
PĀRSKATS

PAR PĒTĪJUMA REZULTĀTIEM

PĒTĪJUMA NOSAUKUMS	Koku stumbru aizsardzība ar aizsargspirālēm
<u>IZPILDĪTĀJS:</u>	Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava”
<u>PASŪTĪTĀJS:</u>	AKCIJU SABIEDRĪBA “LATVIJAS VALSTS MEŽI”
Līguma Nr.	5-5.5_0022_10_19_45



PĒTĪJUMA ZINĀTNISKĀ VADĪTĀJA: DR.SILV. DAGNIJA LAZDIŅA

LVMI Silava vadošā pētniece

Salaspils, 2020

Saturs

Anotācija	3
Annotation.....	5
Kopsavilkums	7
Ievads	10
1. Aizsargspirāļu un repelenta „WÓBRA” efektivitātes novērtēšana pret briežu dzimtas dzīvnieku radītajiem bojājumiem.	11
1.1. No 2010. līdz 2014. gadam aizsargāto audžu apsekojumi.....	12
Metodika un izpētes vietas.....	12
Paraugkopas raksturojošie lielumi	14
Rezultāti	18
Secinājumi	20
1.2. Apsekojuma rezultāti 2019., 2017. un 2015. gadā ar spirālēm aizsargātajās audzēs ...	21
Metodika un izpētes vietas.....	21
Paraugkopas raksturojošie lielumi	23
Rezultāti	24
Aizsargāto koku skaits	24
Ar aizsargspirāli nosegtais koka stumbrs posms	25
Secinājumi	29
2. Aizsargspirāļu ietekmes uz koku stumbru novērtēšana	30
2.1. Stumbrs koksnes kvalitāte	30
Metodika	30
Rezultāti	33
Šķērsriezumi	33
Garengriezumi.....	33
Secinājumi	34
2.2. Ietekme uz mizu	35
Metodika	35
Rezultāti	38
Kreves miza	38
2010.-2014. gadā aizsargātie koki	38

2015., 2017., 2019. gadā aizsargātie koki	39
Stumbra izsvīdums, aļģes, dzīvie organismi	40
Secinājumi	41
3. Aizsargspirāļu un repelenta „WÓBRA” mehāniskās noturības novērtēšana mainīgos vides apstākļos.....	42
3.1. Aizsargspirāles	42
Metodika	42
Vērtēšanas metodika	42
Rezultāti	45
2010.-2014. gadā aizsargātie koki	45
2015., 2017., 2019. gadā aizsargātie koki	46
Secinājumi	48
3.2. Aizsarglīdzekļa WÓBRA vērtējums	48
Metodika	49
Rezultāti:	49
Secinājumi	51
4. Meža aizsardzības pasākumu un aizsargžogu izmaksu salīdzināšana	52
Metodika – aprēķinu gaita	52
Aprēķins	53
Secinājumi	56
5. Alternatīvie piedāvājumi koku stumbru mehāniskai aizsardzībai.	57

Anotācija

Pētījuma “Koku stumbru aizsardzība ar aizsargspirālēm” mērķis ir noskaidrot aizsargspirāļu un repelenta „WÓBRA” noturību mainīgos vides apstākļos, to kalpošanas efektivitāti koku aizsardzībā pret briežu dzimtas dzīvnieku radītiem mizas bojājumiem, tostarp iespējamo ietekmi uz augošo koku stumbru kvalitāti, koku veselību, kā arī aizsardzības metožu izmaksas salīdzinājumā ar platības iežogšanu.

Izvirzīti sekojoši pētnieciskie uzdevumi:

- novērtēt:
 - aizsargspirāļu un repelenta „WÓBRA” efektivitāti pret briežu dzimtas dzīvnieku radītajiem bojājumiem,
 - aizsargspirāļu ietekmi uz koku stumbru,
 - aizsargspirāļu un repelenta „WÓBRA” mehānisko noturību mainīgos vides apstākļos;
- salīdzināt izmaksas individuālu koku aizsardzības līdzekļu izmantošanai un platības iežogšanai.

Pētījumi veikti 2010.-2014. gadā ierīkotos eksperimentālajos izmēģinājumu nogabalos un kokaudzēs saimnieciskajos mežos, kur 2015., 2017., 2019. gadā ar individuālajiem aizsardzības līdzekļiem – preparātu WÓBRA un plastikāta spirālēm, aizsargāti priežu stumbri. Pētīts kā plastikāta caurules un WÓBRA, kas uzlikti uz priežu stumbriem, lai ierobežotu briežu dzimtas dzīvnieku nodarītos postījumus, ietekmē kreves mizas veidošanos un koku augšanu. Pētītas plastikāta cauruļu mehānisko īpašību izmaiņas un aizsardzības efektivitāte.

Noskaidrots, ka aizsargspirāļu un repelenta WÓBRA pasargā priežu stumbrus no briežu dzimtas dzīvnieku nodarītajiem bojājumiem. Preparāts WÓBRA darbojas vismaz divus gadus, vēlāk ar to apstrādātie koki vairs nav atpazīstami, tāpēc nevar spriest par tā efektivitāti.

Stumbri, uz kuriem aizsargspirāles uzliktas pirms desmit gadiem, ir ar kompaktākam mieturu vietām, nekā neaizsargātie koki. Pārbaudāma tendence, ka ar aizsargspirālēm aizsargātie koki veido nedaudz mazākus ikgadējos pieaugumus nekā aizsargātie. Spirāļu uzlikšana neietekmē kreves mizas veidošanos.

Priežu stumbru aizsardzība jāveic kamēr koki saniež 6 m augstumu. aizsargspirāles nav atkārtoti izmantojamas, jo jau trešajā gadā pēc uzlikšanas tās lūzt, piecus gadus pēc uzlikšanas puse uzlikto spirāļu ir trauslas.

Zem caurspīdīgām aizsargspirālēm vasarā veidojas izsvīdums, sakrājas nobiras, aug aļģes un veidojas dzīvotne dažādiem kukaiņiem. Zem spirālēm dzīvojošie kukaiņi nebojā priežu stumbrus. Zem spirālēm esošas kūniņas neiznīcina putni – spirāles sekmē kukaiņu, putnu barības bāzes, vairošanos.

Iežogošana ir lētāka nekā individuālo aizsarglīdzekļu izmantošana, ja uz 1 ha iežogojamās platības perimetrs ir mazāks kā 1000 m un platība ir vismaz 6,08 ha (rēķinot pēc 2020.gada cenām).

Annotation

The aim of the study "Protection of tree trunks with plastic spirals" is to determine the resistance of plastic spirals and repellent "WÖBRA" to changing environmental conditions, their effectiveness in protecting trees against bark damage caused by deer, including possible effects on growing tree trunk quality, tree health and protection, and calculate the cost of the methods - comparing to fencing the area.

Research tasks:

- evaluate:
 - effectiveness of the protective plastic spirals and the repellent "WÖBRA" against deer damage to trunks,
 - effects of protective spirals on tree trunk,
 - mechanical resistance of protective spirals and repellent "WÖBRA" in changing environmental conditions;
- comparing of the costs of using individual tree protection method and fencing the area.

The research was conducted in pine stands, where in 2010-2014 and 2015, 2017, 2019, pine trunks were protected with individual protective agents – plastic spirals or repellent WÖBRA. It has been studied how plastic spirals and WÖBRA placed on pine trunks affect the formation of bark and tree growth. Stability of the mechanical properties of plastic spirals and protection efficiency had been studied.

It has been found that the plastic spiral and the repellent WÖBRA protect pine trunks from damage caused by cervids. WÖBRA has been used for at least two years, after which the trees treated with it are no longer recognizable, so its effectiveness cannot be judged.

The trunks on which spirals were placed ten years ago have more compact stalks than unprotected trees. The trend is that the trees protected by the spirals form slightly smaller annual growths than the unprotected ones.

The application of spirals does not affect the formation of the rind. The protection of pine trunks must be carried out while the trees are 6 m tall. Plastic spirals are not reusable, because already in the third year after installation they lost elasticity, five years after installation half of the installed spirals are fragile.

Under the transparent protective spirals, swelling forms in the summer, litter accumulates, algae grow and the habitat of various insects forming below plastic. Insects living under spirals do not damage pine trunks. The larvae under the spirals are not available for birds - the spirals promote the reproduction of insects, the food base of birds.

Fencing is cheaper than the use of individual protective program, if the perimeter for 1 ha of fenced area is not more than 1000 m and area is at least 6,08 ha (calculated at 2020 prices).

Kopsavilkums

Pētījumus par briežu dzimtas dzīvnieku jaunaudzēm nodarīto postījumu ierobežošanas iespējām Latvijas mežos, izmantojot mehāniskus aizsardzības līdzekļus uzsāka 2010. gadā. Pamatojoties uz 2014. gadā noslēgtā pētījuma rezultātiem, pieņēma lēmumu ieviest praksē koku stumbru aizsardzību ar plastikāta spirālēm. Pētījuma “Koku stumbru aizsardzība ar aizsargspirālēm” mērķis ir noskaidrot aizsargspirāļu un repelenta „WÖBRA” noturību mainīgos vides apstākļos, to kalpošanas efektivitāti koku aizsardzībā pret briežu dzimtas dzīvnieku radītiem mizas bojājumiem, tostarp iespējamo ietekmi uz augošo koku stumbru kvalitāti, koku veselību, kā arī aizsardzības metožu izmaksas salīdzinājumā ar platības iežogojumu.

Pētnieciskie uzdevumi iedalīti četrās aktivitātes:

- A Aizsargspirāļu un repelenta „WÖBRA” efektivitātes novērtēšana pret briežu dzimtas dzīvnieku radītajiem bojājumiem
- B Aizsargspirāļu ietekmes uz koku stumbru novērtēšana
- C Aizsargspirāļu un repelenta „WÖBRA” mehāniskās noturības novērtēšana mainīgos vides apstākļos
- D Individuālu koku aizsardzības līdzekļu un platības iežogojuma izmaksu salīdzinājums

Aizsargspirāles un „WÖBRA” efektīvi pasargā koku stumbrus no briežu dzimtas dzīvnieku radītajiem bojājumiem. Aizsarglīdzeklis WÖBRA darbojas vismaz divas sezonas – nav jaunu/svaigu priežu stumbru bojājumu. Ja uz kokiem uzlikta aizsargspirāle, audzē būtiski mazāk bojāto koku un zemāka bojājumu intensitāte. Augstumā no 0,5 līdz 2 metri ar aizsargspirāli kvalitatīvi aptīts posms ir efektīvi aizsargāts no briežu dzimtas dzīvnieku nodarītiem mizas bojājumiem. Nozīmīgi 4.–5. pakāpes mizas un stumbra bojājumi ir sastopami tikai tiem kokiem, kuri nav aprīkoti ar aizsargspirāli. Ja uz priežu stumbriem uzlikta aizsargspirāle, tikai 5,7% koku stumbriem sastopami 2. vai 3.pakāpes mizas bojājumi, kas atrodas stumbra neaizsargātajā daļā, kamēr bez aizsargspirālēm – 25,3% koku ir sastopami 3.-5.pakāpes mizas bojājumi. Jaunaudzēs, kur koku augstums pārsniedz 6 m, briežu dzimtas dzīvnieki vairs neizraisa nozīmīgus mizas bojājumus. 2015.-2019.gadā aizsargātajās audzēs vēl sastopami koki ar svaigiem mizas bojājumiem. Apsekotajās priežu audzēs, neatkarīgi no priežu augstuma un vecuma, ar aizsargspirāli nosegtais koku stumbru posms ir no 50 cm līdz 2 m augstumā, ja vien koku garums spirāles uzlikšanas brīdī to atļauj. Perforētas plastikāta

spirāles piecus gadus pēc uzlikšanas vēl joprojām pilda stumbru aizsardzības funkciju un tās ir jāatstāj uz koku stumbriem. Ar aizsargspirālēm aizsargāti koki ir bojāti, ja aizsargmateriāls ir uzlikts nepietiekami augstu. Ja ir pareizi uzliktas spirāles, tad bojāto koku maz (3%), kamēr neaizsargāto koku grupā miza bojāta 25% koku. Sausieņu un slapjainu mežu nogabalos ir salīdzinoši augstāks svaigu stumbra bojājumu īpatsvars nekā purvaiņos. Vēl skaidrojami iemesli, kāpēc pārmitros meža tipos koki ir mazāk pakļauti briežu dzimtas dzīvnieku postījumiem, vai tas ir saistīts ar mežam raksturīgo daudzveidīgo veģētāciju un paaugu - bagātīgāku papildus barošanās bāzi, kas nav raksturīga mežiem uz sausākām un nabadzīgākām augsnēm, vai dzīvnieku pārvietošanās apgrūtinājumiem.

Aizsarglīdzeklis WÓBRA kļūst grūtāk pamanāms ar katru nākamo sezonu pēc apstrādes, desmit gadus pēc apstrādes veikšanas, tā pēdas uz koku stumbriem nav saskatāmas. Aizsargspirāļu pielietošanai nav novērota būtiski negatīva ietekme uz koku stumbru augšanu un to kvalitāti. Ar spirālēm aizsargātajiem kokiem stumbru mieturu vietas ir mazāk izteiktas, nekā neaizsargāto koku stumbriem. Veidojot lielāku paraugkopu, papildus pētāma tendence, ka ar spirālēm aptītiem stumbriem, salīdzinot ar neaizsargātajiem, ir proporcionāli mazāki radiālie pieaugumi. Aizsargspirāļu uzlikšana neaizkavē kreves mizas veidošanos, arī gadījumos, kad zem aizsargspirāles veidojās izsvīdums un aļģu apaugums, kreves mizas veidošanos primāri ietekmē koka vecums un augstums. Ja ir izveidojusies kreves miza, tad aizsargspirāles vairs nav nepieciešamas, tas atbilst vismaz 11 gadus vecām priežu audzēm (10 mieturi) vai koku augstumam virs 7 metriem. Izsvīdums veidojas gan zem caurspīdīgām, gan zem puscaurspīdīgām (bioloģiski noārdāmas) perforētām spirālēm. Aļģes ievērojami vairāk un biežāk ieviešas zem caurspīdīgām aizsargspirālēm, ko var skaidrot ar labāku apgaismojumu zem spirāles. Pirms koka stumbrs sasniedz spirāles diametru, aiz tās uzkrājas nobiras. Vēlāk nobiras kļūst par labvēlīgu dzīves un vairošanās vidi bezmugurkaulniekiem, daudzi no tiem ir putnu barības bāze. Lai vērtētu matētu bioloģiski noārdāmo spirāļu ietekmi uz stumbru, būtu nepieciešama lielāka datu kopa ar perforētām matētām aizsargspirālēm. Turpmāk skaidrojams vai kokiem, kuriem uzliktas aizsargspirāles, ir vairāk zaru apkodumu nekā neaizsargātajiem kokiem. Vai briežu dzimtas dzīvnieki "ēdienkartē" priežu stumbru nepārkoksnējušos mizu neaizstāj ar sānzariem.

Pirmajā sezonā pēc uzlikšanas uz stumbra, aizsargspirāles ir elastīgas, bet sākot ar trešo gadu pēc uzlikšanas, tās zaudē elastību - plīst un lūzt. No stumbriem nokritušo aizsargspirāļu īpatsvars pat pēc 10 gadiem nepārsniedz 10%. Aizsargspirāles saglabā efektivitāti aizsardzībai

pret briežu dzimtas dzīvnieku nodarītiem stumbra bojājumiem ilgi pēc to uzlikšanas, pa ja tās vairs nav tik elastīgas un ir sākušas lūzt. Aizsargspirāles var noņemt brīdī, kad kokiem ir izveidojusies kreves miza, bet tās nevajadzētu atstāt ilgāk par 10 gadiem kopš uzlikšanas brīža. Ilgāka spirāļu atstāšana var apgrūtināt to izvākšanu un veicināt vides piesārņojumu ar plastikātā materiāliem, jo plastmasa kļūst trausla, sadalās - iestājas mikroplastmasas piesārņojuma riski.

Mežaudzes iežogošana atmaksājas, ja iežogšanas izmaksas ir mazākas par mērķa koku individuālu aizsardzības līdzekļu iegādes, uzlikšanas un apkopes izmaksām - 2020.gada izmaksu līmenī mežaudzes iežogošana ir lētāka nekā meža koku individuāla aizsardzība, ja 1 ha iežogojamās platības perimetrs nepārsniedz 1000 m.

Pētījumos piedalījās Dagnija Lazdiņa, Toms Artūrs Štāls, Kārlis Dūmiņš, Santa Neimane, Austra Zuševica, Viktorija Vendina, Kristaps Makovskis.

Ievads

Aļņu, staltbriežu un stirnu populācijas Latvijā jūtas ļoti labi. Briežu dzimtas dzīvnieku barības bāzē ietilpts gan lakstaugi, gan arī koku zari un miza. Kad tēviņiem ragi jāatbrīvo no ādas, tie bojā koku stumbrus trinot gar tiem ragus. Visi briežu dzimtas dzīvnieki ēd jauno koku mizu un zarus, lapas, skujas. Briežu dzimtas dzīvnieku populācijas aug straujāk nekā līdz šim, tāpēc, lai izaudzētu kokus ar nebojātiem stumbriem, ir jāveic koku aizsardzība padarot stumbru dzīvniekiem nepieejamu un/vai nepievilcīgu lietošanai uzturā. Stumbrus var aizsargāt gan ar ķīmiskiem, gan mehāniskiem līdzekļiem. Uz stumbriem uzsmidzināmas vai uzklājamas bioloģiskas izcelsmes smēres dzīvniekus atbaida ar nepatīkamu smaku vai tekstūru. Savukārt mehāniskie līdzekļi pārklāj stumbru, neļaujot dzīvniekam piekļūt mizai. Mehāniskie līdzekļi ir nemainīga izmēra vai arī elastīgi. Elastīgas plastikāta spirāles, kokam augot, padodas līdz stumbram. Aizsarglīdzekļi var būt izgatavoti no biodegradabla materiāla, vai arī no vidē relatīvi noturīgām vielām un kompozītmateriāliem.

Pirmos pētījumus par plastikāta spirāļu un aitu taukus saturoša preparāta WOBRA izmantošanas iespējām priežu un ozolu mežu aizsardzībai, lai mazinātu briežu dzimtas dzīvnieku nodarītos koku stumbru mizas bojājumus, uzsāka 2010. gadā. Pamatojoties uz 2014. gadā noslēgtā pētījuma rezultātiem, praksē ieviesa koku stumbru aizsardzību ar plastikāta spirālēm.

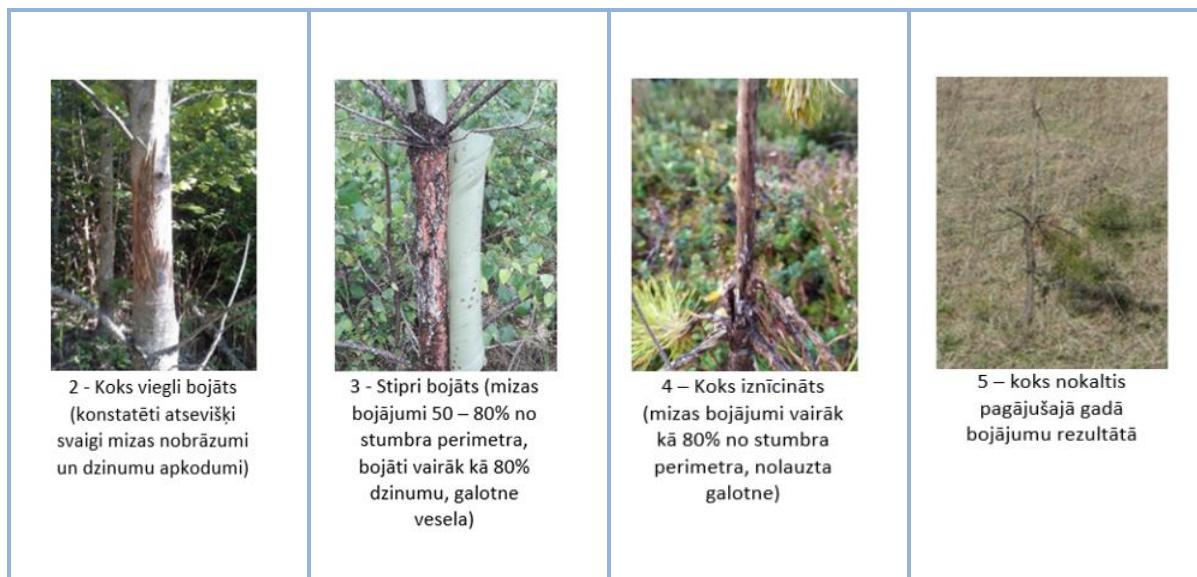
Pētījuma darba uzdevumos paredzēts atkārtoti apsekot 2011. gadā ierīkotos izmēģinājumu objektus un priežu jaunaudzēs, kurās mērķa koku stumbri aizsargāti ar plastikāta spirālēm 2015., 2017. un 2019. gadā. LVMI Silava zinātniekiem jāvērtē aizsargspirāļu un repelenta „WÓBRA” noturība mainīgos vides apstākļos un to kalpošanas efektivitāte koku aizsardzībā pret briežu dzimtas dzīvnieku radītiem mizas bojājumiem, jānosaka spirāļu iespējamā ietekme uz augošo koku stumbru kvalitāti, koku veselību. Izmantojot LVM jaunaudžu aizsardzības izmaksu datus, jāsalīdzina patlaban praktizēto aizsardzības metožu izmaksas salīdzinājumā ar platības iežogšanu.

1. Aizsargspirāļu un repelenta „WÓBRA” efektivitātes novērtēšana pret briežu dzimtas dzīvnieku radītajiem bojājumiem.

Priežu stumbru aizsardzības efektu ilgtermiņā, vērtēja 2020. gada ziemā, apsekojot 2010.-2014. gadā veiktā pētījuma¹ “Stumbra individuālo aizsardzības metožu izvērtējums jaunaudzēs” laikā ierīkotos parauglaukumus. Bet spirāļu ietekmi uz stumbru un mizu vērtēja 2020. gada vasarā, apsekoja 2015., 2017. un 2019. gadā ar plastikāta spirālēm aizsargātās audzes LVM saimnieciskajos mežos.

Lai no briežu dzimtas dzīvnieku postījumiem pasargātu priežu stumbrus un to mizu, izmantotas divu veida aizsargspirāles. Neperforētas un perforētas caurspīdīgas aizsargspirāles, sastopamas 2010.-2014. gada audzēs. Bet, sākot ar 2015. gadu, izmantotas perforētas caurspīdīgas vai perforētas bioloģiski noārdāmas – tādas, kuras ir caurumotas, matētas un vēlāk bioloģiski sadalās. Latvijas likumi paredz, ka plastmasas spirāles pēc to kalpošanas laika ir jānoņem un jāutilizē.

Koku bojājuma pakāpi vērtēja atbilstoši Nacionālā meža monitoringa 1.4. aktivitātes "Meža kaitēkļu un slimību monitorings" metodikai² (Att. 1.).



Att. 1. Koku bojājuma pakāpes.

¹ https://www.lvm.lv/images/lvm/Petijumi_un_publicikacijas/Petijumi/LVM_GALAT_ATSKAITE_2014_01_13_vers.2.pdf

²

http://www.silava.lv/userfiles/file/Nacionalais%20meza%20monitorings/Kait%C4%93k%C4%BCu%20un%20slim%C4%ABbu%20monitoringa%20metodika%2017_12_2013.pdf

Kokiem uzmērīja augstumu, caurmēru krūšu augstumā (1,3 m no sakņu kakla), noteica mieturu skaitu, novērtēja mizas stāvokli (vai ar spirālēm noklātajā stumbra daļā ir izveidojusies kreves miza). Kreves mizas esamību vērtēja augstumā, kas ir aptuvenais briežu dzimtas dzīvnieku nodarīto bojājumu augstums - tiem apkožot vai noskrāpējot mizu. Katrā parauglaukumā apsekoja visas priedes - gan ar, gan bez aizsargspirāles, uzskaitīja bojāto, un nebojāto koku skaitu un sezonu kad veikti bojājumi (svaigi, senāki), kā arī to veidu:

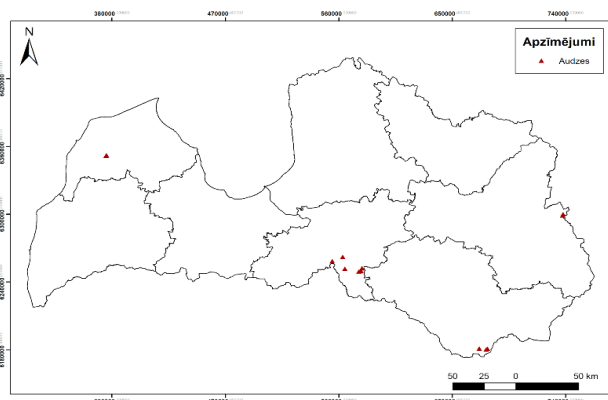
- stumbra bojājumi %;
- zaru bojājumi %;
- galotnes bojājumi %.

Pārbaudot kreves mizas esamību – vērtēja, vai aizsargspirāles turpina pildīt aizsardzības funkciju un vai to atrašanās uz stumbra vēl ir nepieciešama. Svaigu bojājumu esamību uzskaitīja, lai iegūtu informāciju, cik ilgu periodu uz stumbra būtu, jatur plastikāta aizsargspirāle, jo, ja audzēs vēl ir sastopami sveigi bojājumi līdzīga augstuma un līdzīga vecuma neaizsargātajiem kokiem, tas nozīmē, ka aizsargspirāle vēl ir nepieciešama.

1.1. No 2010. līdz 2014. gadam aizsargāto audžu apsekojumi

Metodika un izpētes vietas

Ar spirālēm aizsargātās priežu audzes apsekoja 2020. gada februārī. Novērtēja briežu dzimtas dzīvnieku nodarītos postījumus parauglaukumos, kurus ierīkoti laika posmā no 2010. līdz 2014. gadam Ziemeļkurzemes, Vidusdaugavas, Dienvidlatgales un Ziemeļlatgales reģionā. (Att. 2., Tabula 1.).



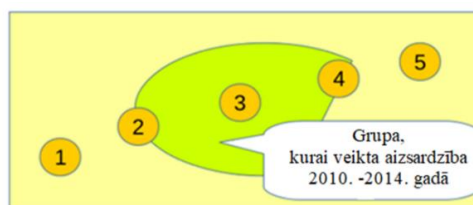
Att. 2. Apsekoto audžu nogabalu atrašanās vietas.

Uzskaiti veica 50 m² lielos parauglaukumos (rādiuss 3,99 m)³ (atb. MK not. Nr. 935 Noteikumi par koku ciršanu mežā), jo audzēs, kur aizsardzība veikta no 2010. līdz 2014. gadam, koku augstums bija 3 - 10 metri, vidēji 6 metri.

Tabula 1. Apsekoto audžu saraksts

Reģions	Kv. apgabals	Mežniecība	Kv.	Nog.
Ziemeļkurzeme	710	Ugāles	143	31
			152	19
			153	1
Vidusdaugava	507	Jaunjelgavas	317	28
			280	19
	510	Neretas	105	6
			157	9
			254	14
			13	35
511		15	11	
Dienvidlatgale	313	Grīvas	201	8
			61	8
			199	17
Ziemeļlatgale	810	Kārsavas	201	34
			202	4

Koku aizsardzība bija veikta grupās, nevis izklaidus vienmērīgi visā nogabalā, tāpēc parauglaukumus izvietoja šādi – vienu aizsargātās grupas vidū, divus malās (uz robežas) un divus ārpus tām (Att.3.).



Att. 3. Uzskaites parauglaukumu izvietojums audzē.

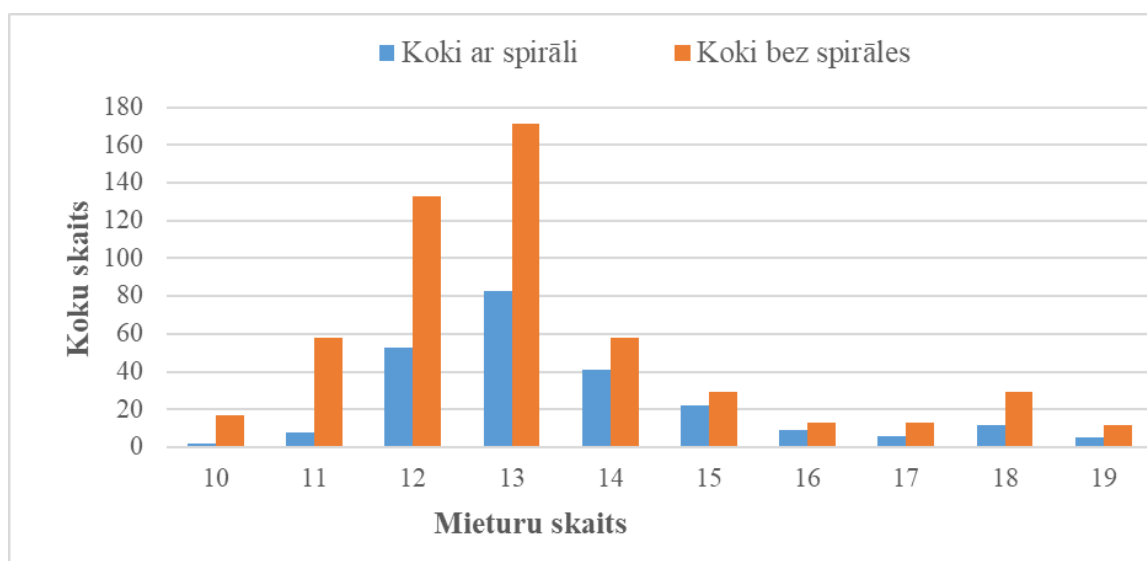
Apsekojot audzes, uzmērīja koku augstumus, caurmērus, saskaitīja mieturus, noteica kreves mizas esamība, veica bojājumu uzskaiti un novērtēja spirāļu stāvokli (Tabula 2.)

Tabula 2. Datu uzskaites matrica

Koka nr.	Spirāles esamība	Augstums	Mieturu skaits	Caurmērs	Kreves miza	Bojājumu pakāpe
Mizas bojājumi	Dzinumu bojājumi	Galotnes bojājumi	Bojājuma vieta	Spirāles noturība	Spirāles segums	Spirāles stabilitāte

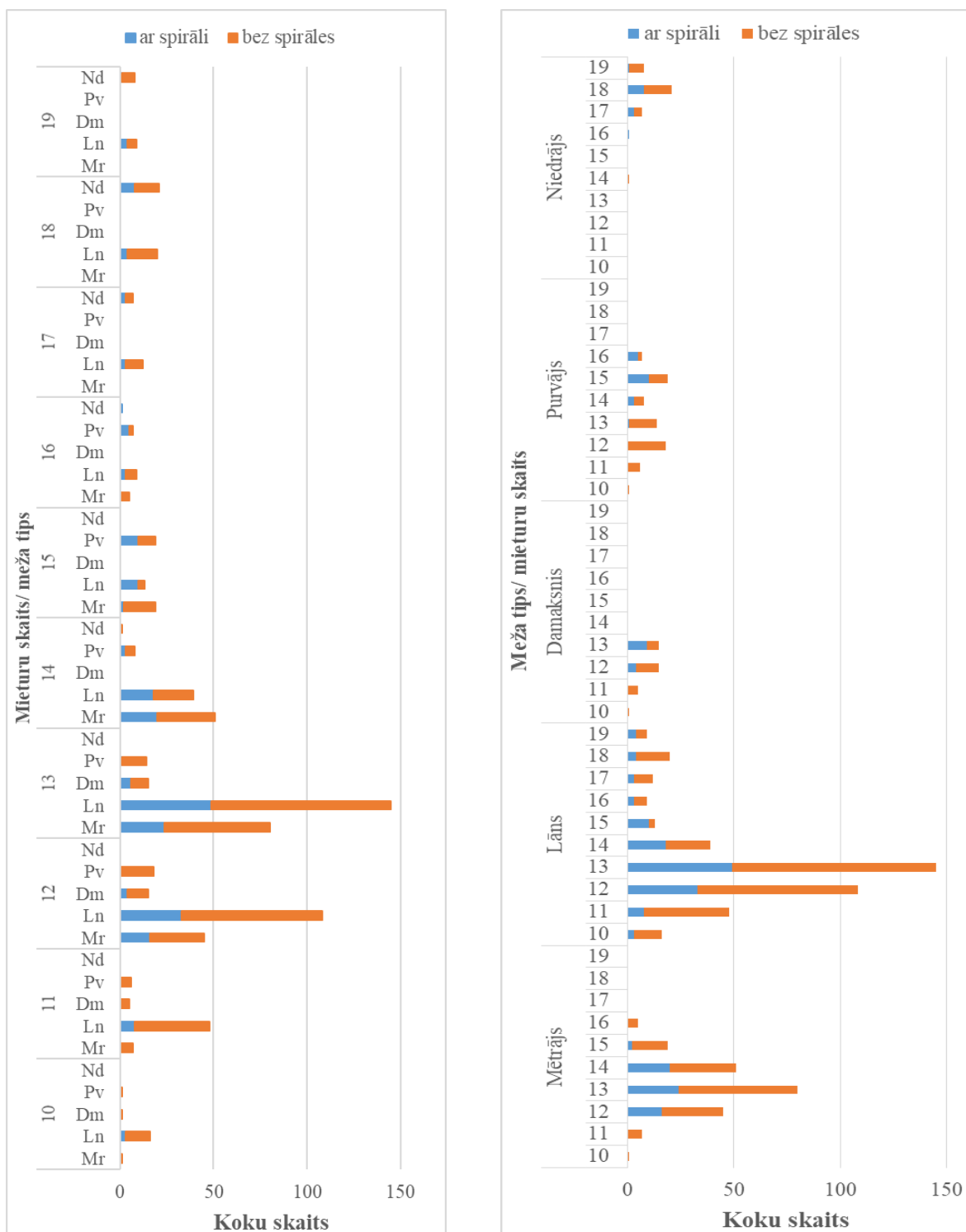
Paraugkopas raksturojošie lielumi

Uzmērīti un novērtēti 774 koki, tai skaitā 533 neaizsargāti koki un 241 koki ar aizsargspirālēm. Vērtējot aizsardzības efektu, ņemts vērā koku augstums un vecums atbilstoši uzskaitītajam mieturu skaitam (mieturu skaits), kas nozīmē aptuvenais koka vecumu ± 1 gads. Spriežot pēc mieturu skaita, 2010.-2014. gadā aizsargāti dažāda vecuma koki (Att. 4.). Ja kokam ir 10 mieturi (apsekoja 2020. gada ziemā), tas nozīmē, ka kokam laika periodā no 2010.- 2014. gadam, kad uzliktas spirāles, bija attiecīgi aptuveni no 4 līdz 6 gadi.



Att. 4. Uzskaitīto koku skaits ar dažādu mieturu skaitu.

Apsektas audzes piecos meža tipos (Att. 5.). Nīdrājā un lānā apsekotajām priedēm bija saskatāmi 17, 18, 19 mieturi, mētrājā, lānā, purvājā, dažiem kokiem arī nīdrājā, bija no 12 līdz 16 mieturiem, bet tikai 10, 11, 12 izšķirami mieturi – priedēm mētrājā, lānā, damaksnī, dažiem kokiem purvājā.



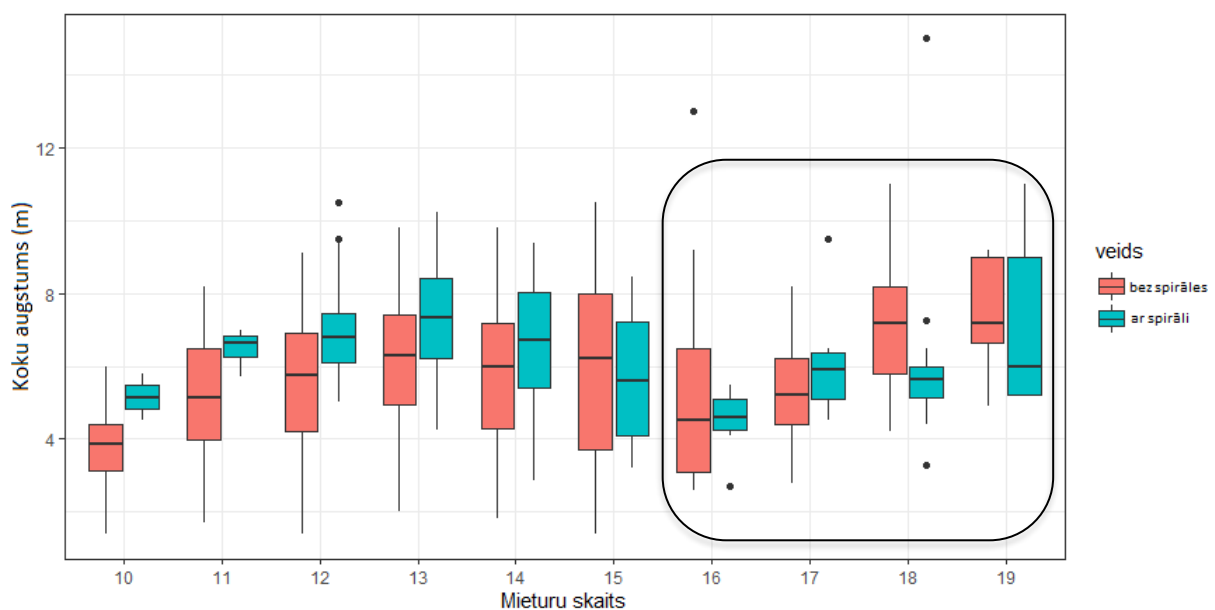
Att. 5. Koku ar un bez aizsardzības spirālēm sadalījums – mieturu skaits un meža tipi. Meža tipi: Mr - mētrājs, Ln- lāns, Dm- damaksnis, Pv- purvājs, Nd- niedrājs.

Lai uzskatāmāk vizualizētu datu izkliedi, iegūtos rezultātus attēloja ar *boxplot* jeb kastu tipa grafikiem (Att. 6.). Vertikālā nogriežņa garums attēlo paraugkopas lielumu jeb attālumu no minimālās līdz maksimālajai vērtībai, izņemot ekstrēmumus, kas tiek attēloti ar melnajiem punktiem. Pats *box* jeb kaste attēlo, kādā diapazonā ir izklidēti rezultāti starp 25% mazāko

vērtību un 25% lielāko vērtību mērījumiem, bet horizontālā līnija kastē ir paraugkopas mērījumu mediāna. Vidējais aritmētiskais neatspoguļo objektīvu informāciju situācijās, kad datu kopā ir atsevišķi ļoti lielas vai mazas vērtības, tāpēc šādos gadījumos salīdzina mediānas, kas ir augošā secībā sakārtotu datu virknes vidējais elements.

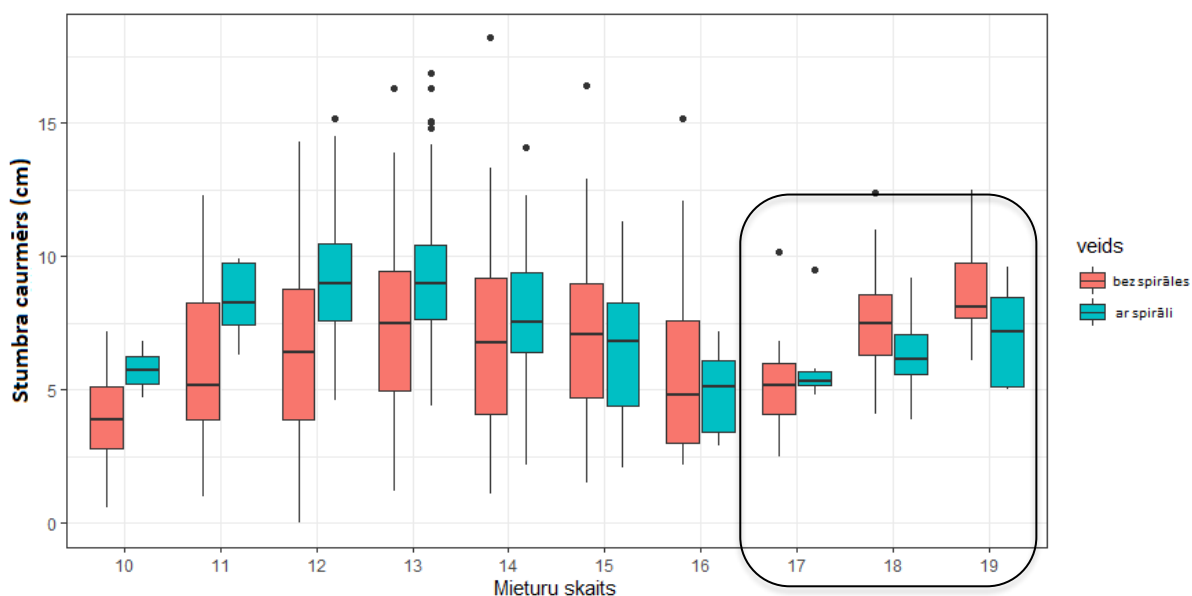
Gan aizsargātajiem kokiem, gan neaizsargātajiem kokiem izvērtēja koku augstumus pie attiecīgā mietura skaita (Att. 6.). Visos mežu tipos, koku grupai ar līdz 13 mieturiem un bez aizsargspirāles, augstuma mediānā vērtība bija zemāka, salīdzinot ar kokiem ar aizsargspirālēm. Tātad pirms 10 gadiem aizsargāja vecākos vai lielākos kokus. Gan aizsargātie gan neaizsargāto koki augstāki, ja tie vecāki - saskaitāmi vairāk mieturi.

Koku grupa ar 17-19 mieturiem aug niedrāja un purvāja meža tipos, tāpēc īsāki nekā sausieņu mežos augušie. Koki, kuriem 16 un vairāk mieturu ir salīdzinoši maza paraugkopa (Att. 5.).



Att. 6. Koku augstums neaizsargātajiem un aizsargātajiem kokiem (apzīmējumi bez-neaizsargātie koki, spirāle- koki ar aizsardzību).

Koka caurmēri (DBH) un mieturu skaits korelē un uzrāda tādu pašu tendenci kā koka augstums attiecībā pret mieturu skaitu (Att. 7.) kā neaizsargātajiem, tā aizsargātajiem kokiem.



Att. 7. Stumbra caurmērs neaizsargātiem un aizsargātiem kokiem (apzīmējumi bez-neaizsargātie koki, spirāle- uzlikta spirāle).

Koku krūšaugstuma caurmēram (DBH) ir būtiska saistība ar koku augstumu un aizsardzības veidu (ir uzliktas aizsargspirāles, vai nav tās), kā arī aizsardzībai un ar spirālēm noklātā stumbra posma augstumam ir būtiska faktoru savstarpējā attiecība, kas norāda uz to, ka aizsargāti vecākie un /vai garākie koki (koku caurmēram ir būtiska pozitīva korelācija ar aizsardzības veidu un augstumu ($p=0.001$), augstumam un aizsardzības veidam ir būtiska arī savstarpējā saistība attiecībā pret caurmēru ($p=0.04$)). Aizsargātie koki ir gan augstāki, gan druknāki – ir panākts vēlamais efekts.

Pirms septiņiem un vairāk gadiem uz priežu stumbriem uzlikto aizsargspirāļu stāvoklis dažādās mežaudzēs atšķiras to ietekmē spirāļu uzlikšanas veids un augšanas apstākļi. Pārmitros apstākļos, purvāja meža tipā, priedes arī pēc vairākiem gadiem ir pārāk tievas, lai spirāle piekļautos, savukārt optimālā mitruma režīmā augušajām priedēm caurmēri pārsniedz spirāļu sākotnējo diametru. Spirāles padodas līdz stumbra diametra pieaugumam un vairs nenoklāj pilnīgi visu stumbru. Pēc 8 gadiem, kopš uzlikšanas, spirāļu materiāla fizikālās īpašības mainījušās – tās ir ļoti trauslas, lūzt un nokrīt no koku stumbriem, nespēj padoties līdz stumbra pieauguma, kā pirmajos gados.

Jaunākām priedēm, kurām vēl nav izveidojusies kreves miza un kuras atrodas blakus vecākiem kokiem, bieži novēroti gan svaigi, gan arī vecāki stumbra mizas bojājumi. Ja aizsargspirāles savulaik uzliktas jaunām un/vai īsām priedēm, bojāta stumbra miza mieturos virs

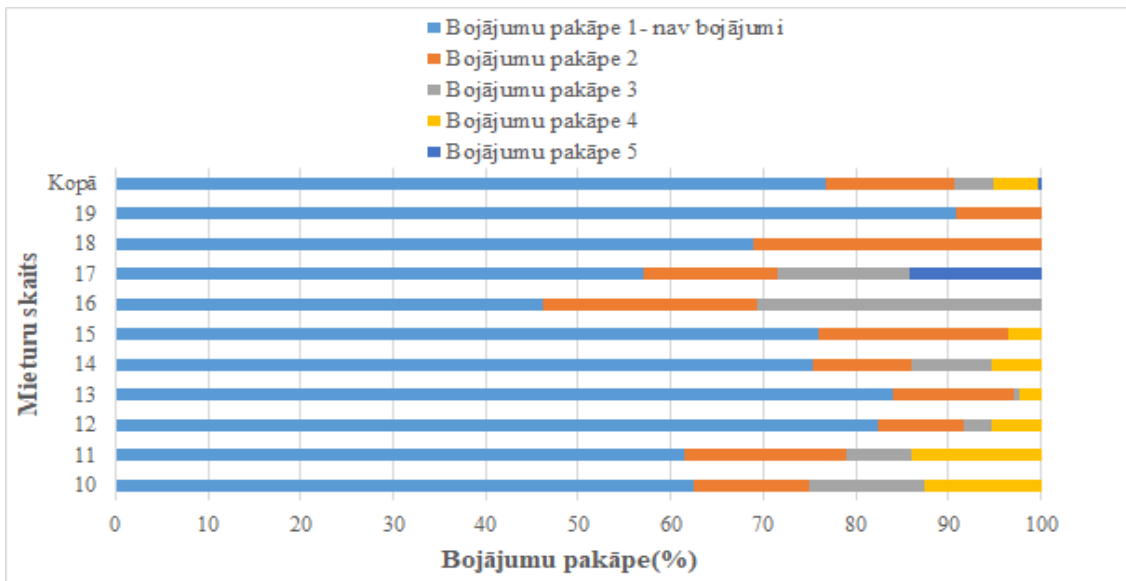
aizsargspirāles, jo koks aizsargspirāļu uzlikšanas brīdī bija par īsu, lai uzliktu spirāli tā, ka tā vēlāk varētu aizsargāt stumbru visā briežu dzimtas dzīvniekiem pieejamā augstumā (Att. 8).

		
<p>Svaigi bojāta miza kociņam bez kreves mizas</p>	<p>Nokritušas spirāles lielāku dimensiju priedēm</p>	<p>Vaļģas spirāles mazāku dimensiju priedēm (pārmitros apstākļos)</p>
		
<p>Svaigi mizas, sānzaru un galotnes bojājumi jaunākām priedēm</p>	<p>Vecs mizas bojājums uz stumbra daļas virs spirāles, kas nav ticis aizsargāts</p>	<p>Pilnībā aizsargāts koks</p>

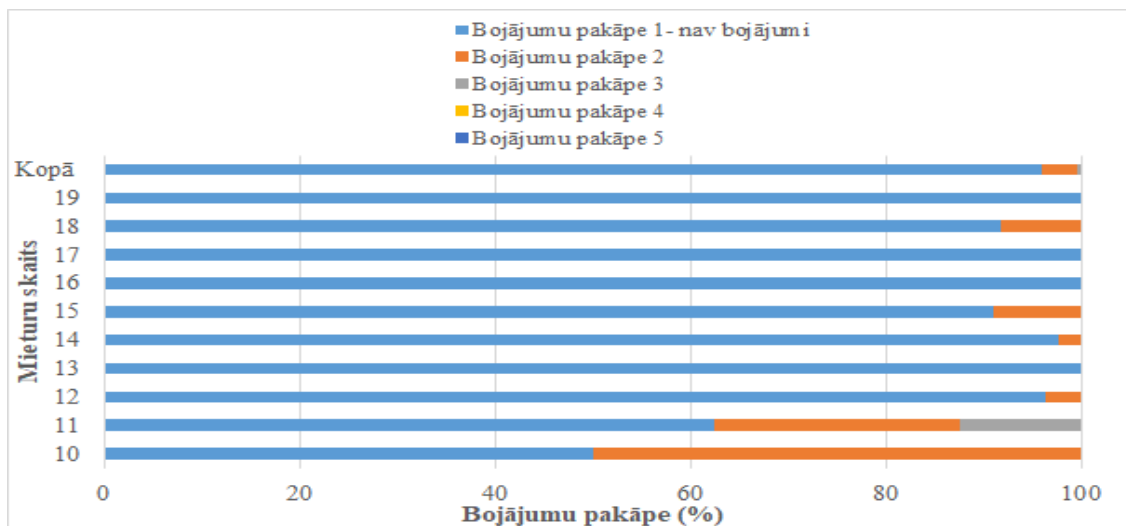
Att. 8. Ar spirālēm aizsargātie un neaizsargātie koki LVM apsaimniekotajās mežaudzēs (foto T. A. Štāls un K. Dūmiņš).

Rezultāti

Izsakot procentos bojājumi novērtēti neaizsargātiem (Att. 9.) un aizsargātiem kokiem (Att. 10.) sadalījumā pa vecumiem (mieturu grupām) un aprēķināts kopējais bojājumu apjoma novērtējums attiecīgajā grupā esošajiem kokiem.



Att. 9. Bojājumu pakāpes novērtējums (%) kociem bez aizsardzības spirāles pēc mieturu skaita un kopā (%).



Att. 10. Bojājumu pakāpes novērtējums (%) kociem ar aizsargspirāli pēc mieturu skaita un kopā (%).

Kociem, kuriem ir uzliktas aizsargspirāles, ir daudz mazāk bojājumu, kas apliecina aizsargspirāļu funkcionalitāti, jo tādas pašas vecuma grupas kociem bez aizsardzības ir sastopami bojājumi no 2. līdz 5. pakāpei.

Ja kociem ar aizsargspirālēm ir sastopami pārnadžu bojājumi, tie neietekmē koka dzīvot spēju, jo nav 4.- 5. pakāpes bojājumu. Dati par novērotajiem bojājumu veidiem to kombinācijām neaizsargātiem un aizsargātiem kociem ir apkopoti tabulā zemāk (Tabula 3.). Ar spirālēm aizsargāto koku paraugkopā 94,3% koku ir bez stumbra bojājumiem, bet neaizsargāto koku grupā tikai 74,5% koku ar nebojātu stumbru mizu.

Tabula 3. Koku īpatsvars (%) kuriem konstatēts attiecīgais bojājuma veids un tā vecums

Bojājumu viedi	Svaigi bojājumi kokiem		Veci bojājumi		Veci + svaigi bojājumi	
	bez spirāles	ar spirāli	bez spirāles	ar spirāli	bez spirāles	ar spirāli
Tikai miza	0,2	4,1	22,5	0	0,6	0
Tikai dzinumi	0,2	2,1	0,9	0	0	0,4
Tikai galotne	0,2	0,4	1,5	0	0	0
Miza, dzinumi, galotne	0	0	0	0,4	0	0
Miza, dzinumi	0,2	0	1,1	0	0	0
Miza, galotne	0	0	1,7	0	0	0
Dzinumi, galotne	0	0	0	0,8	0	0
Kopā %	0,6	0	28,7	8,3	0,8	0,4

Kokiem, kuriem nebija aizsargspirāles, vislielākais bojājumu īpatsvars ir senāki/ veci mizas bojājumi 22,5%. Ietverot visus bojājumu veidus kopā, neaizsargātiem kokiem bojājuma īpatsvars ir 30,1% no apsekotajiem kokiem, savukārt aizsargātajiem kokiem bojājumu īpatsvars ir 8,7% no apsekotajiem kokiem.

Secinājumi

Jaunaudzēs, kuru augstums pārsniedz 6 m, briežu dzimtas dzīvnieki vairs neizraisa nozīmīgus mizas bojājumus.

Ja uz kokiem uzliktas aizsargspirāles, audzē būtiski mazāk bojāto koku un zemāka bojājumu intensitāte. Nozīmīgi 4.-5. pakāpes bojājumi ir sastopami tikai tiem kokiem, kuri nav aprīkoti ar aizsargspirāli. Ja uz priežu stumbriem uzlikta aizsargspirāle, tad tikai 5,7% koku sastopami 2. vai 3.pakāpes mizas bojājumi, bet bez aizsargspirālēm – 25,3% koku ir sastopami 3.-5.pakāpes mizas bojājumi.

Turpmāk skaidrojams vai kokiem, kuriem uzliktas aizsargspirāles, ir vairāk zaru apkodumu nekā neaizsargātajiem kokiem. Vai briežu dzimtas dzīvnieki “ēdienkartē” priežu stumbru nepārkoksņējušos mizu neaizstāj ar sānzariem.

1.2. Apsekojuma rezultāti 2019., 2017. un 2015. gadā ar spirālēm aizsargātajās audzēs

Spirāļu ietekmes uz stumbru un aizsardzības efektivitātes kompleksu novērtējumu, vienu, trīs un piecus gadus pēc aizsardzības pasākumu uzsākšanas, veica vasaras sezonā (jūlijs un augusts), apsekoja ar plastikāta spirālēm aizsargātās priežu jaunaudzes Ziemeļkurzemes un Dienvidkurzemes reģionā.

Metodika un izpētes vietas

Apsekoja dažādu meža tipu jaunaudzes pieejamās ģenerālkopas ietvaros, atlasīja vismaz 2 nogabalus no 3 meža tipiēm vienas meža tipu grupas ietvaros. Apsekošanai atlasīto nogabalu sadalījums pa meža tipu grupām apkopots tabulā, bet kartē dots apsekoto audžu izvietojums (Att. 11., Tabula 4.).



Att. 11. Apsekoto audžu atrašanās vietas.

LVMI Silava zinātniskais personāls 2020.gada vasarā (jūnijs-augusts) apsekoja priežu audzes, kurās daļai koku stumbri aptūti ar aizsagspirālēm, lai pasargātu mizu no bojājumiem, ko rada briežu dzimtas dzīvnieki. Katrā audzē, pa diagonāli izvietotos, piecos parauglaukumos vērtēja:

- koku aizsardzības efektivitāti;
- spirāļu uzlikšanas kvalitāti:
 - aizsargāto posmu garums - izvietojums uz stumbra;
 - vai aizsargāti tikai nebojāti koki.

Kopā visos trīs gados apsekotajās audzēs dažādos meža tipos uzmērīja 4125 kokus, no kuriem 1308 kokus 2016. gadā, 1407 koku 2018. gadā un 1410 kokus 2020. gadā aizsargātājās audzēs. No apsekotajiem kokiem ar uzliktām aizsargspirālēm bija 272 koki 2016. gadā, 341 koki 2018. gadā un 382 koki 2020. gadā aizsargātājās audzēs (Tabula 4).

Tabula 4. Apsekota audžu saraksts sadalījumā pa meža tipiem

Gads/Meža tipu grupas	Sausieņi	Slapjaini	Āreņi	Kūdreņi
Aizsargspirāles uzliktas 2019	Sl: 702-113-6-0 702-118-1-1 Mr: 704-205-19-0 709-17-10-0 Dm: 202-218-22-0 202-178-1-1	Mrs: 704-256-11-0 704-235-43-0 Dms: 704-113-29-0 704-81-14-0 Mrs: 710-259-2-0 713-25-16-0	Am: 704-209-16-2 704-208-22-0 As: 704-167-8-0 704-145-8-0 Am: 704-206-17-1 709-18-4-0 As: 704-95-52-0 04-126-4-0	Ks: 701-426-43-0 701-433-5-0 Km un Kp: 710-184-12-0 709-11-36-0
Aizsargspirāles uzliktas 2017	Sl: 710-80-12-0 710-97-14-1 Mr: 710-201-1-0 710-201-50-0 Ln: 710-296-12-0 710-286-31-0	Gs: 705-93-11-0 704-350-48-0 Mrs: 704-308-15-0 704-306-18-0 Mrs: 704-299-28 704-283-25 Dms: 710-273-12-0 710-262-35-1	Am: 702-223-39-0 702-216-27-0 As: 708-167-27-0 708-171-25-2 Av: 702-301-6-0 702-308-45-0	Km: 702-314-27-0 201-86-15-0 Ks: 704-398-2-0 702-230-48-0
Aizsargspirāles uzliktas 2015	Mr: 704-348-14-0 702-294-32-0 Ln: 705-40-7-0 705-36-5-0 Dm: 712-363-12-0 712-363-16-0 Mr: 704-333-20-0 704-348-10-0 Ln: 708-41-1-0 708-51-4-0	Mrs: 705-69-6-0 704-336-37-0	Am: 708-271-4-1 708-272-17-1 As: 708-12-10-0 708-14-3-0 Av: 705-9-13-0 705-12-22-0 Am: 708-58-4-0 708-59-5-0 As: 708-12-15-0 708-14-7-0 Av: 705-4-19-0 705-3-10-0	

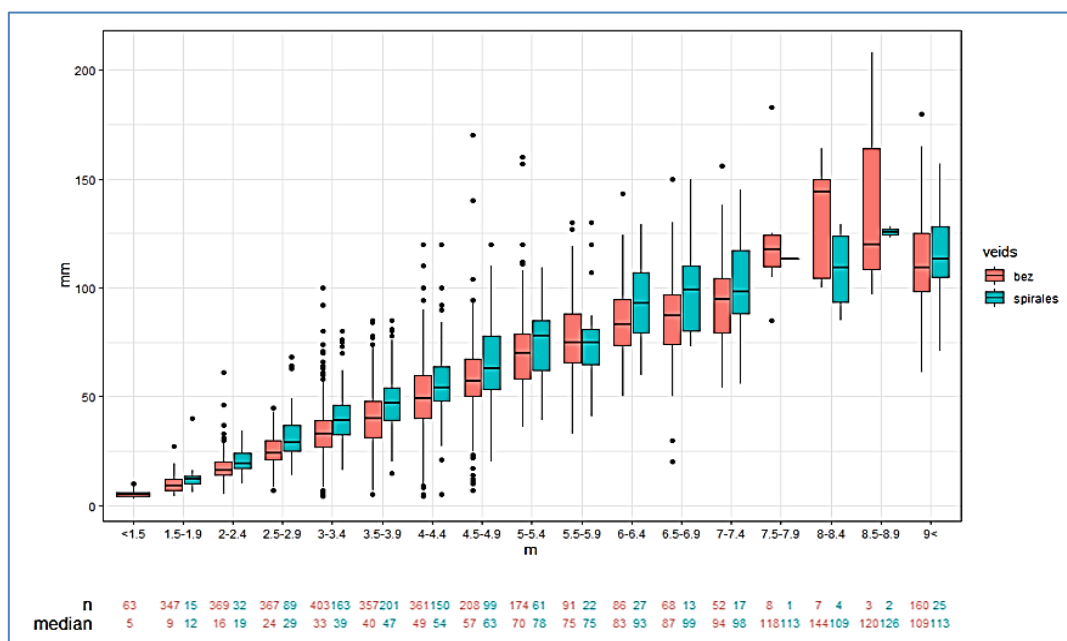
Apsekotajos apļveida parauglaukumos (50 m²) visiem kokiem uzmērīja, augstumu un caurmēru 1,3 metru augstumā no sakņu kakla, noteica kreves mizas esamību un bojājuma pakāpi, uzmērīja uzliktās spirāles augstuma amplitūdu (no, līdz), noteica spirāles fiziskās īpašības (noturība, segums, stabilitāte) un stāvokli zem tās (vai veidojas izvīdumi un sveķi, vai ir aļģes, sūnas, ķērpji vai kukaiņi, vai krājas nobiras), kā arī to, vai spirāli ir uzlikta pareizi (Tabula 5.).

Tabula 5. Datu uzskaites matrica

Koka nr.	Spirāles esamība	Augstums	Caurmērs	Spirāles apakšējais augstums	Spirāles augšējais augstums	Kreves miza
Bojājuma pakāpe	Spirāles noturība	Spirāles segums	Spirāles stabilitāte	Izsvīdums zem spirāles	Aļģes zem spirāles	Ķērpji zem spirāles
Sūnas zem spirāles	Kukaiņi zem spirāles	Nobiras zem spirāles	Sveķošanās	Nepareizi uzlikta spirāle	Spirāles veids	Audzes sastāvs

Paraugkopas raksturojošie lielumi

Apsekoto koku augstums bija no 1,5 metriem līdz 5,5 metriem. Par 6 metriem augstāki koki, bija sastopami reti, tas izskaidro lielo datu izkliedi (160 bez aizsargspirāles, 25 ar aizsargspirāli). Koku augstumam ir lineāra pozitīva korelācija ar stumbra diametru krūšu augstumā jeb 130 cm augstumā (DBH) (Att. 12.).



Att. 12. Stumbra caurmērs 130 cm augstumā (mm) koku augstumu grupas kokiem bez un ar spirāli. (n-mērījumu skaits konkrētajā grupā; median- grupas mediāna jeb augošā secībā sakārtotu datu virknes vidējais elements).

Rezultāti

Aizsargāto koku skaits

Ar aizsargspirālēm aizsargāto koku skaits uz hektāru dažos nogabalos bija zemāks par 450 gabalu uz hektāru (Tabula 6.). Iepriekšējā gadā aizsargātājās audzēs, tikai dažos nogabalos aizsargāti mazāk kā 450 koki hektārā, bet vecākās audzēs, šādu parauglaukumu ir vairāk (2019 gadā – 3 nogabali, 2017. gadā – un 2015. gadā – 10 nogabali).

Tabula 6. Aizsargāto koku skaits ha-1 (visi dati un vidējie rādītāji)

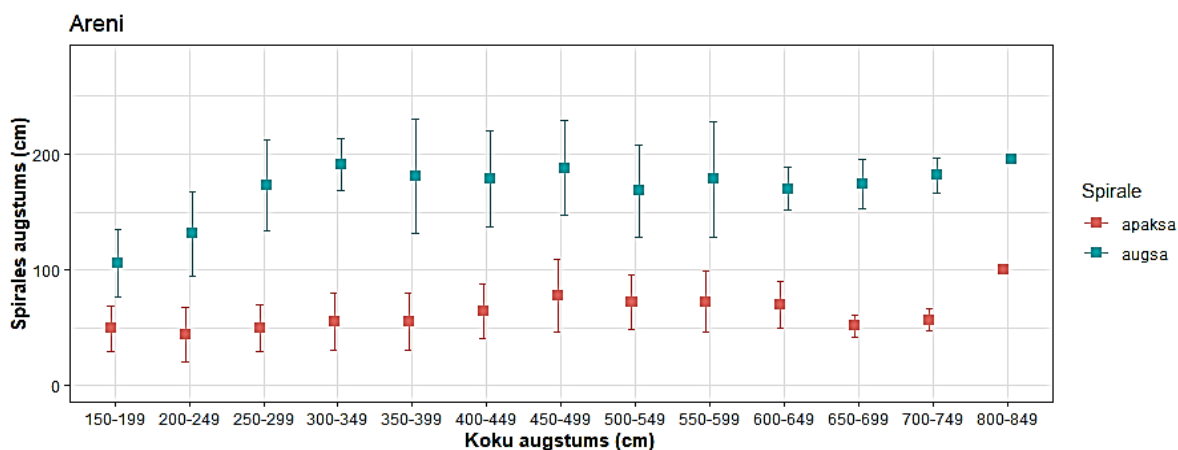
2015. gadā aizsargāti			2017.gadā aizsargāti			2019.gadā aizsargāti		
Kopējais koku skaits ha-1	Koki ar spirāli ha ⁻¹	% ar spirālēm	Kopējais koku skaits ha-1	Koki ar spirāli ha ⁻¹	% ar spirālēm	Kopējais koku skaits ha-1	Koki ar spirāli ha ⁻¹	% ar spirālēm
2120	200	9	1840	320	17	1920	320	17
1440	200	14	1760	320	18	3120	440	14
2480	240	10	1360	320	24	1440	440	31
2160	240	11	2240	360	16	1920	480	25
1880	240	13	1920	360	19	2480	520	21
1950	250	13	1440	360	25	2400	560	23
2800	280	10	3520	400	11	1560	560	36
2000	280	14	1600	400	25	1520	560	37
1560	320	21	4280	440	10	2520	600	24
1480	320	22	3520	440	13	3440	640	19
1240	400	32	2880	440	15	3080	640	21
2320	440	19	1800	440	24	1720	640	37
3160	480	15	2240	480	21	2880	680	24
3160	520	16	2080	480	23	2160	680	31
2120	520	25	2200	520	24	2560	720	28
1840	520	28	1640	520	32	2480	720	29
3200	560	18	1400	560	40	1600	760	48
2640	560	21	1800	600	33	3960	800	20
2040	560	27	2160	640	30	3120	840	27
1640	560	34	3800	880	23	3160	880	28
760	560	74	2920	1000	34	3000	880	29
1680	600	36	2560	1040	41	2200	880	40
1440	600	42	2320	1040	45	2120	880	42
2440	640	26	3000	1160	39			
2480	680	27						
Vidēji 2015.g.	434	25	Vidēji 2017.g.	563	26	Vidēji 2019.g.	657	29

Nogabalos, kuros aizsargāto koku skaits uz hektāru ir zemāks par 450gb ha⁻¹, ir mazāks arī kopējais koku skaits parauglaukumos.

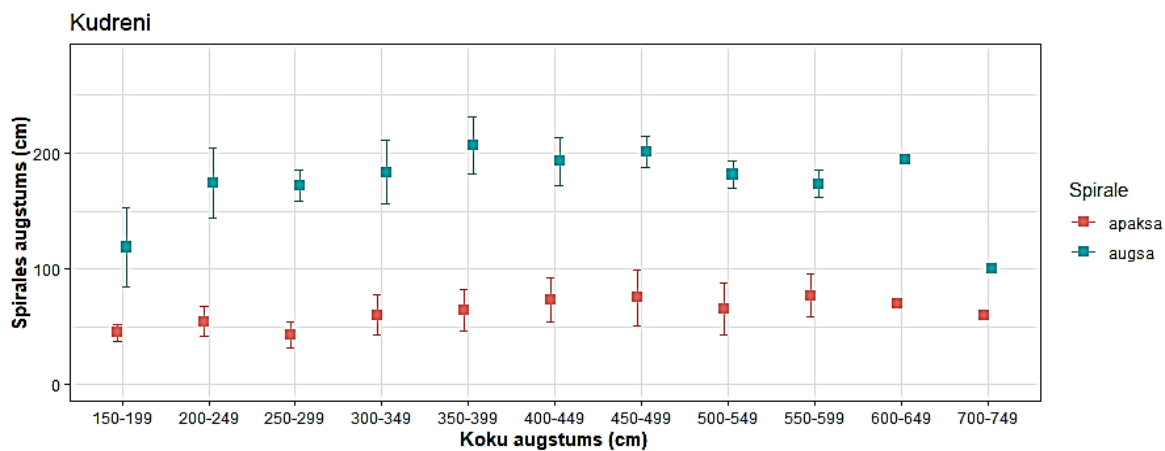
Ar aizsargspirāli nosegtais koka stumbra posms

Īsāks spirāļu pārklājums uz stumbra, pirmajās trīs augstuma grupās, bieži vien ir saistīts ar aptītā koka augstumu - spirāles aizsardzību lielākā posmā nevar uzlikt. Ar spirāli aptītais posms - aizsardzība beidzas zem diviem metriem un sākas virs 50 cm.

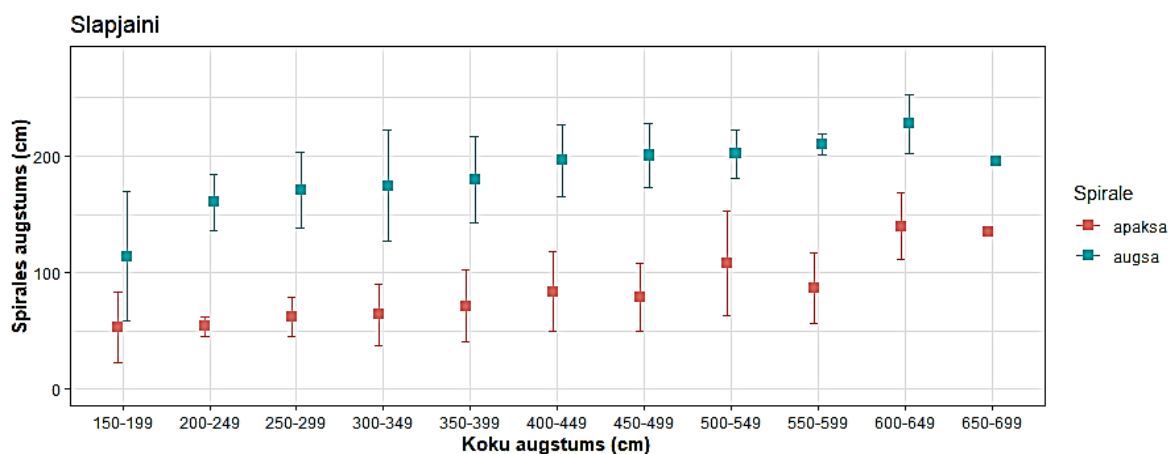
Salīdzinot kokus ar augstumu no 3 līdz 5 metriem, kokiem, kuru augstums ir no 5 līdz septiņiem metriem, zemākajiem kokiem vidēji ar spirālēm nosegtais stumbra posms ir lielāks, nekā augstākajiem kokiem, visos meža tipos (Att. 13., Att. 14., Att. 15., Att. 16.). Šo, iespējams, var skaidrot ar to, ka, pirmkārt, koku augstums ir lineāri saistīts ar caurmēru un jo lielāks caurmērs, jo lielāka iespēja, ka spirāle ātrāk nokrīt no koka stumbra, un, otrkārt, spirāļu uzlikšanas brīdī jānosedz tikai posms, kuru teorētiski var bojāt briežveidīgais.



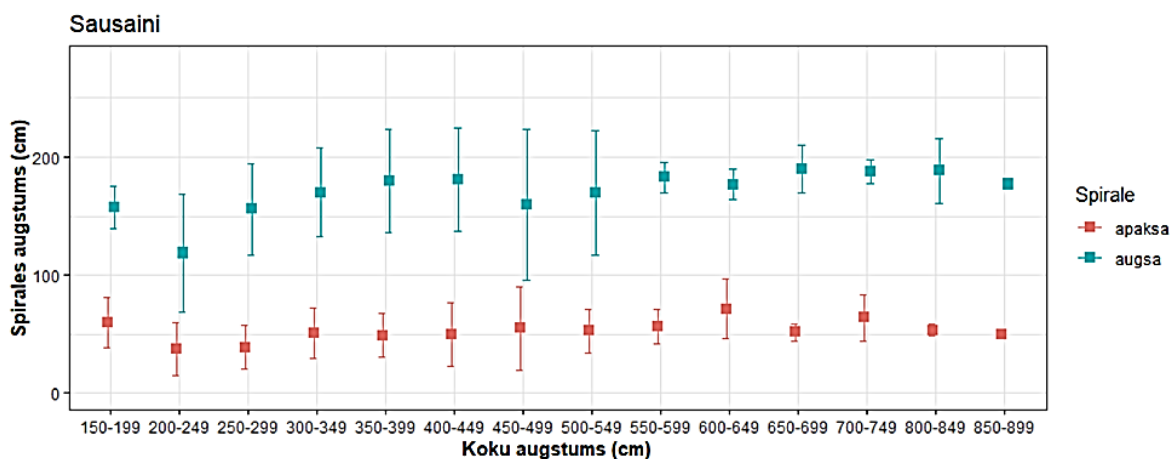
Att. 13. Ar spirālēm nosegtais stumbra posms atkarībā no koka augstuma Āreņu grupā (Grafikā attēlota vidējā vērtība un paraugkopas standartnovirze).



Att. 14. Ar spirālēm nosegtais stumbra posms atkarībā no koka augstuma Kūdreņu grupā (Grafikā attēlota vidējā vērtība un paraugkopas standartnovirze).



Att. 15. Ar spirālēm nosegtais stumbra posms atkarībā no koka augstuma Slapjainu grupā (Grafikā attēlota vidējā vērtība un paraugkopas standartnovirze).

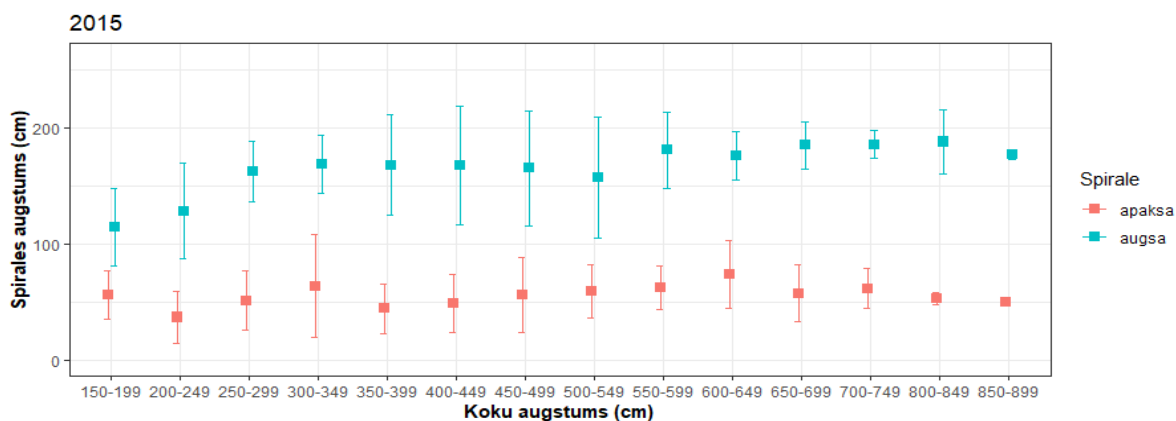


Att. 16. Ar spirālēm nosegtais stumbra posms atkarībā no koka augstuma Sausieņu grupā (Grafikā attēlota vidējā vērtība un paraugkopas standartnovirze).

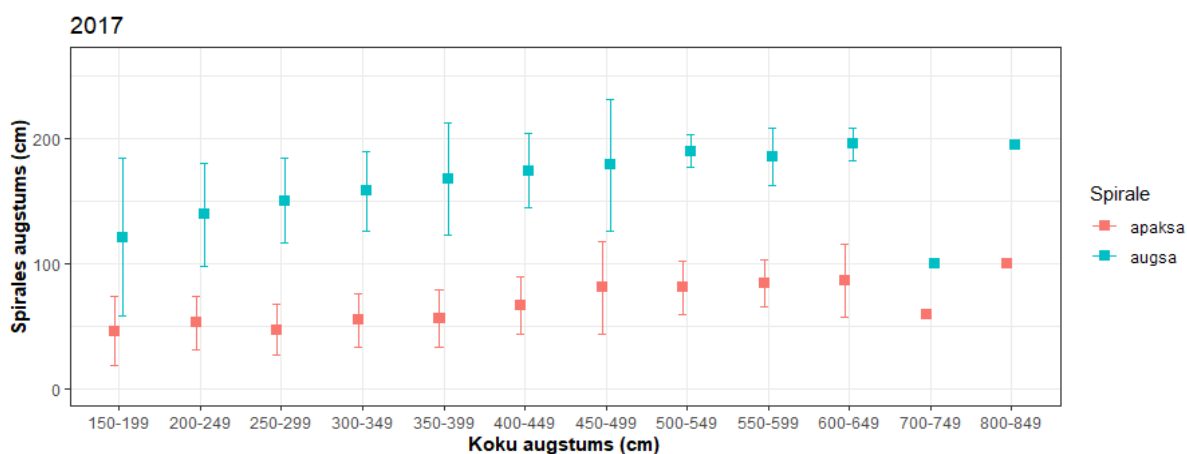
Ar spirālēm nosegtais stumbra posms ir plašāks vecākās audzēs (2015., 2017., 2019.gadā attiecīgi 1, 3 un 5 gadi pēc uzlikšanas) (Att. 17., Att. 18., Att. 19.).

Īpaši labi tendence vērojama koku grupā līdz 5 m, kas ir lielākā daļa no datu kopas. Citādus datus koku grupā ar garākiem kokiem, var skaidrot ar salīdzinoši mazāku datu kopu, nekā pirmajai grupai.

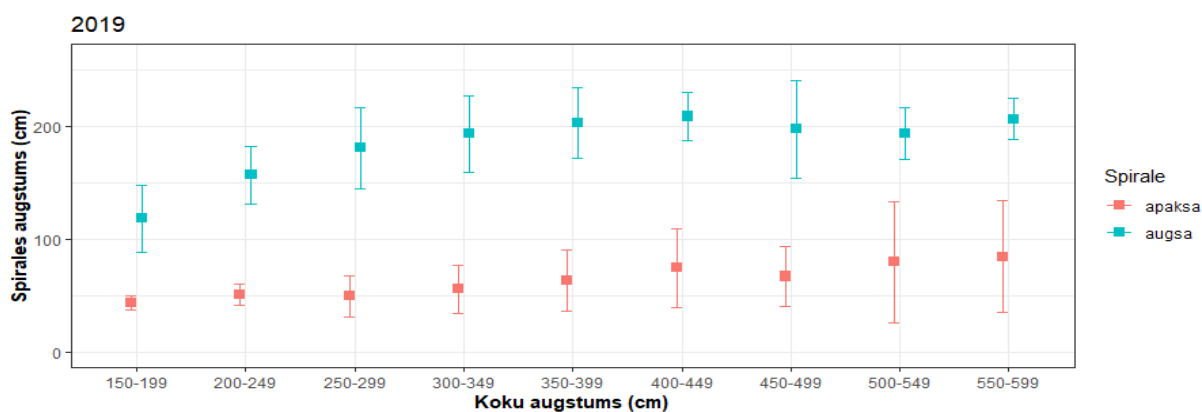
Ja kokam ir sākusies kreves mizas veidošanās, tad zemākajos posmos spirāles uzlikšana nav nepieciešama.



Att. 17. Ar spirālēm nosegtais stumbra posms atkarībā no koka augstuma piecus gadus pēc spirāļu uzlikšanas (Grafikā attēlota vidējā vērtība un paraugkopas standartnovirze).

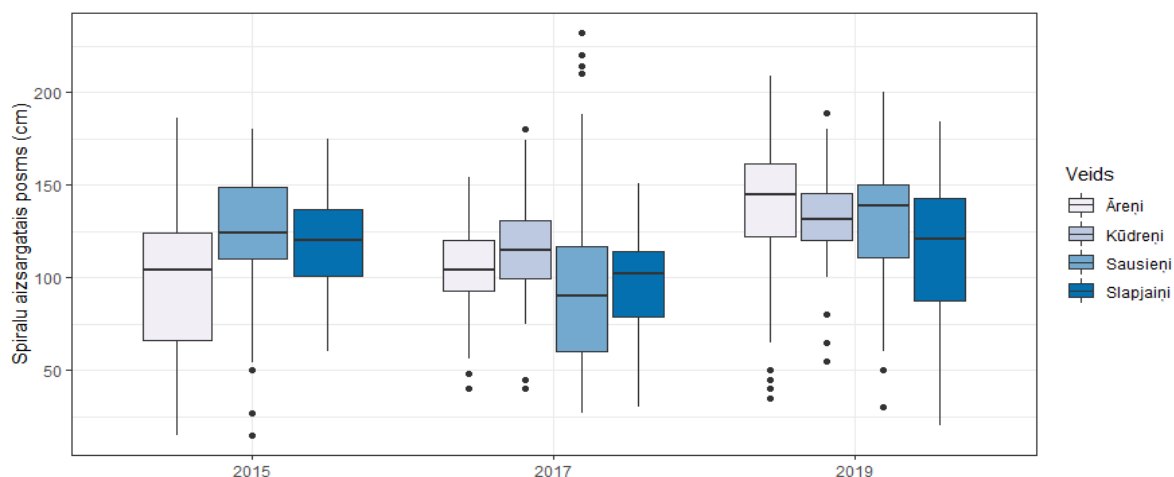


Att. 18. Ar spirālēm nosegtais stumbra posms atkarībā no koka augstuma trīs gadus pēc spirāļu uzlikšanas (Grafikā attēlota vidējā vērtība un paraugkopas standartnovirze).



Att. 19. Ar spirālēm nosegtais stumbra posms atkarībā no koka augstuma vienu gadu pēc spirāļu uzlikšanas (Grafikā attēlota vidējā vērtība un paraugkopas standartnovirze).

Visos meža tipos ar aizsargspirāli nosegtais posms ir garāks vecākiem kokiem (Att. 20.).



Att. 20. Ar aizsargspirālēm nosegtā stumbra posma garums sadalījumā pa meža tipu grupām un uzlikšana gada, jeb laika pēc spirāļu uzlikšanas, attiecīgi, 2015 - pēc 5. gadiem, 2017 – pēc 3 gadiem 2019 - pēc 1 gada.

Jaunaudzēs, kurās aizsargspirāles uz koku stumbriem uzliktas 2019. gadā, bojāto koku īpatsvars ir lielāks, tomēr atšķirības nav būtiskas. Visvairāk bojājumu novēroja sausieņos, bet vismazāk - kūdreņu audzēs (Tabula 7.).

Tabula 7. Svaigo un veco koku bojājumu sastopamība atkarībā no meža tipa un spirāļu uzlikšanas sezonas - 2019. gadā (pirms viena sezonas), 2017. gadā (pirms trīs sezonām) un 2015. gadā (pirms piecām sezonām)

Gads	Sausieņi		Slapjaini		Āreņi		Kūdreņi		Vid.	
	Bojājumi %									
	Svaigie	Vecie	Svaigie	Vecie	Svaigie	Vecie	Svaigie	Vecie		
2019	6,9	32,9	6,0	26,2	2,3	19,2	2,2	20,4	29,1	
	39,8		32,2		21,5		22,7			
2017	5,3	25,2	5,6	23,8	4,8	29,0	4,4	21,9	30,0	
	30,5		29,4		33,8		26,4			
2015	5,5	26,3	4,3	21,7	5,2	17,1			26,7	
	31,8		26,0		22,3					
Vid.	34,0		29,2		25,9		24,5			

Neaizsargāto priežu grupā stumbra bojājumu bija vairāk nekā grupā, kur stumbri aptīti ar aizsargspirālēm.

Arī pēc pieciem gadiem spirāles pasargā no briežu dzimtas dzīvnieku nodarītiem bojājumiem, aizsargāto priežu grupā būtiski mazāks gan bojātu koku skaits, gan koku bojājuma pakāpe aizsargātajiem (Tabula 8.).

Tabula 8. Bojāto koku sadalījumā pa aizsardzības veidiem %

Spirāles uzlikšanas gads, n=koku skaits	2015.gads, n = 1308	2017.gads, n = 1407	2019.gads, n= 1411
Visi bojātie koki	25,4	40,9	28,6
No tiem bojātie ar spirālēm	2,5	6,1	4,1
No tiem nepareizi uzliktas spirāles	0,5	3,7	1,3
Bojātie ar pareizi uzliktām spirālēm	1,9	2,4	2,8

Secinājumi

Apsekotajās priežu audzēs, neatkarīgi no priežu augstuma un vecuma, ar aizsargspirāli nosegtais koku stumbru posms ir no 50 cm līdz 2 m augstumā, ja vien koku garums spirālēs uzlikšanas brīdī to atļauj. Augstumā no 0,5 līdz 2 metri ar aizsargspirāli kvalitatīvi aptīts posms ir efektīvi aizsargāts no briežu dzimtas dzīvnieku nodarītiem postījumiem.

Visās apsekotajās audzēs sastopami koki ar svaigiem mizas bojājumiem. Perforētas plastikāta spirāles piecus gadus pēc uzlikšanas vēl joprojām pilda stumbru aizsardzības funkciju un tās ir jāatstāj uz koku stumbriem.

Visvairāk bojāto koku ar aizsargspirālēm ir audzēs, kur aizsargmateriāls ir uzliktas nepietiekami augstu vai uz bojātiem kokiem. Ja ir pareizi uzliktas spirāles, tad vidēji bojāto koku skaits ir mazāks par 3%, kamēr neaizsargātiem kokiem tas bija vidēji 25%.

Sausieņu un slapjainu mežu nogabalos ir salīdzinoši augstāks svaigu stumbra bojājumu īpatsvars nekā purvaiņos.

Vēl skaidrojami iemesli, kāpēc pārmitros meža tipos koki ir mazāk pakļauti briežu dzimtas dzīvnieku postījumiem, vai tas ir saistīts ar tiem raksturīgo daudzveidīgo veģētāciju un paaugu, kas nav raksturīga mežiem uz sausākām un nabadzīgākām augsnēm, vai dzīvnieku pārvietošanās apgrūtinājumiem.

2. Aizsargspirāļu ietekmes uz koku stumbru novērtēšana

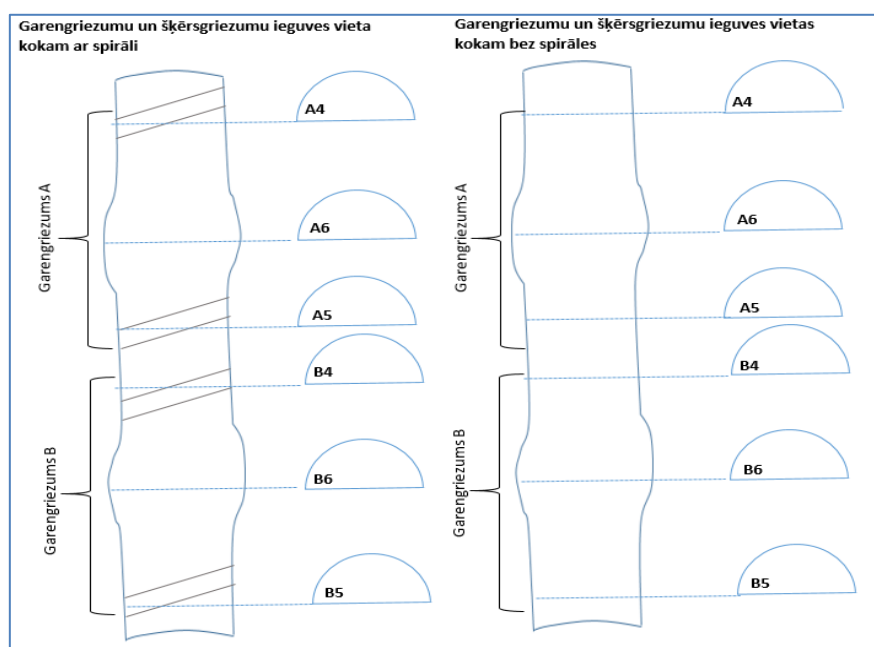
2.1. Stumbra koksnes kvalitāte

Audzēs, kur aizsargspirāles uzliktas no 2010. līdz 2014. gadam, 2020. gada I ceturksnī nozāgēja paraug-kokus gadskārtu pieauguma rakstura vērtēšanai - gadskārtu veidošanās mieturu zonā un ikgadējā pieauguma posmos salīdzināšanai.

Metodika

Kopumā sagatavoja 20 paraugkokus – katrā nogabalā nozāgēja divus veselus, līdzīgu dimensiju kokus - vienu ar spirāli, otru neaizsargātu. LVMI Silava laboratorijā veica garengriezumus - koku stumbra nogriežņus sadalīja uz pusēm. Vienai stumbra garengriezuma pusei analizēja gadskārtu veidoto rakstu vertikāli. No otras garengriezuma puses sagatavoja šķēsgriezumus.

Gadskārtu platumu analīzei izmantoja divus garengriezumus posmus, tā lai katram posmam vidū būtu mietura vieta (garengriezums A un garengriezums B). Šķēsgriezumus ieguva no garengriezuma posmu A un B identiskajām vietām – posma sākumā (starp abiem mieturiem), mietura vietā un posma beigās iegūstot pa 3 šķēsgriezumus no katra garengriezuma posmā, kopumā 6 šķēsgriezumi no viena koka (Att. 21.).



Att. 21. Paraugu-koku garengriezumu un šķēsgriezumu ieguves vietas shēma.
Paskaidrojumi: garengriezums A- koka augšējais posms, garengriezums B- koka apakšējais posms. Šķēsgriezumi A4,A5,B4,B5- virs un zem mieturiem, A6,B6- šķēsgriezumi mietura vietās.

Pēc paraugu sazāgēšanas tos noslīpēja un analizēja ar Windendro programmas palīdzību. Kopā analizēšanai sagatavoti: 40 garengriezumi un 120 šķērsriezumi no 20 laboratorijā sagatavotiem kokiem ar un bez spirāles (Att. 22.).



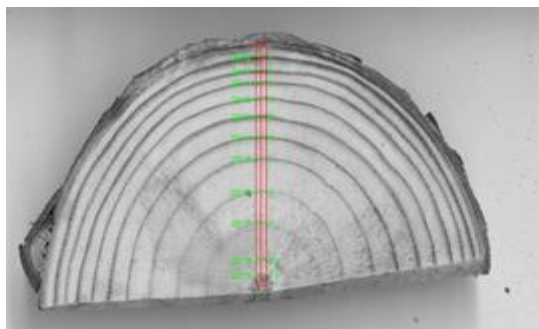
Att. 22. Gadskārtu platuma mērīšanai sagatavotie garengriezuma un šķērsriezuma paraugi.

Paraugu analīze

Iegūtie paraugi analizēti ar Windendro programmas palīdzību.

Šķērsriezumu analīze

Iegūtiem 120 šķērsriezumu paraugiem veica gadskārtu platumu mērījumus (Att. 23.), novērtēja ikgadējo pieaugumu. Izvēlētā vieta, kur veica gadskārtu mērījumus bija 90° leņķī, vai tuvu tam, ja mērīšanas vieta bija grūti nolasāma- zaraina. Gadskārtu pieaugumus mērīja no ārpuses uz centru. Zinot kurā gadā aizsargspirāles uzlika, lai salīdzinātu koku ar un bez aizsargspirālēm pieaugumu veidošanos, vērtēja pieaugumu proporcionālās izmaiņas.



Att. 23. Gadskārtu pieaugumu mērīšanas princips.

Mērījumu rezultāti dati eksportēti uz datu apstrādes programmu un salīdzināti. Šķērsgriezumiem vērtēta vidējā vērtība. Analizēta un salīdzināta pieaugumu summu attiecība (S_{att}), kas iegūta pēc formulas (1.1):

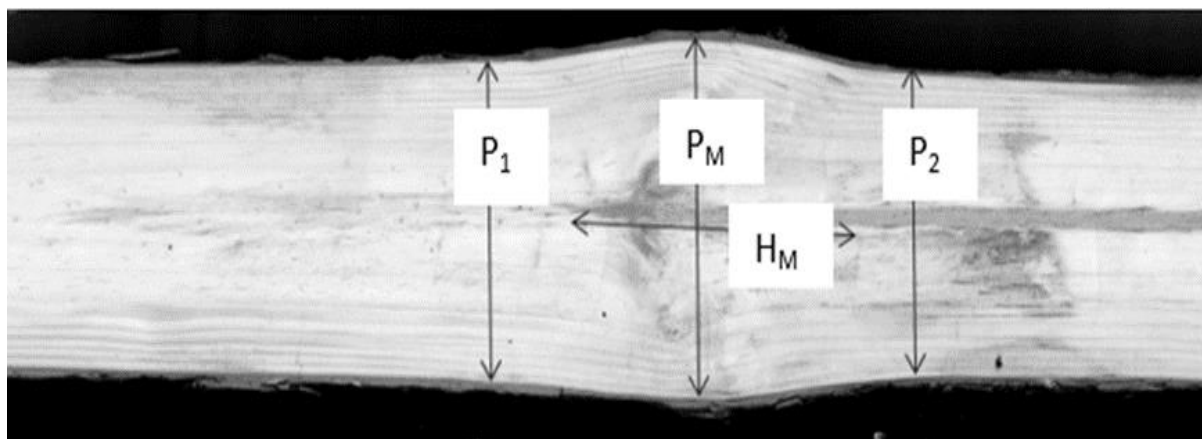
$$S_{att} = \frac{S_{P1}}{S_{P2}} \quad (1.1)$$

kur S_{P1} - kopējais pieaugums laika periodā no 2012. gadam līdz 2015. gadam (mm);

S_{P2} - kopējais pieaugums laika periodā no 2015. gadam līdz 2019. gadam (mm).

Garengriezuma analīze

No katra koka stumbra sagatavoja divus garengriezumus A un B (tuvāk celmam), kopskaitā 40 garengriezumus. Uzmērīja stumbra šķērsriezuma platumu pirms mietura P_1 un platumu pēc mietura P_2 , kā arī platumu mieturī P_M un mietura augstumu H_M (Att. 24.).



Att. 24. Garengriezumu mērīšanas princips: P_1 -platums pirms mietura, P_2 -platums pēc mietura, P_M -platums mieturī, H_M -mietura augstums.

Mērījumu rezultātu datus eksportēja uz datu apstrādes programmu. Salīdzināja mietura platumu un augstumu attiecības neaizsargātajiem un aizsargātajiem kokiem.

Kā arī salīdzināja ar spirālēm aptīto un neaizsargāto posmu paplatinājumus (P) abām koku grupām, kuru aprēķināja pēc formulas (formula 1.2.):

$$P = P_M - \frac{P_1 + P_2}{2} \quad (1.2.)$$

kur P_M -platums mietura vietā (mm);

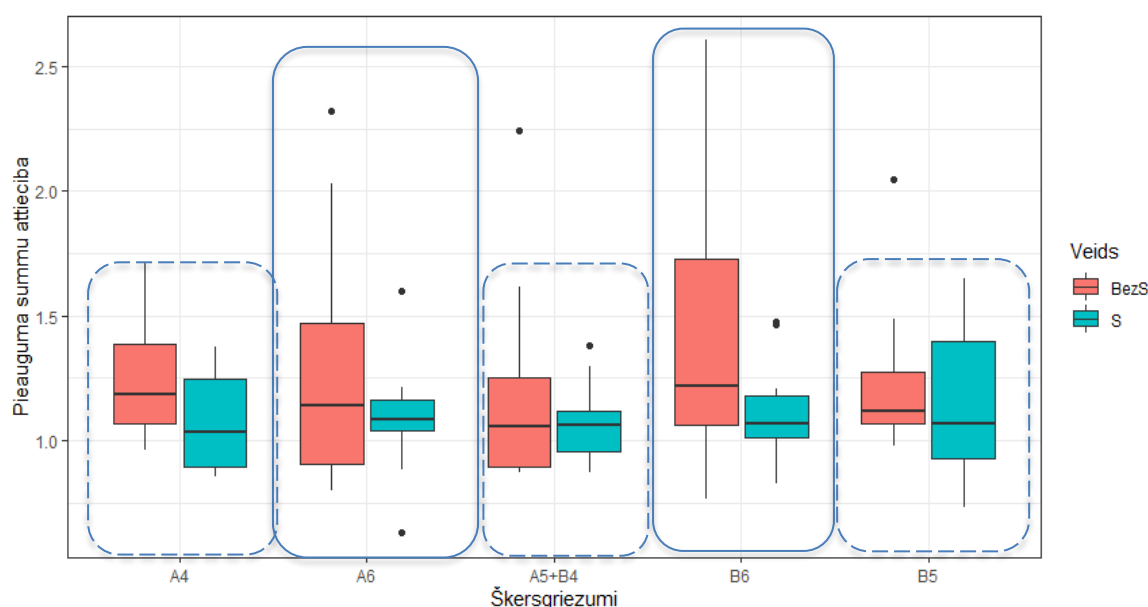
P_1 -platums pirms mietura (mm);

P_2 -platums pēc mietura (mm);

Rezultāti

Šķersgriezumi

Salīdzināja un novērtēja neaizsargāto un aizsargāto koku gadskārtu platumu summu attiecību starp vienādos laika periodos, lai varētu izvērtēt aizsargspirāles iespējamo ietekmi uz koku radiālo pieaugumu. Kokiem bez aizsardzības, gadskārtu platumi pēdējos gados variē vairāk nekā kokiem ar aizsargspirālēm. Jo pieaugumu summas attiecība (S_{att}) lielāka, jo lielāks pieaugums bijis augšanas sezonās pēc spirāļu uzlikšanas. Attēlā redzams, ka visos posmos, koku grupai, kurai uzliktas spirāles, augšana ar spirāli aptītajā posmā bijusi proporcionāli mazāka, nekā koku grupai, kurai nebija uzliktas spirāles. Sevišķi variēt augšana mietura vietā (Att. 25.).



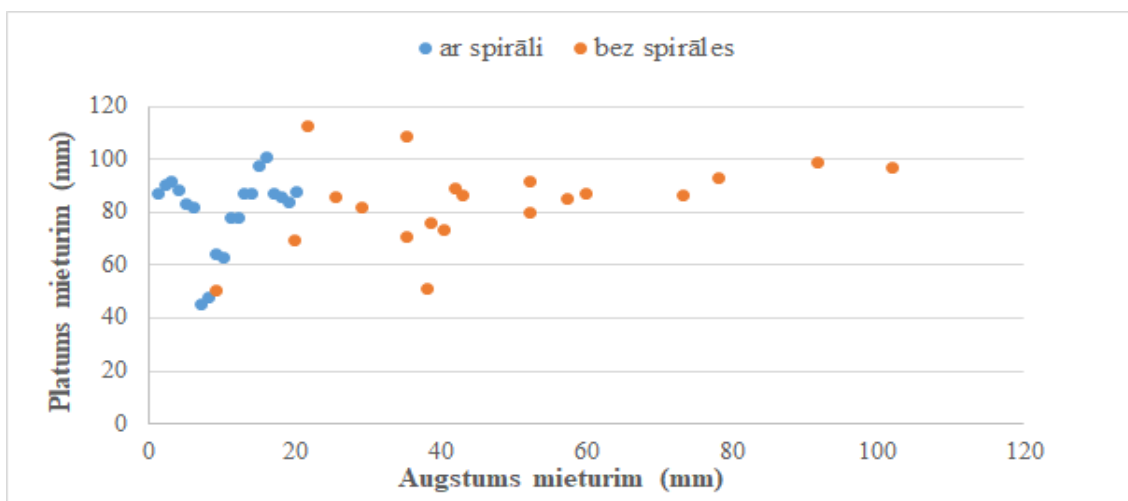
Att. 25. Neaizsargāto koku un aizsargāto koku gadskārtu platumu summu attiecība laika posmam no 2012.-2015. gadā pret laika posmu no 2015.-2019. gadā salīdzinājums. Šķersgriezumi A6 un B6 mieturu vietās, šķersgriezumi pirms starp un pēc mieturiem - A4 – augšējais šķersgriezums pirms mietura, vid.v. (A5+B4) vidējā vērtība no diviem šķersgriezumiem starp mieturiem, B5- apakšējais šķersgriezums zem mietura. BezS- koki bez aizsargspirālēm; S- koki ar aizsargspirālēm.

Sevišķi variēt augšana mietura vietā. Tomēr atšķirības nav statistiski būtiskas ($p=0.7$).

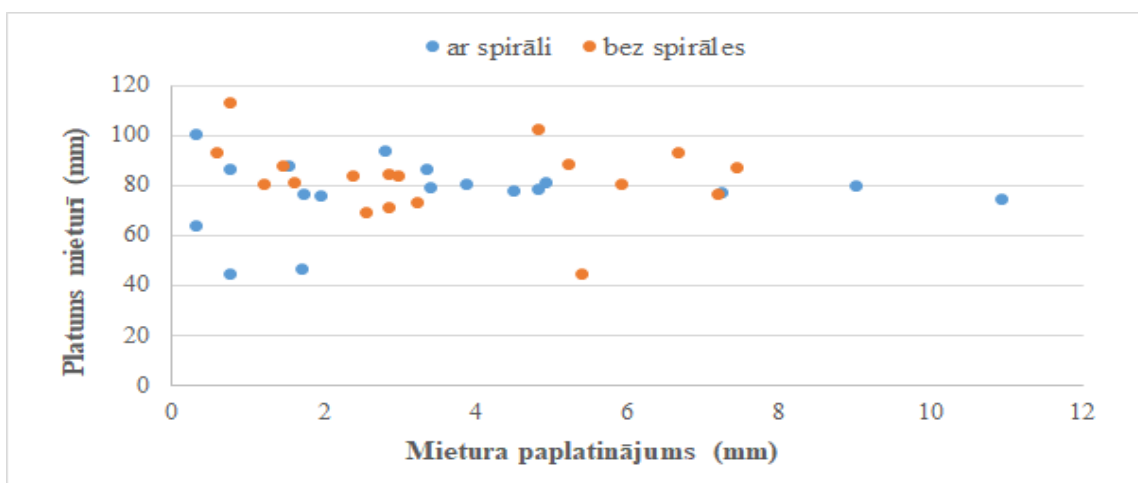
Garengriezumi

Garengriezumiem analizēja mietura vietas stubra platumus virs tiem. Pētīja vai aizsargspirāles uzlikšana ir atstājusi ietekmi uz koka augšanu mietura vietā. Mietura platuma

un mietura augstuma uzmērījumu rezultāti neaizsargātiem un aizsargātiem kokiem (Att. 26., Att. 27.), ļauj secināt, ka tiem kokiem, kam bija uzliktas aizsargspirāles, mietura vietas ir kompaktākas, mazāki mieturu garumi-augstumi, pie tāda pat stumbra platuma kā neaizsargātajiem kokiem.



Att. 26. Mietura platuma-augstuma attiecības neaizsargātiem un aizsargātiem kokiem.



Att. 27. Mietura paplatinājums (P) atkarība no platuma mieturī attiecības neaizsargātiem un aizsargātiem kokiem.

Vienīgā atšķirība starp ar spirālēm aptītu un neaptītu koku garengriezumiem ir tāda, ka aizsargāto koku stumbriem mieturu vietas ir kompaktākas (nav tik izteiktas).

Secinājumi

Aizsargspirāļu pielietošanai nav novērota būtiski negatīva ietekme uz koku stumbru augšanu un to kvalitāti.

Ar spirālēm aizsargātajiem kokiem stumbru mieturu vietas nav tik izteiktas, kā tas ir neaizsargāto koku stumbriem. Veidojot lielāku paraugkopu, papildus pētāma tendence, ka ar spirālēm aptītiem stumbriem, salīdzinot ar neaizsargātajiem, ir proporcionāli mazāki radiālie pieaugumi.

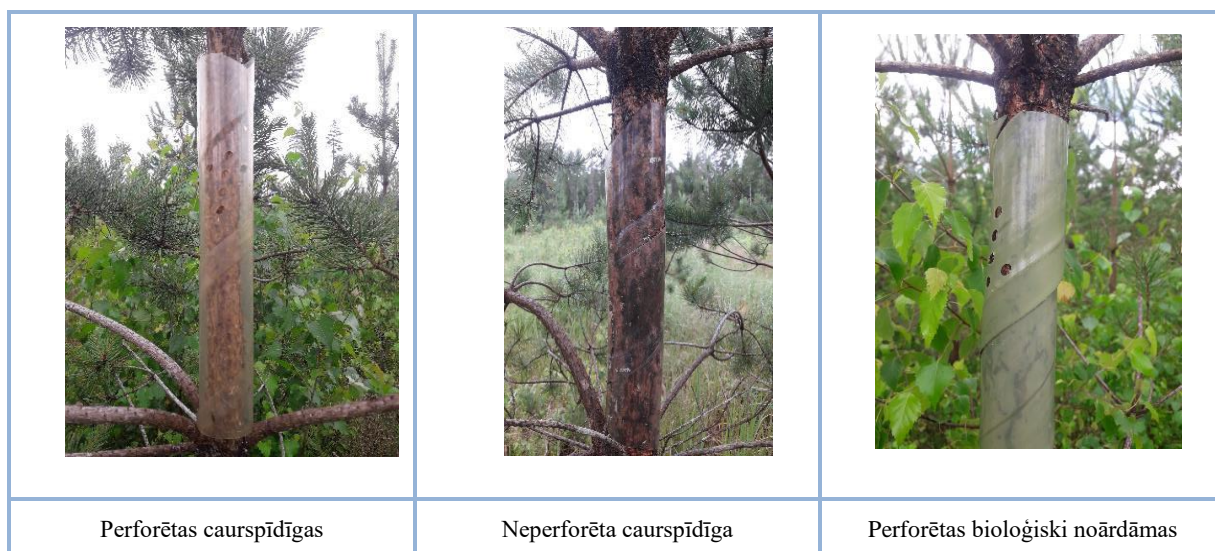
2.2. Ietekme uz mizu

Spirāļu ietekmi uz koku mizu vērtēja audzēs, kur aizsardzība veikta pirms viena, trīs un pieciem gadiem (Tabula 4.). Apsekojumus veica 2020. gada jūlijā - augustā.

Metodika

Katrā nogabalā, pa garāko diagonāli ierīkoja 5 apļveida parauglaukumus 50 m² platībā. Novērtēja stumbra stāvokli zem spirāles; spirāles veidu un zem tās esošos organismus (sūnas, ķērpji, aļģes, kukaiņi), stumbra vainas, kreves mizas veidošanos.

Apsekotajās audzēs bija izmantotas divu veidu spirāles: perforētas caurspīdīgas un perforētas matētas, bioloģiski noārdāmas (Att. 28.).



Att. 28. Spirāļu veidi.

Neperforētas caurspīdīgas spirāles uz stumbriem bija uzliktas 2010. - 2014. gadā, bet perforētas caurspīdīgas un perforētas, matētas, bioloģiski noārdāmas - laika posmā no 2015. līdz 2019. gadam. Vērtējot dzīvo organismu klātbūtni, atzīmēja gan bezmugurkaulniekus, nosakot līdz ģintij, gan to klātbūtnes pēdas, kā arī aļģu, ķērpju un sūnu segumu zem ar spirāli klātās stumbra daļas (Att. 29.).

		
<p>1. Zaļalģes <i>Chlorophyta sp.</i></p>	<p>2. Daudzkāji <i>Myriapoda sp.</i></p>	<p>3. Skudras <i>Fomicidae spp.</i></p>
		
<p>4. Krāšņvabole <i>Buprestidae sp.</i></p>	<p>5. Tauriņa kāpurs <i>Lepidoptera sp.</i></p>	<p>6. Cikāde <i>Auchenorrhyncha sp.</i></p>
		
<p>7. Pūkbruņuts <i>Eriococcidae sp.</i></p>	<p>8. Kūniņa</p>	<p>9. Cikāde <i>Auchenorrhyncha sp.</i></p>

Att. 29. Zem spirālēm konstatētie dzīvie organismi.

Aizsargāto un neaizsargāto koku stumbra vainas raksturotas, kontekstā ar izmantoto aizsardzības materiālu:

- perforēts / neperforēts, caurspīdīgs/ matēts posms - izsvīdums;
- stumbra, apgrauzumi, plaisas, to veids;
- stumbrā, mieturī ieaugušas plastikāta daļas (Att. 30.).

		
<p>1. Izsvīdums perforētā posmā</p>	<p>2. Izsvīdums neperforētā</p>	<p>3. Jauns bojājums virs spirāles</p>
		
<p>4. Vecs bojājums zem spirāles</p>	<p>5. Kavēta kreves veidošanās zem spirāles</p>	<p>6. Spirāle ieaugusi sānzarā</p>

Att. 30. Stumbra vainu un bojājumu veidi.

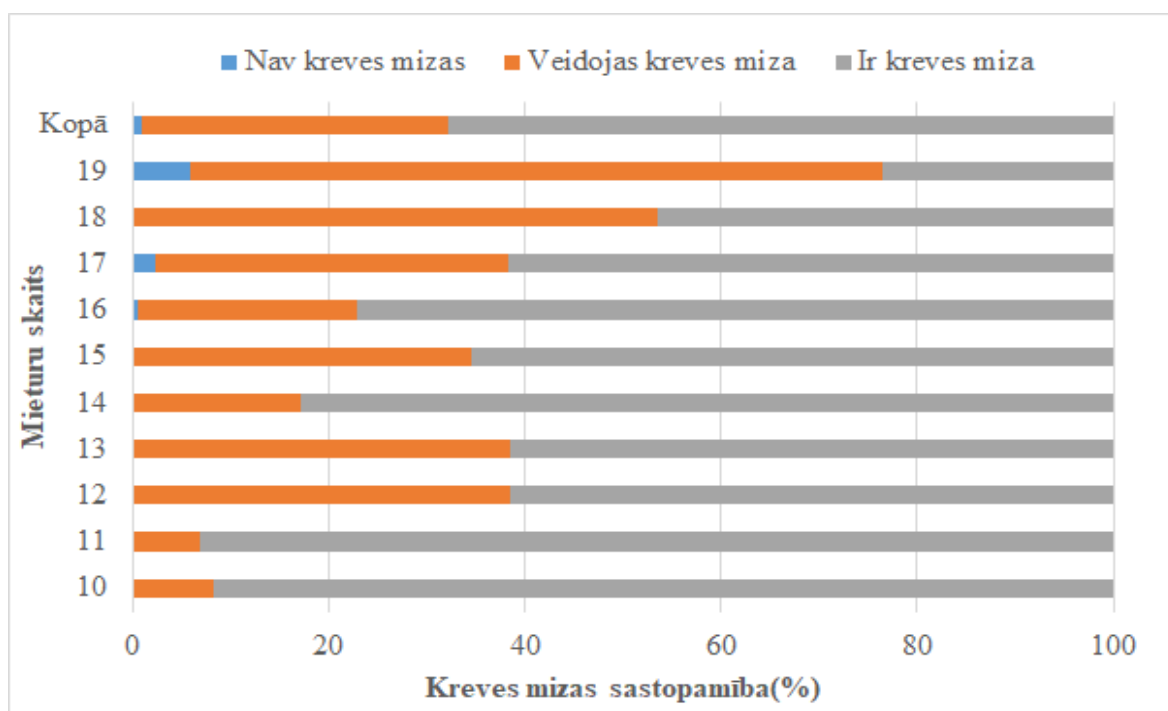
Rezultāti

Kreves miza

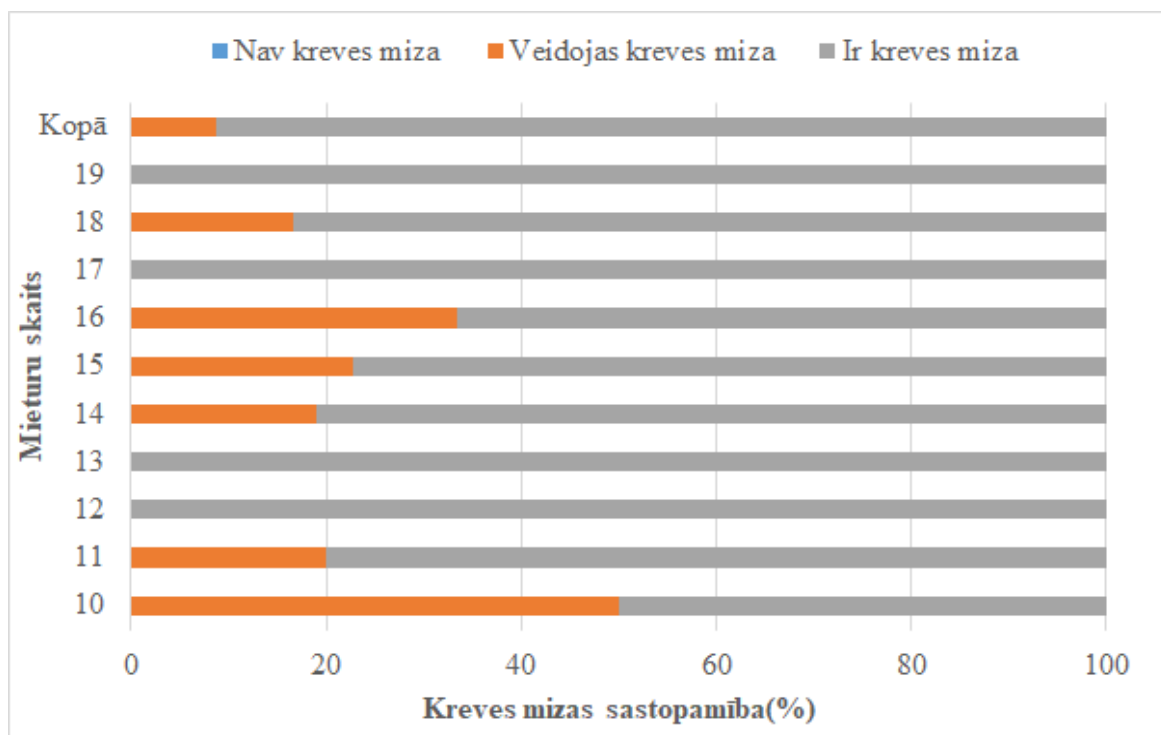
Kreves miza uz priežu stumbriem veidojas, kad koks ir sasniedzis noteiktu vecumu, vai stumbra diametru. Kreves miza pasargā koka stumbru no ārējās vides bojājumiem, kukaiņu postījumiem, meža ugunsgrēkiem un arī dzīvnieku, tai skaitā briežu dzimtas veiktām bojājumiem.

2010.-2014. gadā aizsargātie koki

Kreves mizas sastopamība (%) neaizsargātajiem (Att. 31.) un aizsargātajiem kokiem (Att. 32.) salīdzināta viena vecuma priedēm (mieturu skaita grupām). Neaizsargātiem kokiem kreves miza bija sastopama 67,7% uz mērīto kokus, bet aizsargāto koku grupā 91,3% bija /vai veidojas kreves miza. Tātad, kokiem ar aizsargspirālēm, neaizkavējās kreves mizas veidošanās. Aizsardzībai izvēlējās spēcīgākos kokus, tāpēc aizsargāto koku grupā bija vairāk priežu, kam izveidojusies kreves miza.



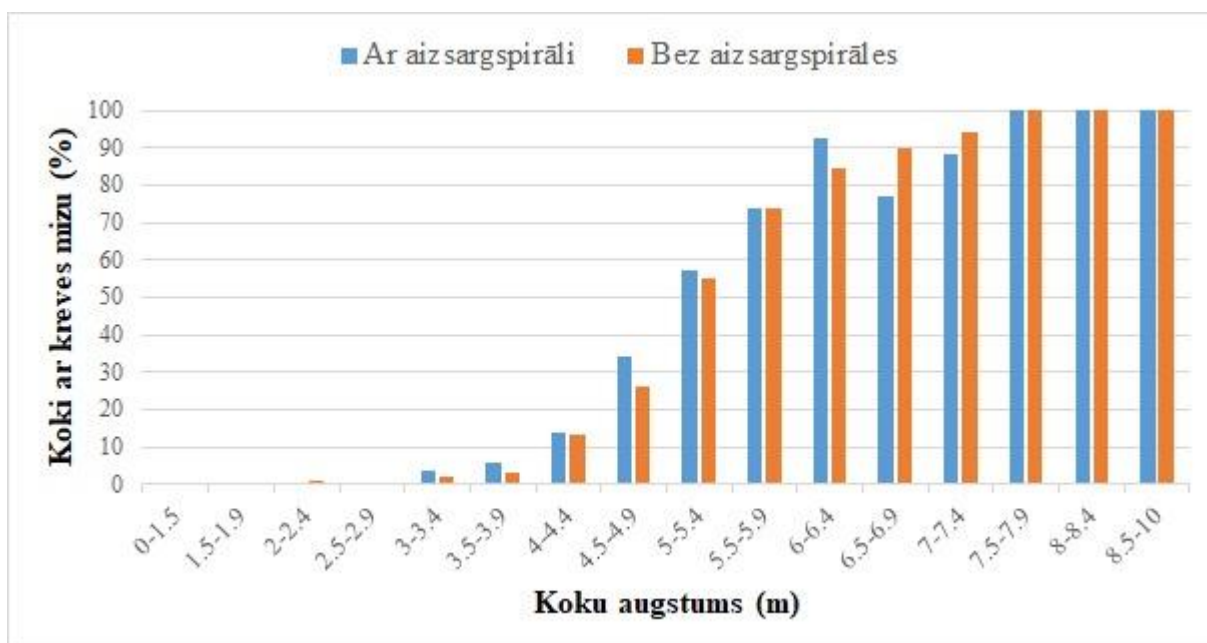
Att. 31. Kreves miza sastopamība (%) un koku vecums visiem mērītajiem neaizsargātajiem kokiem.



Att. 32. Kreves miza sastopamība (%) dažāda vecum kociem - visiem aizsargātajiem kociem.

2015., 2017., 2019. gadā aizsargātie koki

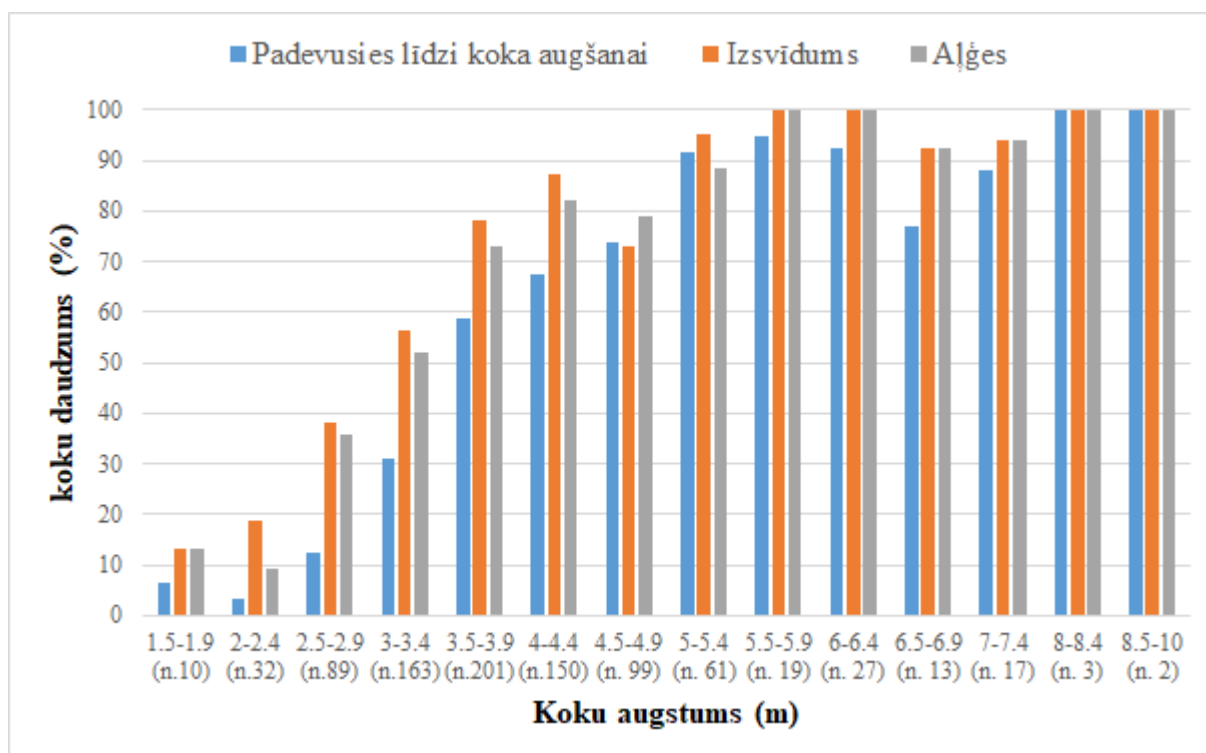
Visiem kociem, kuri jau pārsnieguši 7,5 m augstumu, ir izveidojusies kreves miza. ($p=0.001$) (Att. 33.). Kreves mizas veidošanās sākas ātrāk, ja kokam ir uzlikta aizsargspirāle, turklāt šī tendence vairāk izpaužas, ja zem spirāles veidojas izsvīdums un aļģu apaugums (Att. 34.).



Att. 33. Kreves mizas veidošanās, aizsardzības veids un koku augstumi.

Stumbra izsvīdums, aļģes, dzīvie organismi

Stumbra izsvīdumu un dzīvo organismu klātbūtni vērtēja tikai pirms 1-5 gadiem aizsargātiem kokiem. Uz stumbriem aļģes bija tikai kokiem, kuriem bija uzlikta spirāle un zem tās veidojās izsvīdums. Izsvīdums veidojās, pārsvarā tajos gadījumos, ja spirāle ir padevusies līdzī koka stumbra augšanai un piekļaujas tam. Pirmajos gados, kad koka stumbra diametrs mazāks par spirāles diametru, tā nepiekļaujas stumbram, nav novērojams ne izsvīdums, ne aļģu klātbūtne (Att. 34.).



Att. 34. Ar aizsargspirālēm aptīto koku augstums un spirāles stāvokļi - padevusies līdzī koka stumbra augšanai, veidojies izsvīdums; ir aļģu klātbūtne (n- koku skaits paraugkopā).

Bioloģiski noārdāmās spirāles vērtēja tikai vienā nogabalā (11 koki). Salīdzinot abu spirāļu veidus, caurspīdīgo perforēto spirāļu datu kopā tika iekļauti tikai tie koki (160), kuri bija līdzīga augstuma un vecuma koku grupai ar bioloģiski noārdāmajām spirālēm (koki augstuma grupā no 350–450 cm). Izsvīdums bija zem 70% bioloģiski noārdāmo spirāļu un 81% caurspīdīgo perforēto spirāļu. Aļģes bija tikai zem 9,1% bioloģiski noārdāmo spirāļu.

Lai veidotos aļģu apaugums, ir vajadzīga gaisma, bioloģiski noārdāmās spirāles ir matētas un zaļganas, tāpēc gaisma tām tiek cauri mazākā intensitātē, nekā caurspīdīgajām spirālēm. Zem matētām un gaišām spirālēm stumbrs saulainas dienās nesakarst tik ļoti, bet stumbra virsmas temperatūras mērījumus šajā pētījumā neveica. Kreves mizas veidošanās zem bioloģiski

noārdāmajām spirālēm nenovēroja, bet arī kopējā datu kopā kokiem ar spirāli šajā augstumā kreves mizas veidošanās ir mazāk kā 5% gadījumu. Tomēr, lai veiktu objektīvus secinājumus par spirāles caurspīdīguma ietekmi uz stumbra ir jāanalizē lielāka datu kopa.

Kukaiņi zem spirāles bija bieži sastopami, kopumā 50,1% gadījumu. Visiem apsekotajiem kokiem, kuriem aiz aizsargspirāles bija nobiras, tajās dzīvoja kukaiņi, tātad nobiras rada labvēlīgāku dzīvotni vairākām kukaiņu sugām. Kukaiņi apdzīvo telpu starp stumbra un aizsargspirāli, dēj olas un veido kūniņas. Arī kokiem, kuriem aiz aizsargspirālēm nebija sakrājušās nobiras, bet zem spirāles bija stumbra izsvīdums un aļģu apaugums, novēroja kukaiņu klātbūtni, īpaši daudzkāju klases un skudru dzimtas pārstāvjus.

Vairāk nobiru zem spirāles bija kokiem, kuru sākotnējais stumbra diametrs bijis mazāks par uzlikto aizsargspirāli. Nobiras, kas aiz spirāles uzkrājušās vairāku gadu gaitā, radīja labvēlīgu dzīves vidi bezmugurkaulnieku sugām. Starp novērotajiem bezmugurkaulnieku ģintīm nav neviena koku kaitēkļa, kas posta priežu audzes. Zem spirāles radītā labvēlīgā vide kukaiņiem ir vērtējama kā pozitīvs ieguvums, jo šajā stumbra posmā tie ir aizsargāti no plēsējiem (pārsvarā putniem) un var netraucēti vairoties. Plēsēji var baroties ar kukaiņiem, kas dzīvo ārpus spirāles vai ir iznākuši uz neaizsegtās stumbra daļas.

Secinājumi

Aizsargspirāļu uzlikšana neaizkavēja kreves mizas veidošanos, arī gadījumos, kad zem aizsargspirāles veidojās izsvīdums un aļģu apaugums. Kreves mizas veidošanos primāri ietekmē koka vecums un augstums. Ja ir izveidojusies kreves miza, tad aizsargspirāles vairs nav nepieciešamas, tas atbilst vismaz 11 gadus vecām priežu audzēm (10 mieturi) vai koku augstumam virs 7 metriem.

Izsvīdums veidojas gan zem caurspīdīgām, gan zem puscaurspīdīgām (bioloģiski noārdāmas) perforētām spirālēm. Aļģes ievērojami vairāk un biežāk bija sastopamas zem caurspīdīgām aizsargspirālēm, ko var skaidrot ar labāku apgaismojumu zem spirāles.

Pirms koka stumbrs sasniedz spirāles diametru, aiz tās uzkrājas nobiras. Vēlāk nobiras kļūst par labvēlīgu dzīves un vairošanās vidi bezmugurkaulniekiem, daudzi no tiem ir putnu barības bāze.




Lai vērtētu matētu bioloģiski noārdāmo spirāļu ietekmi uz stumbra, būtu nepieciešama lielāka datu kopa ar perforētām matētām aizsargspirālēm.

3. Aizsargspirāļu un repelenta „WÓBRA” mehāniskās noturības novērtēšana mainīgos vides apstākļos

3.1. Aizsargspirāles

Metodika

Aizsargspirāļu noturība senāk aizsargātās, vecākās audzēs, vērtēta ziemas periodā vienlaikus ar kokiem nodarīto bojājumu uzskaiti (Tabula 1.). Pirms 1-3-5 gadiem aizsargātās audzes apsekotas vasaras periodā (Att. 35.).

		
Pirms gada (202-178-1-1)	Pirms trim gadiem (705-93-11-0)	Pirms pieciem gadiem (712-363-12-0)

Att. 35. Ar spirālēm aizsargātie koki LVM apsaimniekotajās mežaudzēs (foto D. Lazdiņa, T. A. Štāls, A. Zuševica).

Vērtēšanas metodika

Spirāļu noturība vērtēta aprakstot to mehāniskās īpašības. Aizsargspirāles stāvoklis apsekojuma brīdī iedalīts trīs kategorijās:

- elastīga - var noņemt un uzlikt atkārtoti, neplaisā;
- plaisā;
- lūzt (Att. 36.).



Att. 36. Spirāļu noturības raksturojoši attēli (foto D. Lazdiņa, T. A. Štāls, A. Zuševica).

Spirāles novietojums uz koku stumbriem un tās uzlikšanas kvalitāte aprakstīta nosakot segumu un stabilitāti (Att. 37.). Segums vērtēts divās kategorijas:

- nosedz (atbilstoši kvalitātes prasībām, jābūt ne vairāk kā 2 cm brīvs stumbra posms);
- nenosedz stumbru starp mieturiem (ja 5-10 cm brīvs).



Att. 37. Spirāļu seguma stāvokli raksturojoši attēli.

Spirāļu stabilitāte raksturota pēc piecām pazīmēm:

- stabila;
- izpletusies-padevusies līdz pieaugumam;
- pārāk cieša-žņaudz;
- nošļukusi;
- nokritusi (Att. 38.).

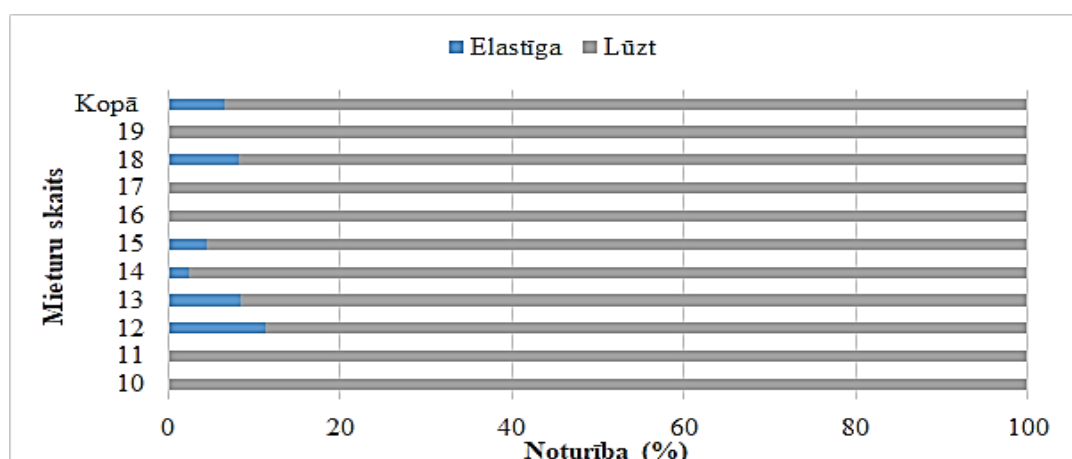
		
<p>Stabila</p>	<p>Padevusies līdz pieaugumam</p>	<p>Pārāk cieša</p>
		
<p>Nošļukusi</p>	<p>Nokritusi</p>	

Att. 38. Spirāļu stabilitātes pazīmes raksturojoši piemēri.

Rezultāti

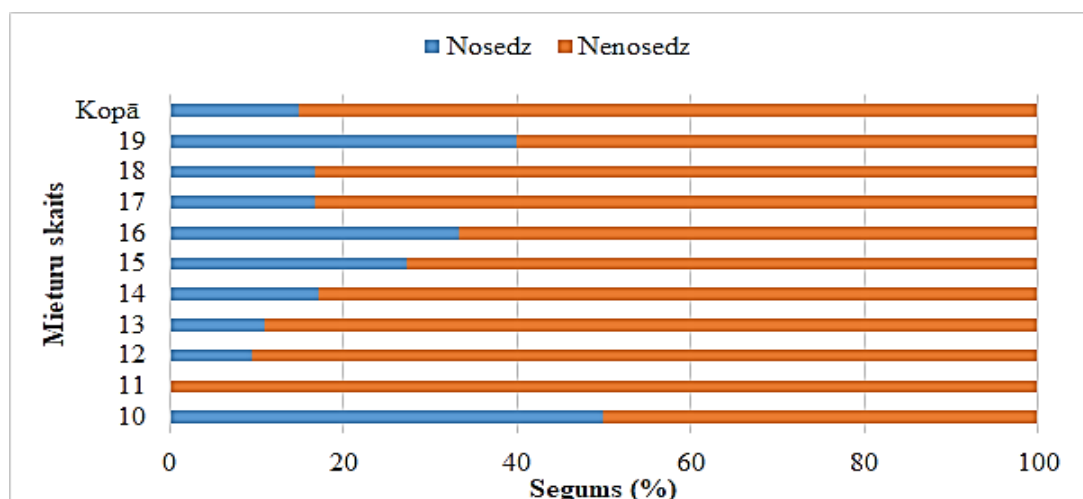
2010.-2014. gadā aizsargātie koki

2010.-2014. gadā uzlikto aizsargspirāļu stāvokli novērtēja 2020. gada februārī. Tikai 6% no pirms sešiem gadiem un senāk uzliktajām spirālēm bija elastīgas, parējās bija trauslas, lūza. (Att. 39.).



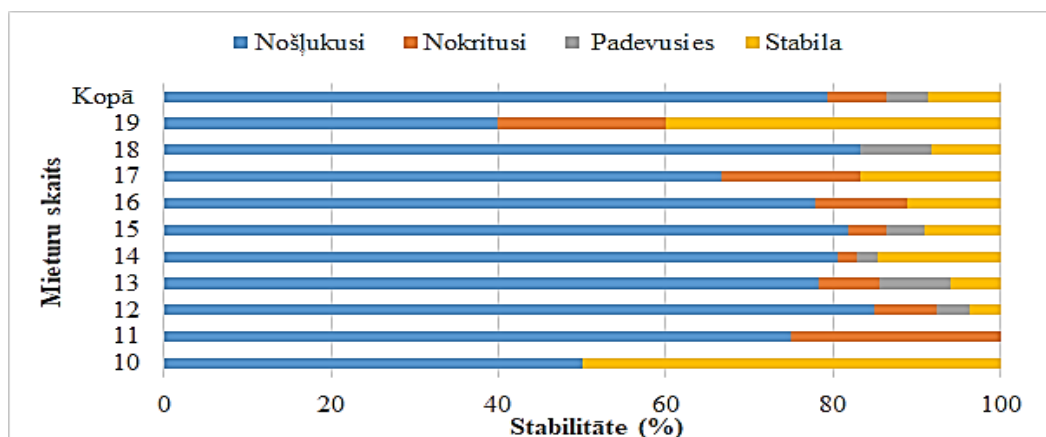
Att. 39. Spirāles noturība(%) pa mietura grupām atsevišķi un kopā (%) visiem aizsargātajiem kokiem.

Aizsargspirāles bija labi padevušās līdz priežu stumbru radiālajiem pieaugumiem, nežņaudza priežu stumbrus, rezultātā vidēji 85% koku spirāles vairs pilnībā nenosedz stumbru (Att. 40.).



Att. 40. Spirāles segums (%) pa mietura grupām atsevišķi un kopā (%) visiem aizsargātajiem kokiem.

Aizsargspirāles, 6 līdz 7 gadu laikā pēc uzlikšanas bija kļuvušas trauslas, tāpēc bija zaudējušas stabilitāti, sākušas atritināties, nošļukušas. Stabīlas bija tikai 10% no visām apsekotām aizsargspirālēm, 5% padevušās līdz augšanai un 78% nošļukušas un 7% nokritušas (Att. 41.).

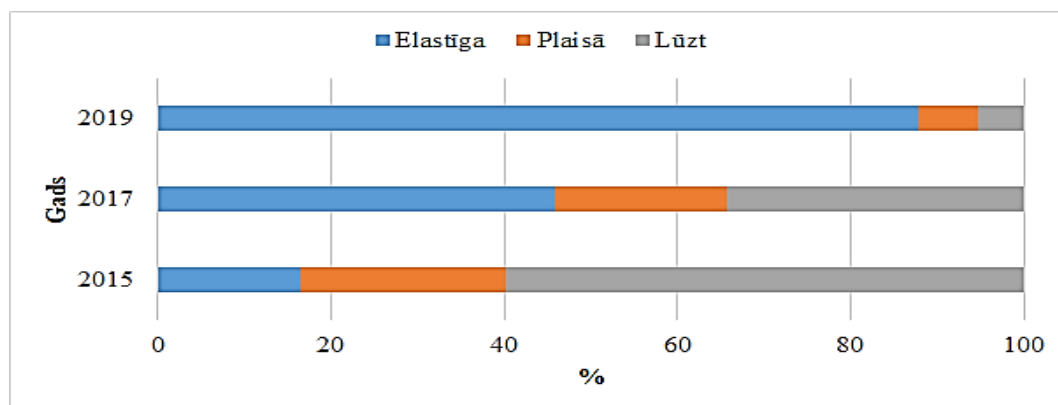


Att. 41. Aizsargspirāļu stabilitātes (%) novērtējums pa mieturu skaitu un kopā visiem aizsargātajiem kokiem.

Spirāles netraucēja koku augšanu, bet piesārņoja vidi ar plastmasu un, sākot ar septīto gadu pēc uzlikšanas, būtu izvēlamas no audzes, jo tās bija beigušas pildīt funkciju – mērķa kokiem bija izveidojusies kreves miza (Att. 32.).

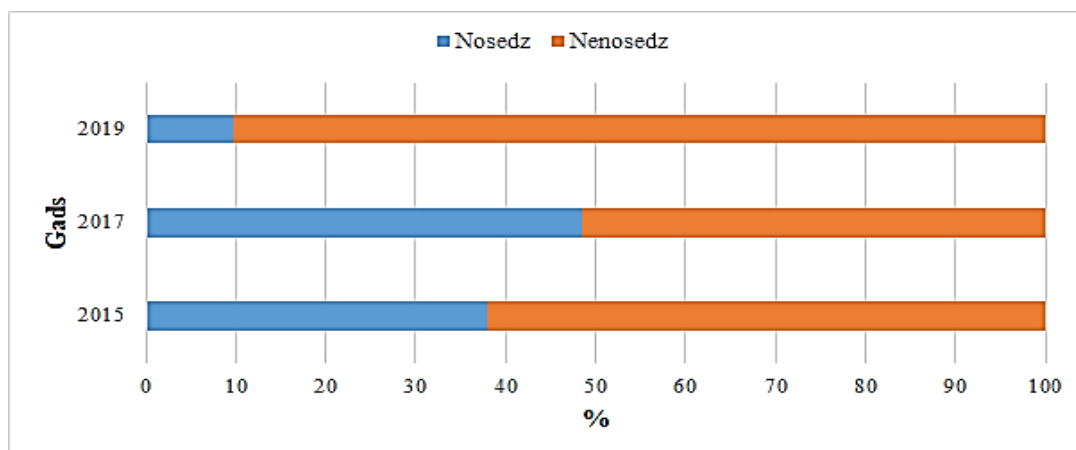
2015., 2017., 2019. gadā aizsargātie koki

Pirms gada uzliktās spirāles elastīgas, nelūzt. Spirāles kļūst trauslas trešajā gadā pēc uzlikšanas, sāk plaisāt un lūzt (Att. 42.). Pirms pieciem gadiem uzliktās spirāles bija trauslas, bet vēljoprojām pildīja aizsardzības funkciju.



Att. 42. Spirāļu noturības raksturojošo parametru procentuālais sadalījums atkarībā no laika pēc spirāļu uzlikšanas, attiecīgi, 2015- piecgadīgas aizsargspirāles, 2017- trīsgadīgas aizsargspirāles, 2019- viengadīgas aizsargspirāles (2015.g.- n. 279; 2017.g.- n. 342; 2019.g.- n. 379).

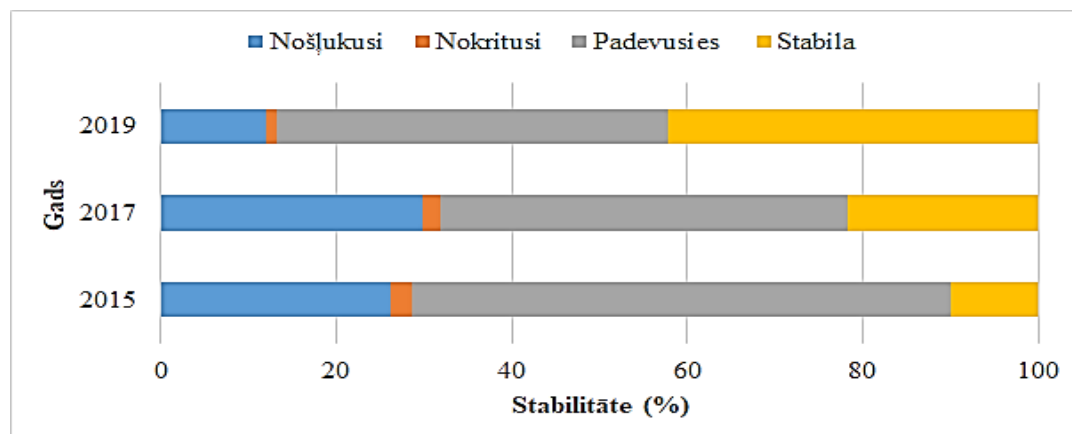
Vislielākais vaļīgo aizsargspirāļu īpatsvars, kuras pilnībā nenosedz stumbru, bija 2019. gada aizsargātajās teritorijās, šajā gadā bija arī vislielākais bojājumu skaits nepareizi uzlikto spirāļu dēļ (Att. 43., Tabula 8.).



Att. 43. Stumbra pārklājuma ar spirālēm raksturojošo parametru procentuālais sadalījums atkarībā no laika pēc spirāļu uzlikšanas, attiecīgi, 2015- piecgadīga aizsargspirāle, 2017- trīsgadīga aizsargspirāle, 2019- viengadīga aizsargspirāle (2015.g.- n. 279; 2017.g.- n. 342; 2019.g.- n. 379).

Nokritušās spirāles drīzāk bija saistītas ar metodiski neprecīzu spirāļu uzlikšanu uz maziem kokiem, bet ne ar vides ilgtermiņa ietekmi uz spirāļu mehānisko noturību (Att. 44.).

Vecākās jaunaudzēs, kur spirāles uzliktas 2015. un 2017. gadā, bija mazāk ir nošļukušu vaļīgu spirāļu. Vecākas audzēs bija vairāk nošļukušu un nošļukušu padevušos līdzī stumbra pieaugumam spirāļu (Att. 44.). Vaļīgas spirāles bija pirmajos gados, laikā, kamēr koka stumbra diametrs vēl nav sasniedzis spirāles izmērus.



Att. 44. Spirāļu stabilitātes raksturojošo grupu procentuālais sadalījums pa gadiem attiecīgi, 2015- piecgadīga aizsargspirāle, 2017- trīsgadīga aizsargspirāle, 2019- viengadīga aizsargspirāle (2015.g.- n. 279; 2017.g.- n. 342; 2019.g.- n. 379).

Uz maziem kokiem uzliktās spirāles bija nošļukušas, tās nenosedza visu daļu no stumbra ko būtu jāaizsargā, bija uzlikti pārāk īsi spirāļu posmi, nerēķinoties ar to, ka tās padosies vai sašļuks. Jau pirmajā gadā pēc spirāļu uzlikšanas, spirāles, kuras pilnībā nenosedza stumbru bija

60% no visām uzliktajām spirālēm, bet, pirms pieciem gadiem uzliktajām, šī grupa bija lielāka par 20%. Vides ietekme var nelabvēlīgi ietekmēt spirāļu noturību, bet šajā gadījumā primāri to ietekmēja spirāļu uzlikšanas veids un tas, vai uz dotā stumbra posma netiek uzlikts pārāk īss aizsargspirāles posms (Att. 43., Att. 44.).

Dažas audzēs bija veikta otrreizēja spirāļu uzlikšana, un dažos gadījumos, laiks pēc spirāles uzlikšanas bija mazāks par pieciem gadiem, tas nedaudz ietekmēja vaļīgo /nošļukušo spirāļu uzskaites vidējos rezultātus.

Atsevišķos gadījumos spirāle ir stabila, tomēr nenosedz koka stumbru, tāpēc bija briežu dzimtas dzīvnieku veikti bojājumi virs spirāles (pieļauta metodiska kļūda, ka uzliktais spirāles posms bija pārāk īss, lai pilnā apjomā veiktu aizsardzības funkciju). Daļa no spirālēm, kas bija uzliktas pareizi, vides ietekmes dēļ, ir mainījušas mehāniskās īpašības un nošļukušas 3-5 gadā pēc tās uzlikšanas.

Secinājumi

Aizsargspirāles nezaudē elastību pirmajā sezonā pēc uzlikšanas uz stumbru, sākot ar trešo gadu pēc uzlikšanas, tās zaudē elastību - plīst un lūzt. Piektajā gadā pēc uzlikšanas trauklas ir puse no spirālēm.

Nokritušo aizsargspirāļu īpatsvars pat pēc 10 gadiem nepārsniedz 10 %. Aizsargspirāles saglabā efektivitāti aizsardzībai pret briežu dzimtas dzīvnieku nodarītiem stumbra bojājumiem ilgi pēc to uzlikšanas, pa ja tās vairs nav tik elastīgas un ir sākušas lūzt.

Aizsargspirāles var noņemt brīdī, kad kokiem ir izveidojusies kreves miza, bet nevajadzētu atstāt ilgāk par 10 gadiem kopš uzlikšanas brīža. Ilgāka spirāļu atstāšana var apgrūtināt to izvākšanu un veicināt vides piesārņojumu ar plastikātā materiāliem, jo plastmasa kļūst traukla, sadalās - sākas mikroplastmasas piesārņojuma riski.

3.2. Aizsarglīdzekļa WÓBRA vērtējums

WÓBRA ilgtermiņa ietekmes izpēte uz stumbru nav iespējama, jo pēdējos gados aizsarglīdzeklis nav izmantots stumbru apstrādei. No 2010. līdz 2014. gadā aizsargātajās audzes vairs nav atpazīstami pirms 10 gadiem ar WÓBRA apstrādātie koki, tātad aizsarglīdzekļa ilgtermiņa ietekmi vērtēt nebija iespējams. Vērtēts koku stumbru stāvoklis ar

līdzekli 2018. gadā apstrādātiem kokiem zinātniskās izpētes pētījumā “Meža atjaunošanas ieaudzēšanas un kopšanas pētījumu programma”⁴.

Metodika

2020.gada rudenī apsekoja nogabalu, kur 2018. gada rudenī ar WÖBRA apstrādāja priežu stumbrus, meklēja līdzekļa “pēdas” uz koku stumbriem.

Salīdzināta situācija un foto liecības, kas uzņemtas 2019. gada 2. septembrī un 2020. gada 20. oktobrī (Att. 45), apsekota visa audze - novērtēta koku bojājumu pakāpe tajā un aizsarglīdzekļa WÖBRA noturība uz koku stumbriem.



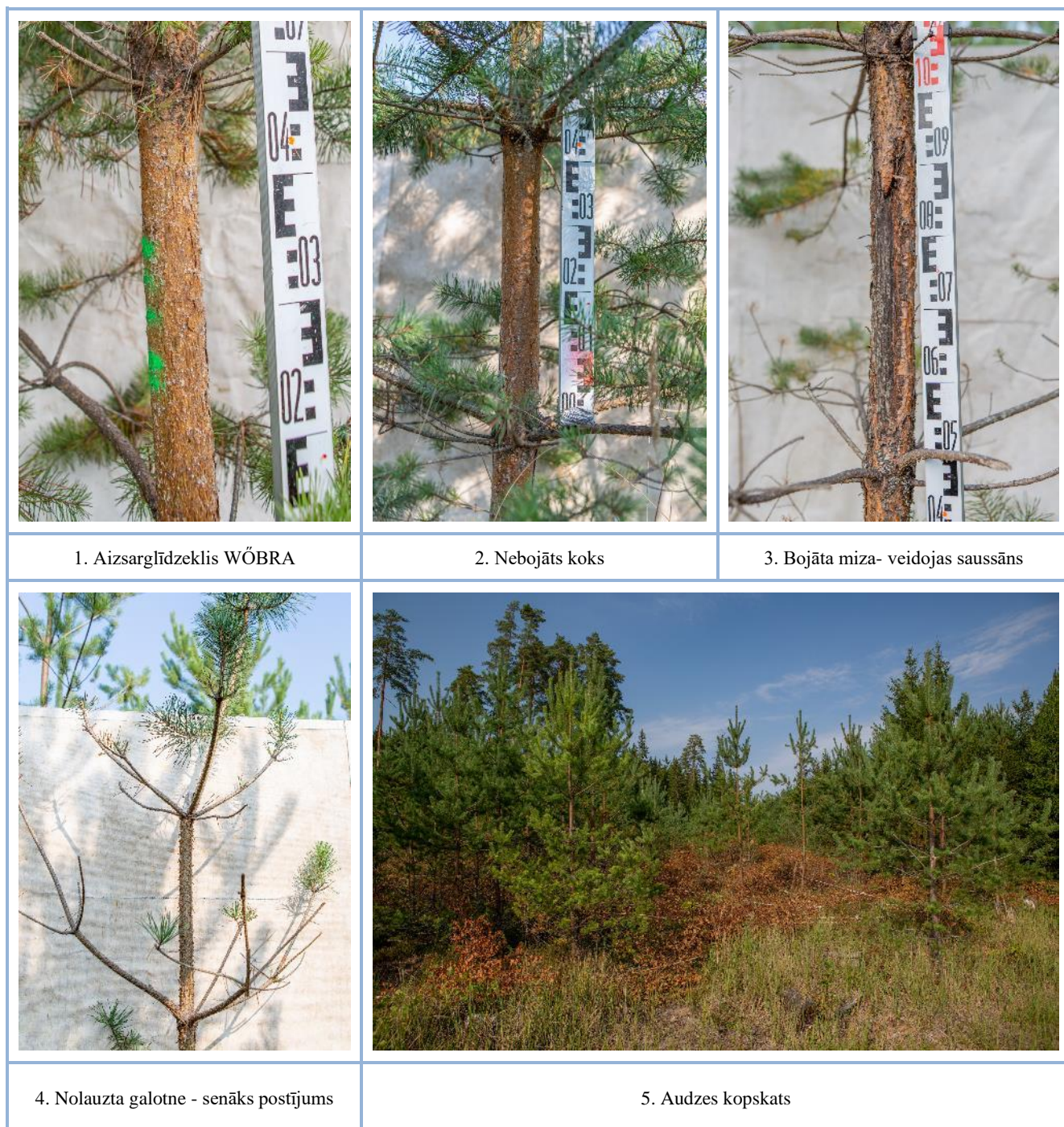
Att. 45. Ar dronu uzņemts platības ortofoto (20.10.2020.).

Rezultāti:

Apsekojot audzi gan 2019. gadā, gan arī 2020. gadā, neatrada svaigus dzīvnieku veiktus priežu stumbru bojājumus, nedz apkostus dzinumus, līdz ar to audze uzmērīšanu neturpināja. Audzē ir redzami senāk, pirms apstrādes ar repelentu, izdarīti koku stumbru bojājumi. Aizsarglīdzekļa vizuālā atpazīstamībā būtisku izmaiņu nav – pirmajā gadā pēc uzklāšanas, 2019.gada

⁴ http://www.silava.lv/userfiles/file/Projektu%20parskati/2018_Lazdina_LVM.pdf

septembrī, WÓBRA uz koku stumbriem bija redzama kā plāna, spīdīga plēvīte un pavisam nelielas, cietas lodītes uz koku stumbriem (Att. 46.), taču otrajā sezonā aizsarglīdzeklis ir mazliet grūtāk pamanāms, veidojot tikai lodītes uz koku stumbriem (Att. 47.).



Att. 46. Fotofiksācija 2019. gada septembrī (foto T.A.Štāls).

		
1. Aizsarglīdzeklis WÖBRA	2. Nebojāts koks	3. Bojāta -sens mizas bojājums
		
4. Apgrauzti apakšējie dzinumi	5. Audzes kopskats	

Att. 47. Fotofiksācija 2020. gada oktobrī (foto T.A.Štāls).

Apstrādātie stumbri vairāk atpazīstami pēc pirms līdzekļa uzklāšanas notrauktajām skujām, nekā līdzekļa klājuma uz stumbriem. Zvēri audzi nav postījuši.

Secinājumi

Aizsarglīdzeklis WÖBRA darbojas vismaz divas sezonas – nav jaunu/svaigu priežu stumbru bojājumu.

Aizsarglīdzeklis WÖBRA kļūst grūtāk pamanāms ar katru nākamo sezonu pēc apstrādes.

4. Meža aizsardzības pasākumu un aizsargžogu izmaksu salīdzināšana

Palielinoties darbaspēka izmaksām un samazinoties darbaspēka pieejamībai, nākotnē var būt problemātiski atrast darbiniekus, kas veiktu meža aizsardzības darbu izpildi. Mežaudzes iežogojšanu ieteicams veikt lielākās platībās vai mežu masīvos, kuros mežaudzes aizsardzība paredzēta dažādās platības vairākus gadus pēc kārtas, līdz brīdim, kad koki izaug no riska grupas. Platību iežogojšana ieteicama platībās ar lielu pārnadžu blīvumu, blakus jaunaudzēm vai dzīvnieku barotavām, kur šobrīd izmantotie aizsardzības līdzekļi nedarbojas vai stādu aizsardzība ir apgrūtināta. Paredzams, ka nākotnē mežaudžu iežogojšana tiks izmantota vairāk, pieņemot, ka darbaspēka pieejamība meža darbu veikšanā samazināsies.

Metodika – aprēķinu gaita

Lai salīdzinātu aizsargžoga ierīkošanas izmaksas ar mehāniskiem individuāliem koku stubru aizsardzības pasākumu kopumu, minimālo platības perimetru, pie kāda atmaksājas ierīkot aizsargžogu. Aprēķinā izmantoja LVM mežaudžu aizsardzībai pret dzīvnieku bojājumiem iepirkto un izlietoto aizsardzības materiālu patēriņa, materiālu un pakalpojumu cenas par 2020. gadu, tās apkopotas zemāk Tabula 9.

Tabula 9. Mežaudzes aizsardzības pret dzīvnieku bojājumiem materiālu patēriņš, materiālu un pakalpojumu cenas 2020. gadā

Aizsardzības materiāls	Koku augstums, metri	Materiāla cena par vienību	Patēriņš, ha ⁻¹	Materiāla izmaksas, EUR ha ⁻¹	Pakalpojuma cena, EUR ha ⁻¹	Kopā, EUR ha ⁻¹
Cervacol Extra	< 1,5	2,49 EUR kg	9	22,41	71,48	93,89
Wam Extra	< 1,5	2,65 EUR kg	10	26,50	71,48	97,98
Plantskydd	< 1,5	8,96 EUR kg	3,3	29,57	71,48	101,05
Trico (pumpuri)	> 1,5	8,2 EUR litrs	15	123	71,48	194,48
Trico (stumbri)	> 1,5	8,2 EUR litrs	15	123	13,36	260,36
Aizsargspirāļu uzlikšana	> 2	0,48 EUR gb.	675	324	137,36	461,36
Papildināšana (1000 gb. ha ⁻¹)		200 EUR ha ⁻¹	1	200	14,38	344,38
Aizsargspirāļu noņemšana		125 EUR ha ⁻¹	1	0	125	125

Stādus līdz 1,5 metru augstumam aizsargā ar repelentiem Cervacol Extra, Wam Extra vai Plantskydd. Minētajiem repelentiem atšķiras cena un patēriņš viena hektāra aizsardzībai. Viena hektāra kopējās apstrādes izmaksas ir no 93,89 EUR līdz 101,05 EUR, kas ir 7% atšķirība, kas uzskatāma par nelielu.

Koku apstrādei ar repelentiem var izvēlēties dažādas pieejas. Apstrādes dizains ietekmē laika un materiāla patēriņu. Apstrāde ar Trico pa lauka perimetru 2 m platā joslā aizņem vismazāk laika. Atsevišķu mērķkoku apstrāde koptajā laukā ir vislaikietilpīgākā, patērējot par 67% vairāk laika nekā apstrādājot tikai perimetru. Vismazākais repelenta Trico patēriņš ir apstrādājot kokus pa lauka perimetru – vidēji 3,33 litri ha⁻¹, mērķkoku apstrāde 6,5 litri ha⁻¹, bet, apstrādājot lauka perimetru un diagonāles, patēriņš bija vidēji 5 litri ha⁻¹. Rezultāti par Trico patēriņu un uzklāšanas ilgumu, ja priežu vainagus un stumbrus ar repelentu apstrādā dažādos variantos, aprakstīti 2017. gada pārskatā par “Meža atjaunošanas ieaudzēšanas un kopšanas pētījumu programma” ietvaros veiktajiem darbiem⁵. Aprēķinos pieņemts, ka Trico izmanto pumpuru apstrādē, kur tiek apstrādāti 2000-3000 koki hektārā un stumbru apstrādē, kur tiek aizsargāti 450 stumbri hektārā.

Aizsargspirāles tiek uzliktas kokiem sasniedzot 2 metru augstumu un tiek aizsargāti 450 koki uz hektāru, kur vienam kokam tiek izmantoti 1,5 metri spirāles materiāla (0,5-2 augstumā uzlikta stumbra aizsardzība). Repelenta “Wobra” izmantošana koku aizsardzībā 2020. gadā ražošanā netiek izmantota, tādēļ veica aprēķinus par aizsardzības līdzekļiem, kas pašlaik tiek izmantoti koku aizsardzībā.

Aprēķins

Aprēķinot kopējās viena hektāra mežaudzes aizsardzības izmaksas, pieņēma finansiāli dārgāko variantu, kas paredz pirmos 3 gadus pēc kārtas aizsargāt stādus ar Plantskyd, vai kādu citu repelentu, nākamos 3 gadus aizsargāt ar repelentu Trico; tālākajā koku stumbru aizsardzībā izmantot aizsargspirāles, kā arī veikt stādījumu vienreizēju papildināšanu ar 1000 stādiem ha⁻¹ (Tabula 10.). Šajā, un citos LVM veiktos pētījumos, nav ievākti Latvijas mežsaimniecības praksē veiktu izmēģinājumu/pārbaužu dati ar kuriem varētu pamatot būtiski savādāku meža aizsardzības shēmu, kā patlaban lietotā - 9. Tabulā attēlotā. Patlaban netiek testēti kādi citi aizsardzības modeļi. Kopējās viena hektāra mežaudzes aizsardzības izmaksas (no stādīšanas brīža līdz aizsargspirāļu noņemšanai) 2020.gadā bija 1949,08 EUR ha⁻¹. Alternatīva aizsardzības materiālu izmantošanai būtu aizsargžogu ierīkošana apkārt mežaudzēm, kurām ir augsts risks, ka būs daudz briežu dzimtas dzīvnieku nodarītu apkodumu un stumbra bojājumu.

⁵ http://www.silava.lv/userfiles/file/Projektu%20parskati/2017_Lazdina_LVM_MAIKP_www.pdf

Tabula 10. Kopējās mežaudzes aizsardzības pret dzīvnieku bojājumiem izmaksas (2020. gada materiālu un pakalpojumu cenas)

Aizsardzības materiāls	Reižu skaits	Materiāla + pakalpojuma izmaksas, EUR ha-1	Kopā, EUR ha-1
Plantskydd	3	101,05	303,14
Trico (pumpuri)	1	194,48	194,48
Trico (stumbri)	2	260,36	520,72
Aizsargspirāļu uzlikšana	1	461,36	461,36
Papildināšana (1000 gb. ha-1)	1	344,38	344,38
Aizsargspirāļu noņemšana	1	125	125
		Kopā	1949,08

Aizsargžogu uzstādīšanas izmaksu aprēķinam izmantoti dati no 3 platībām Ziemeļkurzemes reģionā, kurās 2020. gadā tika ierīkots aizsargžogs. Vidējās viena hektāra iežogojuma izmaksas iežogotajās platībās praksē atšķīrās, tas bija no 518,39 EUR ha⁻¹, (iežogoti 81,64 ha), līdz 2567,83 EUR ha⁻¹ (iežogoti 10,15 ha).

Izmaksas ietekmē gan iežogojuma darbu apjoms, gan platības forma – ārējais perimetrs pret ieskauto laukumu. Platību iežogojuma izmaksas izvēlētajās platībās nebija atkarīgas no malu skaita un stūru skaita, bet gan no kopējās iežogotās platības perimetra (kopējā aizsargžoga garuma) (Tabula 11.).

Tabula 11. Aizsargžogu uzstādīšanas izmaksas Ziemeļkurzemes reģionā 2020. gadā⁶

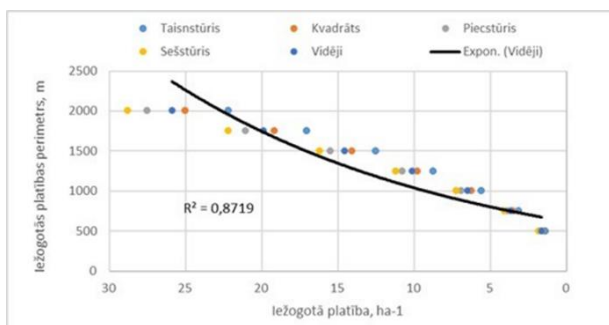
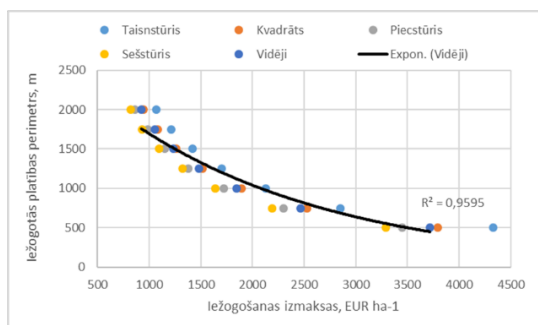
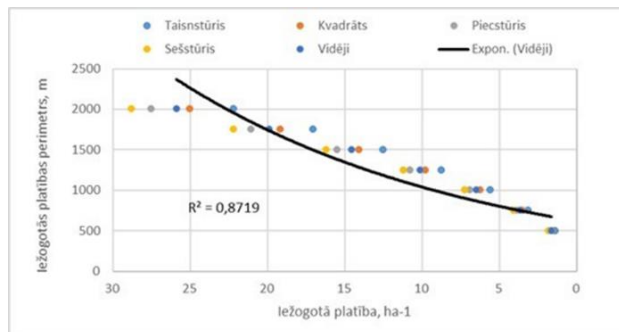
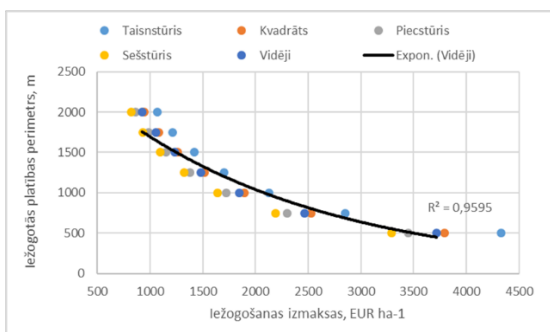
Iecirknis	Iepirkuma cena, EUR	Iežogotā platība, ha	Stūru skaits platībā	Malu skaits platībā	Iežogotās platības perimetrs, m	Vidējā cena, EUR ha-1	Vidējā cena par 1 metra aizsargžoga ierīkošanu, EUR
Ventas	42321,26	81,64	4	4	3677	518,39	11,51
Usmas	26063,48	10,15	26	26	2166	2567,83	12,03
Mētras	20194,79	14,86	9	9	1678	1359,00	12,04
						Vidēji	11,86

Aizsargžoga ierīkošanas izmaksas 2020.gadā bija vidēji bija 11,86 EUR metrā.

Aprēķinot minimālo platības perimetru, pie kāda atmaksātos ierīkot aizsargžogu, vispirms aprēķināja laukums taisnstūrveida (malu attiecība 1:2), kvadrāta, piecstūra un sešstūra platībai pie izvēlēta perimetra. Tālāk aprēķinātas platību (ar doto perimetru) iežogojuma izmaksas, par pamatu ņemto vidējo cenu par 1 metra žoga uzstādīšanu Ziemeļkurzemes reģionā.

Aizsargžogu uzstādīšanas izmaksas par pamatu izmantojot iežogotās platības perimetru attēlotas (Att.48.).

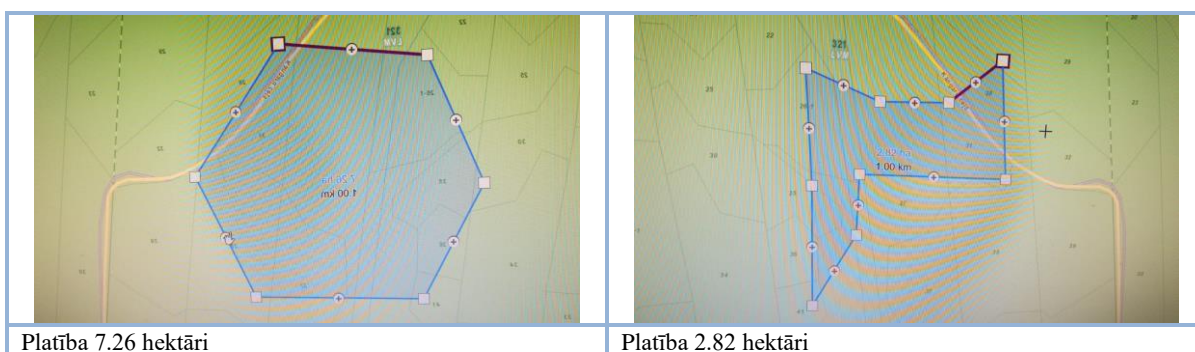
⁶ Aizsargžogu ierīkošanas līguma apjomi un cenas izmantotas no iepirkuma "Aizsargžogu ierīkošana Ziemeļkurzemes reģionā 2020.gadā", identifikācijas Nr. AS LVM MS_MK_2020_160_B līguma 1. pielikuma.



Att. 48. Aizsargžoga uzstādīšanas izmaksas un iežogotās platības perimetrs, EUR ha⁻¹

Mežaudzes aizsardzības pret dzīvnieku bojājumiem izmaksas (no stādīšanas brīža līdz aizsargspirāļu noņemšanai) izvēloties dārgāko audzes aizsardzības variantu un izmantojot 2020. gada materiālu un pakalpojumu cenas ir 1949,08 EUR ha⁻¹.

Aizsargžogu uzstādīt ir lietderīgi, ja žoga ierīkošanas izmaksas ir zemākas par līdz šim izmantotajiem aizsardzības pasākumiem. Iežogotā laukuma perimetrs atkarīgs no tā, cik sarežģīta ir nogabala forma. Lai aizsargžoga ierīkošanas izmaksas būtu zemākas par 1949,08 EUR ha⁻¹, iežogotās platības perimetram jābūt ne lielākam par 1000 metriem (Att. 49.).



Att. 49. Aizsargžoga un platības attiecību variāciju piemērs.

Iežogojot 1000 metrus, ja tas izmaksā 11,86 EUR metrā, kopējās izmaksas ir 11860 EUR. Tālāk 11860/1949,08 EUR ha (tagadējās izmaksas) = 6,08 hektāri. Tātad atmaksājas iežogot,

ja iežogotā platība ir vismaz 6,08 hektāri un platības perimetram būtu jābūt ne lielākam kā 1000 metri.

Secinājumi

Mežaudzes iežogošana atmaksājas, ja iežogšanas izmaksas ir mazākas par mežaudzes aizsardzības izmaksām - 2020.gada izmaksu līmenī mežaudzes iežogošana ir lētāka nekā meža koku individuāla aizsardzība, ja iežogojamās platība ir lielāka par 6,5 ha un/vai audzes perimetrs nepārsniedz 1000 m.

5. Alternatīvie piedāvājumi koku stumbru mehāniskai aizsardzībai.

Stumbru mehāniskai aizsardzībai ir pieejami dažādi risinājumi. Amerikā ražo 10, 20, 40 collas garas, elastīgas, balta plastikāta spirāles ar perforējumu un bez, kas paredzētas koku stumbru aizsardzībai no zaķu un citu dzīvnieku apkodumiem un saules apdegumiem, sala plaisām. Baltais materiāls aizkavē stumbra sakaršanu dienas laikā, bet plastikātā segums palīdz saglabāt temperatūru ap stumbru nakts laikā. spirāles lentas sānu malām ir neliels rievojums, kas aizkavē materiāla nošķukšanu, ja tas ja spirāle cieši nepieguļ stumbram. Ražotāja mājas lapā norādītā trīs spirāļu mazumtirdzniecības cena ir 8,99 dolāri.



Att. 50 StarkBros ražotās koku aizsargspirāles.

Lielbritānija ražo reciklētas PVC spirāles, ražotājs garantē to izturību 3-4 gadi. Apsekojumos LVM audzēs secināja, ka patlaban LVM izmantotajam materiālam elastība saglabājas līdz 3 sezonai, līdzīgi *ashridgetrees* piedāvātajai precei. Spirāles ir perforētas, caurspīdīgas, to sānu malas nelīdzenas, asas, tāpēc tās uzliekot uz kokiem jāizmanto cimdi. Spirāles pārdod komplektā pa pieciem 60 cm gariem posmiem, atkarībā no iegādātā daudzuma vienas spirāles cena ir 0,42 līdz 0,25 mārciņas par tūkstoši un vairāk spirālēm. (<https://www.ashridgetrees.co.uk/spiral-tree-guards>). *Rainbow tree spirals* piedāvā no reciklētas plastmasas (PVC) izgatavotas spirāles, ražotājs garantē spirāles izturību 4 gadus, vēlāk plastmasa fotodegradējas. Spirāles pieejamas caurspīdīgas un vairākās krāsās - brūnas, zaļas, baltas, zilganzaļas. Uzņēmums piedāvā arī produktu 'Rainbow Bio 1', kas ir biodegradabla materiāla aizsargspirāle (<https://www.rainbow.eu>).

Latvijā sadarbības partneri LVMI Silava, Latvijas Valsts Koksnes ķīmijas institūts, SIA Niedrāji MR, vadošais partneris - Energo Rīga Serviss SIA veido recepti un testē koku aizsarglīdzekli uz kaņepju un lineļļas epoksīdu bāzes ar skuju koku ekstraktiem, lignīna un

terpentīnu piedevām. Paredzēta daudzveidīga iedarbība gan augu aizsardzība pret patogēniem, gan briežu dzimtas dzīvnieku un kukaiņu postījumiem⁷. Pētnieku grupa šogad uzsākusi izstrādāt jaunu, bioloģisku koksnes aizsardzības līdzekli un to uzklāšanas metodi skujkoku jaunaudžu aizsardzībai pret pārnadžu un dendrofāgo kukaiņu bojājumiem. Plānots gan izstrādāt jaunu 100% dabīgu koksnes aizsardzības līdzekli, gan ekonomiski pamatotu tā uzklāšanas tehnoloģiju.

7 Latvijas Lauku attīstības programmas 2014. - 2020.gadam pasākuma 16. "Sadarbība" 16.2 apakš pasākuma: "Atbalsts jaunu produktu, metožu, procesu un tehnoloģiju izstrādei" tiek īstenots pētījums "Jauni bioloģiski līdzekļi un to uzklāšanas metodes skujkoku jaunaudžu aizsardzībai pret pārnadžu un dendrofāgo kukaiņu bojājumiem" 19-00-A01620-000052.