



Pārskats
par Meža attīstības fonda atbalstīto pētījumu

PĒTĪJUMA NOSAUKUMS:

**Egļu astonezobu mizgrauža masveida
savairošanās situācijas ietekme uz meža
apsaimniekošanu un koksnes resursu
ieguvi Latvijā**

LĪGUMA NR.:

24-00-S0MF01-000001

IZPILDES LAIKS:

12.06.2024.–30.12.2024.

Latvijas Valsts mežzinātnes institūts “Silava”

PĒTĪJUMA VADĪTĀJS:

Agnis Šmits, LVMI “Silava” vadošais pētnieks

Salaspils, 2024

Saturs

Ievads	3
1. Novērtējums par egļu astoņzobu mizgrauža (<i>Ips typographus</i>) bojājumu ietekmi 2019.–2024. gadā uz koksnes produktu segmentāciju, kvalitāti un kokmateriālu tirgu, kokrūpniecības nozares konkurētspēju	4
1.1. Egļu mizgrauža bojājumu potenciālas ietekmes sfēras un skaitliskie indikatori	4
1.2. Egļu mizgrauža bojājumu ietekmes novērtējums Latvijā, tās salīdzinājums ar references valsti	6
2. Attālās izpētes datu izmantošanas iespēju izvērtējums egļu astoņzobu mizgrauža bojājumu identificēšanai, meža veselības stāvokļa un egļu mežaudžu vitalitātes noteikšanai Latvijā	15
2.1. Apskats	15
2.2. Metodes	16
2.3. Rezultāti	20
2.4. Secinājumi	25
2.5. Literatūra	25
3. Egļu mežaudžu apsaimniekošanas Latvijā izvērtējums un priekšlikumi, kas sekmētu klimatnoturīgu egļu mežaudžu audzēšanu, vitalitāti nākotnē un mazinātu egļu astoņzobu mizgrauža ietekmi un bojājumus egļu mežaudzēs	26
3.1. Krājas kopšanas ciršu egļu audzēs vasaras mēnešos ietekme uz egļu astoņzobu mizgrauža invāzijas riskiem turpmākajos gados	26
3.2. Sanitāro izlases ciršu egļu audzēs ietekme uz egļu astoņzobu mizgrauža invāzijas riskiem turpmākajos gados	27
3.3. Feromonu slazdu lietošanas reģionālā un lokālā ietekme	30
3.4. Rekomendācijas egļu audžu apsaimniekošanai	39
3.4. Literatūra	40
4. Egļu astoņzobu mizgrauža ietekme uz neproduktīvām egļu mežaudzēm un priekšlikumi turpmākai neproduktīvo egļu mežaudžu apsaimniekošanai un identificēšanai	42
4.1. Neproduktīva egļu mežaudze	42
4.2. Metodes	42
4.3. Rezultāti	44
4.4. Secinājumi	48
5. Spēkā esošā meža apsaimniekošanas normatīvā regulējuma izvērtējums attiecībā uz egļu mežaudžu apsaimniekošanu un uz datiem balstīti zinātniski priekšlikumi meža apsaimniekošanas normatīvo aktu prasību pielāgošanai klimatnoturīgu un vitālu egļu mežaudžu audzēšanai	49
5.1. Esošais normatīvais regulējums	49
5.2. Egļu apsaimniekošanas analīze klimata izmaiņu kontekstā	54
5.3. Priekšlikumi normatīvo dokumentu izmaiņām	58

Ievads

Egļu astoņzobu mizgrauzis (*Ips typographus* L.) ir nozīmīgākais parastās egles (*Picea abies* L.) kaitēklis. Pašlaik visā Eiropā novērojama masveida mizgraužu savairošanās, kas klimata pārmaiņu ietekmē nākotnē var kļūt vēl plašāka un intensīvāka. Latvijā pēdējos gados ir bijušas vairākas lokālas mizgrauža savairošanās, īpaši pēc plūdiem 2017. gadā un tiem sekojošo ekstremāli sauso vasaru 2018. gadā. Mizgrauža populācijai sasniedzot kritisku līmeni, 2023. gadā tika izsludināta ārkārtas situācija egļu audzēs. Kopš 2013. gada bojāto egļu audžu platība ir pieaugusi 67 reizes, un visstraujākais pieaugums ir novērots pēdējo trīs gadu laikā. Tāpēc ir jādome par egļu audžu apsaimniekošanu, kas sekmētu klimatnoturīgu egļu mežaudžu audzēšanu, vitalitāti nākotnē un mazinātu egļu astoņzobu mizgrauža ietekmi un bojājumus egļu mežaudzēs.

Pētījuma mērķis: izveidot uz empīriskiem datiem bāzētu egļu audžu apsaimniekošanas stratēģiju normatīvās vides pielāgošanai egļu astoņzobu mizgrauža pieaugoša kaitējuma riska apstākļos.

Darba uzdevumi:

1. Sagatavot uz datiem balstītu novērtējumu par egļu astoņzobu mizgrauža (*Ips typographus*) bojājumu ietekmi 2019.–2024. gadā uz:
 - a. koksnes produktu segmentāciju un kvalitāti;
 - b. kokmateriālu tirgu un kokrūpniecības nozares konkurētspēju.
2. Izvērtēt attālās izpētes datu izmantošanas iespējas egļu astoņzobu mizgrauža bojājumu identificēšanai, meža veselības stāvokļa un egļu mežaudžu vitalitātes noteikšanai Latvijā;
3. Izvērtēt un sagatavot uz datiem balstītus priekšlikumus egļu mežaudžu apsaimniekošanai Latvijā, kas sekmētu klimatnoturīgu egļu mežaudžu audzēšanu, vitalitāti nākotnē un mazinātu egļu astoņzobu mizgrauža ietekmi un bojājumus egļu mežaudzēs;
4. Izvērtēt egļu astoņzobu mizgrauža ietekmi uz neproduktīvām egļu mežaudzēm un sagatavot priekšlikumus turpmākai neproduktīvo egļu mežaudžu apsaimniekošanai un identificēšana;
5. Veikt spēkā esošā meža apsaimniekošanas normatīvā regulējuma izvērtējumu attiecībā uz egļu mežaudžu apsaimniekošanu un sniegt uz datiem balstītus zinātniskus priekšlikumus meža apsaimniekošanas normatīvo aktu prasību pielāgošanai klimatnoturīgu un vitālu egļu mežaudžu audzēšanai.

1. Novērtējums par egļu astonzobu mizgrauža (*Ips typographus*) bojājumu ietekmi 2019.–2024. gadā uz koksnes produktu segmentāciju, kvalitāti un kokmateriālu tirgu, kokrūpniecības nozares konkurētspēju

1.1. Egļu mizgrauža bojājumu potenciālas ietekmes sfēras un skaitliskie indikatori

No pētījumu metodoloģijas skatījuma svarīgi sistematizēt egļu mizgrauža (*Ips typographus*) iespējamās ietekmes sfēras, ar mērķi detalizēti analizēt to veidus katrā no izvēlētajām ietekmes sfērām. Meža nozares gadījumā atsevišķi tiek izvērtēta ietekme uz mežsaimniecību un kokrūpniecību.

1.1.1. Egļu mizgrauža bojājumu potenciālās sekas mežsaimniecībā

Analizējot mizgrauža bojājumu sekas mežsaimniecībā, tās ir iespējams apvienot loģiskās grupās.

Ienākumu zaudējumi no koksnes pārdošanas:

- Samazinātas cenas. Mizgraužu bojātā koksne bieži tiek pārdota par 20–50% zemāku cenu nekā veselīga koksne, jo tās kvalitāte ir zema un tā ir mazāk piemērota augstvērtīgiem izstrādājumiem;
- Nepieciešamība pēc ātras realizācijas. Mizgraužu bojāto koku koksne ātri bojājas (sēnes, zilējumi), tāpēc tā jāizved un jārealizē steidzami, samazinot iespēju gaidīt labvēlīgākas tirgus cenas.

Papildu izmaksas mežsaimniecības darbos:

- Sanitārās cirtes. Invāzijas skartos kokus nepieciešams izcirst un izvest ātrāk, nekā tas bija plānots, kas palielina darba un transportēšanas izmaksas;
- Kaitēkļu izplatīšanās kontroles pasākumi. Mežsaimniekiem jāiegulda līdzekļi feromonu slazdu iegādē un uzturēšanā, kā arī mežizstrādes tehnikā;
- Uzglabāšana. Liela mēroga mizgraužu savairošanās rada nepieciešamību uzglabāt bojāto koksni, lai tā nesabojātos vēl vairāk, kas prasa īpašas infrastruktūras veidošanas izmaksas.

Meža atjaunošanas un pārvaldīšanas izdevumi:

- Jaunaudžu stādīšana. Iznīkušo atjaunošana prasa ieguldījumus stādmateriālā un darbaspēkā;
- Meža struktūras maiņa. Pāreja uz jauktu vai lapkoku mežiem, kas ir izturīgāki pret kaitēkļiem, ir dārgs process, kas ietver gan stādīšanas, gan ilgtermiņa apsaimniekošanas izdevumus;
- Izmaiņas ilgtermiņa meža apsaimniekošanas plānos. Kaitēkļu invāzijas bieži izjauc plānoto mežu izstrādi, samazinot paredzamos ienākumus un radot papildu pārplānošanas izmaksas.

Ilgtermiņa zaudējumi:

- Meža audzēšanas cikla pagarinājums. Invāzija var nozīmēt, ka mežsaimniekiem nākas atjaunot jaunaudzes no jauna, kas var aizkavēt ienākumus par 40–60 gadiem skujkokiem un vēl ilgāk – lapkokiem;
- Investīciju zaudējumi. Daudzi mežsaimnieki ir ieguldījuši egļu monokultūrās, kas tagad ir ārkārtīgi neaizsargātas pret mizgraužiem, tāpēc viņu iepriekšējās investīcijas tiek daļēji zaudētas.

1.1.2. Egļu mizgrauža bojājumu potenciālās sekas kokrūpniecībā

Analizējot mizgrauža bojājumu sekas kokrūpniecībā, tās ir iespējams apvienot vairākās loģiskās grupās.

Koksnes piedāvājuma pārpalikums:

- Mizgraužu invāzija izraisa masveida egļu koku bojāeju. Lai novērstu kaitēkļa tālāku izplatīšanos, tiek veikta sanitārā cirte, radot strauju koksnes apjoma pieaugumu tirgū;
- Pārmērīgs piedāvājums samazina koksnes cenas, jo īpaši zāģbaļķiem un zemākas kvalitātes koksnei;
- Mizgraužu bojātā koksne jārealizē ātri, lai novērstu kvalitātes pasliktināšanos (bojājumus no sēnēm un kukaiņiem), kas vēl vairāk pazemina cenas.

Bojātās koksnes ierobežota izmantošana:

- Mizgraužu invāzijas skartā koksne nereti zaudē savu estētisko un strukturālo kvalitāti, ierobežojot tās izmantošanu augstvērtīgos izstrādājumos, piemēram, mēbelēs vai būvniecībā;
- Tas veicina cenu kritumu, jo šāda koksne bieži tiek pārdota kā zemas vērtības produkts (papīra masa, biomasas kurināmais).

Tirgus svārstības:

- Invāzijas apjomam pieaugot, cenas īstermiņā strauji samazinās. Tomēr, ja sanitārās cirtes izcērt ievērojamu daudzumu mežu, var rasties vietēja mēroga koksnes deficīts nākotnē, kas potenciāli paaugstina cenas;
- Koksnes cenas svārstības ietekmē arī starptautiskais tirgus – pieaug konkurence ar importēto koksni no valstīm, kur mizgraužu ietekme ir mazāka.

Ietekme uz koksnes pārstrādes nozari:

- Koksnes pārstrādes uzņēmumi īslaicīgi gūst labumu no zemākām izejvielu izmaksām, taču ilgtermiņā cieš no piegāžu nestabilitātes;
- Pieaug pieprasījums pēc uzglabāšanas sistēmām un žāvēšanas iekārtām, jo uzņēmumi cenšas saglabāt lielus apjomus bojātās koksnes pirms tās izmantošanas.

1.1.3. Egļu mizgrauža bojājumu sekas Eiropas reģionā iepriekšējo 20 gadu laikā

Eiropas reģionā egļu astoņzobu mizgrauža masveidīga savairošanās tika novērota gan Centrāleiropā, gan atsevišķos Ziemeļeiropas reģionos, taču tās iemesli šajos reģionos nedaudz atšķirās. Centrālās Eiropas valstīs – Vācijā un Čehijā – egļu mizgrauža izplatīšanas pārsvarā bija saistīta ar sezonāliem periodiem raksturīgām laika apstākļu izmaiņām (jeb klimata pārmaiņām), kas veicināja kaitēkļu izplatīšanos. Ziemeļeiropas reģionā – piemēram, Zviedrijas dienvidu daļā – cikliskus faktorus pastiprināja vētras un to laikā nogāzto mežu apjomi. Vislielākos postījumus Zviedrijas mežiem izraisīja vētras “Gudrun” (2005; 75 milj. m³ vētras laikā nogāzto koku) un “Per” (2007; 16 milj. m³), savukārt jaunākā ievērojamā vētra bija “Hans” (2023, 8 milj. m³). Ņemot vērā, ka Latvijas gadījumā vētras laikā nogāzto koku apjomi ir bijuši salīdzinoši mazi, kopumā situācija bija vairāk līdzīga Vācijas gadījumam. Līdz ar to šīs valsts dati tiks izmantoti kā references līmenis attiecīgajās radīto seku grupās.

1.2. Egļu mizgrauža bojājumu ietekmes novērtējums Latvijā, tās salīdzinājums ar references valsti

1.2.1. Koksnes ciršanas apjomi 2019.–2024. gadā

Atbilstoši MSI datiem, nocirsto koku daudzums norāda uz stabiliem mežizstrādes apjomiem laika periodā no 2014. līdz 2020. gadam, kam sekoja kāpums 2021. un 2022. gados (+15%...20%) un ciršanas apjomu samazinājums 2023. gadā – tām atgriežoties pie iepriekšējo 10 gadu vidējiem līmeņiem (1.1. tabula). Ciršanas apjomu sadalījumā pa sugām ir redzams vienmērīgs kāpums visās Latvijas svarīgākajās koksnes sugās – priedes, egles un it īpaši bērza.

1.1. tabula

MSI dati par Latvijā nocirstās koksnes apjomiem 2014.–2023. gadā (Avots: Silava)

Gads	Parametrs	Priede	Egle	Bērzs	Melnalksnis	Apse	Baltalksnis	Citas sugas	Vissas sugas
2014	Nocirstais apjoms, milj. m ³	3,65	5,21	4,17	0,88	2,11	1,35	0,67	18,04
	Nocirstā apjoma standartklūdas, milj. m ³	0,49	0,55	0,46	0,22	0,50	0,26	0,18	1,37
2015	Nocirstais apjoms, milj. m ³	3,28	4,38	3,91	0,63	1,11	1,46	0,66	15,45
	Nocirstā apjoma standartklūdas, milj. m ³	0,49	0,51	0,47	0,18	0,28	0,30	0,14	1,22
2016	Nocirstais apjoms, milj. m ³	3,42	4,41	4,04	0,99	2,41	2,45	0,67	18,39
	Nocirstā apjoma standartklūdas, milj. m ³	0,54	0,51	0,47	0,28	0,55	0,42	0,10	1,46
2017	Nocirstais apjoms, milj. m ³	3,46	5,04	3,51	0,56	1,49	1,60	0,66	16,33
	Nocirstā apjoma standartklūdas, milj. m ³	0,52	0,58	0,45	0,13	0,39	0,27	0,15	1,32
2018	Nocirstais apjoms, milj. m ³	4,14	4,41	3,77	1,36	1,86	1,90	0,68	18,13
	Nocirstā apjoma standartklūdas, milj. m ³	0,59	0,53	0,46	0,36	0,44	0,37	0,13	1,47
2019	Nocirstais apjoms, milj. m ³	3,89	4,39	3,88	0,91	2,72	2,77	0,82	19,39
	Nocirstā apjoma standartklūdas, milj. m ³	0,64	0,55	0,46	0,28	0,80	0,45	0,15	1,64
2020	Nocirstais apjoms, milj. m ³	3,82	5,16	3,85	0,82	2,22	1,74	0,66	18,27
	Nocirstā apjoma standartklūdas, milj. m ³	0,58	0,59	0,43	0,19	0,47	0,32	0,14	1,43
2021	Nocirstais apjoms, milj. m ³	4,51	6,20	5,52	1,03	1,81	2,04	0,59	21,71
	Nocirstā apjoma standartklūdas, milj. m ³	0,64	0,72	0,61	0,25	0,40	0,31	0,11	1,61
2022	Nocirstais apjoms, milj. m ³	5,56	6,05	5,57	1,24	2,16	1,47	0,89	22,95
	Nocirstā apjoma standartklūdas, milj. m ³	0,82	0,66	0,65	0,32	0,52	0,32	0,14	1,81
2023	Nocirstais apjoms, milj. m ³	3,64	5,08	4,14	0,86	2,35	1,80	0,94	18,82
	Nocirstā apjoma standartklūdas, milj. m ³	0,58	0,57	0,53	0,22	0,58	0,31	0,21	1,52

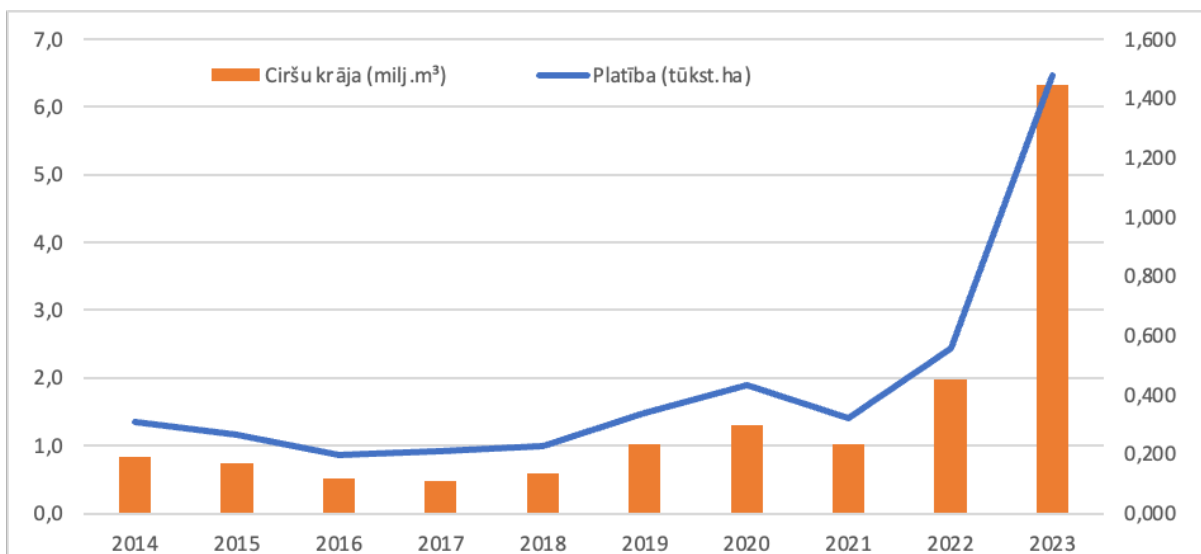
Pētījuma izvēlētajā references valstī – Vācijā, tika novērota sekojošā ciršanas apjomu dinamika:

- 2000.–2010. gads: ~ 60–70 miljoni m³ gadā. Šajā periodā mežsaimniecība tika aktīvi attīstīta, un ilgtspējīga ciršanas prakse bija prioritāte;

- 2010.–2018. gads: ~65–75 miljoni m³ gadā. Ciršanas apjomi palielinājās, reaģējot uz tirgus pieprasījumu pēc koksnes un klimata pārmaiņu ietekmi, kas veicināja sanitārās cirtes;
- 2018.–2020. gads: ~80–90 miljoni m³ gadā. Šajā periodā strauji pieauga sanitārās ciršanas apjoms, jo mizgraužu invāzija un sausums izraisīja būtiskus mežu bojājumus;
- 2021. gads: ~85 miljoni m³. Liela daļa mežizstrādes bija saistīta ar bojātās koksnes ciršanu (mizgraužu un klimata ietekmes dēļ);
- 2022. gads: ~75–80 miljoni m³. Samazinājās bojātās koksnes apjomi, un ciršanas apjoms sāka normalizēties, tuvojoties ilgtermiņiem līmeņiem.

1.2.2. Bojātās koksnes apjomi 2019.–2024. gadā

Viens no rādītājiem, kas ļauj novērtēt bojātās koksnes apjomu ir informācija par sanitārās cirtes platībām un tajās iegūtiem koksnes apjomiem. Attiecīgus datus apkopo Centrālā statistikas pārvalde (CSP), un tie ir pieejami statistikā “par inventarizētā meža izcirstām platībām un krāju”. Informācija par sanitārās vienlaidus cirtes (ha) un iegūtiem m³ laika periodā 2014.–2023. gadam ir atspoguļoti 1.1. attēlā. Analītikai ir pieejami dati arī par sanitārām izlases cirtēm, bet to apjomi ir vairākas reizes mazāki par sanitārās vienlaidus izstrādes apjomiem, un pēdējo 10 gadu laikā sanitāro izlases ciršu apjomi nav mainījušies.



1.1. attēls. Sanitārās vienlaidus cirtes Latvijā 2014.–2023. gadā (Avots: CSP).

Kā ir redzams 1.1. attēlā, 2023. gadā novērots lēcienveidīgs kāpums sanitārās cirmās iegūtas bojātās koksnes apjomos – no vidēji 0,3 milj. m³ gadā līdz 1,4 milj. m³ (2023. gads). Tomēr šie apjomi ir ievērojami zemāki par vidējiem ciršanas apjomiem valstī un neatstāj būtisku ietekmi uz situāciju ar koksnes piedāvājumu.

Pētījuma izvēlētajā referenču valstī – Vācijā, tika novērota sekojoša bojātās koksnes apjomu piedāvājumu dinamika:

- 2017. gads: ~7–8 milj. m³. Mizgrauža bojājumu apjomi sāka palielināties saistībā ar nelabvēlīgiem klimatiskajiem apstākļiem (sausums un vētras);
- 2018. gads: ~18–20 milj. m³. Sākās ievērojama mizgraužu populācijas palielināšanās pēc spēcīgiem sausuma un karstuma viļņiem;

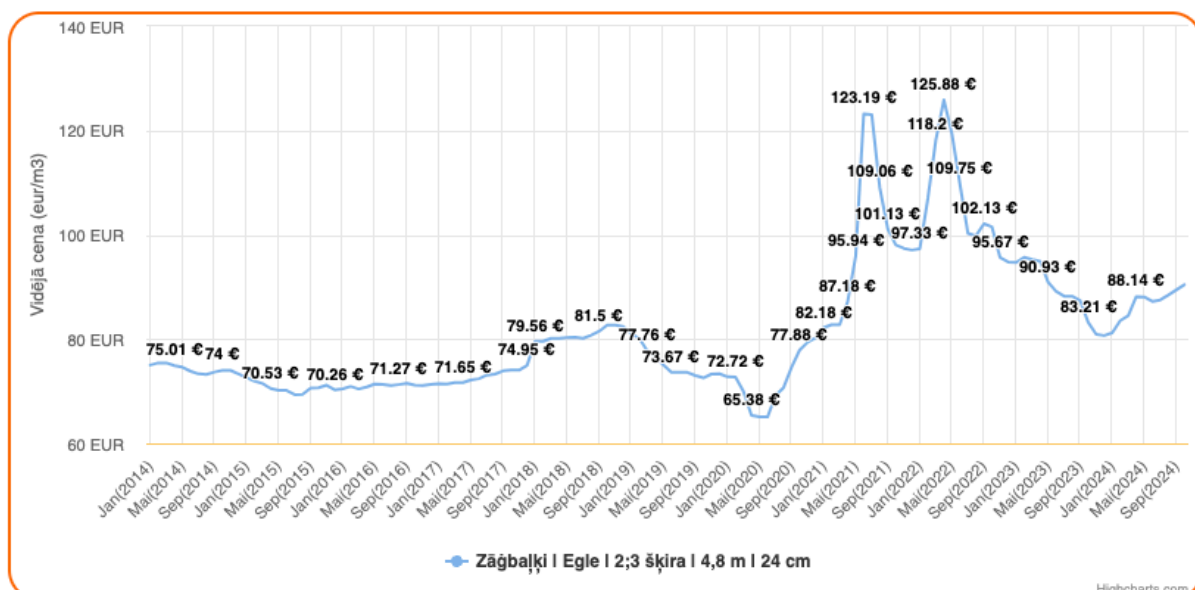
- 2019. gads: ~ 30–35 milj. m³. Sasniegts rekordliels mizgraužu bojātās koksnes apjoms, jo trešo gadu pēc kārtas turpinājās sausums. Daudzi mežu īpašnieki nespēja savlaicīgi izvest un pārstrādāt bojāto koksni;
- 2020. gads: ~ 40 milj. m³. Mizgraužu populācija bija sasniegusi augstāko līmeni. Daudzi meži, īpaši egļu audzes, tika izpostīti;
- 2021. gads: ~ 42 milj. m³. Situācija nedaudz stabilizējās, taču bojāto koku apjoms joprojām bija ārkārtīgi augsts, īpaši Centrālajā un Austrumvācijā;
- 2022. gads: ~ 35–37 milj. m³. Sākās neliels bojājumu apjoma samazinājums, pateicoties dažiem labvēlīgākiem klimatiskajiem apstākļiem un pastiprinātiem kontroles pasākumiem.

No 2018. līdz 2022. gadam mizgraužu invāzija radīja kopumā vairāk nekā 150 milj. m³ bojātas koksnes. Šie apjomi veido nozīmīgu daļu no ikgadējā mežizstrādes apjoma un būtiski pārsniedza normālos apjomus, radot spiedienu uz pārstrādes nozari un koksnes tirgu.

1.2.3. Ietekme uz kokmateriālu cenām 2019.2024. gadā

Latvijā egles apaļkoki tiek novirzīti sekojošās sortimentu grupās: egles zāģbaļķi, skujkoku taras kluči, egles papīrmalka un skujkoku malka. Cenu tendences šajās sortimentu grupās ir aprakstītas zemāk.

Laika periodā no 2014. līdz 2020. gadam Latvijā bija novērota kopumā stabila situācija ar skujkoku zāģbaļķu cenām. Viena no raksturīgākajiem sortimentiem – egles zāģbaļķi ar caurmēru 24 cm un garumu 4,8 m – vidējā cena svārstījās diapazonā no 70–75 EUR/m³. Pēc 2020. gada būtisku ietekmi uz kokmateriālu tirgiem atstāja pieprasījuma straujās pārmaiņas būvniecības nozarē. COVID-19 laikā pieaugošais pieprasījums pēc renovācijas materiāliem (2021. gads) un globālās būvniecības rekordlielā aktivitāte veicināja zāģmateriālu, un līdz ar to arī egles zāģbaļķu, lēcienveidīgu cenu kāpumu – atsevišķos periodos par 50% un vairāk procentiem salīdzinājumā vēsturiskiem līmeņiem (skat. 1.2., 1.3. att.), un pēc 2023. gada palika līmenī, kas pārsniedz vidējos.



1.2. attēls. Egles zāģbaļķu (caurmērs 24 cm) cenas Latvijā, EUR/m³ (Avots: Latvianwood.lv).

Pētījuma izvēlētajā references valstī – Vācijā, tika novērota sekojoša egles zāģbaļķu cenu dinamika (skat. 1.3., 1.4. att.):

- līdz 2019. gadam egles zāģbaļķu cenas svārstījās ap 65–75 EUR/m³ (pie meža ceļa) par tievo caurmēru sortimentiem un ap 85–90 EUR/m³ par resno caurmēru sortimentu kokiem;
- 2019.–2020. gadā, sākoties egles mizgrauža savairošanās procesam, egles zāģbaļķu cenas samazinājās par 30–50%;
- no 2021. gada novērots cenu kāpuma sākums. 2021. gada beigās atgriezoties pie vēsturiski vidējā līmeņa un vēlāk pārsniedzot to par 20–40%.

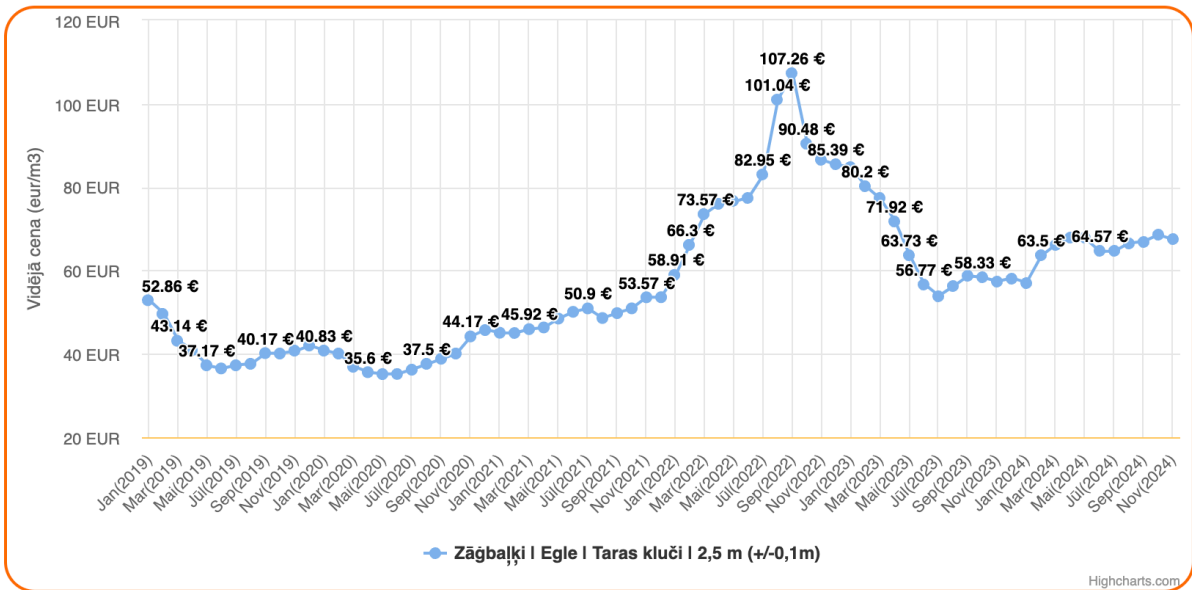


1.3. attēls. Egles tievo zāģbaļķu (caurmērs 20 cm) cenas dienvidu Vācijā, EUR/m³, pie meža ceļa.



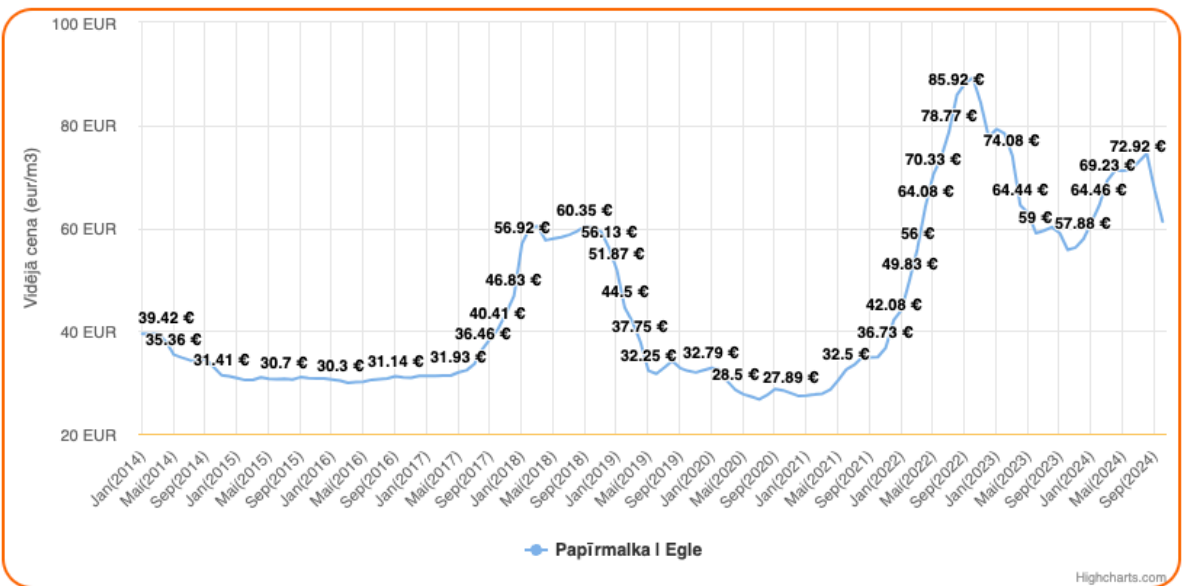
1.4. attēls. Egles zāģbaļķu (caurmērs 24 cm) cenas dienvidu Vācijā, EUR/m³, pie meža ceļa.

Dati par skujkoku taras kluču cenām līdz 2019. gadam nav pieejami. Laika periodā no 2019. līdz 2021. gada beigām vidējās cenas svārstījās diezgan plašā (procentuālā izteiksmē) diapazonā (1.5. attēls). Absolūtā izteiksmē (EUR/m³) vidējā cena veidojās robežās no 35 līdz 45 EUR/m³. Sākot ar 2022. gadu, reaģējot uz izmaiņām saistīto sortimentu grupā – papīrmalkas segmentā – arī taras kluču cenas pārdzīvoja lēcienveidīgu kāpumu (100%+), kam sekoja kritums, cenu līmeņa stabilizācija un mērens kāpums līdz 65 EUR/m³.



1.5. attēls. Egles taras kluču (d = 20 cm) cenas, EUR/m³ (Avots: Latvianwood.lv).

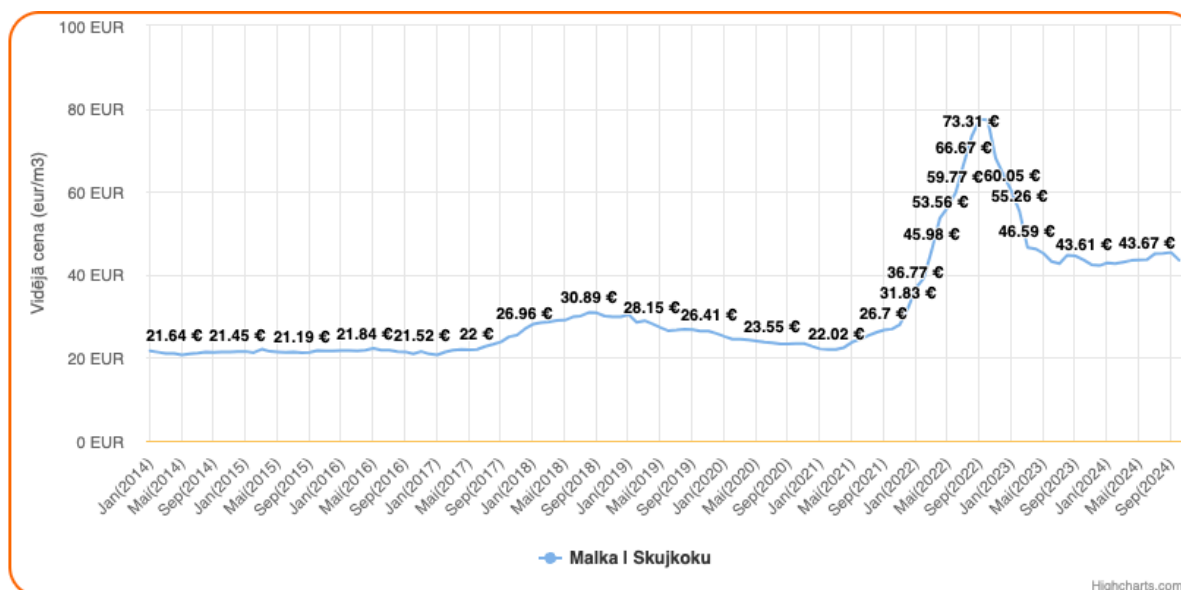
Papīrmalka ir egles lietkoksnas otrais svarīgākais (pēc apjomiem) sortiments, veidojot būtisku daļu no meža apsaimniekotāju ieņēmumiem. Kā redzams 1.6. attēlā, tieši papīrmalkas sortimentu cenās pēdējo 10 gadu laikā novērotas vislielākās svārstības – minimāliem un maksimāliem līmeņiem atšķiroties par 250–300%. Kopumā ir novēroti trīs cenu kāpuma periodi (2018. gads, 2022. gads un 2024. gads), un visi trīs ir saistīti ar Skandināvijas uzņēmumu aktīvo pieprasījumu Baltijas valstu tirgos. Atskaites perioda beigās egles papīrmalkas cenas bija vairāk nekā divas reizes lielākas salīdzinājumā ar 2019. gada sākumu.



1.6. attēls. Egles papīrmalkas cenas, EUR/m³ (Avots: Latvianwood.lv).

Malka ir egles apaļkoksnas sortimentu neatņemama sastāvdaļa. Savukārt malkas cenas ir neatņemama daļa no enerģētisko resursu tirgus, un svārstības enerģijas cenā būtiski ietekmē visu saistīto un aizvietojošo resursu cenas. Latvijā lielākā daļa no skujkoku malkas sortimentiem tiek izlietota koksnes granulu ražošanas industrijā, un līdz ar to šī resursa iepirkuma cenas ir saistītas ar koksnes granulu cenām globālajos tirgos. Pēc 2022. gada ģeopolitiskiem notikumiem un kara sākšanos, tika novērots energoresursu cenu kāpums, kā

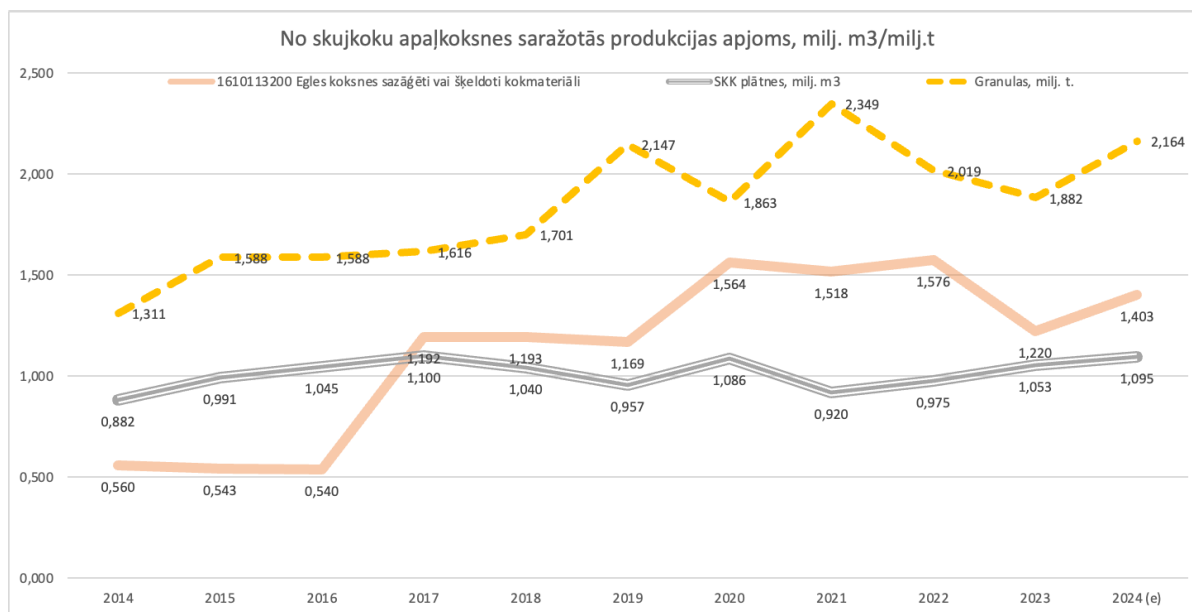
rezultātā malkas cena sākotnēji pieauga vairāk nekā 3 reizes, bet pēc tam palika līmenī, kas par 150–200% pārsniedz 2019.–2021. gada līmeni (1.7. att.).



1.7. attēls. Skujkoku malkas cenas, EUR/m³ (Avots: Latvianwood.lv).

1.2.4. Ietekme uz kokrūpniecības produkcijas ražošanas apjomiem 2019.–2024. gadā

Egles apaļkoksnes sortimenti tiek izmantoti zāgmateriālu, koksnes plātņu un granulu ražošanā. Latvijas kokrūpniecības nozares ražošanas statistikas dati (PRODCOM) liecina par nemainīgi augstiem skujkoku plātņu materiālu ražošanas apjomiem. Koksnes granulu ražošanas apjomi palielinājās par 15–20%, kas bija saistīts ar jaunu jaudu izveidošanu (1.8. att., 1.2. tab.). Egles zāgmateriālu ražošanas apjomi ir bijuši atkarīgi no pieprasījuma globālā kokmateriālu tirgū, bet kopumā atrodas virs 2014.–2018. gada līmeņiem.



1.8. attēls. No skujkoku apaļkoksnes saražotās produkcijas apjoms, milj. m³/milj. t (Avots: CSP, FAO).

1.2. tabula

No skujkoku apaļkoksnes saražotās produkcijas apjoms, milj. m³/milj. t (Avots: CSP, FAO)

Gads	Egles koksnes sazāģēti vai šķeldoti kokmateriāli	Skujkoku sazāģēti vai šķeldoti kokmateriāli, milj. m ³ (ieskaitot egles zāģmateriāli)	SKK plātnes, milj. m ³	Granulas, milj. t
2014	0,560	2,779	0,882	1,311
2015	0,543	2,814	0,991	1,588
2016	0,540	3,124	1,045	1,588
2017	1,192	3,061	1,100	1,616
2018	1,193	2,916	1,040	1,701
2019	1,169	2,896	0,957	2,147
2020	1,564	3,336	1,086	1,863
2021	1,518	3,503	0,920	2,349
2022	1,576	2,998	0,975	2,019
2023	1,220	2,285	1,053	1,882
2024 (e)*	1,403	2,628	1,095	2,164

* (e) – plānotais.

1.2.5. Ietekme uz koksnes resursu eksporta apjomiem 2019.–2024. gadā

Skujkoku, tajā skaitā egles, papīrmalkas eksports vēsturiski saglabājās augstos līmeņos (salīdzinoši ar citām Baltijas valstīm), jo Latvijas kokrūpniecībā nav jaudu visu pieejamo tehnoloģiskās koksnes sortimentu pārstrādei. Laika periodā no 2014. gada līdz 2017. gadam, papīrmalkas eksporta apjomi no Latvijas pakāpeniski samazinājās, jo pakāpeniski palielinājās granulū ražošanas uzņēmumu jaudas.

Provizoriskie dati par 2024. gadu liecina par papīrmalkas eksporta apjomu kāpumu no 0,5 līdz 1,1 milj. m³. Ievērojot papīrmalkas cenu kāpumu (skat. 1.2.3. sadaļu), papildus eksports saistīts tieši ar aktīvo pieprasījumu no Skandināvijas puses. Pēc tirgus dalībnieku sniegtās informācijas, bojātā koksne eksporta darījumos tika novērota tikai atsevišķos gadījumos.

Tomēr nepieciešams atzīmēt skujkoku gulšņu eksporta pieaugumu (1.9. att., 1.3. tab.) – 2024. gadā šī sortimenta eksports visticamāk dubultosies un pārsniegs 0,3 milj. m³. Iespējams, ka daļu no šī eksporta veido bojātā koksne, kas aktīvi tiek pirktā pārstrādei Āzijas valstīs.

1.9. attēls. Zemas kvalitātes SKK koksnes eksports no Latvijas, milj. m³ (Avots: CSP).

1.3. tabula

Skujkoku apaļkoksnes eksporta apjomi no Latvijas, milj. m³. (Avots: FAO).

Gads	SKK papīrmalka	SKK zāģbaļķi	t.sk. apaļkoksnes eksports uz CN
2014	1,548	0,259	0,028
2015	1,927	0,019	0,031
2016	1,256	0,190	0,066
2017	0,668	0,292	0,115
2018	0,886	0,393	0,090
2019	0,796	0,303	0,153
2020	0,729	0,19	0,088
2021	0,794	0,277	0,132
2022	0,449	0,549	0,184
2023	0,448	0,594	0,185
2024 (e)*	1,100	0,500	0,302

* (e) – plānotais.

Pētījuma izvēlētajā references valstī – Vācijā, tika novērota sekojošā skujkoku apaļkoksnes eksporta dinamika:

- 2014.–2017. gads: Vācijas apaļkoksnes eksports bija salīdzinoši stabils, ar mērenu pieaugumu, galvenokārt uz Eiropas valstīm un Āziju (1.4. tab.);
- 2018.–2021. gads: sakarā ar mizgraužu savairošanos un sausuma periodiem, Vācijā ievērojami pieauga bojātās koksnes apjoms. Lai mazinātu zaudējumus, palielinājās apaļkoksnes eksports, īpaši uz Ķīnu. Piemēram, 2020. gadā Vācija bija viens no lielākajiem apaļkoksnes eksportētājiem uz Ķīnu, bet jau 2022. gadā Ķīnas apaļkoku imports no Vācijas samazinājās par 52%, līdz 4,51 milj. m³;
- 2022.–2023. gadā: apaļkoku eksporta apjomi pakāpeniski mazinājās.

1.4. tabula

Skujkoku apaļkoksnes eksporta apjomi no Vācijas, milj. m³ (Avots: FAO)

Gadi	Skujkoku apaļkoksnes eksports no Vācijas
2017	2,9
2018	4,0
2019	7,6
2020	12,1
2021	11,1
2022	9,1
2023	7,9

2. Attālās izpētes datu izmantošanas iespēju izvērtējums egļu astoņzobu mizgrauža bojājumu identificēšanai, meža veselības stāvokļa un egļu mežaudžu vitalitātes noteikšanai Latvijā

2.1. Apskats

Pēdējos gados attālinātās izpētes tehnoloģijas ir kļuvušas par būtisku instrumentu egļu astoņzobu mizgrauža invāziju noteikšanai un monitoringam (piemēram, Honkavaara et al., 2020; Safonova et al., 2022). Tās nodrošina plaša mēroga meža veselības uzraudzību, palīdzot identificēt agrīnas mizgraužu aktivitātes pazīmes, tā saucamo “zaļo stadiju” vai jau bojātus kokus. Galvenās attālinātās izpētes metodes mizgraužu noteikšanai ietver satelītattēlus (Landsat un Sentinel-2), LiDAR, kā arī hiperspektrālo un multispektrālo attēlveidošanu. Tomēr attālā izpēte reizēm nespēj savlaicīgi un precīzi noteikt mizgraužu savairošanos, tās efektīvai kontrolei (Kautz et al., 2024), un vēl pilnībā nespēj aizstāt uzskaites dabā. Šī metode agrīnai mizgraužu invāzijas noteikšanai varētu būt vērtīgs instruments savairošanās skartajās teritorijās, ļaujot automātiski diagnosticēt mizgraužu invāziju un veikt mērķētus apsaimniekošanas pasākumus kaitēkļa populācijas samazināšanai (Bozzini et. al., 2024).

Lai izvērtētu attālās izpētes datu izmantošanas iespējas egļu astoņzobu mizgrauža bojājumu identificēšanai, meža veselības stāvokļa un egļu mežaudžu vitalitātes noteikšanai Latvijā, lauka apstākļos tika analizēti divi šobrīd Latvijā piedāvātie pakalpojumi.

2024. gada vasarā gan valsts mežos, gan citu īpašnieku mežos tika veikta egļu mežaudžu veselības novērtēšana, izmantojot satelītu attēlu datus. “Latvijas valsts meži” (LVM) šim nolūkam izmanto somu kompānijas “Collective Crunch Oy” pakalpojumu. Šīs kompānijas mājas lapā attiecībā uz mizgraužu bojājumu identificēšanu ir sniegta sekojoša informācija:

- risinājums: agrīnu invāziju atklāšana mežā un monitorings, lai novērtētu izmaiņas meža veselībā;
- par 50% samazināts audžu vērtības zudums mizgraužu bojājumu dēļ;
- > 80 % precizitātes līmenis jaunu mizgraužu invāziju identificēšanā;
- automātiska bojājumu noteikšana, balstoties uz Eiropas Kosmosa aģentūras (EKA) Sentinel-2 attēliem un citiem datu avotiem;
- gatavs risinājums mizgraužu monitoringam un bojājumu konstatēšanai Somijā, Zviedrijā, Igaunijā, Latvijā un Lietuvā.

Lai gan šie apgalvojumi šķiet daudzsolīši, tie raisa vairākus jautājumus, piemēram, nav skaidrs, ko precīzi nozīmē “agrīna invāzijas atklāšana”. Pašlaik zinātniskajā literatūrā nav pārliecinošu pierādījumu tam, ka, izmantojot satelītu datus, mizgraužu invāzija būtu konstatēta pirms jaunās vaboles izlidojušas no invadētajiem kokiem. Turklāt nav vienotas pieejas, kā definēt “zaļo stadiju”. Šī stadija tiek interpretēta atšķirīgi – no zaļiem kokiem līdz situācijai, kad mizgrauži vēl nav pametuši svaigi invadētos kokus (Zabihi et al., 2021; Dalponte et al., 2023). Zaļās stadijas noteikšana ir sarežģīta, jo mizgrauži iznāk aptuveni astoņas nedēļas pēc sākotnējās invāzijas, un redzamās koka stresa pazīmes parādās tikai pēc tam (Niemann & Visintini, 2005). Turklāt tādi faktori kā mākoņainība un ierobežots saulaino dienu skaits var ietekmēt attālinātās izpētes rezultātu precizitāti (Krautz et al., 2024). Precīzāku rezultātu var nodrošināt dronu apsekojumi, izmantojot sarkanās nobīdes (Red-Shift) spektra analīzi (Huo et al., 2023).

Citu īpašnieku mežos tika izmantoti dati no SIA “Baltic Satellite Service”. Šī pakalpojuma pamatā arī ir EKA Sentinel-2 satelīta attēli un citi datu avoti. Mizgraužu bojāto audžu noteikšanas iespēju izpēte tiek veikta Eiropas Savienības projekta “Mašīnmācīšanās un tālizpētes metodes meža veselībai” (ML4HealthyForest) ietvaros.

2.2. Metodes

Collective Crunch

Egļu audžu stāvoklis tiek raksturots ar divu veidu GeoTiff rastriem. Viena veida rastrī analizē egļu grupu vitalitāti (mizgraužu bojājumus) 2024. gadā. Tiek doti 4 veidu rastrī ar koku grupām 1–3, 4–6, 7–9, 10–12 kokiem grupā, katram pikselim piešķirot varbūtību, ka mežā ir bojāta 10–12 koku grupa. Papildus LVM izmanto analogus datus par 2023., 2022., un 2021. gadu. Šāda datu rinda dod iespēju atlasīt artefaktus – stigas, atvērumus koku vainaga slānī u.c. 2.1. attēlā dots piemērs rastriem ar mizgraužu bojājumiem (*grey attack*) 10–12 koku grupām 2023. gada rudenī, 2023. gada vasarā un 2022. gada vasarā.

Baltic Satellite Service

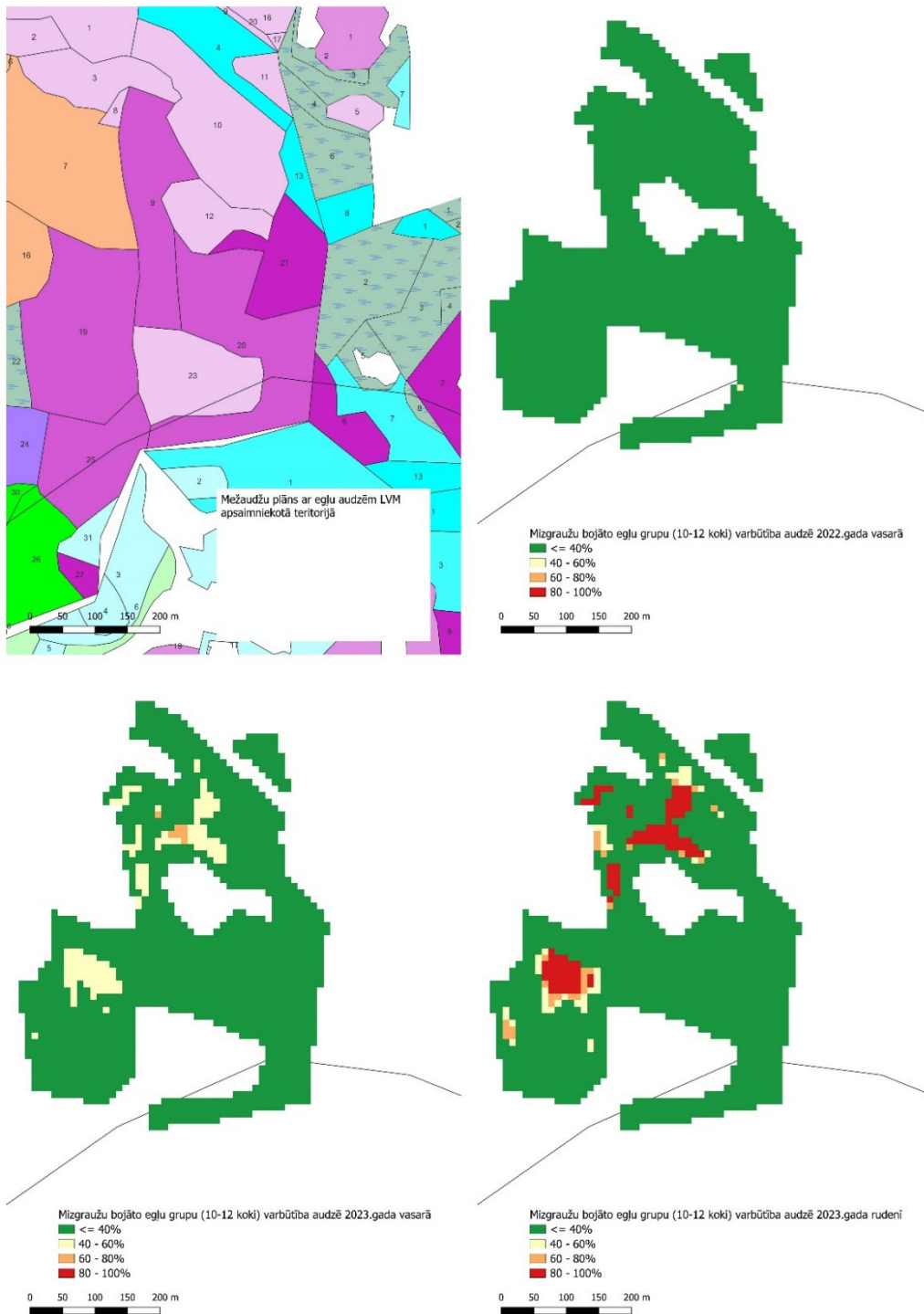
Citu īpašnieku mežos tika izmantoti tālzipētes dati no SIA “Baltic Satellite Service” (turpmāk – BSS). Tiek piedāvāti divu veidu slāņi:

1. Poligoni (nogabali) ar mizgraužu bojājumiem, kas tiek klasificēti ar varbūtību: a) zema, b) vidēja, c) augsta, vai d) izcirtums;
2. Bojāto egļu grupu poligoni.

Dati tiek sagatavoti GeoJSON vektoru failu formātā, kas ir plaši izmantots standarts satelītu datu apstrādē. Tomēr šis formāts ir salīdzinoši smagnējs un tādējādi nav īpaši piemērots lietošanai mobilajās vai tīmekļa lietotnēs, kur būtiska ir ātra un efektīva datu apstrāde un pārraide. 2.2. attēlā sniegts piemērs ar BSS datiem, kas attiecas uz bojātām mežaudzēm.

Lai novērtētu satelīta datu ticamību, tika veikta mežaudžu kartēšana ar dronu. BSS datu validācijai tika nejauši izvēlēti 100 egļu nogabali trīs blokos: Centra virsmežniecības (Ogres, Ķekavas novads), Dienvidu (Aizkraukles novads) un Vidzemes virsmežniecības (Smiltenes, Madonas novads) teritorijās. Kartēšana tika veikta laika periodā no oktobra līdz novembrim, un katram nogabalam izveidota fotogrammetrija, izmantojot multispektrālo kameru un bezpilota lidaparātu (dronu) DJI Phantom 4 Multispectral.

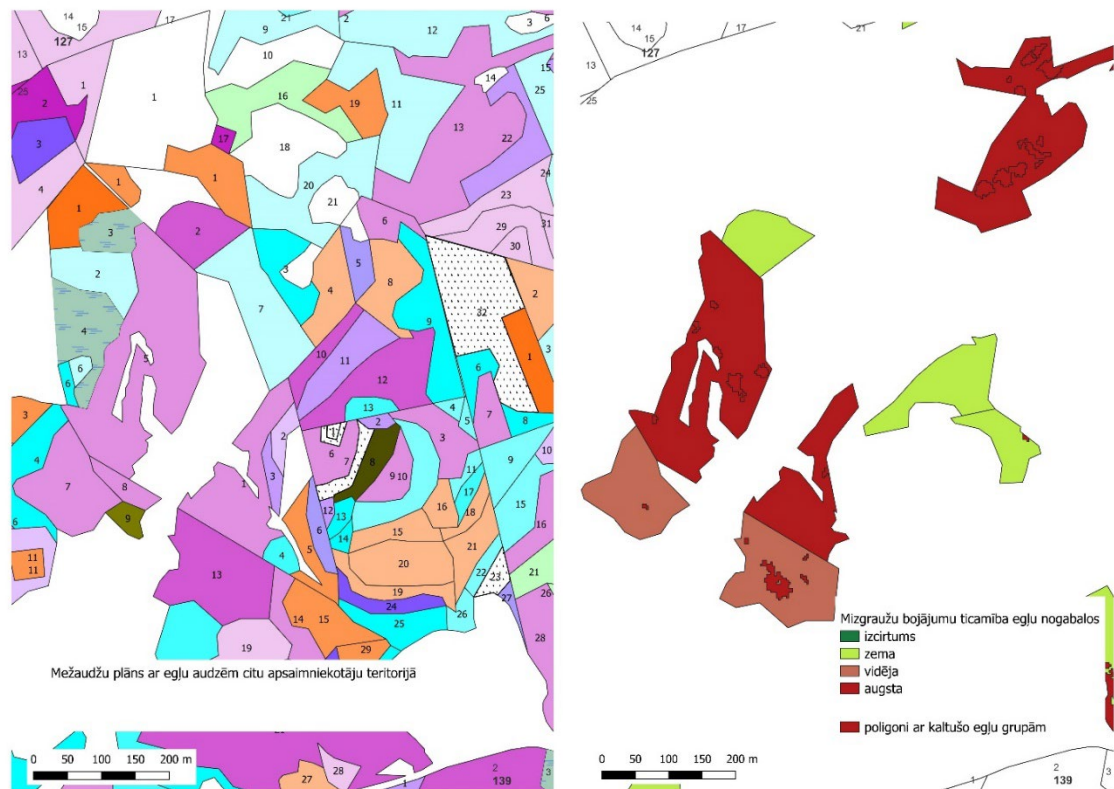
Apekošanai atlasīto audžu telpiskais izvietojums dots 2.3. attēlā. Visi koki nogabalā saskaitīti izmantojot DEM (*Digital Elevation Model* – digitālais augstuma modelis) un DSM (*Digital Surface Model* – digitālais virsmas modelis), koku virsotnes skaitot no koku vainagu slāņa (DEM-DSM) (2.4. att.).



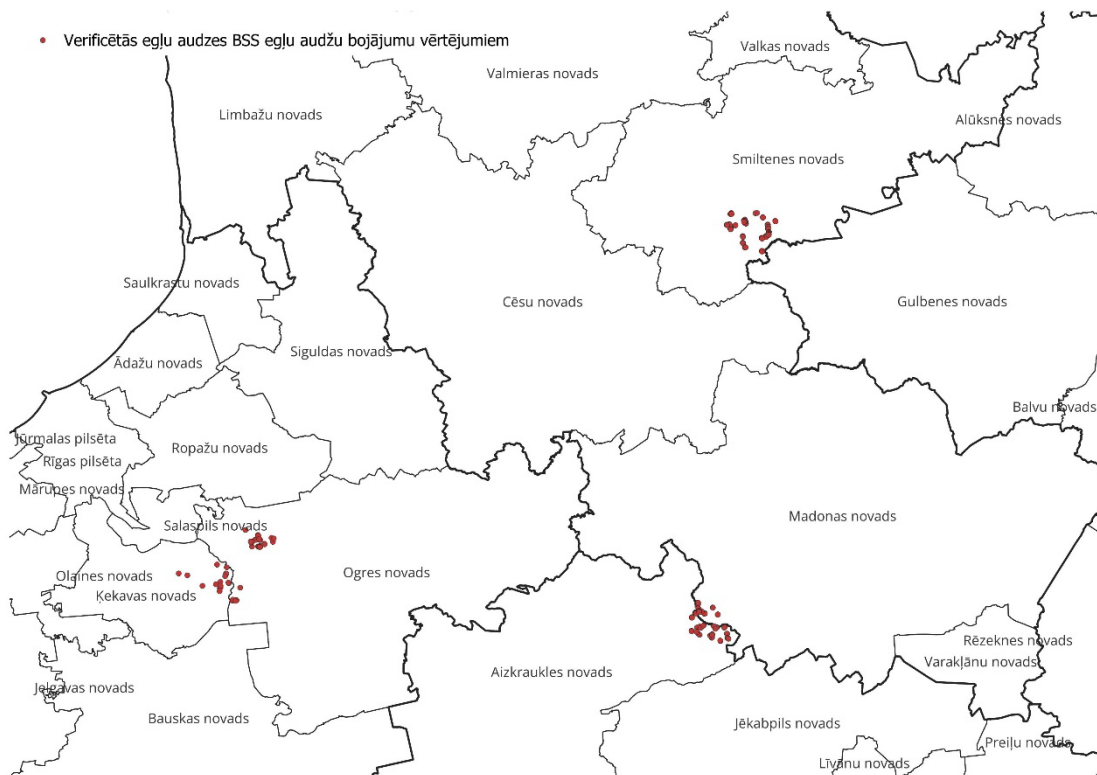
2.1. attēls. Collective Crunch datu vizualizācija egļu mežaudzēm, 10–12 koku egļu grupu bojājuma. Laika rinda no 2022. gada vasaras līdz 2023. gada rudenim.

BSS datu precizitāte tika pārbaudīta, izmantojot divus rādītājus:

1. Nepareizi identificēta mizgraužu bojājuma klātbūtne (*false positive*): poligonos norādīti mizgraužu bojājumi, kuri fotogrammetrijā netika konstatēti;
2. Neidentificēti mizgraužu bojājumi (*false negative*): fotogrammetrijā redzamas koku grupas, kuru bojājumu poligonos nav identificētas.



2.2. attēls. BSS datu vizualizācija egļu mežaudzēm. Pa kreisi mežaudžu plāns ar egļu audzēm. Pa labi egļu nogabali ar iespējamiem mizgraužu bojājumiem un poligoni ar bojāto egļu grupām.



2.3. attēls. Parauglaukumu izvietojums BSS datu verificēšanai.

Lai atvieglotu bojāto egļu grupu identificēšanu, katrai fotogrammetrijai tika izveidots arī veģetācijas indeksa NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) rastrs. NDVI tiek aprēķināts, izmantojot NIR (*near infrared*) atstarotā spektra joslas slāni un RED (sarkanās) atstarotā spektra joslas slāni, lietojot formulu: $NDVI = (NIR + RED) / (NIR - RED)$. Šī formula aprēķina vērtību katram pikselim, iegūstot jaunu rastra slāni. NDVI attēli veidoti QGIS programmā, izmantojot rastru aprēķina rīku (*Raster analysis/Raster calculator*). NDVI slānī nokaltušās egles tiek attēlotas tumšākā krāsā, savukārt, RGB attēlā, kas veidots no multispektrālās kameras slāņiem, nokaltušās egles iekrāsojas zilganos līdz sarkanos gaišos krāsu toņos.

Katra fotogrammetrija vērtēta vizuāli, saskaitot visas bojātās egles nogabalā gan bojājumu poligonos, gan ārpus tiem. Šaubu gadījumā (piemēram, ja nav iespējams atšķirt nokaltušu egli no lapu koka bez lapām) konkrētais koks netika uzskaitīts.

Vizuālai analīzei izmantoti gan RGB, gan NDVI slāņi. Tā kā bojājuma novērtējums ir subjektīvs, dati tika grupēti trīs lielās kategorijās: pareizi, daļēji pareizi un nepareizi. Kopumā tika izvērtēti 260 bojājumu poligoni, no kuriem vienā parauglaukumā (nogabalā) var atrasties vairāki bojājumu poligoni.

Nepareizi identificēta mizgraužu bojājumu klātbūtne (*false positive*) tika subjektīvi kategorizēta trīs kategorijās:

1. *Pareizi identificēts* – bojājumu poligonā ir redzamas kaltušās egles, un poligons neietver lielu daļu veselās, nebojātās audzes vai ar mežu nesaistītus artefaktus (piemēram, stigas, koku vainagu atvērumus utt.). Platība bez bojājumiem nepārsniedz 50% no kopējās poligona platības;
2. *Daļēji pareizi identificēts* – bojājumu poligonā redzamas kaltušās egles, bet poligona lielākajā daļā bojāto egļu nav;
3. *Nepareizi identificēts* – bojājumu poligonā nav konstatētas kaltušās egles.

Neidentificēti mizgraužu bojājumi (*false negative*) tika subjektīvi klasificēti trīs kategorijās:

1. *Pareizi identificēts* – ārpus bojājuma poligoniem nav citu lielu kaltušu egļu grupu. Atsevišķi kaltuši koki vai bojājuma poligona pieguļošās kaltušu egļu grupas var būt redzamas fotogrammetrijā;
2. *Daļēji pareizi identificēts* – nelielas kaltušu egļu grupas ārpus bojājuma poligona, kas nav lielākas par bojājuma poligonā ietverto kaltušu egļu grupu;
3. *Nepareizi identificēts* – nekonstatētas lielas kaltušās egļu grupas ārpus bojājuma poligona.

Mizgraužu bojājumu klātbūtnei bojājumu poligonos veikta statistiska pārbaude. Kategorizēto datu analīzei tika izmantota ordinētā loģistiskā regresija (*polr* funkcijā programmā R statistics). Tika analizēta sekojošo parametru ietekme uz mizgraužu detektēšanas varbūtību:

- **Size** – bojājumu poligona izmērs (m²);
- **Age** – egļu vecums nogabalā (gadi);
- **Mix** – citu koku sugu piemistrojums (%);
- **Reg** – reģions (virsmežniecība).

Modelis:

$$\text{model} = \text{polr}(\text{Detect} \sim \text{Size} + \text{Reg} + \text{Age} + \text{Mix}, \text{data} = \text{data})$$

Neidentificētie mizgraužu bojājumi nogabalā netika statistiski analizēti, jo tie nav tieši saistīti ar bojājuma poligoniem. Rezultātu analizē tika iekļauts arī sadalījums, kas parāda identificēšanas precizitāti atkarībā no tuvākā bojājuma poligona izmēra.

2.3. Rezultāti

Attālās izpētes veidotie bojājumu poligoni, kas atspoguļo egļu astoņzobu mizgraužu bojājumus egļu audzēs, ne vienmēr uzskatāmi par drošu informācijas avotu. 2.4. attēlā redzami gan pareizi, gan nepareizi identificētus bojājumus, kā arī nekonstatētus plašus mizgraužu bojājumus. Saskaņā ar Latvijas valsts meži sniegto informāciju, "Collective Crunch" sniegtajā pakalpojumā mizgraužu bojājumi ar 10–12 koku grupām, situācijai dabā atbilst apmēram 80% gadījumu.

BSS pakalpojuma dati tika analizēti sīkāk. 2.5. attēlā redzama konstatēto bojājumu atbilstību situācijai dabā atkarībā no bojājuma poligona lieluma. Var redzēt, ka bojājuma poligoniem, kuru platība ir mazāka par 100 m², datu ticamība ir ļoti zema. Parasti par bojājumiem kļūdaini tiek identificēti atvērumi koku vainagu slānī, stigas, vējgāzti koki. Palielinoties poligona lielumam, datu precizitāte uzlabojas. Poligonos, kuri lielāki par 300 m², bojājumi nepareizi identificēti tikai 6,2% poligonu. Lielos bojājumu poligonos biežākais nepareizas identifikācijas iemesls mizgraužu bojājumiem ir stigas, ceļi vai vējgāzes. Kļūdaini neidentificēti mizgraužu bojājumi netālu no bojājuma poligoniem nav tieši saistīti ar bojājumu poligona izmēru (2.6. att.).

Lai noteiktu, kādi faktori varēja ietekmēt bojājumu identificēšanas precizitāti tālīzpētes datus, tika veikta faktoru ietekmes analīze, izmantojot loģistisko regresiju. Tika noskaidrota varbūtība, ar kādu bojājumi tiek pareizi identificēti, atkarībā no mežaudzes vecuma, citu koku sugu piemistrojuma, bojājumu poligona izmēra un reģiona. Analīzes kopsavilkums dots 2.1. tabulā.

2.1.tabula

Loģistiskās regresijas kopsavilkuma tabula (Analysis of Deviance Table (Type II tests)) mizgraužu bojājuma pareizai detektēšanai atkarībā no audzes vecuma, citu koku sugu piemistrojuma, bojājuma poligona izmēra un reģiona

Faktors	X ²	Brīvības pakāpes	Pr (> X ²)	Būtiskuma līmenis
Size	19,157	1	1,204e-05	***
Reg	32,956	2	6,977e-08	***
Age	0,005	1	0,9411	
Mix	0,000	1	0,9901	

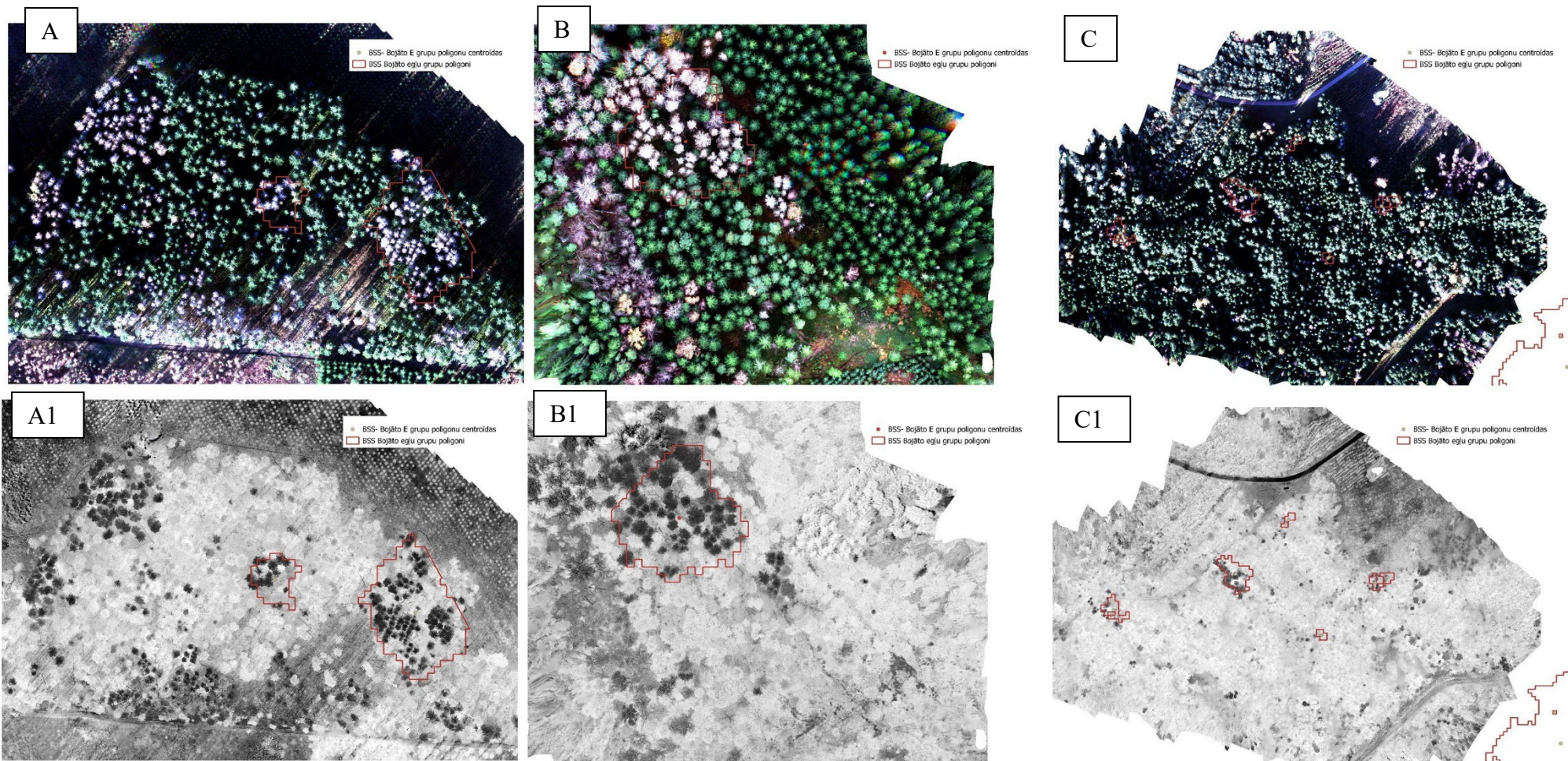
Būtiskuma līmenis: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

No 2.1. tabulas var secināt, ka bojājumu identificēšanas precizitāti būtiski ietekmē bojājuma poligona lielums, kā arī ir konstatētas būtiskas atšķirības starp reģioniem, kuros izvietoti parauglaukumi. Izteikta datu neprecizitāte ir novērojama maza izmēra bojājumu poligonos (< 100 m²) (2.7. att.). Sagaidāmais kļūdu skaits būtiski samazinās, pieaugot poligona izmēram, un pie 0,5 ha platības datu ticamība tuvojas 90%.

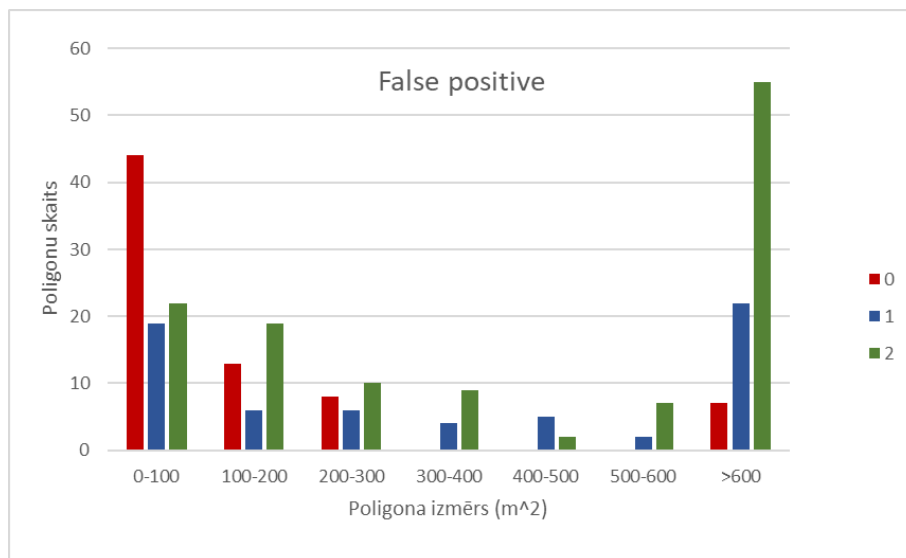
Tika konstatētas būtiskas atšķirības bojāto audžu pareizas noteikšanas ticamībā starp reģioniem. Ievērojami labāka datu precizitāte tika novērota Centrālajā reģionā (Ogres, Ķekavas

novads), savukārt sliktākā datu precizitāte tika konstatēta Ziemeļvidzemē (Smiltenes novads). Šobrīd nav iespējams noteikt šīs reģionālās atšķirības cēloņus, tāpēc nepieciešama konsultācija ar pakalpojuma sniedzējiem.

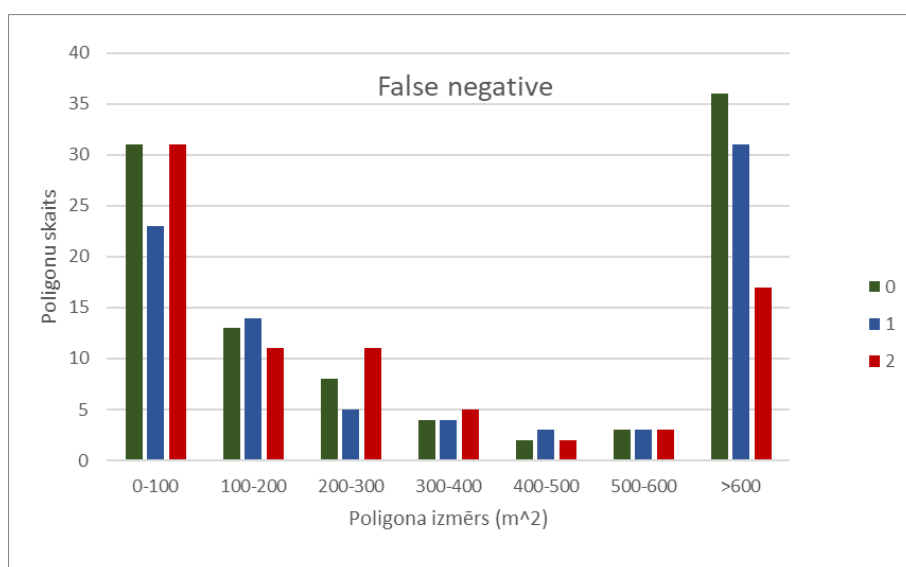
Lai uzlabotu datu ticamību, nepieciešama laika rindu veidošana. “Collective Crunch” piemērs labi parāda mizgraužu bojāto audžu veidošanās dinamiku. Ir jāatrod balanss starp ticamu bojājumu konstatēšanu un būtisku bojājumu nekonstatēšanu. Šobrīd attālās izpētes radītie pakalpojumi var tikt izmantoti ātrākai bojāto audžu atrašanai. Tomēr, lai datus varētu izmantot administratīvu lēmumu pieņemšanā (piemēram, vērtīgas egļu audzes statusa noņemšanai), to ticamībai jāsasniedz vismaz 90%.



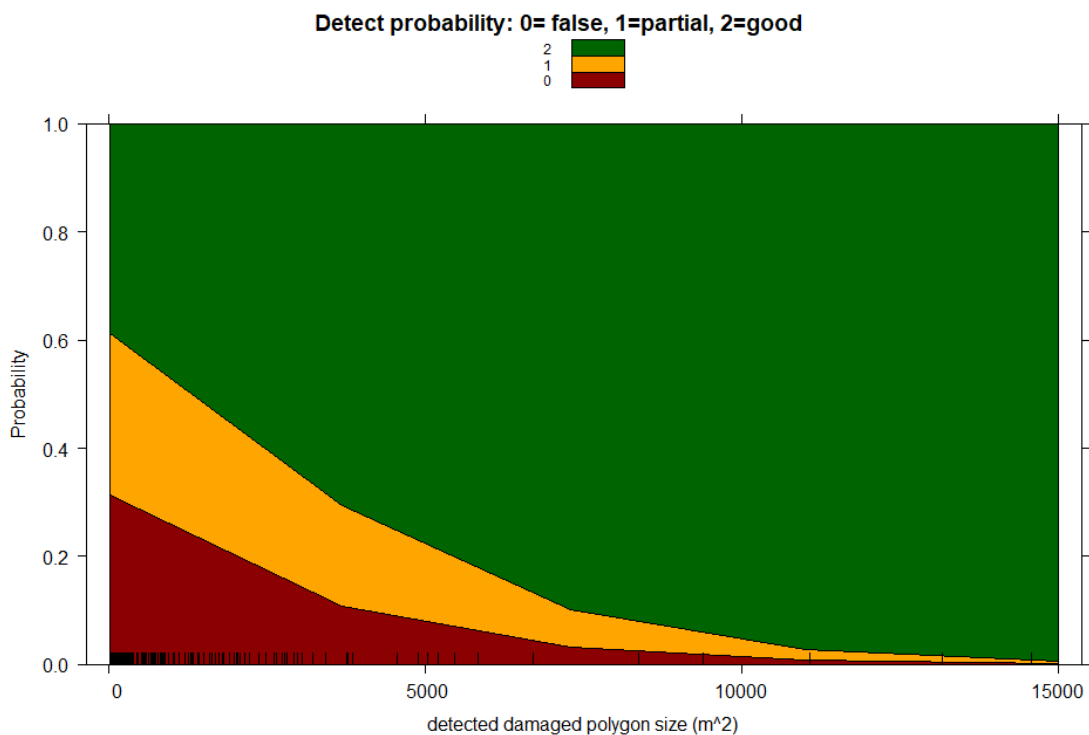
2.4. attēls. Fotogrammetriju piemēri ar bojājumu poligoniem. Augšējā rindā multispektrālās kameras veidots RGB attēls. Apakšējā rindā NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) indeksa attēls.



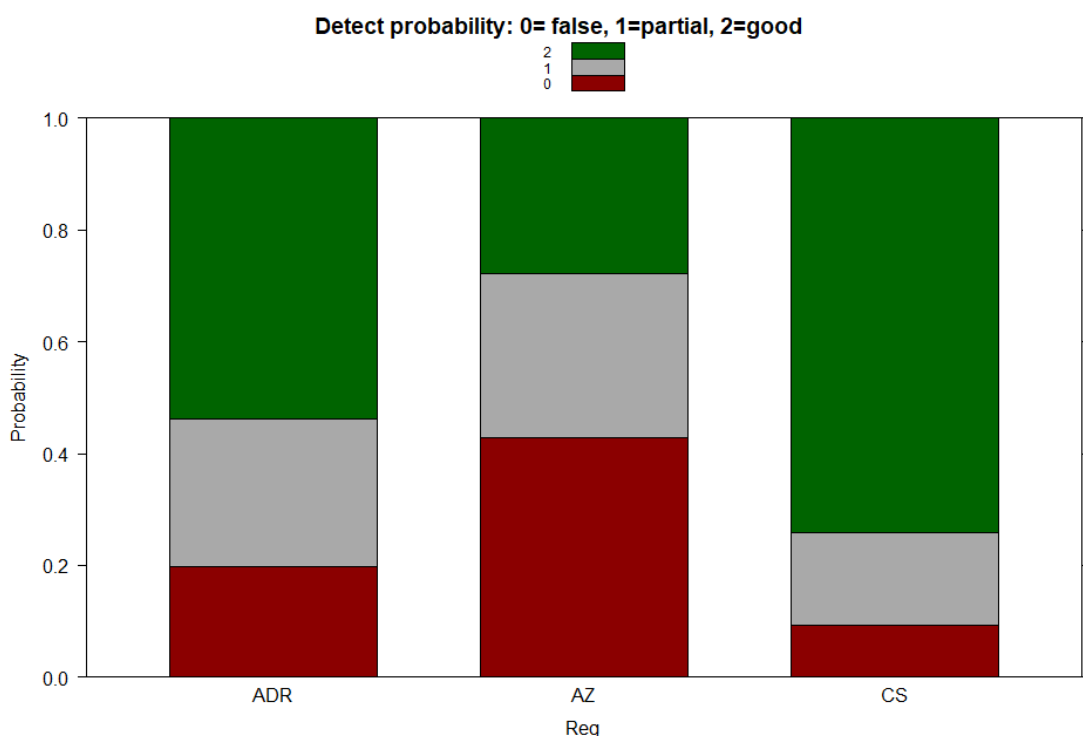
2.5. attēls. Konstatēto mizgraužu bojājumu atbilstība reālai situācijai BSS tālizpētes datos: 0 – bojājums identificēts nepareizi; 1 – bojājums identificēts daļēji pareizi; 2 – bojājums identificēts pareizi.



2.6. attēls. Nekonstatēto mizgraužu bojājumu atbilstība reālai situācijai BSS tālizpētes datos: 0 – bojājums nav konstatēts; 1 – bojājums konstatēts daļēji; 2 – bojājums identificēts pareizi.



2.7. attēls. Konstatēto mizgraužu bojājumu atbilstība reālai situācijai BSS tālizpētes datos atkarībā no bojājuma poligona izmēra (m^2): 0 – bojājums identificēts nepareizi; 1 – bojājums identificēts daļēji pareizi; 2 – bojājums identificēts pareizi.



2.8. attēls. Konstatēto mizgraužu bojājumu atbilstība reālai situācijai BSS tālizpētes datos atkarībā no reģiona (m^2): 0 – bojājums identificēts nepareizi; 1 – bojājums identificēts daļēji pareizi; 2 – bojājums identificēts pareizi (ADR – Sēlija, AZ – Ziemeļvidzeme, CS – Centrālā daļa).

2.4. Secinājumi

1. Attālās izpētes rīki bojāto audžu noteikšanai var tikt izmantoti, lai atvieglotu saimniecisko lēmumu pieņemšanu.
2. Konstatēto bojājumu atbilstība dabā sakrīt apmēram 80% gadījumu.
3. BSS datu precizitāte būtiski uzlabojas lielākiem bojājuma poligoniem.
4. BSS datu ticamība būtiski atšķiras pa reģioniem.
5. Galvenie iemesli nepareizi identificētiem mizgraužu bojājumiem ir ceļi, stigas, atvērumi koku vainagu slānī, vējgāzes.
6. BSS datus ir augs nekonstatēto bojājumu īpatsvars, un dažos gadījumos netika identificētas ļoti lielas mizgraužu ligzdas.

2.5. Literatūra

- Bozzini, A., Brugnaro, S., Morgante, G., Santoiemma, G., Deganutti, L., Finozzi, V., Battisti, A. & Faccoli, M. (2024). Drone-based early detection of bark beetle infested spruce trees differs in endemic and epidemic populations. *Frontiers in Forests and Global Change*, 7, 1385687.
- Dalponte, M., Cetto, R., Marinelli, D., Andreatta, D., Salvadori, C., Pirotti, F., Frizzera, L. & Gianelle, D. (2023). Spectral separability of bark beetle infestation stages: A single-tree time-series analysis using Planet imagery. *Ecological Indicators*, 153, 110349.
- Honkavaara, E., Näsi, R., Oliveira, R., Viljanen, N., Suomalainen, J., Khoramshahi, E., Hakala, T., Nevalainen, O., Markelin, L., Vuorinen, M. & Haataja, L. (2020). Using multitemporal hyper- and multispectral UAV imaging for detecting bark beetle infestation on Norway spruce. *The international archives of photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences*, 43, 429–434.
- Huo, L., Lindberg, E., Bohlin, J. & Persson, H.J. (2023). Assessing the detectability of European spruce bark beetle green attack in multispectral drone images with high spatial- and temporal resolutions. *Remote Sensing of Environment*, 287, 113484.
- Kautz, M., Feurer, J. & Adler, P. (2024). Early detection of bark beetle (*Ips typographus*) infestations by remote sensing – A critical review of recent research. *Forest Ecology and Management*, 556, 121595.
- Niemann, K.O. & Visintini, F. (2005). Assessment of potential for remote sensing detection of bark beetle-infested areas during green attack: a literature review.
- Safonova, A., Hamad, Y., Alekhina, A. & Kaplun, D. (2022). Detection of Norway spruce trees (*Picea abies*) infested by bark beetle in UAV images using YOLOs architectures. *IEEE Access*, 10, 10384–10392.
- Zabihi, K., Surovy, P., Trubin, A., Singh, V.V. & Jakuš, R. (2021). A review of major factors influencing the accuracy of mapping green-attack stage of bark beetle infestations using satellite imagery: Prospects to avoid data redundancy. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 24, 100638.

3. Egļu mežaudžu apsaimniekošanas Latvijā izvērtējums un priekšlikumi, kas sekmētu klimatnoturīgu egļu mežaudžu audzēšanu, vitalitāti nākotnē un mazinātu egļu astoņzobu mizgrauža ietekmi un bojājumus egļu mežaudzēs

Mizgraužu savairošanās novēršanai un populāciju kontrolei tiek izmantotas dažādas meža apsaimniekošanas metodes. Daļa no tām ir vērstas uz savairošanās riska mazināšanu, piemēram, izvēcot vēja izgāztos kokus, krājas kopšana, vai mistrotu audžu stādīšana (Stadelmann, 2013; Kārvemo et al., 2016). Turpretim, metodes kā sanitārā cirte un feromonu slazdu izvietošana cirmās ir vērstas uz bojājumu mazināšanu savairošanās laikā (Wermelinger, 2004; Hlasny et al., 2021).

Šajā nodaļā izvērtētas dažādas apsaimniekošanas metodes un apkopoti rezultāti no vairākiem pētījumiem:

- krājas kopšanas ciršu egļu audzēs vasarā uz sagaidāmo mizgraužu invāzijas risku tekošajā un nākamajā gadā (3.4. nodaļa. 2023. gada pārskats LVM atbalstītam pētījumam “Klimata pārmaiņu ietekme uz mežsaimniecību un tās riskiem”); https://www.lvm.lv/images/lvm/Petijumi_un_publicācijas/Petijumi/etapa_parskati_2023/3_etapa_parskats_klimata_parmainu-ietekme.pdf);
- sanitāro izlases ciršu ietekme uz mizgraužu invāziju (2024. gada pārskats LVM atbalstītam pētījumam “Klimata pārmaiņu ietekme uz mežsaimniecību un tās riskiem”);
- šī pētījuma ietvaros analizēta feromonu slazdu lietošanas reģionālā un lokālā ietekme.

3.1. Krājas kopšanas ciršu egļu audzēs vasaras mēnešos ietekme uz egļu astoņzobu mizgrauža invāzijas riskiem turpmākajos gados

Saimnieciskās kopšanas cirtes tiek plaši izmantotas, lai novērstu mizgraužu bojājumus nākotnē, izvēcot vājākus vai stresam pakļautus kokus, kuri ir uzņēmīgāki pret invāziju (Björkman et al., 2015). Kopšanas cirtes parasti tiek veiktas aukstajos mēnešos (no decembra līdz martam), kad mizgrauži ir neaktīvi. Tomēr nelabvēlīgu laikapstākļu dēļ ciršanas periods dažkārt var ieilgt līdz vasarai, kas var radīt pretēju efektu un piesaistīt vairāk mizgraužu egļu audzei. Kopšanas ciršu veikšana mēreni nobriedušās egļu audzēs var būtiski palielināt invāzijas risku. Kopšanas cirtes savairošanās laikā var līdzināties sanitārajām cirtēm, jo tās rada ciršanas atliekas, kas var veicināt mizgraužu vairošanos (Nasta & Fora, 2023), tāpēc kopšanas cirtes tiek saistītas ar lielāku mizgraužu invāzijas risku.

Galvenie secinājumi un rekomendācijas par krājas kopšanas cirtēm vasarā:

Krājas kopšanas ciršu veikšana *Ips typographus* aktīvas lidošanas laikā sekmē mizgraužu invāzijas riska paaugstināšanos. Krājas kopšanas cirtes jāplāno laikā no 1. septembra līdz 31. martam. Ja tomēr nepieciešams veikt krājas kopšanas egļu audzē citos mēnešos, tad riska mazināšanai nepieciešams ievērot šādas prioritātes:

1. Tā kā pavasara cirtes rada lielāko risku mizgraužu invāzijai (mizgraužu invāzijas risks augustā izstrādātām krājas kopšanas cirtēm ir gandrīz uz pusi mazāks nekā aprīlī izstrādātām cirtēm), ieteicams aprīļa un maija mēnešos izvairīties no krājas kopšanas. Ja tas nav iespējams, jāievēro šādi ieteikumi:
 - a) primāri izstrādāt jaunākas egļu audzes (līdz 50 gadu vecumam);
 - b) izvairīties veikt krājas kopšanu egļu audzēs slapjajos meža tipos, kur egļu kopšana pavasarī ir īpaši nelabvēlīga;
 - c) izvairīties veikt kopšanu egļu audzēs nelielos nogabalos, jo malas efekts palielina mizgraužu invāzijas risku;
 - d) prioritāri plānot kopšanas reģionos, kur iepriekšējā gadā novēroti mazāk intensīvi egļu

astonžobu mizgrauža lokālie bojājumi (balstoties uz Nacionālā meža monitoringa datiem).

2. Ja pēc krājas kopšanas rudenī tiek novērota egļu kalšana, audze obligāti jāapseko nākamā gada jūnija sākumā, jo mizgraužu invāzijas risks saglabājas arī nākamajā gadā pēc veiktās krājas kopšanas.
3. Reģionos, kuros pavasara un vasaras sezonā tiek veiktas krājas kopšanas cirtes egļu audzēs, visās skuju koku cirmās, kas atbilst feromonu slazdu izvietošanas kritērijiem un neatrodas tālāk par 1 km no kopšanas ciršu nogabaliem, jāizvieto feromonu slazdi. Šāda stratēģija palīdzēs efektīvi kontrolēt mizgraužu populācijas.
4. Lai mazinātu mizgraužu invāzijas risku, izvairīties no krājas kopšanas ciršu veikšanas pavasarī-vasarā egļu audzēs, kas atrodas reģionos ar lielu vidēji vecu un vecu egļu īpatsvaru. Šādās vietās invāzijas risks ir īpaši augsts.

3.2. Sanitāro izlases ciršu egļu audzēs ietekme uz egļu astonžobu mizgrauža invāzijas riskiem turpmākajos gados

Sanitārā cirte ir viena no visplašāk izmantotajām aktīvajām metodēm mizgraužu kontrolei gan Eiropā, gan Ziemeļamerikā (Stadelmann et al., 2013; Hlasny et al., 2019; Fetting et al., 2022). Lai šī metode būtu efektīva, invadētie koki ir jānocērt 4 līdz 6 nedēļu laikā pirms nākamās paaudzes attīstīšanās. Tomēr savairošanās laikā ieviešanas bieži ir ierobežota dēļ cilvēkresursu trūkuma, laukietilpības bojāto koku konstatēšana, grūti pieejamu cirsmu un riska izjaukt dabisko ienaidnieku populācijas invadētajos kokos (Kuhn et al., 2022). Zviedrijā veiktajā pētījumā (Weslien et al., 2024) izvērtēja ziemas sanitāro ciršanu ietekmi uz mizgrauzi. Pētījums norāda, ka ziemas cirtes var ietekmēt mizgraužu populācijas atšķirīgi salīdzinājumā ar citām sezonām, uzsverot sezonālās plānošanas nozīmi meža apsaimniekošanā. Rekomendējot, pretēji saimnieciskajām kopšanas cirtēm sanitārās cirtes veikt vasarā, jo ziemā veiktas cirtes vairāk ietekmē mizgraužu dabiskos ienaidniekus, samazinot to populāciju.

Lai izvērtētu sanitārās cirtes efektivitāti mizgraužu populācijas izplatības ierobežošanā no neapsaimniekotām uz apsaimniekotām meža teritorijām, Vācijā tika veikts pētījums, kurā izstrādāts detalizēts mizgraužu izplatīšanās modelis (Pietzsch et al., 2021). Par izejas datiem tika izmantota informācija par mizgraužu savairošanos laikposmā no 2015. līdz 2017. gadam. Pētījuma rezultāti atklāja, ka galvenie faktori, kas ietekmē mizgraužu izplatību, ir vēja virziens un attālums līdz sākotnēji invadētajiem kokiem. Sanitārās cirtes efektivitāte ir visaugstākā, ja tā tiek veikta netālu no mizgraužu savairošanās vietas, nodrošinot augstu ciršanas intensitāti un saglabājot nelielu distanci starp apsaimniekoto mežu un invadēto teritoriju.

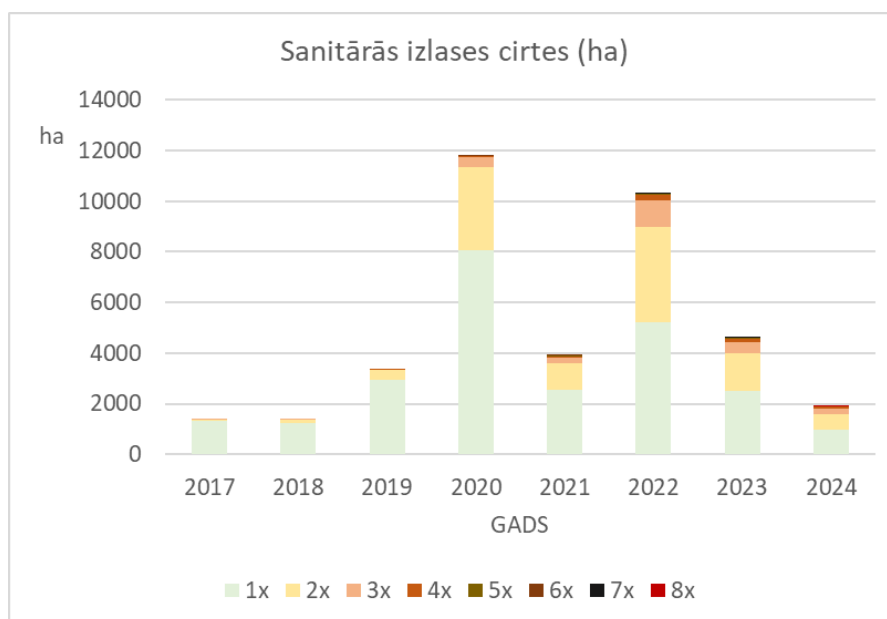
Sanitārās vienlaidus cirtes egļu astonžobu mizgrauža invadētās mežaudzēs neuzlabo šo audžu veselību. Parasti tajā pašā vai nākamajā gadā nepieciešama atkārtota koku ciršana, kas tiek veikta izlases vai vienlaidus cirtē. Rezultātā tiek zaudēta kokmateriālu vērtība, tiek atkārtoti investēti līdzekļi mežistrādē, kā arī tiek atkārtoti ietekmēta ekosistēma. 3.1. attēlā redzamas egļu audžu platības, kurās sanitārā izlases cirte veikta atkārtoti. Grafikā apkopotas dažādu sanitārās cirtes iemeslu dati, piemēram, mizgraužu bojājumi, vējgāzes u.c. Redzams, ka lielākā daļa no šīm cirtēm veikta mizgraužu bojāto mežaudžu dēļ. Sākot ar 2020. gadu, atkārtoto izlases ciršu daudzums ir pieaudzis.

2023. gadā, kad spēkā stājās Valsts meža dienesta rīkojums “Par egļu astonžobu mizgrauža masveida savairošanās situāciju un kaitēkļa ierobežošanas pasākumiem 2023. gadā”, izlases ciršu apjoms samazinājās, bet pieauga vienlaidus ciršu apjoms (3.2. att.). Tomēr vienlaidus sanitāro ciršu apjoma pieaugums bija ievērojami mazāks nekā sanitāro izlases ciršu platību samazinājums.

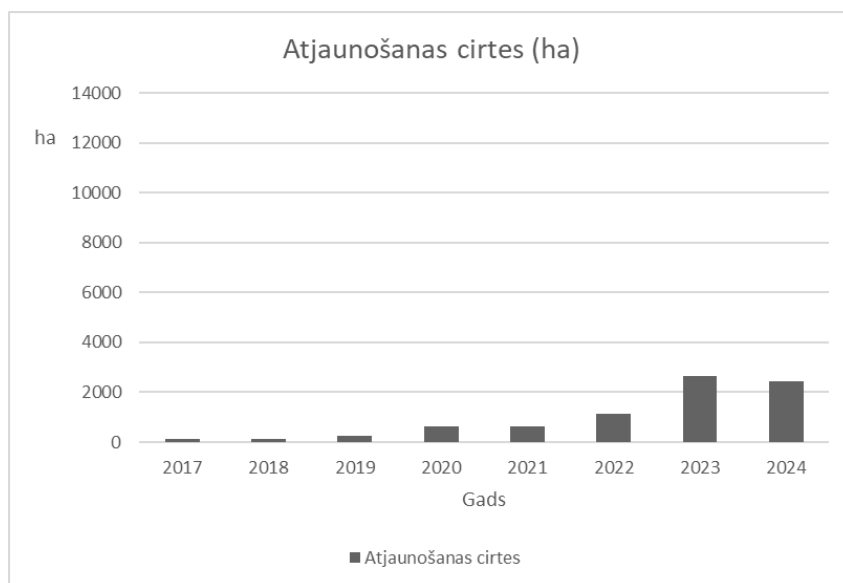
Sanitāro vienlaidus ciršu priekšrocība ir tā, ka tiek mazināti mizgraužu radītie zaudējumi. Tāpat tiek efektīvāk ierobežota mizgraužu populācija un vienlaidus ciršu platībās var izvietot feromonu slazdus tālākai mizgraužu ierobežošanai.

Veicot analītisku pētījumu par egļu audžu apdraudējumu pēc sanitāro izlases ciršu veikšanas (2024. gada pārskats LVM atbalstītam pētījumam “Klimata pārmaiņu ietekme uz mežsaimniecību un tās riskiem”), galvenie secinājumi ir sekojoši:

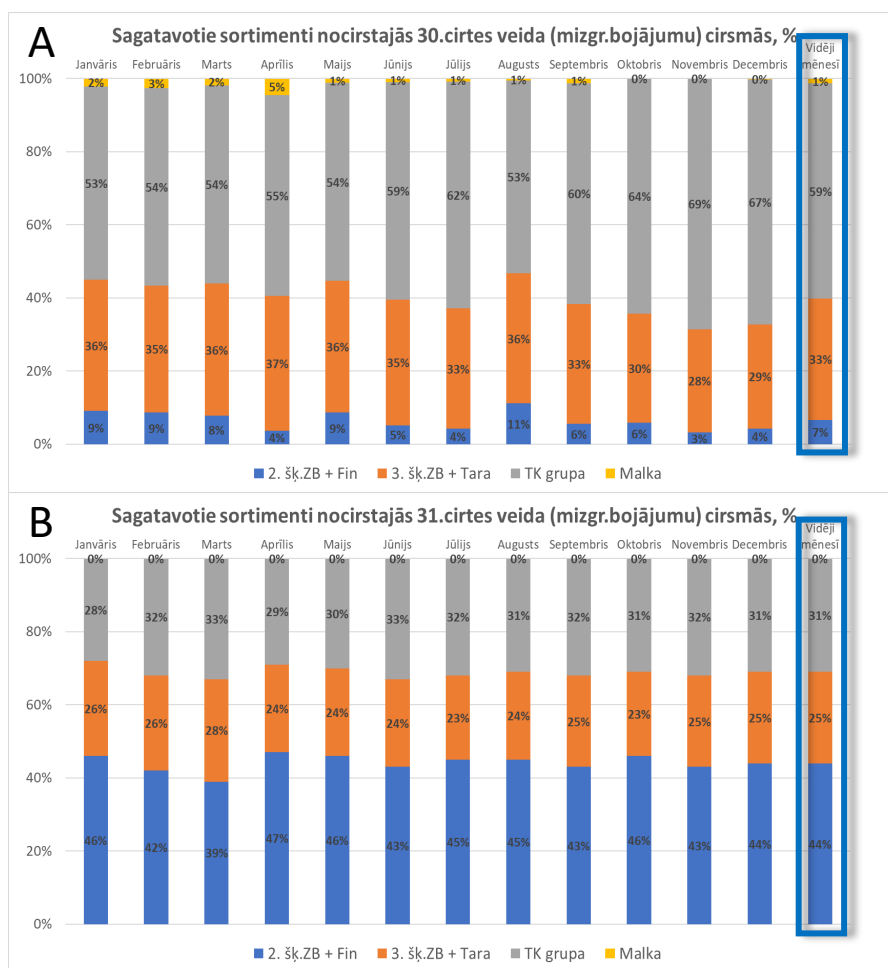
1. Egļu vecums būtiski ietekmē bojājumu risku. Vecākās egļu audzēs apdraudējums ir ievērojami lielāks.
2. Sanitārā izlases cirte mizgraužu aktīvās lidošanas laikā palielina risku. Šādas cirtes rada papildus apdraudējumu nenocirstajām eglēm audzē.
3. Augsts citu koku sugu piemistrojums audzēs palielina mizgraužu invāzijas risku. Samazinās pieejamo egļu daudzumu, atlikušās egles kļūst ievainojamākas pret mizgraužiem.
4. Egļu audzes uz slapjām augsnēm ir īpaši apdraudētas. Tās tiek vairāk bojātas nekā audzes uz susinātām augsnēm.
5. Mizgraužu bojājumi kā sanitārās cirtes iemesls palielina turpmāko risku. Šis risks ir lielāks nekā pēc sanitārām cirtēm, kuras veiktas pēc vējgāzēm.
6. Mizgraužu apdraudējums atšķiras pa reģioniem. Tas saistīts ar mizgraužu populācijas lielumu dažādos Latvijas reģionos.



3.1. attēls. Atkārtoto sanitāro izlases ciršu platības (ha) Latvijas valsts mežos laika posmā no 2017. gada līdz 2024. gadam (Avots – LVM).



3.2. attēls. Sanitāro vienlaidus ciršu pēc VMD atzinuma (atjaunošanas cirtes) platības (ha) Latvijas valsts mežos laika posmā no 2017. gada līdz 2024. gadam (Avots – LVM).



3.3. attēls. Kokmateriālu sortimenta iznākums no mizgraužu bojātām egļu audzēm sanitārajā izlases cirtē (A) un vienlaidus cirtē pēc VMD sanitārā atzinuma (B). Apzīmējumi: 2. šķ. ZB + Fin – 2. šķiras zāgbaļķi un finierkluči; 3. šķ. ZB + Tara – 3. šķiras zāgbaļķi un taras kluči; TK grupa – tehniskā koksne; malka – malka (Avots – LVM).

Cērtot bojātās audzes vienlaidus cirtē, pirms tās ir pilnībā nopostītas un mizgrauži sākuši invadēt apkārtējās audzes, ir iespējams ievērojami efektīvāk kontrolēt mizgraužu populāciju. Turklāt tas būtiski samazina mizgraužu radītos saimnieciskos zaudējumus. Veicot egļu astoņzobu mizgrauža invadēto audžu novākšanu atjaunošanas cirtē (vienlaidus cirte pēc VMD sanitārā atzinuma) 2. šķiras zāģbaļķu īpatsvars palielinās līdz 44%, salīdzinot ar sanitārajām izlases cirtēm, kurās 2. šķiras zāģbaļķu iznākums ir tikai 7% (3.3. att.). Vienlaicīgi, nekvalitatīvās – tehniskās – koksnes, iznākums vienlaidus cirtēs samazinās līdz 31% pret 59% sanitārajās izlases cirtēs. 3. šķiras zāģbaļķu iznākums vienlaidus cirtēs ir apmēram 25% pret 33% sanitārajās izlases cirtēs.

Koksnes sortimenta iznākums sanitārajās cirtēs un vienlaidus cirtēs, kas tiek veiktas saskaņā ar VMD sanitāro atzinumu, kopumā nav atkarīgs no gada laika, kurā šie darbi tiek veikti (3.3. att.), tomēr sanitārajām izlases cirtēm ziemas mēnešos vērojams 3. šķiras zāģbaļķu proporcijas kritums par apmēram 10%, kas norāda uz to, ka šajā periodā mizgraužu svaigi invadētie koki cirmsā vairs nav atrodam.

3.3. Feromonu slazdu lietošanas reģionālā un lokālā ietekme

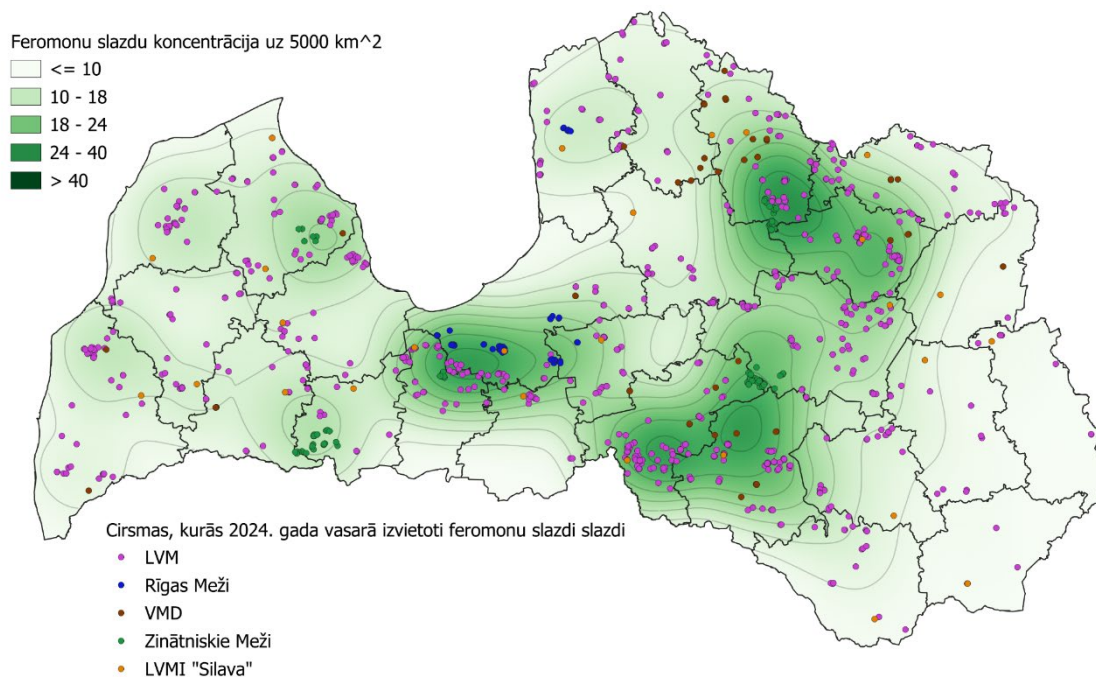
Feromonu slazdi tiek efektīvi izmantotas arī, lai uzraudzītu mizgraužu populācijas blīvumu un lidojuma dinamiku (Faccoli & Stregule, 2004; Schroeder, 2013). Lai arī pastāv dažādi viedokļi par feromonu slazdu lietošanu, jāatzīst, ka to lokālā ietekme ir neliela, un nav sagaidāma tūlītēja, būtiska ietekme uz mizgraužu populāciju. Lokāli feromonu slazdi var pat palielināt no jauna mizgraužu invadētu egļu daudzumu (Kuhn et al., 2022). Feromonu slazdus plaši izmanto, lai mazinātu mizgraužu invāzijas risku. Šobrīd feromonu slazdi ļoti plaši tiek lietoti Lielbritānijā nesen introducētās mizgraužu populācijas likvidēšanas mēģinājumiem (Blake et al., 2024).

Šajā pētījumā tiek analizēta feromonu slazdu ietekme divos mērogos: reģionālā līmenī, lai novērtētu to ietekmi uz kopējo mizgraužu riska mazināšanu, un lokālā līmenī, lai izprastu to efektivitāti atsevišķu cirsma ietvaros.

3.3.1. Feromonu slazdu reģionālā ietekme

Metodes

Lai novērtētu feromonu slazdu izmantošanas efektivitāti reģionālā mērogā, tika apkopota informācija par slazdu izvietojumu 2023. un 2024. gadā (3.4. att.). 2024. gadā feromonu slazdi tika izvietoti 1080 cirmsās, savukārt 2023. gadā – 951 cirmsā. Feromonu slazdi tika izvietoti dažādos laikos, sākot no maija sākuma līdz pat augusta vidum. Šī laika variācija rada papildu neprecizitāti un veicina lielāku datu izkliedi, jo mizgraužu aktivitāte un invāzijas riski sezonas gaitā mainās.



3.4. attēls. Cirsma koncentrācija, kurās 2024. gadā izvietoti feromonu slazdi. Fona karte raksturo šādu cirsma koncentrāciju uz 5000 km².

Privāto mežu īpašniekiem nav tiešas iespējas savos īpašumos izvietot feromonu slazdus. Tomēr viņi var vērsties Valsts meža dienestā, kas, izvērtējot cirsma piemērotību slazdu lietošanai, nodrošina šo pakalpojumu bez maksas. Tas ietver feromonu slazdu izvietošanu, regulāru tīrīšanu un savākšanu pēc izmantošanas.

Valsts mežos feromonu slazdus izvieto a/s "Latvijas valsts meži". Vēl slazdus izvietošanu veic Meža pētīšanas stacija (zinātnisko mežu platībās), SIA "Rīgas meži" (uzņēmuma apsaimniekotajās teritorijās), kā arī LVMI "Silava", kas 27 cirsma īsteno kaitēkļu monitoringa programmu. Svarīgi atzīmēt, ka feromonu slazdu izmantošanai mizgraužu ierobežošanai ir nepieciešama atļauja no Valsts augu aizsardzības dienesta, jo feromoni nav iekļauti reģistrēto augu aizsardzības līdzekļu sarakstā. Šī prasība nodrošina slazdu lietošanas atbilstību normatīvajām prasībām un veicina atbildīgu kaitēkļu apkarošanu.

Nav precīzi zināms feromonu slazdu skaits katrā cirsma. Parasti slazdu skaits tiek aprēķināts, balstoties uz cirsma platību, nodrošinot 4–5 slazdus uz 1 ha. Nacionālā meža monitoringa parauglaukumos šis aprēķins atšķiras – tiek izvietoti tikai 3 slazdi uz vienu parauglaukumu, jo šajos laukumos galvenais mērķis ir noteikt mizgraužu lidošanas aktivitāti konkrētajā reģionā.

Lai analizētu slazdu koncentrāciju, tiek izmantota QGIS programmatūra. Ar funkciju Properties/Heatmap tiek izveidots koncentrācijas rastrs, kas tiek saglabāts turpmākai analīzei.

Slazdu ietekmes analīzei tika izmantoti divi galvenie rastru: a) slazdu koncentrācijas rastrs, kas attēlo feromonu slazdu sadalījumu un blīvumu konkrētā teritorijā; b) egļu astoņzobu mizgraužu bojājumu izmaiņas rastrs, kas attēlo izmaiņas 2024. gadā salīdzinājumā ar 2023. gadu, kas iegūts meža kaitēkļu un slimību monitoringa programmas ietvaros. Šie divi rastru tika pārveidoti uz mazākas izšķirtspējas rastru ar izšķirtspēju 1 pikselim 10 × 10 km (3.4. att. A, B).

Katra rastra pikseļu vērtības tiek salīdzinātas ar lineārās regresijas palīdzību programmā R statistics:

$\text{lm}(\text{IT24_23} \sim \text{Slazdi24}, \text{data} = \text{r1_2}), \text{kur}$

IT24_23 – mizgraužu bojājumu mežā izmaiņas 2024. gadā salīdzinot ar 2023. gadu;
Slazdi24 – cirsma, kurās izvietoti feromonu slazdi, koncentrācija uz 5000 m² 2024. gadā;
R1_2 – sakompilētie (*stacked*) rastru slāņi.

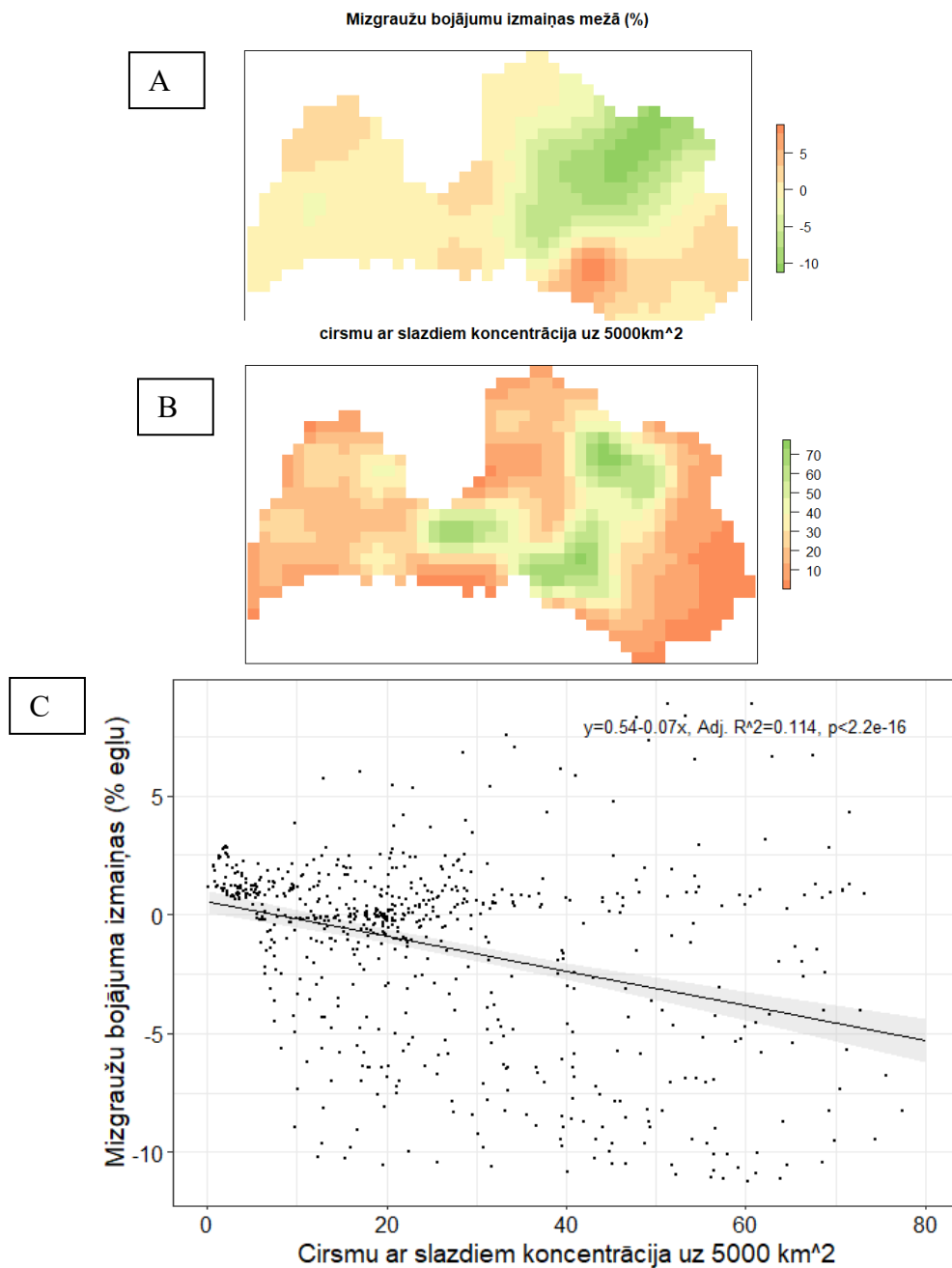
Analogi tika salīdzināti rastru ar cirsma koncentrāciju ar feromonu slazdiem 2023. gadā un mizgraužu bojājumu izmaiņu rastrs mežā 2023. gadā, salīdzinot ar 2022. gadu.

Rezultāti

Salīdzinot mizgraužu radīto bojājumu izmaiņas 2024. gadā salīdzinājumā ar 2023. gadu un cirsma koncentrāciju, kurās tika izvietoti feromonu slazdi, konstatēta būtiska sakarība (3.5. att., regresijas $R^2 = 0,114$, $P < 0,001$). Šie rezultāti norāda uz nozīmīgu feromonu slazdu izmantošanas ietekmi mizgraužu radītā kaitējuma mazināšanai. Tomēr jāatzīmē, ka viena gada rezultāti var būt maldinoši. Populācijas samazināšanās gadījumā straujāka lejupslīde biežāk novērojama reģionos ar sākotnēji augstu mizgraužu populācijas līmeni, kur arī feromonu slazdu izvietošana notiek intensīvāk.

Papildus tika veikts slazdu reģionālās ietekmes novērtējums par 2023. gadu (3.6. att.). Arī šī gada rezultāti uzrāda pozitīvu feromonu slazdu izmantošanas ietekmi uz mizgraužu bojājumu samazinājumu reģionālā līmenī. Lai gan 2023. gada ietekme bija mazāk izteikta, tā joprojām bija statistiski nozīmīga ($P = 0,0026$).

Pamatojoties uz meža kaitēkļu un slimību monitoringa datiem, gan 2023., gan 2024. gadā egļu audzēs konstatētais bojājumu apmērs samazinājās, salīdzinot ar iepriekšējiem gadiem. Taču, lai iegūtu objektīvu feromonu slazdu efektivitātes novērtējumu reģionālā mērogā, nepieciešams analizēt arī datus no gadiem ar augšupejošu mizgraužu populācijas dinamiku.

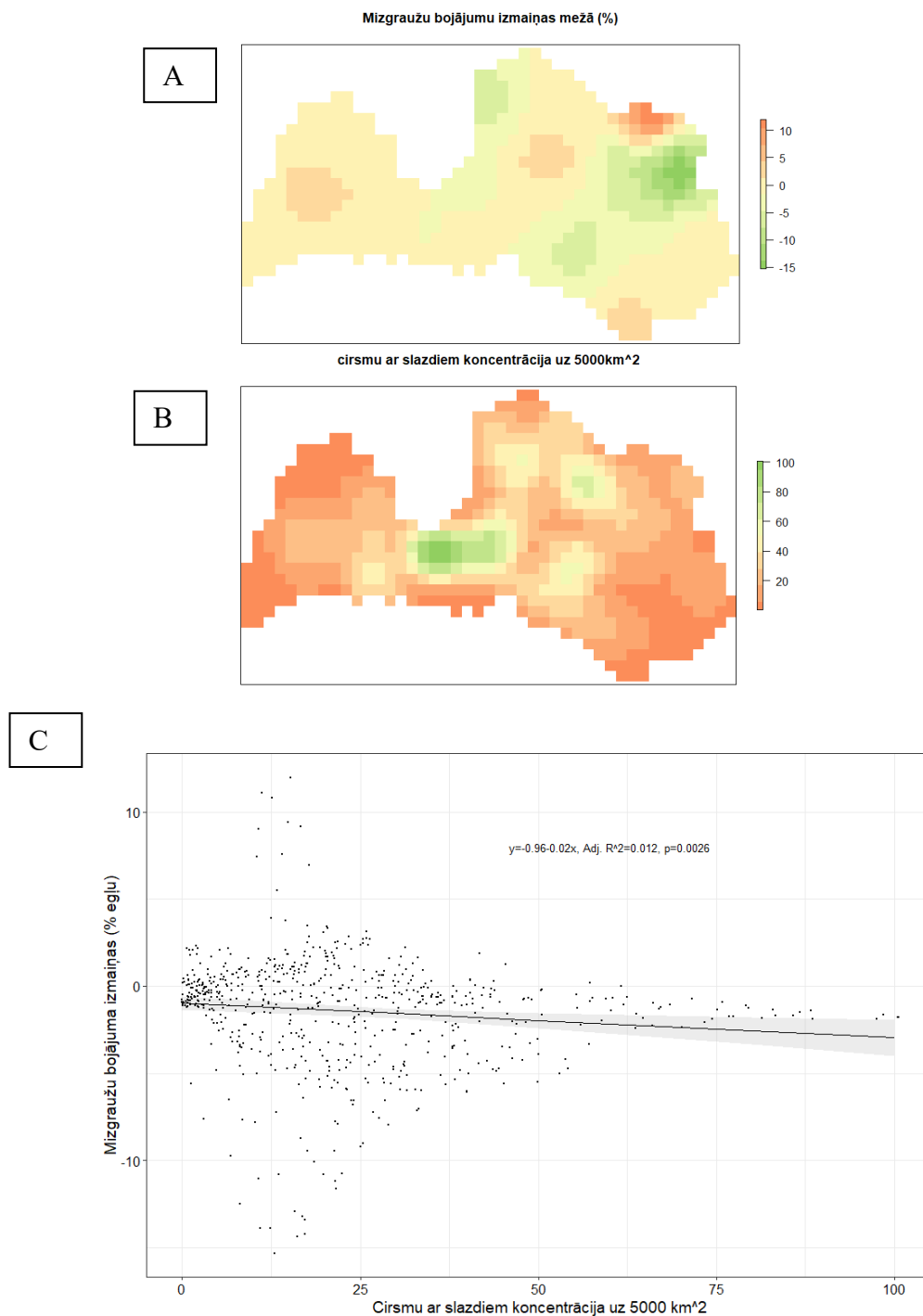


3.5. attēls. Egļu astoņzobu mizgrauža bojājumu reģionālās izmaiņas atkarībā no cirsmu ar feromonu slazdiem koncentrācijas uz 5000 m² 2024. gadā.

A – rastrs ar mizgraužu bojājumu izmaiņām 2024. gadā, salīdzinot ar 2023. gadu.

B – rastrs ar cirsmu koncentrāciju, kurās izvietoti feromonu slazdi.

C – sakarība starp bojājumu izmaiņām un cirsmu ar slazdiem koncentrāciju.



3.6. attēls. Egļu astoņzobu mizgrauža bojājumu reģionālās izmaiņas atkarībā no cirsmu ar feromonu slazdiem koncentrācijas uz 5000 m² 2023. gadā.

A – rastrs ar mizgraužu bojājumu izmaiņām 2023. gadā, salīdzinot ar 2022. gadu.

B – rastrs ar cirsmu koncentrāciju, kurās izvietoti feromonu slazdi.

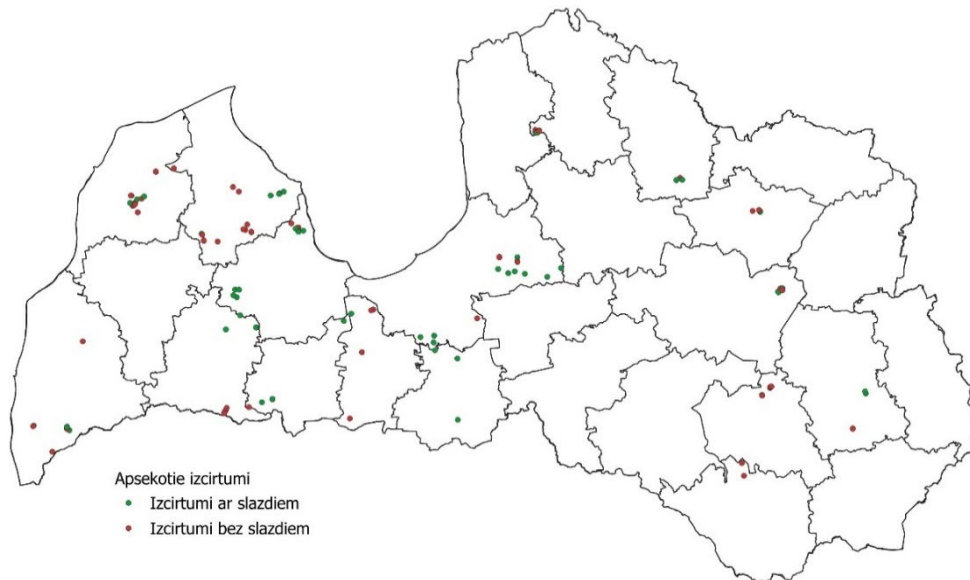
C – sakarība starp bojājumu izmaiņām un cirsmu ar slazdiem koncentrāciju.

3.3.2. Feromonu slazdu lokālā ietekme

Metodes

Laika periodā no 18. jūlija līdz 21. augustam tika apsekoti svaigi skuju koku izcirtumi, kuros izvietoti egļu astoņzobu mizgrauža feromonu slazdi, kā arī izcirtumi, kuros slazdi netika

izvietoti. Sākot no jūlija vidus pirmās paaudzes mizgraužu invadētām eglēm ir skaidri redzama vainagu dehromācija un tās var viegli atšķirt no veselām eglēm. Katrā izcirtumā saskaitītas svaigi kaltsušas egles uz egļu nogabala meža sienas. Kopā tika apsekots 61 izcirtums ar feromonu slazdiem un 67 izcirtumi bez feromonu slazdiem. Apsekoto izcirtumu izvietojums dots 3.7. attēlā.



3.7. attēls. Apsekotās skuju koku cirsmu izvietojums ar feromonu slazdiem un bez feromonu slazdiem.

Svaigi kaltsušo egļu daudzums tika novērtēts stāvot izcirtumā, lai būtu labi pārskatāma izcirtumam pieguļošās mežaudzes mala (meža siena). Uzskaitītas tika tās egles, kuru vainags bija labi saskatāms un to neaizklāj citu koku vainagi – pirmās divas koku rindas. Meža sienas garums tika mērīts, izmantojot mežaudžu plānu LVM GEO programmā.

Patiesais egļu sienas garums aprēķināts, reizinot meža sienas garumu ar egļu proporciju audzē. Piemēram, ja audzē, saskaņā ar mežaudzes formulu, egle ir 80%, tad patiesais egļu sienas garums aprēķināts kā meža sienas garums reizināts ar 0,8. Slazdu ietekmes uz kaltsušu egļu daudzumu uz 1 m meža sienas izcirtumam pieguļošajās egļu audzēs vērtēšanai noteikti šādi rādītāji:

- **SL** – slazdu klātbūtne izcirtumā (Jā/Nē);
- **SK** – slazdu skaits uz hektāru;
- **ITr** – mizgraužu bojājuma lielums reģionā (% egļu);
- **Vec** – egļu vecums nogabalā;
- **Nov** – meža sienas novietojums pret debess pusi;
- **SD** – laiks kopš pēdējās saimnieciskās darbības mežaudzē;
- **S_c** – cirsmas platība (ha);
- **S_n** – nogabala platība;
- **Mix** – citu koku sugu piemistrojums audzē;
- **Augsne** – augsnes veids (slapja, susināta, sausa);

- **T_it** – mizgraužu ietekmei pakļautais laiks (dienas=uzskaites datums – 1. maijs).

Viens izcirtums var robežoties ar vairākiem egļu nogabaliem. Šajā gadījumā kaldušu egļu skaits tika uzskaitīts katram nogabalam atsevišķi. Pavisam analizē iekļauti 192 egļu nogabali. Informācija par egļu vecumu, augsnes veidu, audzes formulu (mistrojums), nogabala platību un pēdējās saimnieciskās darbības gadu nogabalā tika ņemti no VMD mežaudžu plāna programmā LVM GEO.

Slazdu skaits uz 1 ha aprēķināts, dalot kopējo slazdu skaitu cirmsā ar cirsma platību. Meža sienas novietojums (konkrētai debess pusei atvērtā mežaudzes mala) noteikta vadoties pēc mežaudzes plāna. Ja mala bija izliekta, novietojums noteikts pēc garākās malas.

Augsnes veids tika apvienots vienā rādītājā: slapjie un purvainu meža tipi (Vrs, Dms, Grs, Gs, Db, Ld, Pv) tika apvienoti, bet sausieņu mežos apvienoti sausie meža tipi (Gr, Vr, Dm), un susinātajos tipos apvienoti kūdreņi un āreņi (Am, As, Ap, Km, Ks, Kp).

Mizgraužu lokālais bojājums egļu mežaudzēm iegūts no Nacionālā meža monitoringa bojājumu kartes, rastrā nolasot konkrēto skaitlisko vērtību cirsma centroīdas punktā. Tā kā uzskaitē tika veikta ilgākā laikā, papildus tika novērtēts mizgraužu ietekmei pakļautais laiks eglēm mežaudzē. Tas tika aprēķināts kā uzskaites datums mīnus mizgraužu lidošanas sākums, kas šajā gadījumā pieņemts kā 1. maijs.

Datu apstrādei izmantots vispārināts lineārais modelis (glm procedūra programmā R statistics):

$$glm(cbind(IT, E_m) \sim ITr + Vec + SL + SK + Nov + SD + S_c + S_n + Mix + Augsne + T_it, \text{family} = \text{binomial}())$$

Atkarīgais mainīgais (IT, E_m) ir kaldušo egļu attiecība pret meža sienas garumu metros, jeb kaldušu egļu skaits uz 1m meža sienas. Kontrastu analīzei izmantots Tukiya tests.

Rezultāti

Dispersijas analīzes kopsavilkuma tabula slazdu ietekmes novērtējumam uz svaigi kaldušo egļu daudzumu uz 1 m meža sienas dota 3.1. tabulā. No 11 faktoriem, kas iekļauti modelī, 8 būtiski ietekmē svaigi kaldušo egļu daudzumu uz 1 m meža sienas. Egļu vecumam audzē, augsnes veidam un cirsmu apsekojuma laikam, jeb mizgraužu ietekmei pakļautajam laikam nebija būtiskas ietekmes. Būtisko faktoru ietekmes grafisks atainojums dots 3.8. attēlā.

Šī pētījuma kontekstā galvenais rādītājs ir feromonu slazdu izvietošanas ietekme uz svaigi nokaldušo koku skaitu. 3.8.A attēlā redzams, ka mežaudzēs, kuras pieguļ izcirtumam bez feromonu slazdiem, svaigi kaldušo egļu skaits bija mazāks nekā izcirtumos ar slazdiem. Šis rezultāts ir pretējs sākotnēji prognozētajam. Viena no iespējamām interpretācijām ir tāda, ka feromonu slazdi bieži tiek izvietoti cirmsās ar augstāku mizgraužu apdraudējumu tuvējām audzēm. Taču nevar izslēgt iespēju, ka feromonu slazdi varētu paaugstināt risku tieši cirsmā pieguļošajiem kokiem.

Izvērtējot slazdu daudzuma ietekmi uz svaigi kaldušo egļu skaitu (3.8.B attēls), redzams, ka rezultāti atbilst prognozēm: lielāks slazdu skaits samazina svaigi kaldušo egļu daudzumu cirsmā pieguļošajā meža sienā. Šī tendence norāda, ka pieņēmums par slazdu izvietošanu vairāk apdraudētu audžu tuvumā var būt patiess. Par to daļēji liecina arī fakts, ka svaigi kaldušo egļu daudzumu būtiski ietekmē mizgraužu bojājumu apjoms reģionā (3.8.C attēls). Palielinoties lokālajam mizgraužu kaitējumam, pieaug arī svaigi kaldušo egļu skaits konkrētajās cirmsās.

Novērtējot citu koku sugu piemistrojuma ietekmi uz svaigi invadēto egļu daudzumu, tika

konstatēts, ka vairāk mistrotās audzēs egles ir pakļautas augstākam mizgraužu invāzijas riskam (3.8.D. attēls). Līdzīga tendence novērota arī pēc sanitāro izlases ciršu veikšanas mistrotajās audzēs egļu skaits uz laukuma vienību samazinās, kā rezultātā mizgraužu “izvēles” iespējas samazinās. Atlikušās egles tiek pakļautas lielākam apdraudējumam.

3.1. tabula

Dispersijas analīzes kopsavilkuma tabula slazdu ietekmes novērtējumam uz svaigi kaltušo egļu daudzumu uz 1 m meža sienas. Faktoru apzīmējumus skat. metodikas sadaļā.

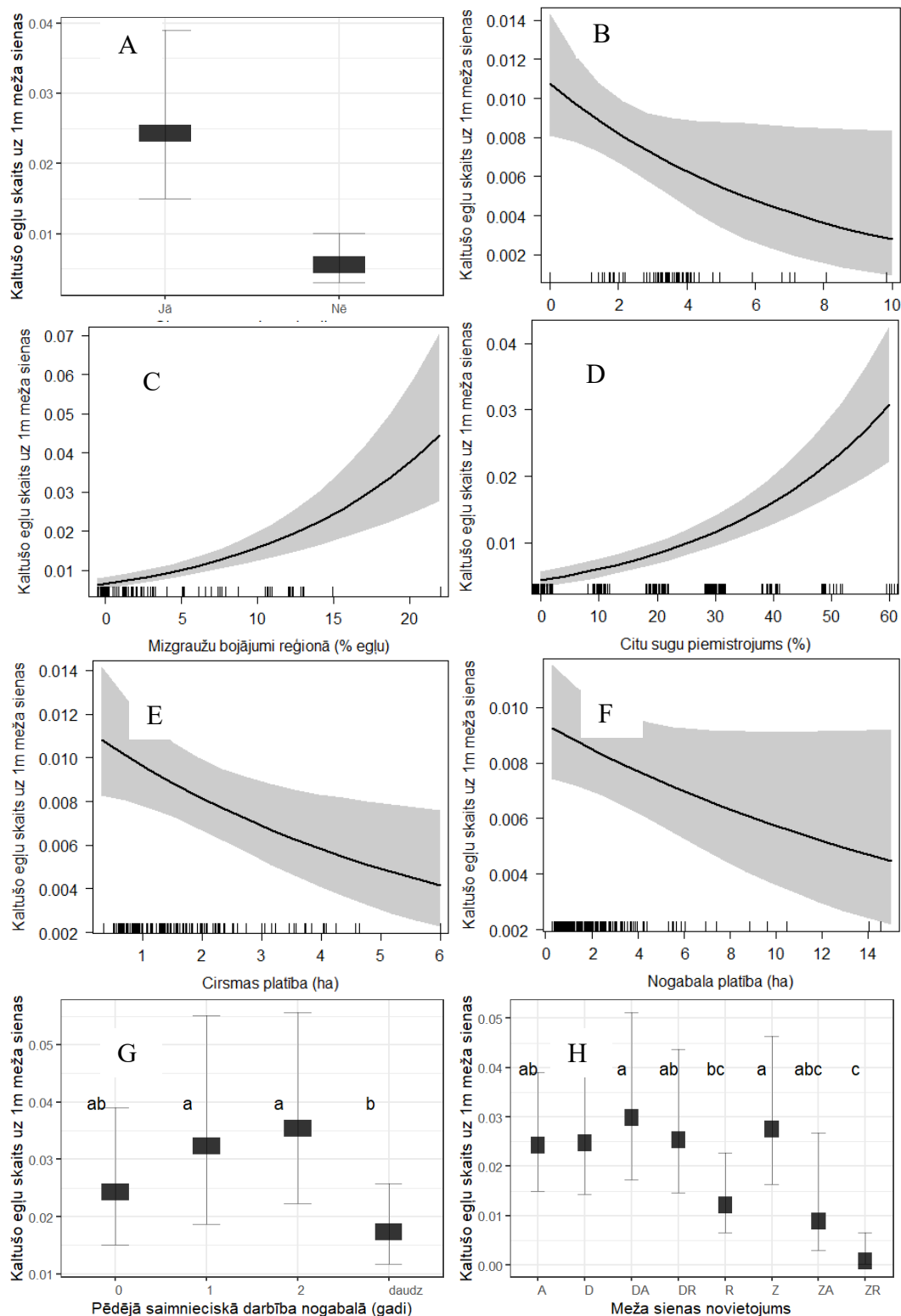
Response: cbind(IT,E_m)

Faktors	X ²	Brīvības pakāpes	Pr (> X ²)	Būtiskuma līmenis
ITr	40,170	1	2,328e-10	***
Vec	0,319	1	0,5724162	
SL	28,553	1	9,118e-08	***
SK	4,391	1	0,0361341	*
Nov	52,441	7	4,779e-09	***
SD	17,953	3	0,0004498	***
S_c	6,448	1	0,0111078	*
S_n	3,448	1	0,0633262	.
Mix	63,659	1	1,479e-15	***
Augsne	0,599	2	0,7413593	
T_it	2,701	1	0,1003130	

Būtiskuma līmenis: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 '.' 1

Nozīmīgs faktors, kas ietekmē svaigi kaltušo egļu daudzumu, ir cirsmas lielums. Egļu audzēs, kas pieguļ lielākiem izcirtumiem, svaigi kaltušo egļu daudzums uz 1 metra meža sienas samazinās. Iespējams, tas skaidrojams ar lielāku ciršanas apjomu un terpēnu smaržu, kas piesaista vaboles pašām cirsmām, tādējādi samazinot vaboļu koncentrēšanos izcirtuma malās. Novērota arī tendence, ka lielāku egļu nogabalu malās svaigi kaltušo egļu daudzums ir mazāks nekā maziem nogabaliem (3.8.F attēls). Tomēr šī sakarība ir mazāk būtiska ($p = 0.063$), kas nozīmē, ka tā drīzāk norāda uz tendenci un citos apstākļos var nebūt novērojama.

Saimnieciskā darbība, tai skaitā sanitārās izlases cirtes, var palielināt mizgraužu apdraudējumu (Huo et al., 2024). Šajā pētījumā tika vērtēts svaigi invadēto egļu daudzums uz meža sienas atkarībā no laika, kad veikta pēdējā saimnieciskā darbība. Mizgraužu invāzijas risks ir augstāks egļu audzēm, kurās saimnieciskā darbība veikta pēdējo divu gadu laikā (3.8.G attēls). Savukārt audzēs, kurās pēdējā saimnieciskā darbība veikta pirms trīs vai vairāk gadiem mizgraužu kaitējums ir būtiski mazāks.



3.8. attēls. Faktori, kas ietekmē mizgraužu invadēto egļu daudzumu uz 1 m egļu meža sienas svaigos skuju koku izcirtumos: A – Feromonu slazdu klātbūtne cirmā; B – slazdu daudzums cirmā; C – mizgraužu bojājumi reģionā; D – citu koku sugu piemistrojums audzē; E – cirmsas platība; F – nogabala platība; G – laiks kopš pēdējās saimnieciskā darbības; H – meža sienas novietojums pret debess pusi. Kļūdu rādītāji norāda 95% ticamības intervālu. Burti norāda homogenitātes grupas.

Vēl viens nozīmīgs faktors ir mežaudzes malas orientācija attiecībā pret debess pusēm pie svaigas cirsmas. Mizgrauži dod priekšroku saules vairāk apspīdētām audzēm, kuru malas ir vērstas uz dienvidiem (Huo et al., 2024). Arī šajā pētījumā vairāk kaltsu egļu konstatētas uz meža malas, kas vērstas pret dienvidiem, dienvidaustrumiem vai dienvidrietumiem. Interesanti, ka ievērojams svaigi kaltsu egļu daudzums konstatēts arī audžu malās, kuras vērstas pret ziemeļiem (3.8.H attēls). Tajā pašā laikā mizgraužu bojājumi ievērojami retāk tika konstatēti audzēs, kuru malas pret izcirtumu bija vērstas ziemeļrietumu vai ziemeļaustrumu virzienā.

Secinājumi:

1. Cirmās bez feromonu slazdiem novērojama mazāk intensīva koku kalšana uz cirstmai pieguļošo audžu meža sienas, salīdzinot ar cirmās, kurās slazdi izvietoti. Tas var būt saistīts ar slazdu izvietojumu pie audzēm ar lielāku apdraudējumu, taču pastāv iespēja, ka slazdi rada lokālu negatīvu efektu.
2. Lielāka feromonu slazdu koncentrācija cirmā uzlabo pieguļošo audžu aizsardzību, jo pie cirmām ar lielāku slazdu koncentrāciju tiek konstatēts mazāks kaltsu egļu daudzums.
3. Vairāk svaigi kaltsu egļu konstatēts pie cirmām, kur apkārtējās audzēs novērojams augstāks mizgraužu bojājumu fons.
4. Mazāk svaigi kaltsu egļu konstatētas pie lielāka izmēra izcirtumiem.
5. Vairāk svaigi kaltsu egļu konstatēts cirmām pieguļošās egļu audzēs, kurās pēdējo divu gadu laikā veikta saimnieciskā darbība.
6. Mizgraužu bojājumiem vairāk pakļautas izcirtumam pieguļošās audzes, kas orientētas uz saules vairāk apspīdētām debess pusēm (dienvidu, dienvidaustrumu, dienvidrietumu virzieniem).

3.4. Rekomendācijas egļu audžu apsaimniekošanai

Pasākumus egļu audžu aizsardzību pret mizgrauži invāziju var sadalīt trīs daļās – 1) prevencija, 2) monitorings jeb uzraudzība, un 3) ierobežošana un seku mazināšana.

1. Preventīvie pasākumi ir noteikti MK noteikumos Nr. 217 (3., 4., 5., 7., 12., 13. punkti). Papildus minētajiem punktiem ieteicami šādi pasākumi – ierobežot krājas kopšanas cirtes egļu audzēs, kas vecākas par 40 gadiem, vasaras mēnešos paaugstinātas mizgraužu populācijas apstākļos. Zemas mizgraužu populācijas apstākļos krājas kopšanas cirtes ierobežot no 1. aprīļa līdz 1. jūlijam. Mistrotu audžu veidošana ar mērķi mazināt mizgraužu apdraudējumu, nav mērķtiecīga. Alternatīvi, var veidot citu koku sugu joslas/nogabalus starp egļu nogabaliem.
2. Kā atbalsta mehānismu meža īpašniekiem egļu astoņzobu mizgraužu uzraudzībai izmantot attālās izpētes iespējas ar publisku datu pieejamību savlaicīgai bojāto audžu identificēšanai. Par šī brīža iespējām skat. 2. nodaļu.
3. Lai ierobežotu mizgraužu kaitējumu un mazinātu saimnieciskos zaudējumus, nepieciešams vasaras sezonā samazināt sanitāri izlases ciršu apjomu. Tā pieļaujama lokālu vējgāžu seku likvidēšanai, kā arī citu lokālu egļu audžu bojājumu likvidēšanā (piemēram dzīvnieku, sakņu trapes lokāli bojājumi). Mizgraužu invadētajās audzēs jāveicina vienlaidus cirtes, lai efektīvāk ierobežotu kaitēkļu populāciju un samazinātu saimnieciskos zaudējumus. Jāveic izmaiņas normatīvajos aktos, samazinot egles ciršanas vecumu jutīgākajos – susinātajos meža tipos, lai novērstu audzes strauju vērtības samazināšanos. Mizgraužu savairošanās gadījumā nepieciešams nodrošināt atbalstu privātajiem meža īpašniekiem, palīdzot izvietot feromonu slazdus piemērotās cirmās.

3.4. Literatūra

- Björkman, C., Bylund, H., Nilsson, U., Nordlander, G. & Schroeder, M. (2015). Effects of new forest management on insect damage risk in a changing climate. In: *Climate change and insect pests*. Wallingford, UK: CABI, p. 248–266.
- Blake, M., Straw, N., Kendall, T., Whitham, T., Manea, I., Inward, D., Jones, B., Hazlitt, N., Ockenden, A., Deol, A., Brown, A., Ransom, E., Smith, L. & Facey, S. (2024). Recent outbreaks of the spruce bark beetle *Ips typographus* in the UK: Discovery, management, and implications. *Trees, Forests and People*, 16, 100508, 10.1016/j.tfp.2024.100508.
- Faccoli, M. & Stergulc, F. (2004). *Ips typographus* (L.) pheromone trapping in south Alps: spring catches determine damage thresholds. *Journal of Applied Entomology*, 128(4), 307–311.
- Fettig, C.J., Egan, J.M., Delb, H., Hilszczański, J., Kautz, M., Munson, A.S., Nowak, J. & Negrón, J.F. (2022). Management tactics to reduce bark beetle impacts in North America and Europe under altered forest and climatic conditions. In: *Bark beetle management, ecology, and climate change* Academic Press, p. 345–394.
- Hlásny, T., Krokene, P., Liebhold, A., Montagné-Huck, C., Müller, J., Qin, H., Raffa, K., Schelhaas, M., Seidl, R., Svoboda, M. & Viiri, H. (2019). Living with bark beetles: impacts, outlook and management options (No. 8). European Forest Institute.
- Hlásny, T., König, L., Krokene, P., Lindner, M., Montagné-Huck, C., Müller, J., Qin, H., Raffa, K., Schelhaas, M., Svoboda, M., Viiri, H. & Seidl, R. (2021). Bark beetle outbreaks in Europe: state of knowledge and ways forward for management. *Current Forestry Reports*, 7, 138–165.
- Huo, L., Persson, H.J. & Lindberg, E. (2024). Analyzing the environmental risk factors of European spruce bark beetle damage at the local scale. *European Journal of Forest Resources*, 143, 985–1000, 10.1007/s10342-024-01662-4.
- Kärvemo, S., Johansson, V., Schroeder, M. & Ranius, T. (2016). Local colonization-extinction dynamics of a tree-killing bark beetle during a large-scale outbreak. *Ecosphere*, 7(3), e01257.
- Kuhn, A., Hautier, L. & San Martin, G. (2022). Do pheromone traps help to reduce new attacks of *Ips typographus* at the local scale after a sanitary cut? *PeerJ*, 10, e14093, 10.7717/peerj.14093. PMID: 36193434; PMCID: PMC9526401.
- Nasta, A. & Fora, C.G. (2023). Population assessment of *Ips typographus* in spruce logging debris.
- Pietzsch, B.W., Peter, F.J. & Berger, U. (2021). The effect of sanitation felling on the spread of the European spruce bark beetle – an individual-based modeling approach. *Frontiers in Forests and Global Change*, 4, 704930.
- Schroeder, L.M. (2013). Monitoring of *Ips typographus* and *Pityogenes chalcographus*: influence of trapping site and surrounding landscape on catches. *Agricultural and Forest Entomology*, 15(2), 113–119.
- Stadelmann, G., Bugmann, H., Meier, F., Wermelinger, B. & Bigler, C. (2013). Effects of salvage logging and sanitation felling on bark beetle (*Ips typographus* L.) infestations. *Forest Ecology and Management*, 305, 273–281.

- Wermelinger, B. (2004). Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* – a review of recent research. *Forest Ecology and Management*, 202(1-3), 67–82.
- Weslien, J., Öhrn, P., Rosenberg, O. & Schroeder, M. (2024). Effects of sanitation logging in winter on the Eurasian spruce bark beetle and predatory long-legged flies. *Forest Ecology and Management*, 554, 121665.

4. Egļu astoņzobu mizgrauža ietekme uz neproduktīvām egļu mežaudzēm un priekšlikumi turpmākai neproduktīvo egļu mežaudžu apsaimniekošanai un identificēšanai

4.1. Neproduktīva egļu mežaudze

Saskaņā ar Meža likumu (spēkā kopš 17.03.2000.), par neproduktīvu mežaudzi tiek apzīmēta mežaudze, kuru nav lietderīgi audzēt koksnes krājas nepietiekama pieauguma, koku sugu sastāva vai koku kvalitātes dēļ. Pēc “Noteikumi par koku ciršanu mežā” (MK noteikumi Nr. 935, 01.01.2013.), egļu mežaudzi par neproduktīvu var atzīt:

- 29.1. priežu, egļu vai bērzu mežaudzi, kurā pēc 40 gadu sasniegšanas apses, baltalkšņa, blīzgnas un citu vītoliu piemistrojums ir lielāks par 40 procentiem no kopējās mežaudzes krājas;
- 29.3. egļu mežaudzi 30 līdz 60 gadu vecumā ar vismaz 80 procentu egļu īpatsvaru no koksnes krājas, ja mežaudze vienlaikus atbilst šādiem nosacījumiem:
 - 29.3.1. pēdējo piecu gadu vidējais vienas gadskārtas platums mežaudzes vidējam kokam pēc caurmēra ir mazāks par diviem milimetriem;
 - 29.3.2. koka caurmēra un pēdējo piecu gadskārtu vidējā platuma lineārās sakarības koeficients, kas raksturo mežaudzes strukturēšanos (regresijas koeficients), nav lielāks par 0,30;
 - 29.3.3. sakarības rādītājs, kas raksturo koksnes pieauguma atšķirības vienāda caurmēra kokiem (korelācijas koeficients), nav lielāks par 0,60;
- 29.4. mežaudzi līdz sešu metru augstumam, kurā vairāk nekā 60 procentu koku ir meža dzīvnieku, kaitēkļu, stumbra vai sakņu slimību bojāti;
- 29.5. galvenās cirtes vecumu vai caurmēru nesasniegušu šo noteikumu 38.punktā (augstspējīgo koku šķērslaukums ir mazāks par kritisko šķērslaukumu) minētu mežaudzi, ko cērt saskaņā ar Meža likuma 11.pantā noteikto kārtību.

Lai vērtētu egļu astoņzobu mizgrauža ietekmi uz neproduktīvām egļu mežaudzēm, tika izmantots neproduktīvo egļu audžu saraksts, ko sniedza “Latvijas valsts meži”.

4.2. Metodes

Lai novērtētu egļu astoņzobu mizgraužu ietekmi uz neproduktīvām egļu audzēm, apsektas 100 par neproduktīvām atzītas egļu audzes, kurās veikta mizgrauža bojāto koku uzskaitē. Mežaudžu apsekošana veikta laika posmā no 23. augusta līdz 22. novembrim. Bojāto koku uzskaitē veikta pēc Meža kaitēkļu un slimību monitoringa metodikas.

Uzskaitē tiek izmantota 290 m gara transekte ar 30 uzskaites punktiem katrā, ik pēc 10 m. Katrā uzskaites punktā tiek novērtētas līdz 3 egles, sākot ar koku, kas atrodas vistuvāk, bet ne tālāk kā 4 m. Ja šajā attālumā nav neviena koka, punkts tiek atzīmēts kā “tukšs”. Kā otro uzskaitē pirmajai eglei tuvāko koku, un pēc tam šai eglei tuvāko koku kā trešo. Mizgraužu bojājumu novērtēšanai tika izmantotas trīs kategorijas: koks ir neinvadēts, nesen invadēts (zaļš vainags ar mizgraužu aktivitātes pazīmēm) vai bojāts iepriekšējās sezonās (nesen nokaltušas egles ar mizgraužu aktivitātes pazīmēm). Kad koki pirmajā uzskaites punktā ir uzskaitīti, izvēlas transekta virzienu (azimutu). Ja transekta garums pārsniedz meža audzes platību, virziens tiek pielāgots un atzīmēts.

Ar neproduktīvām mežaudzēm salīdzinātas audzes, kuras apsektas Kaitēkļu un slimību monitoringa ietvaros (359 egļu mežaudzes). Apsektas egļu mežaudzes vecākas par 35 gadiem.

Vecākajai apsekotajai egļu audzei bija 154 gadi. Turpretī neproduktīvās audzes bija vecumā no 37 līdz 62 gadiem. Lielākā daļa apsekoto neproduktīvo egļu audžu atradās Kurzemē un Rietumvidzemē (4.1. att.). Valsts ziemeļu un austrumu reģionos vairums neproduktīvo egļu audžu bija jau nocirstas pirms bija iespēja tās apsekot.

Mežaudzi raksturojošie parametri iegūti no LVM sniegtajiem datiem un VMD mežaudžu slāņa LVM GEO aplikācijā. Lai salīdzinātu mizgraužu ietekmi uz neproduktīvajām egļu audzēm un pārējām egļu audzēm izmantoti sekojoši mežaudzi raksturojošie parametri:

- **IT24** – mizgraužu svaigi invadēto koku skaits audzē;
- **IT23** – senāk mizgraužu invadēto koku skaits audzē;
- **E** – apsekoto koku skaits audzē;
- **Veids** – neproduktīva/produktīva egļu audze;
- **Vec** – egļu vecums;
- **Mix** – citu koku sugu piemistrojums (%);
- **Augsne** – augsnes veids (slapja, susināta, sausa);
- **S_n** – nogabala platība (ha);
- **SD** – pēdējais saimnieciskās darbības gads audzē.

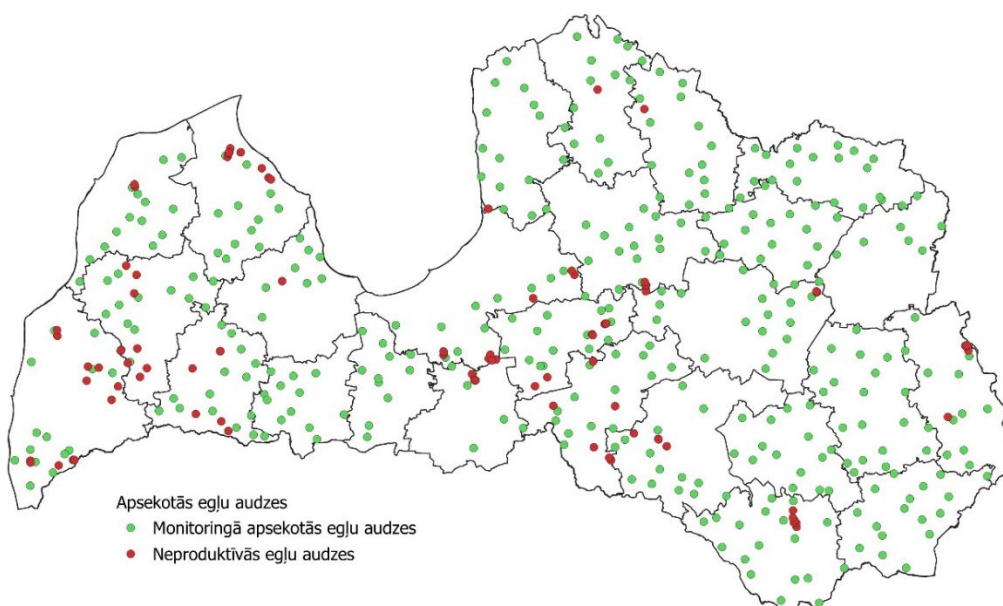
Egļu vecums, augsnes veids, audzes formula (mistrojums), nogabala platība un pēdējais saimnieciskās darbības gads nogabalā ņemti no VMD mežaudžu plāna programmā LVM GEO. Augsnes veids iegūts apvienojot vienā rādītājā slapjaiņu un purvaiņu meža tipus (Vrs, Dms, Grs, Gs, Db, Ld, Pv); sausieņu mežos apvienoti sausie meža tipi (Gr, Vr, Dm), susinātajos tipos apvienoti kūdreņi un āreņi (Am, As, Ap, Km, Ks, Kp).

Datu analīze veikta atsevišķi svaigiem mizgraužu bojājumiem un veciem mizgraužu bojājumiem. Datu apstrādei izmantots vispārināts lineārais modelis (glm procedūra programmā R statistics). Modelī iekļauta viena mijiedarbība Veids : SD, kas parāda būtisku saimnieciskās darbības ietekmes mijiedarbību ar audzes veidu.

(1) $glm(cbind(IT24, E) \sim Veids + Vec + Mix + Augsne + SD + S_n + Veids : SD,$
 $family = binomial());$

(2) $glm(cbind(IT23, E) \sim Veids + Vec + Mix + Augsne + SD + S_n + Veids : SD,$
 $family = binomial());$

Atkarīgais mainīgais (IT, E) ir mizgraužu invadēto egļu attiecība pret kopējo uzskaitīto egļu skaitu audzē. Kontrastu analīzei izmantots Tukija tests.



4.1. attēls. Pētījumā ietvertu neproduktīvo audžu un Kaitēkļu un slimību monitoringa ietvaros apsekoto audžu izvietojums.

4.3. Rezultāti

Svaigi invadēto egļu proporcija audzē

Svaigi invadēto egļu proporciju audzē būtiski ietekmē audzes veids (neproduktīva vai produktīva) un pēdējo divu gadu laikā veiktā saimnieciskā darbība. Būtiska ir arī šo divu faktoru mijiedarbība (4.1. tab.). Pārējiem apskatītajiem faktoriem nebija būtiskas ietekmes uz mizgraužu tekošā gada bojājumu apjomu.

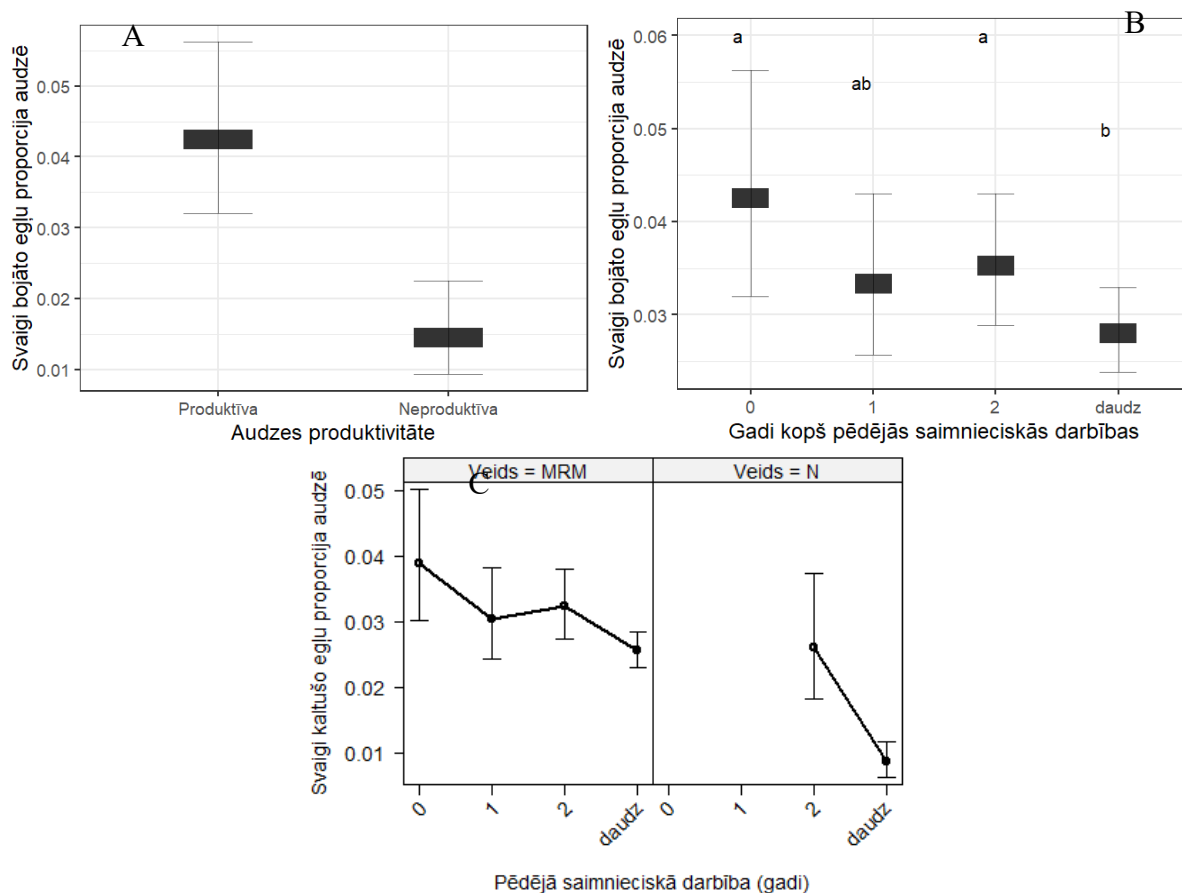
4.1. tabula

*Dispersijas analīzes kopsavilkuma tabula mizgraužu ietekmes uz neproduktīvām un produktīvām egļu audzēm salīdzinājumam – svaigi mizgraužu bojājumi.
Faktoru apzīmējumus skat. metodikas sadaļā*

Response : cbind(IT24, E)

Faktors	X ²	Brīvības pakāpes	Pr (> X ²)	Būtiskuma līmenis
Veids	42,269	1	7,955e-11	***
Vec	0,885	1	0,346908	
Mix	0,001	1	0,978003	
Augsne	1,845	2	0,397460	
SD	19,972	3	0,000172	***
S_n	1,266	1	0,260584	
Veids:SD	10,733	1	0,001053	**

Būtiskuma līmenis: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1



4.2. attēls. Svaigu mizgraužu bojājumu atšķirības neproduktīvās un pārējās egļu audzēs, kā arī bojājuma apjomu būtiski ietekmējošie faktori: A – audzes veids (neproduktīva/produktīva); B – laiks kopš pēdējās saimnieciskās darbības (gadi); C – audzes veida un saimnieciskās darbības mijiedarbība (MRM – produktīva audze, N – neproduktīva audze). Kļūdu rādītāji norāda 95% ticamības intervālu. Burti norāda homogenitātes grupas.

Egļu astoņzobu mizgrauža svaigi invadēto egļu daudzums 2024. gada rudenī neproduktīvajās egļu audzēs bija būtiski mazāks nekā pārējās egļu audzēs (4.2.A att.). Šo rezultātu varēja ietekmēt vairāki faktori: a) liela daļa no vairāk bojātajām neproduktīvajām egļu audzēm jau bija nocirstas pirms audžu apsekošanas, par ko liecināja izcirtumi apsekošanai iepļānoto audžu vietās; b) vidējais neproduktīvo audžu vecums bija par apmēram 10 gadiem mazāks nekā produktīvajām audzēm ($52 \pm 0,7$ gadi, pret $66 \pm 1,0$ gadi); c) neproduktīvo audžu apsekošanas tika veiktas nedaudz vēlāk rudenī, kā rezultātā daļa tekošā gada bojājumu varēja tikt pieskaitīti pie senākiem bojājumiem.

Svaigi bojāto egļu proporciju audzēs būtiski ietekmēja pēdējo divu gadu laikā veikta saimnieciskā darbība (4.2.B att.). Salīdzinot saimnieciskās darbības ietekmi uz svaigiem mizgraužu bojājumiem neproduktīvās un produktīvās audzēs, var redzēt, ka neproduktīvās audzēs mizgraužu bojājumi ir daudz mazāki, ja pēdējo divu gadu laikā nav veikta saimnieciskā darbība (4.2.C att.). Pēc attēla var redzēt, ka apsekotajās neproduktīvajās egļu mežaudzēs saimnieciskā darbība šogad un 2023. gadā nav veikta. Līdz ar to attēlā var redzēt tikai 2 gadu un senākas saimnieciskās darbības ietekmi.

Senāk invadēto egļu proporcija audzē

Arī senāk invadēto egļu proporciju audzē būtiski ietekmē audzes veids (neproduktīva vai produktīva). Tomēr attiecībā uz senākiem bojājumiem aina ir pretēja kā svaigo bojājumu gadījumā – vairāk bojājumu konstatēts tieši neproduktīvajās egļu audzēs (4.2. tab., 4.2.A att.).

Senāku mizgraužu bojājumu apjomu vēl būtiski ietekmē citu koku sugu piemistrojums, augsnes veids, laiks kopš pēdējās saimnieciskās darbības un nogabala lielums. Ne svaigo, ne senāko mizgraužu bojājumu gadījumā netika konstatēta egles vecuma ietekme. Veco bojājumu gadījumā nebūtiska bija arī audzes veida un saimnieciskās darbības mijiedarbība.

Egļu noturību pret mizgraužiem lielā mērā ietekmē augsne. 4.1.B attēlā var redzēt, ka būtiski vairāk mizgraužu senāk invadētu egļu atrodamas audzēs uz sausām augsnēm. Pēc krājas kopšanas cirtēm vairāk svaigi mizgraužu bojājumi tika konstatēti arī audzēm uz sausām augsnēm. To var skaidrot ar to, ka vasarā sausuma stresam vairāk tiek pakļautas audzes uz sausām augsnēm. Tajā pat laikā, pēc sanitārām izlases cirtēm vairāk bojājumi tika konstatēti egļu audzēs uz slapjām augsnēm, kas iespējams, saistīts ar lielāku mežaudzei nodarītu kaitējumu tieši izstrādes laikā.

Novērtējot veco bojājumu apjomu ir novērota mistrojuma pozitīva ietekme (4.2.C att.). Vairākos līdzšinējos pētījumos par mizgraužu ietekmi uz egļu audzi (krājas kopšanas ciršu, sanitāro izlases ciršu, feromonu slazdu ietekmes vērtēšanā) citu koku sugu piemistrojumam bija neitrāla vai negatīva ietekme. Šajā gadījumā netiek vērtēti svaigi mizgraužu bojājumi. Vecus bojājumus ietekmē arī turpmāka saimnieciskā darbība, piemēram, nokaltušo koku izvākšana ziemā.

4.2. tabula

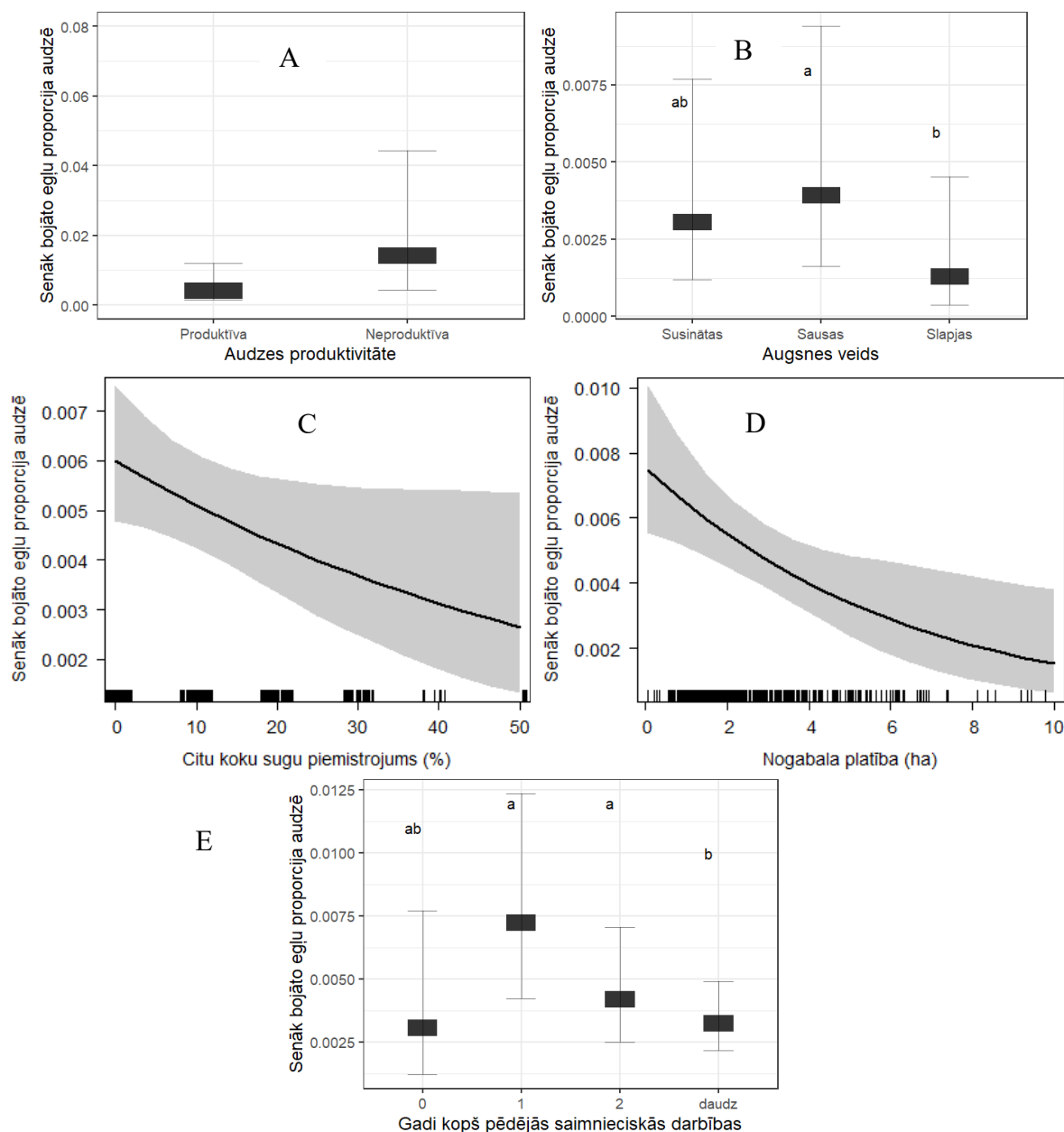
*Dispersijas analīzes kopsavilkuma tabula mizgraužu ietekmes uz neproduktīvām un produktīvām egļu audzēm salīdzinājumam – senāki mizgraužu bojājumi.
Faktoru apzīmējumus skat. metodikas sadaļā*

Response : Cbind(IT23, E)				
Faktors	X ²	Brīvības pakāpes	Pr (> X ²)	Būtiskuma līmenis
Veids	39,564	1	3,175e-10	***
Vec	0,353	1	0,552668	
Mix	4,094	1	0,043034	*
Augsne	9,241	2	0,009847	**
SD	16,683	2	0,000821	***
S n	9,013	1	0,002681	**
Veids:SD	2,645	1	0,103845	

Būtiskuma līmenis: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

Vērtējot nogabala platības ietekmi uz senākiem mizgraužu bojājumiem var redzēt, ka mazāk bojājumi konstatēti lielos nogabalos (4.2.D att.). Līdzīga tendence novērota pēc krājas kopšanas cirtēm, kad svaigi mizgraužu bojājumi mazāk konstatēti lielos nogabalos. To var skaidrot ar to, ka mizgraužu invāzija bieži sākas no audzes malas un lielos nogabalos malas efekts mazāk ietekmē visu mežaudzi.

Tāpat kā svaigu bojājumu gadījumā, arī senāku bojājumu apjomu ietekmē saimnieciskā darbība. Mazāk bojātas mežaudzes, kurās saimnieciskā darbība veikta senāk par diviem gadiem (4.2.E att.). Attēlā redzami nelieli bojājumi audzēs, kurās saimnieciskā darbība veikta šogad. Tas nozīmē, ka, vai nu pie senākiem bojājumiem ir nepareizi uzskaitīti kādi šajā gadā nokaltuši koki, vai arī pēc saimnieciskās darbības veikšanas kādas nokaltušas egles ir atstātas mežā.



4.2. attēls. Senāku mizgraužu bojājumu atšķirības neproduktīvās egļu audzēs un pārējās egļu audzēs, kā arī bojājuma apjomu būtiski ietekmējošie faktori: A – audzes veids (neproduktīva/produktīva); B – augsnes veids (sūsināta, sausa, slapja); C – citu koku sugu piemistrojums (%); D – nogabala platība (ha); E – laiks kopš pēdējās saimnieciskās darbības (gadi). Kļūdu rādītāji norāda 95% ticamības intervālu. Burti norāda homogenitātes grupas.

Kopumā no šī pētījuma nevar secināt, ka neproduktīvas egļu audzes ir pakļautas būtiski lielākam mizgraužu invāzijas riskam. Iespējams, ka vairāk bojātās neproduktīvās audzes tika nocirstas pirms apsekošanas, tomēr būtiskiem mizgraužu bojājumiem būtu jāatspoguļojas arī pārējās par neproduktīvām atzītajās egļu audzēs.

Neproduktīvu audžu identificēšana saistīta ar komplikātiem mērījumiem, kas izstrādāti plaša pētījuma rezultātā. Šie parametri nav tieši saistīti ar mizgraužu apdraudējumu. Šobrīd pieejamā informācija neļauj rast risinājumu vienkāršotākas metodikas izveidošanai. Lai mainītu neproduktīvu mežaudžu noteikšanas metodiku, nepieciešami padziļināti pētījumi ar konkrēti noteiktiem darba uzdevumiem un mērķiem.

4.4. Secinājumi

1. Par neproduktīvām atzītās egļu audzēs nav konstatējami būtiski vairāk egļu astonezobu mizgrauža bojājumi salīdzinājumā ar produktīvām egļu audzēm.
2. Neproduktīvās egļu audzēs divu gadu laikā pēc saimnieciskās darbības veikšanas strauji pieaug mizgraužu bojājumu apjoms.
3. Mizgraužu senāku bojājumu apjoms neproduktīvās egļu audzēs ir būtiski lielāks nekā produktīvās egļu audzēs.
4. Šī brīža neproduktīvas audzes noteikšanas metodikā izmantotie parametri nav tieši saistīti audzes noturību pret kaitēkļiem un sekojoši arī mizgraužu apdraudējuma risku. Metodikas vienkāršošanai nepieciešami detalizēti mezsaimnieciski pētījumi.

5. Spēkā esošā meža apsaimniekošanas normatīvā regulējuma izvērtējums attiecībā uz egļu mežaudžu apsaimniekošanu un uz datiem balstīti zinātniski priekšlikumi meža apsaimniekošanas normatīvo aktu prasību pielāgošanai klimatnoturīgu un vītālu egļu mežaudžu audzēšanai

5.1. Esošais normatīvais regulējums

Uz egļu mežaudžu apsaimniekošanu un egļu astoņzobu mizgrauzi attiecināmi vairāki normatīvie akti – Meža likums (spēkā no 17.03.2000.), MK noteikumi Nr. 935 “Noteikumi par koku ciršanu mežā” (spēkā no 01.01.2013.), MK noteikumi Nr. 348 “Meža aizsardzības noteikumi” (spēkā no 01.07.2023.), kā arī ārkārtas situācijas sakarā Valsts meža dienesta rīkojums Nr. 1 “Par egļu astoņzobu mizgrauža masveida savairošanās situāciju un kaitēkļa ierobežošanas pasākumiem 2024. gadā” (pieņemts 09.01.2024). Tālāk apkopota būtiskākā informācija no šiem dokumentiem.

Meža likums:

III nodaļa. Koku ciršana

9. pants

(1) Galvenā cirte ir atļauta, ja:

1) mežaudze ir sasniegusi šādu galvenās cirtes vecumu:

Valdošā koku suga	Galvenās cirtes vecums (gados) atkarībā no bonitātes		
	I un augstāka	II–III	IV un zemāka
Egļe, osis, liepa, goba, vīksna un kļava	81	81	81

VII nodaļa. Meža aizsardzība

27. pants

(1) Valsts meža dienests, pamatojoties uz šā likuma 29.1. pantā minētā monitoringa rezultātiem, šā likuma 28. panta 2. punktā noteiktajā kārtībā ar lēmumu nosaka meža kaitēkļu masveida savairošanās vai slimību izplatīšanās situāciju un tās ierobežošanai var noteikt pienākumu šā likuma 26. pantā minētajām personām:

- 1) pārtraukt vai atlikt koku ciršanu, izņemot ciršanu meža kaitēkļu masveida savairošanās vai slimību izplatīšanās seku likvidēšanai;
- 2) īstenot kaitēkļu un slimību apkarošanas vai ierobežošanas pasākumus;
- 3) iznīcināt slimību inficēto vai kaitēkļu invadēto meža reproduktīvo materiālu.

MK noteikumi Nr. 935 **Noteikumi par koku ciršanu mežā:**

III Galvenās cirtes caurmērs pēc valdošās koku sugas un bonitātes

9. Koku ciršana pēc galvenās cirtes caurmēra ir atļauta pirms galvenās cirtes vecuma sasniegšanas, ja valdošās koku sugas pirmā stāva koku vidējais caurmērs 1,3 metru augstumā virs sakņu kakla ir vienāds ar šo noteikumu 7. pielikumā noteikto galvenās cirtes caurmēru vai lielāks par to.

Galvenās cirtes caurmērs pēc valdošās koku sugas un bonitātes:

Nr. p.k.	Valdošā koku suga	Bonitāte				
		Ia	I	II	III	IV un V
Valdošās koku sugas pirmā stāva koku vidējais caurmērs (cm)						
2.	Egle	31	29	29	27	26

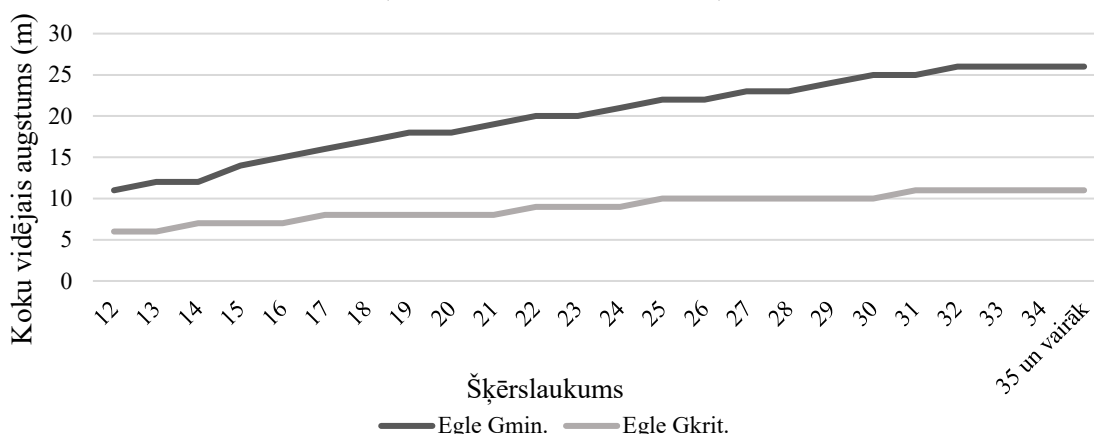
VIII Sauso, vēja gāzto, slimību inficēto, kaitēkļu invadēto vai citādi bojāto koku ciršanas kārtība

36. Par koku, kura augstspēja ir pilnīgi vai daļēji zudusi, atzīstams:

- 36.1. stumbra kaitēkļu invadēts koks ar invāzijas pazīmēm – redzamiem ieskreju caurumiņiem un koksnes vai mizas grauzuma miltiem, kas uzkrājušies stumbra lejasdaļā ap sakņu kaklu;
 - 36.2. koks, kam sakņu un stumbra trupes dēļ uz stumbra vai saknēm ir izveidojušies sēņu auglķermeņi vai konstatētas citas trupes pazīmes;
 - 36.4. egle, kurai konstatēti mizas bojājumi, ja brūces platums ir lielāks par vienu ceturto daļu no stumbra apkārtmēra bojājuma vietā;
 - 36.5. koks, kam dažādu bojājumu (izņemot skuļgraužu un lapgraužu kaitēkļu bojājumus) radīta vainaga defoliācija (atlapošanās) vai dehromācija (dzeltēšana) ir lielāka par 60 procentiem no vainaga;
 - 36.6. koks ar lauztu stumbru;
 - 36.7. slīps vai noliekts koks (koks, kura galotne ir pastāvīgi novirzījusies no vertikālās ass vairāk par 40 grādiem vai stumbra apakšējā trešdaļa – vairāk par 20 rādiem);
 - 36.8. koks, kurš atrodas zem valdaudzes (mežaudzes koki ar lielāko koksnes krāju, kuru augstums no to vidējā augstuma neatšķiras vairāk par 10 procentiem) vainagu klāja un kura vainags ir pilnīgi vai daļēji atmiris;
 - 36.9. gāzts koks (koks, kura sakņu sistēma ir izcelta no augsnes);
 - 36.10. sauss koks (koks bez zaļas lapotnes (vasas) ar sausu, nedzīvu lūksni. Koks, kam ir pilnīgi vai daļēji nokritusi miza. Sauso koku celmi nesulojas un nesveķo).
38. Mežaudzi, kurā augstspējīgo koku šķērslaukums ir mazāks par kritisko šķērslaukumu, cērt sanitārajā cirtē vienlaidus veidā saskaņā ar Meža likuma 11.pantā noteikto kārtību neatkarīgi no šo noteikumu 36. punktā minēto koku esības mežaudzē.

Apkopojums no MK noteikumu Nr.935 1.pielikuma (5.1.att.) par egļu mežaudžu pirmajā stāvā augošo koku minimālo un kritisko šķērslaukumu atkarībā no koku vidējā augstuma. Atruna attiecībā uz egļu mežaudzēm, kurās egļu astoņzobu mizgrauža svaigi invadēto egļu apjoms ir lielāks par 20 procentiem un egles ir vienmērīgi izkliedētas pa visu mežaudzi, mežaudzes kritiskā šķērslaukuma skaitlisko vērtību reizina ar koeficientu 2.

**Mežaudzes pirmajā stāvā augošo koku minimālais šķērslaukums ($G_{min.}$)
un kritiskais šķērslaukums ($G_{krit.}$) atkarībā no koku vidējā augstuma
(kvadrātmetros uz hektāru)**



5.1. attēls. Mežaudzes pirmajā stāvā augošo koku minimālais šķērslaukums ($G_{min.}$) un kritiskais šķērslaukums ($G_{krit.}$) atkarībā no koku vidējā augstuma (kvadrātmetros uz hektāru).

MK noteikumi Nr. 348 **Meža aizsardzības noteikumi:**

II Meža aizsardzības pasākumi, to izpildes kārtība un termiņi

4. Ja konstatēts, ka laikposmā no 1. septembra līdz 1. martam gāzto un laužto egļu (izņemot sausos kokus) diametrs ir lielāks par 20 centimetriem, to apjoms pārsniedz 10 kubikmetru uz hektāru un tās šo noteikumu 5. punktā norādītajā termiņā nav paredzēts izvākt no mežaudzēm, kurās egles sastāva koeficients mežaudzes formulā ir vismaz četri, līdz kārtējā gada 1. aprīlim nodrošināma to aizsardzība pret stumbra kaitēkļiem, izņemot īpaši aizsargājamās dabas teritorijas un mikrolieģumus, ja tur nav pieļauta šādu koku izvākšana.
5. Katru gadu no 1. septembra līdz 1. maijam cirsto skujkoku (izņemot sausos kokus) kokmateriālus izved no meža vai aizsargā pret stumbra kaitēkļiem līdz kārtējā gada 1. jūnijam. Skujkoku (izņemot sausos kokus) kokmateriālus, kas sagatavoti no 1. maija līdz 1. septembrim, izved no meža vai aizsargā pret stumbra kaitēkļiem ne vēlāk kā mēneša laikā pēc to sagatavošanas.
6. Šo noteikumu 4. punktā minētās gāztās un laužtās egles un šo noteikumu 5. un 12. punktā minētie kokmateriāli uzskatāmi par aizsargātiem pret stumbra kaitēkļiem, ja tiem ir mizas bojājumi, kas radušies, mehāniski bojājot to mizu vai kokmateriālus sagatavojot mašīnizēti, vai tie ir ķīmiski vai bioloģiski aizsargāti pēc to sagatavošanas vai nokraušanas krautuvē.
7. Ja cirmā atstāti skujkoku (izņemot sausos kokus) kokmateriāli, kuru tievgaļa diametrs ir lielāks par 15 centimetriem, to apjoms nedrīkst pārsniegt piecus kubikmetrus uz hektāru.
9. Laikposmā no 15. aprīļa līdz 1. septembrim svaigās (neapžuvušās) skujkoku ciršanas atliekas krauj kaudzēs šķeldošanai ne tuvāk par 10 metriem no tādām mežaudzēm, kurās egles sastāva koeficients mežaudzes formulā ir vismaz astoņi un vecums ir ne mazāk kā 50 gadu, ja vien starp krautuvi un mežaudzi neatrodas ceļš vai grāvis.
12. Laikposmā no 1. jūnija līdz 1. septembrim skujkoku kokmateriālus pastāvīgās uzglabāšanas vietās aizliegts glabāt tuvāk par 500 metriem no skujkoku mežaudzēm ilgāk par vienu mēnesi, ja tie nav aizsargāti pret stumbra kaitēkļiem.

IV Meža sanitārā stāvokļa prasību ievērošanas kontrole

20. Valsts meža dienests izvērtē iespējamo risku un, ja nepieciešams, apseko mežaudzi, lai izvērtētu meža sanitāro stāvokli, ja:
 - 20.1. Valsts meža dienesta darbinieks ir konstatējis meža kaitēkļu vai slimību bojātu mežaudzi;
 - 20.2. no meža īpašnieka, tiesiskā valdītāja vai citas personas ir saņemta informācija par meža kaitēkļu vai slimību izraisītiem bojājumiem;
 - 20.3. no Valsts augu aizsardzības dienesta ir saņemta informācija par meža kaitēkļu vai slimību izraisītiem bojājumiem;
 - 20.4. no meža īpašnieka vai tiesiskā valdītāja ir saņemts iesniegums mežaudzes nociršanai sanitārajā cirtē atbilstoši Meža likuma 11. pantam.
21. Apsekojot mežaudzi, Valsts meža dienests nosaka bojājuma iemeslu, apjomu, bojāto platību un, ja nepieciešams, mežaudzes šķērslaukumu un sagatavo:
 - 21.1. informāciju par mežaudzes apsekošanu;
 - 21.2. Valsts meža dienesta sanitāro atzinumu, ja:
 - 21.2.1. mežaudzes augtspējīgo koku šķērslaukums ir mazāks par kritisko šķērslaukumu;
 - 21.2.2. tas nepieciešams sanitārajai cirtei īpaši aizsargājamās dabas teritorijās un mikroliegumos saskaņā ar to aizsardzības un izmantošanas noteikumiem.

Valsts meža dienesta rīkojums Nr. 1. Par egļu astoņzobu mizgrauža masveida savairošanās situāciju un kaitēkļa ierobežošanas pasākumiem 2024. gadā:

- 1.1. izsludināt mizgrauža masveida savairošanās situāciju mežā no šā rīkojuma spēkā stāšanās līdz 2024. gada 31. decembrim Latvijas Republikas teritorijā;
- 1.2. noteikt saimnieciskās darbības ierobežojumus un aizsardzības pasākumus egļu mežaudzēs, kas vienlaikus atbilst sekojošiem kritērijiem (turpmāk – vērtīgās egļu mežaudzes):
 - 1.2.1. egles sastāva koeficients mežaudzes formulā ir vismaz septiņi;
 - 1.2.2. valdošās koku sugas – egles vidējais caurmērs ir vismaz 20 centimetri;
 - 1.2.3. mežaudzes krāja ir vismaz 240 kubikmetru uz hektāra;
 - 1.2.4. mežaudzes platība ir vismaz 0,5 hektāri;
 - 1.2.5. mežaudzē nav spēkā esošs apliecinājums koku ciršanai galvenajā cirtē;
 - 1.2.6. mežaudzei nav izsniegts apliecinājums koku ciršanai sanitārajā cirtē no 2022. gada 1. janvāra;
 - 1.2.7. mežaudzes, kurās pēc Valsts meža dienesta (turpmāk – VMD) 2023. gada apsekojuma datiem konstatēti kārtējā gada mizgrauža bojājumi mazāk kā 2% no valdošās koku sugas koku skaita.
- 1.3. noteikt mežā šādas vērtīgo egļu mežaudžu aizsardzības zonas:
 - 1.3.1. A aizsardzības zona, kurā ietilpst vērtīgā egļu mežaudze;
 - 1.3.2. B aizsardzības zona, kurā ietilpst skujkoku mežaudzes (egle vai priede ir valdošā koku suga un tās vidējais caurmērs ir vismaz 20 centimetri) 100 metru attālumā no vērtīgās egļu mežaudzes (nogabala) ārējās robežas;

- 1.3.3. C aizsardzības zona, kurā ietilpst egļu mežaudzes (egle ir valdošā koku suga, un tās vidējais caurmērs ir vismaz 20 centimetri) 101–500 metru attālumā no vērtīgās egļu mežaudzes (nogabala) ārējās robežas;
- 1.3.4. D aizsardzības zona, kas atrodas ārpus A, B, C zonas.
- 1.4. noteikt, ka vērtīgās egļu mežaudzes un to aizsardzības zonas ir atspoguļotas valsts informācijas sistēmā – Meža valsts reģistrs un piekļuve sistēmai iespējama, izmantojot portāla latvija.lv autentifikācijas rīkus. D aizsardzības zona Meža valsts reģistrā netiek attēlota.
- 1.5. laika periodā no 2024. gada 1. aprīļa līdz 2024. gada 31. augustam noteikt vērtīgo egļu mežaudžu aizsardzības zonās šādus saimnieciskās darbības ierobežojumus:
- 1.5.1. A aizsardzības zonā ir aizliegta koku ciršana, izņemot:
- 1.5.1.1. koku ciršanu šā rīkojuma 1.6.1. apakšpunktā noteiktajā gadījumā;
 - 1.5.1.2. 2024. gadā vēja gāzto un/ vai laužto koku ciršanu sanitārajā vienlaidus cirtē;
 - 1.5.1.3. koku ciršanu atmežošanas īstenošanai valsts sauszemes teritorijas aizsardzības un neaizskaramības nodrošināšanai vai valsts apdraudējuma situācijas novēršanai militārajos objektos un to aizsargjoslās;
 - 1.5.1.4. koku ciršanu valsts nozīmes infrastruktūras objektu, meža infrastruktūras objektu būvniecības, rekonstrukcijas vai pārbūves gadījumā;
 - 1.5.1.5. koku ciršanu pievešanas ceļu un kokmateriālu krautuves vietu ierīkošanai.
- 1.5.2. B aizsardzības zonā ir aizliegta koku ciršana, izņemot:
- 1.5.2.1. koku ciršanu šā rīkojuma 1.6.1. apakšpunktā noteiktajā gadījumā;
 - 1.5.2.2. 2024. gada vējā gāzto un laužto koku ciršanu veic sanitārajā izlases vai sanitārajā vienlaidus cirtē;
 - 1.5.2.3. koku ciršanu atmežošanas īstenošanai valsts sauszemes teritorijas aizsardzības un neaizskaramības nodrošināšanai vai valsts apdraudējuma situācijas novēršanai militārajos objektos un to aizsargjoslās;
 - 1.5.2.4. koku ciršanu valsts nozīmes infrastruktūras objektu, meža infrastruktūras objektu būvniecības, rekonstrukcijas vai pārbūves gadījumā;
 - 1.5.2.5. koku ciršanu pievešanas ceļu un kokmateriālu krautuves vietu ierīkošanai;
 - 1.5.2.6. koku ciršanu, ja mežaudze atbilst Ministru kabineta noteikumu Nr.935 “Noteikumi par koku ciršanu mežā” VII. daļas “Neproduktīvas mežaudzes atzīšanas un ciršanas kārtība” nosacījumiem un platība ir lielāka par 0,8 ha.
- 1.5.3. C aizsardzības zonā ir aizliegta koku ciršana:
- 1.5.3.1. kopšanas un galvenajā izlases cirtē;
 - 1.5.3.2. kailcirtē un rekonstruktīvajā cirtē platībā, kas mazāka par 0,8 hektāriem.
- 1.6. noteikt A, B, C un D aizsardzības zonā šādus aizsardzības pasākumus:
- 1.6.1. saņemot VMD sanitāro atzinumu, atļauts cirst sanitārajā vienlaidu cirtē mežaudzi vai tās daļu, ja tajā ir 2023., 2024. gada augu veģetācijas sezonā mizgraužu bojāti koki (egles ar zaļām skujām un svaigiem vienu milimetru lieliem caurumiem – ieskrejām koka stumbrā, kur pie koka sakņu kakla ir sakrājušies brūni mizas milti vai egles ar zaļām skujām un daļēji nolobījušos mizu un ir konstatējama vaboļu, kāpuru vai kūniņu

klātbūtne, vai kalnu egles, kuru vainagi ir ar brūnām, dzeltenzaļām skujām vai arī bez skujām, bet saglabājušies vainaga smalkie zariņi, miza daļēji atlupusi, uz koka mizas redzamas mizgraužu izskrejas) un to skaits ir vismaz 10 koki uz vienu hektāru vai mežaudzē (nogabalā), kas ir mazāka par vienu hektāru;

1.6.2. skujkoku izcirtumos B un C zonā, prioritāri, kur no 2024. gada 1. janvāra ir veikta sanitārā vienlaidus cirte atbilstoši šā rīkojuma 1.6.1. apakšpunkta nosacījumiem un izcirtuma platība pārsniedz 0,8 hektārus, izvieta feromonu slazdus. Feromonu slazdu ekspluatāciju nodrošina laika periodā no 2024. gada 1. maija līdz 2024. gada 31. augustam:

1.6.2.1. meža apsaimniekotājs – valsts īpašumā esošajos mežos un Rīgas pašvaldības īpašumā esošajos mežos;

1.6.2.2. Valsts meža dienests – mežos, kas nav minēti šā rīkojuma 1.6.2.1. apakšpunktā.

1.7. noteikt, ka īpaši aizsargājamā dabas teritorijā vai tās funkcionālajā zonā, kura ietilpst A, B, C un D aizsardzības zonā un, kurā ir atļauta sanitārā cirte saskaņā ar VMD sanitāro atzinumu, mizgraužu invadētās egles atbilstoši 1.6.1. apakšpunktā noteiktajam atļauts cirst sanitārajā vienlaidus cirtē, saglabājot augstspējīgo citu koku sugu kokus atbilstoši normatīvo aktu prasībām. VMD apliecinājumu koku ciršanai izsniedz pēc Dabas aizsardzības pārvaldes pozitīva atzinuma saņemšanas. Iesniedzot iesniegumu apliecinājuma saņemšanai koku ciršanai sanitārajā vienlaidus cirtē Gaujas nacionālajā parkā un Ķemeru nacionālajā parkā, nav jāiesniedz informācija par dabā iezīmētajiem izcērtamajiem kokiem;

1.8. noteikt, ja mizgrauža invadēti koki ir konstatēti A aizsardzības zonā, tie atbilstoši 1.6.1. apakšpunktā noteiktajam cērtami sanitārajā vienlaidus cirtē. Šādai platībai vairs nepiemēro ierobežojumus, kas noteikti A aizsardzības zonā, un ap to atceļ aizsardzības zonas, tai skaitā arī Meža valsts reģistrā;

1.9. noteikt, ja mizgrauža invadēti koki ir konstatēti B aizsardzības zonā, tie atbilstoši 1.6.1. apakšpunktā noteiktajam cērtami sanitārajā vienlaidus cirtē. Šāda platība saglabā aizsardzības zonas funkciju periodā;

1.10. noteikt, ja cirsmas skujkoku mežaudzē ietilpst B aizsardzības zonā vairāk nekā 20% no cirsmas platības, tad B aizsardzības zonā ieskaita visu mežaudzi;

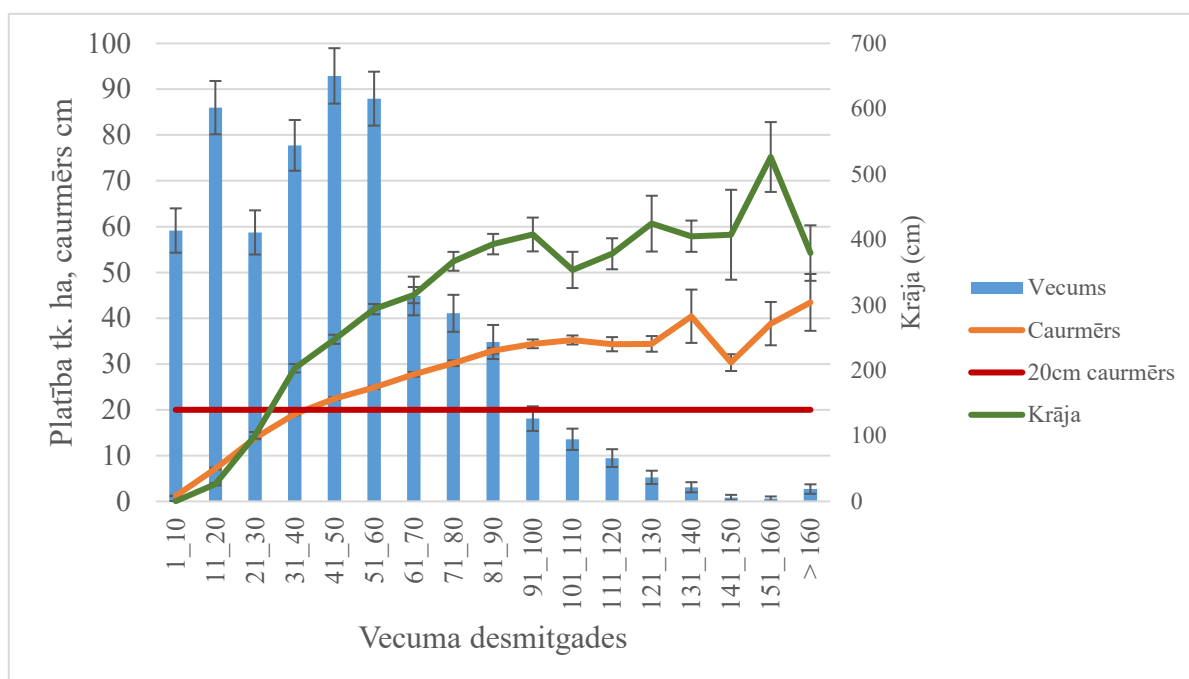
1.11. noteikt, ja cirsmas egļu mežaudzē ietilpst C aizsardzības zonā vairāk nekā 20% no cirsmas platības, tad C aizsardzības zonā ieskaita visu mežaudzi;

5.2. Egļu apsaimniekošanas analīze klimata izmaiņu kontekstā

Egļu astoņzobu mizgrauzis ir vidēji vecu un vecu egļu kaitēklis. Lai gan literatūrā nav konkrēti minēti egļu izmēri, kad tās sāk apdraudēt mizgrauži, parasti mizgrauzis uzbrūk eglēm, kuru caurmērs pārsniedz 20 cm. Atsevišķos gadījumos, ja audzes ir novājinātas, mizgrauzis var apdraudēt arī mazāka izmēra egles. 5.2. attēlā redzams, ka arī audzes, kuras jaunākas par 40 gadiem var būt apdraudētas no mizgraužiem. Šajā pārskatā apskatītajos pētījumos skaidri redzams, ka mizgraužu apdraudējums pieaug, palielinoties egļu vecumam. Augsts mizgraužu apdraudējums raksturīgs egļu audzēm virs 50 gadu vecuma, kurās egļu caurmērs pārsniedz 20 cm. 5.2. attēlā arī redzams, ka egļu platībās novērojams straujš kritums pēc 60 gadu sasniegšanas, kas lielā mērā skaidrojams ar egļu astoņzobu mizgrauža ietekmi. Tādēļ galvenā pretruna starp esošo likumdošanu un ilgtspējīgu egļu audžu apsaimniekošanu ir saistīta ar egles galvenās cirtes vecumu. Pašreizējais galvenās cirtes vecums eglei ir 81 gads, un tas nav mainīts kopš 20. gadsimta vidus, kad ciršanas vecums tika noteikts, balstoties uz saimnieciskā izdevīguma principiem. Klimata pārmaiņu apstākļos, kad mizgraužu apdraudējums sākas jau

50 gadu vecumā, egļu apsaimniekošana, plānojot tās līdz 81 gada vecumam, kļūst praktiski neiespējama. Sanitārās izlases cirtes, kas tiek veiktas, cenšoties mazināt mizgraužu bojājumus, neuzlabo audžu veselību, turklāt nodara papildu kaitējumu videi, kas nenodrošina saimniecisko zaudējumu samazinājumu.

Ir būtiskas atšķirības mizgraužu apdraudējuma riskā egļu audzēs uz dažādām augsnēm. Mazāk mizgraužu bojājumi skar egļu audzes sausajos meža tipos, savukārt susinātajos meža tipos mizgraužu apdraudējums eglēm pieaug straujāk, sasniedzot 50 gadu vecumu. Platību samazinājums susinātajos meža tipos starp 51–60 gadiem un 61–70 gadiem ir 53%, kamēr sausieņu mežos tas ir 47 gadi (5.3. att.). Strauju audžu veselības pasliktināšanos, kas rezultējas mizgraužu invāzijā, var novērot novados, kurās ir lielas susināto mežu platības (Pierīga, Jēkabpils, Madona). Šīs audzes tika pakļautas arī egļu bruņuts intensīviem postījumiem 2010.–2012. gados.



5.2. attēls. Egļu mežaudžu platība un caurmērs sadalījumā pa vecuma desmitgadēm (Nacionālā meža monitoringa 2023. gada dati).

Alternatīvā egļu audžu apsaimniekošana, balstoties uz egles caurmēru, var būt efektīvāka pieeja, lai mazinātu mizgraužu apdraudējumu un samazinātu zaudējumus mežos. Esošais normatīvais regulējums, kas nosaka galvenās cirtes vecumu atkarībā no audzes bonitātes klases, nosaka egles caurmēru no 26 cm līdz 31 cm, kas aptuveni atbilst 80 gadu vecumam (5.2. att.). Līdz ar to caurmērs tikai daļēji nodrošina mizgraužu apdraudēto audžu novākšanu pirms būtiskiem zaudējumiem, kā arī nedod iespēju efektīvi ierobežot mizgraužu populāciju.

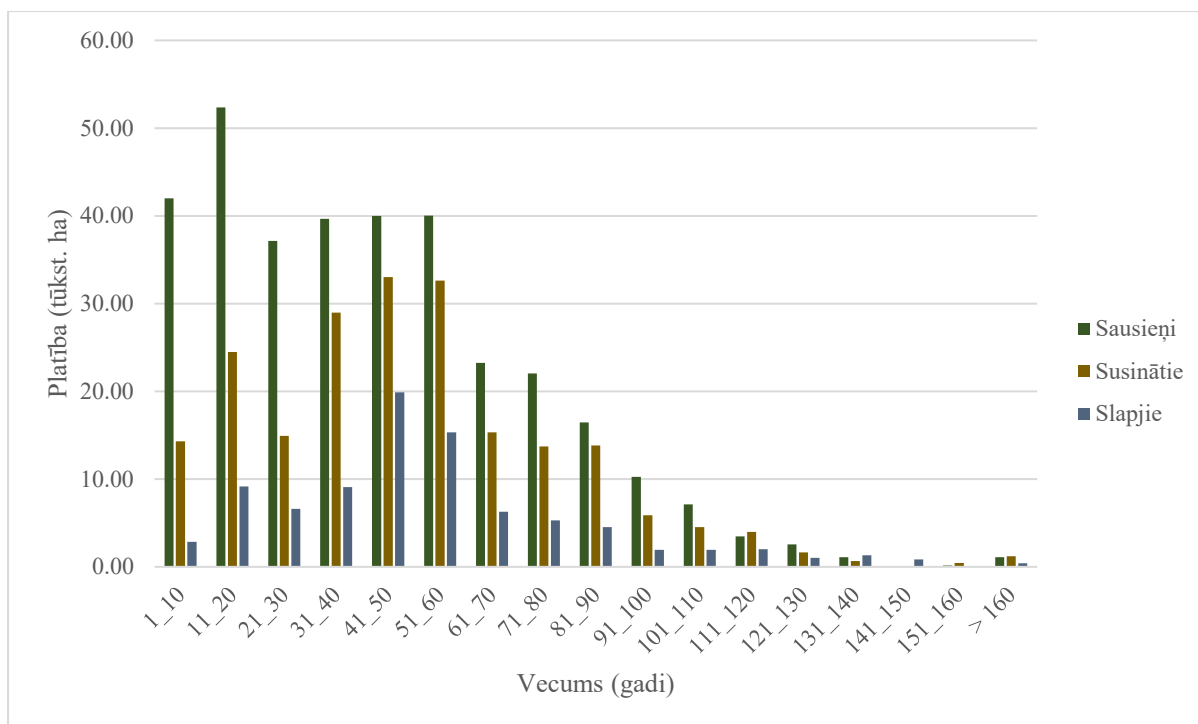
Mizgraužu savairošanās Latvijā kopš 2021. gada ir radījusi ievērojamu kaitējumu eglēm, īpaši vērtīgām mežaudzēm, un ir novērots plašs bojājumu pieaugums daudzos Latvijas reģionos. Savairošanās maksimumā 5,25% no visām 50 gadus un vecākām eglēm tika mizgraužu invadētas (5.4. att.). No 2022. gada spēkā ir Valsts meža dienesta rīkojums, kas ierobežo saimniecisko darbību vērtīgo egļu audžu aizsardzībai un atvieglo bojāto audžu nociršanu atjaunošanas cirtē ar mērķi samazināt mizgraužu populāciju, radīt apstākļu feromonu slazdu izvietošanai un mazināt ekonomiskos zaudējumus meža īpašniekam. Divu gadu laikā vērojama strauja mizgraužu kaitējuma apjoma mazināšanās, kas 2024. gadā bija 2,85% no

visām eglēm vecākām par 50 gadiem. Laika posmā starp masveida savairošanās gadiem no 2010. gada līdz 2020. gadam svaigi invadēto egļu daudzums nepārsniedza 1% (vidēji 0,51%). Līdz ar to 1% bojājumu no visām eglēm, kas vecākas par 50 gadiem, būtu jāuzskata par masveida savairošanās sliksni, kad būtu jānosaka īpaši egļu audžu aizsardzības pasākumi. Ja mizgraužu bojāta egļu audze netiek savlaicīgi nocirsta atjaunošanas cirtē, tā strauji zaudē vērtību. Aizsargājamās platībās šādas audzes tiek atstātas dabiskai sukcesijai. Tomēr šādās platībās egļu atjaunošanās parasti nenotiek, un veco egļu biotopu vietā veidojas ar lazdām un vēlāk arī pioniersugām aizaugušas platības.

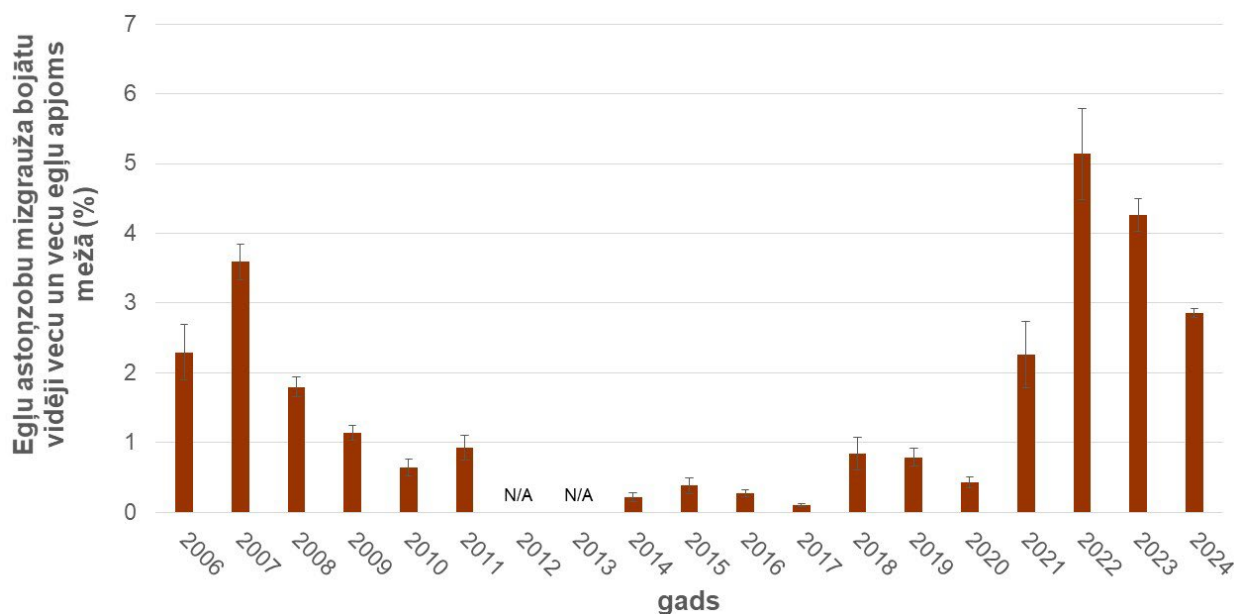
Mistrotas audzes, kuras tiek veidotas, iekļaujot dažādas koku sugas, tiek piedāvātas kā viens no meža audžu noturības veicinošiem pasākumiem. Ideja balstās uz to, ka dažādu sugu koku kombinācija var mazināt vienas sugas kaitēkļu ietekmi, samazinot to uzbrukuma risku. Tomēr šajā pārskatā ir pierādīts, ka mistrojums ne vienmēr nodrošina vēlamo rezultātu attiecībā uz mizgraužu kaitējumu, un dažkārt tas pat var radīt negatīvu efektu.

Kopumā normatīvā vide ir vērsta uz kaitēkļu, tostarp egļu astoņzobu mizgrauža, kaitējuma mazināšanu. Tomēr šobrīd pastāv būtiskas pretrunas starp galvenās cirtes vecumu un caurmēra noteikumiem, kas ne vienmēr atbilst reālajai situācijai, kas veidojas mizgraužu apdraudējuma rezultātā, mainoties klimatam. Izmantojot atviegloto procedūru svaigi invadēto koku ciršanai, kā norādīts VMD rīkojumā, ievērojami samazinās mazvērtīgo kokmateriālu īpatsvars kokmateriālu sortimentā. Mizgraužu savairošanās laikā ir svarīgi ierobežot krājas kopšanas cirtes egļu audzēs ar caurmēru virs 20 cm vasaras mēnešos (no 1. aprīļa līdz 31. augustam). Sanitāro izlases ciršu izmantošanu svaigi bojātās egļu audzēs būtu jāaizstāj ar vienlaidus cirti, īpaši gadījumos, kad audzē ir konstatētas vairākas mizgraužu ligzdas.

Pieaugot attālās izpētes iespējām, ir būtiski veicināt šādu datu izmantošanu lēmumu pieņemšanā un atbalsta sniegšanā meža īpašniekiem. Šobrīd satelītu attēlu izmantošana mizgraužu bojāto audžu noteikšanai vēl ir samērā neprecīza, taču, izmantojot laika rindas, šāda veida datus varētu izmantot, lai noteiktu, vai vērtīgajām egļu audzēm būtu jānoņem aizsardzības statuss. Tas ļautu atvieglot ierobežojumus pieguļošām mežaudzēm gados, kad mizgraužu savairošanās apstākļos tiek izdots VMD rīkojums par ierobežojošiem pasākumiem. Ir nepieciešams nodrošināt attālās izpētes datu pieejamību visiem Latvijas mežiem, jo šobrīd vairāki pakalpojumu sniedzēji piedāvā šos datus, taču tie bieži vien nav pieejami vai ir pārāk dārgi privātajiem meža īpašniekiem.



5.3. attēls. Egļu mežaudžu platības vecuma desmitgadēm sadalījumā pa augšņu veidiem (Nacionālā meža monitoringa 2023. gada dati).



5.4. attēls. Egļu astoņzobu mizgrauža bojājumu apjoma izmaiņas kopš 2006. gada egļu audzēs, kas vecākas par 50 gadiem (Nacionālā meža monitoringa dati).

5.3. Priekšlikumi normatīvo dokumentu izmaiņām

1. Samazināt egles cirtmetu susinātajos un slapjajos meža tipos līdz 61 gadam.
2. Samazināt caurmēru egļu audžu ciršanai pēc caurmēra. Ja bonitāte varētu palikt līdzšinējā vai arī nedaudz samazināt. 29–30 cm atbilstu audzes vecumam 70 gadi. Ņemot vērā, ka mizgraužu būtisks apdraudējums sākas no 20 cm caurmēra, zemākās bonitātēs caurmēra vērtībai galvenajā cirtē jābūt samērīgai ar reālu egles vecumu, ko iespējams izaudzēt nesagaidot masveida egļu kalšanu mizgraužu invāzijas rezultātā. Atkarībā no bonitātes egļu audžu caurmēra robežvērtībai galvenajai cirtei pēc caurmēra būtu jābūt 26–30 cm.
3. Citi koku sugu piemistrojums tiešā veidā neuzlabo egļu audžu noturību, bet svarīgi neveidot lielus viendabīgus egļu masīvus. Tas gan ir saimniecisks lēmums, ko nav iespējams regulēt ar normatīvajiem aktiem.
4. Noteikt mizgraužu masu savairošanās situāciju valstī, ja svaigo bojājumu proporcija pārsniedz 1% no eglēm vecākām par 50 gadiem, vai lokālu savairošanos, ja kādā no mizgraužu lidošanas monitoringa punktiem līdz 1. jūnijam pārsniedz 25 000 vaboļu vidēji vienā slazdā.
5. Mizgraužu masu savairošanās laikā aktualizēt VMD rīkojumu “Par egļu astoņzobu mizgrauža masveida savairošanās situāciju un kaitēkļa ierobežošanas pasākumiem”.
6. Rast pastāvīgu finansējumu privāto meža īpašnieku atbalstam mizgraužu savairošanās gadījumā. Finansējums nepieciešams attālas izpētes datu iegādei, kā arī feromonu slazdu un dispenseru iegādei un slazdu izvietošanai un apsekošanai.