par jauno galotni, un kokam veidojas divas vai vairākas galotnes (McCabe, Labisky 1959).

Otrs iemesls ir priekšlaicīga sānu pumpuru attīstība, kad dzinumi no šiem pumpuriem augot ieņem vertikālu pozīciju – tā, it kā galotnes pumpurs neeksistētu, bet galotnes pumpurs saglabā miera periodu un neattīstās priekšlaicīgi. Rezultātā nākošajā veģetācijas sezonā, kad galotnes pumpurs uzplaukst, tam ir jākonkurē ar iepriekšējā veģetācijas sezonā attīstītajiem dzinumiem, ko izveidoja sānu pumpuri. Ne vienmēr galotnes pumpuram pietiek enerģijas tos pāraugt, tas atpaliek augšanā, un rodas vairākas galotnes (McCabe, Labisky 1959; Ehrenberg, 1970). Sānu dzinumi veido spēcīgus un izteiktus zarus, konkurējot par to, kurš būs galotne. Turklāt stumbram var veidoties izliekums uz jaunās galotnes pusi. Augšanā atpalikusī galotne pārveidojas par padēlu vai vertikāli augošu lielu zaru, kas atstāj dziļu zara vietu koksnē, tā samazinot kvalitāti (Ehrenberg, 1970; Lowell et al., 2014).

Trešais iemesls ir papildus pieauguma rezultātā dzinumam radušās miniatūras plaisas vietā, kur attīstās sānu pumpuri. Caur plaisām kokā iekļūst sēnes un uzsāk savu attīstību. Atsevišķas sēnes izdala vielas, kas stimulē augšanu. Ir pieņēmums, ka šādu fitohormonu klātbūtne stimulē pārlietu enerģisku dzinumu augšanu nepareizajā brīdī un rezultējas vairākās galotnēs (McCabe, Labisky 1959).

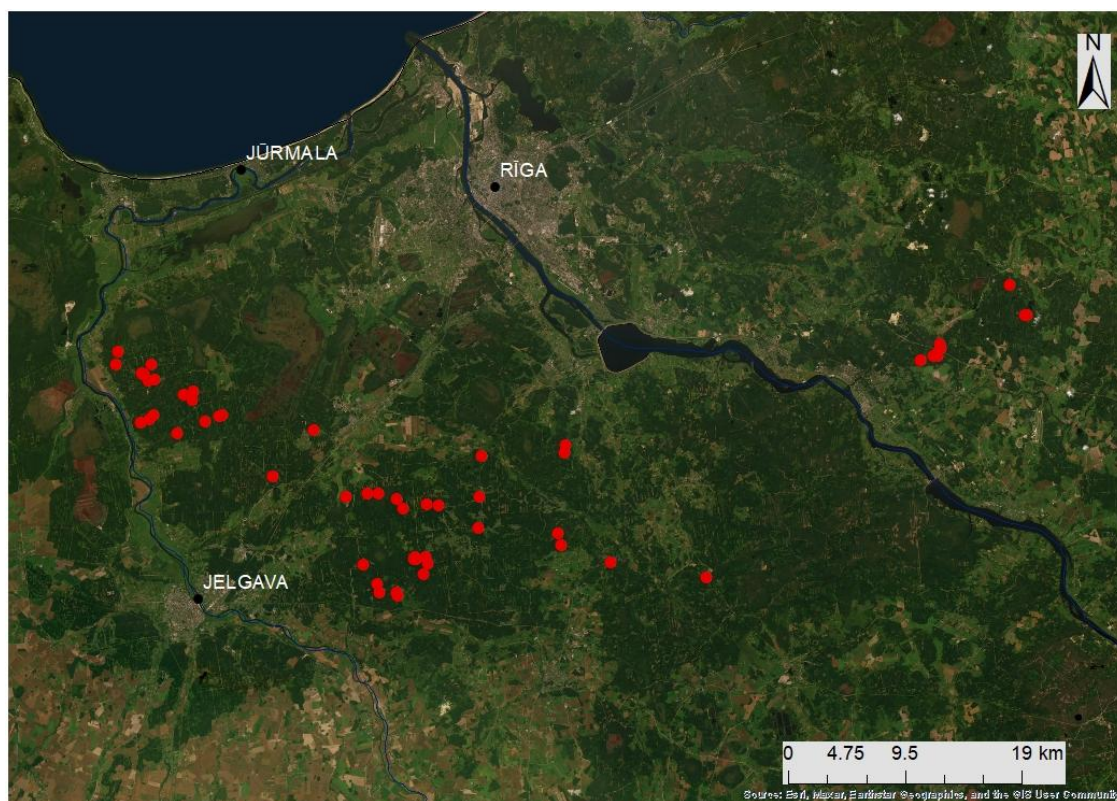
Dubultas galotnes bieži novēro kokiem, kuriem iepriekš novēroti augusta dzinumi (West, Rogers, 1965). Novērojumi rāda, ka, laikam ejot, dubultās galotnes izzūd biežāk nekā padēli, jo lielākoties viena no galotnēm pārspēj augšanā citas un kļūst par vadošo (Rudolph, 1964; Temel, Adams, 2000). Bieži vien juvenīlā vecumā ir grūti pateikt, vai ir izveidojies padēls vai dubultā galotne. Laikam ejot, dubultās galotnes bieži vien pārveidojas par padēliem (Temel, Adams, 2000; Lowell et al., 2014).

Kopumā ir samērā maz pētījumu par koka pirmajos dzīves gados izveidojušos stumbra defektu – padēlu un dubulto galotņu (t.sk., augusta dzinumu ietekmē radušos) – saglabāšanos turpmākajā koka dzīves periodā.

2. DARBA METODIKA

2.1. Pētāmā objekta raksturojums

Pētījumam par augsta dzinumu sastopamību pēc nejaušības principa izvēlētas parastās priedes jaunaudzes Latvijas centrālajā daļā (skat. 2.1. att.). Tās atrodas $56^{\circ}38'–56^{\circ}57'$ Z pl. un $23^{\circ}39'–24^{\circ}50'$ A gar. Atlasītas 55 priežu tīraudzes 3–5 gadu vecumā. Visas audzes atrodas septiņos dažādos meža tipos un pārstāv vienu dabisko augteņu un divas nosusināto augteņu edafiskās rindas – slapjainus, āreņus un kūdreņus. No slapjainiem izvēlēti slapjais mētrājs (Mrs) un slapjais damaksnis (Dms), no āreņiem izvēlēti mētru ārenis (Am) un šaurlapju ārenis (As), un no kūdreņiem izvēlēti viršu kūdrenis (Kv), mētru kūdrenis (Km) un šaurlapju kūdrenis (Ks). Lielākā daļa audžu (50) ir atjaunotas stādot un piecas atjaunojušās dabiski. Atlasītas tādas audzes, kuru nogabala platība ir vismaz 0,5 ha. Dati ievākti 2013. gada septembrī, un apskatīti 7389 koki.



2.1. att. Datu ievākšanas reģions (avots: autora veidots)

Pētījumam par stumbra defektu saglabāšanos izvēlēts objekts Limbažu novadā Ungurpilī, kur 2007. gadā stādītas priedes iedzimtības pārbaužu veikšanai (skat 2.2. att.). Šīs priedes sētas 2004. gadā. Dati ievākti 2014. gada rudenī, kad kokiem bija 10 gadi. Koki atkārtoti novērtēti 2024. gada rudenī, desmit gadus pēc iepriekšējā novērtējuma.

Objekts ierīkots bijušās kokaudzētavas teritorijā, kas, iespējams, norāda uz auglīgu augsni un ļoti labiem augšanas apstākļiem. Teritorijas platība ir 2.3 ha, un stādījums veidots no 395 parcelēm. Parceles lielums ir 5x15 m. Stādīšanas attālums ir 2.5x2.5 m. Katrā parcelē ir iestādīti 12 koki divās rindās, katrā pa 6 kokiem.



2.2. att. Objekta Ungurpils atrašanās vieta (avots: autora veidots)

2.2. Datu ievākšanas metodika

Katrā nogabalā, kurā ievākti dati par augusta dzinumu sastopamību, izveidoti 20 apļveida parauglaukumi ar rādiusu 2.82 m un platību 25 m². Reģistrēts nogabala meža tips, audzes vecums un atjaunošanas veids. Pēc tam katrā parauglaukumā noteikts priežu skaits. Koki, kuri nepārsniedz 1/3 no valdaudzes vidējā koku augstuma, netika uzskaitīti. Atzīmēts, kuriem kokiem novēroti augusta dzinumi (skat 2.3. att.).



2.3. att. Augusta dzinums 2013. gada veģetācijas sezonas beigās (avots: autora personīgais arhīvs)

Ungurpils stādījumā 2014. gada rudenī padēlu un vairāku galotņu sastopamība vērtēta, apsekojot 374 kokus. Par padēlu uzskatīja zaru, kura diametrs ir vismaz par $\frac{1}{3}$ lielāks nekā pārējo zaru vidējais diametrs attiecīgajā mieturī, kā arī padēla un koka stumbra veidotais leņķis ir vismaz par $\frac{1}{3}$ šaurāks nekā pārējo attiecīgā mietura zaru veidotais vidējais leņķis (skat 2.4. att.). Par dubultu galotni uzskatīja šaura leņķa zarus, kuriem bija līdzīgs augstums un diametrs.



2.4. att. Atkārtots Ungurpils objekta novērtējums. Koks ar padēlu. Vērtējums 3 balles (avots: autora personīgais arhīvs)

Atzīmēts katra koka numurs, un, ja kokam redzams stumbra defekts, tad atzīmēts, kurā mieturī, skatoties no lejas, konstatēts padēls vai vairākas galotnes. Veicot Ungurpils stādījuma novērtēšanu 2024. gada rudenī, vērtēšana veikta pēc 2.1. tabulā norādītajiem kritērijiem.

2.1. tabula

Padēlu un dubulto galotņu atkārtota novērtējuma kritēriji (avots: autora veidots)

Balle	Apraksts
0	Padēls vai dubulta galotne ir atrasts, identificējams, bet nav novērojama tā ietekme uz koka stumbra kvalitāti.
1	Padēls vai dubulta galotne ir atrasts, identificējams, novērojama ietekme uz stumbra kvalitāti, bet tā ir nebūtiska.
2	Padēls vai dubulta galotne ir atrasts, identificējams, novērojama ietekme uz stumbra kvalitāti, un tā ir būtiska.
3	Padēls vai dubulta galotne ir atrasts, identificējams, novērojama ietekme uz stumbra kvalitāti, un tā ir ļoti būtiska.

2.3. Datu apstrādes metodika

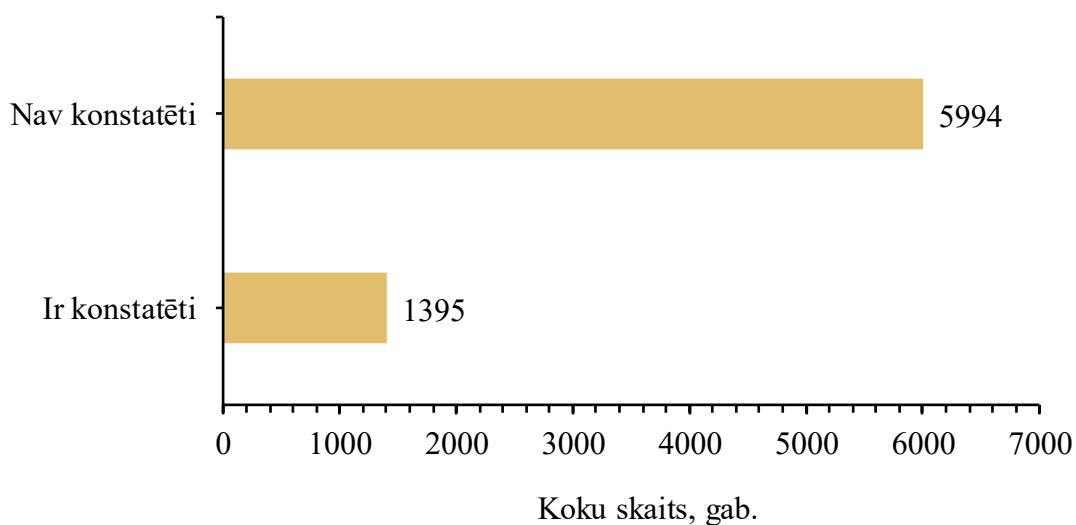
Dati ievadīti MS Excel programmā. Pēc tam datu analīze veikta programmā R 4.4.2. (R Core Team). Izmantotas R paketes *lme4* un *lmerTest*.

Augsta dzinumu sastopamības analīzei atkarībā no meža tipa, audzes atjaunošanas veida un audzes vecuma izmantots vispārējais binārais loģistiskais lineārais jaukta efekta modelis (GLMM). Šajā modelī kā nejaušie (*random*) faktori ir objekta ID un parauglaukuma ID, lai tiktu ņemts vērā pētījuma dizains un novērojumu savstarpējā saistība. Gadījumā, kad kāda faktora ietekme bija būtiska, tika veikts gradācijas klašu savstarpējais salīdzinājums ar *Tukey* testu. Šajā gadījumā izmantota R pakete *emmeans*. Dubulto galotņu un padēlu saglabāšanās, kas ir izteikta ballēs, analizēta, izmantojot kārtas loģistisko regresiju. Veidoti atsevišķi modeļi padēliem un dubultajām galotnēm. Atsevišķi skatīta arī sākotnējā mietura ietekme. Analīze veikta ar R paketi *ordinal*.

3. REZULTĀTI UN TO ANALĪZE

3.1. Audzes vecuma, meža tipa un audzes atjaunošanas veida ietekme uz augusta dzinumu īpatsvaru

Augusta dzinumu veidošanos ietekmē dažādu faktoru kopums, nevis kāds viens konkrēts faktors. Gan meteoroloģiskie apstākļi, gan apstākļi audzē, gan auga fizioloģiskie procesi, gan ģenētika ir vienlīdz svarīgi. Augusta dzinumi parastajai priedei pētīti salīdzinoši mazāk nekā parastajai eglei – gan Latvijā, gan citās valstīs. Šajā pētījumā no apskatītajiem 7389 kokiem augusta dzinumi konstatēti 1395 kokiem, kas veido 18.9% no koku skaita jeb gandrīz vienu piekto daļu (skat. 3.1. att.).



3.1. att. Apsekotie koki ar un bez augusta dzinumiem (avots: autora veidots)

Augusta dzinumu īpatsvars starp pētījumā apskatītajām 55 audzēm atšķiras. Trijās no tām netika konstatēts neviens koks ar augusta dzinumiem, bet lielākais īpatsvars bija 51.5%. Vairāk nekā 30% koku ar augusta dzinumiem bija 8 audzēs. Tomēr lielā daļā audžu reģistrētais īpatsvars nepārsniedz 20%. Šādas bija 39 no 55 audzēm.

Katrevis et al. (2019) pētījumā Latvijā 3–7 gadus vecās priežu audzēs konstatēts vidēji 7% koku ar augusta dzinumiem īpatsvars, bet tas variē starp audzēm no 0% līdz pat 25%. Var secināt, ka, lai gan liela daļa audžu uzrāda līdzīgus rezultātus, tomēr atsevišķās audzēs acīmredzot ir bijuši īpaši labvēlīgi apstākļi augusta dzinumu attīstībai. Līdzīgi rezultāti iegūti arī Jansons et al. (2016) pētījumā. Priedēm četrus gadus vecumā koku ar augusta dzinumiem īpatsvars bija 11% vienā pētījuma objektā un 23% otrā objektā.

Zeltiņš et al. (2023) sešus gadus vecās priežu audzēs Latvijā konstatējis zemāku īpatsvaru – tikai 1.5%. Kādā senākā West, Ledig (1964) pētījumā ASV priežu jaunaudzēs konstatēti 12.4%, 15.5% un 35% koku ar augsta dzinumiem dažādās plantācijās.

Lai noskaidrotu, vai pastāv sakarība starp jaunaudzes vecumu, meža tipu, audzes atjaunošanas veidu un augsta dzinumu īpatsvaru, izmantots vispārējais binārais loģistiskais lineārais jaukta tipa modelis (GLMM).

Rezultāti rāda, ka augsta dzinumu veidošanās iespējamību statistiski būtiski ietekmē tikai audzes vecums, bet atjaunošanas veida un meža tipa ietekme nav būtiska (skat. 3.1. att.). Atjaunošanas veidam $p = 0.4130$, tātad $p > 0.05$ un šī faktora ietekme nav statistiski būtiska. Brīvības pakāpju skaits ir 1, jo šis ir divu kategoriju faktors: dabiski atjaunojušies (pašsējas) audze vai stādīta. Hī–kvadrāta (χ^2) vērtība parāda, cik lielā mērā faktors ietekmē otru faktoru. Augstāka Hī–kvadrāta vērtība nozīmē lielāku ietekmi, ko faktors atstāj. Hī–kvadrāta vērtība atjaunošanas veidam ir $\chi^2 = 0.6701$. Tātad arī šī vērtība parāda, ka atjaunošanas veida ietekme uz augsta dzinumu sastopamību ir zema (skat. 3.2. att.). Koku ar augsta dzinumiem īpatsvars pašsējas audzēs variē no 8.5 līdz 24.4%. Stādītās audzēs šis diapazons ir plašāks – no 0 līdz 51.5%. Tomēr vidējais īpatsvars zemāks ir tieši stādītās audzēs.

3.1. tabula

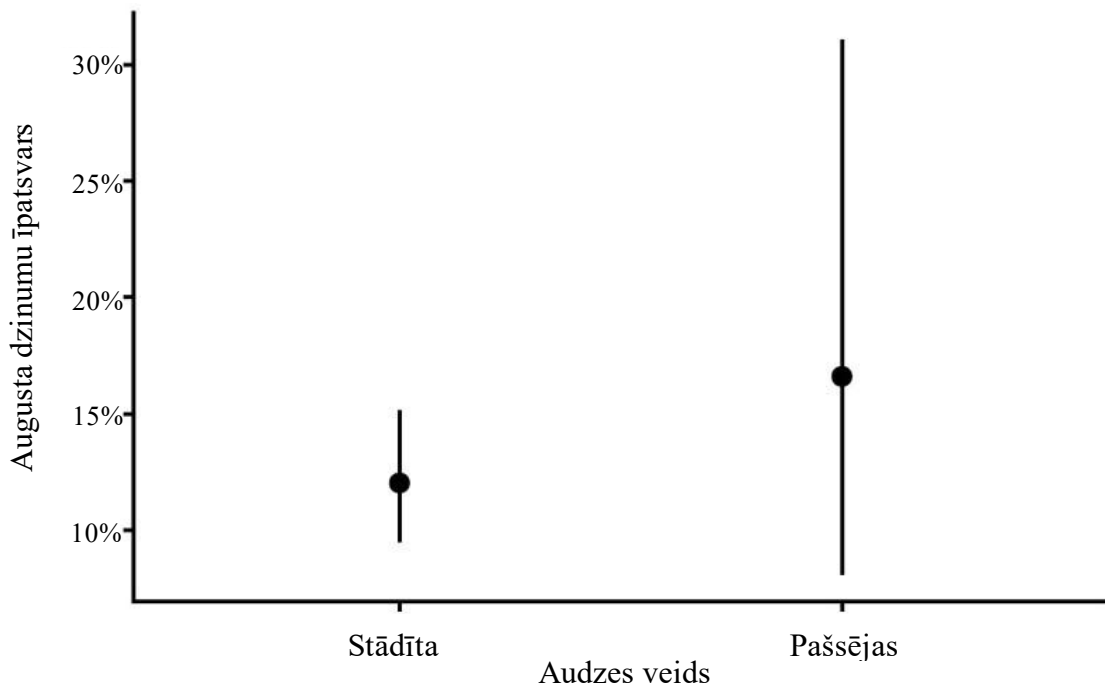
Katra faktora būtiskuma novērtējums, izmantojot Type II Wald chisquare testu
(avots: autora veidots)

Faktors	Hī–kvadrāts (χ^2)	Brīvības pakāpju skaits	p–vērtība
Atjaunošanas veids	0.6701	1	0.4130
Meža tips	6.6027	6	0.3592
Vecums	27.0558	2	1.33e–06***

*** $p < 0.001$

Pētījumu par audzes atjaunošanas veida ietekmi uz augsta dzinumu sastopamību parastajai priedei, iespējams, nav – tādus neizdevās atrast. Toties ir pētījumi par parasto egli. Kādā pētījumā Norvēģijā tika salīdzinātas 44 stādītas un 10 dabiski atjaunojušās egļu audzes vecuma diapazonā 4–30 gadi. Rezultāti rāda, ka stādītās audzēs augsta dzinumi bija sastopami biežāk nekā dabiski atjaunotās audzēs ar līdzīga augstuma kokiem. Tomēr pētījuma autori norāda, ka dabiski atjaunotās audzēs koku vecums nav precīzi zināms,

tāpēc pastāv iespēja, ka tie ir vecāki, nekā koki stādītā audzē. Dabiski atjaunojušies koki sākotnēji mēdz augt lēnāk nekā stādītie, tāpēc to augstums var būt salīdzinoši mazāks. Šādā gadījumā rezultātus ietekmētu nevis atjaunošanas veids, bet gan koka vecums (Granhus et al., 2019).

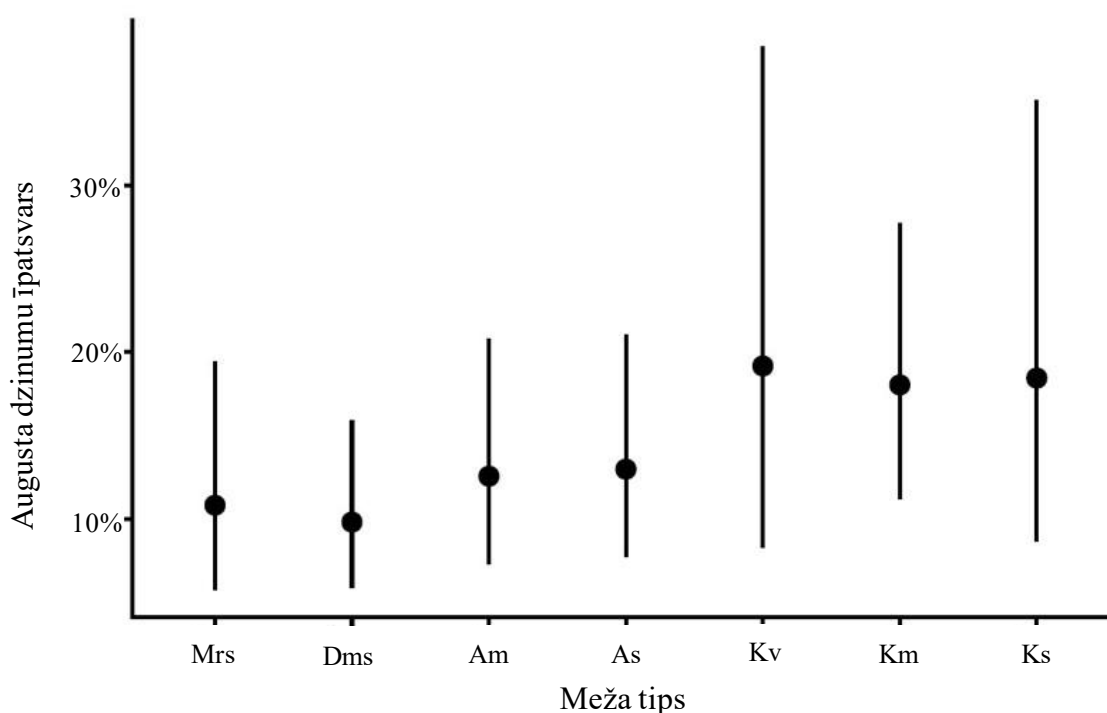


3.2. att. Augsta dzinumu īpatsvars (95% ticamības intervāls) stādītās un pašsējas priežu jaunaudzēs (avots: autora veidots)

Rezultāti par meža tipa ietekmi parāda, ka $p = 0.3592$ (skat. 3.2. att.). Tātad $p > 0.05$, un šī faktora ietekme nav statistiski būtiska. Brīvības pakāpju skaits ir 6, kas nozīmē, ka apskatītajam faktoram ir 7 kategorijas – šajā gadījumā – 7 meža tipi. Brīvības pakāpju skaits ir par vienu mazāks nekā kategoriju skaits. Hī kvadrāta vērtība, lai gan augstāka nekā atjaunošanas veidam, $\chi^2 = 6.6027$, tomēr nozīmē, ka meža tips neietekmē augsta dzinumu sastopamību pētījumā apskatītajos meža tipos tik lielā mērā, lai tā ietekme būtu statistiski būtiska. Augsta dzinumu sastopamība nav pētīta visos Latvijas meža tipos. Tā ir vieta turpmākiem pētījumiem. Tomēr pastāv uzskats, ka labākos augšanas apstākļos, kur sastopamas produktīvākas audzes, augsta dzinumu īpatsvars ir augstāks. Kā iepriekš aprakstīts 1.4. apakšnodaļā, veselīgākiem, labāk augošiem kokiem parasti ir vairāk augsta dzinumu. Līdz ar to iespējams, ka priedei vislabāk piemērotajos meža tipos ir augstāks koku ar augsta dzinumiem īpatsvars. Šeit, iespējams, varētu veikt

pētījumu, salīdzinot augusta dzinumu sastopamību priedēm nabadzīgos meža tipos, piemēram, silā vai purvājā ar auglīgiem meža tiptiem, kā damaksnis.

Latvijā augusta dzinumu sastopamība atkarībā no meža tipa pētīta eglei. Katrevics et al. (2018) salīdzinājis augusta dzinumu īpatsvaru 3–8 gadu vecumā astoņos dažādos meža tipos. Datu ievākšanai izvēlēti divi meža tipi no katras edafiskās rindas, izņemot purvainus. Daži no tiem sakrīt ar šajā darbā apskatītajiem meža tiptiem: slapjais damaksnis, šaurlapju ārenis un šaurlapju kūdrenis. Meža tipa ietekme arī eglei neuzrāda būtisku saistību ar augusta dzinumu īpatsvaru. Lai gan meža tipu starpā novērotas atšķirības, tomēr tās ir nelielas. Arī šajā pētījumā ir redzamas šīs atšķirības, piemēram, nedaudz lielāks augusta dzinumu īpatsvars novērots visos kūdreņos (skat. 3.3. att.).

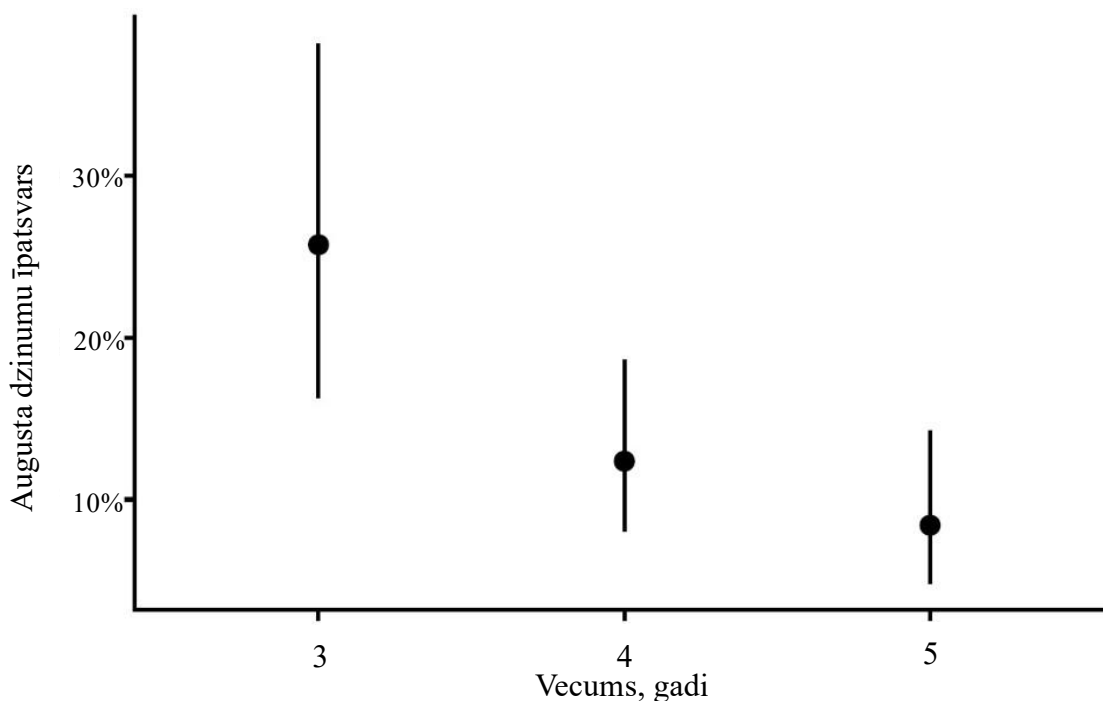


3.3. att. Augusta dzinumu īpatsvars (95% ticamības intervāls) priežu jaunaudzēs dažādos meža tipos (avots: autora veidots)

Audzes vecumam ir statistiski būtiska ietekme uz augusta dzinumu sastopamību, jo $p \leq 0.001$. Brīvības pakāpju skaits ir 2, kas nozīmē, ka faktoram ir trīs kategorijas. Šajā gadījumā tās ir 3, 4 un 5 gadu vecas jaunaudzes. Hī kvadrāta vērtība vecumam ir $\chi^2 = 27.0558$, un tas vēlreiz parāda, ka vecuma ietekme ir augsta.

Vislielākā augusta dzinumu sastopamība novērojama trīs gadus vecām audzēm (skat. 3.4. att.). Četrus un piecus gadus vecās audzēs koku ar augusta dzinumiem ir mazāk.

Salīdzinot dažāda vecuma audzes savā starpā, koku ar augsta dzinumiem īpatsvars būtiski atšķiras starp trīs (25.74%) un četrus (12.36%), kā arī trīs un piecus (8.41%) gadus vecām audzēm. Būtiska koku ar augsta dzinumiem īpatsvara atšķirība starp četrus un piecus gadus vecām audzēm netika konstatēta.



3.4. att. Augsta dzinumu īpatsvars (95% ticamības intervāls) dažāda vecuma priežu jaunaudzēs (avots: autora veidots)

Citos pētījumos ir iegūti līdzīgi rezultāti. Jansons et al. (2016) Latvijā veiktā pētījumā par augsta dzinumu ietekmi uz priedes augstumu arī konstatēta šī tendence. Dati ievākti divās dažādās brīvapputes pēcnācēju pārbaužu vietās. Koku ar augsta dzinumiem proporcija četrus gadus laikā samazinājās no 11% un 23% četrus gadus vecām priedēm līdz 4% un 1% astoņus gadus vecām priedēm. Šī tendence novērota arī lielāka diapazona vecumgrupām. Aldén (1971) raksta, ka 1–5 gadus vecām priedēm koku ar augsta dzinumiem proporcija ir ievērojami lielāka nekā 10–20 gadus vecām priedēm. Šajā gadījumā šī tendence novērota gan parastajai priedei, gan melnās priedes varietātei *Pinus pallasiana* Lamb.. Koka vecuma un augsta dzinumu saistība eglēm 20.gs. astoņdesmitajos gados pētīta Vācijā. Salīdzinot 1, 2 un 4 gadus vecas egles un katrā grupā iekļaujot 20 stādus, augsta dzinumi konstatēti visām vienu gadu vecām eglēm, piecām divus gadus vecām eglēm un sešām četrus gadus vecām eglēm (von Wühlisch, Muhs,

1987). Iemesls šai tendencei meklējams auga fizioloģiskajos procesos. Jaunākiem kokiem ir ierobežotas iespējas uzglabāt papildus barības vielas, tamdēļ tās tiek izlietas papildus pieauguma veidošanai. Šie procesi iepriekš sīkāk apskatīti 1.4. apakšnodaļā. Šis un citi pētījumi liecina, ka neatkarīgi no salīdzināto koku vecuma diapazona jaunaudzēs vecumā un koku sugas, tiem pieaugot, samazinās augusta dzinumu skaits. Tomēr Katrevics et al. (2018) iegūtie rezultāti eglei ir atšķirīgi no vairuma pētījumu. Autori secinājuši, ka ar koka vecumu saistītas tendences 3–7 gadus vecās jaunaudzēs nav novērotas un tās nav statistiski būtiskas.

Izvērtējot šī un citu autoru pētījumu rezultātus ir skaidra tendence, ka vecumam ir ietekme uz augusta dzinumu īpatsvaru. Kokiem pieaugot, tas samazinās, tomēr jaunaudzēs vecumā šī tendence var nebūt tik izteikta. Atkarībā no pētījumā apskatītā vecuma diapazona šī faktora ietekme var būt mazāk vai vairāk izteikta.

3.2. Augusta dzinumu ietekme uz stumbra defektiem

Augusta dzinumu izraisītu izmaiņu dēļ var rasties stumbra defekti, kas var saglabāties arī, kokam pieaugot. Padēli un divas vai vairāk galotnes ir biežāk sastopamie stumbra defekti, kurus var ierosināt augusta dzinums. Iepriekš no koku sugām šajā kontekstā ievērojami biežāk pētīta egles, nevis priede.

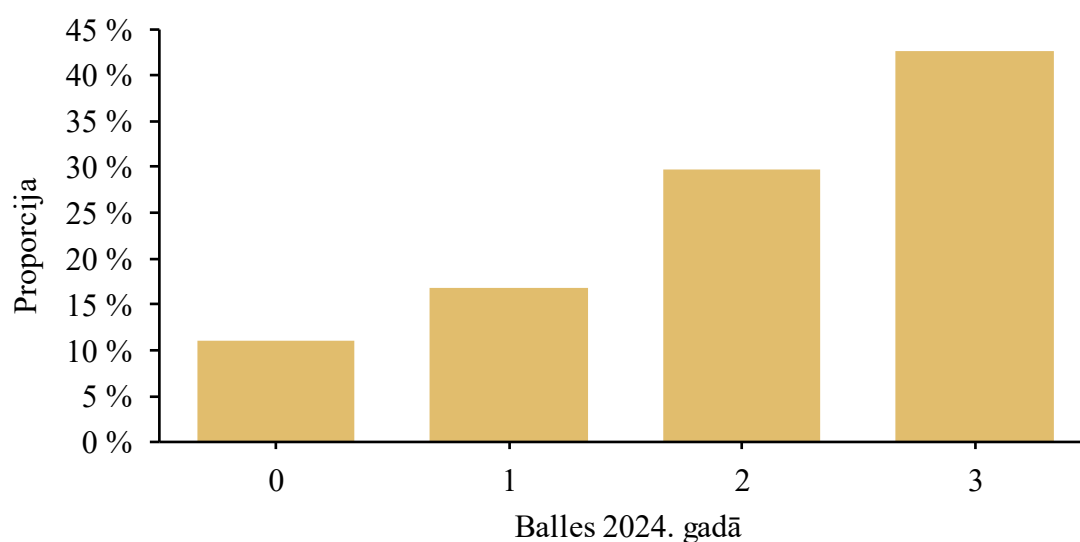
Pirms desmit gadiem Ungurpils stādījumā tika apsekoti 1389 koki, no kuriem 10.8% koku konstatēta dubulta galotne un 11.9% koku konstatēts padēls, turklāt 1.8% koku atzīmēti abi šie defekti. 2024. gadā atkāroti apsekoti 374 koki, kuriem 2014. gadā konstatēti iepriekš minētie defekti. Stumbra defektu saglabāšanās vērtēta ballēs, vizuāli novērtējot bojājumu.

Dubultā galotne ir redzama un dzīva 138 no 155, jeb 89% no iepriekš vērtētajiem kokiem ar dubultu galotni, 17 kokiem tā ir identificējama, bet vai nu ir atmirusi, vai neatstāj nekādu ietekmi (skat. 3.2. tab.). Kopumā 112 no 155 iepriekš ar dubultu galotni atzīmētajiem kokiem novērtēti ar 2 vai 3 ballēm (būtiska vai ļoti būtiska ietekme uz kvalitāti). No kokiem, kuriem iepriekš bija konstatēta dubultā galotne, 72.3% tā joprojām ir saglabājusies un samazina stumbra kvalitāti, bet audzē kopumā šobrīd ir 8.1% koku, kuriem ir tāda dubulta galotne, kas samazina stumbra kvalitāti un potenciālo ekonomisko ieguvumu no audzes.

Dubultās galotnes saglabāšanās novērtējums (avots: autora veidots)

Balles 2024	Skaits	Proporcija
0	17	10.97
1	26	16.77
2	46	29.68
3	66	42.58

Vislielāko proporciju 2024. gadā veido 3. balles koki, kas nozīmē, ka novērota ļoti būtiska ietekme uz kvalitāti (skat. 3.5. att.). Mazāko daļu veido 0. balles koki jeb koki, kuriem nav novērojama dubultās galotnes ietekme uz kvalitāti. Redzama, bet nebūtiska ietekme uz kvalitāti novērota 16.8% koku, kuriem piešķirts novērtējums 1. balle. Gandrīz trešdaļai jeb 29.7% koku redzama būtiska ietekme uz kvalitāti.



3.5. att. Dubultās galotnes saglabāšanās proporcionālais novērtējums (avots: autora veidots)

Sākotnējam novietojuma mieturim (t.i., mieturim, kurā dubultā galotne radusies) ir būtiska ietekme uz to, kāds ir sadalījums ballēs 2024. gadā. Jo augstākā (jeb jaunākā) mieturī iepriekš konstatēta dubulta galotne, jo lielāku proporciju no vērtējumiem veido balles, kas nav 3. Aprēķināts, ka šādai ietekmei $p \leq 0.001$, kas liecina, ka sākotnējais

mieturis atstāj statistiski būtisku ietekmi uz to, kādu proporciju veido katrs vērtējums (skat. 3.3. tab.).

3.3. tabula

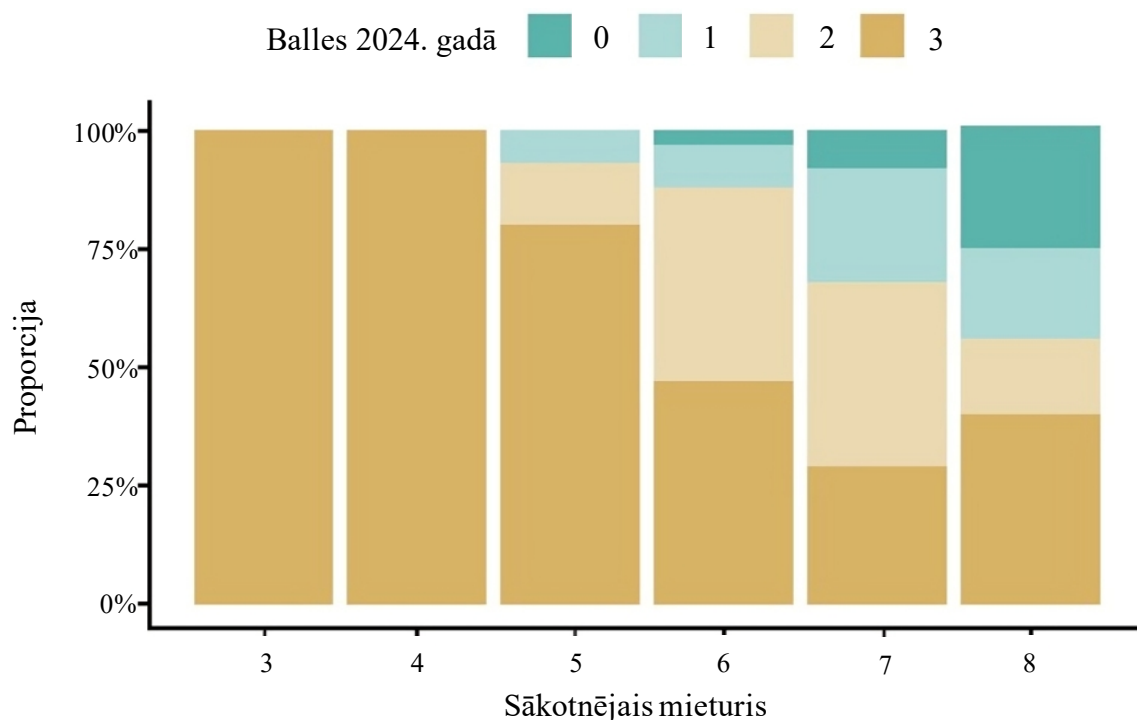
Sākotnējā mietura ietekme uz dubultās galotnes un padēla turpmākās ietekmes apmēru
(avots: autora veidots)

Faktors	Hī-kvadrāts (χ^2)	Brīvības pakāpju skaits	p-vērtība
Sākotnējais mieturis dubulta galotne	17.727	1	2.55e-05 ***
Sākotnējais mieturis padēls	29.107	1	6.85e-08

***p<0.001

Kokiem, kuriem dubulta galotne iepriekš atzīmēta trešajā vai ceturtajā mieturī, 100% gadījumu dubultā galotne ir atstājusi ļoti būtisku ietekmi uz stumbra kvalitāti jeb vērtējums ir 3 balles. Šie rezultāti sakrīt ar pirmajā darba uzdevumā analizēto augusta dzinumu sastopamību, kur visaugstāko īpatsvaru sasniedza tieši audzes 3 gadu vecumā (skat. 3.6. att.).

Kokiem, kuriem dubulta galotne iepriekš konstatēta astotajā mieturī, 25.6% gadījumu nav radusies paliekoša ietekme uz stumbra kvalitāti. Nebūtiska ietekme jeb 1 balle novērtēta 18.6% gadījumu. Būtiska vai ļoti būtiska ietekme konstatēta attiecīgi 16.3% un 39.5% gadījumu, kad vērtējums bijis 2 vai 3 balles (skat. 1. pielikumu). No šiem rezultātiem rodas secinājums: jo zemāk koka stumbrā izveidojusies dubulta galotne, jo lielāku ietekmi tā atstāj uz stumbra kvalitāti 10 gadu ilgā periodā. Līdz ar to lielāka kļūst arī iespējamība, ka šis stumbra defekts atstās paliekošu ietekmi uz turpmākajos gados iegūstamo sortimentu ekonomisko vērtību.



3.6. att. Sākotnējā mietura ietekme uz dubultās galotnes atstātā stumbra defekta būtiskumu (avots: autora veidots)

Iepriekšējā (2014.g.) Ungurpils stādījuma koku stumbra kvalitātes vērtējumā vēl viens nozīmīgs stumbra defekts – padēls – tika konstatēts 219 kokiem. Atkārtotajā vērtējumā 2024.gadā ietekme uz stumbra kvalitāti konstatēta 178 no 219 kokiem, kas ir 81% no kokiem, kam iepriekš novērots padēls. (skat. 3.4. tab.). Var secināt, ka padēlu, tāpat kā dubulto galotņu, saglabāšanās ir bieži novērojama un, kokam kļūstot vecākam, koku ar padēliem kļūst mazāk. Zeltiņš et al. (2023) Latvijā veiktajā pētījumā apskatījuši padēlu veidošanos parastās priedes pēcnācēju pārbaužu stādījumos. Lai gan pētījumā galvenokārt apskatīts ģenētikas aspekts, autori pievēršas arī augusta dzinumu iespējamai lomai padēlu veidošanās procesā. Padēlu esamība 7, 10, 12 un 16 gadu vecumā fiksēta divos pēcnācēju pārbaužu stādījumos ar vienādu brīvapputes ģimeņu sastāvu. Koku ar padēliem īpatsvars atšķīrās starp objektiem, norādot uz potenciālu augšanas apstākļu konkrētajā vietā ietekmi. Vienā no stādījumiem 7 gadu vecumā koku ar padēliem īpatsvars bija 26.9% un 12 gadu vecumā tie bija 9.5%. Tikmēr otrā stādījumā 7 gadu vecumā bija 13.4% koku ar padēliem, bet 12 gadu vecumā – 14.3%. Tas parāda, ka padēlu īpatsvars var samazināties laika gaitā vai palikt diezgan nemainīgs, atkarībā no augšanas apstākļiem konkrētajā vietā. Pētījumā noskaidrots, ka ģimenes līmenī pastāv cieša

pozitīva korelācija starp padēlu esamību 7 gadu vecumā un augusta dzinumu esamību gadu iepriekš (Zeltiņš et al., 2023).

Temel, Adams (2000) pētījumā par duglāziju (*Pseudotsuga menziesii* var. *menziesii* (Mirb.) Franco) secinājuši, ka kokiem, kuriem 12 gadu vecumā konstatēts padēls, 62% gadījumu tas konstatējams arī 24 gadu vecumā. Toties 53% dubulto galotņu līdz 24 gadu vecumam kļuvušas par padēliem.

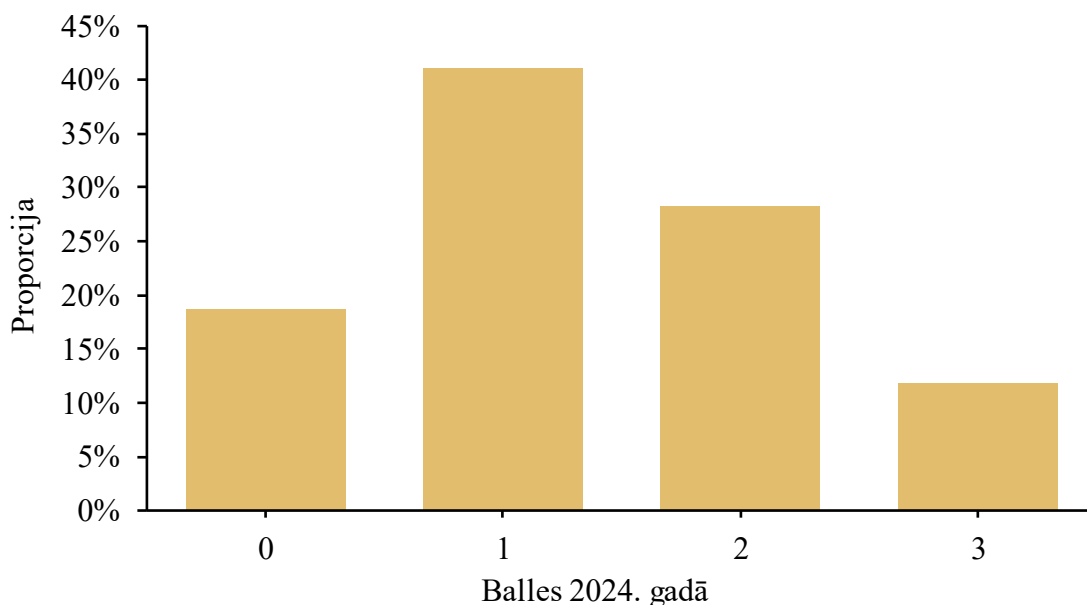
Salīdzinoši, Ungurpils objekts pirmo reizi vērtēts 10 gadu vecumā un pēc tam 20 gadu vecumā, kas ir lielāks laika periods starp datu ievākšanas reizēm, bet tāpat parāda līdzīgu padēlu skaita samazināšanās tendenci.

3.4. tabula

Padēlu saglabāšanās novērtējums (avots: autora veidots)

Balles 2024	Skaits	Proporcija
0	41	18.72
1	90	41.10
2	62	28.31
3	26	11.87

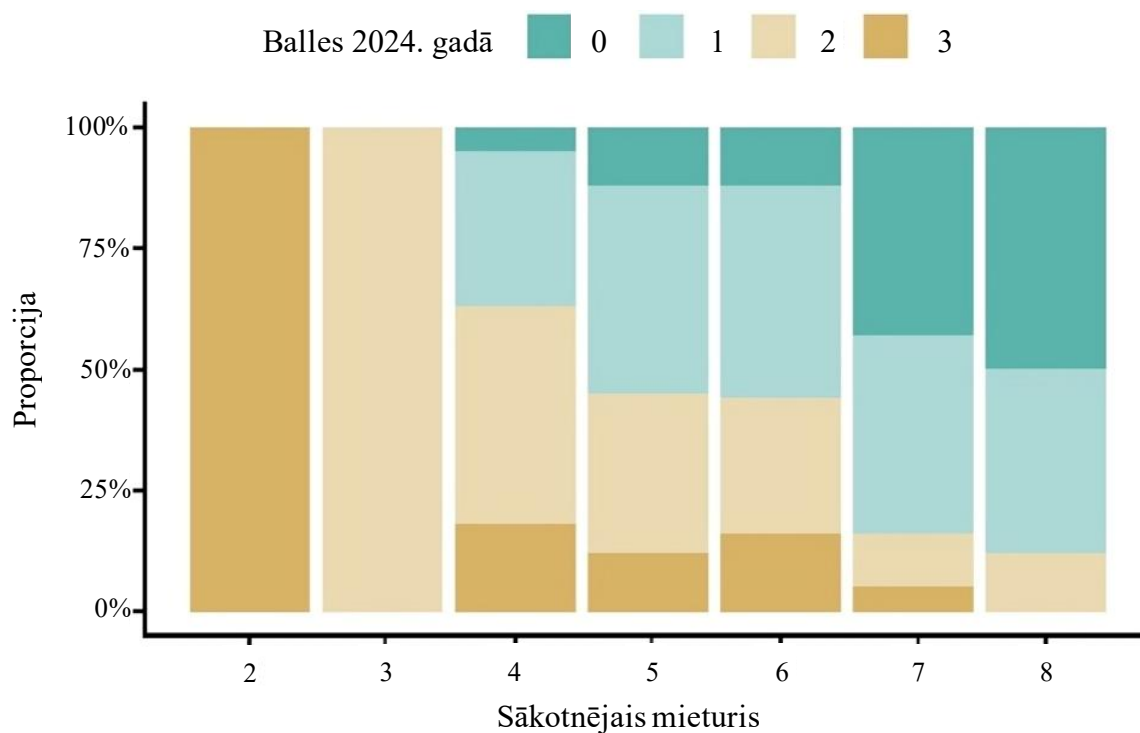
Vislielāko proporciju 2024. gadā veido 1. balles koki, kuriem konstatētais padēls atstājis nebūtisku ietekmi uz stumbra kvalitāti (skat. 3.7. att.). Tādi ir 90 koki jeb 41.1% no visiem kokiem, kuriem bijis padēls 2014. gadā. Pieaugot padēla izraisītā stumbra defekta nozīmīgumam, samazinās koku skaits, kam tas konstatēts. Vērtējums 2 balles piešķirts 62 kokiem, veidojot 28.3% no visiem kokiem, kam bijis padēls. Visretāk novēroti padēli ar ļoti būtisku ietekmi uz koksnes kvalitāti jeb 3 ballēm, kuras piešķirtas 26 kokiem jeb 11.9% koku, kam bijis padēls. Vērtējums 0 balles piešķirts 41 kokam, jeb 18.7% koku padēla esamība tika konstatēta, bet tas nebija atstājis nekādu ietekmi uz stumbra kvalitāti. Parasti šādi padēli bija nokaltuši drīz pēc to izveidošanās, līdz ar to tie neizraisīja kvalitāti mazinošu ietekmi. Kopumā padēls kvalitāti ievērojami samazina 88 no 178 kokiem ar padēliem. Procentuāli tie ir 49.5%, kas ir aptuveni puse no kokiem, kuriem 2014. gadā bija konstatēts padēls. Kopumā 6.3% audzes koku ir saglabāties tads padēls, kas samazina stumbra kvalitāti un potenciālo ekonomisko ieguvumu no audzes.



3.7. att. Padēlu saglabāšanās proporcionālais novērtējums (avots: autora veidots)

Līdzīgi kā dubulto galotņu gadījumā, noskaidrots, ka arī padēlu nozīmīgumu ietekmē tas, kurā mieturī padēls sākotnēji konstatēts. Novērojama tāda pati tendence, respektīvi, jo augstākā mieturī iepriekš konstatēts padēls, jo lielāku proporciju no vērtējumiem veido balles, kas nav 3. Aprēķināts, ka padēla mietura ietekmei $p \leq 0.001$, kas liecina, ka sākotnējais mieturis atstāj statistiski būtisku ietekmi uz to, kāds ir katras piešķirtās balles īpatsvars (skat. 3.3. tab.).

No otrajā, trešajā un ceturtajā mieturī sākotnēji konstatētajiem padēliem būtiska (2 vai 3 balles) ietekme uz stumbra kvalitāti pēc 10 gadiem ir 64% gadījumu (skat. 2. pielikumu). Piektajā un sestajā mieturī konstatētajiem padēliem būtisku ietekmi novēro nedaudz retāk – 45% gadījumu. Bet septītajā un astotajā mieturī konstatētajiem padēliem ietekme samazinās strauji, sasniedzot vairs tikai 13–16% koku (skat. 3.8. att.). Šie rezultāti parāda, ka, jo zemāk koka stumbrā izveidojies padēls, jo lielāku ietekmi tas atstāj uz stumbra kvalitāti 10 gadus vēlāk, tādējādi samazinot sortimentu ekonomisko vērtību.



3.8. att. Sākotnējā mietura ietekme uz padēlu atstātā stumbra defekta būtiskumu (avots: autora veidots)

Plašāki pētījumi par augsta dzinumu ietekmi uz padēlu un dubulto galotņu saglabāšanos koka dzīves laikā un to ietekmi uz koksni un ekonomisko ieguvumu no audzes, šobrīd nav plašāk pētīti, bet būtu nepieciešami. Kā redzams rezultātos, stumbra defekti saglabājas vismaz līdz 20 gadu vecumam un ietekme potenciāli iegūstamos sortimentus.

SECINĀJUMI

1. Analizējot dabiski un stādot atjaunotas parastās priedes jaunaudzēs trīs līdz piecu gadu vecumā slapjainu, āreņu un kūdreņu meža tipos, koku ar augusta dzinumiem īpatsvars audzē bija robežās no 0% līdz 51.5%, vidēji 17.5%.
2. Tikai audzes vecuma ietekme uz koku ar augusta dzinumiem īpatsvaru ir statistiski būtiska. Vislielākais koku ar augusta dzinumiem īpatsvars ir 3 gadus vecās jaunaudzēs (25.7%). Būtiskas atšķirības konstatētas starp 3 un 4 (12.4%), kā arī starp 3 un 5 (8.4%) gadus vecām jaunaudzēm, bet ne starp 4 un 5 gadus vecām audzēm.
3. No kokiem, kuriem 10 gadu vecumā bija konstatēta dubultā galotne, 72% gadījumu 20 gadu vecumā tā joprojām ir saglabājusies un samazina stumbra kvalitāti. Padēlu gadījumā šāda ietekme saglabājusies pusei koku. Audzē kopumā šobrīd ir 8.1% koku ar dubultām galotnēm un 6.3% koku ar tādiem padēliem, kas samazina stumbra kvalitāti un – potenciāli – ekonomisko ieguvumu no audzes.
4. Analizējot dubultas galotnes un padēlus, kas priedēm bija izveidojušies no trešā līdz astotajam zaru mieturim, konstatēts – jo zemākā mieturī atrodas defekts, jo nozīmīgākas ietekmē stumbra kvalitāti 20 gadu vecumā.
5. Maģistra darba hipotēze apstiprinās daļēji. Audzes vecums (trīs līdz piecu gadu diapazonā) statistiski būtiski ietekmē koku ar augusta dzinumiem īpatsvaru audzē, bet meža tipa un audzes atjaunošanas veida ietekme nav būtiska. Padēlu un dubulto galotņu saglabāšanās rada būtisku ietekmi uz parastās priedes stumbra kvalitāti 20 gadu vecumā.

IZMANTOTĀS LITERATŪRAS SARAKSTS

1. Adams W. T., Bastien J. C. (1994). Genetics of second flushing in a French plantation of coastal douglas–fir. *Silvae Genetica*. Vol. 43(5/6), p. 345–352. Available from: <https://pnwtirc.forestry.oregonstate.edu/genetics-second-flushing-french-plantation-coastal-douglas-fir>
2. Aldén T. (1971). Influence of CO₂, moisture and nutrients on the formation of Lammas growth and prolepsis in seedlings of *Pinus silvestris* L. *Studia Foresalia Suecica*. Vol. 93, p. 1–21. Available from: <https://res.slu.se/id/publ/125531>
3. Barber J.C. (1964). Inherent variation among slash pine progenies at the Ida Cason Callaway foundation. *U.S. Forest Service Research Paper*. Available from: https://www.srs.fs.usda.gov/pubs/rp/rp_se010.pdf
4. Barnes C., Busgen M., Munch E. (1930). *The structure and life of forest trees*. Third, revised and enlarged edition. London: Chapman&Hall, Ltd. 499 p.
5. Baumanis I., Jansons Ā., Neimane U. (2014). *Priede. Selekcija, ģenētika un sēklkopība Latvijā*. Salaspils: Daugavpils Universitātes akadēmiskais apgāds “Saule”. 325 lpp. ISBN 978–9984–14–696–6
6. Brändli U.–B. (2020). Growing stock. In: FOREST EUROPE, 2020: State of Europe’s Forests 2020. Report. Liaison Unit Bratislava: Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe – FOREST EUROPE, p. 37–41. Available from: https://foresteurope.org/wp-content/uploads/2016/08/SoEF_2020.pdf
7. Brichta J., Vacek S., Vacek Z., Cukor J., Mikeska M., Bílek L., Šimůnek V., Gallo J., Brabec P. (2023). Importance and potential of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in 21st century. *Central European Forestry Journal*. Vol. 69., p. 3–20. Available from: <https://doi.org/10.2478/forj-2022-0020>
8. Campbell R. K. (1965). Phenotypic variation and repeatability of stem sinuosity in Douglas–fir. *Northwest Sci*. Vol. 39, p. 47–59.
9. Carvell K. J. (1956). Summer shoots cause permanent damage to red pine. *Journal of Forestry*. Vol. 54, p. 271.
10. Caudullo, G., Welk, E., San–Miguel–Ayanz, J. (2017). Chorological maps for the main European woody species. *Data in brief*. Vol. 12, p. 662–666. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2017.05.007>
11. Creighton J. L., Zutter B. R., Glover G. R., Gjerstad D. H. (1987). Planted pine growth and survival responses to herbaceous vegetation control, treatment duration, and herbicide application technique. *Southern Journal of Applied Forestry*. Vol. 11(4), p. 223–227. Available from: <https://doi.org/10.1093/sjaf/11.4.223>
12. Danusevičius D., Persson B. (1998). Phenology of natural Swedish populations of *Picea abies* as compared with introduced seed sources. *Forest Genetics*. Vol.5(4), p. 211–220. Available from: https://kf.tuzvo.sk/sites/default/files/FG05-4_211-220.pdf
13. Dinwoodie J. M. (2000). *Timber: Its nature and behaviour*. Second edition. London: E&FN Spon. 257 p. ISBN 0–203–47787–1

14. Doede D. L., Adams W. T. (1998). The genetics of stem volume, stem form, and branch characteristics in sapling noble fir. *Silvae Genetica*. Vol. 47(4), p. 177–183. Available from: https://www.thuenen.de/media/institute/fg/PDF/Silvae_Genetica/1998/Vol_47_Heft_4/47_4_177.pdf
15. Dreimanis A. (2016). *Mežsaimniecības pamati: Mācību līdzeklis LLU Meža fakultātes studentiem un nozares speciālistiem*. Jelgava: Studentu biedrība “Šalkone”. 112 lpp. ISBN 978–9934–8599–5–3
16. Ehrenberg C. (1970). Breeding for stem quality. *Unasylva*, Vol. 24, p. 223–31. Available from: <https://www.fao.org/4/a2173e/a2173e04.htm>
17. Ehrenberg C. E. (1963). Genetic variation in progeny tests of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Studia Foresalia Suecica* Vol. 10, p. 1–125. Available from: <https://www.oeaw.ac.at/resources/Record/990001883700504498>
18. Fraser D. A. (1962). Apical and radial growth of white spruce (*Picea glauca* (Moench) Voss) at Chalk River, Ontario, Canada. *Canadian Journal of Botany*. Vol. 40(5), p. 659–668. Available from: <https://doi.org/10.1139/b62-063>
19. Granhus A., Metslaid M., Kvaalen H., Søgaaard G. (2019). Tree, stand and site characteristics affecting the occurrence of lammas growth and multiple tops in field-grown Norway spruce. *New Forests*. Vol. 50(2), p. 291–305. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11056-018-9664-2>
20. Hallgren S. W. Helms J. A. (1992). The effects of summer shoot production on height growth components of seedlings of California red and white fir. *Canadian Journal of Forest Research*. Vol. (22), p. 690–698. Available from: <https://doi.org/10.1139/x92-092>
21. Harlow W. M., Harrar W. S. (1950). *Textbook of dendrology*. Covering the important forest trees of the United States and Canada. Third Edition. Second impression. United States of America: McGraw–Hill Book Company, Inc. 555 p.
22. Ieviņš Ģ. (2016). *Augu fizioloģija. Funkcijas un mijiedarbība ar vidi*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds. 608 lpp. ISBN 978–9934–18–091–0
23. Jansons Ā., Krišāns O., Jansons J. (2011). Parastās priedes (*Pinus sylvestris* L.) augstuma pieauguma veidošanās sezonālā dinamika. *Mežzinātne*. Nr. 23(56), 15–24 lpp. Pieejams: <https://mail.silava.lv/images/Petijumi/2009-ESF-146/2011-08-02-ESF-146-Publikacija.pdf>
24. Jansons, A., Neimane, U., Dzerina, B., Adamovics, A. (2016). Influence of lammas shoots on height of young Scots pines in Latvia. *Agronomy Research*. Vol. 14(2), p. 407–417. Available from: https://agronomy.emu.ee/wp-content/uploads/2016/05/Vol14_nr2_Jansons.pdf
25. Junttila O. (1986). Effects of temperature on shoot growth in northern provenances of *Pinus sylvestris* L. *Tree Physiology*. Vol. 1, p. 185–192. Available from: <https://doi.org/10.1093/treephys/1.2.185>
26. Katrevis J, Neimane U, Dzerina B, Kitenberga M, Jansons J, Jansons A (2018). Environmental factors affecting formation of lammas shoots in young stands of Norway spruce (*Picea abies* Karst.) in Latvia. *iForest*. Vol. 11, p. 809–815. Available from: <http://dx.doi.org/10.3832/ifor2539-011>

27. Kohlstock N., Schneck V. (1998). IUFRO provenance trial of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) at Waldsieversdorf 1982–1994. Scots pine breeding and genetics: proceedings of the IUFRO S.02.18 symposium, 1994, Lithuania, Kaunas, p. 29–36. Available from: https://rcin.org.pl/Content/191892/KOR001_148823.pdf
28. Komán S., Feher S., Abraham J., Taschner R. (2013). Effect of knots on the bending strength and the modulus of elasticity of wood. *Wood Research*. Vol. 58(4), p. 617–626. Available from: https://www.researchgate.net/publication/289961696_Effect_of_knots_on_the_bending_strength_and_the_modulus_of_elasticity_of_wood
29. Kozłowski T. T. (1964). Shoot growth in woody plants. *The Botanical Review*. Vol. 30(3), p. 335–392. Available from: <https://www.jstor.org/stable/4353695>
30. Kozłowski T. T., Clausen J. J. (1965). Changes in moisture contents and dry weights of buds and leaves of forest trees. *Botanical Gazette*. Vol. 126 (1), pp. 20–26. Available from: <https://www.jstor.org/stable/i321211>
31. Krakau U., Liesebach M., Aronen T., Lelu–Walter M., Schneck V. (2013). Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) In: *Forest tree breeding in Europe*. Current state of the art and perspectives. Chapter 25. Berlin, Heidelberg, New–York: Springer–Verlag, p. 267–323. Available from: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-6146-9_6
32. Kushida T. (2005). Effect of High Summer Temperatures on Lammas Shoot Elongation and Flowering in Japanese Red Pine. *Phyton, Annales rei Botanicae, Horn*. Vol. 45(4), p. 215–221. Available from: https://www.zobodat.at/pdf/PHY_45_4_0215-0221.pdf
33. Kushida T., Nakashima A., Nagata H. (1999). Lammas shoot induction in *Pinus densiflora* by heating in spring. Vol. 81(1), p. 57–64.
34. Landis T. D. (2012). Lammas shoots in nurseries and plantations. *Forest Nursery Notes*. Vol. 32(1), p. 5–9. Available from: <https://rngr.net/publications/fnn/2012-winter/2012-winter-forest-nursery-notes-publication-by-article/lammas-shoots-in-nurseries-and-plantations>
35. Lanner R. M. (1970). Origin of the summer shoot of pinyon pines. (1970) *Canadian Journal of Botany*. Vol. 48, p. 1759–1765. Available from: <http://dx.doi.org/10.1139/b70-258>
36. Liepa I., Miezīte O., Luguza S., Šulcs V., Straupe I., Indriksons A., Dreimanis A., Saveljevs A., Drēska A., Sarmulis Z., Dubrovskis D. (2014). Meža tipoloģija. Mācību līdzeklis LLU Meža fakultātes studentiem un nozares speciālistiem. Jelgava: Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Meža fakultāte. Studentu biedrība „Šalkone”. 118 lpp. Meža izglītības bibliotēka. ISBN 978–9984–48–164–7
37. Liziniewicz M. (2014). *Influence of spacing and thinning on wood properties in conifer plantations. Doctoral thesis*. Alnarp: SLU Service/Repro. 62 lpp.
38. Lowell E. C., Maguire D. A., Briggs D. G., Turnblom E. C., Jayawickrama K. J. S., Bryce J. (2014). Effects of Silviculture and Genetics on Branch/Knot Attributes of Coastal Pacific Northwest Douglas–Fir and Implications for Wood Quality–A Synthesis. *Forests*. Vol. 5, p. 1717–1736. Available from: https://www.fs.usda.gov/pnw/pubs/journals/pnw_2014_lowell001.pdf

39. Mäkinen H., Colin F. (1999). Predicting the number, death, and self-pruning of branches in Scots pine. *Canadian Journal of Forest Research*. Vol. 29, p. 1225–1236. Available from: <https://doi.org/10.1139/x99-065>
40. Mauriņš A., Zvirgzds A., (2006). *Dendroloģija*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds. 447 lpp. ISBN 9984-802-21-3
41. McCabe R. A., Labisky R. F. (1959). Leader forking of red and white pines in plantations. *Journal of Forestry*. Vol. 57(2), p. 94–97. Available from: <https://doi.org/10.1093/jof/57.2.94>
42. Meža atjaunošanas, meža ieaudzēšanas un plantāciju meža noteikumi (2012): Ministru kabineta 2012. gada 2. maija noteikumi Nr. 308. [tiešsaiste] [skatīts 2024. gada 1. decembrī] Pieejams: <https://likumi.lv/ta/id/247349-meza-atjaunosanas-meza-ieaudzesanas-un-plantaciju-meza-noteikumi>
43. Miklašēvičs Z., Neicinieks M. (2014). *Augošu koku un kokmateriālu kvalitāte*. A/S Latvijas Valsts Meži. 132 lpp.
44. Mutke S., Gordo J., Climent J., Gil L. (2003). Shoot growth and phenology modelling of grafted Scots pine (*Pinus pinea* L.) in inner Spain. *Annals of Forest Science*. Vol. 60(6), p 527–537. Available from: <http://dx.doi.org/10.1051/forest:2003046>
45. Nárovcová J., Nárovec V. (2010) A trend of proliferation of proleptic shoots in partial populations of Scots pine. *Journal of Forest Science*. Vol. 56(12), p. 571–579. Available from: <https://www.agriculturejournals.cz/pdfs/jfs/2010/12/02.pdf>
46. Neimane U., Zadina M., Sisenis L., Dzerina B., Pobiarszens A. (2015). Influence of lammas shoots on productivity of Norway spruce in Latvia. *Agronomy Research*. Vol. 13(2), p. 354–360. Available from: https://agronomy.emu.ee/vol132/13_2_10_B5.pdf
47. Neimane, U., Jansons, J., Gailis, A., Katrevičs, J., Jansons, Ā. (2014) Augusta dzinumumu ietekme uz egļu augstumu un stumbra kvalitāti. *Mežzinātne*, Nr. 28(61), 122.–135. lpp. Pieejams: <https://www.silava.lv/images/articles/Mezzinatne/2014-28/2014-Mezzinatne-28-Neimane-et-al-1.pdf>
48. NFI. Nacionālais meža monitorings. IV cikla rezultāti. (2023) [tiešsaiste] [skatīts 2024. gada 20. novembrī] Pieejams: <https://silava.lv/petnieciba/nacionalais-meza-monitorings>
49. Prescher. F., Ståhl. E.G. (1985) The effect of provenance and spacing on stem straightness and number of spike knots os Scots pine in south and central Sweden. *Studia Forestalia Suecica*. Vol. 172. 1–12. Available from: <https://pub.epsilon.slu.se/id/file/6573>
50. R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna. Austria. 2024. <https://www.R-project.org/>
51. Rone V. (1985) Egles klonu juvenilā augšana un selekcijas stratēģija. *Jaunākais Mežsaimniecībā*. Nr. 27, 10–16 lpp.
52. Roth B. E., Newton M. (1996) Role of lammas growth in recovery of Douglas-fir seedlings from deer browsing, as influenced by weed control, fertilization, and seed

- source. *Canadian Journal of Forest Research*, Vol. 26(6), p. 936–944. Available from: <http://dx.doi.org/10.1139/x26-103>
53. Rudolph, T. D. (1964) Lammas Growth and Prolepsis in Jack Pine in the Lake States. *Forest Science*, Vol. 10(1), p. 1–70. Available from: <https://doi.org/10.1093/forestscience/10.s1.a0001>
 54. Salminen H., Jalkanen R. (2005) Modelling the effect of temperature on height increment of Scots pine at high latitudes. *Silva Fennica*. Vol. 39(4), p. 497–508. Available from: <http://dx.doi.org/10.14214/sf.362>
 55. 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*. Vol. 46(2–3), p. 166–170. Available from: https://www.thuenen.de/media/institute/fg/PDF/Silvae_Genetica/1997/Vol._46_Heft_2-3/46_2-3_166.pdf
 56. Søgaaard, G., Fløistad, I.S., Granhus, A., Hanssen, K.H., Kvaalen, H., Skrøppa, T., Steffenrem, A. (2011) Lammas shoots in spruce – occurrence, genetics and climate effects. Available from: <https://nibio.bragе.unit.no/nibio-xmlui/bitstream/handle/11250/2673109/SoL-Rapport-2011-14-s57-58.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
 57. Ståhl E. G., Persson B., Prescher F. (1990) Effect of provenance and spacing on stem straightness and number of stems with spike knots in *Pinus sylvestris* L. – Northern Sweden and countrywide models. *Studia Forestalia Suecica*. Vol. 184, p. 1–16. Available from: <https://res.slu.se/id/publ/125688>
 58. Temel F., Adams W. T. (2000) Persistence and age–age genetic correlations of stem defects in coastal douglas–fir (*Pseudotsuga menziesii* var. *Menziesii* (Mirb.) Franco). *Forest Genetics*. Vol. 7(2), p. 145–153. Available from: https://www.researchgate.net/publication/40652833_Persistence_and_age-age_genetic_correlations_of_stem_defects_in_Douglas-fir_Pseudotsuga_menziesii_var_menziesii_Mirb_Franco
 59. Tong Q.–J., Duchesne I., Belley D., Beaudoin M., Swift E. (2013) Characterization of knots in plantation white spruce. *Wood and Fiber Science*. Vol. 45, p. 84–97. Available from: https://www.researchgate.net/publication/287758546_Characterization_of_knots_in_plantation_white_spruce
 60. Vargas–Hernandez J. J., Adams W. T., Joyce D. G. (2003) Quantitative genetic structure of stem form and branching traits in douglas–fir seedlings and implications for early selection. *Silvae Genetica*. Vol. 52(1), p. 36–44. Available from: https://www.researchgate.net/publication/279909498_Quantitative_genetic_structure_of_stem_form_and_branching_traits_in_Douglas-fir_seedlings_and_implications_for_early_selection
 61. von Wühlisch G., Muhs H. J. (1986) Influence of age on sylleptic and proleptic free growth of Norway spruce seedlings. *Silvae Genetica*. Vol. 35(1), p. 42–48. Available from: https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn051699.pdf
 62. von Wühlisch G., Muhs H. J. (1987) Effect of spacing on growth, especially predetermined and free shoot growth of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.).

- Silvae Genetica*. Vol. 38(2), p. 72–76. Available from: https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn051700.pdf
63. West, R. F., Ledig, F. T. (1964) *Lammas shoot formation in Scotch pine*. In: Proceedings of 11th Northeast. Forest Tree Improvement Conference. New Brunswick, New Jersey, p. 21–30. Available from: <https://rngr.net/publications/tree-improvement-proceedings/northeastern/1963/lammas-shoot-formation-in-scotch-pine>
 64. West, R. F., Rogers, R. (1965) The effect of lammas shoot growth on the stem form of young Scotch pine. Published as a Paper of the Journal Series, New Jersey Agricultural Experiment Station, p. 14–20. Available from: <https://rngr.net/publications/tree-improvement-proceedings/northeastern/1969/the-effect-of-lammas-shoot-growth-on-the-stem-form-of-young-scotch-pine>
 65. Xiong J. S., Mckeand S. E., Whetten R. W., Isik F. T. (2014) Genetics of Stem Forking and Ramicorn Branches in a Cloned Loblolly Pine Family. *Forest Science*. Vol. 60(2), p. 360–366. Available from: <http://dx.doi.org/10.5849/forsci.12-018>
 66. Zālītis P., Jansons J. (2013) Latvijas meža tipoloģija un tās sākotne. Salaspils: Daugavpils Universitātes akadēmiskais apgāds “Saule”. 167 lpp.
 67. Zeltiņš, P., Rieksts–Riekstiņš, R., Prysiazhniuk, L., Baliuckas, V., Jansons, Ā. (2023) The effects of genetics and tree growth on the presence of spike knots in Scots pine progenies. *New Forests*. Vol. 55(3), p. 403–416. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11056-023-09984-8>
 68. Zobel B. J., van Buijtenen J. P. (1989) *Wood variation. Its causes and control*. Berlin: Springer–Verlag. 363 p. Available from: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-74069-5>

PIELIKUMI

1. pielikums

Sākotnējā mietura ietekmes proporcija uz novērtējumu ballēs dubultajām

galotnēm(avots: autora veidots)

Mieturis	Balles	Koku skaits	Proporcija
3	3	3	100.00
4	3	1	100.00
5	1	1	6.67
5	2	2	13.33
5	3	12	80.00
6	0	1	2.94
6	1	3	8.82
6	2	14	41.18
6	3	16	47.06
7	0	5	8.47
7	1	14	23.73
7	2	23	38.98
7	3	17	28.81
8	0	11	25.58
8	1	8	18.60
8	2	7	16.28
8	3	17	39.53

2. pielikums

Sākotnējā mietura ietekmes proporcija uz novērtējumu ballēs padēliem (avots: autora veidots)

Mieturis	Balles	Skaitis	Proporcija
2	3	1	100.00
3	2	1	100.00
4	0	1	4.55
4	1	7	31.82
4	2	10	45.45
4	3	4	18.18
5	0	11	11.83
5	1	40	43.01
5	2	31	33.33
5	3	11	11.83
6	0	6	12.00
6	1	22	44.00
6	2	14	28.00
6	3	8	16.00
7	0	19	43.18
7	1	18	40.91
7	2	5	11.36
7	3	2	4.55
8	0	4	50
8	1	3	37.5
8	2	1	12.50

GALVOJUMS

Ar šo es, Kristīne Riekstiņa, apliecinu, ka maģistra darbs izstrādāts patstāvīgi. No svešiem avotiem ņemtie dati un definējumi ir uzrādīti darbā.

Darbs nav publicēts un pirmo reizi tiek iesniegts aizstāvēšanai Maģistra darbu eksaminācijas komisijai.

Noslēguma darba elektroniskā versija LBTU IS atbilst oriģinālam.

K. Riekstiņa

paraksts un tā atšifrējums

datums