

Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava”



OŠU MEŽU DESTRUKCIJA UN ATJAUNOŠANĀS LATVIJĀ

Līgums 5.5.-5.1_0017_101_14_28

Noslēguma atskaite

Projekta vadītājs: Māris Laiviņš

Salaspils
2016

Saturs

Kopsavilkums	5
Summary.....	7
Ievads.....	9
I Konspektīvs pārskats par 2014.gada (1.etaps) pētījumu rezultātiem	11
1. Oša dabiskā atjaunošanās: mežaudzes tips, audzes valdošā suga, paaugas un pameža sugu sastāvs	11
2. Oša vitalitāte un atjaunošanās izcirtumos.....	12
3. Oša veselības stāvokļa novērtējums lapukoku jaunaudzēs, kuros veiktas satāva kopšanas cirtes.....	13
4. Mežaudzes parametru inventarizācija pastāvīgajos parauglaukumos	13
5. Oša audžu ģenētiskā daudzveidība	14
6. Oša ģenētisko resursu mežaudžu kvalitātes vērtējums.....	15
7. Oša audžu destruktijas dinamika Latvijā. Oša audžu platību maiņa	16
8. Ģenētisko resursu mežaudžu un dabisko meža biotopu struktūra.....	17
II Pārskats par 2015.gada (2. etaps) pētījumu rezultātiem	18
1. Klimatisko faktoru ietekme uz oša augšanu	18
1.1. Ošu augšanas gaita parauglaukumos	18
Materiāls un metodes.....	18
Rezultāti.....	20
Secinājumi	23
1.2. Ošu radiālā pieauguma saistības ar klimatiskajiem faktoriem	23
Materiāls un metodes.....	23
Rezultāti un diskusija	26
Gadskārtu platuma mērījumi	26
Gadskārtu platuma un klimatisko faktoru saistības.....	30
Secinājumi	35
2. Oša dabiskā atjaunošanās jaunaudzēs.....	37
Objekti un metodes.....	37
Rezultāti un diskusija	38
Sugu kompozīcija	38
Oša atjaunošanās intensitāte	40
Ošu saslimstība ar <i>Hymenoscyphus fraxineus</i>	43
Secinājumi	53
3. Oša dabiskā atjaunošanās mežaudzēs.....	54
Objekti un metodes.....	54
Rezultāti.....	55
Oša segums dažādos kokaudzes stāvos	55
Ošu paauga un valdošā koku suga.....	56
Pameža un paaugas sastāvs.....	57
Ošu paaugas vitalitāte.....	58
Secinājumi	58
4. Oša audžu struktūras pētījumi pastāvīgajos parauglaukumos	60

4.1. Parauglaukumu tīkls un audzes parametru uzskaites metodes	60
4.2. Koku stāva struktūra oša audzēs.....	64
4.3. Oša vainaga veselības stāvoklis.....	67
Vainaga parametri.....	68
Pauglaukumu reģionālais dalījums.....	69
Koku skaits	69
Datu statistiskā apstrāde	70
Oša vainaga stāvoklis	71
4.4. Īdenszari un to blīvums	81
Sakarības starp vainaga un īdenszaru parametriem	84
4.5. Oša audžu koku vainaga projekcijas parametri	87
Vainaga projekcijas asis un forma.....	87
Oša audžu pavadītājsugu vainaga projekciju izmēru dinamika.....	92
Koku vainaga caurmēra saistība ar taksācijas rādītājiem	95
Secinājumi	96
5. Oša ģenētisko resursu mežaudzes.....	98
5.1. Oša ģenētisko resursu mežaudžu kvalitātes vērtējums.....	98
Objekti un metodes.....	98
Rezultāti un diskusija	101
Secinājumi	108
5.2. Oša audžu sugu un biotopu kapacitātes analīze: biotopu indikatorsugas, aizsargājamās augu sugas, ES nozīmes biotopi	111
Objekts un metode	111
Datu analīze	112
Dabisko meža biotopu indikatorsugu bagātība Eiropas Savienības īpaši aizsargājamās biotopos	112
Epifītisko indikatorsugu bagātība apsekotajās mežaudzēs.....	112
Epifītisko indikatorsugu bagātība un substrāts.....	116
Secinājumi	119
Rekomendācijas.....	120
Sākotnējās rekomendācijas oša audžu dabiskās atjaunošanās plānošanai	120
Rekomendācijas optimālam sugu mistrojumam, lai nodrošinātu vitālu un ražīgu ošu audžu veidošanos.....	121
Priekšlikumi ošu ģenētisko resursu mežaudžu GRM apsaimniekošanai, rekomendācijas bioloģiskās daudzveidības resursu saglabāšanai oša audzēs	122
Izmatotā literatūra.....	123
Pielikumi.....	131
1. pielikums. Oša vainaga attiecības statistika 2005., 2010. 2015. gadā.....	132
2. pielikums. Oša vainaga blīvuma statistika 2005., 2010. 2015. gadā.....	132
3. pielikums. Oša vainaga atmiruma statistika 2005., 2010. 2015. gadā	133
4. pielikums. Oša vainaga defoliācijas statistika 2005., 2010. 2015. gadā	133

5. pielikums. Oša vainaga projekcijas parametru statistika 2005., 2010., 2015. gadā Latvijā	134
6. pielikums. Oša vainaga projekcijas parametru statistika 2005., 2010., 2015. gadā Rietumlatvijā.....	134
7. pielikums. Oša vainaga projekcijas parametru statistika 2005., 2010., 2015. gadā Austrumlatvijā.....	135
8. pielikums. Gobas vainaga projekcijas parametru statistika 2005., 2010., 2015. gadā Latvijā	135
9. pielikums. Kļavas vainaga projekcijas parametru statistika 2005., 2010., 2015. gadā Latvijā	136
10. pielikums. Liepas vainaga projekcijas parametru statistika 2005., 2010., 2015. gadā Latvijā	136
11. pielikums. Ozola vainaga projekcijas parametru statistika 2005., 2010., 2015. gadā Latvijā	137
12. pielikums. Melnalkšņa vainaga projekcijas parametru statistika 2005., 2010., 2015. gadā Latvijā	137
13. pielikums. Apses vainaga projekcijas parametru statistika 2005., 2010., 2015. gadā Latvijā	138
14. pielikums. Bērza vainaga projekcijas parametru statistika 2005., 2010., 2015. gadā Latvijā	138
15. pielikums. Blīgznas vainaga projekcijas parametru statistika 2005., 2010., 2015. gadā Latvijā	139
16. pielikums. Egles vainaga projekcijas parametru statistika 2005., 2010., 2015. gadā Latvijā	139
17. pielikums. Ievas vainaga projekcijas parametru statistika 2005., 2010., 2015. gadā Latvijā	140
18. pielikums. Pīlādža vainaga projekcijas parametru statistika 2005., 2010., 2015. gadā Latvijā	140

Kopsavilkums

Pētījumu rezultātā iegūtas jaunas atziņas par oša audžu sabrukšanas intensitāti patogēnās sēnes *Hymenoscyphus pseudolabidus* ietekmē, par oša atjaunošanās potenciālu mežaudzēs un izcirtumos un oša audžu bioloģisko daudzveidību.

Latvijā osim pēdējos 10 gados ir vidēji stipri bojāts vainags. Vislielākā vainaga defoliācija ir bijusi 2005.gadā – 43.7%, pēc tam nākamajos novērojumu ciklos – 2010. Un 2015.gadā dzīvajiem ošiem vainaga veselības stāvoklis ir uzlabojies, 2015.gadā defoliācija ir samazinājusies par 10.8% (atšķirība statistiski būtiska). Visu novērojumu laiku (2005.-2015.g.) oša audzēs uz ziemeļiem no Daugavas – Austrumlatvijā, oši ir veselīgāki, salīdzinot ar oša audzēm uz dienvidiem no Daugavas – Rietumlatvijā. Vides stresa faktora – patogēnās sēnes *Hymenoscyphus fraxineus* ietekmes intensitāti uz oša indivīdiem un audzi kopumā atspoguļo ūdenszaru daudzums audzē. Lielāks ūdenszaru daudzums ir vidēja un briestaudzes vecuma audzēs, salīdzinot ar pieaugušām un pāraugušām audzēm ($r = -0.75$, $p \leq 0.05$), kā arī audzēs ar lielāku oša indivīdu skaitu ($r = 0.91$; $p \leq 0.01$). Osim ūdenszaru aizņemtā stumbra daļa no kopējā koka garuma, kā arī ūdenszaru blīvums, ir labs vides stresa faktoru, šaja gadījumā galvenokārt patogēnās sēnes, ietekmes intensitātes indikators.

Oša tīraudzes ir mazāk noturīgas un stresa apstākļos sabruk ātrāk nekā sugām bagātas, mistrotas oša audzes, kuras, kā rāda mūsu novērojumi, ir noturīgākas pret vides nelabvēlīgām ietekmēm. Pēc pētījumu datiem vidēja vecuma, briestaudzes vecuma un pieaugušu oša audžu pastāvīgajos parauglaukumos sakarība starp sugu skaitu koku stāvā un nokaltušo ošu skaitu ir apgriezti proporcionāla ($r = -0.54$; $p \leq 0.05$). Līdzīgi arī jaunaudzēs, kurās 90-95 % no kopēja paaugas indivīdu skaita ir oši, nokaltuši ir vidēji 20% jauno ošīšu, savukārt jaunaudzēs, kurās oša līdzdalība nepārsniedz 10 %, nokaltuši ir 1% jauno ošīšu.

Oša gadskārtu platumu variēšanai konstatēta būtiska saistība ar klimatiskajiem faktoriem. Sakarībām ir reģionālas atšķirības: audzēs Latvijas centrālajā daļā, gadskārtu platumu, galvenokārt, nosaka meteoroloģiskie apstākļi vasarā pirms gadskārtas veidošanās, bet audzēs Latvijas austrumu daļā, būtiski ir meteoroloģiskie parametri iepriekšējā rudenī un gadskārtas veidošanas gada pavasarī. Gadskārtu platumam būtisko klimatisko faktoru kopums atšķiras starp ošiem ar vitāliem un bojātiem vanagiem. Bojātie koki kopumā ir jutīgāki pret klimatiskajiem faktoriem nekā vitālie, norādot uz jutības pret klimatiskajiem faktoriem saistību ar uzņēmību pret slimību.

Ošu jauno kociņu vitalitāte 75% jaunaudžu un 85% mežaudžu novērtēta kā laba, lielākie slimības bojājumi konstatēti mežaudzēs, kur dominējošā koku suga ir liepa un bērzs, jaunaudzēs – osis/egle un osis. Platlapju jaunaudzēs vislielākais biežums ir osim – (vidēji $4\ 185 \pm 401$ oši/ha), tam seko dažādas sekundārās sugas – baltalksnis, bērzs un apse. Lai gan samērā labi atjaunojas arī egle, tās klātbūtne nav vēlama, jo oša/egles jaunaudzēs novērota visaugstākā ošu saslimstība ar *H. fraxineus*. Nākotnē perspektīvākas oša audzes veidosies Latvijas centrālajā daļā (Zemgalē), kur jaunajiem ošiem konstatēta zemākā saslimšana un intensīvākā atjaunošanās. Lielākais ošu biežums un vitālākie oši ir meliorētajos meža tipos, tādēļ turpmāk ošu dabisko atjaunošanos vēlams plānot tieši šādos augšanas apstākļos. Saslimstības intensitāte palielinās pieaugot ošu vecumam, taču ošu vitalitāti labvēlīgi ietekmē mežsaimnieciskā darbība - kopšana, tādējādi veselīgāku audzi iespējams izveidot veicot vairākkārtējas kopšanas.

Oša hloroplastu ģenētisko marķieru analīzē (414 oša paaugas lapu paraugi no 18 dažādām Latvijas oša audzēm) konstatēts, ka oša audzēs dominējošais ir haplotips H01, kas ir izplatīts Austrumeiropā un Skandināvijā. Tikai vienā vietā – Ķemeru dumbrājā pie Vēršupītes identificēts haplotips H02, kas ir izplatīts Centrāleiropā.

Oša ģenētisko resursu mežaudžu (GRM) stāvokļa vērtējumam Skrīveros un Bērvircavā izmantoti 9 kvalitātes kritēriji, trīs no tiem (oša projektīvais segums pirmajā un otrajā stāvā, oša atjaunošanās blīvums) uzskatīti par primārajiem, pārējiem (pameža segums, u.c.) ir sekundāra nozīme. GRM audžu stāvoklis Bērvircavā, salīdzinot ar Skrīveriem, ir sliktāks. Bērvircavā 19% nogabalu pašlaik neatbilst GRM izvirzītajiem nosacījumiem (5. slimības klase), savukārt Skrīveru meža masīvā tik zemas kvalitātes nogabali pašlaik nav sastopami.

Izvērtējot Skrīveru un Bērvircavas meža masīva dabiskos meža biotopus, jāsecina, ka indikatorsugu kvalitatīvais sastāvs un skaits liecina par to, ka dotās audzes atbilst dabisko mežu biotopu kritērijiem, jo laika gaitā ir spējušas saglabāt vai veicināt reto epifītisko ķērpju un sūnu sugu eksistenci. Lai veicinātu lielāku epifītisko sūnu un ķērpju indikatorsugu eksistenci audzēs svarīga ir dažādu lapu koku sastopamība ar caurmēru, kas lielāks par 0,29 metriem.

Summary

The study has brought new knowledge on the dieback intensity in ashes *Fraxinus excelsior* caused by fungal pathogen *Hymenoscyphus fraxineus*, on the ash regeneration potential in forest stands and clearings as well as on the biodiversity of ash stands in Latvia.

During the last decade, moderate damage of ash crowns were observed. The most intensive defoliation was observed in 2005 reaching 43.7 %. Similarly, high defoliation rates were observed also in 2010. In 2015, the crown condition was improved as the defoliation rate was decreased by 10.8 % (statistically significant difference). During the observation period (2005–2015) the ash stands in East Latvia to the north from Daugava were healthier in comparison to the stands in West Latvia to the south from Daugava. The stress factor – the fungal pathogen *Hymenoscyphus fraxineus* – on the individual trees and the forest stand can be well detected by estimating the proportion of epicormic shoots (water sprouts).

In comparison to mature and old-growth forest stands, larger proportion of epicormic shoots were found in middle-aged stands ($r = -0.75$, $p \leq 0.05$) and in stands with larger admixture of ash tree individuals ($r = 0.91$; $p \leq 0.01$). The proportion of epicormic shoots covering the tree trunk is a useful indicator showing the degree of environmental stress, in this case, the impact of the fungal pathogen.

Ash-dominated stands are more susceptible to stress than species-rich mixed stands with ash admixture, therefore ash-dominated stands are more suffering from dieback. According to our results, the relation between the number of species in the tree layers and the number of dead ash trees in middle-aged and mature ash stands is conversely proportional ($r = -0.54$; $p \leq 0.05$). In young stands, where 90–95 % of the total number of the advance growth trees are ashes, averagely 20 % of young ash trees are dead, whereas in young stands where the proportion of ashes does not exceed 10 % only about 1 % of young ashes are dead.

We found a significant positive relation between the ash tree ring widths and climatic factors. The relation has a regional variation: in ash stands in Central Latvia, the tree ring width is affected mostly by meteorological conditions in summer before formation of the next annual growth ring, whereas in East Latvia the meteorological conditions in the previous autumn and next spring play the dominant role. The role of climatic factors significant for the tree ring width differs among ashes with healthy and damaged crowns. The damaged trees are more vulnerable to climatic factors than healthy trees suggesting that there is a co-relation between climatic factors and susceptibility against pathogens.

The vitality of young ash trees in 75 % of young stands and in 85 % of mature forest stands was estimated as good. The largest proportion of damage was found in mature forest stands with linden and birch dominance and in young stands with ash/spruce and ash dominance. In young stands dominated by broadleaved species, the largest tree density was found for ash (averagely $4\ 185 \pm 401$ individuals/ha) followed by several secondary species – grey alder, birch, and aspen. Though the regeneration rate was high also for spruce, its presence is not desirable in ash stands as the highest rate of damage caused by *H. fraxineus* was found in mixed ash-spruce stands.

In the future, the most perspective ash stands might be found in the central part of Latvia (Zemgale) where the lowest rate of damage caused by *H. fraxineus* and the most intensive ash regeneration was discovered. The largest density of ashes and the highest ash vitality was found in the drained forest types, thus it is advisable to plan the natural regeneration of ashes on drained soils.

The susceptibility against the fungal pathogen increases with the age of ash trees. However, the vitality of ashes benefits from silvicultural measures, which includes several cuttings per forest cycle.

The analysis of ash chloroplast genetic markers (414 leaf samples from ashes in advance growth were collected in 18 sites) reveals that the dominant haplotype is H01, which is widespread in East Europe and Scandinavia. Only in one of sampling sites (Ķemeri, near Vēršupīte stream), haplotype H02 was identified (widespread in Central Europe).

In assessment of genetic resource forest stands in Skrīveri and Bērvircava, nine quality criteria were applied, three of them (ash cover in the 1st and 2nd vegetation layers, the regeneration density) were considered of primary importance, whereas the rest (cover of shrub layer etc.) – of secondary importance. The overall condition of the genetic resource forest stand in Bērvircava is worse than in Skrīveri. In Bērvircava, currently 19 % of forest parcels do not meet the criteria of genetic resource forest stand (5th class), whereas in Skrīveri forest parcels of such a low quality could not be found.

Assessment of the forest massifs in Skrīveri and Bērvircava show that the presence of indicator species and their number allow classifying these stands as natural forest habitats, which support persistence of rare epiphytic lichen and moss species. In order to favour the presence of these indicators in the stands, preservation of diverse deciduous woody species composition with trees reaching diameter larger than 0.29 m is necessary.

Ievads

Latvijā pirmās nozīmīgās oša saslimšanas pazīmes patogēnās sēnes *Hymenoscypus fraxineus* ietekmē un apjomīgas oša audžu novērotas pirms 15 gadiem, ap 2000. gadu. Latvijā šajos gados par 33 % ir samazinājusies oša audžu, sevišķi jaunaudžu, platība. Pašlaik Latvijas meža apsaimniekošanā svarīgs ir jautājums par šīs vērtīgās lapukoku sugas koksnes resursu saglabāšanu, kā arī relatīvi augstās oša audžu bioloģiskās kapacitātes (ģenētiskās, sugu, ekosistēmu) saglabāšanas iespējām. Tāpēc Latvijas Valsts meži 2014. – 2015. gadā finansē oša audžu izpētes projektu *Ošu mežu destrukcija un atjaunošanās Latvijā*.

Projektā paredzētas šādas galvenās aktivitātes:

1. Oša audžu destrukcijas novērtējums ekoloģiskā un reģionālā skatījumā. Pētījumi tiek veikti 20 pastāvīgajos (ilglaika) parauglaukumos, kas iekārtoti ošu audzēs 2005. gadā dažādos dabas reģionos (ainavzemēs) audzes parametru un augsnes fizikālo un ķīmisko īpašību izpētei.
2. Dažāda saimnieciskā vecuma oša audžu destrukcijas intensitāte patogēnās sēnes ietekmē, oša audžu dinamikas reģionālā analīze.
3. Klimatisko faktoru ietekme uz oša augšanu, analizējot pēc veselības stāvokļa atšķirīgu oša indivīdu gadskārtu platuma saistību ar gaisa temperatūrām un nokrišņu apjomu.
4. Oša dabiskās atjaunošanās izvērtējums atkarībā no mežaudzes (meža) tipa un audzes sugu sastāva, kā arī oša atjaunošanās dažāda tipa izcirtumos.
5. Mistrotu oša jaunaudžu veidošana, kā nosacījums veselīgu oša indivīdu izaudzēšanai saimnieciskā vecumā.

2014. gadā tika plānoti šādi pētījumi:

- * veikt oša paaugas uzskaiti īslaika parauglaukumos dažādos valsts reģionos, atšķirīgos mežaudzes tipos, novērtēt oša dabiskās atjaunošanās potenciālu;
- * novērtēt oša paaugas vitalitāti izcirtumos;
- *pastāvīgo parauglaukumu ierīkošana eitrofās jaunaudzēs, kurās veiktas sastāva kopšanas cirtes;
- *inventarizēt oša audzes struktūras parametrus pastāvīgajos parauglaukumos;
- * novērtēt oša ģenētisko resursu mežaudžu (Skrīveri, Bērvircava) kvalitāti;
- * analizēt ģenētisko resursu mežaudžu Dabisko meža biotopu struktūru;
- * izvērtēt oša audžu ģenētisko daudzveidību;
- *aprakstīt oša audžu destrukcijas dinamiku dažādos dabas reģionos un prognozēt galvenos patogēnās sēnes izplatības (migrācijas) ceļus.

2015.gadā projekta pētījumu uzdevumi:

- *veikt oša audžu gadskārtu platuma un gaisa temperatūru, kā arī nokrišņu daudzuma sakarību analīzi;
- *novērtēt jauno oša kociņu veselības stāvokli jaunaudzēs, kurās ir veiktas sastāva kopšanas cirtes;
- *veikt oša paaugas uzskaiti eitrofos meža tipos (oša dabiskās atjaunošanās pētījumi);

- *pārmērīt oša audžu koku stāva parametrus pastāvīgajos parauglaukumos;
- *pilnveidot oša ĢRM stāvokļa vērtējuma metodiku, novērtēt ĢRM stāvokli, bioloģiskās daudzveidības kapacitāti un izstrādāt priekšlikumus ģenētiski vērīgo mežaudžu apsaimniekošanai;
- *izstrādāt sākotnējas rekomendācijas oša audžu dabiskās atjaunošanas plānošanai;
- *izstrādāt sākotnējas rekomendācijas sastāva kopšanas ciršu veikšanai oša jaunaudzēs.

Projekta izpildē piedalījās: Māris Laiviņš, Dr.habil.geogr. (I – 2, 3, 4, 7, II – 4); Ilze Pušpure, Mag. geogr. (I – 1, 3, 6, II – 2, 3, 5.1, rekomendācijas); Linda Gerra-Inohosa, Dr.biol. (I – 8, II – 5.2); Dainis Runģis, Dr.biol. (I - 5), Kaspars Liepiņš, Dr. silv. (II – 1.1); Roberts Matisons, Dr.biol. un (II – 1.2).

I Konspektīvs pārskats par 2014.gada (1.etaps) pētījumu rezultātiem
(pilnīgs 2014.gada pētījumu izklāsts apkopots līguma Starpatskaitē *Oša mežu destrūcija un atjaunošanās Latvijā*. Salaspils, 2014, 60 lpp.(<http://www.lvm.lv/petijumi-un-publikacijas/osu-mezu-destrukcija-un-atjaunosanas-latvija>))

1. Oša dabiskā atjaunošanās: mežaudzes tips, audzes valdošā suga, paaugas un pameža sugu sastāvs

Ošu paauga uzskaitīta 198 20 x 20 m lielos parauglaukumos dažādos Latvijas reģionos, kuros aprakstīta veģetācija (sugu sastāvs un sugu projektīvais segums pa audzes stāviem). Katrā parauglaukumā iezīmēts 25 x 1 m, kurā veikta oša jauno kociņu (paaugas) uzskaitē: indivīdu skaits, augstums un vitalitāte.

Pētījuma galvenie rezultāti:

1. Ošu projektīvais segums destrūcijas rezultātā koku stāvā vidēji ir samazinājies līdz 9%, krūmu stāvā – 2%, bet lakstaugu stāvā tikai – 1%, ošu mežiem raksturīga izretināšanās un aizauģšana ar krūmājiem (ievu un lazdu). Pieaugošais krūmu segums ierobežo augšanas telpu citām koku sugām un, pieaugot to projektīvajam segumam, samazinās ošu paaugas indivīdu skaits uz hektāra.

2. Oši kā dominējošā koku suga saglabājas 29% mežaudžu, 18% dominē parastais bērzs, 12% - parastā egle, 10% - parastā apse, 9% - parastā goba un baltalksnis.

3. Vislabākā atjaunošanās notiek zem parastās liepas, kur vidēji uzskaitīti 9733 kociņi/ha. Labi osis atjaunojas arī zem parastā ozola (8800 indivīdi/ha), melnalkšņa (7956 indivīdi/ha), bērza (4434 indivīdi/ha), kā arī zem mātesaudzēm (3298 indivīdi/ha), taču laba ošu atjaunošanās (7900 indivīdi/ha) notiek arī eitrofās parastās priedes audzēs, kas norāda, ka ošu paauga spēj veidoties arī skujkoku mežos.

4. Nākotnē laba ošu dabiskā atjaunošanās iespējama mīksto lapu koku audzēs ar parastā bērza, gobas un apses dominanci, jo šīs sugas mežaudzēs dominē samērā bieži un zem tām veidojas pietiekami bieža jaunā ošu paauga. Taču samērā lielās platībās ošu atjaunošanās iespējama arī zem mātesaudzēm, kā arī audzēs, kurās dominē egle un baltalksnis.

5. Visbiežāk paaugā uzskaitīts osis, tam vienādā skaitā seko kļavas un gobas, bieži arī baltalkšņa, liepas, apses un ozola paauga. Tāpat kā sastopamības, tā arī vislielākais indivīdu skaits uz ha ir osim - 4236, vienāda izplatība (1560 indivīdi/ha) ir baltalksnim un melnalksnim. Lai arī bērzs bija otra kokaudzē biežāk dominējošā suga, paaugā tas uzskaitīts reti un atjaunojas tikai 44 indivīdi ha. Nākotnē lielās platībās varētu veidoties ošu meži ar kļavu, gobu, baltalksni un liepu mistraudzē.

6. 85% mežaudžu ošu saslimstība ar *H. pseudoalbidus* novērtēta ar 1 klasi, kas norāda, ka ošu vitalitāte kopumā nav slikta. 9% mežaudžu novērtēti ar 2 klasi, bet 5% ar trešo klasi. Lielākie slimības bojājumi konstatēti audzēs, kur dominējošā koku suga ir liepa un bērzs, aiz tiem līdzīga saslimstība ir paaugai zem gobas, baltalkšņa un apses. Zem mātesaudzēm nav konstatēta paaugstināta ošu saslimstība ar *H. pseudoalbidus*. Slimībai nav konstatēta saistība ar ošu segumu koku stāvā, ošu paaugas biežību un krūmu stāva segumu.

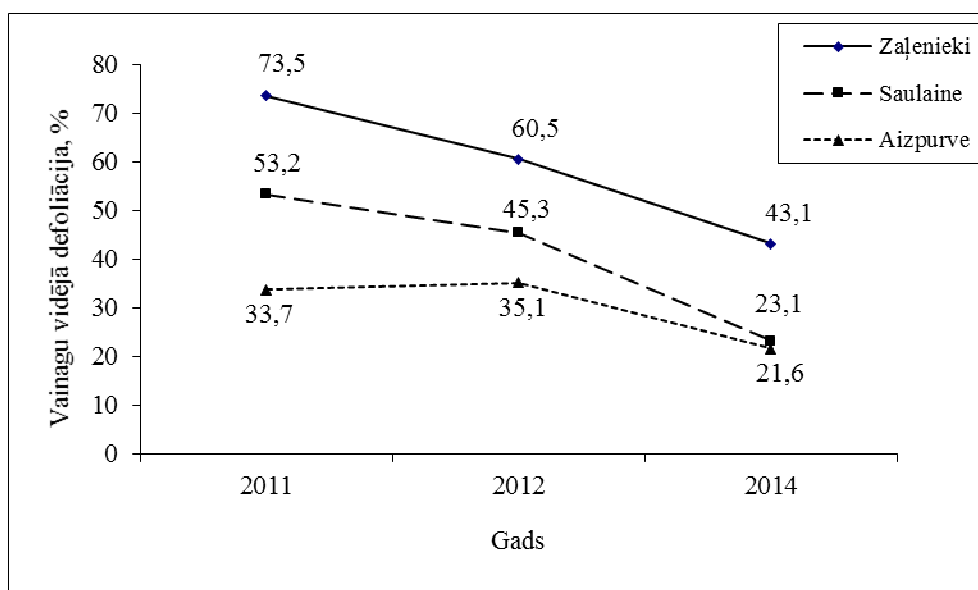
2. Oša vitalitāte un atjaunošanās izcirtumos

Oša atjaunošanās iespējas 2014. gadā vērtētas 6 izcirtumos: Ainaži, Limbaži (Ziemeļvidzeme), Aizpurve (Ziemeļlatgale), Šēdere (Dienvidlatgale), Zaļenieki, Saulaine (Zemgale). Katrā izcirtumā novērtēts 1 līdz 5 m augstu 50 jauno oša kociņu vainaga defoliācija procentos, ar 5% intervālu pēc starptautiski pieņemtās metodikas. Trīs izcirtumos – Zaļeniekos, Saulainē un Aizpurvē pēc līdzīgas metodes veikti atjaunošanās novērojumi arī 2011. un 2012. gadā.

2014. gadā no visiem apsekotajiem izcirtumiem sliktākais stāvoklis bija Zaļeniekos – vidējā vainaga defoliācija 43.1%. Vēl divos izcirtumos – Limbažos un Aizpurvē izkoptajā apšu jaunaudzē oša paauga ir vidēji bojāta, vainaga defoliācija attiecīgi 30.4 un 28.2%. Pārējos izcirtumos oša indivīdiem vizuāli netika novērotas drošas bojājumu pazīmes. Izcirtumos ar vidēji bojātu paaugu ir arī lielāka defoliācijas rādītāju izkliede.

Trīs izcirtumos – Zaļeniekos, Saulainē un Aizpurvē Me oša paaugas defoliācijas novērojumi uzsākti 2011. gadā.

2011. gadā Zaļeniekos oša paauga ir ļoti stipri bojāta, Saulainē stipri bojāta, bet Aizpurvē – vidēji stipri bojāta (att.). 2012. gadā Zemgales izcirtumos paaugas stāvoklis uzlabojas, bet jo sevišķi būtisks vainagu stāvokļa uzlabojums ir redzams 2014. gadā, kad Saulainē un Aizpurvē oša jaunie kociņi ir tikai nedaudz bojāti (defoliācija < 25%), sliktāks oša paaugas stāvoklis saglabājas Zaļeniekos.



attēls. Vainagu defoliācijas dinamika izcirtumos.

Tātad oša jauno kociņu vainaga stāvokļa vērtējums un defoliācijas trenda izmaiņas izcirtumos 2011.-2014. gadā, dod iespēju izvirzīt hipotēzi, ka oša atjaunošanos izcirtumos ietekmē nocirstās audzes sugu sastāvs un atsevišķu sugu indivīdu daudzums. Jo lielāks nocirstajā audzē oša īpatsvars, jo mazāk vitāla oša paauga veidojas izcirtumā.

Pēdējos gados izcirtumos (4 gadu novērojumi) ir uzlabojies oša paaugas veselības stāvoklis.

3. Oša veselības stāvokļa novērtējums lapukoku jaunaudzēs, kuros veiktas satāva kopšanas cirtes

Veikti pētījumi īslaika parauglaukumos barības vielām bagātu augteņu jaunaudzēs, kurās ir veiktas sastāva kopšanas cirtes Ziemeļaustrumu mežsaimniecībā (Stāmeriena, Daukstes, Viļaka), Zemgales mežsaimniecībā (Virkus ekomežs, Dobeles) un Dienvidlatgales mežsaimniecībā (Lone, Sauka) mērķtiecīgi veidojot jaunaudzēs sastāvu.

Osis vislabāk atjaunojas jaunaudzēs ar jauktu mērķasugu sastāvu (bērzs, apse), kurām piejaukumā (vismaz 10-15 % no indivīdu skaita) ir melnalksnis vai baltalksnis. Piemēram, Lonē jaunaudzē, kuras sastāvs ir 6B2Os1Ap1Ma, augstums 6-8 m, oša jauno kociņu (līdz 5 m augstumam) skaits svārstās no 5600 līdz 7600 indivīdiem/ha. Daukstēs bērza jaunaudzē ar melnalkšņa piejaukumu paaugā ir 3200 jauno osīšu indivīdu/ha.

4. Mežaudzes parametru inventarizācija pastāvīgajos parauglaukumos

2005. un 2010. gada ierīkotajos parauglaukumos uzsākta parauglaukumu infrastruktūras atjaunošana – pārbaudīta laukumu centra vieta, ar krāsu atjaunota koku numerācija.

Uzsākta jauno kociņu (paaugas) un krūmu stāva (pameža) indivīdu uzskaitē parauglaukumos. Katrā parauglaukumā paauga un pamežs uzskaitīts 3 mazākos laukumiņos, laukumiņa lielums 25 m². Paaugas un pameža uzskaites laukumiņu centrs atrodas 0, 120 un 240 grādu virzienā un 7 m attālumā no parauglaukuma centra. Jaunajiem kociņiem novērtēts indivīdu, bet pamežam – dzinumu skaits laukumiņos. Kā jaunajiem kociņiem, tā arī krūmu dzinumiem novērtēts augstums šādās gradācijas: līdz 0.5, 0.6-1.0, 1.1-1.5, 1.6-2.0, 2.1-3.0, 3.1-4.0, 4.1-5.0, >6.0 m augstumam.

Augsnes morfoloģiskās un ķīmiskās īpašības 2014. gadā pētītas 19 pastāvīgajos parauglaukumos (Ainaži, Aizpute, Barkava, Bauska, Bērvircava, Jaunlaši, Ķemeri_1, Ķemeri_2, Ķemeri_3, Limbaži, Pīksāre, Rundāle, Šēdere, Ukri, Vaiņode, Vestiena, Vidāle, Viesīte, Viļaka). Lauka apstākļos izrakta augsnes bedre 1.0-1.2 m dziļumā, aprakstītas augsnes morfoloģiskās īpašības: noteikti augsnes ģenētiskie pamathorizonti (O, A, E, B un C) un pārejas horizonti, izmērīts to biezums, noteikta krāsa pēc Mansela krāsu skalas (Anon 2000), noteikta augsnes struktūra, sakārta, blīvums, mitrums, novērtēta glejošanās intensitāte, novērtēts horizonta apakšējās robežas raksturs, augu sakņu daudzums un dzīvnieku darbības pazīmes, atzīmēti augsnes jaunveidojumi, ja tādi ir konstatēti (Kārkliņš 2007, 2008).

No katra augsnes ģenētiskā horizonta noņemti augsnes paraugi. Paraugi izžāvēti līdz gaissausam stāvoklim un sagatavoti augsnes ķīmiskām analīzēm LVMI *Silava* Augsnes pētījumu centrā.

Oša audžu augsnēm raksturīgākās diagnostiskās pazīmes ir karbonātu saturs un atrašanās dziļums augsnes profilā (velēnu karbonātaugsnes), māla un putekļu frakciju akumulācija augsnes profilā un iluviālajā (B) horizontā Viesīte, (lesivētās brūnaugsnes), A un B horizontu skābums (nepiesātinātās brūnaugsnes). Sausām un mēreni mitrām oša audzēm raksturīgas izskalotas velēnu karbonātaugsnes (Zemgales meži Bauskā, Ukros, Bērvircavā un Rundālē), lesivētās brūnaugsnes (Aizpute, Vaiņode, Pīksāre) un nepiesātinātās brūnaugsnes (Šēdere, Limbaži, Vestiena).

5. Oša audžu ģenētiskā daudzveidība

2014.gadā tika ievākti 414 oša paraugi no 17 dažādiem apgabaliem (16 Latvijā un 1 Igaunijā) (6.1. att.). No ievāktajiem paraugiem izdalīta DNS, lai noteiktu ošu ģenētisko daudzveidību un izcelsmi.

DNS izdalīta ar CTAB metodi, kurā ieviestas modifikācijas. Lapas fragmentu (apmēram 1x1 cm) sasmalcina šķidrā slāpekļī, pārnes 2 ml stobriņos un pievieno 900 µl CTAB ekstrakcijas buferi (NaCl 1,4 M, Tris – HCl 0,1 M, EDTA 20 mM, CTAB 20 g/l, 4 % β-merkaptu etanols, pH 8). Paraugus sakrata un inkubē 20 min 65° C, pēc tam pievieno 900 µl hloroforma, 3 min krata un centrifugē 20 min. Pēc centrifugēšanas paraugiem nosūc augšējo fāzi, pārnes jaunus stobriņos, pievieno 5x CTAB buferi (CTAB 50 g/l, EDTA 350 mM) attiecībā 1:4, paraugus sakrata un inkubē 10 min 65° C. Pēc inkubēšanas paraugiem pievieno hloroformu attiecībā 1:1, krata 3 min un centrifugē 20 min. Pēc centrifugēšanas augšējo fāzi pārnes jaunā 1,5 ml stobriņā, pievieno izopropanolu attiecībā 1:0,7 un inkubē 20 min istabas temperatūrā. Paraugus centrifugē, lai izgulsnētu DNS 20 min. Nolej šķidro daļu un mazgā DNS ar 70 % etanolu, pēc tam žāvē un šķīdina 150 µl TE bufera.

Daudzveidības noteikšanai izmantoti seši mikrosatelītu marķieri FEMSATL 4, FEMSATL 10, FEMSATL 11, FEMSATL 16, FEMSATL 19 un M2-30. 20 µL PCR reakcijas maisījums sastāv no Taq PCR bufera, 2,5 mM MgCl₂, 0,2 mM dNTP (katrs), 0,4 µM katrs praimeris, 0,2 U Taq polimerāze un 50 ng DNS. PCR reakcija: sākotnējā denaturācija ilgst 4 min 95° C, pēc tam 35 cikli fragmenta sintēzei: 30 s 94° C, 45 s 52° C (FEMSATL 4, FEMSATL 10, FEMSATL 11, FEMSATL 16, FEMSATL 19) vai 56° C (M2-30), 1 min 72° C, un noslēguma sintēze 10 min 72° C.

Izcelsmes noteikšanai tikai izmantoti ccmp2, ccmp3, ccmp4, ccmp6, ccmp7, ccmp10 hloroplastu mikrosatelītu marķieri. 20 µL PCR reakcijas maisījums sastāv no Taq PCR bufera, 2,5 mM MgCl₂, 0,2 mM dNTP (katrs), 0,2 µM katrs praimeris, 0,2 U Taq polimerāze, 1 % BSA un 50 ng DNS. PCR reakcija: sākotnējā denaturācija ilgst 5 min 96° C, pēc tam 25 cikli fragmenta sintēzei: 1 min 94° C, 1 min 55° C, 1 min 72° C, un noslēguma sintēze 10 min 72° C.

Saliekot rezultātus no 6 hloroplasta marķieriem, konstatēts, ka analizētos paraugos iespējams identificēt 2 variantus (haplotipus). Oša audzēs pārsvarā tika atrasts tikai viens variants, otrais variants atrasts tikai Ķemeru audzē (200 m no Ķemeru nacionālā parka administrācijas ēkas). Sākotnējā salīdzināšana ar iepriekš publicētiem datiem liecina, ka sastopamākais variants atbilst haplotipam H01, kas ir izplatīts Austrumeiropā un Skandināvijā. Variants, kas atrasts Ķemeru audzē atbilst haplotipam H02, kas ir izplatīts Viduseiropā.

Lai noskaidrotu, kā Ķemeru dumbrājā nokļuvuši oši ar Viduseiropas izcelsmi, tika papildus ievākti paraugi no Ķemeru parka, kas atrodas aptuveni 500 m attālumā no mežaudzē ievāktu oša paraugu vietas. Izrādījās, ka arī Ķemeru parkā pie sanatorijas aug oši, kuriem ir haplotips H02.

Ķemeru parku sāk veidot 19.gs. 1839.g. pazīstamā Rīgas stādaudzētavas īpašnieka K. H. Vāgnera uzraudzībā. Lielākās Rīgas stādaudzētavas tajā laikā stādāmo materiālu vairumā iepirka Rietumeiropā. Iespējams, ka arī parastā oša stādi šajā laikā tika ievesti no citiem Eiropas reģioniem, un pēc tam tika izmantoti veidojot ar eksotiskām sugām bagātus dārzus un parkus Latvijā, šajā gadījumā arī Ķemeru parku. Gadu gaitā no Ķemeru parka oša diasporas ir izplatījušās tuvākajās mežaudzēs.

6. Oša ģenētisko resursu mežaudžu kvalitātes vērtējums

Latvijā ir divas parastā oša *Fraxinus excelsior* L. ģenētisko resursu mežaudzes, kas iekļautas Eiropas Meža Ģenētisko resursu programmā EUFORGEN un nacionālo meža koku ģenētisko resursu inventarizācijas informācijas sistēmā EUFGIS. Ošu ģenētisko resursu mežaudzes atrodas Skrīveru novada Skrīveru pagastā (155.2 ha) un Jelgavas novada Sesavas pagasta Bērvircavā (239.6 ha).

Mežaudžu kvalitātes vērtēšana pamatojas uz fitosocioloģiskiem augāja aprakstiem, oša dabiskās atjaunošanās vērtējuma, kā arī oša vainaga veselības stāvokļa vērtējuma. Kā nozīmīgākās mežaudzes pazīmes ir oša projektīvais segums mežaudzes stāvos (koku, krūmu un lakstaugu), oša paaugas daudzums (ind/ha), oša paaugas fitosanitārais stāvoklis, platlapu koku sugu un egles proporcijas koku stāvā un pameža projektīvais segums. Pēc šādiem rādītājiem novērtēti 101 ģenētisko resursu mežu nogabali – 28 Skrīveros un 73 Bērvircavā.

Pamatojoties uz plašā materiāla analīzes, par Skrīveru un Bērvircavas ĢRM izriet šādi galvenie secinājumi:

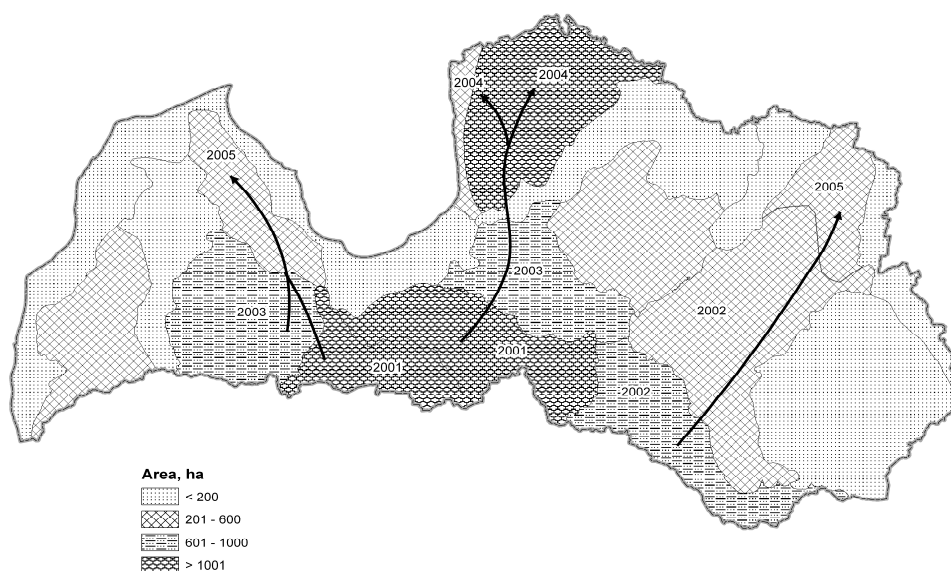
1. Valdaudzē oši labāk saglabājušies Bērvircavā, savukārt otrajā stāvā Skrīveros, taču otrā stāva segums abās vietās ir ļoti zems, kas norāda, ka tuvākajā nākotnē būs maz ošu reprodūktīvajā vecumā. Raksturīgi, ka vienā nogabalā nav augsts segums ošiem gan E3, gan E2 stāvā, bet E2 stāvā labākie vērtējumi ir nogabalos, kuriem E1 stāvā lielākoties ir slikts (3. klases) vērtējums.
2. Jaunaudzēs un vidēja vecuma audzēs oši lielākoties gājuši bojā, segums ir zems un jaunā paauga praktiski neveidojas. Abās teritorijās vērojams, ka slimības bojātie oši gan briestaudzēs gan pieaugušās audzēs, veido spēcīgus ūdenszarus, kas ražo sēklas un dod jauno paaugu, jo vislielākais indivīdu skaits uzskaitīts paaugai ir līdz 0,2 m augstumam. Daudzos nogabalos jaunā paauga ir tikai 1. augstuma klasē, kas liek domāt par diviem ošu atjaunošanās scenārijiem: intensīva atjaunošanās sākusies tikai nesen, vai no jaunās paaugas izdzīvo mazs procents jauno indivīdu.
3. Arī nogabalos, kur oši samērā labi saglabājušies valdaudzē, paauga nav vienmērīga – tai raksturīgs salveida izplatījums, kur atsevišķās vietās sastopami pat 28 tūkst. indivīdu uz ha, bet blakus atauga vispār neveidojas.
4. Ošu atjaunošanās daudz labāk notiek Skrīveros – vidēji 4714 indivīdi/ha, kamēr Bērvircavā tikai 2351 indivīdi/ha. Bērvircavā paauga pēc indivīdu skaita visvairāk uzskaitīta 1.augstumklasē un pieaugot kociņu vecumam to skaits pakāpeniski samazinās, taču Skrīveros visvairāk paaugas ir 1. un 5.augstumklasē, kas iezīmē ilgstošus atjaunošanās traucējumus, ko varētu būt radījusi *H. pseudoalbidus*, jo tur ar šo slimību vērojama daudz augstāka saslimstība. Turklāt Bērvircavā liela saslimstība ir tikai jaunākajai paaugai, bet Skrīveros spēcīgi inficēta ir dažāda vecuma paauga.
5. Nav novērota sakarība, ka paaugas biezums būtu atkarīgs no ošu daudzuma valdaudzē un otrā stāva kopējā projektīvā seguma. Taču atsevišķos nogabalos korelācija starp ošu paaugas indivīdu skaitu un E2 segumu bija būtiska, kas norāda, ka ļoti augsts (virs 80%) krūmu segums var ietekmēt jaunās paaugas iesēšanos un augšanu.

7. Oša audžu destruktijas dinamika Latvijā. Oša audžu platību maiņa

Oša audžu platības dinamikas pētījumiem Latvijā no 2000. līdz 2014. gadam ir izmantoti Valsts Meža dienesta inventarizācijas datu bāze, kurā apkopota informācija pa gadiem pēc vienotiem principiem. Dažāda vecuma oša audžu izplatības reģionālo īpatnību analīzei izmantoti dati par audžu platībām 506 Latvijas pagastos. Izmantojot Ģeogrāfijas Informācijas sistēmu, ir savietotas Latvijas dabas reģionu un pagastu kartes. Pagasti grupēti kopās pa K. Ramana dabas reģioniem

Kopš 2000.g. 14 gados ošu audžu kopējā platība ir sarukusi 1.5 reizes, ik gadus Latvija zaudē vidēji 531 ha oša mežu. Perioda sākumā ošu audžu platības samazinās straujāk – ik gadu par 872.6 ha, novērojumu perioda otrajā pusē (2006.-2014.g.) – lēnāk – 346.2 ha gadā.

Viskrasāk pa gadiem ir samazinājusies oša jaunaudžu (jaunākas par 40 gadiem) kopplatība – katru gadu par 477.4 ha (14 gados par 69.2 %); novērojumu perioda pirmajā pusē (2000.-2005.g.) jaunaudžu platības samazinās intensīvāk – 907.5 ha gadā, bet vēlāk (2006.-2013.g.) lēnāk – 246.4 ha ik gadus. Tāpēc tieši jaunaudžu platību izmaiņas ir izmantotas kā indikatorrādītāji patogēnās sēnes izplatības analīzei Latvijā.



Oša jaunaudžu platība un *Hymenoscyphus fraxineus* hipotētiskie migrācijas ceļi Latvijā

Intensīva oša jaunaudžu sabrukšana 21. gadsimta sākumā vispirms sākās (2001.-2002.) valsts dienvidu reģionos – Rietum- un Austrumzengale, kad jaunaudžu platība šajos reģionos samazinājās pat par trešo daļu. Savukārt valsts ziemeļu reģionos ievērojams jaunaudžu samazinājums atzīmēts 2004. un 2005. gadā, tātad trīs četrus gadus vēlāk, salīdzinot ar valsts dienvidiem. Tātad oša slimības simptomi un audžu destruktija caurmērā virzījusies no valsts dienvidiem uz ziemeļiem ar vidējo ātrumu 50-60 km gadā pa zemiēm *aplicot* augstienes.

8. Ģenētisko resursu mežaudžu un dabisko meža biotopu struktūra

Skrīveru un Bērvircavas ģenētisko resursu mežaudzēs pavisam apsekoti 58 nogabali, kas ir Dabiskie meža biotopi: Skrīveros – 21, Bērvircavā – 37. Katrā dabiskajā meža biotopā uzskaitītas epifītās ķērpju un sūnu speciālistu sugas un indikatorsugas.

Kopumā epifītiskās sūnu un ķērpju sugas Skrīveru dabiskajos meža biotopos uzskaitītas uz astoņām koku sugām. Visvairāk aprakstītā koku suga bija *Fraxinus excelsior* (93 koki). Pārējo koku sugu sadalījums bija šāds: *Ulmus glabra* – 77 koki, *Betula pendula* – 46 koki, *Acer platanoides* – 30 koki, *Tilia cordata* – 26 koki, *Populus tremula* – 8 koki, *Alnus incana* – divi koki un *Alnus glutinosa* – viens koks. Bērvircavas dabiskajos meža biotopos indikatorsugas uzskaitītas uz 411 dzīviem kokiem, no kuriem lielākā daļa bija *Fraxinus excelsior* (288 substrāti). Pārējās koku sugas bija *Acer platanoides* – divi koki, *Alnus glutinosa* – deviņi koki, *Alnus incana* – 11 koki, *Betula pendula* – trīs koki, *Populus tremula* – 59 koki, *Quercus robur* – 30 koki, *Tilia cordata* – viens koks un *Ulmus glabra* – astoņi koki.

Bērvircavas meža masīva dabiskajos meža biotopos epifītisko sūnu un ķērpju sugu daudzveidība ir zema. Neskatoties uz to, šajās audzēs ir sastopama reta un aizsargājama ķērpju suga *Arthonia byssacea*, ko varētu izskaidrot ar koku sugas *Quercus robur* izplatību dabiskajos meža biotopos. Lai arī kopumā konstatētas vēl divas īpaši aizsargājamās epifītu sugas, šo sugu sastopamība bija ļoti zema. Tomēr jāsecina, ka vairāk nekā pusē no visiem dabiskajiem meža biotopiem (54 %) bija sastopama vismaz viena aizsargājama suga. Tas norāda, ka šo biotopu kvalitāte ir labāka, nekā pārējās audzēs. Turpretim pārējās audzēs raksturīgs zems sugu skaits (kopējais sugu skaits audzē nepārsniedz piecas indikatorsugas). Sugu kvalitātes un kvantitātes ziņā ļoti zemu vērtējami pieci dabiskie meža biotopi (sastāda aptuveni 14 % no visiem biotopiem), kuros nav nevienas epifītiskās indikatorsugas vai arī tajos noteiktas tikai divas indikatorsugas (*Homalia trichomanoides*, *Graphis scripta*). Šīs sugas ir plaši izplatītas un vienas pašas neliecina par augstu biotopa kvalitāti. Zemais indikatorsugu skaits daļā audžu varētu liecināt par to, ka ošu dabiskajos meža biotopos Bērvircavā nav vai ir nepietiekami dabiskam mežam raksturīgie struktūrelementi, kas spētu nodrošināt lielāku indikatorsugu daudzveidību.

Salīdzinot dabiskos meža biotopus gan Skrīveros, gan Bērvircavā, ir redzams, ka sugu kvalitāte un kvantitāte ir atšķirīga. Ja Skrīveros vairāk nekā pusē dabisko meža biotopu (52 %) raksturīga augsta sugu bagātība (≥ 10 indikatorsugas), tad Bērvircavā tikai dažas audzes (11 %) sasniedz sugu skaitu robežās no septiņām līdz deviņām sugām. Rezultāti rāda, ka dabiskajos meža biotopos Skrīveros vairāk bija sastopamas sūnu sugas, nevis ķērpji, savukārt Bērvircavā dominēja tikai viena sūnu suga. Lai arī abos meža masīvos konstatētas retas un aizsargājamās sugas, Skrīveros šo indikatorsugu sastopamība bija daudz lielāka. Bērvircavā lielākajā daļā to noteica tikai vienas sugas esamība – *Arthonia byssacea*. Tas norāda, ka, skatoties no epifītisko sugu daudzuma, Skrīveru ģenētisko resursu meži veido augstākas kvalitātes dabiskos meža biotopus nekā Bērvircavā.

. Runājot par epifītiskajām sugām ošu mežos, svarīgākie struktūrelementi varētu būt veci, liela diametra dzīvie koki. Salīdzinot ar Bērvircavas audzēm, Skrīveru dabiskajos meža biotopos bija lielāka lapu koku sugu daudzveidība, kas varētu izskaidrot arī atšķirīgo sūnu un ķērpju sugu sastāvu. Un, lai arī Bērvircavas meža masīvā daudz vairāk bija sastopama *Populus tremula*, kas nodrošināja lielu sugu daudzveidību Skrīveros, tomēr Bērvircavas dabiskajos meža biotopos šāda saistība netika konstatēta.

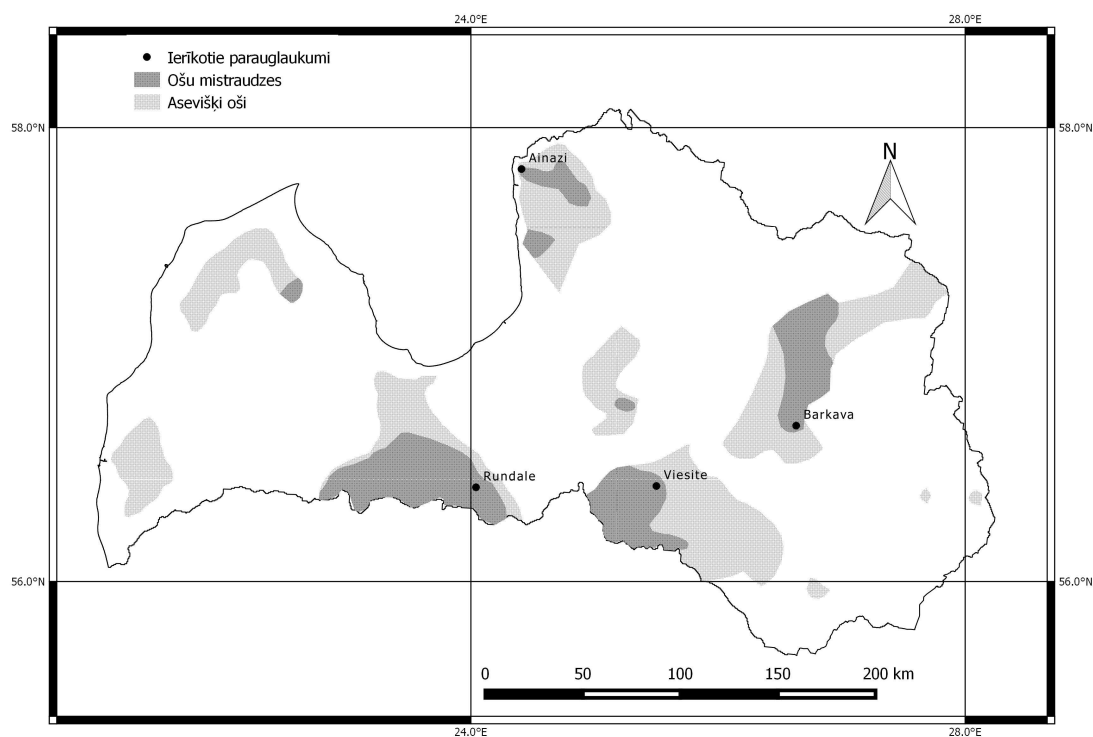
II Pārskats par 2015.gada (2. etaps) pētījumu rezultātiem

1. Klimatisko faktoru ietekme uz oša augšanu

1.1. Ošu augšanas gaita parauglaukumos

Materiāls un metodes

Lai veiktu pētījumus par ošu augšanas gaitu un skaidrotu ošu slimības izplatības dinamiku Latvijā, veiktas stumbru analīzes kokiem, kuri ievākti patstāvīgajos ošu monitoringa parauglaukumos ošu audžu galvenajos izplatības reģionos. Izvēlētas četras audzes, kuras atrodas galvenajos ošu izplatības reģionos, kurus savā monogrāfijā atzīmējis Sakss (1958) (1. attēls.).



1. attēls. Ošu izplatības reģioni (Sakss, 1958) un parauglaukumi, kuros ievākti paraugkoki pētījuma veikšanai.

Katrā atlasītajā ošu mežaudzē tālākai apstrādei izvēlēti 3 krituši vai sauskaltuši koki, kuri atbilst I vai II Krafta klasei. Par paraugkokiem netika izvēlēti koki ar dubultajām galotnēm, stumbra lūzumiem vai bojājumiem, kas varētu traucēt stumbra šķērsriezuma disku gadskārtu platuma mērījumiem. Paraugkokus raksturojošie rādītāji apkopoti tabulā (1. tabula).

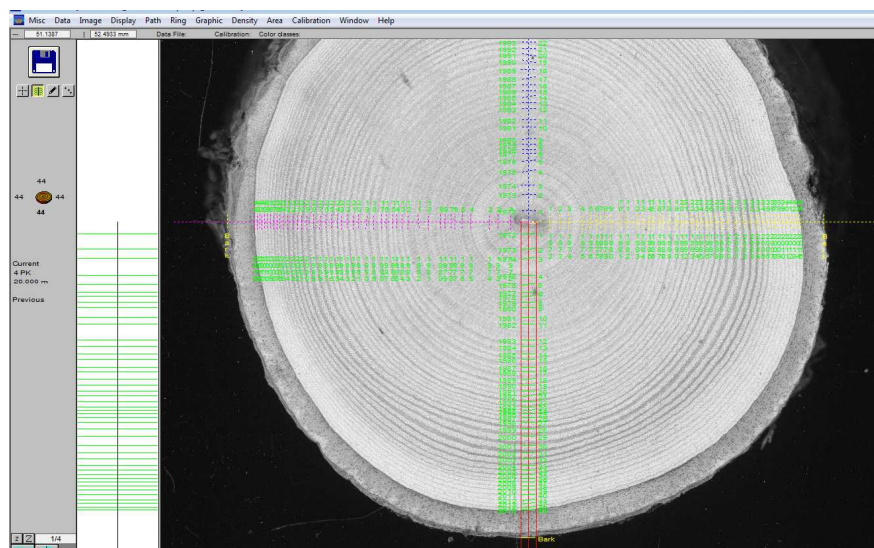
Katram paraugkokam ar mērlenti mērīts koka garumu un uz stumbra atzīmēts celma augstumu no kura veikti tālākie mērījumi. Par celma augstumu tiek uzskatīts augstums, kas atbilst 1% no koka augstuma. Piemēram, ja koka augstums ir 28 m, tad celma augstums ir 28 cm no koka sakņu kakla pasesnījuma. Pēc stumbra garuma noteikšanas, tas rūpīgi atzarots un ar krāsu visā koka garumā atzīmē stumbra augšējo pusi attiecībā pret zemi. Uz stumbra virsmas ar atšķirīgu krāsu izveido atzīmes ik pa 2 m kā arī 1m un 1,3 m augstumā, mērot no celma augstuma. Koka stumbru iezīmētajās vietās ar motorzāģi sadala nogriežņos un no katras stumbra šķērsriezuma vietas izzāģētas aptuveni 5cm biezas ripas. Pirms koksnes šķērsriezuma ripu iepakojšanas līdzņemšanai uz katras uzrakstīta parauga ņemšanas vieta un atrašanās augstums no celma.

Līdzpaņemtajiem stumbra šķērsriezuma diskām, speciāli aprīkotā laboratorijā veikta to vienas puses apstrādāšana ar dažāda raupjuma smilšpapīra lentām, kā beidzamo izmantojot 400 graudu izmēra lentu. Apstrādātie stumbra šķērsriezuma disku attēli ieskenēti datorā ar 1200 dpi izšķirtspēju tā, lai uz lauka izdarītā atzīme ar sarkanu krāsu visiem koksnes diskām atrastos nemainīgi attiecībā pret noteiktu vietu uz skenera. Katram attēlam ar datorprogrammu WinDendro četros savstarpēji perpendikulāros virzienos izmērīti visu gadskārtu platumi no koka serdei līdz mizai (2. att.). Vienam no mērīšanas virzieniem noteikti ir jāatbilst uz diska esošajai sarkanajai atzīmei. Programmā WinDendro var viegli palielināt iepriekš saskenētos attēlus un tādējādi ļoti precīzi veikt gadskārtu platumu mērījumus. Programmā samērītie dati automātiski saglabājas txt. faila formātā un ir ērti izmantojami tālākos aprēķinos, lai rekonstruētu ošu paraugkoku augšanas gaitu.

1. tabula

Ievāktie paraugkoki

Paraugkoka numurs	Parauglaukums	Vecums, gadi	Krūšaugstuma caurmērs, cm	Koka augstums
1	Viesīte	103	32	27,4
2	Viesīte	100	46	31,4
3	Viesīte	102	33	26,75
4	Rundāle	98	38	25,3
5	Rundāle	96	30	21,9
6	Rundāle	101	35	22,5
7	Ainaži	119	37	24,5
8	Ainaži	118	44	24,4
9	Ainaži	120	46	24,75
10	Barkava	85	32	26
11	Barkava	83	32	26
12	Barkava	81	29	26,5



2. att. Oša šķērsriezuma ripas digitālā attēla apstrāde ar WinDendro.

Šķērsriezuma ripu uzmērījumu dati izmantoti stumbru analīzes veikšanai ar WinStem datorprogrammu. Ošu augšanas gaita modelēta, pielietojot Ričarda-Čapmana funkciju:

$$Y = a \times (1 - \text{EXP}(b \times A)^c) \quad (1); \text{ kur:}$$

Y – koku augšanas parametrs (augstums, krūšaugstuma diametrs vai tilpums);

A – vecums;

a, b, c – koeficienti.

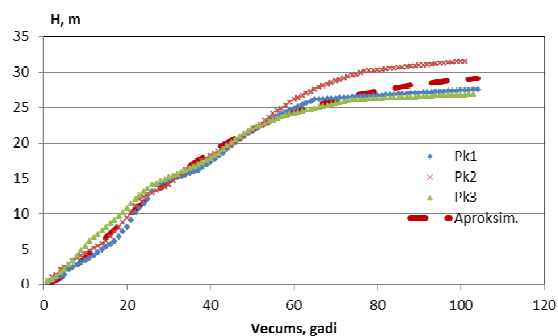
Rezultāti

Augšanas gaitas aproksimācijai lietotā Ričarda-Čapmana funkcija visumā ļoti precīzi apraksta ošu paraugkoku augšanas gaitu pētījumā analizētajos parauglaukumos – determinācijas koeficienti modelētajām augšanas gaitas līknēm variē no 0.92 līdz 0.997 (2. tabula).

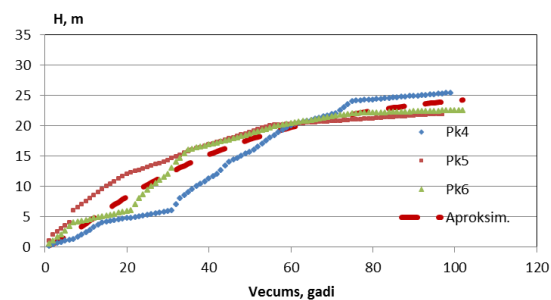
2. tabula

Aprēķinātie Ričarda-Čapmana funkcijas (1. vienādojums) parametri un determinācijas koeficienti

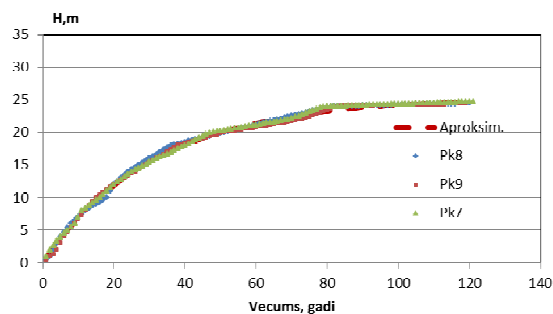
PL	Parametru vērtības			R ²
	a	b	c	
Viesīte	30.616	-0.034	1.657	0.978
Rundāle	26.426	-0.027	1.332	0.92
Ainaži	25.34	-0.031	0.99	0.997
Barkava	29.757	-0.031	1.348	0.988



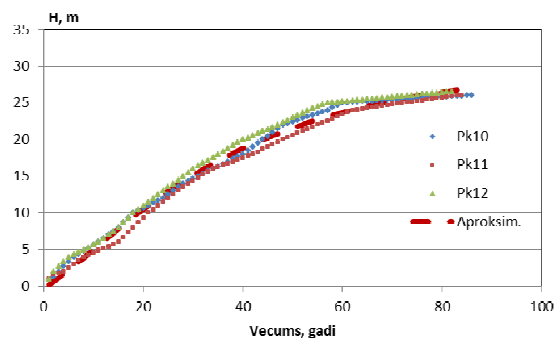
a



b



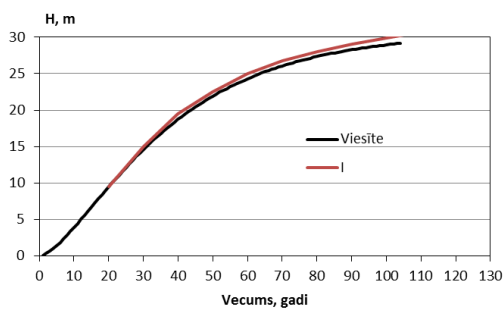
c



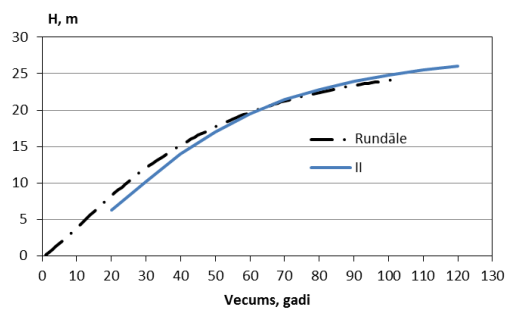
d

3. attēls. Paraugkoku augstumlīknes un aproksimētās līknes parauglaukumos; a – Viesīte, b – Rundāle, c – Ainaži, d – Barkava.

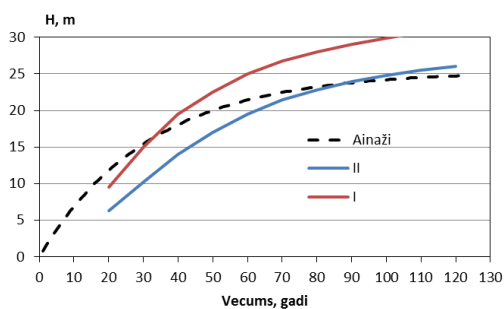
Parauglaukumos Ainaži un Barkava paraugkoku analīzes rezultātā iegūtie augšanas gaitas dati ir ļoti līdzīgi visiem trim nozāģētajiem paraugkokiem, kamēr pārējos divos parauglaukumos iegūtajiem paraugkokiem augšana ir bijusi nedaudz atšķirīga. Parauglaukumā Viesīte 2. paraugkokam, sākot no aptuveni sešdesmit gadu vecuma, ir bijuši lielāki augstuma pieaugumi nekā pārējiem diviem kokiem (3. attēls.). Savukārt parauglaukumā Rundāle diviem no nozāģētajiem paraugkokiem vērojama krasa augšanas gaitas samazināšanās laikā, kad koki sasnieguši aptuveni piecu metru augstumu. Osis jaunībā var būt ļoti ēncietīgs un veidot audzes otro stāvu. Iespējams, ka abi koki ar netipisko augšanas gaitu zināmu laiku ir atradušies audzes otrajā stāvā, bet, pēc koku savstarpējās konkurences samazināšanās (iespējams – kopšanas cirtes rezultātā), koki atkal ir nonākuši dominējošo koku statusā. Jāpiebilst, ka dati par analizētajos parauglaukumos iepriekš veiktajiem saimnieciskajiem pasākumiem nav pieejami.



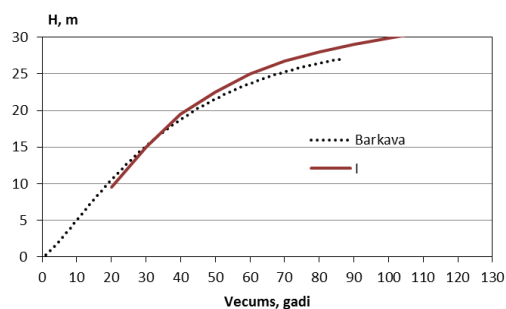
a



b



c



d

4. attēls. Paraugkoku augšanas gaitas līknes salīdzinājumā ar augšanas gaitas tabulām (Saceniņš and Matuzānis, 1964); a – Viesīte, b – Rundāle, c – Ainaži, d – Barkava.

Pētījumā veikta parauglaukumos iegūto koku augšanas gaitas līknes vizuāla salīdzināšana ar augšanas gaitas tabulām (Saceniņš un Matuzānis, 1994) (4. attēls.). Ošu augšanas gaita Viesītes un Barkavas parauglaukumos gandrīz precīzi atbilst augšanas gaitas tabulās aprakstītajai I bonitātes ošu audžu augšanas gaitai. Savukārt parauglaukumā Rundālē analizēto koku augšanas gaita kopumā atbilst tabulās aprakstītajai II bonitātei. Jāatzīmē, ka gan Rundāles, gan arī Barkavas parauglaukumos ošu augšana jaunaudžu vecumā nedaudz apsteidz tabulās prognozētos augstuma pieaugumus attiecīgajā vecumā, bet vēlāk koku pieaugumi samazinās un to augšana nedaudz atpaliek no prognozētā. Ļoti īpatnēju augšanu demonstrē Ainažu parauglaukumā analizētie paraugkoki. Jaunaudžu vecumā koki ir auguši ļoti strauji un ievērojami pārsniedz I bonitātes augšanas gaitas līkni, tomēr sākot ar aptuveni 30 gadu vecumu koku straujā augšana ir apsīkusi un aptuveni 90 gadu vecumā koku augšana atpaliek no II bonitātes ošu audžu augšanas gaitu aprakstītajai līknei. Šobrīd lielākā apjomā iegūt ošu paraugkokus stumbru analīžu veikšanai ir apgrūtināši, jo bojātās audzes tiek cirstas sanitārajās cirtēs un nereti palikušajām pieaugušajām ošu

audzēm ir noteikts aizsardzības statuss. Slimības rezultātā bojā gājušo koku stumbri analīzēm ir derīgi vien dažus gadus pēc to nokalšanas, jo koksni stumbru pamatnēs īsā laikā no noārda celmene, kura inficējusi slimības novārdzinātos kokus un ir iemesls sakņu sistēmas trupēšanai un koku izgāšanai.

No savulaik ierīkotajiem ošu monitoringa parauglaukumiem šobrīd paraugkoku iegūšana bija iespējama tikai četros laukumos. Pētījumā izmantotais datu apjoms ir ļoti neliels un var kalpot vien par pilotpētījumu, lai demonstrētu ošu augšanas gaitas īpatnības dažādos reģionos. Faktori, kuri ietekmējuši konkrēto audžu augšanu var būt ļoti dažādi – atšķirīgas ošu populācijas, augšanas apstākļi, veiktie saimnieciskie pasākumi un atšķirīgi reģioni. Ainažu parauglaukums atrodas piejūras teritorijā, kurai raksturīgs klimats ir atšķirīgs no pārējiem ošu parauglaukumiem, kuri atrodas dziļāk iekšzemē. Lai padziļināti pētītu ošu augšanas gaitu Latvijā, nepieciešams lielāks datu apjoms.

Secinājumi

1. Augšanas gaitas aproksimācijai lietotā Ričarda-Čapmana funkcija visumā ļoti precīzi apraksta ošu paraugkoku augšanas gaitu pētījumā analizētajos parauglaukumos – determinācijas koeficienti modelētajām augšanas gaitas līknēm variē no 0.92 līdz 0.997.
2. Parauglaukumos analizēto koku augšanas gaita kopumā diezgan precīzi atbilst līdz šim izmantoto ošu augšanas gaitas tabulām. Atšķirīgu augšanas gaitu demonstrē oši, kuri nozāģēti Ainažu parauglaukumā.
3. Pētījuma ietvaros iegūtais materiāls ir pielietojams, lai vērtētu datu izkliedi un var tikt izmantots, lai kalkulētu nepieciešamo ievācamo datu apjomu padziļināta pētījuma veikšanai ošu augšanas gaitas prognožu modeļu izveidei visas Latvijas mērogā.

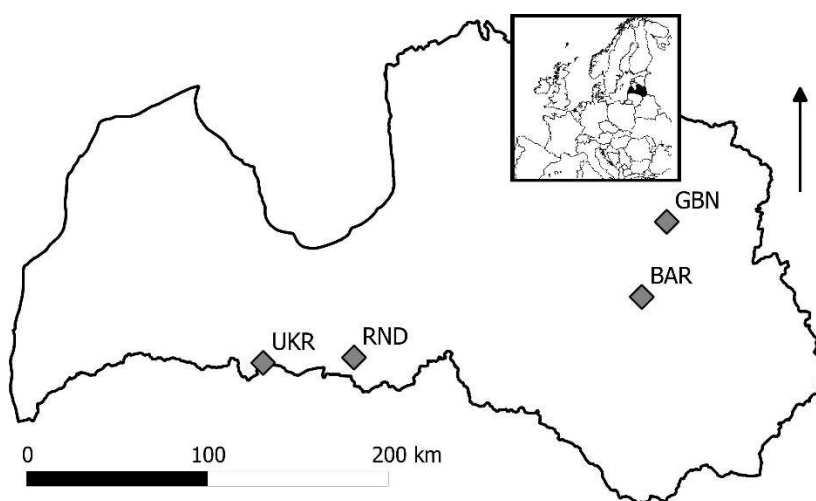
1.2. Ošu radiālā pieauguma saistības ar klimatiskajiem faktoriem

Materiāls un metodes

Pētījuma teritorijas, paraugošana un paraugu apstrāde

Pētījuma materiāls ievākts četrās audzēs, kas atradās Latvijas centrālajā daļā pie Rundāles (RND) un Ukriem (UKR) un austrumu daļā pie Barkavas (BAR) un Gulbenes (GBN) (1. att.). Šāda teritoriju izvēle balstīta uz iepriekš novērotajām atšķirībām citu vietējo koku sugu radiālās augšanas ritmos klimatisko apstākļu atšķirību dēļ (Baumanis et al. 2001; Matisons et al. 2012). Visas audzes izvēlētas tā, lai tajās būtu sastopami oši ar dažādas intensitātes vainaga bojājumiem. Pētītās audzes augs uz automorfām augsnēm un atbilda gāršas *Aegopodiosa* meža tipam (Bušs 1976). Visas audzes bija mistrotas ar osi kā

kodominatu sugu. Ošu maksimālais vecums, kas noteikts balstoties uz ievākto materiālu bija 70, 190, 110 un 100 gadi, attiecīgi BAR, GBN, RND un UKR parauglaukumos. Parauglaukumi atradās 35–110 m augstumā virs jūras līmeņa (attiecīgi RND un GBN). Gada vidējā temperatūra ir ap +6.4 un +5.5 °C, attiecīgi centrālajā un austrumu reģionā. Savukārt mēneša vidējās temperatūras svārstās amplitūdā no -4.3 līdz +17.5 °C un no -6.2 līdz +17.4 °C attiecīgi Janvārī un Jūlijā, centrālajā un austrumu reģionā. Gada nokrišņu summa abos reģionos ir ap 610 mm un tiek uzskatīts, ka nokrišņu summa prasti nepārsniedz iztvaikošanu (Klavins and Rodinov 2010).



1. attēls. Pētīto audžu atrašanās vietas.

Katrā audzē no desmit vitāliem (vainaga bojājums zem 15 %) un no desmit bojātiem (vainaga bojājums no 30 līdz 60 %) ošiem ar Preslera svārpstu krūšu augstumā (1,4 m) ievākts pa divi koksnes paraugi no pretējām stumbra pusēm. Paraugi ievākti 2015. gada maijā, kad ošiem lapas bija pilnībā izplaukušas un bija iespējams vizuāli novērtēt vainaga stāvokli. Laboratorijā ievāktie paraugi izžāvēti un fiksēti speciālās planšetēs. Fiksētie paraugi noslīpēti izmantojot dažāda raupjuma (no 120 līdz 400 graudi uz collu) smilšpapīru izmantojot rokas slīpmašīnu. Pēc slīpēšanas paraugi apstrādāti ar baltu vaska krītiņu, lai izceltu gadskārtu robežas. Gadskārtu platums ar 0,01 mm precizitāti noteikts izmantojot Lintab 5 mērīšanas sistēmu (RinnTECH inc., Heidelberga, Vācija).

Datu apstrāde

Augstas mērījumu kvalitātes nodrošināšanai, visām nomērītajām gadskārtu platuma (TRW) sērijām veikta rūpīga pārbaude, kā arī tās šķērsdatētas balstoties uz grafisku un statistisku analīzi (Fritts 2001). Statistiskā analīze veikta izmantojot COFECHA

programmu (Grissino-Mayer 2001). Sākotnēji pārbaude veikta vitālo ošu datu kopām, kas turpmāk, nepieciešamības gadījumā, izmantotas kā reference, lai verificētu bojāto ošu TRW sēriju datējumu. Sērijas, kuras uzrādīja vāju saistību ar atlikušo datu kopas daļu ($r < 0.35$), turpmākajā analizē netika izmantotas. Datu kopu raksturošanai aprēķināta starpsēriju korelācijas, autokorelācijas, vidējās jutības (Speer 2010), populācijas signāla izteiksmes (*Expressed population signal*), signāla intensitātes (signal to noise ratio) (Wigley et al. 1984) kā arī sinhronitātes koeficienti.

Ikgadējās TRW mainības raksturošanai (Cook et al. 1992), katrai audzei un ošu grupai (vitālie un bojātie) ar programmu ARSTAN (Cook and Holmes 1986) izveidotas atlikumu (*residual*) hronoloģijas. Izmantota divkāršā trenda noņemšana, vispirms ar negatīvu eksponenciālu funkciju un pēc tam ar trešās pakāpes polinomiālu funkciju ar viļņa garumu 64 gadi, saglabājot 50% no ikgadējās TRW variēšanas. Autokorelācija noņemta izmantojot autoregresīvu lineāru modelēšanu. Lai raksturotu krasās izmaiņas TRW, katrai koku grupai aprēķināti zīmīgo gadu (*pointer year*) indeksi. Aprēķini veikti balstoties uz modificētu *Skeleton Plot* metodi (Neuwirth et al. 2004) metodi. Gadskārtu platums izteikti kā relatīvās izmaiņa attiecībā pret iepriekšējiem pieciem gadiem $\Delta I = (x_i - \bar{x}_{i-5:i-1}) / \bar{x}_{i-5:i-1}$. Pēc tam šī izmaiņas aizstātas ar ballēm (no -5 līdz +5 izņemot 0) ar 20 % soli, tā ka $\Delta I < -80\%$ atbilda vērtējumam “-5” un $\Delta I > 80\%$ atbilda vērtējuma “+5”. Katrai koku grupai katram gadam, kamēr datu kopas replikācija bija lielāka par četriem kokiem, zīmīgo gadu indeksu vērtības aprēķināja kā : $I = 100 / kn \sum_{j=1}^k h_j s_j$, kur k – iespējamo baļļu skaits (10), n – koku skaits attiecīgajā gadā, h – koku skaits ar katru attiecīgo balles vērtību un s – baļļu frekvence.

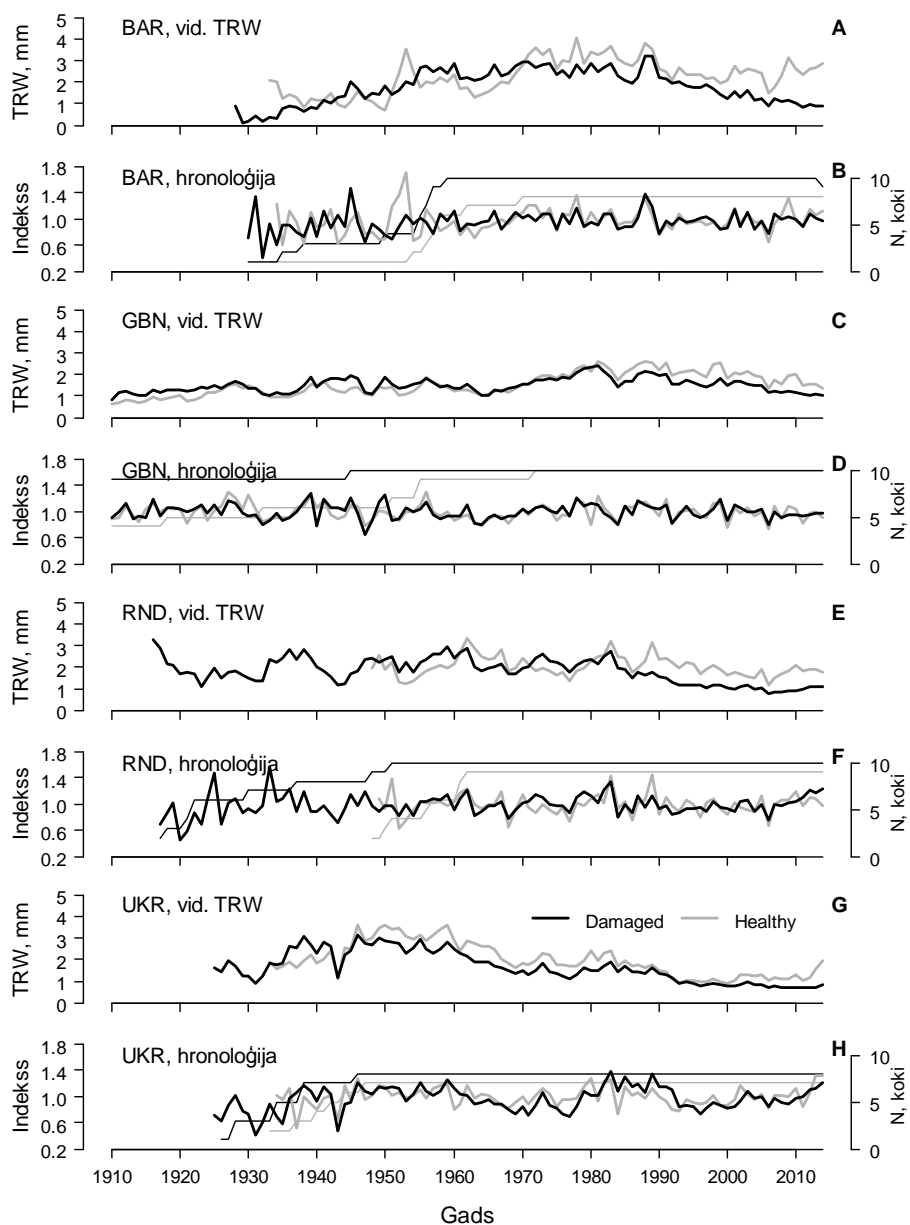
Klimatisko faktoru ietekme novērtēta izmantojot korelācijas analīzi starp izveidotajām atlikumu kā arī zīmīgo gadu indeksu hronoloģijām un klimatisko faktoru laika rindām. Korelācijas koeficient būtiskums pie $\alpha = 0.05$ noteikts izmantojot randomizācijas metodi (*bootstrap*) (Johnson 2001) veicot 10000 iterācijas. Korelācijas analīze veikta visām hronoloģijām kopējam laika periodam, t.i. periodam no 1935. līdz 2012. gadam (no 1948. gada vitālajiem kokiem RND audzē). Klimatiskie dati iegūti no Austrum Anglijas Universitātes klimata izpētes vienības (*Climatic Research Unit of UEA*) augstas izšķirtspējas datu kopu (*gridded datasets*) repozitorija (Harris et al. 2014). Izmantoti lokālie klimatiskie dati, kas reprezentēja novērojumu tīkla (ar grāda ceturtdaļas izšķirtspēju) punktus, kas atradās ne tālāk par 30 km no pētītajām audzēm (kopumā no četriem novērojuma punktiem). Analīzēs izmantoti dati par mēneša minimālo, vidējo un maksimālo temperatūru, vidējo diennakts temperatūras amplitūdu, potenciālo

evapotranspirāciju un nokrišņu daudzumu. Klimatiskie dati sadalīti ietekmes sezonās no iepriekšējā gada janvāra līdz septembrim gadskārtas veidošanās gadā (21 mēnesis). Starp būtiskajiem klimatiskajiem faktoriem ar Pīrsona korelācijas analīzi novērtēta kolinearitāte. Datu analīze veikta programmā R v. 3.1.2. (R Core Team 2014) izmantojot pakotni „dplR” (Bunn 2008).

Rezultāti un diskusija

Gadskārtu platuma mērījumi

Pēc kvalitātes pārbaudes, no 75 līdz 100 % no nomērītajām gadskārtu sērijām tika izmantotas turpmākajām analīzēm. Mērīto rindu šķērsdatēšana bija salīdzinoši sarežģīta un kvalitātes novērtējums bija lielā mērā balstīts uz signatūras gadu (gadi ar izteiktām krasām TRW izmaiņām) novērtējumu (piemēram, 1940., 1963., 1984., 1990. un 2006. gados) (2. att.), norādot uz lokālu un individuālu augšanas mainību. Tomēr, kopīgo signatūru uz reakciju pret kopīgu lielmēroga traucējumu, kas bieži ir klimatiskas dabas. Uz oša radiālā pieauguma veidošanās ritmu individualitāti norādīja arī šķērsdatēto datu kopu statistiskie radītāji (1. tabula), piemēram, populācijas signāla izteiksmes koeficients pārsniedza 0.85 robežu (Wigley et al. 1984) tikai bojāto koku datu kopai UKR parauglaukumā. Ošu TRW hronoloģijas (2. att.) starp audzēm uzrādīja vāju korelāciju ($r = 0.26$), tomēr vienas audzes ietvaros vitālo un bojāto ošu hronoloģijas bija samērā līdzīgas ($r \sim 0.65$), norādot uz audzes līmenim specifisku augšanu. Lai arī osis Latvijā atrodas tuvu areāla ziemeļu robežai (EUFORGEN 2009), kur augšanas ritmiem būtu jābūt līdzīgiem kopīga limitējošā faktora dēļ (Fritts 2001), bija novērota augšanas ritmu individualitāte, kas ir raksturīga areāla vidusdaļā, kā arī īpaši spiedīgos apstākļos augošiem kokiem (Speer 2010). Iepriekš arī areāla robežas tuvumā augošiem kokiem pieaugumu ritmu individualitāte vērojama klimata pārmaiņu dēļ (Wilmking et al. 2004). Kopumā TRW ritmi bija līdzīgāki vitālajiem kokiem centrālajā reģionā, bet bojātajiem kokiem austrumu reģionā, par ko liecināja augstāki starpsēriju korelācijas, sinhronitātes populācijas signāla izteiksmes koeficienti (1. tabula). Šādas atšķirības norāda uz atšķirīgam koku-vides koakcijām Latvijas austrumu un rietumu (centrālajos) reģionos, kā novērots gan ozolam gan priedei (Baumanis et al. 2001; Matisons et al. 2012). Nedaudz izteiktāka ritmu individualitāte starp vitālajiem un bojātajiem kokiem novērota austrumu reģionā (1. tabula), kas skaidrojams ar skarbākiem augšanu kontinentālāka klimata apstākļos (zemāka vidējā temperatūra un plašāks temperatūras diapazons), un līdz ar to krasāku koku reakciju uz vides mainību (Speer 2010).



2. attēls. Vidējā gadskārtu platuma sērijas (A, C, E, G), atlikuma hronoloģijas (B, D, F, H) (trekna līnija) un datu kopu replikācija (smalka līnija) bojātajiem (melnās līnijas) un vitālajiem (pelēkās līnijas) ošiem Barkavas, Gulbenes, Rundāles un Ukru parauglaukumos.

Vairumā gadījumu vitālie koki bija jaunāki par bojātajiem (1. tabula), norādot uz vecuma ietekmi uz uzņēmību pret destruktijas aģentiem, pie tam vitālo koku TRW bija raksturīga zemāka autokorelācijas, kas norāda uz mazāku iepriekšējās augšanas un tātad barības vielu rezervju ietekmi (Cook and Holmes 1986; Speer 2010). Kokam novecojot pieaug pamatmaiņa (Ryan 1990) un mazāk enerģijas var tikt veltīts aizsargvielu veidošanai (Pallardy 2008). Pieaugot vecumam, koki kļūst arī jutīgāki pret nokrišņiem lielākas transpirācijas dēļ (Carrer and Urbinati 2008), tādējādi izskaidrojot paaugstinātu jutību pret

vides (klimatiskajiem) faktoriem un paaugstinātu saslimstības risku (Thomsen and Skovsgaard 2006; La Porta et al. 2008).

1. tabula.

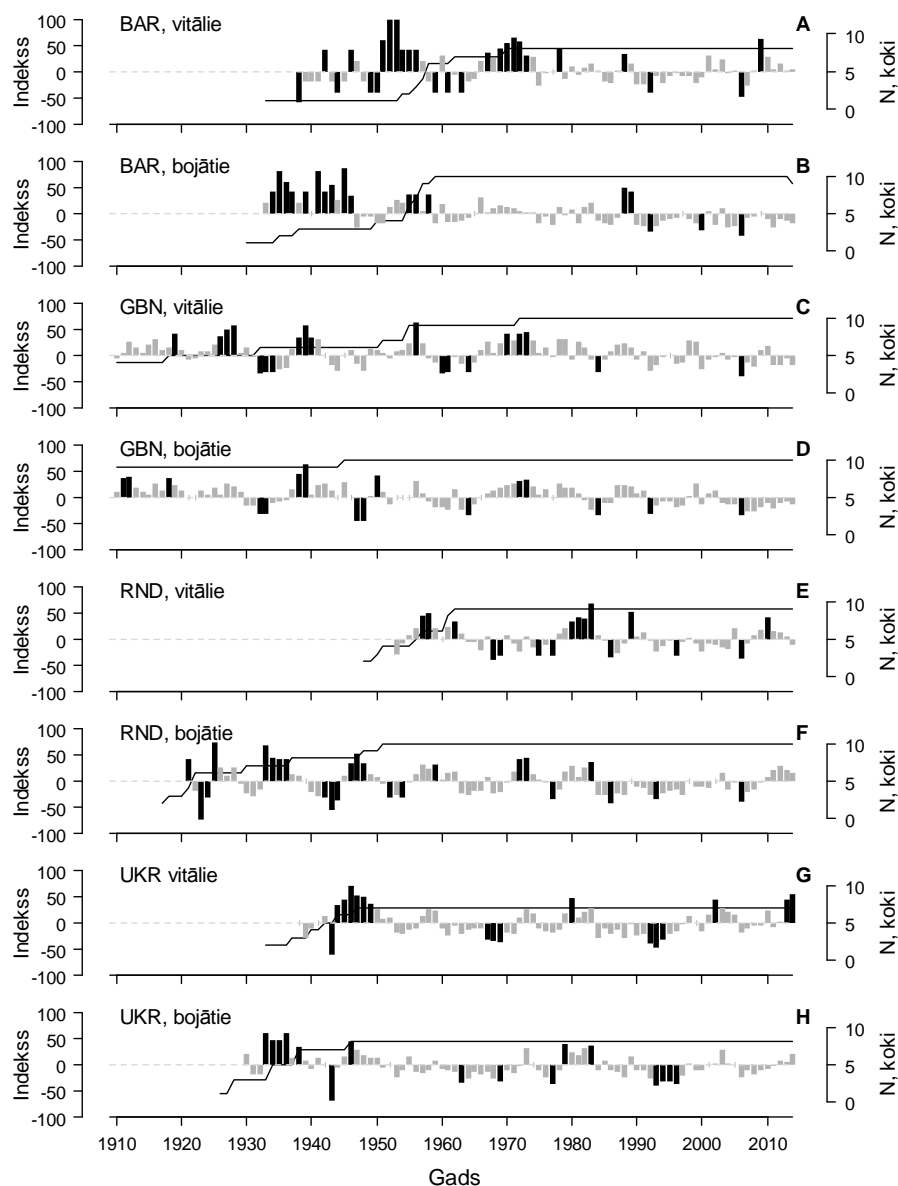
Šķērsdatēto gadskārtu platuma sēriju statistiskie rādītāji ošiem ar vitālu un bojātu vainagu. S – vidējā gadskārtu platuma jutība, N – šķērsdatēto koku skaits, IC – starpsēriju korelācija, AC – autokorelācija, GLK – sinhronitāte, EPS – populācijas signāla izteiksmes un SNR – signāla intensitātes (Wigley et al. 1984).

		Min.	Maks.	Vid.	St. dev.							
		TRW,	TRW,	TRW,	TRW,	S	IC	AC	GLK	EPS	SNR	
N	Period	mm	mm	mm	mm							
Barkava (BAR)												
Vitāli	8	1933– 2014	0.68	5.69	2.53	0.90	0.20	0.39	0.70	0.63	0.79	3.67
Bojāti	10	1928– 2014	0.10	10.00	1.99	0.99	0.22	0.09	0.80	0.58	0.42	0.71
Gulbene (GBN)												
Vitāli	10	1824– 2014	0.17	5.39	1.48	0.61	0.18	0.31	0.77	0.60	0.72	2.53
Bojāti	10	1831– 2014	0.12	4.77	1.38	0.56	0.19	0.23	0.79	0.58	0.69	2.20
Rundāle (RND)												
Vitāli	9	1948– 2014	0.46	6.24	2.05	0.81	0.21	0.36	0.73	0.60	0.82	4.49
Bojāti	10	1916– 2014	0.16	6.35	1.79	0.88	0.19	0.36	0.83	0.60	0.83	4.90
Ukri (UKR)												
Vitāli	7	1933– 2014	0.53	5.28	1.99	0.99	0.19	0.40	0.86	0.60	0.81	4.32
Bojāti	8	1925– 2014	0.20	5.80	1.65	0.89	0.17	0.44	0.87	0.64	0.85	5.73

Vitālajiem un bojātajiem ošiem atšķirās augšanas gaita (2. att.). Vitālajiem ošiem dzīves sākumā augšana bija lēnāka salīdzinājumā ar bojātajiem ošiem, bet ap 50–60 gadu vecumu vitālo ošu gadskārtu platums kulminēja, turpretim bojātie oši piedzīvoja TRW kritumu. Šādas atšķirības norāda uz koku stāvokļa audzē ietekmi uz uzņēmību pret vides faktoriem un bojājumu intensitāti (Tapper 1992; Martin-Benito et al. 2008). Acīmredzot, koki, kuri atbilda zemākai Krafta klasei, ir bijuši mazāk uzņēmīgi pret slimību. Ātraudzīgākie koki lielāku daļu asimilēto resursu var ieguldīt augšanā, samazinot aizsargvielu ražošanai atvēlēto resursu īpatsvaru (Pallardy 2008).

Kritums TRW bojātajiem ošiem bija novērots visās audzēs, un tas bija īpaši izteikts kopš 1980 gada (2. att.). Līdzīgs TRW kritums novērotas arī parastajam ozolam, kas skaidrots ar krasu un nelabvēlīgu laikapstākļu maiņas ietekmi 1978./1979. gada ziemas sākumā, kad novērots straujš vidējās temperatūras kritums par ~ 21 °C nepilnas diennakts laikā (Matisons et al. 2013). Šādas augšanas atšķirības starp vitālajiem un bojātajiem kokiem norāda, ka nomākta augšana ir bijusi par pamatu infekcijas izplatībai un attīstībai (Timmermann et al. 2011). Analogi, izteiktāki destruktīvas simptomi ir bijuši novēroti Somijā ozoliem ar nomāktu augšanu dzīves beigās (Helama et al. 2009).

Zīmīgo gadu hronoloģijas paradīja, ka TRW mainība, galvenokārt, ir bijusi periodiska (3. att.), autokorelācijas dēļ (1. tabula) tomēr novēroti atsevišķi gadi, kuros ir novērotas krasas TRW izmaiņas, piemēram, 1943. (UKR), 1956. (GBN vitālie), 1978. (BAR, vitālie) and 1988. (BAR, bojātie). Šie atsevišķie zīmīgie gadi varētu būt skaidrojami ar izdzīvojušo koku konkurences izmaiņām pēc ekstrēmi aukstām ziemām. Kopumā, pozitīvo vērā ņemamo ($|I| > 30$) zīmīgo gadu skaits pārsniedza negatīvo skaitu, norādot, ka ošu augšana ir bijusi galvenokārt nomākta, bet koki ir spējuši veiksmīgi izmantot labvēlīgos apstākļus. Indeksu izkliede bija nedaudz augstāka audzēs austrumu reģionā, kas skaidrojams ar skarbākiem klimatiskajiem apstākļiem. Tomēr vērā ņemamas atšķirības zīmīgo gadu indeksu vidējās vērtībās starp vitālajiem un bojātajiem nebija novērotas, bet šādas atšķirības bija vērojamas vērā ņemamo gadu skaitā, kas bija lielāks bojātajiem kokiem, norādot, ka jutīgākie koki ir bijuši bijāti vairāk. Viszemākais vērā ņemamo zīmīgo gadu skaits novērots GBN, kur oši bija visvecākie un gadskārtu platums un tā variēšana viszemākie.



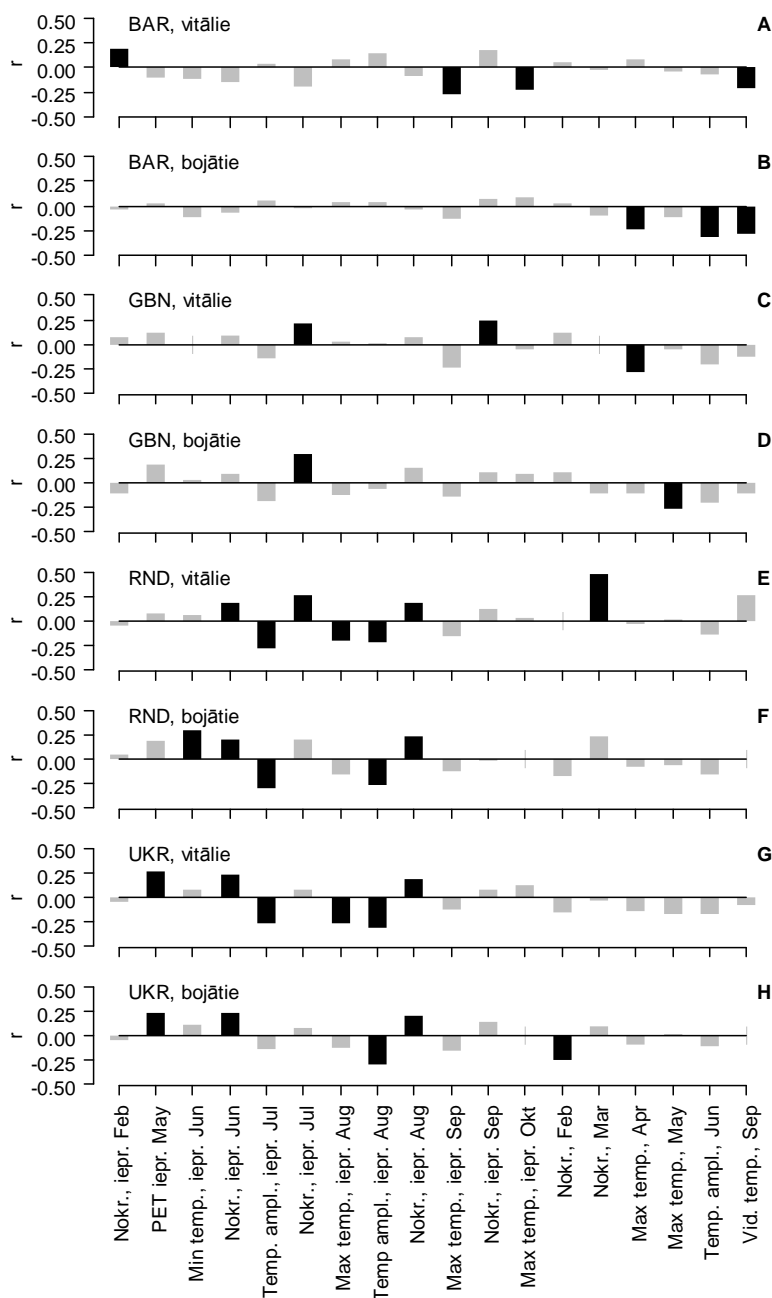
3. attēls. Zīmīgo gadu indeksu vērtības (stabiņi) un datu kopu replikācija (līnija) vitālajiem (A, C, E, G) un bojātājiem ošiem (B, D, F, H) BAR, GBN, RND un UKR parauglaukumos. Indeksi ar absolūto vērtību virs 30 ir melnā krāsā.

Gadskārtu platuma un klimatisko faktoru saistības

Atlikuma hronoloģiju saistības ar klimatiskajiem faktoriem.

No 132 izmantotajiem klimatiskajiem faktoriem, 18 būtiski korelēja ar TRW atlikumu un zīmīgo gadu hronoloģijā, tomēr šie faktori atšķīrās atkarībā no izmantotās standartizēšanas metodes (4. att.). Būtisko faktoru kopums atšķīrās starp hronoloģiju tipiem (atlikuma un zīmīgo gadu), norādot, ka TRW ikgadējo mainību un ekstrēmās izmaiņas nosaka nedaudz atšķirīgi mehānismi. Kopumā būtisko korelāciju vērtības bija zemas un nepārsniedza ~ 0.30 (ar vien izņēmumu, proti, marta nokrišņu ietekmei RDN audzes vitālajiem ošiem), norādot, ka vienam atsevišķam faktoram nav bijusi krasa

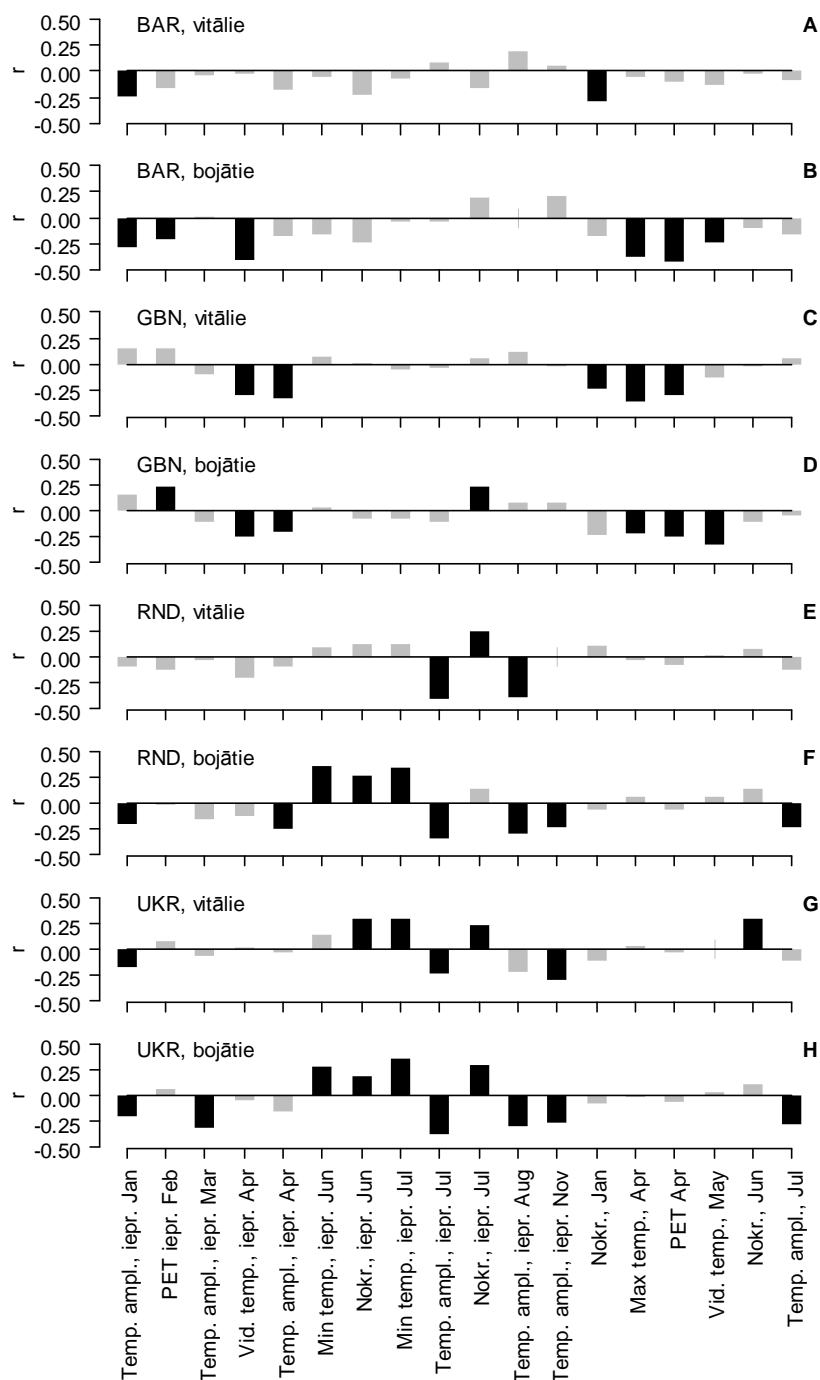
limitējoša ietekme uz oša radiālo pieaugumu. Neatkarīgi no TRW standartizēšanas, būtisko faktoru kopas atšķirās starp centrālo un austrumu reģionu, izskaidrojot atšķirīgo augšanas gaitu. Katrai audzei un koku grupai būtisko klimatisko faktoru kopas bija vērojama zināma individualitāte (4. un 5. att.), ka ar ko skaidrojama augšanas ritmu dažādība (2., 3. att., 1. tabula). Būtisko klimatisko faktoru skaits bija augstāks centrālajā reģionā, apliecinot spēcīgāku klimatisko faktoru ietekmes izpausmi. Būtisko klimatisko faktoru kopums bija daudzveidīgāks austrumu reģionā, norādot uz izteiktāku lokālo faktoru nozīmi skarbākos apstākļos (Wilmking et al. 2004).



4. attēls. Pīrsona korelācijas koeficienti starp atlikumu hronoloģijām un klimatiskajiem faktoriem vitālajiem (A, C, E, G) un bojājajiem (B, D, F, H) ošiem Barkavas (BAR), Gulbenes (GBN), Rundāles (RND) un Ukru (UKR) parauglaukumiem. Būtiskie koeficienti ir parādīti ir melnā krāsā. PET – potenciālā evapotranspirāciju.

Atlikumu hronoloģijas centrālajā reģionā galvenokārt korelēja ar meteoroloģisko apstākļu variēšanu veģetācijas sezonā un ziemā pirms gadskārtas veidošanās (4. att.). Apstākļu, pirms gadskārtas veidošanās, ietekme ir skaidrojama ar ietekmi uz barības vielu rezervi (Barbaroux and Breda 2002), kas veidojas iepriekšēja veģetācijas periodā, galvenokārt tā beigās, kā arī fitohormonu prekursoru koncentrācijas izmaiņām miera perioda laikā atkarībā no vides apstākļiem (Pallardy 2008). Barības vielu rezerves pavasarī tiek mobilizētas, lai kokiem ar aplocēs sakārtotām trahejām izveidotu agrīno koksni (Carlquist 2001; Pallardy 2008), kas nosaka turpmāko ūdens vadīšanas efektivitāti un uzņēmību pret ūdens deficītu (Tyree and Zimmermann 2002), ietekmējot augšanu veģetācijas sezonas laikā un koka vitalitāti. Par ūdens deficīta ietekmi liecināja arī pozitīvās korelācijas ar nokrišņu daudzumu vasaras mēnešos (4. att.). Temperatūras amplitūdai bija negatīva ietekme uz oša TRW, kas skaidrojams ar nepieciešamību palāgotu fotosintētisko aparātu konkrētiem apstākļiem (Berry and Downton 1982).

Latvijas austrumu reģionā atlikumu hronoloģija korelēja ar klimatiskajiem faktoriem rudenī pirms gadskārtas veidošanās, kā arī ar apstākļiem pieauguma veidošanās gadā, bet būtisko faktoru skaits bija mazāks (4. att.). Temperatūrai un tās amplitūdai bija negatīva ietekme, uz ko norādīja galvenokārt negatīvās korelācijas. Turpretim, nokrišņu daudzumam bija pozitīva ietekme, norādot uz ūdens deficīta apstākļiem. Temperatūras ietekmes mehānismiem, acīmredzot, ir bijuši vairāki. Oktobrī paaugstinātā temperatūra var būt par cēloni barības vielu rezerves noplicināšanai, elpošanas dēļ (Ögren et al. 1997). Turpretim septembrī, kamēr norit fotosintēze, negatīva temperatūras ietekme var tik skaidrota ar paaugstinātu evapotranspirāciju (Traykovic 2005) un ūdens deficīta apstākļiem (Pallardy 2008). Pavasara temperatūras negatīvā ietekme (4. att.) varētu būt skaidrojama ar pāragrām miera perioda beigām (Ahas et al. 2000), kad koki var tikt spēcīgāk bojāti krasu temperatūras svārstību dēļ (Gu et al. 2008).



5. attēls. Pīrsona korelācijas koeficienti starp atlikumu hronoloģijām un klimatiskajiem faktoriem vitālajiem (A, C, E, G) un bojājajiem (B, D, F, H) ošiem Barkavas (BAR), Gulbenes (GBN), Rundāles (RND) un Ukru (UKR) parauglaukumiem. Būtiskie koeficienti ir parādīti ir melnā krāsā. PET – potenciālā evapotranspirācija.

Latvijas austrumu reģionā, vitālie koki GBN audzē uzrādīja augstāku jutību pret nokrišņiem iepriekšējā septembrī, kā arī pret temperatūru gadskārtas veidošanās gada aprīlī; bojātie koki bija jutīgāki pret nokrišņu daudzumu iepriekšējā jūlijā (4. att.). Jutība pret jūlija nokrišņiem, kā izteiktāko faktoru būtu skaidrojama ar koku lielo vecumu, kad kokiem palielinās jutība pret mitruma režīmu (Carrer and Urbinati 2008). Izteiktas atšķirības šī faktora ietekmē starp vitālajiem un bojājajiem norāda uz saslīkstības

saistībām ar sausuma stresu. BAR audzē bojātie koki uzrādīja papildus jutību pret temperatūru gadskārtas veidošanās gada jūlijā un septembrī, bet vitālie koki bija papildus jutīgi pret temperatūru iepriekšējā gada rudens mēnešos (4. att.). Šādas atšķirības ir grūti izskaidrojamas un varētu būt saistītas ar ošu pieguma ritmu augsto individualitāti (KKK. tabula).

Zīmīgo gadu indeksu hronoloģiju saistības ar klimatiskajiem faktoriem

Līdzīgi arī klimatisko faktoru kopums, kas būtiski korelēja ar zīmīgajiem gadiem, bija atšķirīgs starp reģioniem kā arī audzēm (5. att.). Korelācijas koeficient vērtības bija samērā zemas, norādot, ka neviens no analizētajiem faktoriem arī nav bijis izteikti limitējošs. Audzēs centrālajā reģionā zīmīgo gadu indeksi korelēja ar apstākļiem iepriekšējā gada vasaras periodā, līdzīgi, kā novērots atlikuma hronoloģiju analizē (4. att.), norādot uz barības vielu rezervju nozīmi TRW un pieauguma mainībā (Barbaroux and Breda 2002; Pallardy 2008). Tomēr vasaras temperatūrai kā arī nokrišņiem novērota pozitīvā ietekme (5. att.), kas norāda uz krasu TRW izmaiņu (pieauguma) veidošanos fotosintēzei labvēlīgu apstākļu rezultātā (Berry and Downton 1982). No otras puses, pozitīvās saistības ar nokrišņiem liecina arī par sausuma ietekmi. Analogi tam, kā novērots analizējot atlikuma hronoloģijas, temperatūras amplitūda negatīvi korelēja ar zīmīgi gadu indeksu vērtībām, norādot, ka apstākļu nepastāvība var krasī mainīt pieauguma veidošanos. Nelielas atšķirības būtisko faktoru kopās bija vērojamas starp vitālajiem un bojātajiem kokiem (5. att.). Bojātie koki uzrādīja lielāku skaitu būtisko faktoru, kā arī augstākas korelācijas koeficientu vērtības (UKR audzē), norādot, ka augstāka jutība pret klimatiskajiem faktoriem ir bijusi kā viens no cēloņiem slimības attīstībai. Bojātajiem kokiem bija novērota ciešāka negatīvā korelācija starp iepriekšēja gada janvāra temperatūras amplitūdu un zīmīgo gadu indeksiem. Šādu saistību varētu skaidrot ar atkušņu ietekmi, kas mazina salcietību, stumbra spēju vadīt ūdeni nākamā sezonā un barības vielu rezerves (Zhu et al. 2000; Mayr et al. 2003).

Parauglaukumos austrumu reģionā, kur klimats ir skarbāks, pavasara mēnešu temperatūras režīms bija galvenais TRW izmaiņu noteicējs par ko liecināja novērotās būtiskās korelācijas (5. att.). Koku sugām ar aplocēs izkārtotiem vadaudiem t.sk. osim (Carlquist 2001) pavasara koksne un lielās trahejas, kas ir galvenie vadaudi, veidojas pirms lapu plākšanas (Sass-Klaassen et al. 2011). Apstākļiem šajā periodā ir būtiska loma uz vadaudu izmēru (Pallardy 2008), kas nosaka koka ūdens vadīšanu turpmākas sezonas gaitā (Tyree and Zimmermann 2002) un līdz ar to var krasī ietekmēt pieaugumu. Paaugstināta

temperatūra aprīlī var pirms laika izbeigt miera periodu, kā rezultātā kambija šūnas var ciest no piepešām temperatūras svārstībām (Gu et al. 2008) ietekmējot koka ūdens attiecības. Šo faktu apstiprina arī negatīvā korelācija ar aprīļa temperatūras amplitūdu (5. att.). Abās audzēs vitālajiem kokiem novērotas saistības ar nokrišņiem janvārī, bet bojātajiem kokiem ar temperatūru maijā. Janvāra nokrišņu ietekme skaidrojama ar smalko sakņu izdzīvotību (Tierney et al. 2001) un līdz ar to sakņu funkcionalitāti turpmākajā sezonā. Bojāto koku TRW zīmīgo gadu indeksu saistības ar maija temperatūru varētu liecināt, ka bojātajiem kokiem bija vēlāka fenoloģija. BAR audzē vitālajiem kokiem novērots mazāks skaits būtisko faktoru un korelācijas koeficient bija zemāki (5. att.), norādot uz meteoroloģisko anomāliju lomu saslimstības attīstībā. Līdzīga aina novērota arī GBN audzē, kur gan vitālajiem kokiem novēroti augstāki korelācijas koeficienti.

Secinājumi

1. Oša gadskārtu platuma ritmiem bija raksturīga augsta individualitāte gan audzes gan reģionālā mērogā. Šo ritmu individualitātē bija izteiktāka bojātajiem ošiem Latvijas centrālajā daļā, Latvijas austrumu daļā – vitālajiem ošiem.
2. Bojātajiem un vitālajiem ošiem novērotas atšķirības augšanas gaitā. Vitālajiem ošiem radiālais pieaugums (gadskārtu platums) to dzīvs pirmajās desmitgadēs bija mazāks un kulminēja vēlāk. Bojātajiem ošiem dzīve sākumā bija vērojamas platākas gadskārtas, tomēr pēdējo trīs desmitgadu laikā novērots daudz straujāks gadskārtu platuma kritums salīdzinot ar vitālajiem ošiem, līdzīgi kā iepriekš novērots ozolam Latvijas austrumu daļā.
3. Vitālie oši bija nedaudz (~ 15 gadi) jaunāki par bojātajiem, norādot uz iespējamu koku vecuma ietekmi uz uzņēmību pret slimību.
4. Klimatiskajiem faktoriem novērotas būtiskas saistības ar oša gadskārtu platumu variēšanu, bet saistības atšķirās reģionāli.
5. Audzēs Latvijas centrālajā daļā, gadskārtu platumu, galvenokārt, noteica meteoroloģiskie apstākļi vasarā pirms gadskārtas veidošanās. Novērota pozitīva jūnija un augusta nokrišņu, kā arī negatīva temperatūras amplitūdas jūlijā un augustā ietekme; minimālajai temperatūrai jūnijā un jūlijā novērota pozitīva ietekme.
6. Audzēs Latvijas austrumu daļā, būtiski bija apstākļi iepriekšējā rudenī un gadskārtas veidošanas gada pavasarī. Temperatūra septembrī, oktobrī un aprīlī, kā arī temperatūras amplitūda aprīlī un maijā negatīvi korelēja ar gadskārtu platumu. Jūlija nokrišņiem bija novērota mazāka, bet pozitīva ietekme.

Gadskārtu platumam būtisko klimatisko faktoru kopums atšķiras starp ošiem ar vitāliem un bojātiem vanagiem. Bojātie koki kopumā bija jutīgāki pret klimatiskajiem faktoriem nekā

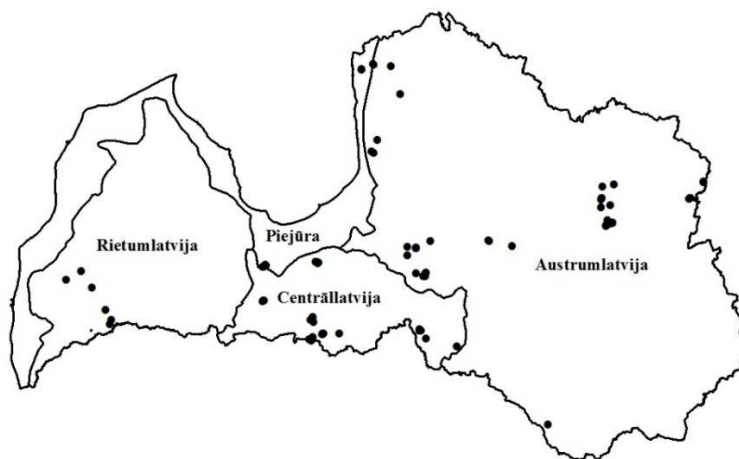
vitālie, norādot uz jutības pret klimatiskajiem faktoriem saistību ar uzņēmību pret slimību. Tomēr arī vitālo ošu gadskārtu platumam novērotas atsevišķas specifiskas saistības ar klimatiskajiem faktoriem, kādas nebija bojātajiem kokiem, piemēram jutība pret augusta maksimālo temperatūru audzēs Latvijas centrālajā daļā.

2. Oša dabiskā atjaunošanās jaunaudzēs

Objekti un metodes

Pētījums veikts 90 parauglaukumos dažādos Latvijas reģionos (Austrumlatvijā - 46 parauglaukumi, Rietumlatvijā - 10, Centrāllatvijā – 28, Piejurā – 6) (1. att.). Valsts meža dienesta Meža valsts reģistrā atlasītas ošu jaunaudzes (līdz 40 gadu vecumam), kuru platība pārsniedz 0.8 ha un kur osis pēc sastāva formulas ir vismaz 50%, kā arī atsevišķi izcirtumi lielāki par 0.8 ha, kur labi atjaunojas osis. Pētījumu vietas izvēlētas bez iepriekšēja apmeklējuma dabā.

Atlasītās jaunaudzes pārstāv dažādus meža tipus (Gr – 33 jaunaudzes, Ap - 25, Kp - 11, As, Db, Dm, Grs, Ks, Vr, Vrs). Analīzē jaunaudzes iedalītas 4 vecumklasēs: I (1 - 10 gadi, 19 parauglaukumi), II (11 - 20 g. – 25), III (21 - 30 g. – 24), IV (31 – 40 g. – 22). Katrā jaunaudzē pa garāko diagonāli no jaunaudzes malas ierīkota viens 2×100 m parauglaukums, kurā uzskaitītas visas pameža un paaugas sugas, uzmērīts to garums, kā arī vizuāli 5 klašu robežās noteikta ošu saslimstība ar patogēno sēni *H. fraxineus* (1. tabula) (Puspure et al. 2015). Augstums iedalīts 7 klasēs: I < 50, II 51 - 100, III 101 - 150, IV 151 – 200, V 201 – 250, VI 251 – 300, VII > 300 cm, taču analīzē atsevišķās vietās VII klase nav izmantota, jo augstuma intervāls ir pārāk plašs.



1. attēls. Pētījuma reģioni un vietas – oša jaunaudzes un izcirtumi Latvijā.

Pētījuma dati jaunaudzēs ievākti no 2015. gada jūlija vidus līdz septembrim, kad *H. fraxineus* bojājumi dabā labi saskatāmi (Lygis et al. 2014). Dominējošās sugas izdalītas pēc dominējošo un līdzvaldes (codominant) sugu principa (Simpson 2006), kur dominējošajā $\geq 50\%$ no kopējā seguma, vai vismaz par 20% pārsniedz citu sugu segumu un līdzvaldes 25 – 50% no kopējā seguma. Saistība starp ošu saslimstību ar *H. fraxineus* un dominējošo paaugas sugu, meža tipu un ošu jaunās paaugas biezumu noteikta izmantojot

vispārinātā lineārā modeļa (GLM) un vispārinātā lineārā jaukta efekta modeļa (GLMER) metodes, modeļu būtiskums novērtēts izmantojot *Likelihood ratio* testu. Dispersijas analīze (ANOVA) pielietota, lai noteiktu vai paaugas ošu biezums būtiski atšķiras starp meža tipiem, reģioniem, dažāda vecuma un dominējošās sugas jaunuzdēm. Ošu paaugas atjaunošanās blīvuma saistību ar vidējo ošu augstumu līdz 3 m augstumam, citu paaugā un pamežā uzskaitīto sugu skaitu raksturošanai izmantota Kendela korelācijas analīze. Analīzes veiktas pie būtiskuma līmeņa $\alpha=0.05$. Datu apstrāde veikta izmantojot programmu R v. 3.1.2 (R Core Team 2012).

1. tabula

H. fraxineus slimības klases

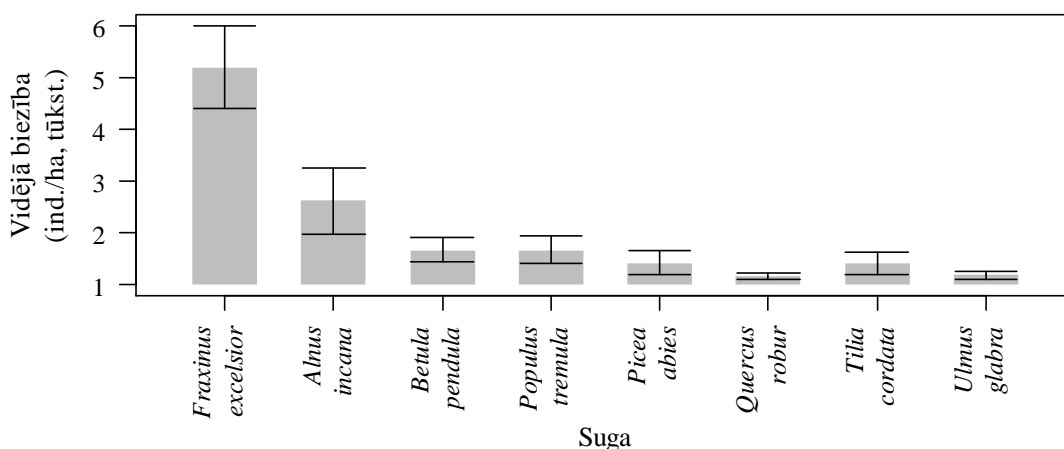
Klase	Bojājumu pakāpe (%)	Vizuālais raksturojums
1	0 - 10	Koks izskatās vesels vai nedaudz bojātas atsevišķas lapas
2	11 - 25	Bojātas vairākas lapas, atsevišķas nekrozes uz mizas
3	26 - 60	Pilnībā bojāts/atmiris atsevišķs zars; bojāta daļa lapojuma; nekroze uz mizas lielos laukumos
4	61 - 99	Pilnībā bojāta līdz atmirusi daļa vainaga; daļēji bojāts viss vainags; dzīvi atsevišķi ūdenszari
5	100	Koks pilnīgi nokaltis

Rezultāti un diskusija

Sugu kompozīcija

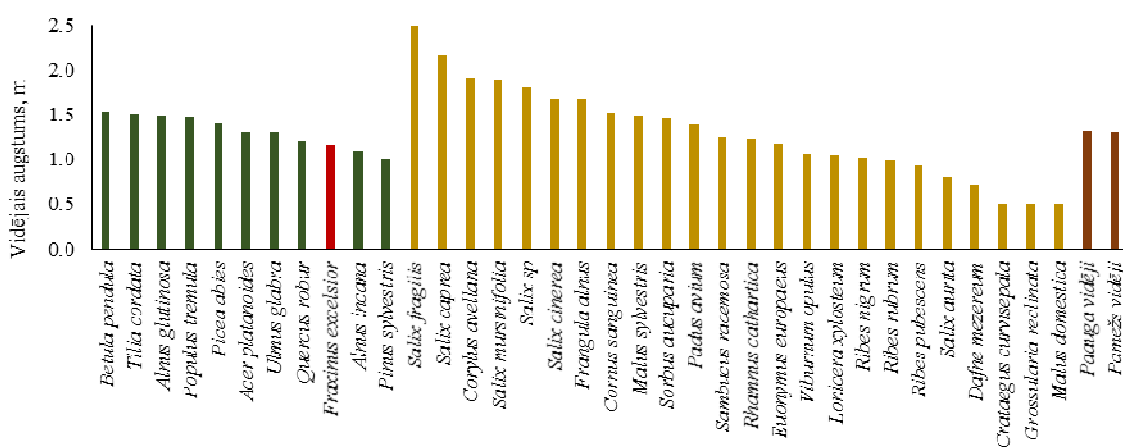
Ošu jaunuzdēs kopā uzskaitītas 11 paaugas (kļava *Acer platanoides*, melnalksnis *Alnus glutinosa*, baltalksnis *Alnus incana*, bērzs *Betula pendula*, osis *Fraxinus excelsior*, egle *Picea abies*, priede *Pinus sylvestris*, apse *Populus tremula*, ozols *Quercus robur*, liepa *Tilia cordata*, goba *Ulmus glabra*) un 23 pameža sugas. Paaugas un pameža proporcija jaunuzdēs ir samērā līdzīga 48.4 : 51.6, taču pamežā izteikti dominē divas sugas – ieva *Padus avium* ($5\,163 \pm 638.63$ indivīdi/ha) un lazda *Corylus avellana* ($1\,399 \pm 172.59$ indivīdi/ha). Augstais pameža biezums iezīmē pārkrūmošanās procesa sākumu. Pameža sugas aizņemot lielāko daļu paaugas dzīves telpas, patērējot barības vielas un palielinot noēnojumu, rada stresu, aizkavē dabisko sukcesiju un augšanu potenciālajām paaugas sugām, kā arī veicina dažādu slimību izplatību (Skovsgaard et al. 2010; Royo and Carson 2006; Givnish 2002; Keer 1998).

Kopā ošu jaunaudzēs uzskaitītas no 1 050 līdz 22 900, vidēji $8\,917 \pm 558.14$ paaugas sugas/ha, Lietuvā ošu izcirtumos vidēji uzskaitītas $13\,941 \pm 7\,819$ paaugas sugas/ha, taču to biežums var būt lielāks, jo izcirtumu vecums bija līdz 10 gadiem, kad veikts mazāks skaits kopšanu (Lygis et al. 2014). No paaugas sugām vislielākais biežums ir osim - atjaunojas no 50 līdz 17 750, vidēji $4\,185 \pm 401.47$ jaunie oši/ha. Pirms Latviju bija sasniegusi patogēnā sēne *Hymenoscypha fraxineus*, kas izraisīja ošu masveida kalšanu, ošu atjaunošanās lielākoties sekmīgi noritēja dabiski, un to biežums sasniedza 100 000 indivīdu/ha (Sakss 1960). Arī Eiropā osi iedala pie sugām, kas dabiski labi atjaunojas pats, atsevišķās publikācijās Lielbritānijā (Wardle 1959) un Zviedrijā osis uzskatīts par pioniersugu, savukārt Dānijā tas ieņem starpstāvokli starp pioniersugas un pastāvīgas meža komponentes statusu (Ahlberg 2014). Centrāleiropā atsevišķi zinātnieki oša ražīgās atjaunošanās dēļ to uzskatīja par invazīvu sugu (Wagner 1990; Fraxigen 2005), bet Ziemeļeiropā lieto terminu “fraxinizācija”, kas apzīmē oša veiksmīgo pašatjaunošanos (Fraxigen 2005). Taču pēdējo 10 gadu laikā situācija ir krasi mainījusies un, piem., Zviedrijā osis iekļauts īpaši aizsargājamo sugu sarakstā (Gärdenfors 2010). Otrajā attēlā redzams, ka aiz oša visblīvāk atjaunojas dažādas sekundārās sugas - baltalksnis ($1\,620 \pm 321$ indivīdi/ha), bērzs (681.7 ± 114 indivīdi/ha) un apse (687.3 ± 134 indivīdi/ha). Samērā liels biežums ir arī eglei - vidēji 431.1 ± 111 indivīdi/ha, kas skaidrojams gan ar to, ka atsevišķās jaunaudzēs tā bijusi stādīta, gan ar to, ka arī ošu jaunaudzēs ir samērā labi apstākļi tās augšanai un konkurencei ar lapu koku sugām. Līdzīga sugu proporcija novērota arī Lietuvā, kur izcirtumos visblīvāk atjaunojās bērzs (vidēji 4518 ind./ha), melnalksnis (4518 ind./ha) un apse (1559 ind./ha), taču osis bijis sastopams daudz retāk – vidēji tikai 599 ind./ha (Lygis et al. 2014).



2. attēls. Paaugas sugu biežums ošu jaunaudzēs.

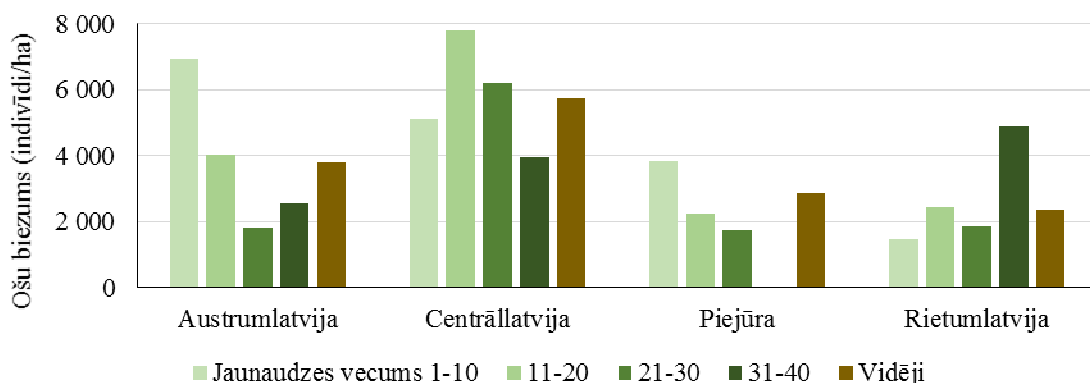
Rezultāti rāda, ka līdz 3 m augstumam jaunaudzēs auguma ziņā dominē pameža sugas, kur atsevišķu sugu (blīgzna *Salix caprea*, trauslais vītols *Salix fragilis*) vidējais augstums pārsniedz 2 m, kamēr nevienas paaugas sugas vidējais augstums nepārsniedz 1.5 m augstumu (3. att.). Redzams, ka osis ir lēnāk augoša suga, un auguma ziņā atpaliek no citām paaugas sugām, īpaši bērza, liepas, melnalkšņa un apses, kas novērots arī Lietuvā (Lygis et al. 2014). Lai gan osim raksturīga atvērumu sugas augšanas stratēģija, kad atjaunošanās var sākties pie 5 – 10% liela kopējā apgaismojuma uz pameža stāvu, sasniedzot 6 - 7 m augstumu tas kļūst gaismprasīgs (Petriņan et al. 2009; Kerr and Cahalan 2004) un nepietiekamos gaismas apstākļos tā konkurētspēja ar citām sugām (Niemelä et al. 1992; Guzman un Dirzo 2001), kā arī slimību patogēniem (Bakys et al. 2013) samazinās.



3. attēls. Paaugas un pameža sugu (līdz 3 m augstumam) vidējais augstums oša jaunaudzēs.

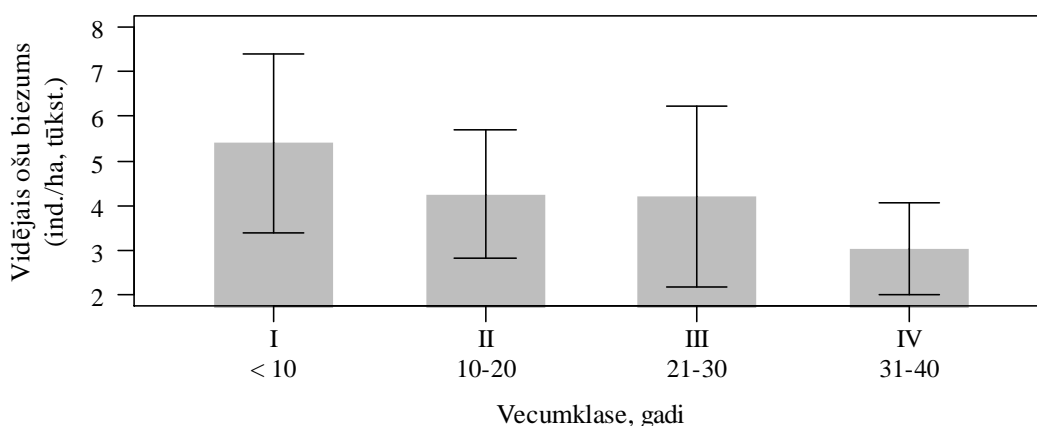
Oša atjaunošanās intensitāte

Latvijā ošu jaunaudzēs atjaunojas no 50 līdz 17 750, vidēji $4\ 185 \pm 401$ jaunie oši/ha, kas salīdzinot ar Lietuvā (Lygis et al. 2014) veikto pētījumu (599 ± 124 oši/ha) ir daudz vairāk. Latvijā rekomendētais ošu biežums ir 1500 koki/ha (MK noteikumi Nr.308, 2012), Vācijā - 4 000 līdz 6 000 koki/ha, Zviedrijā un Lielbritānijā - 2 500 līdz 3 000 koki/ha, bet Francijā tikai 400 līdz 1 200 oši/ha (Ahlberg 2014). Visaugstākais ošu biežums jaunaudzēs konstatēts Centrāllatvijā – 5 762.5 oši/ha, taču kopumā tas būtiski neatšķiras ($p = 0.0379$) starp reģioniem. Reģionālas atšķirības ošu biežumā novērotas starp dažādiem jaunaudzju vecumiem (4. att.).



4. attēls. Ošu paaugas biežums Latvijas reģionos dažādām jaunaudžu vecumklasēm.

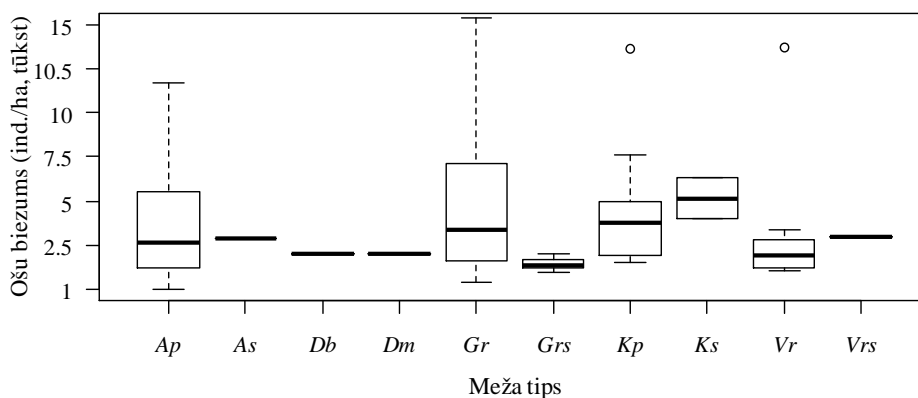
Lai gan ošu atjaunošanās biežums būtiski neatšķiras ne starp ošu jaunaudžu vecumiem gados ($p=0.056$), ne starp vecumklasēm ($p = 0.268$), vislielākais tas novērots jaunaudzēm līdz 10 gadiem – $5\,405.26 \pm 951$ oši/ha, kurās veikta mazāka mežsaimnieciskā darbība (kopšana) (4., 5. att.). Audzēs vecumā no 11 – 30 gadiem ošu biežums ir ļoti līdzīgs (apm. $4\,250$ oši/ha). Vismazākais (3036.36 ± 486.84 oši/ha) ošu biežums ir vecumā no 31 - 40 gadiem, kad no sākotnējā ošu daudzuma saglabājušies 56.2% ošu (4., 5.att.).



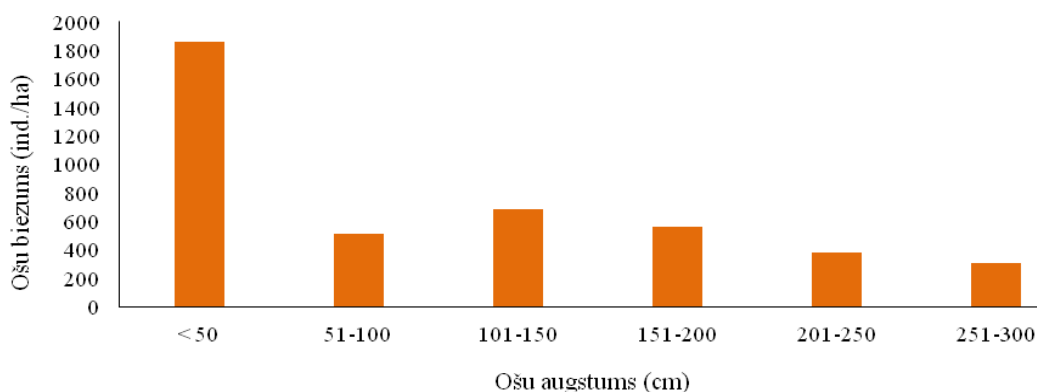
5. attēls. Ošu paaugas biežums analizētajos parauglaukumos dažāda vecuma jaunaudzēs.

Ošu blīvumam nav statistiski būtiska korelācija ($p = 0.303$) ar ošu augstumu līdz 3 m, tomēr novērojama tendence, ka pieaugot ošu augstumam to blīvums samazinās ($\tau = -0.076$). Vislielākais biežums konstatēts jaunākajiem (< 50 cm) kociņiem – $1\,857.05$ indivīdi/ha, taču nākamajā augstumklasē (51 – 100 cm) indivīdu skaits trīskārši samazinās un ir tikai 512.83 indivīdi/ha (7.att.). Tas liek domāt par diviem ošu augšanas scenārijiem: 1) no jaunajiem osīšiem izdzīvo apmēram 28%, lai gan literatūrā norādīts, ka mazās ošu paaugas (> 50 cm) mirstība pēc lieliem traucējumiem (kailcirte, slimība, u.c.) var būt līdz 85% (Sakss 1957, Givnish 2002).

2) iespējams, ka intensīva ošu atjaunošanās sākusies tikai nesēn un turpmāk jauno ošu skaits/biezums strauji pieaugs, lai gan noteikts, ka daudzu līdz 0.5 m augsto ošu vecums pārsniedz 3 gadus.

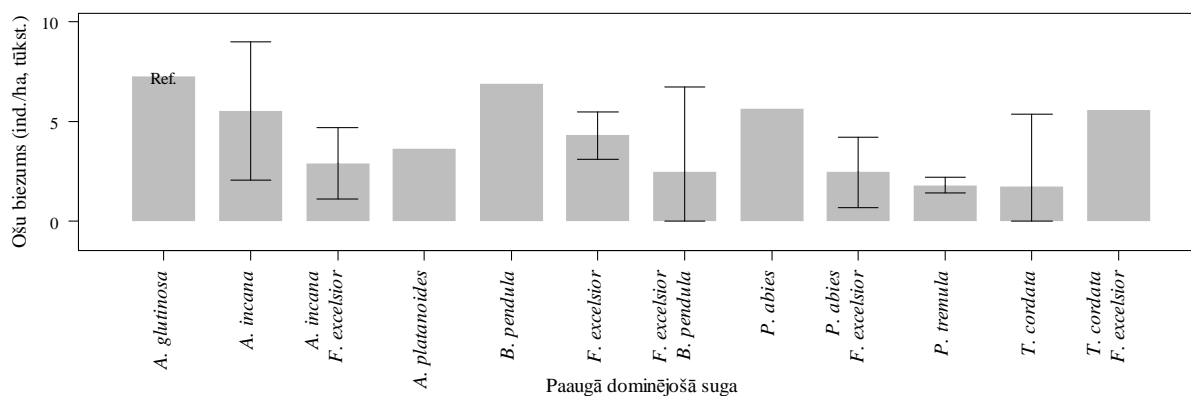


6. attēls. Ošu paaugas atjaunošanās intensitāte dažādos meža tipos.



7. attēls. Ošu paaugas atjaunošanās intensitāte saistībā ar paaugas augstumu.

Pētījumos Eiropā noskaidrots, ka jauno ošu dīgstu izveidošanos un attīstību ietekmē audzes sugu kompozīcija - Zviedrijā ošu biežums lielāks bija cieto lapu koku audzēs nekā mistrotās audzēs (Götmarm et al. 2005). Ošu atjaunošanās intensitāte būtiski neatšķiras ($p = 0.586$) starp jaunaudzēm ar dažādām dominējošajām paaugas sugām (8. att.).

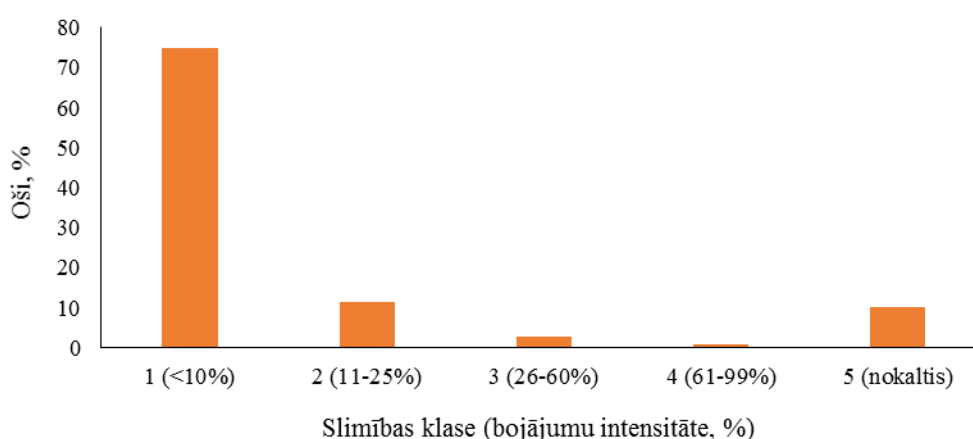


8. attēls. Ošu paaugas biežums saistībā ar jaunaudzē dominējošo paaugas sugu.

Vislielākais ošu biežums ir jaunaudzēs, kur dominē melnalksnis ($7\,300 \pm 6\,300$ oši/ha) un bērzs (6933.33 ± 2711.447 oši/ha), šo sugu labā augšanas saderība uzsvērta arī literatūrā (Ahlberg 2014; Dobrowolska et al. 2011; Fraxigen 2005). Lai gan oši sliktāk atjaunojas vietās, kur humusa slānis ir skābs, piem., egļu mežos (Dufour and Piegay 2008), šajā pētījumā oši jaunaudzēs, kur paaugā dominē egle, atjaunojas samērā blīvi – 5650 ± 2650 ind./ha. Jaunaudzēs, kur dominē osis, tā biežums salīdzinot ar citām dominējošām sugām, ir vidējs ($4\,319.792 \pm 592.089$ oši/ha), kas norāda uz to, ka šajās jaunaudzēs ir samērā liela ošu mirstība (10% no visiem ošiem). Savukārt audzēs, kur dominē melnalksnis un bērzs nokaltušo ošu skaits ir zemāks. Viszemākais ošu biežums (nepārsniedz 2 000 oši/ha) konstatēts jaunaudzēs, kur dominē liepa un apse.

*Ošu saslimstība ar *Hymenoscyphus fraxineus**

No visiem 7 533 jaunaudzēs uzskaitītajiem ošiem 74.9% (5 644 ind.) uzskatāmi par vitāliem, 15.1% (1134) par dažādās pakāpēs saslimušiem, bet 10% (755 ind.) par nokaltušiem (9. att., 2. tabula). Lietuvas pētījumā (Lygis et al. 2014) ošu vitalitāte bija daudz zemāka un šī proporcija bija 29.3 : 53.9 : 16.8%. Atsevišķi autori uzskata, ka slimības intensitāte samazinās valstīs (arī Latvijā), kurās ošu destrukcija novērota ilgu laiku un notikusi rezistentāko ošu dabiskā atlase (Pliūra et al. 2011).

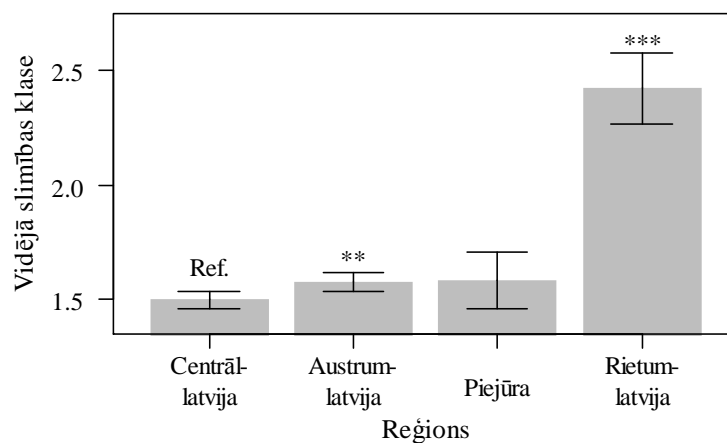


9. attēls. Ošu vitalitātes vērtējums ošu jaunaudzēs.

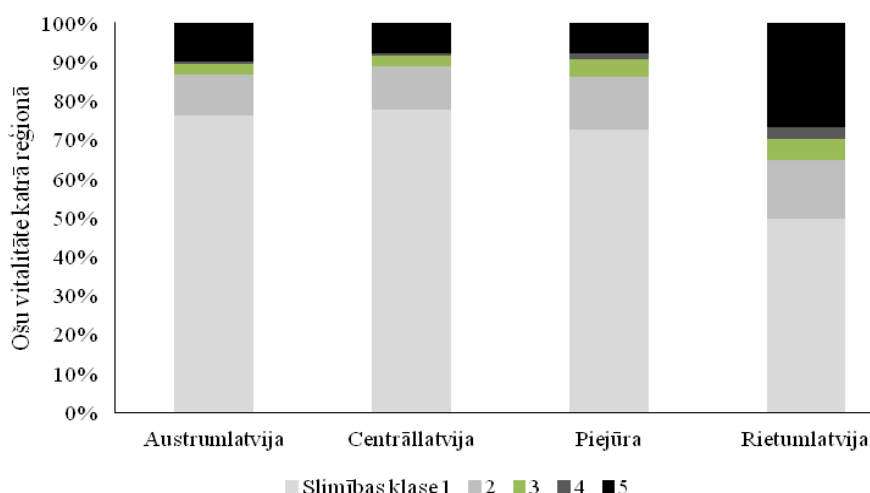
Vitālo : saslimušo : nokaltušo ošu skaita proporcija Latvijā

	Visi	Līdz 3 m augstumam	Virs 3 m augstuma
Austrumlatvija	76 : 10 : 14	82 : 14 : 4	58 : 13 : 29
Centrāllatvija	78 : 8 : 15	81 : 15 : 3	54 : 10 : 36
Piejūra	73 : 8 : 19	79 : 21 : 0	57 : 15 : 28
Rietumlatvija	50 : 27 : 24	59 : 31 : 10	36 : 13 : 51
Latvijā kopā	75 : 10 : 15	81 : 16 : 4	54 : 12 : 33

Taču ošu slimības intensitāte būtiski atšķiras starp reģioniem ($p < 0.001$) (10. att.). Vissliktākais ošu veselības stāvoklis konstatēts Rietumlatvijā, kur 50% ošu ir vitāli, bet 27% jauno kociņu jau ir nokaltuši (10., 11. att.). Vislabākais ošu veselības stāvoklis konstatēts Centrāllatvijā, kur 78% ošu ir vitāli, bet tikai 8% nokaltuši (2. tab., 11. att.). Centrāllatvijā un Piejūrā jauno kociņu saslimstība ar *H. fraxineus* būtiski neatšķirās un bija līdzīga (10. att.).

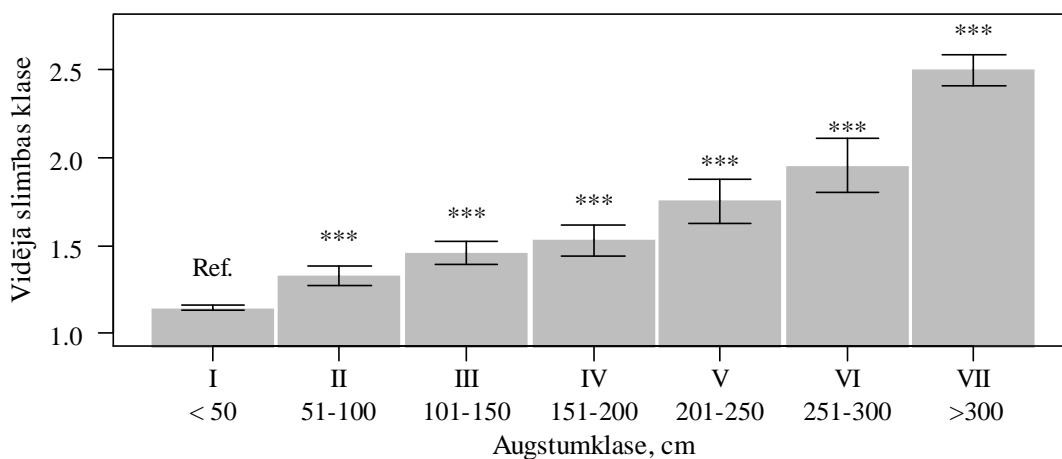


10. attēls. Ošu paaugas vidējā saslimstības pakāpe dažādos reģionos. Ref. – atsauce, ** - p -vērtība ≤ 0.01 , *** - p -vērtība ≤ 0.001 .

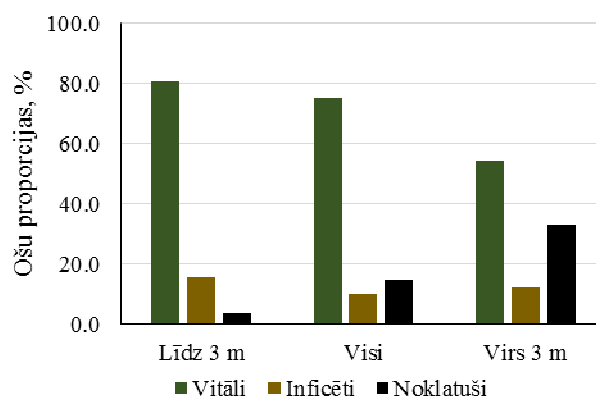


11. attēls. Ošu saslimstības klašu sadalījums katrā reģionā.

GLMER analīze parādīja, ka ošu slimības intensitāte, ņemot vērā atšķirības starp reģioniem, būtiski atšķiras starp ošu augstumklasēm ($p < 0.001$) (12. att.). Ošu saslimstība ar *H. fraxineus* palielinās pieaugot ošu augstumam, jo visu uzskaitīto ošu slimības intensitātei ir statistiski būtiska korelācija ($p < 0.001$) ar ošu augstumu. Ošu saslimstība ar *H. fraxineus* palielinās pieaugot kociņu augstumam, no ošiem līdz 3m augstumam 80.6% uzskatāmi par vitāliem, bet tikai 3.7% ir nokaltuši (12. att.). Savukārt virs 3 metru augstuma vitāli ir tikai 54.4% ošu, bet 33.3% jau ir nokaltuši (12. att.).

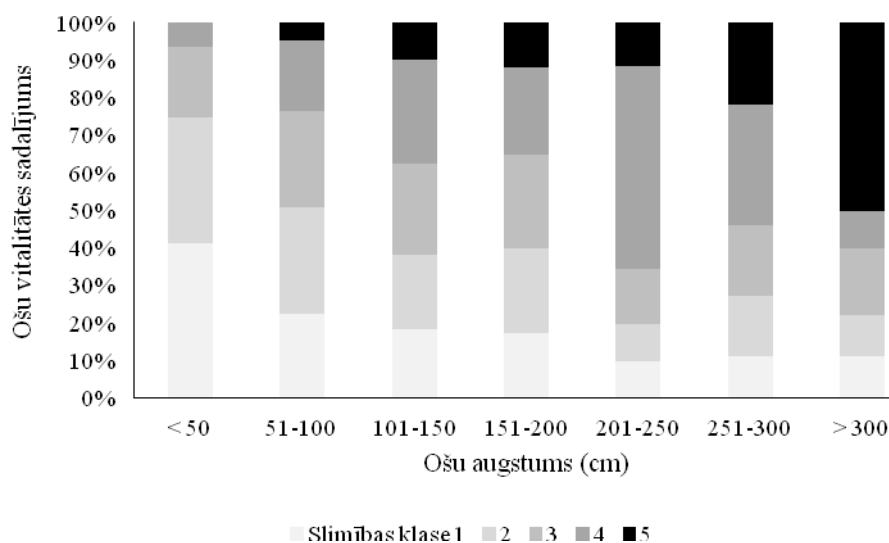


12. attēls. Ošu paugas vidējā saslimstības pakāpe dažādās augstumklasēs. Ref. – atsauce, *** - p -vērtība ≤ 0.001 .



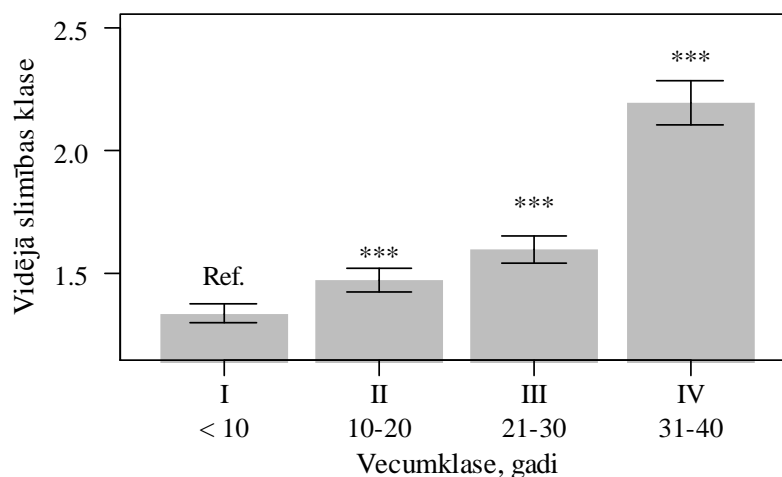
13. attēls. Ošu vitalitātes sadalījums dažāda augstuma ošiem.

Šī sakarība vēl labāk redzama analizējot ošu saslimstību katras augstumklases ietvaros, jo pirmajā augstumklasē (zem 50 cm) nokaltušie oši nav konstatēti, bet kociņu augstumam pārsniedzot 3 m, nokaltušo ošu skaits pakāpeniski sasniedz 71% (14. att.). Savukārt 45% no visiem līdz 50 cm augstuma ošiem uzskatāmi par vitāliem, taču pārsniedzot 3 m augstumu par veselīgiem uzskatāmi tikai 16% ošu (14. att.).



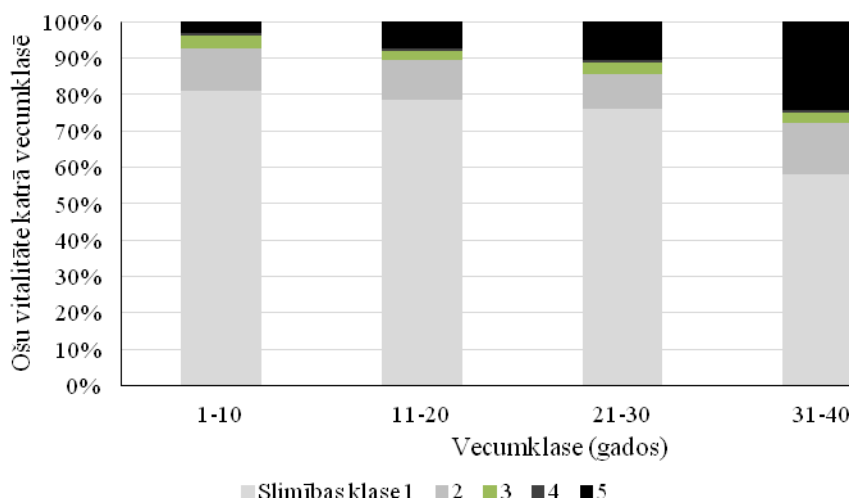
14. attēls. Ošu vitalitātes sadalījums katrā augstumklasē.

Jauno osīšu augstums ir proporcionāli saistīts ar to vecumu. Līdz ar to saslimstība ar *H. fraxineus*, ņemot vērā atšķirības starp reģioniem, būtiski atšķiras arī starp vecumklasēm ($p < 0.001$) (15. att.) un palielinās pieaugot ošu vecumam (15. att., 16.att.).



15. attēls. Ošu saslimstības pakāpe dažāda vecuma jaunaudzēs. Ref. – atsauce, *** - p -vērtība ≤ 0.001 .

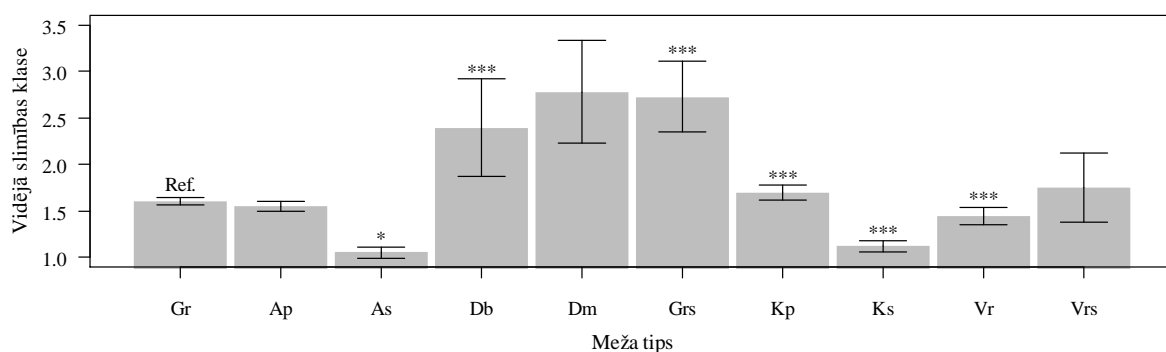
Jaunaudzēs līdz 10 gadu vecumam 81% no visiem ošiem ir vitāli, bet 31 – 40. gadu vecās jaunaudzēs vitālo ošu daudzums samazinās līdz 58%. Savukārt mirušo ošu īpatsvars pirmajā vecumklasē ir 3%, bet līdz ceturtajai tas pieaug līdz 24% (16. att.). Dānijā veiktais pētījums (Skovsgaard et al. 2010) parādīja, ka slimība vairāk skārusi jaunaudzēs un briestaudzes, savukārt Austrijā (Kirisits et al. 2009) noskaidrots, ka slimība spēcīgāk skar vecākus ošus, jo bez *H. fraxineus*, uz ošiem negatīvi iedarbojas dažādi sekundārie patogēni, piem., *Armillaria spp.*



16. attēls. Ošu vīstalitātes sadalījums katrā vecumklasē

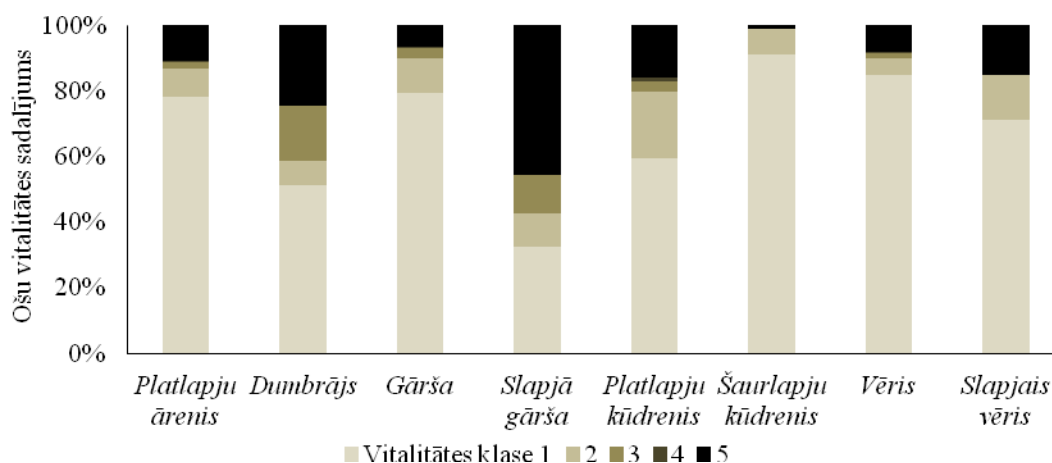
Ošu saslimstība, ņemot vērā atšķirības starp reģioniem, jaunaudzēs būtiski ($p < 0.001$) atšķiras starp dažādiem meža tipiem (17. att.). Septiņpadsmitais attēls parāda, ka starp meža tipiem pastāv lielas reģionālās atšķirības, jo, piem., damaksnī salīdzinot ar gāršu

vidējā ošu saslimstības klase bija daudz augstāka un būtiski atšķīrās ($p < 0.001$), taču būtiski neatšķīrās ($p < 0.102$), ņemot vērā reģionālās atšķirības (17. att.).



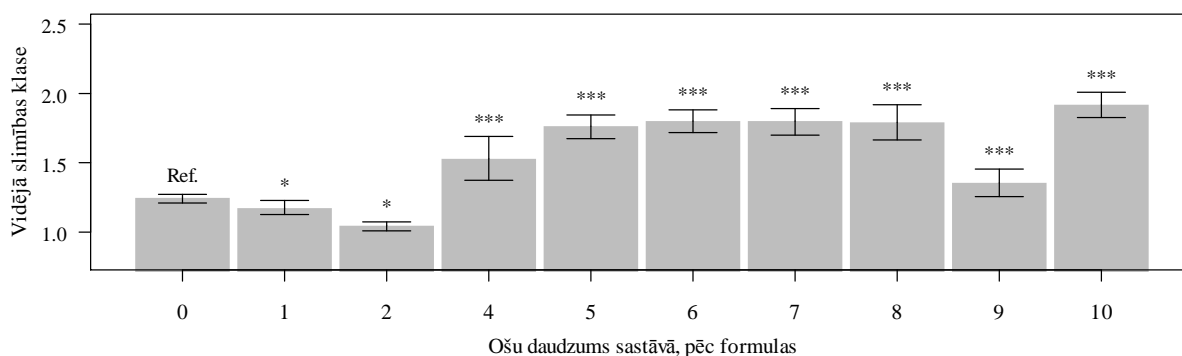
17. attēls. Ošu vidējā saslimstība un tās atšķirības dažādos meža tipos. Ref. – atsauce, * - p -vērtība ≤ 0.05 , *** - p -vērtība ≤ 0.001 .

Analizējot ošu vitalitāti atsevišķi katrā meža augšanas apstākļu tipā, redzams, ka visveselīgākie oši ir susinātajos meža tipos, arī Dānijā veiktajos pētījumos (Ahlberg 2014; Skovsgaard 2008) uzsvērta meliorācijas sistēmas pozitīvā ietekme uz ošu vitalitāti. Šajā pētījumā, piemēram, šaurlapju kūdrēnī 91% ošu ir bez, vai ar minimālām (līdz 10%) slimības pazīmēm, platlapju ārenī – 78% (18. att.). Slimību visuzņēmīgākie oši ir mitros augšanas apstākļos, īpaši slapjajā gāršā, kur tikai 32% ošu ir vitāli, bet 46% jau nokaltuši, dumbrājā atbilstoši 51% un 24% (18. att.). Arī pētījumos Dānijā (Ahlberg 2014) un Vācijā (Schumacher 2011) norādīts, ka augstāki *H. fraxineus* bojājumi novēroti pazeminātās vietās un mitros augšanas apstākļos, kur kokiem ir lielāks stress un mazāka rezistence pret slimību. Tiek uzskatīts, ka paaugstināts stress un kalšana var būt arī mālainās un māla augsnēs, kur ir problēmas ar ūdens piesātinājumu un ūdens saglabāšanu augsnē, kas izraisa skābekļa trūkumu un samazina augiem pieejamo ūdeni (Ahlberg 2014). Latvijā oši visbiežāk izplatīti gāršās, kur to vitalitāte uzskatāma par apmierinošu - 79% ošu ir vitāli un 6% ošu ir nokaltuši (18. att.), kamēr Lietuvas pētījumā (Lygis et al. 2014) tikai 27.1% ošu bija vitāli.



18. attēls. Ošu saslimstības klašu sadalījums katrā meža tipā.

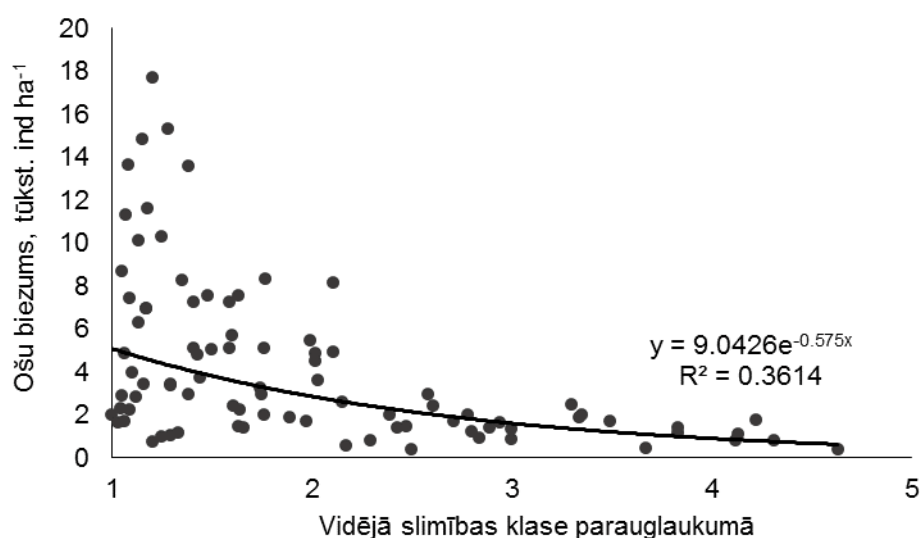
Literatūrā norādīts, ka osis ir suga, kas labi jūtas mistrotās audzēs kopā ar citām platlapju sugām (Stener 2012; Dobrowolska et al. 2011), šādās audzēs bojājumu pakāpe ir mazāka nekā tīraudzēs (Schumacher 2011). Pētījums parāda, ka ošu slimības intensitātei ir statistiski būtiska negatīva korelācija ($p < 0.001$) ar uzskaitīto ošu skaitu jaunaudzē, kas norāda, ka visuzņēmīgākās pret *H. fraxineus* ir jaunaudzēs ar lielu ošu daudzumu, īpaši tīraudzēs. To parāda arī GLMR analīze, kur ošu saslimstība, ņemot vērā atšķirības starp reģioniem, būtiski atšķiras ($p \leq 0.001$) starp jaunaudzēm ar dažādu ošu daudzumu to sastāvā (pēc sastāva formulas) (19. att.).



19. attēls. Ošu vidējās saslimstības atšķirības jaunaudzēs ar dažādu ošu daudzumu to sastāvā (pēc audzes formulas). Ref. – atsauce, * - p -vērtība ≤ 0.05 , ** - p -vērtība ≤ 0.01 , *** - p -vērtība ≤ 0.001 .

Visaugstākā ošu kalšana novērota ošu tīraudzēs - tajās bojā gājuši 20% ošu, tīraudžu augstais saslimšanas risks akcentēts arī Vācijā veiktā pētījumā (Schumacher 2011). Savukārt vietās, kur osis pēc sastāva formulas sastāvā vispār nav iekļauts vai minimāli sastopams kā piemistrojuma suga, tā vitalitāte ir izteikti labāka, jo 82 - 95% ošu ir veseli, bet 1% nokaltuši. Dānijā veiktā pētījumā (Ahlberg 2014) par ošu kopšanas biežuma ietekmi uz to vitalitāti secināts, ka visoptimālākais biežums ir 1 500 oši/ha. Atstājot ošus

šādā daudzumā tiem ir labas kvalitātes stumbri, visveselīgākie vainagi un veidojas maz ūdenszaru, šāds biežums ošiem neveicina konkurenci un vājajiem nerada papildus stresu, kā tas notiek atsedzot un atstājot ošus zemā biežumā - 100 indivīdi/ha (Ahlberg 2014). Taču šis pētījums parādīja, ka sakarība starp ošu biežumu un slimības klasi bija atšķirīga starp parauglaukumiem. Novērota būtiska ($p < 0.001$) negatīva logaritmiska saistība starp vidējo slimības klasi parauglaukumā un ošu biežumu (20. att.). Ošu biežums bija < 2000 indivīdiem ha^{-1} , kad saslimstība sasniedza 4.3 klasi, kas norāda uz to, ka vietās, kur slimības intensitāte ir zema, vai ošu rezistence ir augstāka, ošu atjaunošanās biežums ir augsts. Enderle et al. (2013) šo akarību skaidroja ar augsto slimības attīstības ātrumu un . pastiprinātu mirstību.

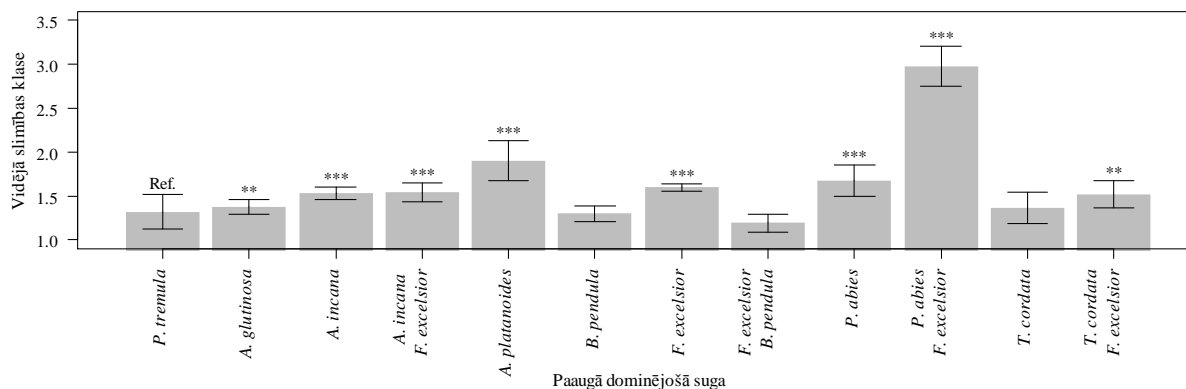


20. attēls. Saistība starp ošu saslimstību un biežību apsekotajos parauglaukumos.

Analogas saistības starp ošu vidējo saslimstību parauglaukumā un paaugas un pameža biežumu apliecināja novērotās negatīvās korelācijas, attiecīgi $\tau = -0.23$ un -0.24 . Lai gan biezs pameža stāvs ietekmē vides apstākļus – samazina apgaismojumu, barības vielu un telpas daudzumu (Royo and Carson 2006; Lusk 2001; Givnish 2002; Webb and Scanga 2001; Beckage et al. 2000), kā arī izmaina paaugas sugu sastāvu un sukcesijas gaitu (Gillman et al. 2003; Guarigauta 1998; Messier 1993), šajā pētījumā oša augšanu tas negatīvi neietekmēja, un līdz ar to nesamazināja oša vitalitāti. Saslimstība bija pazemināta audzēs ar biezu pameža stāvu, kas varētu būt skaidrojams ar ierobežotu slimības izplatību. Lai gan osis augšanas sākuma fāzē mistrojumā ir daudz produktīvāks nekā tīraudzē (LeeGoff and Ottorini 1996) un augšanas sākuma stadijā ir pārāks par citām platlapju sugām (Rysavy and Roloff 1994), to nelabvēlīgi var ietekmēt starpsugu konkurence,

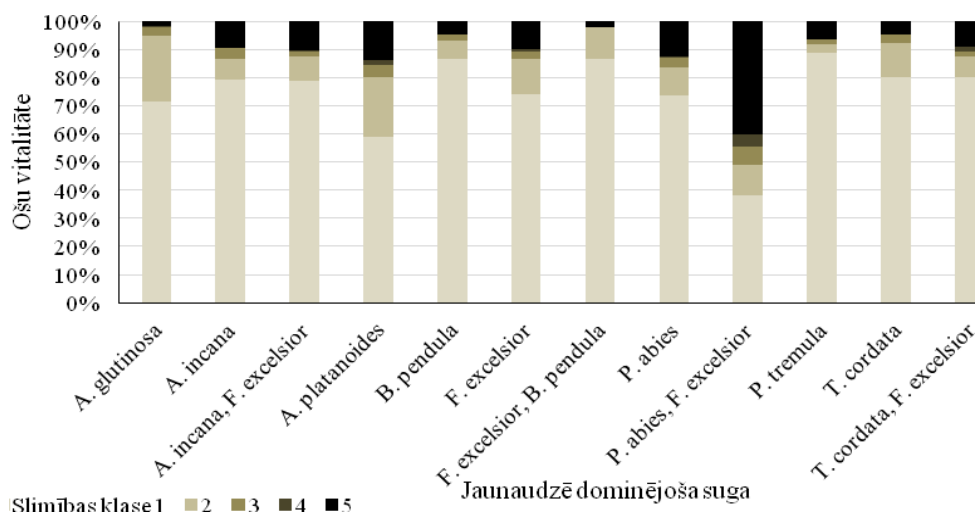
piemēram, ar ievu (Keer 2004), kas šobrīd ošu jaunaudzēs Latvijā ir izplatītākā pameža suga.

Analizētajās jaunaudzēs visbiežāk dominējoša suga ir osis (53%), baltalksnis (10%), baltalksnis/ osis (9%) un egle/ osis (6%). Ošu vitalitāte, ņemot vērā atšķirības starp reģioniem, būtiski ($p \leq 0.001$) atšķiras starp jaunaudzēm ar dažādām dominējošajām sugām (21. att.).



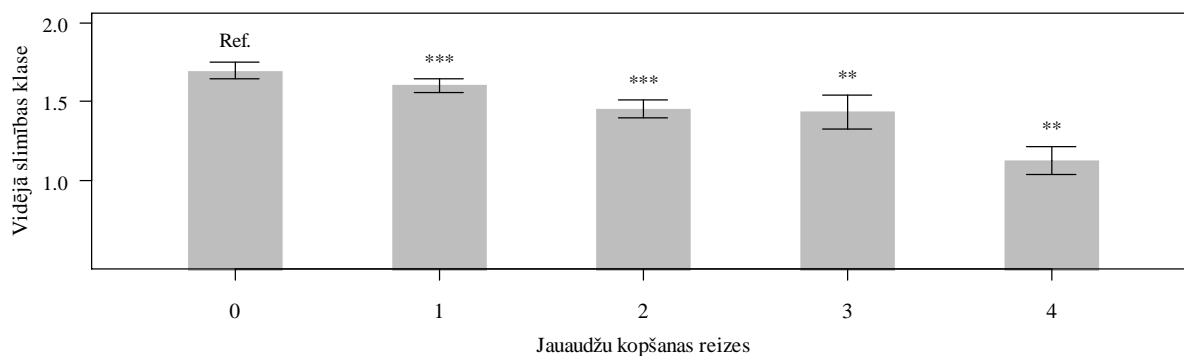
21. attēls. Ošu paaugas vitalitāte jaunaudzēs ar dažādām dominējošajām sugām. Ref. – atsauce, ** - p -vērtība ≤ 0.01 , *** - p -vērtība ≤ 0.001 .

Šobrīd vislielākie *H. fraxineus* bojājumi ir jaunaudzēs, kur dominē egle/osis (nokaltuši 40% ošu), kas skaidrojams ar to, ka egle samazina augsnes auglību un veido spēcīgu sakņu sistēmu, kas osi izkonkurē (Sakss 1997) un rada tam stresu. Lai gan osi iesaka atstāt kopā ar kļavu, jo kļavas vainaga patvērumā tas labi atjaunojas (Fraxigen 2005), oša vitalitāte jaunaudzēs, kur dominē kļava bija zema - 13.6% ošu nokaltuši. Osim un kļavai ir ļoti līdzīga augšanas stratēģija (Petritan 2009), taču slimības ietekmē, oša augšanas spējas samazinās un kļava to izkonkurē (). Samērā lieli slimības bojājumi ir arī jaunaudzēs, kur paaugā dominē baltalksnis/osis un osis, kas atkārtoti parāda oša tīraudžu zemo rezistenci pret *H. fraxineus*. Visvitālākie oši ir jaunaudzēs, kur dominē osis/bērzs (86.6% ošu vitāli), bērzs un apse (22. att.). Rezultāti norāda, ka nākotnē jāizvairās oša tīraudžu veidošanas, un jaunaudžu sastāvā kopā ar osi būtu jāatstāj bērzs, apse, liepa un melnalksnis, bet jāizvairās no egles.



22. attēls. Ošu saslimstības sadalījums jaunaudzēs ar dažādām dominējošajām sugām.

Rezultāti rāda, ka jaunaudžu veselības stāvokli ietekmē mežsaimnieciskie darbi, jo slimības intensitāte būtiski ($p < 2.2e-16$) atšķiras starp jaunaudzēm ar atšķirīgu kopšanas reižu skaitu (23. att.). Vislabākā ošu vitalitāte ir jaunaudzēs, kas koptas četras reizes (vidējā slimības klase - 1.12), bet pakāpeniski tā samazinās līdz ar kopšanas reižu skaitu. Osis biežās un nekoptās audzēs ir uzņēmīgāks pret slimību, ko daļēji var skaidrot ar inficēto ošu laicīgu izzāgēšanu koptās jaunaudzēs un pārlietu lielo koka tuvumu, kas samazina kopējo oša enerģiju (Bakys et al. 2013; Skovsgaard et al. 2010; Cech and Hoyer-Tomiczek 2007). Pētījumos noskaidrots, ka paaugstināts noēnojums, mitrums, koku tuvums, kā arī limitētais pieejamo resursu daudzums blīvās, īpaši vienas sugas, audzēs var padarīt kokus ļoti uzņēmīgus pret sēnīšu slimībām (Niemelä et al. 1992; Guzman and Dirzo 2001). Tādēļ slimības samazināšanai iesaka regulāru kopšanu (Fraxigen 2005; Niemelä et al. 1992; Guzman and Dirzo 2001), taču arī pārspīlēta kopšana un pārretināšana veicina slimību, jo šādās audzēs novērota augstāka galotņu atmiršana un lapu vīšana (Bakys et al. 2013).



23. attēls. Ošu paaugas vitalitāte jaunaudzēs ar dažādu kopšanas reižu skaitu. Ref. – atsauce, ** - p -vērtība ≤ 0.01 , *** - p -vērtība ≤ 0.001 .

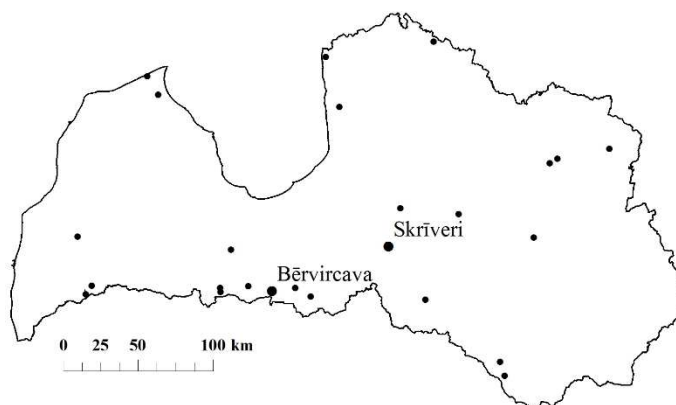
Secinājumi

- Paaugas un pameža proporcija jaunaudzēs ir samērā līdzīga 48.4 : 51.6, taču pamežā izteikti dominē divas sugas – ieva un lazda, kas iezīmē pārkrūmošanās procesa sākšanos, aizkavē dabisko sukcesiju un augšanu potenciālajām paaugas sugām, kā arī veicina dažādu slimību izplatību.
- No paaugas sugām vislielākais biežums ir osim – (vidēji $4\,185 \pm 401.47$ oši/ha), un dažādām sekundārām sugām - baltalksnim ($1\,620 \pm 321$ indivīdi/ha), bērzam (681.7 ± 114 indivīdi/ha) un apsei (687.3 ± 134 indivīdi/ha). Egles augstais biežums (431.1 ± 111 indivīdi/ha) skaidrojams gan ar to, ka atsevišķās jaunaudzēs tā bijusi stādīta, gan ar to, ka arī ošu jaunaudzēs ir samērā labi apstākļi tās augšanai un konkurencei ar lapu koku sugām, taču šāda sastāva audzes nav vēlamas, jo tajās novērota visaugstākā ošu saslimstība ar *H. fraxineus*. Arī auguma ziņā dominē pameža sugas un osis ir lēnāk augošā suga, jo auguma ziņā atpaliek arī no citām paaugas sugām, līdz ar ko samazinās tā konkurētspēja.
- Ošu atjaunošanās intensitāte būtiski neatšķīrās ne starp reģioniem, meža tipiem, jaunaudzēm ar dažādu vecumu un augstumu, ne jaunaudzēm ar dažādām dominējošajām sugām, savukārt ošu vitalitāte būtiski atšķīrās starp visiem šiem faktoriem.
- Nākotnē ošu audzes turpinās veidoties Latvijas centrālajā daļā, kur tiem konstatēta arī zemākā saslimšana un intensīvākā atjaunošanās. Lielākais ošu biežums un vitālākie oši ir susinātajos meža tipos jaunaudzēs vecumā līdz 10 gadiem un augstumā līdz 0.5 m. Saslimstība palielinās pieaugot ošu augstumam un vecumam.
- Vitālākas ir mistrotas audzes, bet vissliktākais ošu veselības stāvoklis novērots ošu tīraudzes, tāpēc nākotnē jāizvairās oša tīraudžu veidošanas, un jaunaudžu sastāvā kopā ar osi būtu jāatstāj bērzs, apse, liepa un melnalksnis (notiek intensīva ošu atjaunošanās un konstatēta zema saslimšana), bet jāizvairās no egles.
- No visiem 7 533 jaunaudzēs uzskaitītajiem ošiem 74.9% uzskatāmi par vitāliem, 15.1% par dažādās pakāpēs saslimušiem, bet 10% par nokaltušiem.
- Novērots, ka slimības izplatība ir strauja, un ošu mirstība augsta, jo visaugstākā saslimstība konstatēta audzēs ar zemu (līdz 2 000 ind./ha) biežumu, kur lielākā daļa ošu jau nokaltuši. Ošu vitalitāti negatīvi ietekmē arī augsts citu paaugas un pameža augu biežums, tāpēc nākotnē liela uzmanība jāvelta jaunaudžu sastāva veidošanai.
- Ošu vitalitāti labvēlīgi ietekmē mežsaimnieciskā darbība (kopšana). Vislabākā ošu vitalitāte novērota audzēs, kas koptas četras reizes, tādējādi atlasot vitālākos ošus.

3. Oša dabiskā atjaunošanās mežaudzēs

Objekti un metodes

Ošu paauga uzskaitīta 198 parauglaukumos, lielākais parauglaukumu skaits ierīkots divās ošu ģenētisko resursu mežaudzēs: Skrīveru novada Skrīveru pagastā – 51 parauglaukums un Jelgavas novada Sesavas pagastā - 92 parauglaukumi (1.att.). Uzskaitē veikta arī atsevišķās vietās dažādos Latvijas reģionos un 13 ošu pastāvīgajos parauglaukumos.



1.attēls. Oša paaugas uzskaites vietas

Oša atjaunošanās pētīta audzēs, kur osis ir vai agrāk ir bijis valdošā vai arī piemistrojuma suga. Uzskaitē veikta eitrofos meža tipos: lielākoties gāršā (Gr), retāk slapjajā gāršā (Grs), platlapju ārenī (Ap), taču atsevišķi parauglaukumi ierīkoti arī dumbrājā (Db) un damaksnī - dižsilā (Dm).

Katrā pētījuma vietā ierīkots īslaicīgs veģētācijas uzskaites parauglaukums 20×20 m platībā, kurā veikts fitosocioloģiskais veģētācijas apraksts pēc Brauna–Blankē metodes (Braun-Blanquet, 1964). Tas parāda ošu segumu katrā kokaudzes (pirmajā – virs 7 m, otrajā – 0.5 – 7, lakstaugu - 0 – 0.5m) stāvā, kā arī ļauj spriest par iespējamo sugu nomaiņu pēc ošu destrukcijas.

Pār katru veģētācijas uzskaites parauglaukumu, virzienā, kur paauga ir vienmērīga, ierīkots 25×1 m liels jaunās paaugas uzskaites transekts. Vietās, kur paauga nav vienmērīga, pie viena veģētācijas parauglaukuma ierīkoti divi transeksti. Katrā transektā veikta ošu paaugas un citu kokaugu indivīdu uzskaitē un augstuma mērījumi. Paaugā uzmērīti kokaugi augstumā līdz 7 m, iedalot tos 5 augstuma klases: 1. (< 0.20 m); 2. (0.21 – 0.50 m); 3. (0.51 – 1.00 m); 4. (1.01 – 2.00 m); 5. (2.01 - 7 m), taču analizē 1. klase nav izmantota, jo šī paauga ir ļoti sīka un pastāv iespēja, ka 85% jauno kociņu iznīks (Sakss 1957).

Ošu paaugai vizuāli izvērtēta saslimstība ar *H. fraxineus*, kas iedalīta 5 saslimstības klasēs (1.tabula) (Pušpure et al. 2015). Veģetācijas aprakstīšana veikta 2014. gada veģetācijas sezonā no jūnija līdz septembra beigām.

1.tabula

Ošu paaugas saslimstības izvērtējama klases

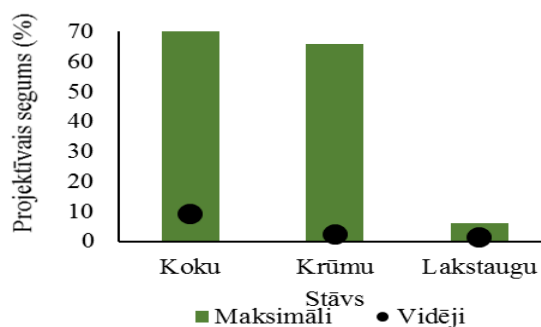
Klase	Bojājumu pakāpe (%)	Vizuālais raksturojums
1	0-10	Koks izskatās vesels vai nedaudz bojātas atsevišķas lapas
2	11-25	Bojātas vairākas lapas, atsevišķas nekrozes uz mizas
3	26-60	Pilnībā bojāts/atmiris atsevišķs zars; bojāta daļa lapojuma; nekroze uz mizas lielos laukumos
4	61-99	Pilnībā bojāta līdz atmirusi daļa vainaga; daļēji bojāts viss vainags; dzīvi atsevišķi ūdenszari
5	100	Koks pilnīgi miris

Lai novērtētu ošu atjaunošanās blīvumu atkarībā no koku un krūmu stāva projektīvā seguma un koku stāvā dominējošas sugas, par pamatu ņemts: jauno ošu indivīdu skaits konkrētajā transektā, kas pārrēķināts uz vienu ha; saslimstības klase (izdalīta pēc maksimālā indivīdu skaita klasē) šajā transektā un dominējošā koku stāva suga konkrētajā veģetācijas aprakstā. Korelācijai izmantots Pīrsona korelācijas koeficients.

Rezultāti

Oša segums dažādos kokaudzes stāvos

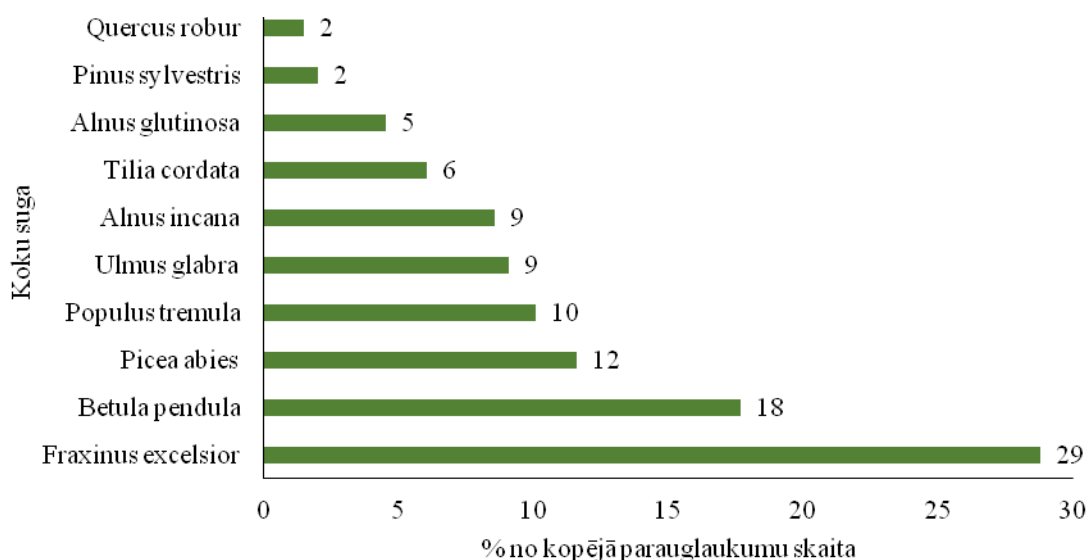
Ošu projektīvais segums starp parauglaukumiem dažādos kokaudzes stāvos krasi atšķirās, iezīmējot atsevišķus parauglaukumus ar augstu segumu koku (70%), krūmu (66%) un lakstaugu (6%) stāvā (2.att.). 33% parauglaukumu oša paauga neveidojas vispār.



2.attēls. Ošu projektīvais segums visos uzskaitītajos parauglaukumos

Ošu paauga un valdošā koku suga

Kokus stāvā kopumā konstatētas 10 sugas (3.att.). Lai gan ošu segums koku stāvā ir samērā zems, oši saglabājas kā dominējošā suga 29% parauglaukumu (3.att.). Nākamā izplatītākā koku suga ir āra bērzs *Betula pendula* (18%), tam seko parastā egle *Picea abies* (12%), parastā apse *Populus tremula* (10%), parastā goba *Ulmus glabra* (9%) un baltalksnis *Alnus incana* (9%).

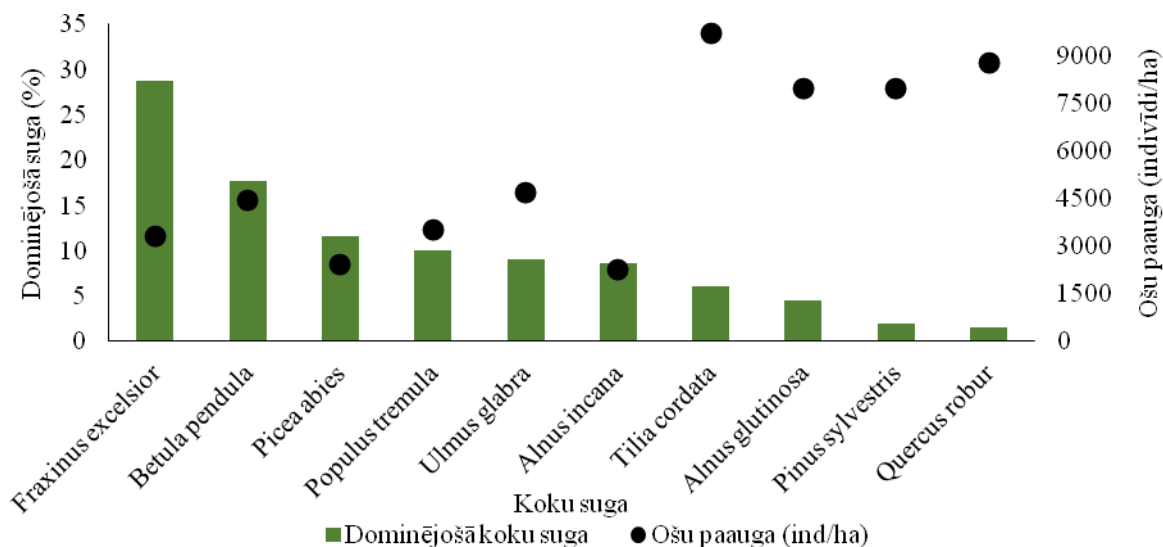


3. attēls. Uzskaites parauglaukumos pirmajā stāvā dominējošā koku suga

Taču iezīmējas situācija, ka kopējais pirmā stāva projektīvais segums lielākajā daļā parauglaukumu arī ir zems – vidēji tikai 48%, kas norāda, ka pēc ošu destrukcijas mežaudzes ir kļuvušas skrajas. Vislabāk ošu destrukcija vērojama jaunaudzēs, vai vidēja vecuma audzēs, kur ir ļoti zems koku blīvums, bet augsts krūmu segums - virs 80%. Vidējais otrā stāva segums ir 49%, taču daudzos parauglaukumos (izteikti Bērvircavā) tas sasniedz 80%.

Lai arī osis ir dominējošā koku suga, tas būtiski neietekmē paaugā esošo ošu daudzumu un tas ir viens no zemākajiem - 3298 indivīdi/ha (4. att.). Vislabākā atjaunošanās notiek platlapju mežos zem parastās liepas *Tilia cordata*, parastā ozola *Quercus robur* un melnalkšņa *Alnus glutinosa*, taču pirms ošu destrukcijas līdz 0.5 m augstā ošu paaugā atjaunojās līdz 100 000 kociņu, bet augstākā par 0.5 m - 20 līdz 30 000 kociņu/ha (Sakss, 1960). Iepriekšējos pētījumos (Laiviņš un Mangale 2004) secināts, ka osis reti atjaunojas zem priedēm *Pinus sylvestris* slapjā vēra un vēra meža tipos, taču šis pētījums norāda, ka veiksmīga ošu atjaunošanās var notikt arī skujkoku mežos. Tomēr

kopumā ļoti bagātīga ošu paauga iespējama tikai 15% esošo mežaudžu, jo visintensīvāk oši atjaunojas zem tām koku sugām, kas dominē reti (4. att.).

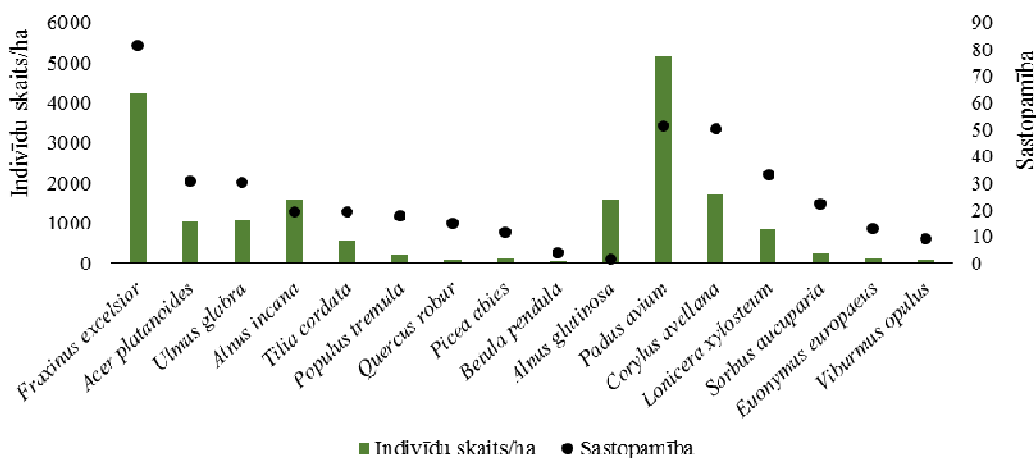


4. attēls. Dominējošās koku sugas un zem tām augošās ošu paaugas daudzums

Jāsecina, ka laba dabiskā ošu atjaunošanās iespējama mīksto lapu koku audzēs ar bērza, gobas un apses dominanci, jo šīs sugas mežaudzēs dominē samērā bieži un zem tām veidojas pietiekami bieža jaunā ošu paauga (4. att.). Taču samērā lielās platībās iespējama arī ošu atjaunošanās zem mātesaudzēm, kā arī audzes, kurās dominē egļu un baltalksnis.

Pameža un paaugas sastāvs

Ierīkotajos transektos kopā uzskaitītas 10 pameža sugas, visbiežāk konstatēts osis – 81% parauglaukumu, kļava un goba (5. att.).



5. attēls. Paaugas un biežāk sastopamo pameža sugu biežums un sastopamība parauglaukumos.

Tāpat kā sastopamība, arī vislielākā izplatība ir osim - 4236 (5. att.). Lai arī bērzs bija otrā kokaudzē biežāk sastopamā dominējošā suga, paaugā tas uzskaitīts tikai 4% parauglaukumu. Bieži uzskaitīta kļavas un gobas paauga, turklāt tām ir augsts biežums, kas norāda, ka nākotnē veidosies ošu meži ar kļavu, gobu, baltalksni un liepu mistraudzē.

Pamežā uzskaitītas 16 sugas, no kurām 52% parauglaukumu uzskaitīta parastā ieva *Padus avium*, 50% - parastā lazda *Corylus avellana*, 33% - parastais sausserdis *Lonicera xylosteum* un 22% parastais pīlādzis *Sorbus aucuparia* (5. att.). Ievu un lazdu paaugai ir augsts biežums, attiecīgi – 5154 un 1723 indivīdi uz ha, kas veido blīvu saudzi, kas noēnojot paaugas sugas, traucē to augšanu. Starp krūmu stāva projektīvo segumu un ošu paaugas indivīdu skaitu atrasts vāja korelācija ($r = 0.137$), kas uzrāda, ka pieaugot krūmu stāva projektīvajam segumam samazinās ošu paaugas indivīdu skaits parauglaukumā.

Ošu paaugas vitalitāte

Ošu vitalitāte kopumā ir apmierinoša, jo 85% parauglaukumu novērtēti ar pirmo, 9% - ar otro, 5% - ar trešo, bet 1% ar 4 sasklimstības klasi. 9% parauglaukumu slimība nav novērtēta, jo paauga neveidojas.

Visvairāk inficētā paauga konstatēta audzēs, kur dominējošā koku suga ir liepa, baltalksnis, bērzs, osis, apse un goba, taču tā variē starp parauglaukumiem, kas norāda, ka ošu paaugas vitalitāti viennozīmīgi nenosaka valdaudzes suga, bet arī citi faktori. No analizētajiem parauglaukumiem visaugstākā sasklimstība bija Skrīveru mežaudzēs. Slimībai netika konstatēta korelācija ne ar ošu segumu koku stāvā, ne paaugas biežumu, ne krūmu stāva segumu.

Secinājumi

- Ošu projektīvais segums destrukcijas rezultātā koku stāvā vidēji ir samazinājies līdz 9%, krūmu stāvā – 2%, bet lakstaugu stāvā tikai – 1%, ošu mežiem raksturīga izretināšanās un aizaugšana ar krūmājiem (ievu un lazdu). Pieaugošais krūmu segums ierobežo augšanas telpu citām koku sugām un, pieaugot to projektīvajam segumam, samazinās ošu biežums.
- Oši kā dominējošā koku suga saglabājas 29% mežaudžu, 18% dominē parastais bērzs, 12% - parastā egles, 10% - parastā apse, 9% - parastā goba un baltalksnis.

- Vislabākā atjaunošanās notiek zem parastās liepas, kur vidēji uzskaitīti 9733 kociņi/ha. Labi osis atjaunojas arī zem parastā ozola (8800 indivīdi/ha), melnalkšņa (7956 indivīdi/ha), bērza (4434 indivīdi/ha), kā arī zem mātesaudzēm (3298 indivīdi/ha), taču laba ošu atjaunošanās (7900 indivīdi/ha) notiek arī eitrofās parastās priedes audzēs, kas norāda, ka ošu paauga spēj veidoties arī skujkoku mežos.
- Nākotnē laba ošu dabiskā atjaunošanās iespējama mīksto lapu koku audzēs ar parastā bērza, gobas un apses dominanci, jo šīs sugas mežaudzēs dominē samērā bieži un zem tām veidojas pietiekami bieza jaunā ošu paauga. Taču samērā lielās platībās ošu atjaunošanās iespējama arī zem mātesaudzēm, kā arī audzēs, kurās dominē baltalksnis.
- Visbiežāk paaugā uzskaitīts osis, kļava un goba, bieži arī baltalkšņa, liepas, apses un ozola paauga. Tāpat kā sastopamības, tā arī vislielākais biežums ir osim – 4236 ind./ha, vienāda izplatība (1560 ind./ha) ir baltalksnim un melnalksnim. Nākotnē lielās platībās varētu veidoties ošu meži ar kļavu, gobu, baltalksni un liepu mistraudzē, bet reti ar bērzu, lai gan tas bieži dominē pirmajā stāvā.
- 85% mežaudžu ošu saslimstība ar *H. fraxineus* novērtēta ar 1 klasi, kas norāda, ka ošu vitalitāte kopumā nav slikta. 9% mežaudžu novērtēti ar 2 klasi, bet 5% ar trešo klasi. Lielākie slimības bojājumi konstatēti audzēs, kur dominējošā koku suga ir liepa un bērzs, aiz tiem līdzīga saslimstība ir paaugai zem gobas, baltalkšņa un apses. Zem mātesaudzēm nav konstatēta paaugstināta ošu saslimstība ar *H. fraxineus*. Slimībai nav konstatēta saistība ar ošu segumu koku stāvā, ošu paaugas biežību un krūmu stāva segumu.

4. Oša audžu struktūras pētījumi pastāvīgajos parauglaukumos

4.1. *Parauglaukumu tīkls un audzes parametru uzskaites metodes*

Mežaudžu dinamikas analīzē aizvien plašāk izmanto datus, kas iegūti ilgstošos novērojumos pastāvīgos, dažāda lieluma poligonos, arī stacionāros parauglaukumos. Garas, daudzu gadu un gadu desmitu novērojumu rindas atklāj jaunas sinerģiskas mežaudzes struktūras un procesu sakarības. Ilglaicīgos novērojumos iegūtie dati dod iespēju aktualizēt ne tikai norises pašā audzē, bet arī noskaidrot netiešās daudzveidīgās sociāli-ekonomiskās ietekmes uz mežaudzē notiekošajiem procesiem.

Daudzveidīga informācija par oša audžu destrūkcijas (sabrukšanas) norisēm Latvijā mūsu gadsimta sākumā (2005.-2015.g.) iegūta, veicot novērojumus pastāvīgajos parauglaukumos.

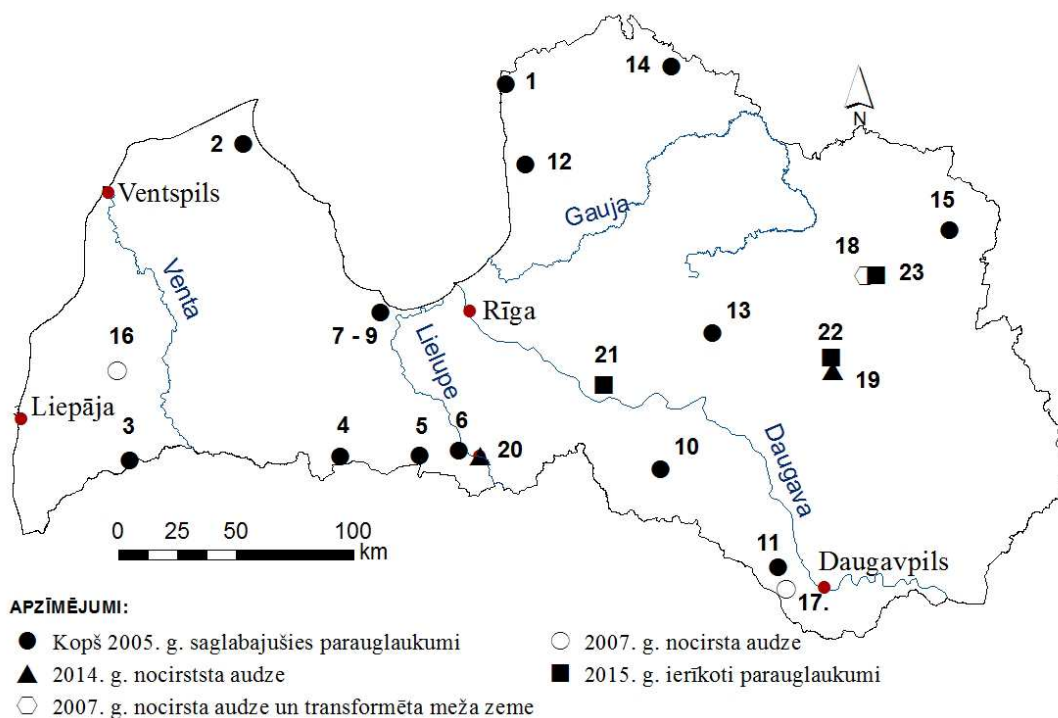
Ilglaicīgi oša audžu veselības stāvokļa, audzes uzbūves un dinamikas pētījumi uzsākti 2005. gadā. 2005. - 2006. gadā dažādās Latvijas vietās (atšķirīgos dabas reģionos) vizuāli homogēnās dažāda vecuma oša audzēs iekārtoti 23 pastāvīgie parauglaukumi (1. att.). Parauglaukumi iekārtoti pēc klimata parametriem, kā arī augtenes mitruma un barības vielu daudzuma atšķirīgos dabas reģionos jeb dabas ainavās. Piejūras zemienes oša audzes raksturo Vidāles, trīs Ķemeru un Ainažu parauglaukumi; zemieņu (upjuzemju) audzes Rietumlatvijā reprezentē Bauskas, Bērvircavas, Rundāles, Ukru (Rietumzemgale), bet Austrumlatvijā – Barkavas, Gulbenes un Viļakas (Aiviekstes zeme) parauglaukumi; pacēlumu un nolaidenumu ainavas – Limbaži un Pīksāri, bet augstienes reģionus valsts rietumos – Vaiņode un Aizpute (Rietumkursas augstiene), valsts centrālajā daļā – Vestiena (Vidzemes augstiene), bet dienvidaustrumos – Viesīte, Jaunlaši un Šēdere (Augšzemes augstiene).

Kalstošajās oša audzēs Šēderē un Aizputē 2007. - 2009. gadā veiktas kailcirtes, bet 2014. gadā - Bauskā un Barkavā. Savukārt, paraugvieta Gulbenē 2009. gadā ir pilnīgi iznīcināta izbūvējot Gulbenes-Rēzeknes jauno ceļa trasi. Tātad no 2005. gadā iekārtotajiem 20 pastāvīgajiem parauglaukumiem pieci ir aizgājuši bojā. Četros kokaudzes nocirstajos parauglaukumos (Barkava, Šēdere, Aizpute un Bauska), audzes atjaunošanās pētījumi turpinās.

2015. gadā oša audzēs no jauna iekārtoti trīs pastāvīgie parauglaukumi: Dienvidvidzemē – Skrīveru ģenētisko resursu audzē, kā arī Austrumlatvijā – Lisiņā (600 m no nocirstā

Barkavas parauglaukuma) un Ezerniekos (parauglaukums atrodas bijušās Ezernieku mežniecības meža masīvā, 200 m no likvidētā Gulbenes parauglaukuma).

Turpmāk oša audžu destrukcijas analīze balstās galvenokārt uz trīs gadu (2005., 2010., 2015.g.) novērojumu materiāliem 15 parauglaukumos (Ainaži, Bērvircava, Jaunlaši, Ķemeru 1 - 3, Limbaži, Piksāre, Rundāle, Ukri, Vaiņode, Vestiena, Viesīte, Vīdāle un Viļaka). Bez tam apkopojot datus, piemēram, par oša vainagu veselības stāvokli, izmantoti arī parauglaukumu dati, kuros nocirsta kokaudze, kā arī no jauna 2015. gadā iekārtoto parauglaukumu dati.



4.1. attēls. Oša audžu pastāvīgo parauglaukumu izvietojums Latvijā

Parauglaukumi: 1 - Ainaži, 2 – Vidāle, 3 – Vaiņode, 4 – Ukri, 5 – Bērvircava, 6 – Rundāle, 7 – Ķemeru_1, 8 – Ķemeru_2, 9 – Ķemeru_3, 10 – Viesīte, 11 – Jaunlaši, 12 – Limbaži, 13 – Vestiena, 14 – Piksāre, 15 – Viļaka, 16 – Aizpute, 17 – Šēdere, 18 – Gulbene, 19 – Barkava, 20 – Bauska, 21 – Skrīveri, 22 – Lisiņa, 23 – Ezernieki.

Parauglaukumam ir riņķveida forma, laukuma rādiuss ir 15 m, platība – 706.5 m². Parauglaukuma centrā ierakts 1.7 m garš un 15 - 20 cm resns stabs, numurēti visi par 5 m garāki koki (numuri uzkrāsoti uz stumbra laukuma centra pusē 1.5 - 1.6 m augstumā ar baltu krāsu). Pastāvīgā parauglaukuma centram ar noteiktas ģeogrāfiskās koordinātes (LKS-92), kā arī noteikts parauglaukuma attālums no jūras un augstums virs jūras līmeņa.

Parauglaukumu novietojuma ģeogrāfiskie parametri

Dabas reģions	Parauglaukums	Metriskās koordinātes		Attālums no jūras, km (pa paralēli)	Augstums, m v.j.l.
		X	Y		
Piejūras zemiene	Ainaži	523032	6409092	4	9
	Vidāle	411202	6383595	7	24
	Ķemeri_1	470408	6312339	4	8
	Ķemeri_2	470181	6312350	4	8
	Ķemeri_3	470299	6312374	4	8
Rietumkursa	Aizpute	357289	6287409	35	75
	Vaiņode	362909	6248835	50	110
Rietumzemgale	Bauska	511501	6248152	198	29
	Bērvircava	486569	6251149	170	34
	Rundāle	502719	6253103	187	22
	Ukri	452675	6250481	137	66
Augšzeme	Jaunlaši	639266	6203264	316	130
	Šēdere	642444	6194070	325	171
	Viesīte	589591	6245070	275	86
Ziemeļvidzeme	Limbaži	531633	6375057	19	52
	Piksāri	595114	6419336	71	96
Dienvidvidzeme	Skrīveri	564760	6280660	65	90
Vidzemes augstiene	Vestiena	611348	6302999	130	202
Aiviekstes zeme	Barkava	661933	6287151	340	94
	Gulbene	675326	6328500	150	103
	Viļaka	712240	6346960	195	122
	Lisiņa	662024	6287427	340	94
	Ezernieki	675389	6328453	150	103

Visos parauglaukumos pēc vienotas metodes noteikta mežaudzi raksturojoša datu kopa. Pētījumu stratēģijas izstrādē parauglaukumos izmantotas kvantitatīvās ekoloģijas un mežsaimniecības pētījumu pamatnostādnes (Sarma 1948; Greig-Smith 1964; Kershaw 1964; Dierschke 1994; Anon 1993; 1998).

Kokaudzes taksācijā uzskaitīti šādi audzes parametri:

- stumbra caurmērs 1.3 m augstumā,
- koka augstums (mērīts bezlapu stāvoklī pavasarī vai rudenī),
- koka azimuts un attālums no laukuma centra,
- katra koka vainaga projekcijas garākā un tai perpendikulāra ass,
- ošiem un citām pavadītājsugām koku stāvā ar Preslera pieauguma svārpstu ievākti

koksnes paraugi gadskārtu skaita un platuma mērījumiem.

Vainaga stāvoklis novērtēts pēc starptautiski aprobētām un Latvijas meža monitoringā ieviestām metodēm (Gillespie et.al. 1993; Millers et al. 1993; Anon. 1993). Pēc acumēra procentos (ar 5 % intervālu) novērtēti šādi vainaga stāvokļa parametri:

- vainaga attiecība rāda, kādu daļu no koka garuma aizņem dzīvais vainags,
- vainaga blīvums ir zaru, skuju vai lapu daudzums, kas neļauj gaismai izplūst caur vainagu; šo vainaga daļu novērtē pret ideālo vainaga formu, kas ir raksturīga katrai koku sugai,
- vainaga atmirums ir sauso zaru un zariņu daudzums kopumā visā vainagā (netiek vērtēts vainaga atmirums atsevišķi tā augšējā un apakšējā daļā),
- vainaga defoliācija ir komplekss jeb integrāls vainaga veselības stāvokļa rādītājs, to nosaka galvenokārt pēc lapu vai skuju zuduma vainagā, ņemot vērā arī vainaga blīvuma, atmiruma un caurredzamības rādītājus.

Kokiem, sevišķi ošiem, stresa stāvoklī uz stumbra, ka arī uz vainaga skeletzariem veidojas **ūdenszari**. Katram kokam parauglaukumā uz stumbra pēc acumēra procentos novērtēta ūdenszaru attiecība (no koka garuma aizņemtā daļa) un ūdenszaru segums – ar ūdenszaru lapotni nosegtā stumbra daļa.

Kokaudzes atmirums Uzskaitīti **sausokņi** – suga, stumbra caurmērs, garums, azimuts un attālums no centra; **kriticalas** – suga, caurmērs, garums, sadalīšanās pakāpe 3 ballēs, kriticalas azimuts un resnākā gala attālums no centra; **celmi** – suga, caurmērs, augstums un sadalīšanās pakāpe 3 ballēs.

Jaunie kociņi un krūmi. Līdz 5 m augsti koki uzskaitīti pastāvīgajā parauglaukumā 3 mazākos riņķveida laukumiņos (rādiuss 5 m), kuru attālums (laukumiņa centrs) no parauglaukuma centra ir 7 m, bet azimuts attiecīgi 0, 120 un 240 grādi. Katrā laukumiņā uzskaitīti visi kokaugu sugu indivīdi (dzinumi), izmērīts to attālums no centra un augstums (līdz 2 m augstumam intervāls ir 0.5 m, garākiem par 2 m – intervāls ir 1 m).

Audzes sugu sastāvs. Parauglaukumā inventarizētas visas koku stāvā (E3), krūmu stāvā (E2), lakstaugu stāvā (E1) un sūnu stāvā (E0) augošās sugas. Pēc acumēra procentos novērtēts sugu daudzums (Braun-Blanquet 1964; Dierschke 1994).

Augsnes pētījumi: katrā parauglaukumā izrakta augsnes bedre (līdz 1 m dziļumam), aprakstīta augsnes ģenētiskie horizonti: to sastāvs un īpašības, no augsnes ģenētiskajiem horizontiem noņemti paraugi augsnes fizikālā un ķīmiskā sastāva analīzēm.

Aprakstītas augsnes ģenētisko horizontu morfoloģiskās īpašības, horizontu krāsa noteikta laboratorijā ar Mansela krāsu skalu (Anon 2000).

Augsnes ķīmiskās un fizikālās īpašības noteiktas Latvijas Valsts Mežzinātnes institūta Silava Augsnes pētījumu centrā.

Oša audžu parametru uzskaitē veikta trīs posmos (ciklos): 2005., 2010., un 2015. gadā pēc iepriekš minētās metodikas. Katrā novērojumu posmā parauglaukumi apmeklēti 2 - 3 reizes. Veģetācijas sezonā. Augu sugu uzskaitē, paaugas un pameža inventarizācija veikta jūlija beigās jūnija sākumā, vainagu stāvoklis vērtēts augustā-septembrī, bet kokaudzes taksācijas elementi noteikti pēc aktīvās veģetācijas – oktobrī - novembrī. Augsnes pētījumi veikti 2005.gadā.

4.2. Koku stāva struktūra oša audzēs

Oša audžu parauglaukumos koku stāvā (koki, kas augstāki par 5 m) konstatētas 14 sugas. Visos parauglaukumos konstanta suga ir parastais osis *Fraxinus excelsior*, samērā bieži izplatītas oša pavadītājsugas ir mitru un pārmitru, barības vielām bagātu augteņu platlapu koku sugas – *Ulmus glabra*, *Acer platanoides* un *Alnus glutinosa* (4.2. tab.).

4.2. tabula

Sugu sastopamība (%) oša audzēs koku stāvā

Sastopamība,%	Suga	2005 n=20	2010 n=17	2015 n=18
81-100	<i>Fraxinus excelsior</i>	100	100	100
61-80	<i>Ulmus glabra</i>	65	65	61
	<i>Picea excelsa</i>	65	71	83
41-60	<i>Acer platanoides</i>	55	47	56
	<i>Alnus glutinosa</i>	40	41	50
	<i>Betula pendula</i>	35	41	44
	<i>Padus avium</i>	40	47	39
21-40	<i>Quercus robur</i>	20	29	33
	<i>Tilia cordata</i>	25	18	33
	<i>Populus tremula</i>	30	29	17
<20	<i>Sobus aucuparia</i>	10	12	6
	<i>Alnus incana</i>	5	0	0
	<i>Malus sylvestris</i>	5	6	11
	<i>Salic caprea</i>	5	6	6

Nereti koku stāvā oša audzēs ar stipri variējošu indivīdu skaitu sastop parasto egli *Picea abies* un atsevišķus ievas *Padus avium* indivīdus. Ošu audzēs samērā retas ir Latvijā

platlapju mežos visai bieži izplatītas sugas *Quercus robur* un *Tilia cordata*, tāpat arī retas ir dažas parastas meža pioniersugas – *Populus tremula*, *Betula pendula* un *Alnus incana*. Atsevišķās vietās oša audzēs koku stāvā iesniedzas arī dažas parastas pameža sugas – *Malus sylvestris*, *Sorbus aucuparia* un *Salix caprea*.

Kopumā 15 parauglaukumos 10 gados ir samazinājies koku skaits par 1886 indivīdiem (19.6%). Koku skaita samazinājums oša audzēs ir konstatēts 12 parauglaukumos (80 % no parauglaukumu kopskaita) (4.3.tab.) Un tikai trīs parauglaukumos, kuros intensīvi atjaunojas atsevišķas platlapu un sekundāro koku sugas, ir pieaudzis koku skaits: Ainažos (atjaunojas goba), Limbažos (atjaunojas kļava) un Jaunlašos (atjaunojas apse).

Būtiski 10 gados parauglaukumos ir samazinājies (par 63.6%) oša daudzums (4.4.tab.).

Gandrīz visi oši ir iznīkuši Bērvircavā, tāpat arī visos trijos Ķemeru parauglaukumos (samazinājums lielāks par 80 %). Aptuveni trešā daļa ošu ir izkrituši Vestienā (28.8 %) un Ukros (32.3%).

4.3 . tabula

Koku skaita (ind./ha) dinamika 2005.- 2015.g.

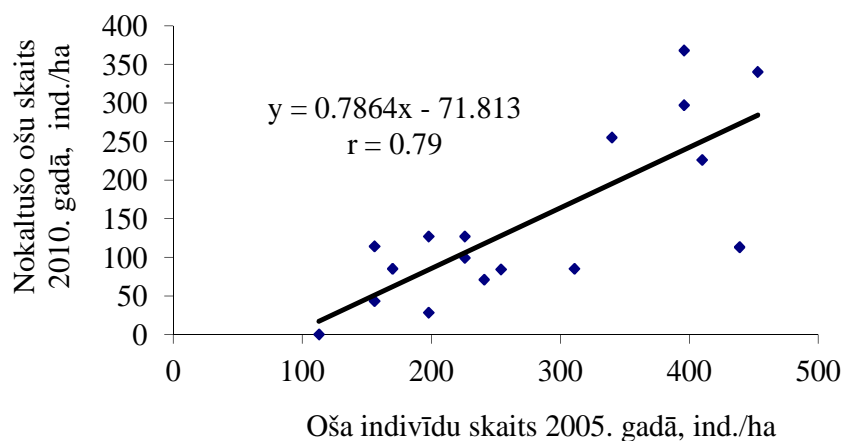
Parauglaukums	Gads			Izmaiņas. %		
	2005	2010	2015	2005-2010	2005-2015	2010-2015
Ainaži	495	537	636	8.5	28.5	18.4
Bērvircava	240	112	56	-53.3	-76.7	-50.0
Jaunlaši	509	367	635	-27.9	24.8	73.0
Ķemeri1	665	410	523	-38.3	-21.4	27.6
Ķemeri2	1173	1004	494	-14.4	-57.9	-50.8
Ķemeri3	664	551	297	-17.0	-55.3	-46.1
Limbaži	368	537	650	45.9	76.6	21.0
Piksāre	395	423	438	7.1	10.9	3.5
Rundāle	721	594	537	-17.6	-25.5	-9.6
Ukri	551	437	395	-20.7	-28.3	-9.6
Vaiņode	777	551	494	-29.1	-36.4	-10.3
Vestiena	226	226	197	0.0	-12.8	-12.8
Vidāle	1202	890	791	-26.0	-34.2	-11.1
Viesīte	947	961	946	1.5	-0.1	-1.6
Vīlaka	677	677	635	0.0	-6.2	-6.2
Kopā	9610	8277	7724	-13.9	-19.6	-6.7

Oša indivīdu skaita (ind/ha) dinamika 2005.-2015.g.

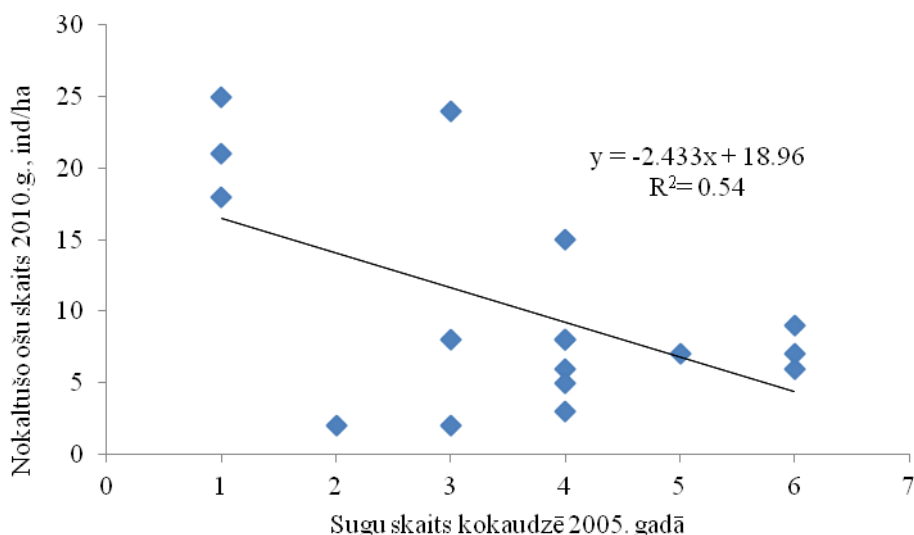
Paugaļlaukums	Gads			Izmaiņas, %		
	2005	2010	2015	2005-2010	2005-2015	2010-2015
Ainaži	156	113	42	-27.6	-73.1	-62.8
Bērvircava	156	42	14	-73.1	-91.0	-66.7
Jaunlaši	396	42	113	-89.4	-71.5	169.0
Ķemeri1	340	85	42	-75.0	-87.6	-50.6
Ķemeri2	226	99	42	-56.2	-81.4	-57.6
Ķemeri3	170	85	28	-50.0	-83.5	-67.1
Limbaži	241	170	99	-29.5	-58.9	-41.8
Piksāre	113	85	71	-24.8	-37.2	-16.5
Rundāle	255	170	141	-33.3	-44.7	-17.1
Ukri	439	325	297	-26.0	-32.3	-8.6
Vaiņode	410	198	127	-51.7	-69.0	-35.9
Vestiena	198	170	141	-14.1	-28.8	-17.1
Vidāle	198	71	42	-64.1	-78.8	-40.8
Viesīte	311	226	141	-27.3	-54.7	-37.6
Vīlaka	226	127	56	-43.8	-75.2	-55.9
Pavisam	3835	2008	1396	-47.6	-63.6	-30.5

Starp sugu un indivīdu skaitu kokaudzē ir konstatēta tieši proporcionāla sakarība, pieaugot sugu skaitam, palielinās indivīdu daudzums audzē (korelācijas koeficients starp šiem rādītājiem 2005. gadā ($r = 0.44$, $p \leq 0.05$), bet 2010. gadā ($r = 0.55$, $p \leq 0.05$).

Audzēs, kur ir lielāks oša daudzums, attiecīgi lielāks ir arī oša atmirums. Sakarība starp oša indivīdu skaitu audzē 2005. gadā un atmirušo (sausokņi un kriticalas) ošu skaitu 2010. gadā (4.2.att.) ir pozitīva un statistiski būtiska ($r = 0.79$, $p \leq 0.05$). Tāpat saskatāma zināma sakarība starp sugu skaitu oša audzē un no kokaudzes izkritušo oša indivīdu skaitu (4.3.att.): jo sugām bagātāka kokaudze, jo mazāks oša indivīdu atmirums ($r = 0.33$, $p \leq \alpha 0.01$), bet tendence iezīmējas pietiekami skaidri.



4.2. attēls. Sakarība starp dzīvo un atmirušo oša indivīdu skaitu kokaudzē.



4.3. attēls. Sakarība starp sugu skaitu un atmirušo oša indivīdu skaitu kokaudzē

Kokaudzes sastāva analīze rāda, ka pastāv sakarība starp sugu skaitu un oša daudzumu un stāvokli audzē. Jo lielāks oša indivīdu skaits audzē, jo lielāks ir atmirušo ošu skaits. Jo daudzveidīgāks audzes sugu sastāvs, jo mazāks ir atmirušo ošu skaits. Redzams, ka oša tīraudzes ir mazāk noturīgas un nelabvēlīgos apstākļos sabrūk ātrāk nekā sugām bagātas, mistrotas oša audzes, kuras, kā rāda mūsu novērojumi, ir noturīgākas pret vides nelabvēlīgām ietekmēm. Tātad, jo oša audzē lielāks citu sugu piejaukums, jo tā ir stabilāka un noturīgāka pret vides riska faktoriem.

4.3. Oša vainaga veselības stāvoklis

Koku vainaga kuplums, biežība, zarojums, lapu un skuju daudzums vainagā u.c. rādītāji raksturo koka veselību. Vainaga bojājumiem var būt visdažādākie cēloņi – lapu un skuju

kaitēkļi, tuvu blakus augoši koki, gaisa piesārņojums u.c. Veseliem kokiem, kuru augšana netiek traucēta, ir labi sazarots vainags ar biezu skujotni vai lapotni, tajā nav tukšumu un nokaltušu zaru. Ja vainags ir izretināts, tajā ir daudz nokaltušu skeletzaru uz zariņu, liels ir skuju un lapu zudums, koka barošanās un asimilācijas procesi ir traucēti. Koks ir nomākts, tas nīkuļo un koksnes pieaugums ir niecīgs. Tāpēc mežaudzes pētījumos, sevišķi ilglaicīgos novērojumos, koku vainaga stāvokļa novērojumi ir viena no svarīgākajām mežaudzes veselības stāvokļa indikatorpazīmju kopām. Bez tam vainaga parametri ir arī labi vizuāli redzami un salīdzinoši viegli un precīzi novērtējami (Rotbergs 1990; Bechtold et al. 1992; Conkling, Byers 1993; Innes 1993; Kleemola, Söderman 1993; Miller et al. 1993, 1993a; Gillespie 1993; Anon 1994, 1998, 2000; Schomaker et al. 2007).

Vainaga parametri

Katram kokam vainags parauglaukumos raksturots ar šādiem rādītājiem: vainaga attiecība, vainaga blīvums, sauso zariņu daudzums vainagā jeb vainaga atmirums, vainaga defoliācija, kā arī vainaga caurmērs.

Vainaga attiecība rāda, kādu daļu no koka garuma aizņem dzīvais vainags.

Vainaga blīvums ir zaru, skuju, lapu apjoms, kas neļauj gaismai izplūst caur vainagu. Katra konkrēta koka vainaga apjomu novērtē attiecībā pret ideālo/ simetrisko vainaga formu, kas ir raksturīga katrai koku sugai.

Vainaga atmirums jeb sauso zariņu daudzums vainagā raksturo vainaga atmiršanas pakāpi. Jo vairāk sauso zaru, jo sliktāka koka vitalitāte. Kokam novērtēts kopējais sauso zaru apjoms (procentos no kopējās vainaga masas), ņemot vērā arī vainaga apakšējās daļas atmirumu.

Defoliācija ir skuju vai lapu zudums vainagā. Oša audžu veselības stāvokļa vērtējumos vainaga defoliācija ir uztverta kā integrāls vainaga (un arī visa koka) veselības stāvokļa rādītājs, ņemot vērā arī vainaga blīvumu, atmirumu, attiecību un caurredzamību.

Vainagu parametri novērtēti visām koku sugām visos trīs novērošanas ciklos 2005., 2010. un 2015. gadā. Vainaga attiecība, blīvums, atmirums, caurredzamība un defoliācija koku sugām parauglaukumā novērtēta pēc acumēra procentos ar 5 % intervālu, vainaga projekcijas asis ir mērītas ar mērlentu ar 10 cm precizitāti.

Apkopojot literatūras datus par dažādu koku sugu vainagu parametriem (Anderson et al. 1993; Millers et al. 1991, 1993; Müllers-Edzards, Erisman 1997), kā arī sistematizējot meža monitoringa datus Latvijā (Laiviņš et al. 1993; Muižnieks, Ziediņa 1997; Ziediņa 1997), koki pēc vainaga parametriem grupēti trīs vainaga veselības stāvokļa klasēs: koki ar labu, veselīgu vainagu, koki ar vidēji labu vainagu un koki ar sliktu vainagu (5. tab.).

Vainaga parametru vērtības (%) vainaga veselības stāvokļa klasēs

Vainaga parametrs	Vainaga stāvoklis		
	Labs	Vidējs	Slikts
Vainaga attiecība	>40	16-40	<16
Vainaga blīvums	>50	21-50	<20
Vainaga atmirums	0-5	6-10	>10
Vainaga defoliācija	0-25	26-60	>60

Parauglaukumu reģionālais dalījums

Oša audžu struktūra atšķiras valsts reģionos, tāpēc parauglaukumi pēc to ģeogrāfiskā novietojuma sadalīti divās grupās: Rietumlatvijas parauglaukumu grupā iekļauti 13 laukumi, kas atrodas Kurzemē (Aizpute, Ķemeri_1-3, Vaiņode, Vidāle) Zemgalē (Bauska, Bērvircava, Rundāle, Ukri) Sēlijā (Viesīte) un Augšzemē (Jaunlaši, Šēdere) Daugavas kreisajā krastā. Austrumlatvijas parauglaukumu grupā, kurā iekļauti Vidzemes (Ainaži, Limbaži, Pīksāre, Vestiena, Skrīveri) un Latgales (Barkava, Lisiņa, Gulbene, Ezernieki, Viļaka) 10 laukumi, atrodas Daugavas labajā krastā (4. att.). Parauglaukumu dalījumu Rietum- un Austrumlatvijā nosaka un pamato arī patogēnās sēnes invāzija un audžu destruktijas intensitāte. Intensīvāka audžu destruktija Latvijā 2005. gadā sākas Kurzemē, Zemgalē, Sēlijā un Augšzemē – reģionos uz dienvidiem un rietumiem no Daugavas, tikai vēlāk intensīvāks audžu destruktijas process aptvēra arī Vidzemi un Ziemeļlatgali.

Lai datu kopas būtu apjomīgākas, analizē iekļauti arī dažādā laikā bojā gājušie parauglaukumi, piemēram, Aizpute, Gulbene, Šēdere u.c.

Koku skaits

Analizējot oša vainaga stāvokļa dinamiku, vispirms jāatzīmē oša indivīdu skaita atšķirības starp novērojumu periodiem 2005., 2010. un 2015.gadā. Pirmajā novērojumu posmā 2005.gadā vainagu stāvoklis novērtēts 373 ošiem (Rietumlatvijā – 266, Austrumlatvijā – 107 indivīdi); otrajā posmā 2010.gadā vainagi novērtēti 156 ošiem (Rietumlatvijā – 102, bet Austrumlatvijā – 54 ošiem); pēdējā novērojumu posmā 2015.gadā vainagi inventarizēti kopā 112 ošiem (Rietumlatvijā – 60, bet Austrumlatvijā – 47 indivīdiem).

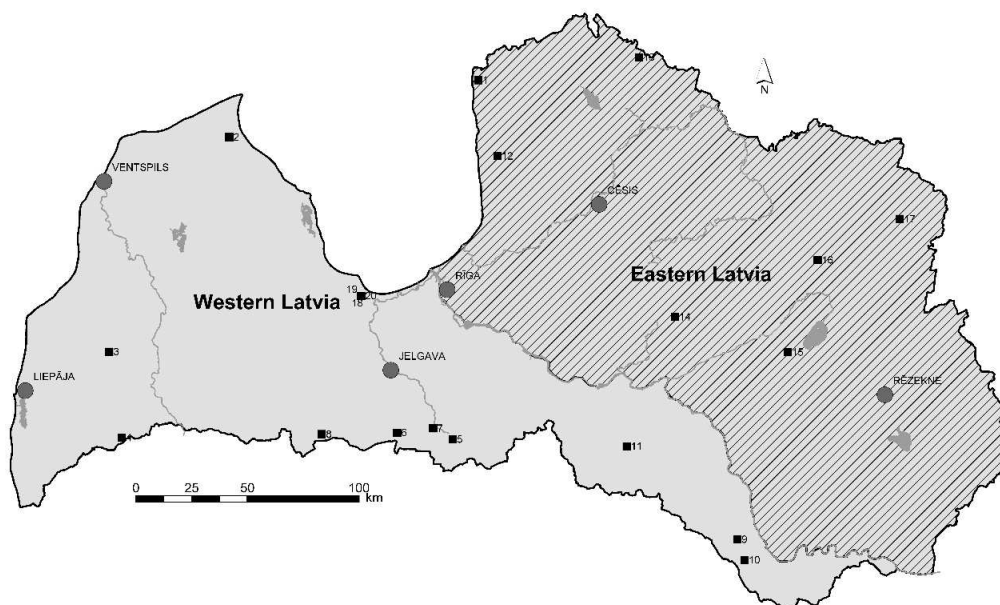
Atsevišķi oša vainaga parametri, piemēram, vainagu attiecība, vainagu blīvums, nav reģistrēti visiem kokiem, dažiem indivīdiem vainags jau novērojumu reizē (sevišķi

2005.gadā) bija pilnīgi degradējis un bija attīstījušies tikai ūdenszari, tamdēļ novērotu oša indivīdu skaits pa vainaga parametriem var atšķirties.

Datu statistiskā apstrāde

Vainaga parametriem aprēķināti statistiskie rādītāji (vidējais aritmētiskais, standartnovirze, vidējā aritmētiskā kļūda, variācijas koeficients), veikta parametru korelācijas un regresijas analīze. Datu izkļedes atšķirību būtiskums starp novērojumu cikliem un vietām novērtēts ar MS Excel t-testu *Two-Sample Assuming Unequal Variances* (Arhipova, Bāliņa 2003), bet atšķirību būtiskums starp indivīdu proporcijām vainaga parametru klasēs novērtētas ar z-testu (Liepa 1974; Arhipova et al 1997; Arhipova, Bāliņa 2003). Koki pēc vainagu parametriem ordinēti ar galveno komponentu metodi PCA un detrendēto korespondentanalīzi DCA (McCune, Grace 2002). Datu statistiskajā apstrāde izmantotas SPSS 11.5 un PC-ORD 5.0 programmu paketes.

Statistiskie rādītāji (1.-4. pielikums) aprēķināti vairākām datu kopām: katram parauglaukumam (1), valsts teritorijai kopumā (2), kā arī atsevišķi Rietumlatvijai un Austrumlatvijai (3).

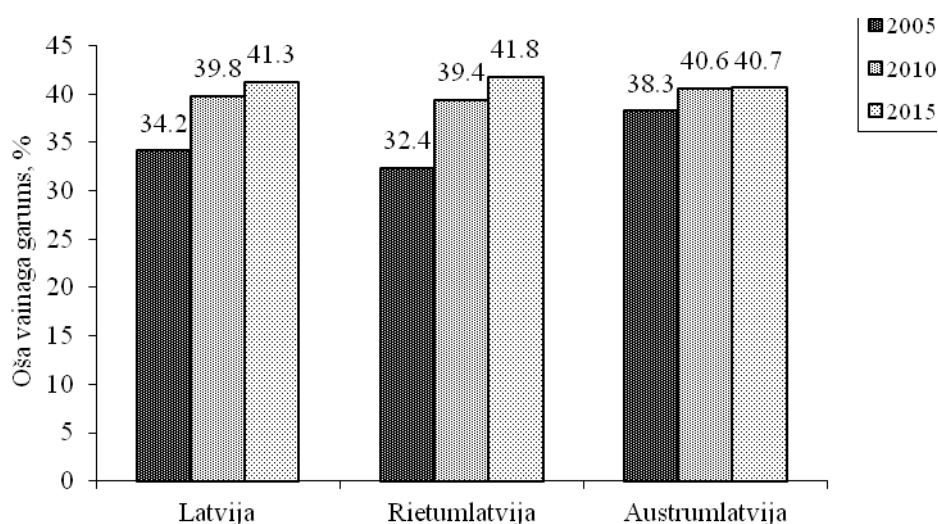


4.2. attēls. Pastāvīgo oša parauglaukumu izvietojums valsts rietumu un austrumu reģionos.

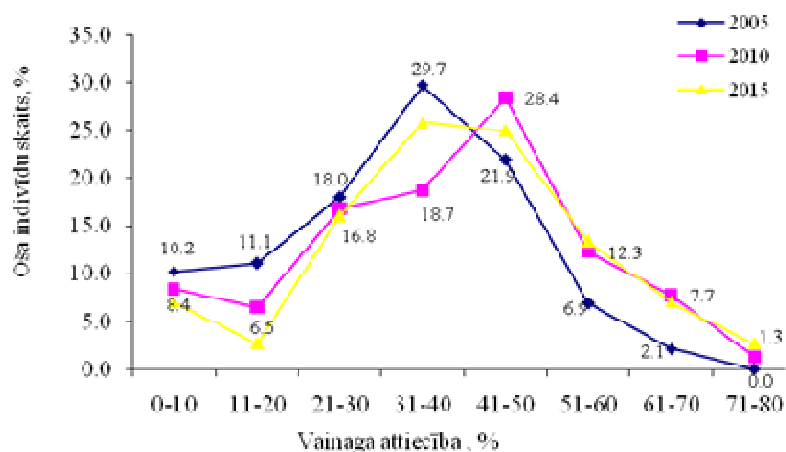
Oša vainaga stāvoklis

Vainaga garums (vainaga attiecība) atspoguļo koka vitalitāti un ir atkarīgs no koku skaita audzē, no sakņu barošanās laukuma un no dažādu citu vides faktoru ietekmes.

Oša vainaga vidējais garums novērojumu perioda sākumā (oša audžu destrukcijas sākumposmā) bija vismazākais – 34.2%, pēc tam 2010. un 2015. gadā vainaga garums pakāpeniski palielinājās – attiecīgi par 5.6 % un 7.2 % ($p < 0.001$) (4.5.att.). Oša vainaga garuma atšķirības starp 2005. un 2010. gadu uzskatāmi atspoguļo oša indivīdu skaita sadalījuma histogramma vainaga attiecības 10% intervāla klasēs (4.6. att.). 2005. gadā gandrīz trešā daļa (29.7 %) no visiem novērtētajiem ošiem atrodas par klasi zemāk (31-40 %), salīdzinot ar līdzīga oša indivīdu skaita (28.4 %) sadalījumu 2010. gadā augstākā (41-50 %) klasē. Pēdējā novērojumu ciklā attiecības starp indivīdu skaitu abās minētajās klasēs ir izlīdzinājušās.



4.5.attēls. Oša vainaga garuma izmaiņas

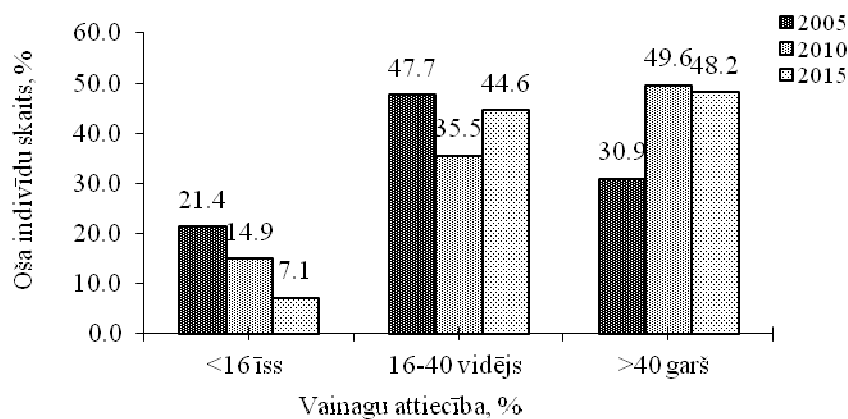


4.6. attēls. Oša vainagu garuma sadalījuma histogramma Latvijā

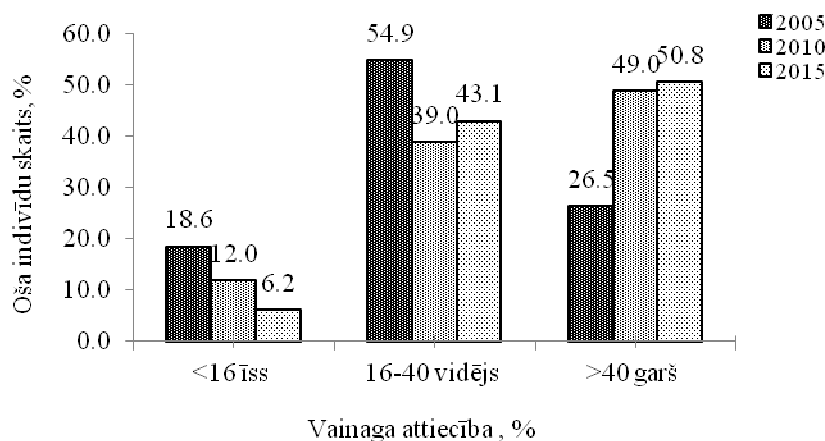
Analoģiski šāda pat vainaga garuma statistiski būtiska mainība starp novērojumu gadiem, tāpat kā valstī kopumā, konstatēta arī Rietumlatvijā, bet Austrumlatvijā oša vainaga garums starp novērojumu gadiem ir mainījies 2.5% robežās un atšķirības nav statistiski būtiskas ($p > 0.05$).

Pēc vainaga garuma oša indivīdi iedalīti trīs grupās: ar īsu vainagu – vainags aizņem no koka garuma mazāk par 16%; ar vidēji garu vainagu – vainags aizņem 16-40% no koka garuma un garš vainags ir tad, ja tā garums pārsniedz 40% no koka garuma.

2005. gadā piektajai daļai no visiem vērtētajiem ošiem parauglaukumos bija īss vainags (4.7. att.). Sevišķi īsi oša vainagi bija raksturīgi valsts dienvidu un rietumu daļā, kuru oša slimība sasniedza jau aktīvās izplatības pirmajos gados (4.8. att.). Pēc tam 2010. gadā Rietumlatvijā no īsvainaga ošiem vēl bija saglabājušies 20 % (Latvijā – 21%), bet 2015. gadā neviens ošis ar panīkušu vainagu 2005. gadā vairs nebija atrodamas parauglaukumos. Tajā pat laikā Austrumlatvijā ošu ar īsiem vainagiem ir tikai nepilna desmitā daļa no kopējā koku skaita (4.9. att.), 2010.gadā vēl bija saglabājušies 25% no īsvainaga ošiem.

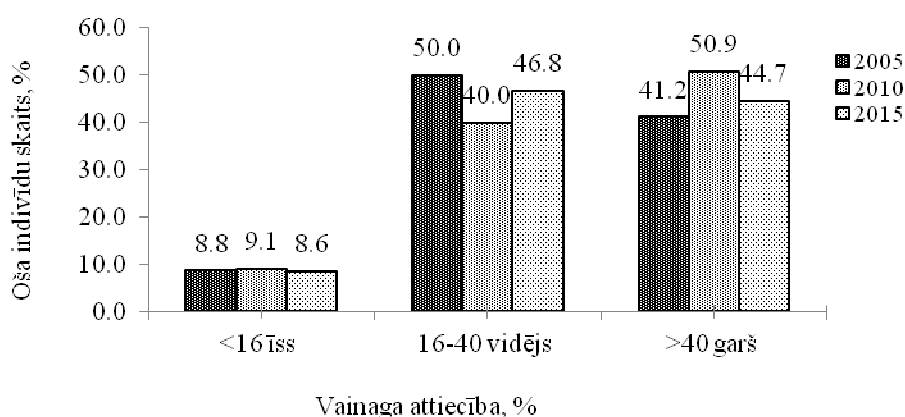


4.7. attēls. Oša vainaga garuma klasu dinamika 2005.-2015.gadā Latvijā



4.8. attēls. Oša vainaga garuma klasu dinamika 2000.-2015. gadā Rietumlatvijā

Starp indivīdu skaita proporcijām vainaga garuma klasēs, visnozīmīgāk kā valstī kopumā, tā arī Rietumlatvijā ir palielinājies indivīdu skaits ar gariem, bet samazinājies ar īsiem vainagiem ($p \leq 0.05$). Tāpat statistiski būtiski starp 2005. un 2010.gadu ir samazinājies indivīdu skaits ar vidēji gariem vainagiem.



4.9. attēls. Oša vainaga garuma klasu dinamika 2005.-2015.gadā Austrumlatvijā

Vainagu blīvums parāda oša vainaga zarojuma un lapu kompaktnumu, vainaga aizņemtās telpas piepildījumu ar zariem un lapām.

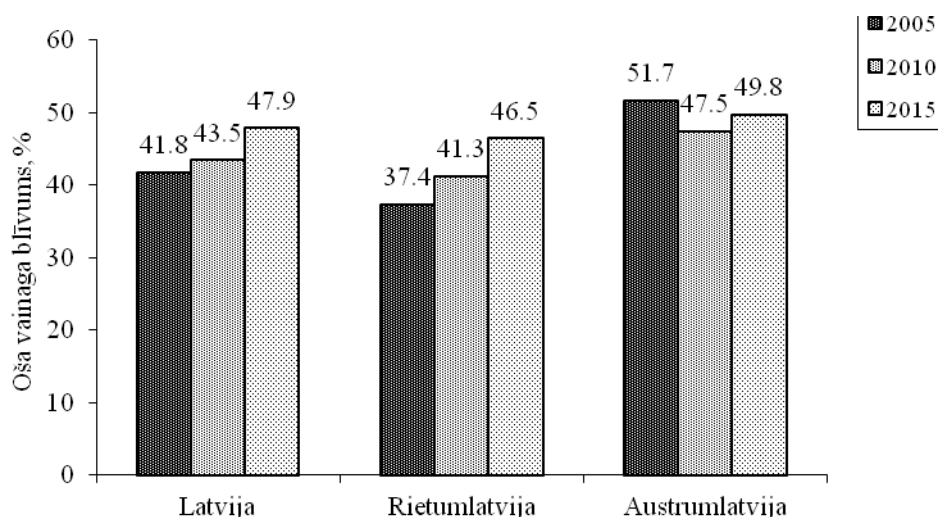
Oša vainaga vidējais blīvums valstī vismazākais bija 2005.gada – 41.7%, pēc tam vainaga blīvums nākamajos novērojumu periodos ir pakāpeniski palielinājies – 2010. gadā – 43.5 %, bet 2015. gadā – 47.9%. Statistiski nozīmīgi oša vainaga blīvums ir palielinājies desmit gados (2005-2015.) ($p \leq 0.01$). Tāpat statistiski nozīmīgi šajā laika periodā vainaga blīvums osim ir palielinājies Rietumlatvijā ($p \leq 0.01$), savukārt Austrumlatvijā atšķirības starp vainaga blīvumu pa novērojumu periodiem nav statistiski būtiskas.

Austrumlatvijā oša vainaga blīvums visos novērojumu ciklos vienmēr ir bijis lielāks, salīdzinot ar Rietumlatviju. Vislielākās un statistiski būtiskas šīs atšķirības ($p \leq 0.0001$) ir oša audžu destrukcijas sākumā 2005. gadā (par 14.3 %), turpmākajos novērojumu ciklos

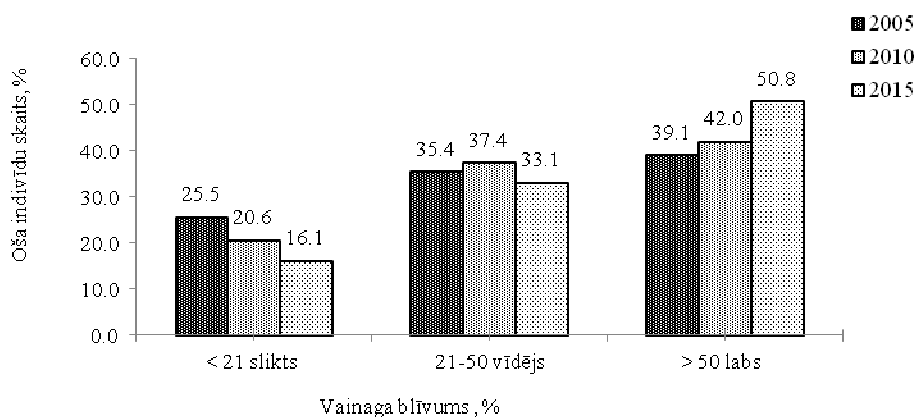
atšķirības starp valsts reģioniem samazinās un izlīdzinās – 2010.gadā starpība ir 6.2 %, bet 2015. gadā – 3.5% (4.10.att.).

Pēc vainaga blīvuma oši iedalīti trīs grupās: oši ar izretinātiem vainagiem – vainaga blīvums mazāks par 21 %, oši ar visdēji kompaktu vainagu – vainaga blīvums 21-50% un oši ar blīvu un kompaktu vainagu – vainaga blīvums lielāks par 50%.

Oša audžu destrukcijas sākumā – 2005.gadā ¼ daļai ošu Latvija bija izretināts vainags (25.5% no indivīdu kopskaita). Desmit gados ir samazinājies oša indivīdu skaits ar izretinātiem vainagiem (par 9.4 %), bet pieaudzis ošu skaits ar blīviem vainagiem (par 11.7%). Šajos desmit gados ošu indivīdu skaits ar vidēji blīvu vainagu pa gadiem ir palicis nemainīgs – indivīdu skaita mainība ir 4.3 % robežās (4.11. att.).

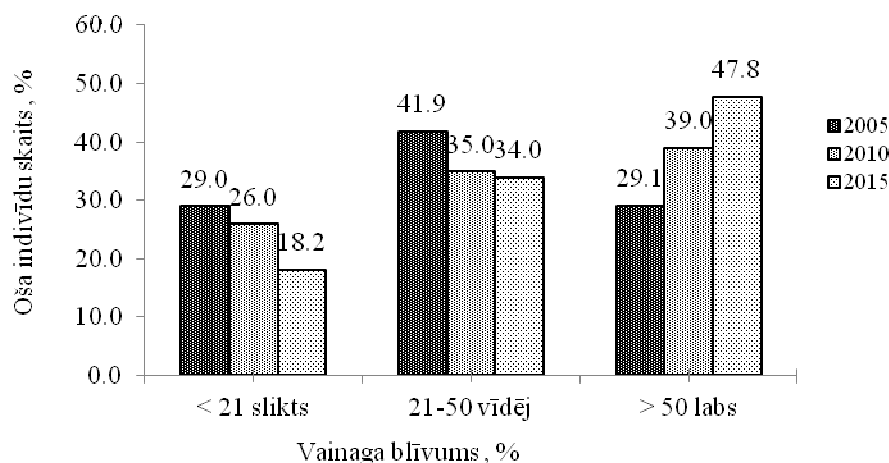


4.10.attēls. Oša vainaga blīvuma izmaiņas



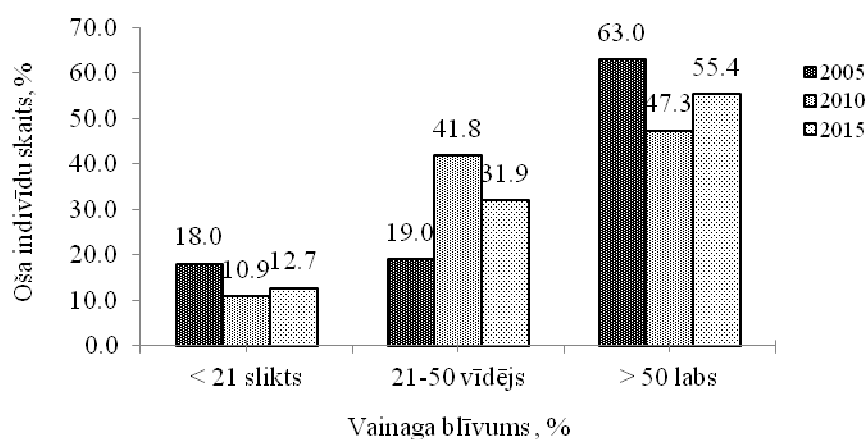
4.11. attēls. Oša vainaga blīvuma klasu dinamika 2005.-2015. gadā Latvijā

Līdzīgi kā valstī kopumā, oša indivīdu skaits pēc vainaga blīvuma mainās arī valsts rietumu un austrumu daļā (4.12., 4.13. att.). Raksturīgi, ka Rietumlatvijā ošu īpatsvara sarukums ar sliktu vainagu laika posmā starp 2005. un 2015. gadu, salīdzinot ar valsti kopumā, ir lielāks (par 10.8%), savukārt tajā pat laikā Rietumlatvijā krasāk pieaug oša indivīdu skaits ar līvu vainu (par 18.7 %).



4.12. attēls. Oša vainaga blīvuma klasu dinamika 2005.-2015. gadā Rietumlatvijā

Austrumlatvijā tāpat desmit gados ir samazinājies oša indivīdu skaits ar sliktu vainaga blīvumu, bet mazāk nekā Rietumlatvijā, bet oša indivīdu skaits pa gadiem ar vidēju un līvu vainagu svārstās stiprāk, salīdzinot ar Rietumlatvijā.

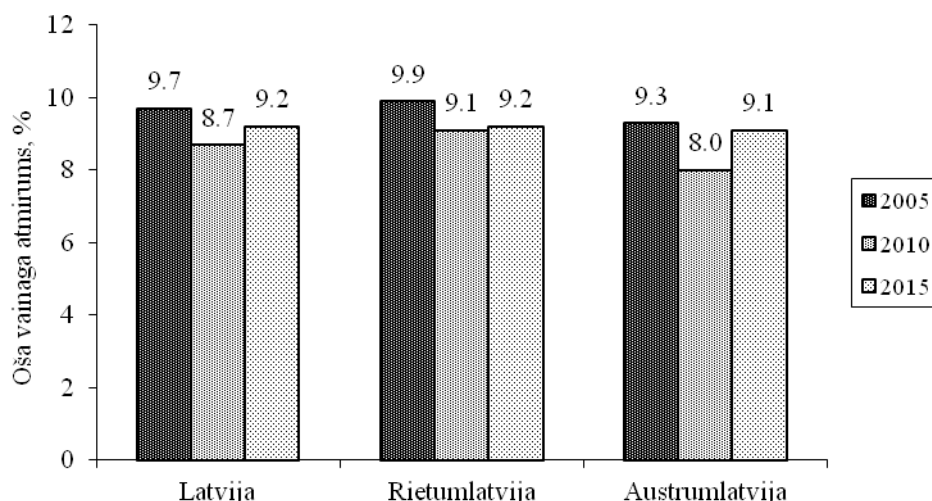


4.13. attēls. Oša vainaga blīvuma dinamika 2005.-2015. gadā Austrumlatvijā

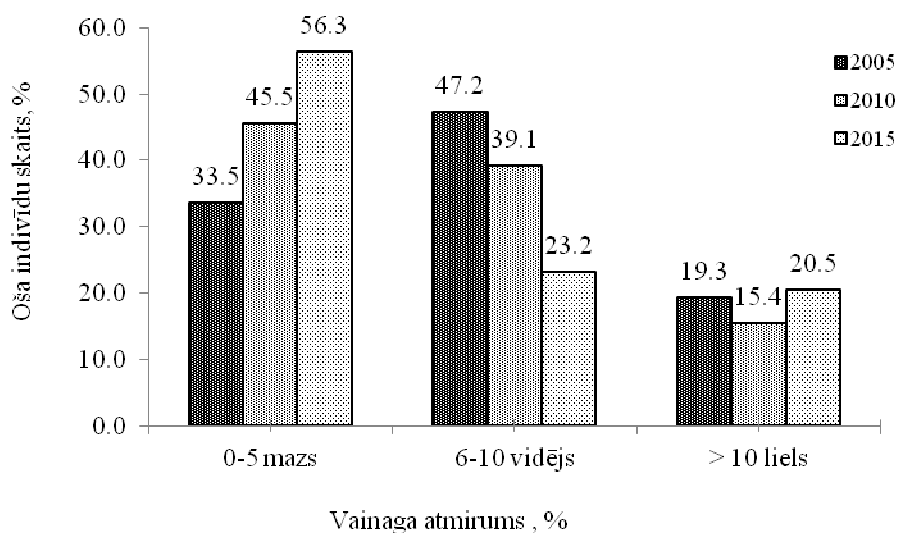
Vainaga atmirums raksturo sauso sīko zariņu (uz kuriem veidojas lapu pumpuri un normālos vides apstākļos veģetācijas sezonā ir attīstījušās lapas) daudzumu vainagā. Vidējais vainaga atmirums ošiem nepārsniedz 10%.

Vislielākais vidējais sauso zariņu apjoms ir 2005. gadā Latvijā – 9.7%, Rietumlatvijā – 9.9%, Austrumlatvijā – 9.3%. Nākamajos novērojumu gados sauso zariņu vidējais daudzums ir pakāpeniski samazinājies, bet statistiski būtiskas atšķirības ir tikai starp 2005. un 2010. gadus Latvijā un Austrumlatvijā ($p < 0.05$). Rietumlatvijā visos novērojumu gados saglabājas liels sausos zariņu apjoms (virs 9.0%), bet atšķirības starp gadiem ir nebūtiskas. Tāpat nebūtiskas ir atšķirības starp vainagā atmirušo zariņu apjomu valsts divos reģionos.

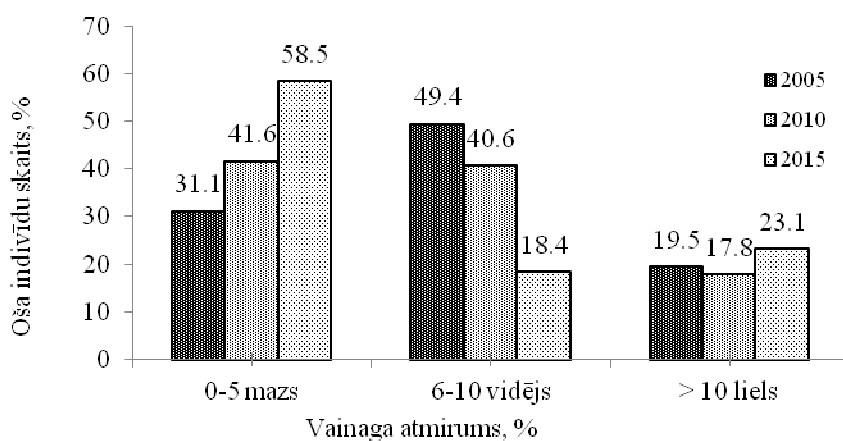
Pēc sauso zariņu apjoma vainagā, oša indivīdi iedalīti trīs grupās: oši ar mazu vainaga atmirumu – līdz 5%, ar vidēju – 6-10% un oši ar lielu vainaga atmirumu $> 10\%$. Visā novērojumu ciklā oša vainaga atmirums vidēji ir mazāks par 10 % (4.14.att.). Vainaga atmirumu klasēs desmit gados krasi ir izmainījušas oša indivīdu proporcijas: statistiski nozīmīgi ir pieaudzis indivīdu skaits ar mazu, bet samazinājies indivīdu skaits ar vidēju atmirumu ($z < 0.01$). Raksturīgi, ka 2015. gadā, salīdzinot ar 2010. gadu ir pieaudzis oša indivīdu skaits ar lielu sauso zariņu apjomu vainagā (Austrumlatvijā par 7.7 %, Rietumlatvijā – par 5.3%, bet valstī kopumā – par 5.1%), bet šīs proporcijas liela vainaga atmiruma klasē nav statistiski būtiskas (4.15., 4.16, 4.17. att.). Oša indivīdu skaita pieaugums ar lielu sauso zariņu apjomu norāda par pašlaik vēl joprojām intensīvu atsevišķu ošu kalšanu.



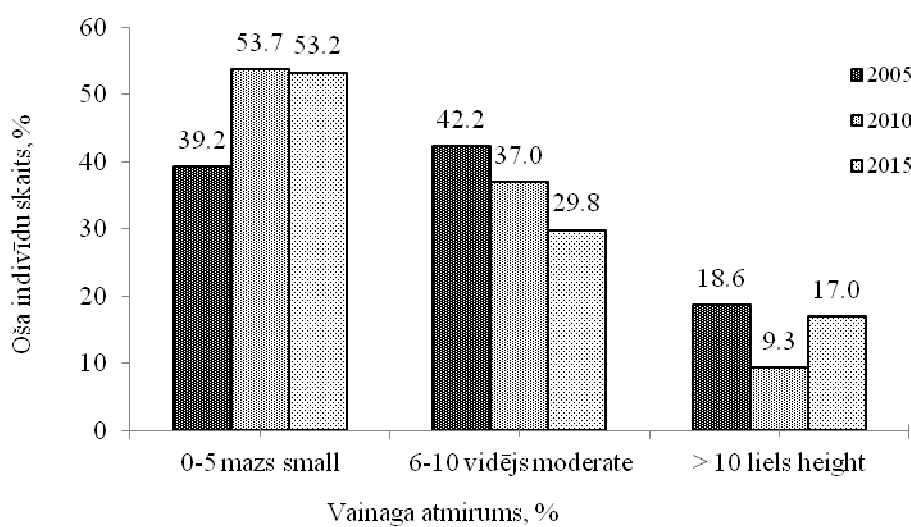
4.14.attēls. Oša vainaga atmiruma izmaiņas



4.15. attēls. Oša vainaga atmiruma klasu dinamika 2005.- 2015. gadā Latvijā



4.16. attēls . Oša vainaga atmiruma klasu dinamika 2005.-2015. gadā Rietumlatvijā

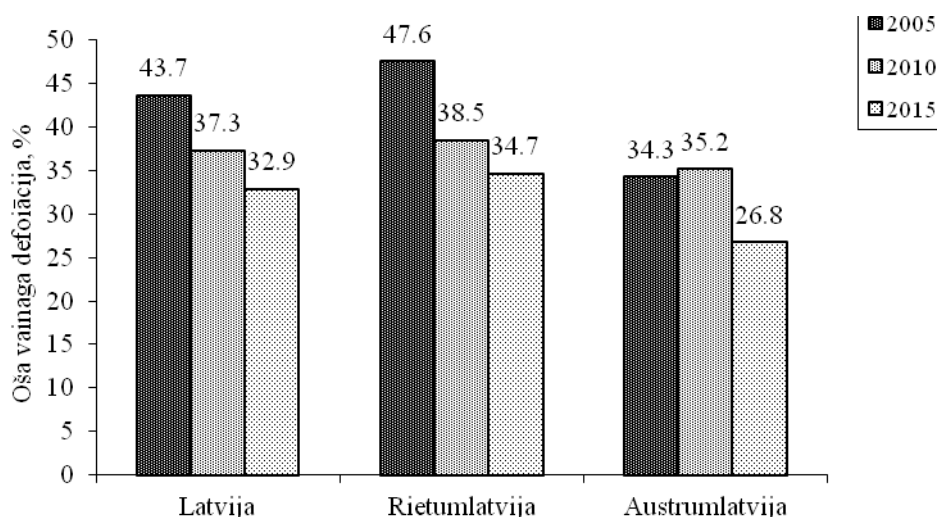


4.17.attēls. Oša vainaga atmiruma klasu dinamika 2005.-2015. gadā Austrumlatvijā

Vainaga defoliācija ir vispārīgs integrējošs vainaga veselības stāvokļa rādītājs, kas parāda vainaga izretinājumu (lapu zudums koka vainagā). Pie defoliācijas pakāpes novērtēšanas tiek ņemts vērā arī vainaga forma un zarojumu, stumbra bojājumi. Starptautiski meža monitoringa sistēmā ir pieņemts koku vainaga veselības stāvokļa (vainaga defoliācijas) dalījums četrās klasēs: defoliācija 0-10 % – nebojāts vainags, 11-25 % – nedaudz bojāts vainags, 26-60 % – vidēji bojāts vainags, 61-99 % – stipri bojāts vainags. Nereti individu defoliācijas uzskatāmai analīzei izmanto defoliācijas sadalījumu 10% defoliācijas intervālos.

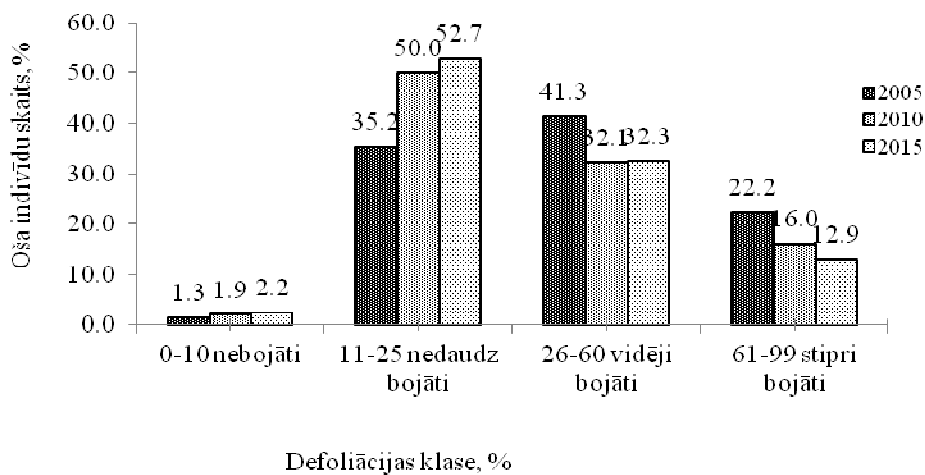
Visstiprāk oša vainagi bija bojāti 2005. gadā – vidējā vainagu defoliācija 43.7% (4.18., 4.19. att.). Nākamajos novērojumu ciklos nenokaltušo ošu vainagu aplapojums palielinās, (defoliācijas rādītājs samazinās) un 2015. gadā vidējā oša vainagu defoliācija ir 32.9 %, kas atbilst vidēji bojātu vainagu defoliācijas klasei, desmit gados vainagu vidējā defoliācija Latvijā ir samazinājusies par 10.8 %. Oša vainagu defoliācijas atšķirības starp novērojumu sākuma gadu (2005.g) un turpmāko novērojumu diviem gadiem (2010., 2015.g.) ir statistiski būtiskas ($p < 0.05$). Savukārt pēdējos piecos gados oša vainaga defoliācijas rādītāji ir izlīdzinājušies (2015.g. vainaga veselības stāvoklis pret 2010.g. ir uzlabojies par 4.4 %) un atšķirība vairs nav statistiski būtiska.

Arī Rietumlatvijā, līdzīgi kā Latvijā, saglabājas līdzīga defoliācijas dinamika un defoliācijas atšķirību būtiskums starp gadiem; vainaga stāvoklis desmit gados Rietumlatvijā ir uzlabojies par 13.0% (4.18., 4.20. att.).

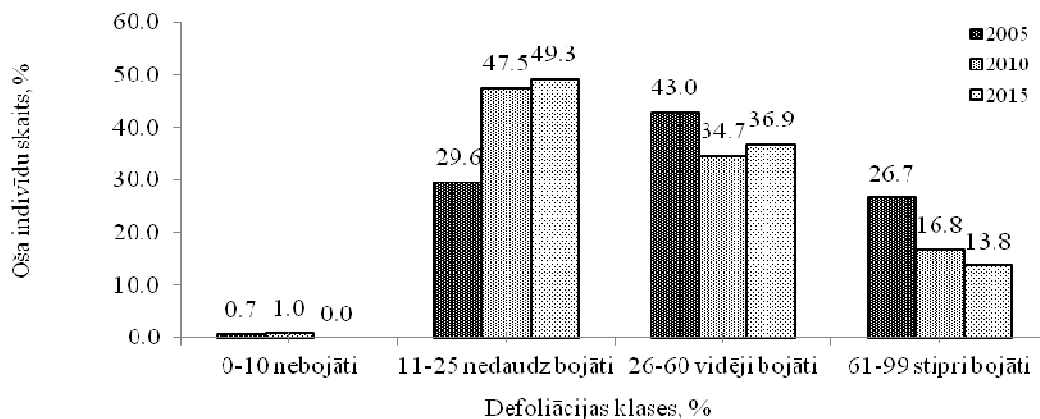


4.18.attēls. Oša vainaga defoliācijas izmaiņas

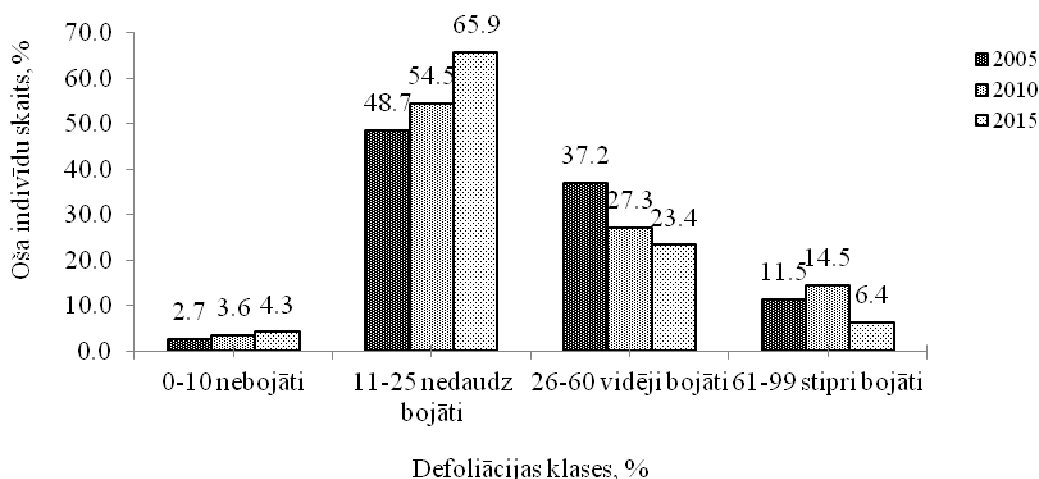
Atšķirīga defoliācijas dinamika ir Austrumlatvijas parauglaukumos. 2010.gadā, salīdzinot ar 2005. gadu, vainagu stāvoklis ir pat pasliktinājies (par 0.9%). Krasāks vainagu stāvokļa uzlabojums Austrumlatvijā ir 2015.gadā, kad salīdzinājumā ar 2010.gadu defoliācija ir samazinājusies par 8.4% (4.18., 4.21. att.). Pēdējā gada oša vainaga stāvokļa uzlabojumi, attiecībā pret diviem iepriekšējiem novērojumu cikliem ir statistiski būtiski ($p < 0.03$).



4.19. attēls . Oša vainaga defoliācijas klasu dinamika 2005.-2015. gadā Latvijā



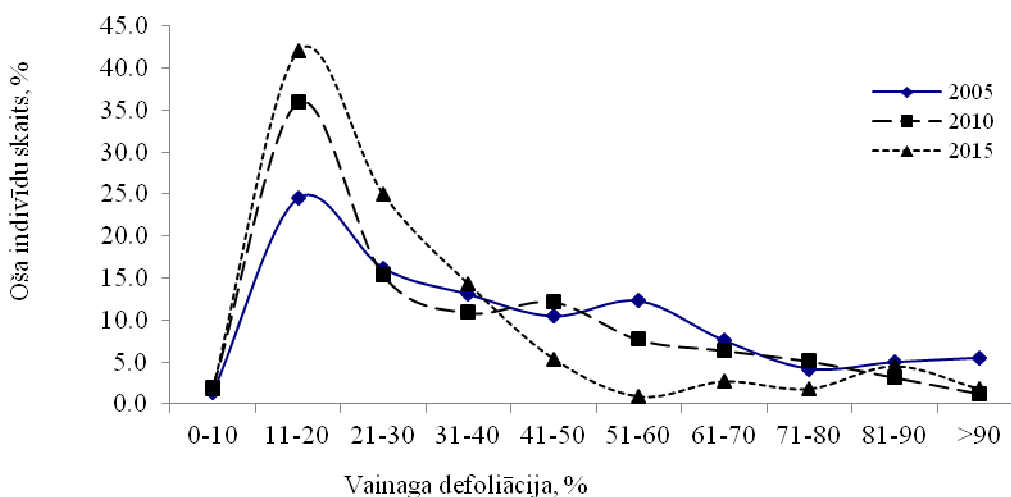
4.20. attēls . Oša vainaga defoliācijas dinamika 2005.-2015. gadā Rietumlatvijā



4.21. attēls . Oša vainaga defoliācijas dinamika 2005.-2015. gadā Austrumlatvijā

Nozīmīgi ir mainījušās indivīdu proporcijas vainaga defoliācijas klasēs. Latvijā un Austrumlatvijā statistiski būtiski 2015.gadā attiecībā pret 2005.gadu ir samazinājies vidēji bojāto, bet Latvijā un Rietumlatvijā arī stipri bojāto ošu īpatsvars ($p < 0.05$). Tajā pat laikā kā Latvijā kopumā, tā arī valsts divos reģionos starp novērojumu gadiem ir pieaugusi nedaudz bojāto ošu proporcija ($p < 0.05$).

Oša vainagu defoliācijas sadalījuma līknes 10% intervālos novērojumu gados ir līdzīgas un asimetriskas (4.22. att.). Oša audzēs vislielākā skaitā ir sastopami indivīdi 11-20% defoliācijas intervālā. 2005. gadā šajā defoliācijas klasē bija piektā daļa (24.5%), 2010. gadā jau pāri par trešdaļu (35.9%), bet pēdējā – 2105.gadā 42.0%.



4.22. attēls. Oša indivīdu skaita defoliācijas dināmika 10% intervālā 2005.- 2015.g. Latvijā

4.4. *Ūdenszari un to blīvums*

Uzsākot oša veselības stāvokļa pētījumus 2005.gadā, uzmanību piesaistīja lielais ošu skaits ar ūdenszariem (epicormic shoots), kas bija izveidojušies uz stumbra galvenokārt tā vidusdaļā zem vainaga. Atsevišķiem kokiem, kuriem vainags bija stipri izretināts vai pat jau nokaltis, ūdenszari bija izveidojušies uz stumbra arī vainaga daļā, bet šeit tie bija retāki nekā stumbra vidusdaļā zem vainaga. Ievērojami retāki ūdenszari tika novēroti 2010. gadā, bet 2015. gadā uz ošiem ūdenszari vairs netika novēroti.

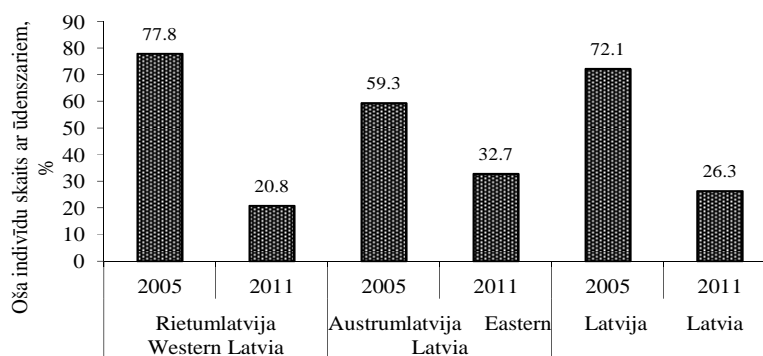
Ūdenszari osim sāk veidoties vides stresa faktoru ietekmē: parasti pastiprināties augtēnes argaismojumam vai arī izmainoties barošanās apstākļiem (Пятницкий et al 1963; Харитонович 1968; Гордиенко, Гордиенко 1992); ūdenszaru veidošanās iespējama arī pie spējas slimību un kaitēkļu invāzijas kā arī citu vides faktoru ietekmē (Halmschlager, Kirisits 2008).

Ūdenszaru daudzums oša audzēs novērtēts ar vairākiem rādītājiem. Visvienkāršākais un visobjektīvākais ūdenszaru veidošanās intensitātes rādītājs audzē ir *ošu skaits ar ūdenszariem*. Mazāk objektīvs ir ūdenszaru daudzuma novērtējums. *Ūdenszaru attiecība* rāda, kādu daļu (procentos) no oša garuma aizņem ūdenszari. *Ūdenszaru blīvums* atspoguļo ūdenszaru aplapojumu. Ūdenszaru attiecība un ūdenszaru blīvums, tāpat kā vainaga parametric novērtēti pēc acumēra procentos ar 5 % intervālu.

2005. gadā gandrīz visās apsekotajās audzēs lielākai daļai ošu (72.1 % no ošu kopskaita), bija izveidojušies ūdenszari (4.23. att.). Šajā laikā lielāks ūdenszaru īpatsvars (77.8 %) bija valsts rietumu ošu audzēs, mazāks (59.3 %) austrumu ošu audzēs ($p < 0.05$). Pēdējā novērojumu ciklā 2010. gadā, salīdzinot ar 2005. gadu, ošu skaits ar ūdenszariem ir ievērojami samazinājies kopumā Latvijā par 45.8 % ($p < 0.05$), Rietumlatvijā par 57.0 % ($p < 0.05$), bet Austrumlatvijā par 26.6 % ($p < 0.05$). Zīmīgi, ka 2011. gadā Vidzemē un Latgalē ir lielāks (par 11.9 %) ošu daudzums ar ūdenszariem, nekā tas ir Kurzemē, Zemgalē un Augšzemē (proporcijas gan nav statistiski būtiskas).

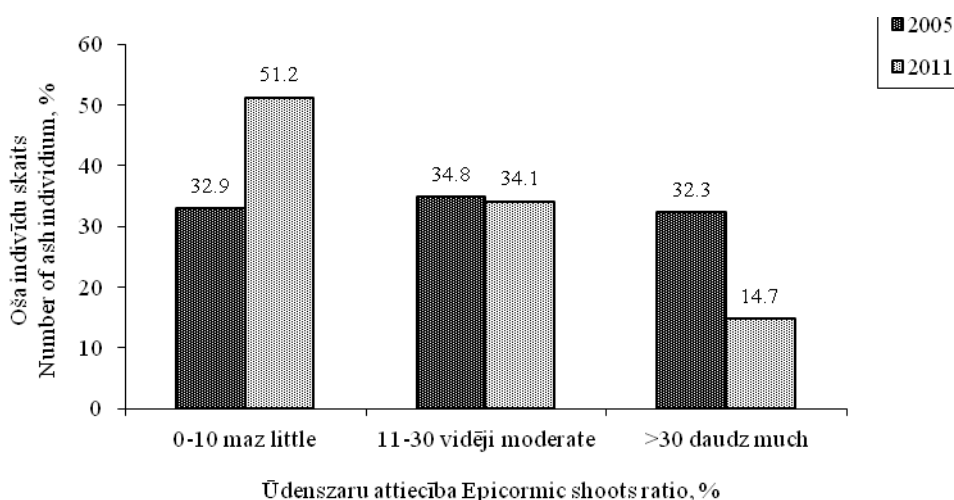
Ūdenszari parasti no oša stumbra garuma aizņem 25-30 %: 2005. gadā vidējā ūdenszaru attiecība bija 26.8 %, bet 2010. gadā ūdenszaru apjoms bija ievērojami sarucis – 17.7 %. Abos novērojumu gados gan bija arī oša indivīdi, kuriem gandrīz viss stumbrs (80-90 %) bija noklāts ar ūdenszariem.

Kopumā Latvijā vairāk nokaltuši ir oši tieši ar ūdenszariem. 2010. gadā 17 parauglaukumos (bez nocirstajiem Aizputes, Gulbenes un Šēderes laukumiem) no visiem nokaltušajiem ošiem 82.0 % 2005. gadā ir bijuši ar ūdenszariem (Rietumlatvijā – 80.7 %, Austrumlatvijā – 84.0 %).



4.23. attēls. Ošu īpatsvars (%) ar ūdenszariem

Pēc ūdenszaru azņemtās stumbra daļas, ūdenszaru attiecība iedalīta trīs klasēs: maza – < 10 %, vidēja – 11-30 % un liela – > 30 %. Pēdējos 5-6 gados ir mainījušās indivīdu skaita attiecības ūdenszaru garuma klasēs (4.24. att.). Latvijā kopumā par 17.6 % ir samazinājies ($p < 0.05$), bet par 18.3 % ir palielinājies ošu daudzums ar īsiem ūdenszariem ($p < 0.05$). Līdzīgi oša indivīdu skaits ir mainījies ūdenszaru garuma klasēs arī valsts reģionos, bet šīs procentuālās attiecības nav statistiski ticamas.



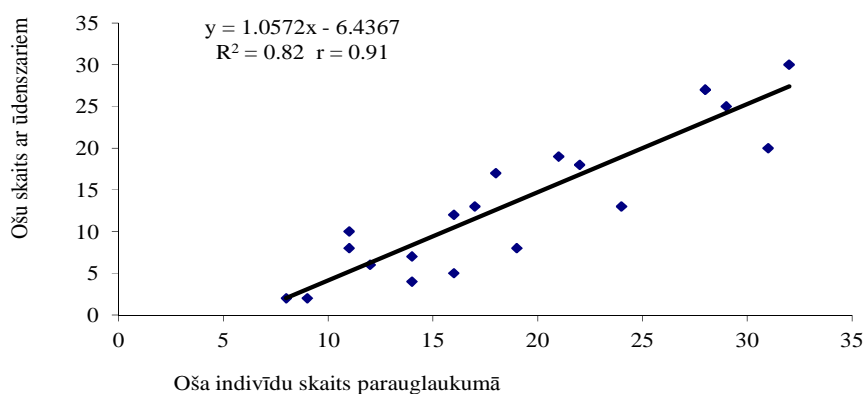
4.24. attēls. Ūdenszaru attiecības dinamika Latvijā

Lielāks ošu skaits ar ūdenszariem 2005. gadā bija oša tīraudzēs, piemēram, Jaunlašos no 27 ošiem ūdenszariem bija visiem kokiem (100 %), Bauskā – 90 %, Barkavā – 81 %, Aizputē – 75 %, savukārt audzēs ar lielāku citu koku piejaukumu šis skaits ar ūdenszariem bija mazāks: Pīksārē ūdenszariem bija tikai 25 %, bet Vestienā 28 % no ošu kopskaita.

Lai noskaidrotu ūdenszaru veidošanās īpatnības dažāda sugu sastāva, vecuma utt. audzēs, ir meklētas sakarības (korelācijas analīze) starp oša indivīdu skaitu ar ūdenszariem, ūdenszaru vidējo attiecību, ūdenszaru vidējo blīvumu, sugu skaitu kokaudzē, oša un citu

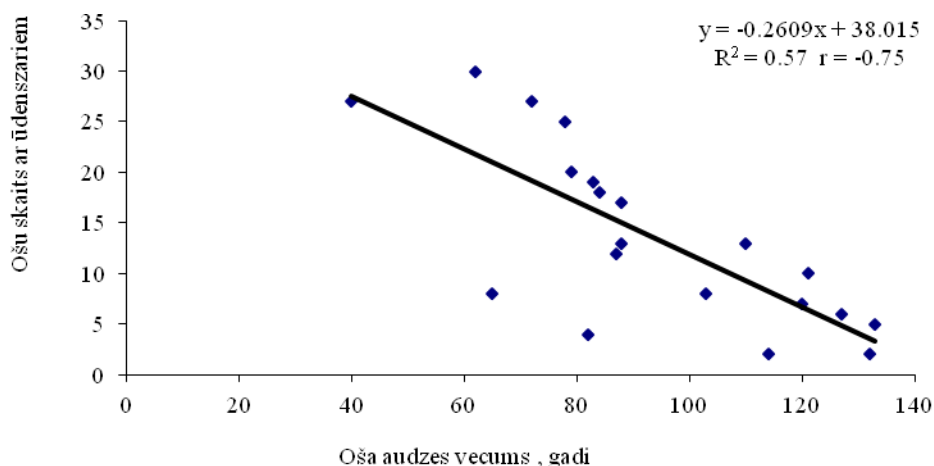
sugu indivīdu skaitu kokaudzē un audzes vecumu parauglaukumos 2005. un 2011. gadā. Analizējot 2005. g. datus, ir konstatētas ticamas sakarības starp oša indivīdu skaitu ar ūdenszariem un kopējo oša indivīdu skaitu parauglaukumā $r = 0.91$ ($p < 0.05$) (4.25. att.), kā arī oša indivīdu skaitu parauglaukumā un audzes vecumu $r = -0.75$ ($p < 0.05$) (4.26. att.). Savukārt ūdenszaru aizņemtajai stumbra daļai (ūdenszaru attiecība) un blīvumam nav sakarības ar kokaudzes parametriem parauglaukumos.

Tātad lielāka varbūtība veidoties ūdenszariem ir oša tīraudzēs, kā arī vidēja vecuma un briestaudzes vecuma audzēs (Пятницкий et al 1963; Гордиенко, Гордиенко 1992).



4.25.attēls. Sakarība starp ūdenszaru veidošanās intensitāti un oša daudzumu

Jāpiezīmē, ka 2011. gadā oša indivīdu daudzums ar ūdenszariem bija ievērojami samazinājies un sakarības starp oša indivīdu skaitu ar ūdenszariem un kokaudzes parametriem (kopējais oša indivīdu skaits, audzes vecums u.c.) parauglaukumos vairs netika konstatētas.



4.26.attēls. Sakarība starp audzes vecumu un ūdenszaru veidošanās intensitāti

Parasti ūdenszari ir skraji, to vidējais segums uz oša stumbra ir 10-20 %. Ūdenszari tikai uz atsevišķiem ošiem veido vienlīdz blīvu klājienu. Lielākais ūdenszaru blīvums novērots uz atsevišķiem ošiem 2005. gadā Barkavā – 60-80 % un Limbažos – 70 %, bet šādi gadījumi ir ļoti reti. Kopumā 2005. gadā ūdenszari ir veidojuši par 3-4 % blīvāku klājienu, nekā 2011. gadā. Austrumlatvijas ošu audzēs ūdenszaru projektīvais segums abos novērojumu gados ir par 4.5 un 2.3 % blīvāks nekā Rietumlatvijā.

Sakarības starp vainaga un ūdenszaru parametriem

Starp visiem novērotajiem oša vainaga parametriem abos novērojumu gados, kā to arī varēja sagaidīt, ir konstatētas statistiski ticamas sakarības (4.6. tab.). Ciešākā saistība ir vainaga formas kompakstumam (vainaga blīvumam) un lapu zudumam vainagā jeb vainaga defoliācijai ($r > 0.80$). Zīmīgi, ka visos gadījumos korelācijas koeficientu vērtības augstākas ir 2011. gadā. 2005. gadā ošu destrukcija notika intensīvāk, vainaga vizuālā kompozīcija bija heterogēnāka un līdz ar to vainaga raksturlielumi mainīgāki. Pēdējos gados saglabājušos ošu ekofizioloģiskie procesi un tādejādi arī vainaga struktūra ir bvairāk nostabilizējusies, tāpēc korelācijas koeficientu vērtības ir augstākas.

4.6.tabula

Sakarības (korelācijas koeficients) starp vainaga parametriem. Virs diagonāles 2005.g., zem diagonāles – 2010. gada parametru korelācijas koeficients un novērojumu skaits

Vainaga parametri	Vainaga attiecība	Vainaga blīvums	Vainaga atmirums	Defoliācija Defoliation	Ūdenszaru attiecība	Ūdenszaru segums
Vainaga attiecība		0.67 ** n = 328	-0.23 ** n = 325	-0.64 ** n = 328	-0.59 ** n = 216	-0.47 ** n = 217
Vainaga blīvums	0.68 ** n = 150		-0.44 ** n = 325	-0.81 ** n = 328	-0.45 ** n = 216	-0.42 ** n = 217
Vainaga atmirums	-0.39 ** n = 150	-0.62 ** n = 150		0.55 ** n = 328	0.21 ** n = 234	0.15* n = 236
Defoliācija	-0.65 ** n = 150	-0.86 ** n = 150	0.64 ** n = 151		0.44 ** n = 264	0.22** n = 266
Ūdenszaru attiecība	-0.67 ** n = 38	-0.43** n = 38	0.18 n = 39	0.28 n = 39		0.49 ** n = 264
Ūdenszaru segums cover	-0.65 ** n = 40	-0.47 ** n = 40	0.24 n = 41	0.19 n = 41	0.52 ** n = 39	

** p < 0.01; * p < 0.05_s

Ūdenszaru attiecībai un ūdenszaru segumam permanenta saistība abos novērojumu gados ir ar vainaga garumu un vainaga blīvumu. Turpretim ūdenszaru parametriem ar vainaga defoliāciju, kas lielā mērā atspoguļo arī koka vispārējo veselības stāvokli, saistība ir mazāk cieša, bet 2010. gadā vispār šīs sakarības nav būtiskas.

Sakarības starp oša vainaga stāvokļa un ūdenszaru parametriem no vienas puses un oša indivīda caurmēra, augstuma un vainaga projekcijas rādītājiem ir vidēja vai zema 4.7., 4.8. tab.). Abos novērojumu periodos stabilākas vidēji ciešas sakarības ir starp oša vainaga caurmēru un vainaga parametriem, vājas un maznozīmīgas (tikai 2005. gadā pie lielāka novērtēto ošu skaita) starp sumbra caurmēru, augstumu un vainaga parametriem.

4.7.tabula

Sakarība (korelācijas koeficients) starp vainaga un kokaudzes parametriem 2005. gadā

Vainaga parametri	Stumbra caurmērs	Oša augstums	Vainaga asimetrija	Vainaga caurmērs
Vainaga attiecība	0.29 ** n = 328	0.15 ** n = 328	0.07 n = 327	0.40 ** n = 327
Vainaga blīvums	0.23 ** n = 328	0.17 ** n = 328	0.05 n = 327	0.35 ** n = 327
Vainaga atmirums	0.05 n = 328	0.050 n = 328	0.11 n = 327	-0.18 ** n = 327
Defoliācija	-0.27** n = 327	-0.21 ** n = 327	0.09 n = 327	-0.48 ** n=327
Ūdenszaru attiecība	-0.20** n = 264	0.05 n = 264	-0.11 n = 263	-0.23 ** n = 263
Ūdenszaru blīvums	0.01 n = 266	0.09 n = 266	-0.07 n = 265	-0.02 n = 265

** p < 0.01; * p < 0.05

4.8.tabula

Sakarība (korelācijas koeficients) starp vainaga un kokaudzes parametriem 2010. gadā

Vainaga parametri	Stumbra caurmērs	Oša augstums	Vainaga asimetrija	Vainaga caurmērs
Vainaga attiecība	0.08 n = 150	0.09 n = 150	0.02 n = 150	0.39 ** n = 150
Vainaga blīvums	-0.04 n = 150	0.04 n = 150	-0.05 n = 150	0.37 ** n = 150
Vainaga atmirums	0.12 n = 151	0.08 n = 151	-0.02 n = 151	-0.25 ** n = 151
Defoliācija	0.05 n = 151	-0.04 n = 151	0.02 n = 151	-0.24 ** n = 151
Ūdenszaru attiecība	-0.48 ** n = 39	-0.43 ** n = 39	0.08 n = 39	-0.53 ** n = 39
Ūdenszaru blīvums	-0.33 ** n = 41	-0.18 n = 41	0.15 n = 41	-0.34 ** n = 41

Savukārt ūdenszaru parametri 2010. gadā uzrāda vidēji ciešas sakarības ar taksācijas rādītājiem, starp kuriem uzmanības vērta ir lielāka ūdenszaru garuma un seguma sastopamība uz mazāka caurmēra ošiem (4.7. tab.). Tātad šīs sakarības vēlreiz apliecina, ka uz jaunāku ošu stumbriem (ja pieņemam, ka jaunāki indivīdi ir ar mazāku caurmēru), ir lielāka iespēja veidoties ūdenszariem,

4.5. Oša audžu koku vainaga projekcijas parametri

Vainaga projekcijas asis un forma

Koku vainagu lielumu raksturo vainagu projekcijas divi mērījumi: vainagu projekcijas garākā ass (L_1) un vainaga projekcijas garākajai asij perpendikulāra, īsākā vainaga projekcijas ass (L_2). Vainaga projekcijas garākā ass ir attālums starp vainaga garāko zaru projekcijas punktiem uz zemes. Mērot vainaga lielāko izvēsumu, vainaga garākā zara gala projekcijas iedomātajai līnijai uz zemes ir jāsakrīt ar mērītāja vertikālo viduslīniju. Abas vainaga projekcijas asis tiek mērītas caur koka stumbru (att). Vainagu projekcijas asis katrā novērojumu ciklā izmērītas visiem parauglaukumā iezīmētajiem kokiem.

Pamatojoties uz vainaga projekcijas asu mērījumiem ir aprēķināts vainaga caurmērs $(L_1+L_2)/2$, kā arī vainaga asimetrija (L_2/L_1).

Koku vainagi oša audzēs pēc vainaga projekcijas izmēriem un formas iedalīti trīs grupās. Pirmā grupa – koki ar maziem un gandrīz apļveida formas vainagiem, otrā grupa – koki ar vidēji lieliem un stiprāk izrobotas formas vainagiem un trešā grupa – koki ar lieliem un neregulāras formas vainagiem.

Oša kokaudzes ir saliktas audzes. Tāpēc vainaga projekciju dimensijas sugām audzē, ņemot vērā audzes stāvokumu, ir atšķirīgas. Osis ir dominējoša suga un parasti veido augstāko vainaga klāju (pirmo apakšstāvu) ar lielākajiem vainagiem. Daudziem veselīgiem indivīdiem vainaga projekcijas garākā ass pārsniedz 10-15 m, vainaga caurmērs ir lielāks par 7 m. Tajā pat laikā slimajiem ošiem vainags ir stipri reducēts, zaru lielākajai daļai galotnes ir atmirušas un ap stumbru veidojas lapotne augstākais pāris metrus caurmērā. Tāpēc ošiem ir izdalīta vainaga caurmēra klase, mazāka par 3 m (4.9. tab.).

Zem oša vainagu klāja ir sastopamas citas, biežāk platlapu koku sugas (goba, kļava, liepa, ozols) retāk pioniersugas (bērzs), ar mazākiem, bet parasti kompaktākiem (salīdzinot ar osi), vainagiem. Lielāko vainagu projekciju caurmērs otrā apakšstāva koku sugām pārsniedz 6 m, bet mazākais – 4 m (4.10.tab.).

Sabrūkot oša audzēm daudzviet intensīvi atjaunojas apse un egle, kuriem ir neliels vainags – daudziem indivīdiem mazāks par 3 m, tāpēc šīs divas sugas pēc vainagu projekcijas izmēriem veido atsevišķu kopu (4.11.tab.).

4.9.tabula. Oša vainaga projekcijas parametru gradācijas

Vainaga parametrs	Vainaga lieluma gradācijas		
	Maza	Vidēja	Liela
Vainaga projekcijas garākā ass, m	<3.0	3.1-7.0	>7.0
Garākajai asij perpendikulārā ass, m	<2.0	2.1-6.0	>6.0
Vainaga caurmērs, m	<3.0	3.1-7.0	>7.0
Vainaga asimetrija	>0.90	0.81-0.90	<0.90

4.10. tabula. Gobas, liepas, kļavas, ozola un bērza vainaga projekcijas parametru gradācija

Vainaga parametrs	Vainaga lieluma gradācijas		
	Maza	Vidēja	Liela
Vainaga caurmērs, m	<4.0	4.1-6.0	>6.0
Vainaga asimetrija	>0.90	0.81-0.90	<0.90

4.11..tabula. Apses un egles vainaga projekcijas parametru gradācija

Vainaga parametrs	Vainaga lieluma gradācijas		
	Maza	Vidēja	Liela
Vainaga caurmērs, m	<3.0	3.1-6.0	>6.0
Vainaga asimetrija	>0.90	0.81-0.90	<0.90

Oša vainaga izmēru dinamika

Novērojumu periodā slimības ietekmē ir izmainīties oša vainaga projekcijas parametri: vainaga projekcijas asu garumi (tādejādi arī vainaga caurmērs), kā arī vainaga projekcijas konfigurācija (4.-7. pielikums). Oša vainaga parametru rādītāji atšķirās Rietumlatvijas (audzes uz rietumiem un dienvidiem no Daugavas) un Austrumlatvijas (uz ziemeļiem no Daugavas) oša audzēs.

Oša vainaga caurmērs desmit gados (2005.-2015.g.) Latvijā ir samazinājies par 0.6 m, vairāk Rietumlatvijā – par 1.1 m, (abos gadījumos atšķirības ir statistiski būtiskas $p \leq 0.05$), mazāk Austrumlatvijā – par 0.6 m (atšķirības ir statistiski nebūtiskas). Novērojumu periodā Latvijā statistiski būtiski ($p \leq 0.05$) par 10.8 % ir samazinājies ošu skaits ar liela caurmēra (> 7.0 m) vainagiem. (4.23.att.), Austrumlatvijā šī tendence ir krasāka – oša indivīdu skaits ar liela caurmēra vainagiem ir sarucis par 20.4 % ($p \leq 0.01$), Rietumlatvijā mazāk – par 11.1 % un atšķirības starp 2005.gada un 2015. gada mērījumiem ir statistiski nebūtiskas (4.24.att). Tajā pat laikā periodā Rietumlatvijā būtiski ir pieaudzis oša indivīdu daudzums (par 15.5 %) ar maza caurmēra vainagiem ($p \leq 0.05$).

Raksturīgi, ka oša vainagi ir kļuvuši asimetriskāki, pieaudzis ošu daudzums ar neregulāras formas vainagiem. Ja 2005., 2010.g. Latvijā projekcijas asu attiecība bija

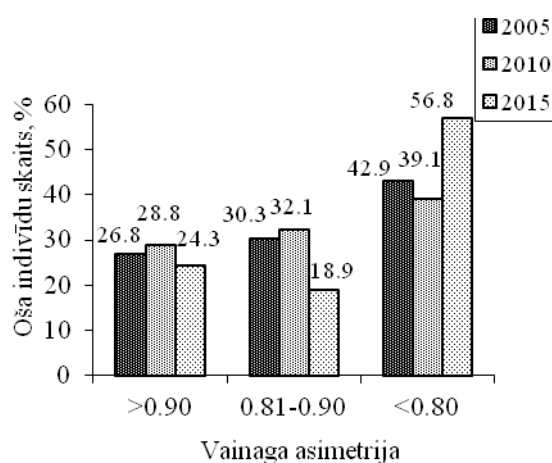
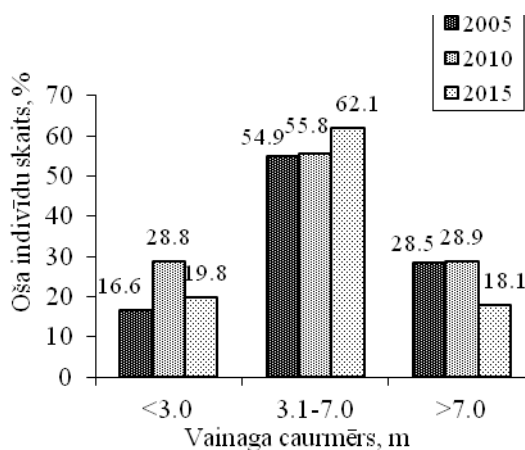
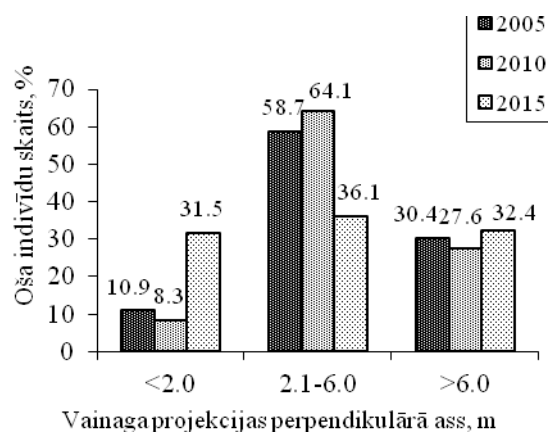
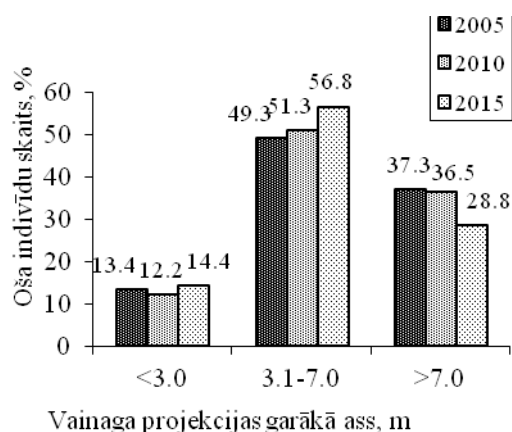
0.80 – 0.82, tad pēdējā novērojumu ciklā 2015.gadā projekcijas asu attiecība ir 0.76 un būtiski atšķiras no iepriekšējiem novērojumu cikliem ($p \leq 0.05$). Vainagu projekciju asimetrija ir palielinājusies kā Rietumlatvijā, tā arī Austrumlatvijā, Rietumlatvijā vainaga projekcijas izrobošana ir mazāka un atšķirības starp gadiem ir statistiski nebūtiskas, bet Austrumlatvijā vainaga asimetrija ir lielāka un starp novērojumu cikliem ir statistiski būtiska.

Kā Latvijā kopumā statistiski būtiski ($p \leq 0.05$), tā arī Rietumlatvijā un Austrumlatvijā, bet statistiski nebūtiski ir pieaudzis ošu daudzums ar stipri neregulāras formas vainagiem (vainaga asimetrija < 0.80) (4.27-4.29.att.). Raksturīgi, ka Kurzemes un Zemgales oša audzēs novērojumu periodā ir krasi (par 24.7 %), statistiski būtiski ($p \leq 0.01$), ir samazinājies indivīdu daudzums ar kompaktiem vainagiem.

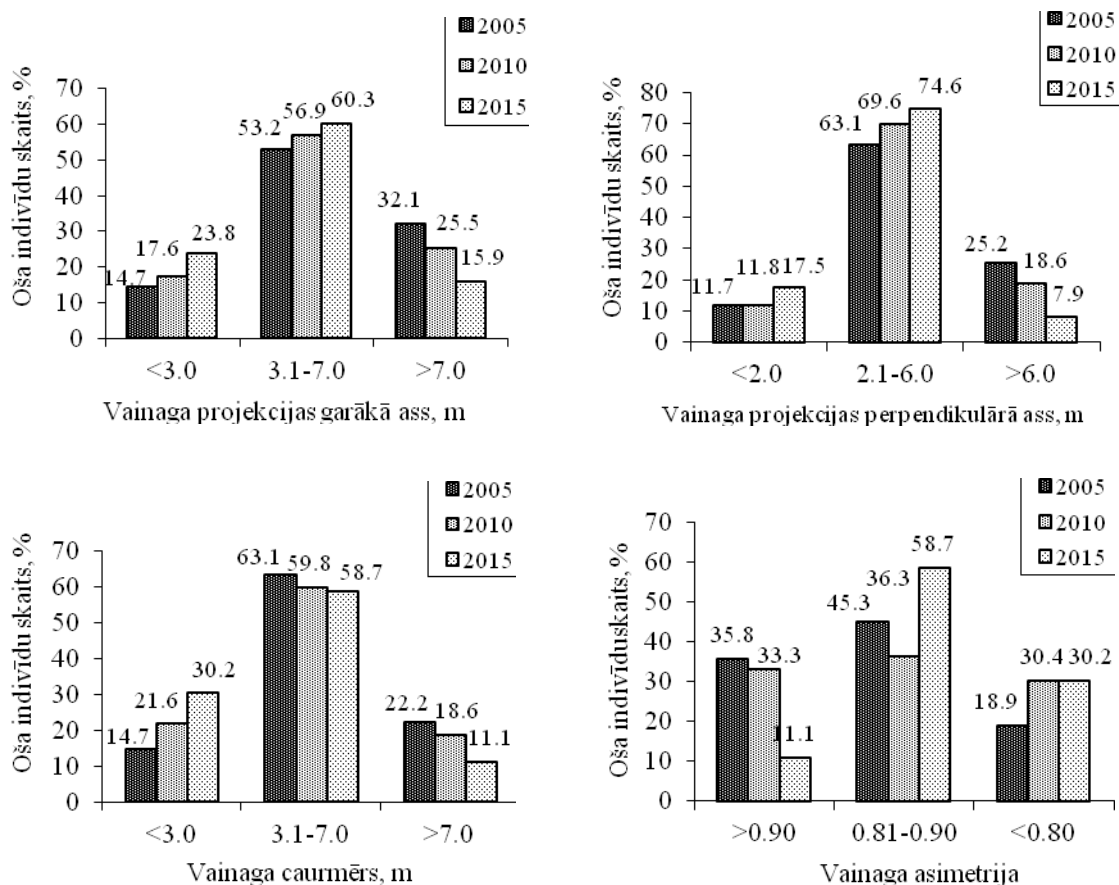
Starp novērojumu cikliem (2005.-2015.g.) vairāk ir samazinājusies vainaga projekcijas garākajai asij perpendikulārās ass garums – Latvijā par 0.7, Rietumlatvijā par 1.1, Austrumlatvijā – par 0.7 m, mazāk projekcijas garākā ass – attiecīgi par 0.6, 1.1 un 0.4 m (5.pielikums).

Oša vainagu projekciju asu mērījumu izkliede jeb variācijas koeficients visos novērojumu ciklos ir lielāka par 40 %.

Pašlaik oša indivīdi ar lielāko vainaga caurmēru ir sastopami tieši Austrumlatvijā: Limbažos – 15.1 m (asis attiecīgi 18.4 un 11.8 m), Ainažos – 12.7 m (asis 14.3 un 11.1 m) un Viļakā – 10.4 m (asis 11.2 un 9.5 m). Vēl Austrumlatvijā ir 4 oši (Vestiena, Limbaži, Ezernieki), kuru projekcijas garākā ass pārsniedz 10 m. Savukārt Rietumlatvijā, kur ir ievērojami lielāks izmērīto oša vainagu daudzums, 2015.gadā ir pāris oši (Viesīte, Ķemeri_2), kuru vainaga projekcijas garākā ass pārsniedz 10 m, no tiem lielākais vainags ir Viesītes parauglaukuma osis, asu garums attiecīgi 10.4 un 9.5 m.



4.27..attēls. Oša indivīdu sadalījums vainaga projekcijas parametru klasēs 2005.-2015.g. Latvijā



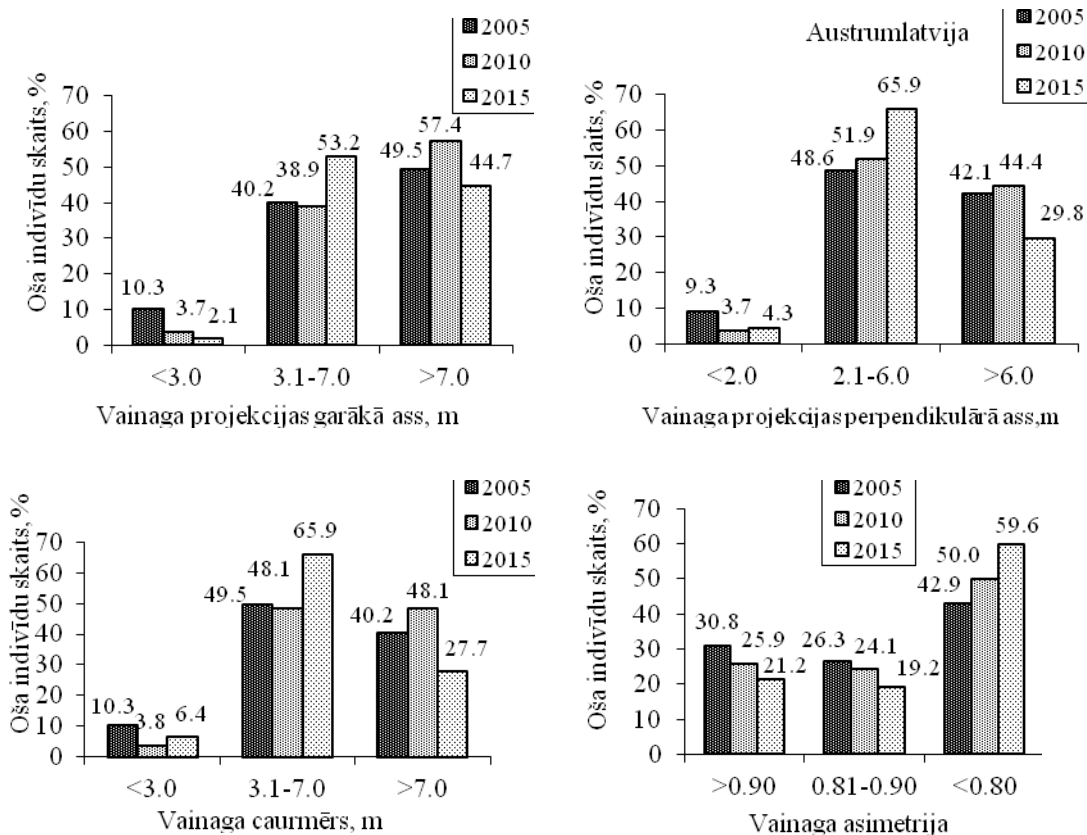
4.28.attēls. Oša indivīdu sadalījums vainaga projekcijas parametru klasēs 2005.-2015.g. Rietumlatvijā

Vainaga projekcijas parametru analīze atspoguļo vairākas oša vainaga apjoma izmaiņas tendences. Pirmkārt, oša vainaga apmēri (vainaga projekciju asu garumi, vainaga vidējais caurmērs) desmit gados nepārtraukti samazinās, kas sevišķi ir raksturīgs Kurzemes un Zemgales oša audzēm, kur šis process ir intensīvāks salīdzinot ar Vidzemes un Latgales ziemeļaustrumu oša audzēm. Arī Austrumlatvijā tāpat notiek vainaga apmēru sarūkšana, bet samazinājuma apmēri, salīdzinot ar valsts rietumu daļu, ir mazāki. Oša vainagu projekcijas asu mērījumi, kā arī caurmēra dati pa novērojumu cikliem konsekventi statistiski būtiski atšķiras ($p \leq 0.05$). Otrkārt, pēdējos gados ievērojami mainās vainaga projekcijas forma. Pieaug neregulāras formas oša vainagu īpatsvars, ošiem vainagā ir saglabājušies atsevišķi gari zari, kas, acīm redzot, ir raksturīga oša audžu visai intensīvas degradācijas procesa pazīme.

Raksturīgi, ka oša vainaga asimetrijas rādītāji, starp Rietum- un Austrumlatviju pa novērojumu cikliem statistiski būtiski neatšķiras.

Novērojumu periodā ir samazinājušies oša vainaga projekcijas asu vidējie lielumi un attiecīgi arī vainaga vidējais caurmērs. Mazāks oša vainaga dimensiju samazinājums ir

starp pirmo un otro novērojumu ciklu (2005.-2010.g.), bet lielāks samazinājums ir starp pirmajiem diviem novērojumu cikliem un trešo – 2015. gada novērojumu ciklu (attiecīgi .

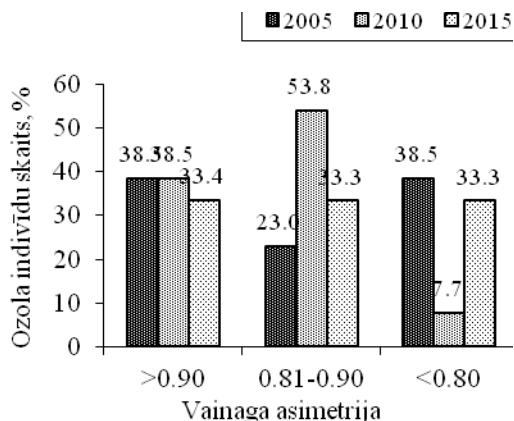
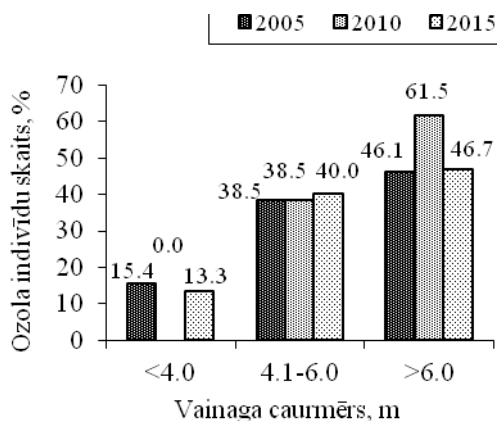
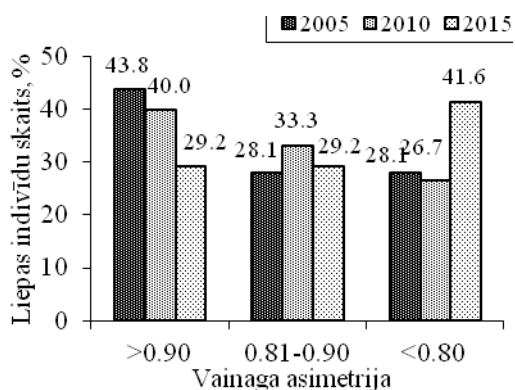
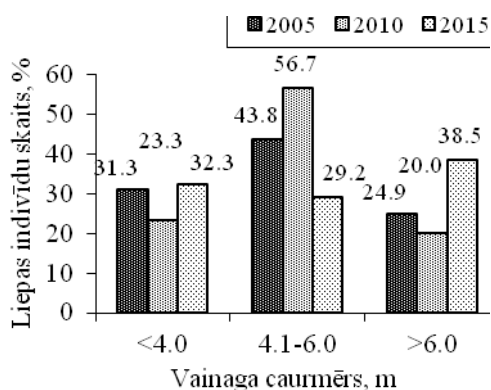
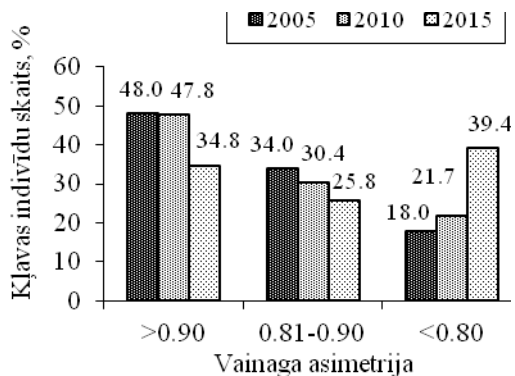
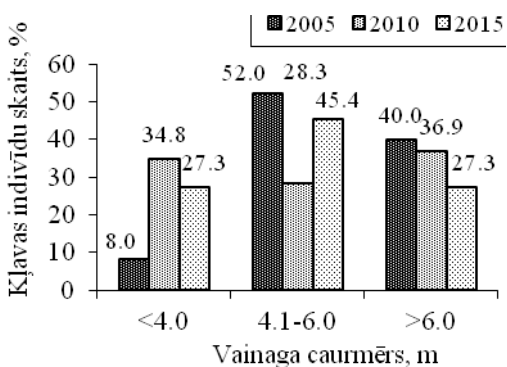
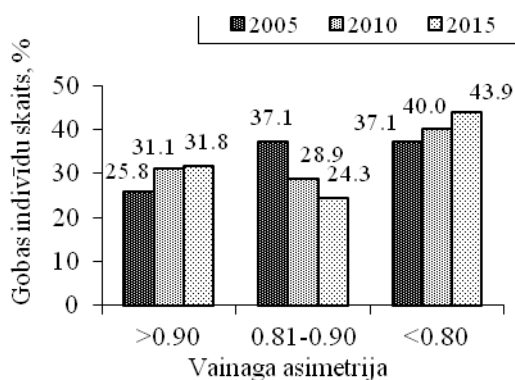
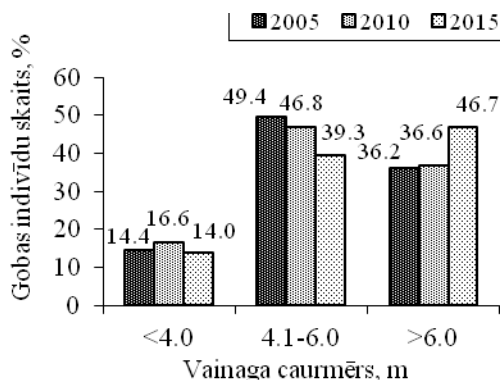


4.29.attēls. Oša indivīdu sadalījums vainaga projekcijas parametru klasēs 2005.-2015.g. Austrumlatvijā

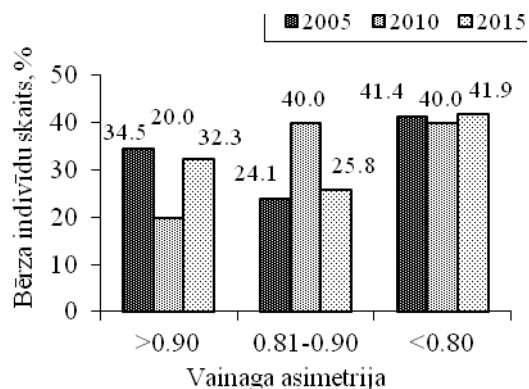
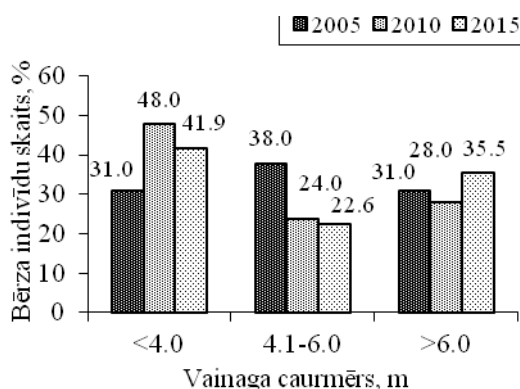
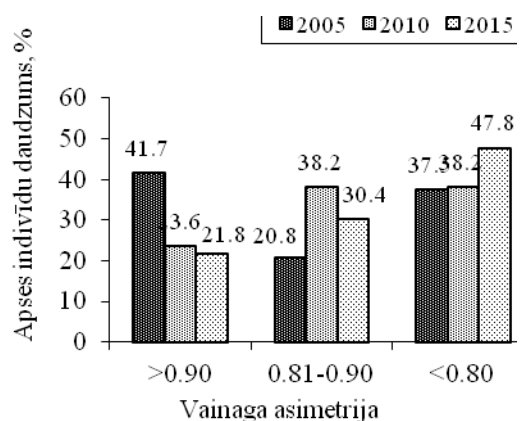
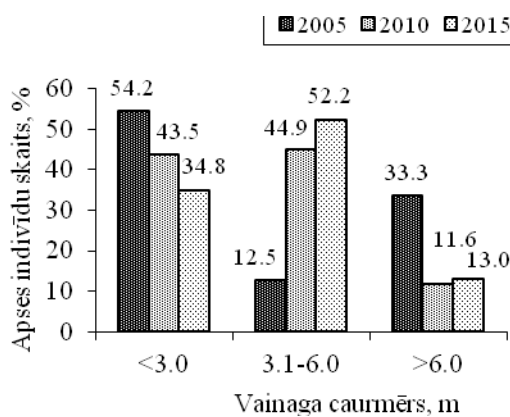
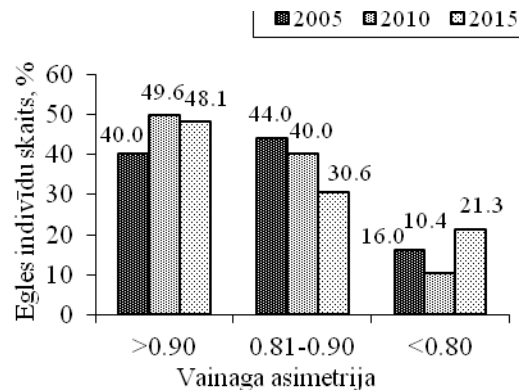
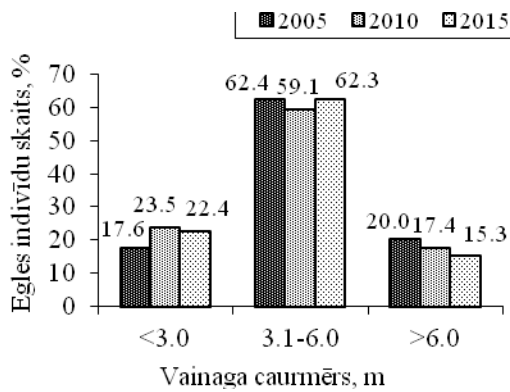
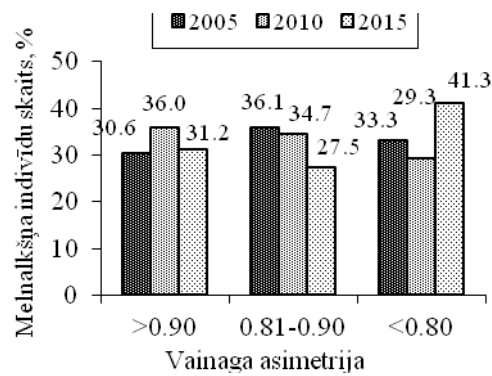
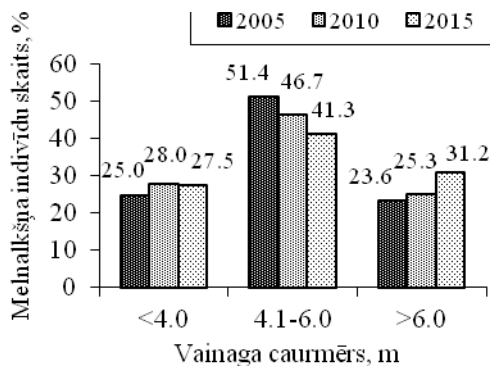
Oša audžu pavadītājsugu vainaga projekciju izmēru dinamika

Oša audžu pavadītājsugu vainaga parametris apkopoti 8-17.pielikumā. Oša audžu pavadītājsugu vainagu projekciju parametri starp novērojumu cikliem, salīdzinot ar oša vainaga parametriem, ir izmainījušies ievērojami mazāk. Desmit gados oša audžu pavadītājsugu vainaga projekcijas asu un caurmēra mērījumu dati, tāpat arī vainaga asimetrija nav statistiski būtiski mainījušies.

Pēc projekcijas datu salīdzinošās analīzes, visas audzes pavadītājsugas sadalās divās grupās. Vairākām platlapu sugām – gobai, liepai, ozolam, melnalksnim un blīgznai, projekcijas asu garums un arī vainagu caurmērs starp trīs novērojumu cikliem konsekventi palielinās (4.30., 4.31. att.). Kļavai un vairākām pioniersugām – apse, bērzs, egle, kā arī divām pameža sugām – ievai un pīlādzim, vainagu metriskie rādītāji starp novērojumu cikliem ir mainīgi: vainaga apjoms šīm sugām starp novērojumu gadiem gan



4.30.attēls. Gobas, kļavas, liepas un ozola indivīdu sadalījums 2005.-2015.g. vainaga projekcijas parametru klasēs Latvijā



4.31..attēls. Melnalkšņa, egles, apses un bērza indivīdu sadalījums 2005.-2015.g. vainaga projekcijas parametru klasēs Latvijā

palielinās, gan samazinās. Šāda vainaga parametru neregulāra svārstība ir saistīta, pirmkārt, ar atsevišķu koku sugu indivīdu skaita strauju palielināšanos parauglaukumos. Izretinoties

kokaudzei, nereti veidojas blīvi kļavas (Limbaži), egles (Vainode, Viesīte) vai apses (Jaunlaši) jauno kociņu grupējumi ar šauriem vainagiem. Savukārt bērza, ievas un pīlādža indivīdu skaits parauglaukumos ir niecīgs un dažādi nejauši vides faktori koku vitalitāti un līdz ar to arī vainaga parametru statistiku, ietekmē stiprāk, nekā liela indivīdu skaita gadījumā.

Starp vainaga projekcijas caurmēra klasēm novērojumu periodā visstabilākās proporcijas (mainība klases intervāla < 16 %) saglabājas gobai, ozolam, eglei, melnalksnim un bērzam, bet lielāka indivīdu skaita mainība caurmēra klasēs (> 25 %) ir liepas, kļavas un apses vainagu caurmēriem (4.30., 4.31..att.).

Zīmīgi, ka koku sugām novērojumu ciklos saglabājas samērā konstanta, katrai sugai raksturīga, vainaga projekcijas asu (un līdz ar to arī vainaga caurmēra) mērījumu izkliede (variācijas koeficients). Melnalksnim projekcijas asu mērījumu izkliede ir mazāka par 30 %, gobas un egles asu mērījumi variē robežās no 30-40 %, bet pioniersugu bērza un apses datu izkliede ir vislielākā un visos gados projekcijas asu mērījumu izkliede ir lielāka par 40 %. Kļavas, liepas un ozola projekcijas asu mērījumu izkliede variē 25-40 % robežās.

Samazinoties sugu konkurencei audzē, pavadītājsugu vainags kļūst izrobotāks, palielinās vainaga asimetrija. Šāda tendence desmit gados konsekventi saglabājas gobai, kļavai, liepai, melnalksnim, apsei un blīgznai. Ozola, bērza, ievas un pīlādža vainaga projekcijas forma starp novērojumu cikliem ir mainīga, neparāda noteiktu asimetrijas palielināšanās vai samazināšanās tendenci, bet egles vainaga forma starp novērojumu cikliem praktiski ir nemainīga: 2005., 2010, 2015.g. attiecīgi 0.88, 0,89 un 0.88.

Koku vainaga caurmēra saistība ar taksācijas rādītājiem

Visām koku sugām vainaga projekcijas asu garums un arī vainaga caurmērs ir atkarīgs no koka stumbra caurmēra un koka augstuma. Šāda pozitīva sakarība ir konstatēta visos novērojumu ciklos visām koku sugām (4.12.tab.).

Vairumā gadījumu vainaga caurmēram ciešāka saistība ir ar stumbra caurmēru, nedaudz vājāka ar koka garumu. Osim vainaga un stumbra caurmēra saistība ciešāka ir pirmajā novērojumu ciklā 2005.gadā ($r > 0.70$), bet vēlāk 2010. un 2015. gadā sakarības ir vidēji ciešas (Austrumlatvijā ošiem pat vājas, $r < 0.50$), kas varētu būt saistīts ar pakāpenisku ošu vitalitātes pavājināšanos un vainaga izrobošanos slimības ietekmē. Savukārt vairākām oša audžu piejaukuma sugām (kļava, ozols, melnalksnis, apse) novērojama pretēja tendence – sakarība starp vainaga un stumbra caurmēru pirmajā novērojumu ciklā ir

vājāka, bet pēc tam, izretinoties kokaudzei un nostiprinoties šo sugu indivīdiem audzē, saistība starp vainaga un stumbra caurmēru kļūst ciešāka.

4.12..tabula. Sakarība (korelācijas koeficients) starp koka vainaga caurmēru, stumbra caurmēru un koka garumu

Suga	Stumbra caurmērs			Koka garums		
	2005	2010	2015	2005	2010	2015
Osis						
Latvija	0.71**	0.67**	0.61**	0.58**	0.54**	0.55**
Rietumlatvija	0.70**	0.63**	0.65**	0.58**	0.45**	0.51**
Austrumlatvija	0.68**	0.66**	0.43*	0.56**	0.65**	0.43*
Goba	0.60**	0.77**	0.68**	0.49**	0.68**	0.57**
Kļava	0.30*	0.91**	0.86**	0.38*	0.87**	0.81**
Liepa	0.77**	0.80**	0.73**	0.79**	0.69**	0.77**
Melnalksnis	0.64**	0.78**	0.72**	0.48*	0.66**	0.59**
Ozols	0.62*	0.81**	0.95**	0.62*	0.77**	0.88**
Egļe	0.83**	0.86**	0.83**	0.74**	0.79**	0.76**
Apse	0.86**	0.89**	0.94**	0.89**	0.92**	0.89**
Bērzs	0.93**	0.91**	0.93**	0.72**	0.86**	0.79**
Pīlādzis	0.45	0.86*	0.84*	0.68*	0.47	0.93**
Ieva	0.45	0.12	0.86*	0.33	0.11	0.39

* $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$.

Secinājumi

- Kopumā oša audzēs (15 parauglaukumu dati) 10 gados ir samazinājies oša indivīdu skaits – par 63.6%. Oša audzēs, kur ir lielāks oša daudzums, attiecīgi lielāks ir arī oša atmirums. Sakarība starp oša indivīdu skaitu audzē 2005. gadā un atmirušo (sausokņi un kritālas) ošu skaitu 2010. gadā ir pozitīva un statistiski būtiska ($r = 0.79$, $p \leq 0.05$). Ir konstatēta sakarība starp sugu skaitu oša audzē un no kokaudzes izkritušo oša indivīdu skaitu: jo sugām bagātāka kokaudze, jo mazāks oša indivīdu atmirums.
- Desmit gados (2005.-2015.g) oša veselības stāvoklis ir uzlabojies (vainagu defoliācija ir samazinājusies par 10.8 %). Visstiprāk oša vainagi Latvijā bija bojāti sistemātisku novērojumu sākumā, 2005.gadā vidējā vainagu defoliācija bija 43.7% (Rietumlatvijā – 47.6 %. Austrumlatvijā – 34.3 %), 2010. gadā – 37.3 % (Rietumlatvijā un Austrumlatvijā attiecīgi 38.5 % un 35.2 %), bet 2015.gadā – 32.9 % (reģionos attiecīgi 34.7 % un 26.8 %). Oša vainagu defoliācijas atšķirības starp novērojumu sākuma gadu (2005.g) un turpmāko novērojumu diviem gadiem

(2010., 2015.g.) ir statistiski būtiskas ($p < 0.05$). Savukārt pēdējos piecos gados (2010.-2015.g.) oša vainaga defoliācijas rādītāji atšķiras mazāk un vairs nav statistiski būtiski.

- Oša veselības stāvokli un oša iecietību pret vides stresa faktoriem atspoguļo ūdenszaru daudzums (garums uz koka stumbra un ūdenszaru blīvums). Lielāka varbūtība veidoties ūdenszariem ir oša tīraudzēs, kā arī vidēja vecuma un briestaudzes vecuma audzēs. Lielāks ošu skaits ar ūdenszariem 2005. gadā bija oša tīraudzēs, piemēram, Jaunlašos no 27 ošiem ūdenszari bija visiem kokiem (100 %), Bauskā – 90 %, Barkavā – 81 %, Aizputē – 75 %, savukārt audzēs ar lielāku citu koku piejaukumu ošu skaits ar ūdenszariem bija mazāks: Pīksārē ūdenszari bija tikai 25 %, bet Vestienā 28 % no ošu kopskaita. Novērojumu pirmajā ciklā 2005.gadā ir konstatētas ticamas sakarības starp oša indivīdu skaitu ar ūdenszariem un kopējo oša indivīdu skaitu parauglaukumā $r = 0.91$ ($p < 0.05$), kā arī oša indivīdu skaitu parauglaukumā un audzes vecumu $r = -0.75$ ($p < 0.05$).
- Koku vainagu izmēriem (vainagu projekcijām) oša audzēs ir cieša un statistiski būtiska saistība ar stumbra caurmēru un koka augstumu. Osim vainaga un stumbra caurmēra saistība ciešāka ir pirmajā novērojumu ciklā 2005.gadā ($r > 0.70$), bet vēlāk 2010. un 2015. gadā sakarības ir vidēji ciešas (Austrumlatvijā ošiem pat vājas, $r < 0.50$), kas varētu būt saistīts ar pakāpenisku ošu vitalitātes pavājināšanos un vainaga izrobošanos slimības ietekmē. Savukārt vairākām oša audžu piejaukuma sugām (kļava, ozols, melnalksnis, apse) novērojama pretēja tendence – sakarība starp vainaga un stumbra caurmēru pirmajā novērojumu ciklā ir vājāka, bet pēc tam, izretinoties kokaudzei un nostiprinoties šo sugu indivīdiem audzē, saistība starp vainaga un stumbra caurmēru kļūst ciešāka.

5. Oša ģenētisko resursu mežaudzes

5.1. Oša ģenētisko resursu mežaudžu kvalitātes vērtējums

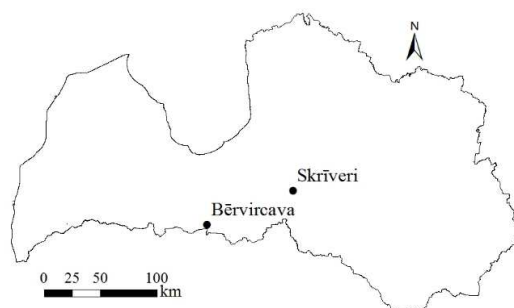
Ģenētisko resursu mežaudžu mērķis ir saglabāt konkrētas koku sugas ģenētisko daudzveidību un genofondu, turklāt tiem piemīt potenciāla ekonomiskā, vides, zinātniska un sociālā vērtība (FAO, 2014). Ģenētisko resursu mežaudzes (GRM) var saglabāt 'in situ' (GRM, pluskoki, dižkoki, aizsargājamās dabas teritorijas) un 'ex situ' (sēkļu plantācijas, klonu arhīvi, izmēģinājumu stādījumi) (Gailis et al., 2008). EUFORGEN datubāzē redzams, ka mežaudzes tiek apsaimniekotas koksnes produkcijas ražošanai un citiem kompleksiem mērķiem (Pliūra and Heuertz, 2003), taču vairāki ģenētisko resursu mežaudžu nogabali ir izdalīti arī kā dabiskie meža biotopi, tādēļ šajos nogabalos notiek ierobežota saimnieciskā darbība.

Parastā oša GRM mežaudzes apdraud arvien pieaugošā inficēšanas ar patogēno sēni *H. fraxineus*, kas izraisa ošu bojāeju. Pirms slimības parastais osis bija izplatītākā cieta lapu koku suga Latvijā, un viena no nedaudzām koku sugām, kura dabiski labi atjaunojās (Laiviņš un Mangale, 2004), kas ir viena no GRM galvenajām pamatprasībām (Koskela et al., 2013). Pan-Eiropas minimālās nosaka, ka katrai GRM audzei ir valsts vai administratīvā līmenī atzīts ģenētiskās saglabāšanas teritorijas statuss, apsaimniekošanas plāns un katrā nogabalā vienai vai vairākām sugām piešķirts mērķa sugas statuss - šajā gadījumā parastajam osim (Koskela et al., 2013). Latvijā šīs prasības notiek saskaņā ar Ministru kabineta noteikumiem Nr.177 'Ģenētisko resursu mežaudžu izveidošanas un apsaimniekošanas kārtība' (MK noteikumi Nr.177, 2013). Lai gan abi ošu reģioni atzīti par GRM, šobrīd varētu būt mainījies to saglabāšanas pamatojums - lai saglabātu retas vai apdraudētas koku sugas, kuru populācijas veido neliels skaitis atlikušo indivīdu (Koskela et al., 2013).

Objekti un metodes

Pētījums veikts divās ošu ģenētisko resursu mežaudzēs (GRM), kas atrodas Latvijas centrālajā daļā: Skrīveru novadā (Skrīveri) un Jelgavas novadā (Bērvircava) (1.att.). Skrīveru mežaudzes platība bija 155.2 ha, tajā apsekoti 28 GRM nogabali. Bērvircavas mežaudzē novērtēti 73 nogabali 239.6 ha platībā. Abus reģionus veidoja dažāda vecuma ošu audzes, kur osis bija valdošā suga ar gobas *Ulmus glabra*, apses *Populus tremula*,

melnalkšņa *Alnus glutinosa* un bērza *Betula pendula* piemistrojumu, atsevišķos nogabalos tas bija piemistrojuma suga bērza, egles *Picea abies* u.c. mežaudzēm. Abiem reģioniem raksturīgi auglīgi augšanas apstākļi, galvenokārt garša, retos gadījumos slapjās gāršas vai platlapju āreņa meža tipi, kuriem raksturīgas dažādas platlapu (kļava *Acer platanoides*, goba, ozols *Quercus robur* u.c.) sugas.



1. attēls. Pētījuma vietas – oša GRM Latvijā.

Katrā nogabalā ierīkots viens 20×20 m parauglaukums, kur noteikts pirmā (E3) un otrā (E2) stāva katras sugas projektīvais segums procentos, izmantojot Brauna–Blankē metodi (Braun-Blanquet 1964). Parauglaukumam pa diagonāli ierīkots 25×1 m garš transekts, kurā uzskaitītas visas paaugas un pameža sugas (līdz 7 m augstumam), kā arī 5 klašu robežās noteikta oša saslimstība ar patogēno sēni *Hymenoscyphus fraxineus* (1. tabula). *H. fraxineus* bojājumi iedalīti pēc koka vainaga un stumbra vizuāli novērtētās saslimstības (Gillespie et al. 1993). Kopējais vērtējums piešķirts pēc kokaugu skaita katrā bojājumu klasē, ja transektā nav uzskaitīts neviens jaunais indivīds, tad saslimstība nav noteikta. Skrīveros ierīkoti 28, bet Bērvircavā 73 parauglaukumi.

Mežaudžu kvalitātes vērtējuma pamatā izmantoti GRM izveidošanas kritēriji (Koskela et al. 2013), kuri papildināti ar Gaiļa u.c. (2008) pētījumā uzskaitītajiem deskriptoriem jeb kritērijiem. Pēc to kompleksas izvērtēšanas, katram nogabalam piešķirts kvalitātes vērtējums klasēs no 1 līdz 5. Klašu skaits noteikts pēc Latvijā veiktā pētījuma deskriptoru klašu skaita (Gailis u.c. 2008). Deskriptori iedalīti divās grupās: primārie (ja visiem deskriptoriem noteikts vienāds vērtējums – kvalitātes klasi varēja izdarīt neņemot vērā citus deskriptorus), kas atbilst GRM izveidošanas pamatprasībām un sekundārie (1. tabula).

Kritēriju klases vērtības izdalītas pēc visos parauglaukumos iegūto vērtējumu mediānas, kvartilu, minimālajām un maksimālajām vērtībām. Ošu atjaunošanās iedalījumam klasēs vērā ņemti noteikumi, ka audzēs, kur valdošā koku suga ir osis, minimālajam kopējam ieaugušo koku skaitam jābūt 1 500 indivīdiem/hektāru (MK noteikumi Nr. 308 2012). Ošu

atjaunošanās un seguma E3 iedalījumam klasēs vērā ņemti Pan-Europas minimālās prasības, kas nosaka, ka osim, lai tas būtu GRM jābūt vismaz 50 kokiem reprodūktīvā vecumā uz vienu nogabalu, kā arī 400 jaunie indivīdi/ha (Koskela et al. 2013). Pamatojoties uz šiem noteikumiem pieņemts, ka minimālajam ošu paaugas skaitam, lai tas būtu ģenētisko resursu mežs jābūt virs 800 indivīdiem uz hektāru (1. tabula).

1. tabula

Oša GRM kritēriji dalījumam kvalitātes klasēs

Ošu kvalitātes un deskriptoru klase	Primārie deskriptori			Sekundārie deskriptori				
	Oša projektīvais segums, %		Ošu atjaunošanās, indivīdi/ha ¹	Otrā un pameža stāva segums, % ²	Egles projektīvais segums E3, E2, %	<i>H.fraxineus</i> bojājumi, %	Platlapju projektīvais segums E3, %	Citu sugu konkurence, skaits ³
	E3	E2						
1.	> 17	> 11	> 6001	0 – 30	0 – 0.5	0 – 10	6	0 - 15
2.	13 - 16	4 – 10	3001 - 6000	31 – 50	1 – 3	11 – 25	4 - 5	16 - 35
3.	8 – 12	1 - 3	1001 - 3000	51 – 70	4 – 8	26 – 60	3	36 - 60
4.	4 – 7	0.5	801 - 1000	71 – 80	9 – 15	61 – 99	1 - 2	61-100
5.	0 - 3	0	0 – 800	> 81	> 16	100	0	> 101

¹ Transektā uzskaitītās ošu skaits pārrēķināts uz hektāru.

² Kopējais projektīvais E2 segums.

³ Citas transektā uzskaitītās paaugas un pameža sugas.

Koku stāva dominances struktūra izdalīta pēc dominējošo un līdzvaldes (codominant) sugu principa (Simpson 2006), kur dominējošajā $\geq 50\%$ no kopējā seguma, vai vismaz par 20% pārsniedz citu sugu segumu un līdzvaldes 25 – 50% no kopējā seguma. Veģetācijas aprakstīšana un ataugas uzskaitē veikta 2014. gada veģetācijas sezonā.

Nogabalu līdzības un to ietekmējošo faktoru raksturošanai izmantota detrendētās korespondentanalīzes (DCA) metode. Lai noteiktu, kuri no faktoriem vislabāk raksturo mainību veikta galveno komponentu analīze (PCA) par sekundāro matricu izmantojot GRM izveidošanas pamatkritērijus. Šādā veidā iegūti kritēriji, kuri visprecīzāk raksturoja nogabalu kvalitāti un tika ņemti vērā nosakot kvalitātes klases. Pirmā stāvā dominējošās sugas ietekme uz paaugas un pameža sugu sastāvu analizēta lietojot DCA metodi. Gradientu būtiskuma noteikšanai abām metodēm izmantots randomizācijas tests.

Saistība starp ošu saslimstību ar *H. fraxineus* un dominējošo koku sugu, meža tipu, ošu jaunās paaugas biežību (klasēs), krūmu stāva segumu un ošu segumu E3 stāvā noteikta izmantojot vispārējā lineārā modeļa (GLM) metodi. Dispersijas analīze (ANOVA)

pielietota, lai noteiktu vai paaugas ošu skaitu būtiski ietekmē meža tips un dominējošā koku suga. Ošu paaugas atjaunošanās blīvuma un koku un krūmu stāva projektīvā seguma, kā arī citu paaugā un pamežā uzskaitīto sugu skaita saistību novērtēšanai izmantota Pīrsona un Kendela korelācija analīze. Izmantojot Kendela koeficientu noteikts vai pastāv korelācija starp kopējo E2 stāva segumu un ošu daudzumu E3 un E2 stāvos. Analīzes veiktas pie $\alpha = 0.05$. Statistiskās analīzes veiktas PC-ORD 6 (Peck 2010) un R (R Core Team 2014) datorprogrammās.

Rezultāti un diskusija

Kopā novērtēta 101 mežaudze - Skrīveros 28, bet Bērvircavā – 73. Svarīgākie vērtējuma rādītāji apvienoti 3. tabulā (nodaļas beigās). Ošu projektīvais segums ir atšķirīgs gan abām teritorijām, gan kokaudzes stāviem (2. tabula). Skrīveros koku stāvā nevienā no parauglaukumiem tas nepārsniedza 30%, savukārt Bērvircavā sasniedz 70%, arī vidējais segums lielāks bija Bērvircavā.

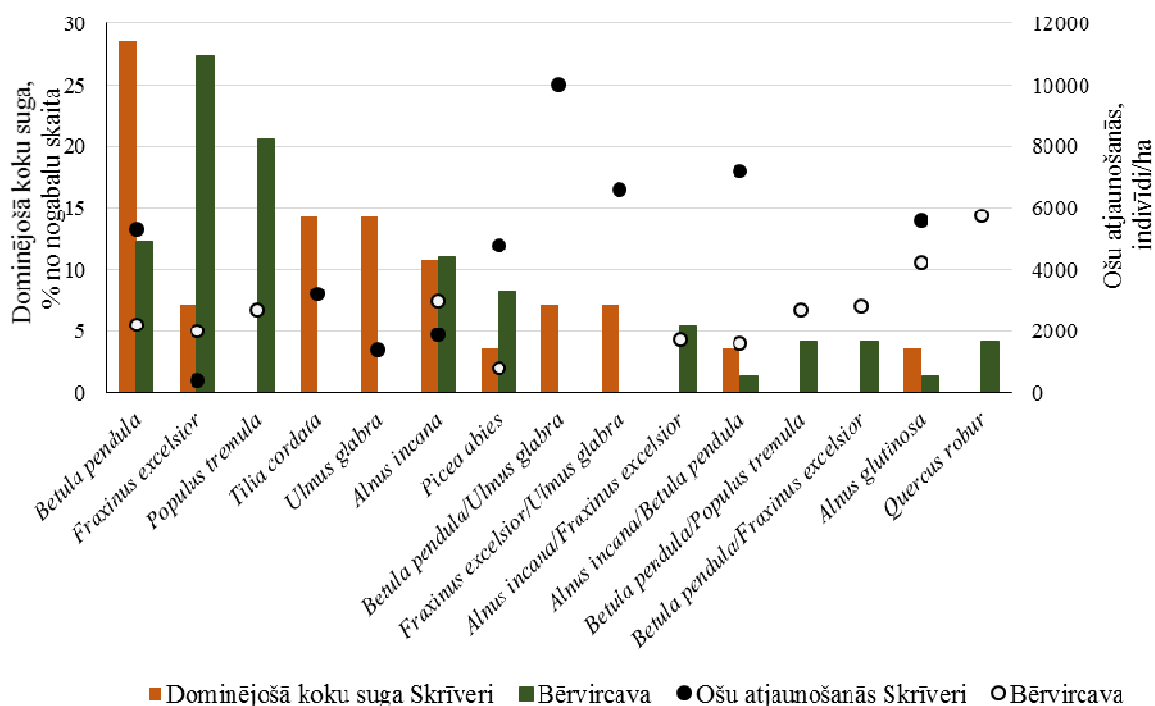
2. tabula

Mežaudžu raksturlielumi

	Skrīveri		Bērvircava	
	Maksimālais	Vidējais	Maksimālais	Vidējais
Ošu segums (E3) (%)	30	9	70	12
(E2)	45	5	7	1
(E1)	4	1	4	1
Oša paauga (indivīdi/ha virs 0,2 m augstuma)	12 000	4 714	15 200	2 351
Platlapju skaits (E3) (%)	4		3	
(E2)	6		4	
Platlapju segums (E3) (%)	40	17	3	2
(E2)	59	20	14	1
Pioniersugu skaits (E3)	2		2	
(E2)	2		2	
Egles segums (E3) (%)	30	6	50	4
(E2)	25	1	15	2

Oši lielākajā daļā GRM nogabalu bija piemistrojuma suga pie citām platlapu sugām, kas sakrīt ar tā ekoloģiskajām prasībām (Ahlberg 2014). Skrīveros koku stāvā dominēja bērzs (29% nogabalu), liepa *Tilia cordata* un goba (abas 14%), savukārt Bērvircavā osis (27%) un apse (21%) (2. att.). Latvijā par vēlamajām oša pavadoņsugām tiek uzskatītas bērzs, melnalksnis, baltalksnis un ozols (Sakss, 1997). Eiropā bez šīm sugām īpaši tiek uzsvērtas arī liepa un goba (Dobrowolska et al. 2008), lai gan oši gobu mežaudzēs Latvijā iepriekšējos pētījumos atjaunojušies reti (Laiviņš un Mangele, 2004). Skrīveros biežāk sastopamas tipiskas gāršas tipa platlapu koku sugas: liepa, goba un osis. Dispersijas analīze

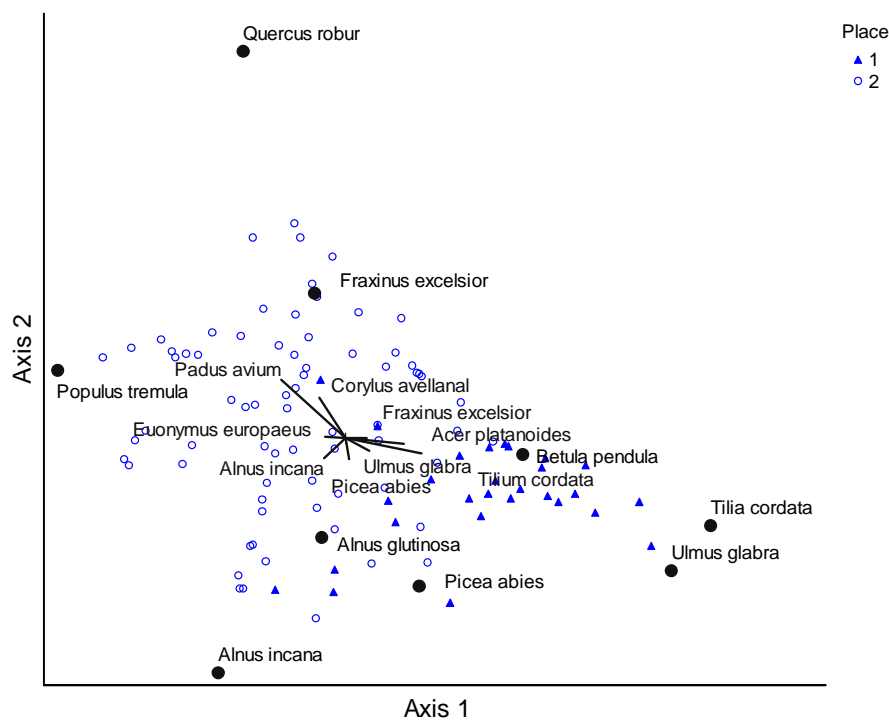
uzrādīja, ka ošu atjaunošanās blīvumu Skrīveros būtiski ietekmē E3 stāvā dominējošā suga ($p = 0.001$) un meža tips ($p = 0.03$), savukārt Bērvircavā neviens no šiem faktoriem nebija būtisks. Šajā pētījumā osis vislabāk atjaunojās barības vielām bagātas un bioloģiski aktīvas mitras un sezonāli pārmitras augtenes – gāršas un platlapju āreņa meža tipos, taču nebija izteikts slapjajā gāršā, kā tas minēts citos Latvijas pētījumos (Kenigšvalde u.c. 2010; Laiviņš un Mangele 2004).



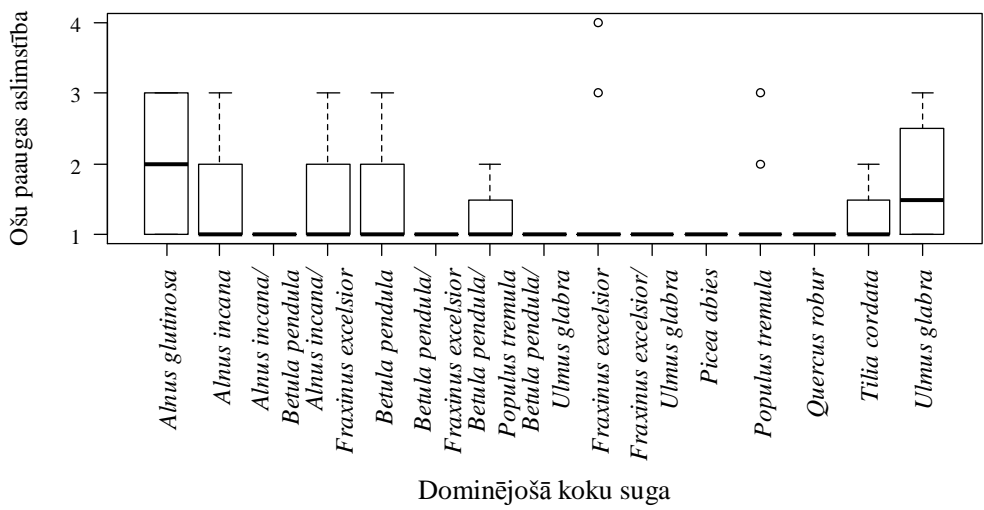
2. attēls. Dominējošā koku suga un ošu atjaunošanās biežums zem tās.

Labāka un vienmērīgāka ošu atjaunošanās novērota Skrīveros, kur šajā pētījumā lielākais ošu indivīdu skaits bija bērza/gobas (10 000 oši/ha) un baltalkšņa/bērza (7 200 oši/ha) audzēs (2. attēls). Oša/gobas mistraudzēs uzskaitīti 6 600 indivīdi/ha. Bērvircavā labākā ošu atjaunošanās novērota ozola (7 400 oši/ha) un melnalkšņa (4 200 oši/ha) audzēs. Ošu atjaunošanās zem mātesaudzēm nebija izteikta nevienā reģionā (3. att.), augstāka tā bija Bērvircavā ar 2 000 indivīdi/ha (2.att.).

GLM analīze parādīja, ka Skrīveros ošu jaunās paaugas saslimstība bija statistiski būtiski atšķirīga starp audzēm ar dažādām dominējošajām sugām. Skrīveros pie būtiskuma līmeņa $\alpha = 0.0001$ visaugstākā jaunās ošu paaugas saslimšana bija melnalkšņu audzēs ($p = 0.0004$) (4. att.). Otrās klases saslimstība konstatēta baltalkšņa, bet paaugstināta saslimstība bija arī bērza un gobas audzēs. Bērvircavā ošu paaugas saslimstība ir daudz zemāka un statistiski būtiski neatšķiras starp audzēm ar dažādām dominējošajām sugām.



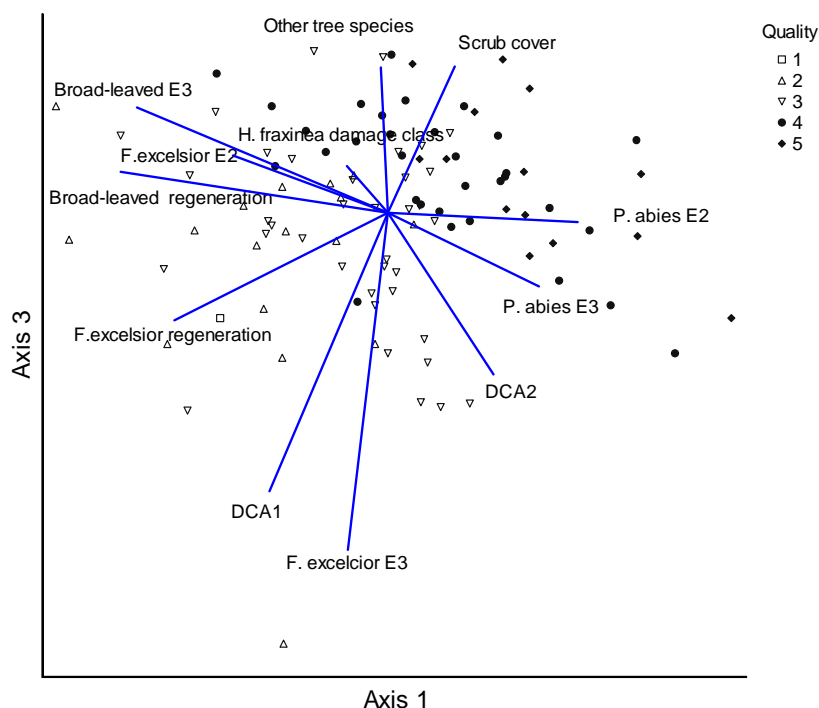
3. attēls. Paaugas un pameža sugu izplatība zem dominējošajām koku stāva sugām (DCA): 1 – Skrīveri, 2 – Bērvircava, • dominējošā suga, ar asu vektoriem izvilktas paaugas un pameža sugas.



4. attēls. Ošu paaugas saslimstības intensitāte audzēs ar dažādām dominējošajām sugām Skrīveros.

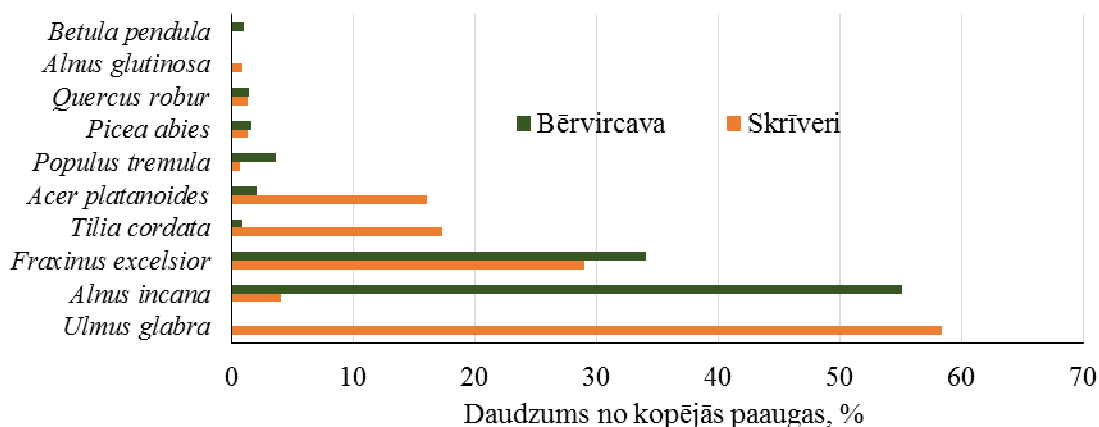
Veicot DCA abas vietas pirmkārt izdalījās pēc to atšķirīgā ģeogrāfiskā izvietojuma, jo atrodas atšķirīgos ģeobotāniskajos reģionos. DCA visi gradienti bija būtiski un norādīja, ka teritorijas atšķirās pēc pirmā stāva sastāva un tam ir būtiska ietekme uz ošu atjaunošanās blīvumu, kas atzīmēts arī Laiviņa un Mangeles (2004) pētījumā. DCA pirmo mainīgo

vislabāk raksturoja baltalksnis un apse (DCA1) ($p = 0.02$), otro - egle (DCA2) ($p = 0.03$), bet trešo osis kopā ar ozolu (5.att.).



5.attēls. Ošu mežu kvalitātes kritēriji PCA analizē.

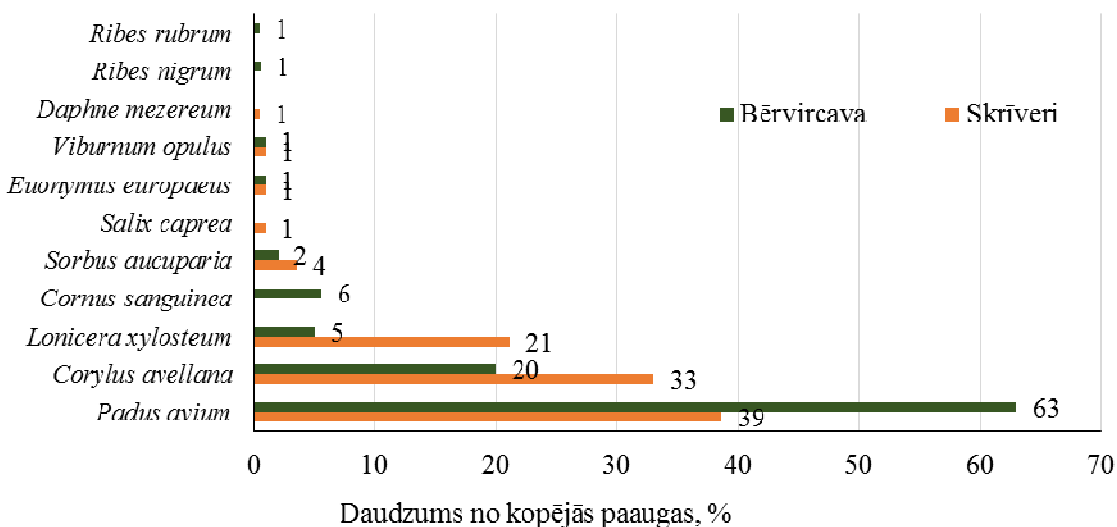
Ošu atjaunošanās blīvumam bija statistiski būtiska korelācija ar citu paaugā uzskaitīto kokaugu skaitu Bērvircavā ($p = 0.03$, $\tau = 0.184$), kas apstiprināja, ka ošu un citu kokaugu atjaunošanās biežāk notiek atvērumos un izretinātās vietās (Sakss 1997). Bērvircavā paaugas sastāvā dominēja divas koku sugas – baltalksnis (55% no kopējā paaugas sugu skaita, 3 704 indivīdi/ha) un osis (34%, 2 290 indivīdi/ha) (6. att.). Skrīveriem raksturīga izteikti mistrotu audzu veidošanos ar gobu (58%, 4 243 indivīdi/ha), osi (29%, 4 214 indivīdi/ha), liepu (17%, 2 514 indivīdi/ha) un kļavu (16%, 2 329 indivīdi/ha). Sugu sastāvs sakrīt ar Lietuvā ošu izcirtumos uzskaitītajām sugām, atšķirīgs bija tikai to segums: bērzs (Lietuvā - 32,9%), baltalksnis (32,4%), apse (11,2%), goba (6,4%) un osis (4,3%, bet vidēji 13 941 indivīdi/ha) (Lygis et al. 2014). Šī pētījuma rezultāti parādīja, ka dabiskā atjaunošanās ceļā ošu tīraudzes neveidojas, taču osis abās vietās saglabājas kā piemistrojuma sugā. Laiviņa un Mangeles pētījumā (2004) paredzēts, ka osis kā pastāvīgs piemistrojums koku stāvā saglabāsies vidēji tikai 5% platlapju mežu.



6. attēls. Paaugas sastāvs.

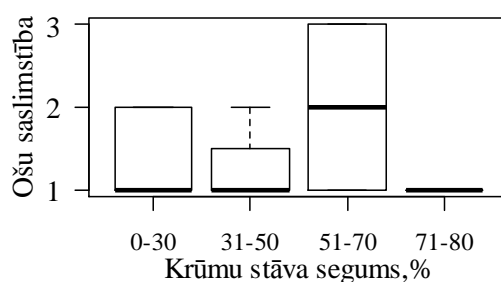
Trešajā attēlā redzams, ka Skrīveros atjaunojas tās pašas sugas, kas dominē E3 stāvā (liepa, goba), šāda sakarība novērota arī Lietuvā (Lygis et al. 2014). Toties Bērvičavā, kur dominējošā suga ir osis atjaunojas pameža sugas – lazda *Corylus avellana* un ieva *Padus avium*, kas norāda uz izteiktu pārkrūmošanās procesa sākšanos. Šādā gadījumā pamežs nevis pasargā jaunus osišus no nelabvēlīgiem klimatiskajiem faktoriem, bet tos spēcīgi nomāc – īpaši lazda (Sakss, 1997).

Pamežā Skrīveros dominēja trīs sugas: ieva (39%, 1 071 ind./ha), lazda (33%, 914 ind/ha) un sausserdis *Lonicera xylosteum* (21%, 586 ind/ha), savukārt Bērvičavā - ieva (63%, 12 433 ind/ha) un lazda (20%, 3 945 ind/ha) (7.attēls). Lai gan *C. avellana* tiek uzskatīta par vērtīgu ošu mežu sugu (Loidi, 2004), kopā ar *P. avium* tās aizņēma vairāk nekā 50% abu teritoriju mežaudžu paaugas un pameža sastāva, līdz ar to atstājot mazu augšanas telpu citām sugām. Korelācija norādīja, ka palielinoties krūmu stāva segumam samazinās jauno ošu indivīdu blīvums, taču tā nebija statistiski būtiska.



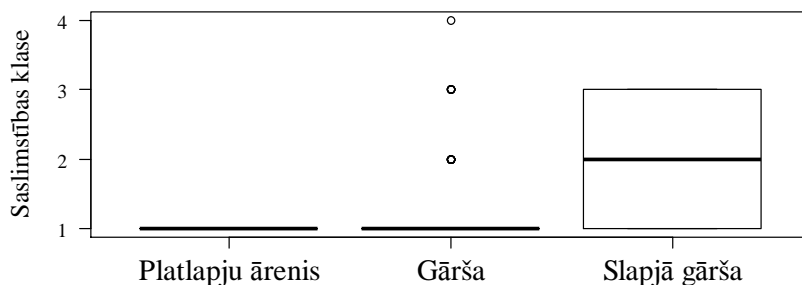
7. attēls. Pameža sugu sastāvs.

Dānijā veiktais pētījums (Bakys et al., 2013) parādīja, ka lielāka ošu saslimstība ir nekoptās audzēs, taču tā nesaistās ar ošu indivīdu blīvumu. Identiski rezultāti iegūti arī šajā pētījumā, lai gan Skrīveros konstatēts, ka augstāka saslimstība (visbiežāk 2. klase) ir audzēs ar blīvāku krūmu segumu (8. att.), saslimstība atsevišķos parauglaukumos 3. un 4. klasi sasniedza nogabalos ar lielāku ošu blīvumu, korelācija nebija būtiska. Vidēji saslimstība bija mazāka nekā Lietuvas pētījumā (Lygis et al., 2014), jo 80.8% nogabalu novērtēti ar pirmo klasi, kamēr Lietuvā tikai 29.3% uzskatīti par vizuāli veselīgiem (Lygis et al., 2014). Netika konstatēts, ka ošu saslimstību būtiski ietekmē ošu segums koku stāvā, taču audzēs ar lielāku ošu segumu biežāk konstatēta augstāka paaugas saslimstība.



8. attēls. Ošu saslimstība (klases) atkarībā no krūmu stāva blīvuma Skrīveros

GLM analīze norādīja, ka jaunās ošu paaugas saslimstība statistiski būtiski neatšķiras starp meža tipiem. Viszemākā jaunās ošu paaugas saslimšana konstatēta platlapju ārenī ($p = 1.26e-05$), kur tā nevienā nogabalā nav augstāka par 1. klasi. Visaugstākā saslimšana konstatēta slapjajā gāršā (visbiežāk 2. klase). Lai gan Eiropā nav viennozīmīga viedokļa par to, vai pastāv sakarība starp ošu saslimšanu un vietas ekoloģiskajiem apstākļiem (Bakys et al. 2013), šī pētījuma rezultāti norāda, ka augstāka saslimstība ar *H. fraxineus* ir mitrākos augšanas apstākļos kā tas norādīts Gross pētījumā (Gross et al. 2014) (9. att.).



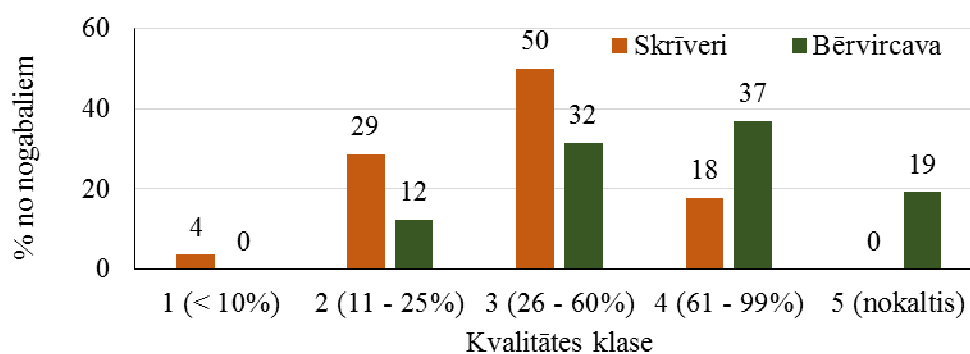
9. attēls. Ošu vitalitāte atkarībā no meža tipa.

Abās vietās no patogēnās sēnes visvairāk cietušas ošu jaunaudzēs (līdz 40 gadiem) un vidēja vecuma (41 - 60 gadi) audzes, tajās oši lielākoties gājuši bojā, segums ir zems un

jaunā paauga praktiski neveidojas (piem., 284 kv. 3 nog., 292 kv. 4 nog., 468 kv. 3nog.). Arī nogabalos, kur osis samērā labi saglabājusies koku stāvā, paauga nav vienmērīga – tai raksturīgs salveida izplatījums, kur atsevišķās vietās sastopami pat 28 tūkst. indivīdu uz ha, bet blakus atauga vispār neveidojas.

Pēc GRM pamatkritērijiem Skrīveru parauglaukumi atbilda augstākas kvalitātes klasēm. Abās vietās ošu atjaunošanās blīvumu statistiski būtiski ietekmēja kopējais pirmā stāva segums ($p = 0.02$, $\tau = 0.164$) apstiprinot, ka osis pirmajos dzīves gados ir ēnmīlis (Dobrowolska et al. 2008). Harmer et al. (2005) pētījumā secināts, ka jauno ošu daudzums ir pozitīvi saistīts ar reprodutīvo koku skaitu, kas pierādījās arī šajā pētījumā ($p = 0.001$, $\tau = 0.227$). Ošu indivīdu skaitu nevienā reģionā statistiski būtiski neietekmēja DCA1 mainīgais – baltalksnis/apse ($p > 0.05$), taču negatīvi ietekmēja egles daudzums E3 un E2 stāvā. Izteiktāk tas bija redzams Bērvircavā ($p = 0.02$, $\tau = -0.2$) apstiprinot, ka egles nav vēlama oša pavadoņsuga, jo samazina augsnes auglību un veido spēcīgu sakņu sistēmu, kas izkonkurē osi (Sakss, 1997). Ošu atjaunošanos būtiski ietekmēja platlapu sugu skaits E3 stāvā ($p = 0.005$, $\tau = 0.21$) akcentējot mistrotu audžu nozīmību (Ahlberg 2014).

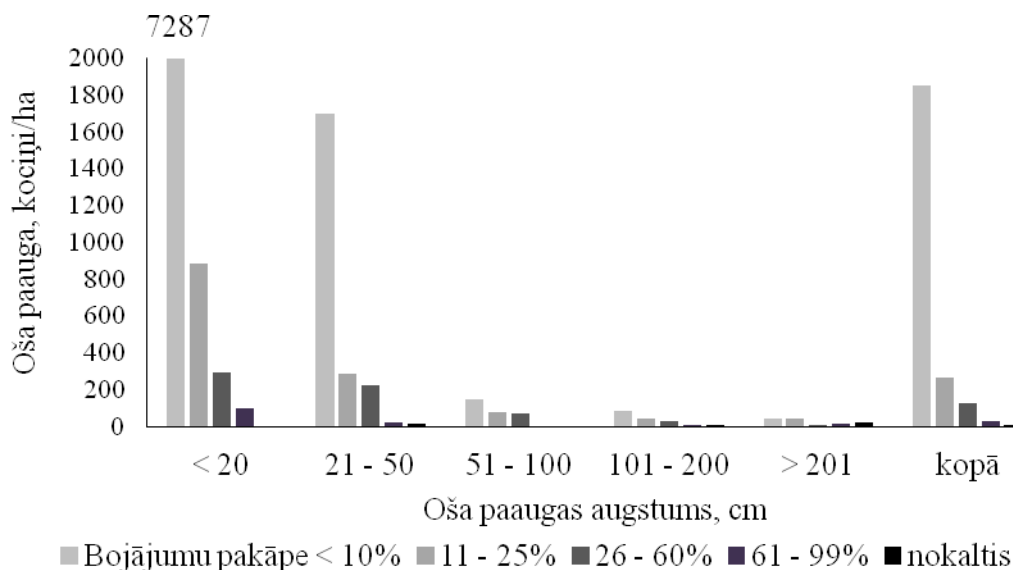
Visu izvirzīto kritēriju PCA uzrādīja, ka no apskatītajiem kritērijiem, bez GRM pamatkritērijiem ošu audžu mainību labi raksturo arī egles segums E3 un E2 stāvos, otrā un pameža stāva kopējais segums, DCA1, platlapu sugu skaits E3 stāvā u.c. faktori (3. att.). Taču šo mainīgo korelācijas ar ošu atjaunošanās blīvumu norādīja, ka DCA1 un platlapju skaitam paaugā nav būtiskas ietekmes, tāpēc tie netika atzīti kā ošu GRM kvalitātes kritēriji. Izvērtējot visus izvirzītos GRM kritērijus (1. tabula) secināts, ka ievērojami labāks mežaudžu stāvoklis ir Skrīveros, kur 50% nogabalu novērtēti ar 3. kvalitātes klasi, bet neviena zemākās - 5. klases vērtējuma (10. att., 3. tabula).



10. attēls. Ošu GRM mežaudžu kvalitātes vērtējums klasēs.

Savukārt Bērvircavā 19% nogabalu novērtēti ar 5. klasi un samērā līdzīgs skaits nogabalu ar 3. un 4. klasi. Atsevišķos nogabalos oši nav saglabājušies ne E3, ne E2 stāvā un tāpat kā Zviedru pētījumā (Ahlberg 2014) osis mazos apjomos konstatēts kā

piemistrojuma suga citām platlapu sugām. Abos GRM jaunā ošu paauga lielākoties ir jauna (augstumā līdz 0.5 m), bet bojājumu pakāpe palielinās pieaugot ošu augstumam (11. att.), līdz ar to GRM tālākā attīstība tāpat kā šo audžu vērtējuma izmaiņas ir grūti prognozējama.



11. attēls. Ošu paaugas saslimstība dažādām augstumklasēm.

Secinājumi

1. GRM audžu kvalitātes vērtējumam sākotnēji izvirzīti 12 kvalitātes rādītāji, no kuriem darba gaitā tikai 9 atzīti par būtiskiem, 3 no tiem (oša projektīvais segums pirmajā un otrajā stāvā, oša atjaunošanās blīvums) uzskatīti par primārajiem, pārējie sekundāras nozīmes.
2. Osis lielākajā daļā audžu vairs nav dominējošā suga, tomēr saglabājas statistiski būtiska sakarība, ka oši vislabāk atjaunojas audzēs ar lielu ošu projektīvo segumu pirmajā stāvā, taču ar salīdzinoši mazu indivīdu skaitu (Skrīveros 2 000 indivīdi/ha, Bērvircava 400 indivīdi/ha).
3. Audzes, kuru sastāvā osis pirms saslimšanas bija izteikti dominējošā suga, šobrīd sākusies intensīva pārkrūmošanās. Tas norāda, ka oša audzēm raksturīga sugu nomaiņa, kuru būtiski ietekmē koku stāva dominējošā suga.
4. Oša audžu destrukcija abos reģionos noritējusi atšķirīgi, lai gan oši labāk saglabājušies Bērvircavā, GRM audžu kopējais stāvoklis tur atzīts kā sliktāks un 19% nogabalu vairs neatbilst GRM izvirzītajiem kritērijiem.

Ošu ģenētisko resursu mežaudžu kvalitātes vērtējums

Kvartāls	Nogabals	Ošu projektīvā seguma klase		Ošu paauga ind./ha	Ošu atjaunošanās klase	Ošu paaugas slimības klase	Egles projektīvā seguma klase		Krumu stava seguma klase	Platlapju proj. seguma klase E3	Citu kokaugu skaits transektā	Ošu ģenētiskās vērtības kvalitātes klase
		E3	E2				E3	E2				
Skrīveri												
468	3	4	4	1200	3	2	3	5	3	2	10	4
468	5	3	2	3200	2	1	1	1	2	5	42	2
468	6	3	2	5600	2	1	1	1	2	5	18	2
468	7	2	3	0	5		4	1	2	5	14	3
468	8	5	3	4000	2	3	3	1	3	4	24	3
468	9	3	4	2000	3	2	5	1	2	4	17	3
468	11	4	3	400	5	1	1	2	3	3	16	4
469	7	2	3	11200	1	2	3	1	2	6	29	2
470	3	5	2	9600	1	1	1	1	2	6	44	3
470	4	5	5	1600	3	3	1	1	3	5	66	4
470	6	5	3	800	5	2	2	1	1	4	28	4
471	4	3	2	4800	2	1	5	1	2	5	20	2
471	5	5	2	7200	1	1	3	1	3	5	34	3
471	6	2	3	4000	2	1	1	1	1	4	5	2
472	1	4	3	400	5	1	1	1	4	5	53	4
472	4	4	2	5600	2	3	3	1	3	4	30	3
473	17	4	2	3200	2	2	5	1	1	4	6	3
474	1	5	2	4800	2	1	4	1	1	5	8	3
474	4	3	5	10400	1	1	4	1	1	5	32	3
474	8	1	4	6000	2	1	2	1	2	5	29	2
475	12	3	3	7200	1	1	3	4	2	3	107	3
476	6	1	4	800	5	1	3	1	3	2	26	3
477	2	4	3	2800	3	1	3	1	1	4	4	3
477	3	1	2	7200	1	1	3	1	2	4	14	1
477	4	3	3	1200	3	3	1	1	3	4	29	3
477	9	3	1	2800	3	2	1	1	2	5	6	2
478	3	4	2	5200	2	2	1	1	3	6	12	3
478	4	3	1	4800	2	1	1	1	2	4	0	2
Bērvircava												
284	2	2	4	800	5	1	5	4	2	2	13	4
284	3	5	5	0	5	1	5	2	1	1	15	5
284	6	4	5	0	5	1	5	3	1	2	8	5
284	7	5	5	2400	3	1	4	4	3	3	68	5
284	8	5	5	4000	2	1	5	3	4	2	21	4
285	0	3	4	4400	2	1	1	2	5	2	88	3
285	1	4	5	400	5	1	3	4	2	3	33	5
285	6	4	5	400	5	3	5	2	2	2	13	5
285	7	4	5	0	5	1	4	2	2	3	40	5
285	12	5	5	800	5	1	2	3	3	3	49	5
285	14	1	5	8400	1	1	1	1	1	2	93	2
285	15	4	5	0	5	1	3	1	3	3	37	5
285	18	1	2	5600	2	1	1	2	3	2	172	2

285	22	5	3	400	5	2	3	2	2	2	44	4
285	24	3	2	3600	2	1	1	1	1	3	33	2
286	1	1	5	800	5	1	2	1	5	3	20	4
286	4	2	4	0	5	1	1	4	3	1	31	4
286	6	1	5	0	5	1	1	1	3	2	26	3
287	1	3	4	800	5	1	1	1	2	2	38	4
287	2	3	5	4000	2	2	1	1	3	2	43	3
287	4	4	5	0	5	1	5	4	3	3	83	5
287	5	4	3	1200	3	3	5	4	2	2	59	4
287	6	4	5	400	5	1	1	2	3	3	48	5
287	7	5	5	1600	3	1	1	3	4	1	49	5
287	8	1	5	2400	3	1	1	1	2	1	29	3
287	9	4	3	2400	3	1	3	2	2	4	40	3
287	11	1	5	2400	3	3	1	2	3	2	79	3
287	12	3	3	2400	3	1	1	1	3	3	63	3
288	2	1	5	400	5	1	1	1	2	2	17	3
288	3	1	4	2800	3	1	1	1	2	3	33	3
288	6	3	3	5600	2	1	3	1	3	2	45	3
288	7	3	5	1600	3	1	1	1	3	3	58	3
288	12	1	3	6000	2	1	1	1	3	4	64	2
288	15	3	5	2000	3	1	2	1	4	2	95	4
288	16	3	4	5600	2	1	1	1	2	1	88	3
288	17	3	4	400	5	1	1	1	4	4	63	4
288	18	4	5	2800	3	1	1	1	3	5	93	4
288	19	2	4	800	5	1	1	1	3	2	59	3
288	24	1	2	5600	2	1	1	3	2	1	77	2
288	26	4	5	1600	3	1	1	1	2	4	127	4
289	1	4	3	14000	1	1	1	1	2	3	61	3
289	3	1	4	1600	3	4	1	2	4	2	16	3
289	4	1	5	2400	3	1	1	1	3	2	29	3
289	5	1	4	6800	1	1	1	1	3	2	34	2
289	6	1	3	3200	2	1	1	1	2	4	32	2
289	8	3	4	2400	3	1	1	1	2	4	53	3
290	6	4	5	0	5	1	1	1	2	4	25	4
290	9	1	5	0	5	1	5	1	3	3	34	4
290	11	4	3	800	5	2	2	2	3	3	22	4
291	2	3	4	2000	3	1	1	1	3	3	112	3
291	8	3	5	4000	2	1	1	1	3	2	113	3
291	9	1	3	9200	1	1	1	1	3	3	75	2
291	10	3	4	15200	1	1	1	1	4	3	64	3
291	11	2	5	0	5	1	1	1	5	3	81	4
291	16	1	5	0	5	1	1	1	5	2	112	4
291	17	3	5	0	5	1	2	1	4	2	103	4
291	18	2	5	800	5	1	1	1	2	3	56	4
291	19	3	5	1200	3	1	1	1	2	4	93	4
291	21	3	5	800	5	1	1	1	5	2	76	4
291	22	4	5	4000	2	1	1	1	4	3	120	4
292	4	5	5	0	5		1	1	3	2	55	5
292	6	4	5	0	5	1	1	1	3	3	44	4
293	2	2	4	4400	2	3	1	1	1	4	74	2
293	4	3	5	0	5	1	1	1	3	3	62	4
293	9	2	5	2000	3	1	1	1	2	2	67	3
293	12	3	5	2800	3	1	1	1	3	4	104	3
293	13	5	5	1200	3	1	1	1	4	2	42	4

293	14	5	5	400	5	1	1	1	5	3	90	5
293	15	5	5	1200	3	1	1	1	3	4	65	4
293	19	3	5	400	5	1	1	1	4	5	90	4
293	20	4	5	400	5	1	1	1	3	3	106	5
294	3	3	5	1600	3	1	1	1	3	3	88	3
294	9	4	5	6000	1	1	1	1	3	3	45	4

5.2. Oša audžu sugu un biotopu kapacitātes analīze: biotopu indikatorsugas, aizsargājamās augu sugas, ES nozīmes biotopi

Daļa no parastā oša *Fraxinus excelsior* mežaudzēm ir Eiropas Savienības īpaši aizsargājamie biotopi Latvijā jeb dabiskie meža biotopi, ar mērķi saglabāt bioloģisko daudzveidību apsaimniekotā meža ainavā (Auniņš 2013, Ek *et al.* 2002). Tādejādi tiek aizsargātas sugas, tai skaitā epifītiskās ķērpju un sūnu sugas, kas nespēj pastāvēt intensīvas meža apsaimniekošanas rezultātā. Savukārt *Fraxinus excelsior* straujā bojāeja rada risku epifītisko sugu daudzveidības samazināšanai Eiropas Savienības īpaši aizsargājamajos biotopos, samazinot potenciālo substrātu skaitu (Löhmus, Runnel 2014). Lai novērtētu pašreizējo ošu audžu kapacitāti, veikta epifītisko ķērpju un sūnu indikatorsugu sugu uzskaitē dabiskajos meža biotopos.

Objekts un metode

Dabisko meža biotopu epifītisko ķērpju un sūnu indikatorsugu uzskaitē veikta 58 Eiropas Savienības īpaši aizsargājamajos biotopos, no kuriem 21 atradās Skrīveros un 37 Bērvircavā. Izvēlētās teritorijas atradās divos ģenētisko resursu meža masīvos. Katrā mežaudzē nejauši/subjektīvi izvēlēts viens vai vairāki punkti, ņemot vērā mežaudzes platību. Katrā punktā aprakstīti 10 dzīvie koki. Dzīvie koki izvēlēti pēc principa, ja uz tiem bija atrodama vismaz viena indikatorsuga. Uz katra koka uzskaitītas visas dabisko mežu biotopu ķērpju un sūnu epifītiskās indikatorsugas un specifiskās sugas (turpmāk tekstā – indikatorsugas) pēc A. Auniņa (2013), vizuāli noteikts katras uzskaitītās indikatorsugas projektīvais segums. Papildus uzskaitītas sūnu un ķērpju indikatorsugas, kas noteiktas ārpus apsekotajiem punktiem, ja sugu nekonstatēja pirms tam dotajā mežaudzē.

Sūnu sugu nomenklatūra noteikta lapu sūnām pēc O. Hilla *et al.* (2006), aknu sūnām pēc R. Grolles un D. Longa (2000), savukārt ķērpju sugām pēc C. Smita *et al.* (2009).

Datu analīze

Lai noskaidrotu koku sugu savstarpējo saistību ar dabisko meža biotopu epifītu indikatorsugām, veikta indikatorsugu analīze (*Indicator Species Analysis*) sugu sastopamībai uz apsekotajām koku sugām. Dabisko meža biotopu indikatorsugu ordinācijai apsekotajās audzēs veikta determinētā kanoniskā analīze (*Determined canonical analysis*) (DCA) (Peck 2010). Ordinācijā par pamata matricu izmantota sugu sastopamība un kā faktoru matrica izvēlēta koku sugu sastopamība (*Fraxinus excelsior*, *Ulmus glabra*, *Betula pendula*, *Acer platanoides*, *Tilia cordata*, *Populus tremula*, *Alnus incana*, *Alnus glutinosa*, *Quercus robur*) katrā mežaudzē un apsekotais meža masīvs (Skrīveri, Bērvircava). Indikatorsugu analīze un DCA ordinācija veikta, izmantojot PC-ORD Version 6 paketi.

Lai pārbaudītu, vai sugu skaits būtiski atšķiras starp diviem apsekotajiem sugu masīviem, izmantots t-tests (normāla sadalījuma gadījumā) vai Manna Vitnija (*Mann-Whitney*) tests (neparametriskām vērtībām). Veicot inventarizācijas datu salīdzināšanu ar dotā pētījumā iegūtajiem datiem, izmantots *Mann-Whitney* tests. Izmantoti dabisko meža biotopu inventarizācijas epifītisko ķērpju un sūnu uzskaites dati no 2002. gada par 20 mežaudzēm Bērvircavā un septiņām audzēm Skrīveros, kas visas apsektas arī dotajā pētījumā.

Dabisko meža biotopu indikatorsugu bagātība Eiropas Savienības īpaši aizsargājamās biotopos

Epifītisko indikatorsugu bagātība apsekotajās mežaudzēs

Apsēkotajās mežaudzēs kopumā konstatētas 18 dabisko mežu biotopu indikatorsugas, no tām 10 – sūnu sugas un astoņas ķērpju sugas (1. tab.). Septiņas no visām sugām ir iekļautas MK noteikumos Nr. 395 īpaši aizsargājamo sugu sarakstā – sūnaugi – *Lejeunea cavifolia*, *Neckera complanata* un ķērpji – *Arthonia byssacea*, *Arthonia spadicea*, *Arthonia vinosa*, *Lobaria pulmonaria*, *Pertusaria pertusa* (1. tab.). Trīs no iepriekš uzskaitītajām sugām minētas MK noteikumos Nr. 940 kā sugas, kurām izveidojami mikroliegumi – *Lejeunea cavifolia* un *Pertusaria pertusa*, *Arthonia byssacea* (1. tab.).

Indikatorsugas uzskaitītas gandrīz visās apsekotajās mežaudzēs, izņemot vienu audzi Bērvircavā. Vidējais sugu skaits Skrīveru audzēs bija deviņas sugas, Bērvircavā četras sugas (2. tab.). Lielākais sugu skaits Skrīveros bija 14 sugas vienā audzē, savukārt Bērvircavā – attiecīgi astoņas sugas. Iegūtie rezultāti rādīja, ka Skrīveru mežaudzēs

raksturīga lielāka sugu bagātība nekā Bērvircavas audzēs (1., 2. tab.). To parāda arī vidējo vērtību būtiski nozīmīgās atšķirības starp dažādām sugu grupām – sūnu indikatorsugu skaitu, aizsargājamo sugu skaitu, aizsargājamo ķērpju skaitu, kopējos sugu skaitu un kopējo aizsargājamo sugu skaitu abos meža masīvos (2. tab.).

1. tabula

Dabisko meža biotopu sūnu un ķērpju indikatorsugu saraksts un mežaudžu skaits, kurās dotās sugas konstatētas. Treknrakstā atzīmētas aizsargājamās sugas (MK Noteikumi Nr. 396 2000, MK Noteikumi Nr. 940 2012).

Sugas	Jumprava (n=21)	Bērvircava (n=37)	Kopā (n=58)
Sūnaugi			
<i>Anomodon longifolius</i>	14	1	15
<i>Anomodon viticulosus</i>	5	0	5
<i>Homalia trichomanoides</i>	21	35	56
<i>Isothecium alopecuroides</i>	0	1	1
<i>Jamesoniella autumnalis</i>	17	4	21
<i>Lejeunea cavifolia</i>	18	0	18
<i>Metzgeria furcata</i>	15	1	16
<i>Neckera complanata</i>	9	0	9
<i>Neckera pennata</i>	21	5	25
<i>Ulota crispa</i>	12	8	20
Ķērpji			
<i>Acrocordia gemmata</i>	9	30	39
<i>Arthonia byssacea</i>	0	18	18
<i>Arthonia spadicea</i>	10	4	14
<i>Arthonia vinosa</i>	7	1	8
<i>Bacidia rubella</i>	6	19	25
<i>Graphis scripta</i>	19	36	55
<i>Lobaria pulmonaria</i>	9	0	9
<i>Pertusaria pertusa</i>	1	0	1

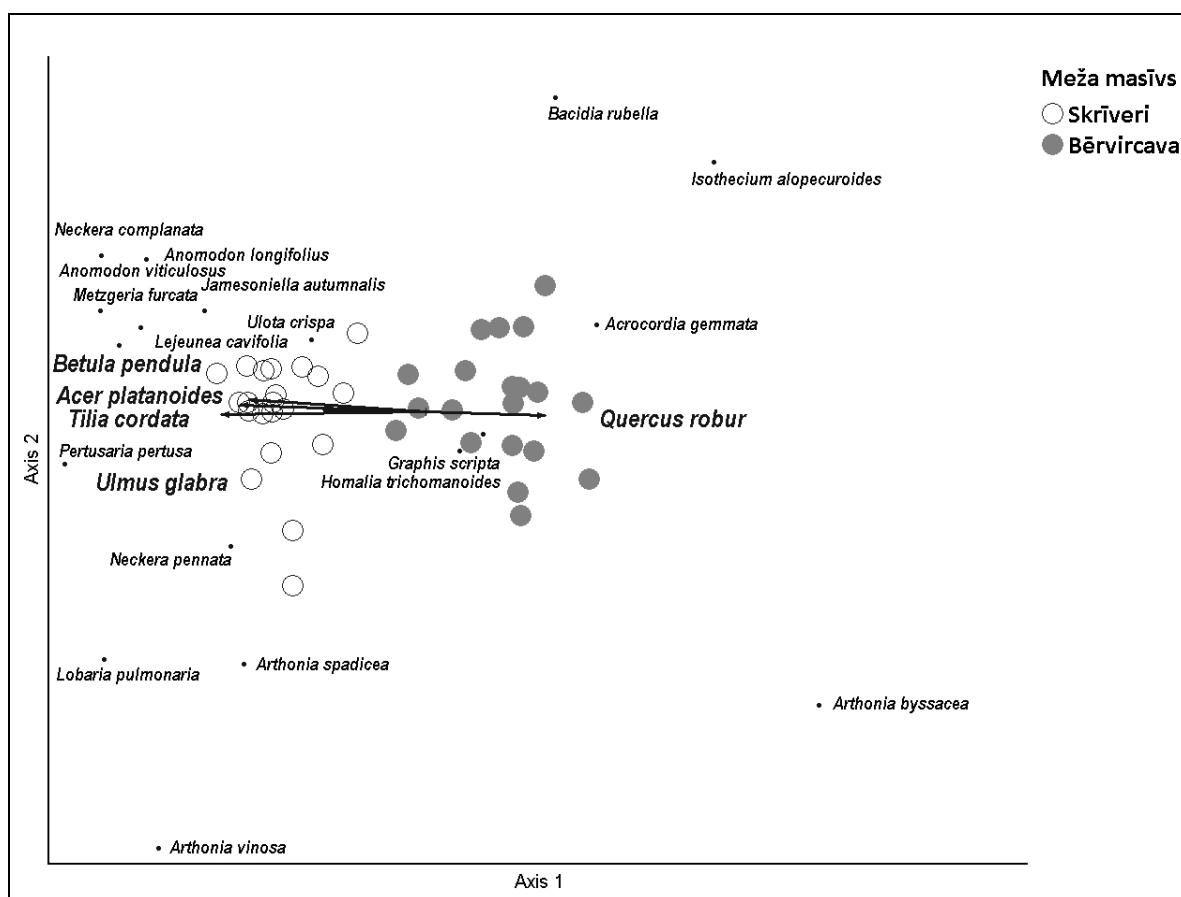
Gandrīz visās audzēs Skrīveros, izņemot vienu audzi, atrastas sugas, kuras iekļautas īpaši aizsargājamo sugu sarakstā un/vai mikroliegumu sugu sarakstā. Kopējais indikatorsugu skaits pusē no visām apskatītajām audzēm ir lielāks par deviņām indikatorsugām (kopumā 11 mežaudzēs Skrīveros). Savukārt Bērvircavas meža masīva biotopos epifītisko indikatorsugu sastopamība ir zema, īpaši maz konstatētas dabisko mežu biotopu sūnu indikatorsugas (1. tab.). Tomēr bieži sastopama ķērpju suga *Arthonia byssacea*, kas ir reta un aizsargājama suga un kas bija sastopama gandrīz pusē no apsekotajiem dabiskajiem meža biotopiem Bērvircavā.

2. tabula

Indikatorsugu skaits divos apsekotajos meža masīvos – Skrīveri un Bērvircavā
Aizsargājamās sugas izdalītas pēc MK Noteikumiem Nr. 396 2000, MK
Noteikumiem Nr. 940 2012). Treknrakstā atzīmētas būtiskās vērtības.

Sugu grupa	Vidējā vērtība		p-vērtība
	Skrīveri	Bērvircava	
Sūnu indikatorsugas	6.25	1.632	4.861e-10
Aizsargājamās sūnu sugas	1.286	0	4.16e-11
Ķērpju indikatorsugas	2.905	2.919	0.9662
Aizsargājamās ķērpju sugas	1.286	0.6216	0.02319
Kopējais indikatorsugu skaits	9.190	4.405	3.606e-08
Kopējais aizsargājamo sugu skaits	2.5714	0.6216	2.413e-07

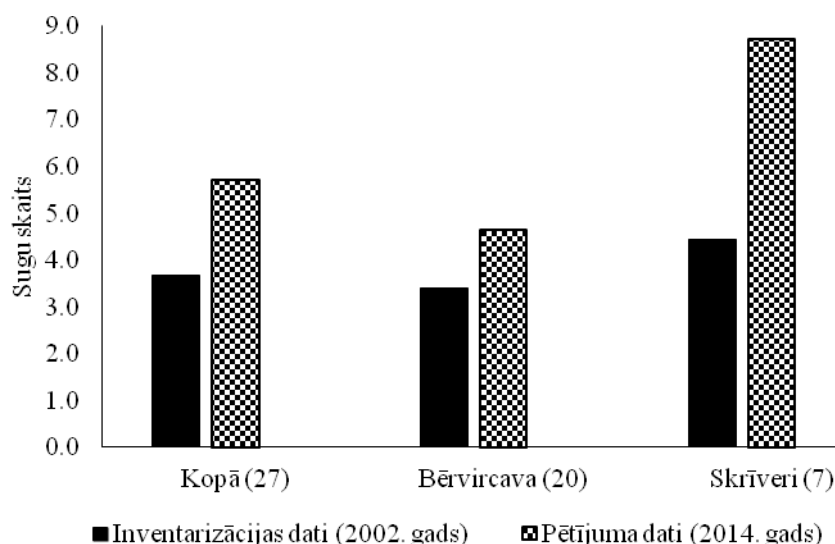
Ņemot vērā iegūtos DCA ordinācijas rezultātus (1. att.), abi apsekotie meža masīvi savstarpēji nodalās, pamatojoties uz epifītisko indikatorsugu sastāva atšķirībām apsekotajās audzēs. Ordinācijā redzams, ka atšķirības varētu saistīt ar atšķirīgo koku sugu sastāvu katrā teritorijā. Indikatorsugu sastopamību audzēs skaidro noteiktu koku sugu eksistence apsekotajos ģenētisko resursu mežu masīvos.



1. attēls. DCA ordinācija dabisko meža biotopu indikatorsugu sastopamībai apsekotajās mežaudzēs.

Nozīmīgas koku sugu indikatoru sastopamībai Skrīveru audzēs ir *Betula pendula*, *Acer platanoides*, *Tilia cordata* un *Ulmus glabra*. Savukārt Bērvircavas audzēs ir lielāka *Quercus robur* sastopamība un tur raksturīgās indiaktorsugas – *Arthonia byssacea*, *Acrocordia gemmata*. DCA ordinācija parāda, ka Skrīveru meža masīva audzēs ir lielāka koku sugu pieejamība, kas varētu noteikt lielo epifītu sugu skaitu salīdzinājumā ar Bērvircavas audzēm. Zemo indiaktorsugu skaitu Bērvircavas dabiskajos meža biotopos varētu saistīt ar zemo koku sugu dažādību audzēs. Rezultāti rāda, ka Bērvircavā pārsvarā indikatorugas uzskaitītas uz trim koku sugām – *Populus tremula*, *Quercus robur* un *Fraxinus excelsior* (3., 4. att.). Tai skaitā *Fraxinus excelsior* ir vienīgā koku suga, kas līdzīgi dominē abos apsekotajos meža masīvos. Pārejo apsekoto koku sugu skaits, uz kurām noteikta kaut viena indikatorsuga ir diezgan atšķirīgs starp apsaktītajiem meža masīviem (3., 4. att.).

Analizējot dabisko meža biotopu inventarizācijas datus, kas iegūti 2002. gadā, redzams, ka vidējais sugu skaits 2014. gadā (dotā pētījuma ietvaros) ir lielāks (2. att.). Turklāt sugu skaits starp abiem apsekotajiem gadiem būtiski atšķirās izdalot atsevišķi – visās audzēs kopā ($p=0.0006$), tikai Bērvircavas audzēs ($p=0.009$) un tikai Skrīveru audzēs ($p=0.002$) (2. att.). Secināts, ka 12 gadu laikā sugu skaits nav samazinājies un līdz ar to dabisko meža biotopu kapacitāte sugu aspektā ir spējusi saglabāties vai pat iespējams palielinājusies.



2. attēls. Vidējais epifītisko ķērpju un sūnu sugu skaits 2002. gadā (dabisko meža biotopu inventarizācijas dati) un 2014. gadā (dotā pētījuma dati).

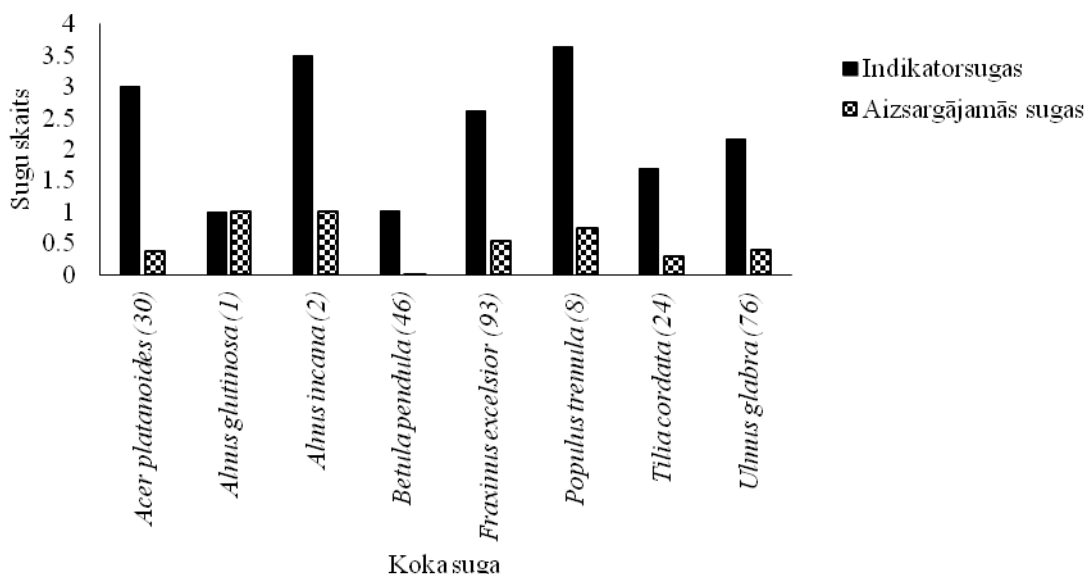
Epifītisko indikatorsugu bagātība un substrāts

Dabisko mežu biotopu indikatorsugas uzskaitītas uz 691 koka, pārstāvēt deviņas koku sugas. Visbiežāk apsekotā koku suga abos meža masīvos bija *Fraxinus excelsior*.

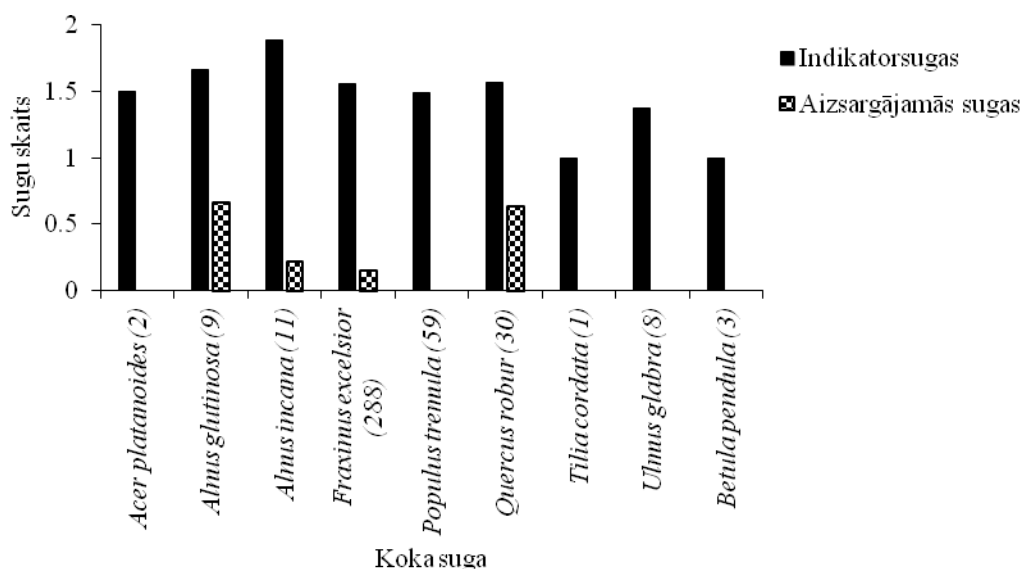
Skrīveru ģenētisko resursu dabiskajos meža biotopos sugas noteiktas uz astoņām koku sugām, no kurām visvairāk aprakstītā bija *Fraxinus excelsior* (93 koki) un *Ulmus glabra* (76 koki) (3. att.). Pārējās koku sugas pārstāvētas mazāk par 50 kokiem (3. att.).

Bērvircavas dabiskajos meža biotopos indikatorsugas uzskaitītas uz 411 dzīviem kokiem, no kuriem lielākā daļa bija *Fraxinus excelsior* (288 substrāti), *Populus tremula* (59 koki), kā arī *Quercus robur* (30 koki) (4. att.). Atšķirībā no Skrīveru audzēm Bērvircavā indikatorsugas konstatētas arī uz *Quercus robur* substrāta (30 koki). Gandrīz visu pārējo koku sugu skaits, izņemot *Alnus incana* (11 koki) bija zemāks par 10 substrātiem Bērvircavas apsekotajās audzēs (4. att.).

Salīdzinot vidējo sūnu un ķērpju sugu skaitu uz dažādām koku sugām abos apsekotajos meža masīvos, rezultāti rāda, ka Skrīveros vairāk indikatorsugu atrastas uz *Populus tremula* (vidēji 3,63 sugas) un *Acer platanoides* (vidēji 3,0 sugas) substrātiem (3. att.), savukārt Bērvircavā – uz *Alnus incana* (vidēji 1,89 sugas), *Alnus glutinosa* (vidēji 1,67 sugas) un *Quercus robur* (vidēji 1,57 sugas) (4. att.). Arī Skrīveros *Alnus incana* raksturojas ar augstu sugu bagātību (vidēji 3,5 sugas), taču jāņem vērā, ka šajā teritorijā apskatīti tikai divi šādi substrāti. Salīdzinot vidējo sūnu un ķērpju sugu skaitu uz dažādām koku sugām starp teritorijām, redzams, ka Skrīveros dotie substrāti raksturojās ar lielāku epifītisko sugu bagātību nekā Bērvircavā (3., 4. att.). Nevienā no teritorijām vidējais aizsargājamo sugu skaits uz neviena no substrātiem nepārsniedz vienu sugu; Skrīveru audzēs tās konstatētas uz visām astoņām koku sugām, Bērvircavā – tikai uz četrām koku sugām (3., 4. att.).



3. attēls. Vidējais sūnu un ķērpju sugu skaits uz dažādām koku sugām Skrīveru apsektotajās mežaudzēs, norādot substrātu skaitu iekavās. Atsevišķi izdalītas aizsargājamās sugas (MK Noteikumi Nr. 396 2000, MK Noteikumi Nr. 940 2012).



4. attēls. Vidējais sūnu un ķērpju sugu skaits uz dažādām koku sugām Bērvircavas apsektotajās mežaudzēs, norādot substrātu skaitu iekavās. Atsevišķi izdalītas aizsargājamās sugas (MK Noteikumi Nr. 396 2000, MK Noteikumi Nr. 940 2012).

Indikatorsugu analīze rāda, ka 11 epifītu indikatorsugas ir būtiski saistītas ar kādu no apsektotajām koku sugām (3. tab.). No visiem substrātiem ar *Acer platanoides* būtiski saistītas trīs sūnu indikatorsugas – *Anomodon longifolius*, *Metzgeria furcata* un *Neckera pennata*. *Alnus glutinosa* indikatorsugu analīzē parāda būtisku saistību ar divām ķērpju sugām – aizsargājamo ķērpji, kuram izveidojams mikroliegums, *Pertusaria pertusa* (konstatēta tikai vienu reizi) un *Graphis scripta*. Savukārt aizsargājamā suga *Arthonia*

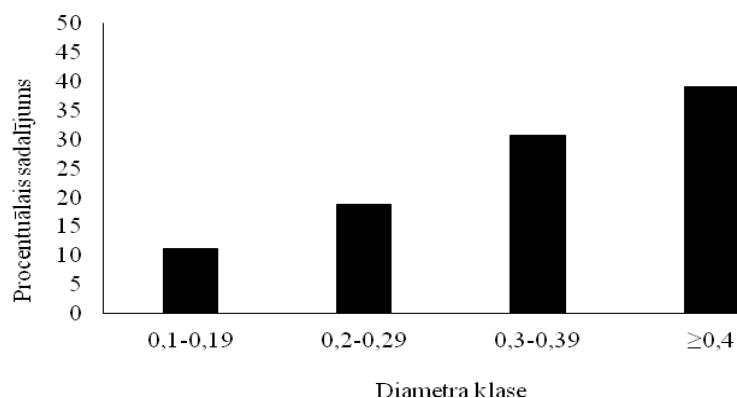
spadicea būtiski saistīta ar *Alnus glutinosa*. Bērvircavā sastopamā aizsargājamā ķērpju suga *Arthonia byssacea* sastīta ar *Quercus robur*. Iegūtie indikatorsugu analīzes rezultāti rāda, ka lielāka koku sugu dažādība audzēs varētu nodrošināt lielāku indikatorsugu eksistenci. Epifītisko sugu saistība ar koka sugu var būt dažāda, proti, konkrēta koku suga nodrošina atsevišķu epifītu sugu esamību. Kokrēti koku suga *Betula pendula*, kas neraksturojās ar augstu sugu bagātību (3., 4. att.) toties ir svarīgs substrāts konkrēti sūnu sugai *Jamesoniella autumnalis* (3. tab.), līdzīgi ir ar koku sugu *Alnus glutinosa* un ķērpju sugu *Arthonia spadicea* (3., 4. att., 3. tab.) Tai pat laikā indiaktorsugu analīzes rezultāti parāda, ka neviena no konstatētajām indikatorsugām nav būtiski nozīmīga *Fraxinus excelsior* substrātam (3. tab.).

3. tabula

Indikatorsugu analīze konstatētajām ķērpju un sūnu sugām. Norādīts koku skaits, uz cik aspekotā epifītu suga konstatēta. Treknrakstā atzīmētas aizsargājamās sugas (MK Noteikumi Nr. 396 2000, MK Noteikumi Nr. 940 2012) un statistiski būtiskas (<0,05) p-vērtības.

Epifītu suga	Substrātu skaits (n=691)	Koka suga	p-vērtība
<i>Acrocordia gemmata</i>	119	<i>Populus tremula</i>	0.0002
<i>Anomodon longifolius</i>	30	<i>Acer platanoides</i>	0.0038
<i>Anomodon viticulosus</i>	10	<i>Tilia cordata</i>	0.7255
<i>Arthonia byssacea</i>	58	<i>Quercus robur</i>	0.0002
<i>Arthonia spadicea</i>	25	<i>Alnus glutinosa</i>	0.0002
<i>Arthonia vinosa</i>	3	<i>Fraxinus excelsior</i>	0.9642
<i>Bacidia rubella</i>	44	<i>Populus tremula</i>	0.3183
<i>Graphis scripta</i>	152	<i>Alnus incana</i>	0.0002
<i>Homalia trichomanoides</i>	473	<i>Ulmus glabra</i>	0.0068
<i>Isothecium alopecuroides</i>	1	<i>Quercus robur</i>	0.1114
<i>Jamesoniella autumnalis</i>	51	<i>Betula pendula</i>	0.0002
<i>Lejeunea cavifolia</i>	63	<i>Ulmus glabra</i>	0.0778
<i>Lobaria pulmonaria</i>	7	<i>Ulmus glabra</i>	0.5341
<i>Metzgeria furcata</i>	42	<i>Acer platanoides</i>	0.0172
<i>Neckera complanata</i>	22	<i>Acer platanoides</i>	0.0600
<i>Neckera pennata</i>	134	<i>Acer platanoides</i>	0.0002
<i>Pertusaria pertusa</i>	1	<i>Alnus incana</i>	0.0290
<i>Ulota crispa</i>	27	<i>Tilia cordata</i>	0.0358

Iegūtie rezultāti atspoguļo, ka lielākoties dzīvie koki, uz kuriem konstatēta vismaz viena dabisko meža biotopu indikatorsuga, ir ar caurmēru, kas lielāks par 0,29 m (5. att.). Lielākā daļa no indikatorsugām noteiktas uz substrātiem, kuru caurmērs ir $\geq 0,4$ m (vairāk nekā 35 % no visiem apsekotajiem dzīvajiem kokiem (5. att.). Tādejādi parādot, ka liela izmēra struktūrelementi ir nozīmīgi epifītisko indikatorsugu eksistences nodrošināšanai.



5. attēls. Apsekoto koku procentuālais sadalījums dažādās diametru klasēs.

Secinājumi

- Izvērtējot Skrīveru meža masīva dabiskos meža biotopus, jāsecina, ka indikatorsugu kvalitatīvais sastāvs liecina par to, ka dotās audzes atbilst dabisko mežu biotopu kritērijiem, jo laika gaitā ir spējušas saglabāt vai veicināt reto epifītisko ķērpju un sūnu sugu eksistenci.
- Lai arī Bērvircavas meža masīva dabiskajos meža biotopos epifītisko sūnu un ķērpju daudzveidība bija zemāka nekā Skrīveru audzēs, toties lielākajā daļā no apsekotajām audzēm bija sastopama aizsargājama (suga, kurai izveidojams mikroliegums) ķērpju suga – *Arthonia byssacea*. Tādejādi norādot Bērvircavā dabiskie meža biotopi spēj nodrošināt retas sugas eksistenci.
- Sugu skaits 12 gadu laikā nav būtiski samazinājies apsekotajās audzēs, tādejādi norādot, ka apsektie dabiskie meža biotopi spēj saglabāt epifītisko sūnu un ķērpju bagātību, neskatoties uz to, ka notiek koku sugas *Fraxinus excelsior* bojāeja.
- Iegūtie rezultāti rādīja, ka epifītisko ķērpju un sūnu sugu sastāvs un bagātība divos apsekotajos dabisko meža biotopu masīvos ir atšķirīga, ko iespējams nosaka substrāta pieejamība audzē.
- Vairāk epifītisko sugu ir sastopamas audzēs, kurās ir lielāka lapu koku dažādība.
- Indikatorsugas analīze rezultāti norāda, ka dažādām epifītiskajām ķērpju un sūnu indikatorsugām ir atšķirīgas prasības pēc koku sugas. Īpaši nozīmīga koku suga ir *Acer platanoides*. Tai pat laikā Bērvircavas audzēs aizsargājamā ķērpju suga *Arthonia byssacea* ir saistīta ar *Quercus robur* izplatību. Nākotnē svarīgi ir izvērtēt prioritātes un konkrētās vietas apstākļus, lai saprastu, ko vēlas aizsargāt – lielāku sugu bagātību vai konkrētas sugas eksistenci, kurai nepieciešami specifiski apstākļi.
- Rezultāti rāda, ka nozīmīgi epifītiskajām indikatorsugām ir substrāti ar caurmēru, kas lielāks par 0.3 metriem.

Rekomendācijas

Sākotnējās rekomendācijas oša audžu dabiskās atjaunošanās plānošanai

- Visveselīgākie oši ir susinātajos meža tipos - šaurlapju ārenī, šaurlapju kūdrenī un platlapju ārenī, turklāt šajos meža tipos konstatēts arī lielākais ošu biežums, tādēļ turpmāk ošu dabisko atjaunošanos vēlams plānot tieši šajos meža tipos, jo tas varētu nodrošināt pietiekami vitālu un ražīgu ošu audžu veidošanos. Vēlams izvairīties no oša dabiskās atjaunošanās plānošanas slapjos augšanas apstākļos, jo ošu saslimstība ar *H. fraxineus* šādos apstākļos ir visaugstākā.
- Nepieciešamības gadījumā oša audzēs veicot krājas kopšanas un sanitārās izlases cirtes, vēlams izņemt bojātos ošus un citas sugas, kas nomāc un konkurē ar osi, traucējot tā augšanu un dabisko atjaunošanos.
- Veicot sanitārās vienlaidus cirtes, ieteicams veidot slejas, bet, veicot sanitārās izlases cirtes, iesakāma atsevišķu grupu vai segaudzes izciršana, lai veicinātu atvērumu veidošanos, kas nodrošina vislabāko vidi oša dabiskajai atjaunošanai. Veicot kailcirti, daļu ošu paaugas ieteicams nocirst (atsēdināt uz celma), jo jaunās atvases izmainītajos vides apstākļos ir dzīvotspējīgākas par atstāto ošu paaugu.
- Nākotnē laba ošu dabiskā atjaunošanās iespējama mīksto lapu koku audzēs ar parastā bērza, gobas un apses dominanci, jo šīs sugas mežaudzēs dominē samērā bieži un zem tām veidojas pietiekami bieza jaunā ošu paauga. Samērā lielās platībās ošu atjaunošanās iespējama arī zem mātesaudzēm, tomēr jāveicina mistrotu audžu veidošanās un jāizvairās no tīraudzēm.
- Izvērtējot pašreizējo sugu sastāvu ošu mežaudzēs, jāsecina, ka nākotnē dabiski lielās platībās varētu veidoties mistrotas ošu audzes ar kļavu, gobu, baltalksni un liepu. Tomēr kļava novājināto osi izkonkurē, un oša vitalitāte audzēs, kur dominē kļava, ir zema - 13.6% ošu nokaltuši. Tāpat jāizvairās arī no oša/ egles mistraudžu veidošanas, jo egle veido spēcīgu sakņu sistēmu, kas traucē oša augšanai – šajās mistraudzēs konstatēta ļoti augsta ošu saslimstība.

Rekomendācijas optimālam sugu mistrojumam, lai nodrošinātu vitālu un ražīgu ošu audžu veidošanos

- Ieteicams osi kā piemistrojuma sugu atstāt ikvienā jaunaudzē, kur pēc augšanas apstākļiem un sugu sastāva tas pieļaujams un esošo ošu vitalitāte ir laba, jo oša saglabāšanās un izplatība ne tikai Latvijā, bet visā Eiropā ir apdraudēta.
- Ja jaunaudze ir mistrota un tajā ir pietiekami daudz citu sugu, lai veidotu pietiekamu bieztību vecumā līdz 10 gadiem, ieteicams nocirst slimos ošus, bet atstāt visus veselos un jaunaudzi nepārstādīt.
- *H. fraxineus* bojājumu pakāpe ir mazāka, ja oši aug mistrotās audzēs ar citām lapu koku sugām, tādēļ, veicot jaunaudžu kopšanu un veidojot sastāvu, ieteicams veidot mistrotas jaunaudzes, atstājot vitālos ošus, bet neveicināt oša tīraudžu veidošanos. Vitālākās jaukta sastāva jaunaudzes ar osi veidojas, ja jaunaudzes sastāvā dominē bērzs, apse un melnalksnis, bet pieļaujama arī liepas un baltalkšņa dominance. Tādēļ jaunaudzes sastāvā 15-20% no indivīdu skaita vēlams atstāt kādu no šīm sugām (vai vairākas), īpaši bērzu vai melnalksni, jo šādās jaunaudzēs ošu biežums ir liels (virs 5 000 ošu/ha) un kopšanu laikā var atstāt vitālākos ošus.
- Ja osis un citas sugas nav pietiekamā daudzumā, tad vēlams stādīt osim alternatīvas sugas (bērzs, apse, ozols, alkšņi), bet izvairīties no egles, jo oša/ egles mistradzes ir ar visaugstāko *H. fraxineus* bojājumu pakāpi.
- Ja nav rezistentu ošu un ošu dabiskā atjaunošanās nav iespējama, bet ir pietiekami daudz citu sugu, kas var veidot saslēgtu audzi 10 gadu laikā, iesakāms veidot citu sugu jaunaudzi un no ošiem atteikties vispār.
- Pētījuma rezultāti rāda, ka slimības izplatība ir straujā, jo augstākā saslimstība ir mazāka biežuma audzēs, kur liela daļa ošu jau nokaltuši. Tādēļ sākotnēji ošu biežumu vēlams atstāt lielāku. Kopšanu ieteicams atkārtot vairākas reizes ar 5 – 7 gadu atstarpēm, lai veicinātu veselīgas audzes veidošanos, jo vitālākie oši novēroti jaunaudzēs, kurās kopšana veikta vairākas reizes. Turklāt jaunaudzēs, kur atstāto ošu biežums sākotnēji bijis lielāks, veicot atkārtotu kopšanu, ir iespējams izņemt bojātos ošus un veidot arvien veselīgāku audzi.
- Nav ieteicams veikt novēlotu kopšanu, jo tas var veicināt slimības izplatību. Pētījumos norādīts, ka kopšanu ieteicams veikt, līdz oši sasniedz 2 m augstumu un vismazākie *H. fraxineus* bojājumi ir tad, ja attālums starp atsevišķiem ošiem ir apmēram 2 - 2.5m. Veselīgākās jaunaudzes veidojas, ja ošu biežums ir apmēram 1 500 oši/ha .
- Var veikt vitālo ošu atsēdināšanu uz celma, jo tie veido daudz veselīgu atvašu, taču neveikt to slimiem ošiem, lai neveicinātu patogēna izplatīšanos.
- Kopšanas veikt tā, lai veicinātu ošu dabisko atjaunošanos un ierobežotu pameža sugu (īpaši ievas un lazdas) augšanu.

Priekšlikumi ošu ģenētisko resursu mežaudžu GRM apsaimniekošanai, rekomendācijas bioloģiskās daudzveidības resursu saglabāšanai oša audzēs

- Tā kā lielākā daļa GRM nogabalu ir arī dabiskie meža biotopi, saimnieciskajai darbībai jābūt tādai, lai veicinātu biotopa un osim alternatīvo sugu (apse, bērzs, ozols, vītols, kļava, alkšņi, liepa) izdzīvošanu, un, veicot saimniecisko darbību, jā saglabā tāds audzes sastāvs, kas nodrošina šo sugu izdzīvošanai vispiemērotākos vides apstākļus.
- Ošu ģenētisko resursu mežaudzēs kokus ieteicams cirst tikai sanitārā izlases cirtē, izņemot slimības skartos ošus un nogabalā atstājot ne mazāk kā 50 sēklas ražojošus kokus.
- Neveikt pasākumus, kas ar laiku varētu samazināt ošu proporciju pirmajā stāvā, tādējādi samazinot reproduktīvā vecuma ošu skaitu zem kritiskā (50 koki nogabalā) un neveicinot ošu dabisko atjaunošanos. Kā arī neveikt darbības, lai kritiski samazinātos mirušo koku daudzums (gan stāvošu, gan kritalu), jo uz nokaltušiem ošiem *H. fraxineus* sporas neveidojas un atmirusī koksne ir nozīmīga bioloģiskajai daudzveidībai.
- Jāveicina ģenētiskās daudzveidības un dažādvecuma audžu veidošanās, veidojot audzes ar jauktu sugu sastāvu un dažāda vecuma kokiem, jo šie nosacījumi osi pasargā no slimības.
- Ieteicams neatcelt ģenētisko resursu mežaudzes statusu nogabaliem, kas vairs neatbilst oša ģenētisko resursu mežaudžu kvalitātes kritērijiem (5. kvalitātes klase), bet tajos veikt sanitārās izlases cirtes ar mērķi veicināt ošu dabisko atjaunošanos.
- Izvērtēt saimnieciskās darbības veikšanu nogabalos, kas novērtēti ar ceturto kvalitātes klasi.
- Visās oša ģenētisko resursu mežaudzēs iesakāms regulārs monitorings un atbilstoša saimnieciskā darbība, ja parādās lielāki *H. fraxineus* bojājumu, vai citi (piem., sakņu puves) draudi.
- Apsēkotajiem dabisko meža biotopiem abos ģenētisko resursu mežos atstāt Eiropas Savienības īpaši aizsargājamo biotopu statusu, tādējādi nodrošinot retu un aizsargājamo epifītisko ķērpju un sūnu sugu saglabāšanu.
- Veicināt *Fraxinus excelsior* audzēs lielāku citu lapu koku mistrojumu. Līdz ar to nodrošinot substrātu epifītiskajām indikatorsugām, samazinoties parastā oša substrāta daudzumam.
- Neizvākt bojātos *Fraxinus excelsior* dzīvo koku substrātus, lai dotu ilgāku laika periodu jaunu substrātu kolonizēšanai tām indikatorsugām, kas sastopamas uz *Fraxinus excelsior*.
- Saglabāt dabiskajos meža biotopos dzīvos lapu kokus, kuru caurmērs pārsniedz 0,3 metrus.
- Bērvircavas dabisko mežu biotopos neizvākt un veicināt *Quercus robur* substrāta attīstību, sugas *Arthonia byssacea* saglabāšanai.
- Skrīveru dabisko mežu biotopos neizvākt un veicināt platlapju koku sugu – īpaši *Acer platanoides*, *Tilia crordata*, *Ulmus glabra* – saglabāšanu, kā arī *Populus tremula* līdz pastāvēšanu, lielākai indikatorsugu eksistencei audzēs.

Izmatotā literatūra

- Ahas R., Jaagus J., Aasa A. 2000. The phenological calendar of Estonia and its correlation with mean air temperature. *International Journal of Biometeorology* 44: 159–166.
- Ahlberg A. 2014. *The influence of thinning intensity on stands of European ash (Fraxinus excelsior L.) affected by ash dieback – how should they be managed? A case study based on observations in young stands of ash in Denmark*. Swedish University of Agricultural Sciences, Alnåpar, Sweden, 63 p.
- Anderson R., Burkman W., Millers I., Hoffard W. 1993. *Visual crown rating model for upper canopy trees in the Eastern United States*. US Department of Agriculture, Forest Service, 37 p.
- Anon 1993. *Manual for Integrated Monitoring ICP IM Programme Center*. Finnish Environment Institute. Helsinki.
- Anon 1994. *Manual for Integrated Monitoring ICP IM Programme Center*. Finnish Environment Institute. Helsinki.
- Anon 1998. *Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forest*. Hamburg and Prague, 177 p.
- Anon 2000. *Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests*. Hamburg and Prague, 177 p.
- Arhipova I., Bāliņa S. 2003. *Statistika ekonomikā*. Risinājumi ar SPSS un Microsoft Excel. Datorzinību centrs, Rīga, 352 lpp.
- Arhipova I., Ramute L., Žuka L. 1997. *Matemātiskās statistikas uzdevumu risināšana ar MS Excel*. Jelgava, 1.daļa 121 lpp., 2. daļa 97 lpp.
- Auniņš A. 2013. *Eiropas Savienības aizsargājami biotopi Latvijā. Noteikšanas rokasgrāmata. 2. papildināts izdevums*. Rīga, Latvijas Dabas fonds, Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija, 320 lpp.
- Avotniece Z., Rodinov V., Lizuma L., Briede A., Kļaviņš M. 2010. Trends in frequency of extreme climate events in Latvia. *Baltica* 23: 135–148.
- Bakys R., Vasaitis R., Ihrmark K. and Stenlid J. 2009. Investigations concerning the role of *Chalara fraxinea* in declining *Fraxinus excelsior*. *Plant Pathology* 58:284 - 292.
- Bakys R., Vasaitis R., Skovsgaard J.P. 2013. Patterns and severity of crown dieback in young even-aged stands of European ash (*Fraxinus excelsior* L.) in relation to stand density, bud flushing phenotype, and season. *Plant Protection Science* 49: 120-126.
- Barbaroux C., Breda N. 2002. Contrasting distribution and seasonal dynamics of carbohydrate reserves in stem wood of adult ring-porous sessile oak and diffuse-porous beech trees. *Tree Physiology* 22: 1201–1210.
- Baumanis I., Gailis A., Liepiņš K. 2001. Parastās priede povinienču salīdzinājums Latvijā. *Mežzinātne* 11: 52–66.
- Bechtold W., Hoffard W., Anderson R. 1992. *Forest Health Monitoring in South, 1991*. Summary Report. US Department of Agriculture, Forest Service, Southeastern Forest Experimental Station, 40 p.

- Beckage B., Clark, J.S., Clinton, B.D., Haines, B.L. 2000. A long-term study of tree seedling recruitment in southern Appalachian forests: the effects of canopy gaps and shrub understories. *Canadian Journal of Forest Research* 30: 1617-1631.
- Berry J.A., Downton W.J.S. 1982. Environmental regulation of photosynthesis. In: Govindjee (ed.) *Photosynthesis: development, carbon metabolism and plant productivity*. New York: Academic Press, Vol. 2, p. 265–345.
- Braun-Blanquet J. 1964. *Pflanzensoziologie*. Grundzüge der Vegetationskunde. Wien, New York, Springer Verlag, 865 S.
- Bunn A.G. 2008. A dendrochronology program library in R (dplR). *Dendrochronologia* 26: 115–124.
- Bušs K. 1976. *Latvijas PSR mežu klasifikācijas pamati*. Rīga: LRZTIPI, 34 lpp.
- Carlquist S.J. 2001. *Comparative wood anatomy: Systematic, ecological and evolutionary aspects of dicotyledon wood*. Berlin: Springer, 268 pp.
- Carrer M., Urbinati C. 2004. Age-dependent tree-ring growth response to climate in *Larix decidua* and *Pinus cembra*. *Ecology* 85: 730–740.
- Cech L.T., Hoyer-Tomiczek U. 2007. Aktuelle Situation des Zurücksterbens der Esche in Österreich. *Forstschutz Aktuell* 40: 8–10.
- Conkling B. L., Byers G. E. (eds.) 1993. *Forest health monitoring field methods guide. Internal report*. U. S. Environmental Protection Agency, Las Vegas , NV
- Cook E.R., Briffa K., Shiyatov S., Mazepa V. 1992. Tree-ring standardization and growth trend estimation. In: Cook E.R., Kairiukstis L.A. (Eds.). *Methods of dendrochronology*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p. 104–123.
- Cook E.R., Holmes R.L. 1986. Guide for computer program ARSTAN. In: Holmes, R.L., Adams, R.K. and Fritts, H.C. (Eds.). *Tree-ring chronologies of Western North America: California, eastern Oregon and northern Great Basin*. Tucson: University of Arizona Press, p. 50–65.
- Cox S. M. 2007. *Crown-condition classification: a guide to data collection and analysis. General Technical Report SRS-102*. Asheville, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Sothern Research Station. 78 p.
- Dierschke H. 1994. *Pflanzensoziologie*. Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer, 683 S.
- Dobrowolska D., Hein S., Oosterbaan A., Wagner S., Skovsgaard, J.P. 2011. A review of European ash (*Fraxinus excelsior* L.): implications for silviculture. *Forestry* 84 (2): 133-148.
- Dobrowolska D., Hein S., Oosterbaan A., Skovsgaard, J.P., Wagner S. 2008. Ecology and growth of European ash (*Fraxinus excelsior* L.). Skatīts: http://www.valbro.uni-freiburg.de/pdf/stsm_ash2.pdf, 25.11. 2015.
- Dufour S., Piegay H. 2008 Geomorphological controls of *Fraxinus excelsior* growth and regeneration in floodplain forests. *Ecology* 89: 205–215.
- Ek T., Suško U., Auziņš R. 2002. *Mežaudžu atslēgas biotopu inventarizācija. Metodika*. Rīga, Valts meža dienests, Latvija, Östra Götaland Meža pārvalde, Zviedrija, 76 lpp.
- Enderle R., Peters F., Nakou A., Metzler B. 2013. Temporal development of ash dieback symptoms and spatial distribution of collar rots in a provenance trial of *Fraxinus excelsior*. *European Journal of Forest research* 132: 956–876.

- EUFORGEN 2009. Distribution maps, *Fraxinus excelsior* L. http://www.euforgen.org/fileadmin/www.euforgen.org/Documents/Maps/PDF/Fraxinus_excelsior.pdf.
- FAO 2014. The state of world's forest genetic resources. Commission on genetic resources for food and agriculture. Skatīts: <http://www.fao.org/forestry/fgr/64582/en/> , 25.11.2015.
- Fraxigen 2005. *Ash Species in Europe: Biological Characteristics and Practical Guidelines for Sustainable Use*. Oxford: University of Oxford, 128 p.
- Fritts H.C. 2001. *Tree-rings and Climate*. Caldwell: The Blackburn Press, 582 p.
- Gailis A., Zariņa I., Baumanis I., Zeps M., Veinberga I. (2008) *Latvijas meža koku ģenētisko resursu ilgtermiņa saglabāšana un ilgtspējīga izmantošana*. Skatīts: http://www.silava.lv/userfiles/file/MAF%202008%20parskati/Silava_MAF_2008_Gailis142.pdf, 17.11.2015.
- Gärdenfors U. 2010. *The 2010 Red list of Swedish Species*. ArtDataban. Gärdenfors U, editor Uppsala.
- Gillespie A. J. R. Miller-Week M., Barnett Ch., Burkman W. 1993. *Forest Health Monitoring. New England/Mid-Atlantic*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 15 p.
- Gillman L.N., Wright, S.D., Ogden, J. 2003. Response of forest tree seedlings to simulated litterfall damage. *Plant Ecology* 169: 53-60.
- Givnish T.J. 2002. On the adaptive significance of evergreen vs. deciduous leaves: solving the triple paradox. *Silva Fennica* 36: 703-743.
- Götmark F., Fridman J., Kempe G., Norden, B. 2005 Broadleaved tree species in conifer dominated forestry: regeneration and limitation of saplings in southern Sweden. *Forest Ecology and Management* 214: 142–157.
- Greig-Smith P. 1964. *Quantitative Plant Ecology*. London, Butter Worths, 255 p.
- Grissino-Mayer H.D. 2001. Evaluating crossdating accuracy: a manual and tutorial for the computer program COFECHA. *Tree-Ring Research* 57: 205–221.
- Grolle R., Long D.G. 2000. Bryological Monograph. An annotated check-list of the Hepaticae and Anthocerotae of Europe and Macaronesia. *Journal of Bryology* 22: 103 – 140.
- Gross A., Holdenrieder, O., Pautasso M., Queloz V., Sieber T. N. 2014). *Hymenoscyphus pseudoalbidus*, the causal agent of European ash dieback. *Molecular Plant Pathology* 15: 5 - 21.
- Gu L., Hanson P.J., Post W.M., Kaiser D.P., Yang B., Enami R., Pallardy S.G., Meyers T. 2008. The 2007 Eastern US spring freeze: Increased cold damage in a warming world? *BioScience* 58: 253–262.
- Guariguata M.R. 1998. Response of forest tree saplings to experimental damage in lowland Panama. *Forest Ecology and Management* 102: 103-111.
- Guzman G.G., Dirzo L. 2001. Patterns of leaf-pathogen infection in the understory of a Mexican rain forest: Incidence, spatiotemporal variation, and mechanisms of infection. *American Journal of Botany* 88: 634–45.
- Halmschlager E., Kirisits T. 2008. First report of the ash dieback pathogen *Chalara fraxinea* on *Fraxinus excelsior* in Austria. *Plant Pathology* 57 6:1177

- Hardy J.P., Groffman P.M., Fitzhugh R.D., Henry K.S., Welman A.T., Demers J.D., Fahey T.J., Driscoll C.T., Tierney G.L., Nolan S. 2001. Snow depth manipulation and its influence on soil frost and water dynamics in a northern hardwood forest. *Biogeochemistry* 56: 151–174.
- Harmer R., Boswell R., Robertson M. 2005. Survival and growth of tree seedlings in relation to changes in the ground flora during natural regeneration of an oak shelterwood. *Forestry* 78 (1): 21 - 32.
- Harris I., Jones P.D., Osborn T.J., Lister D.H. 2014. Updated high-resolution grids of monthly climatic observations—the CRU TS3.10 Dataset. *International Journal of Climatology* 34: 623–642.
- Helama S., Läänelaid A., Raisio J., Tuomenvirta H. 2009. Oak decline in Helsinki portrayed by tree-rings, climate and soil data. *Plant and Soil* 319: 163–174.
- Hill O.M., Bell N., Bruggeman-Nannenga A.M., Bruges M., Cano J.M., Enroth J., Flatberg I.K., Pharm P.J., Gallego T.M., Garilleti R., Guerra J., Hedenäs L., Holyoak T.D., Hyvönen J., Ignatov S.M., Lara F., Mazimpaka V., Munoz J., Söderström L. 2006. Bryological Monograph. An annotated checklist of the mosses of Europe and Macaronesia. *Journal of Bryology* 28: 198 – 267.
- Innes L.I. 1993. Methods to estimate forest health. *Silva Fennica* 27:145-157.
- Johnson R.W. 2001. An introduction to bootstrap. *Teaching Statistics* 23: 49–54.
- Kenigšvalde K., Arhipova N., Laiviņš M, Gaitnieks T. 2010. Ošu bojāeju izraisošā sēne *Chalara fraxinea*. *Mežzinātne* 21 (54): 110.-120.
- Kerr G. 1998. A review of black heart of ash (*Fraxinus excelsior* L.). *Forestry* 71: 49–56.
- Kerr G., Cahalan C. 2004. A review of site factors affecting the early growth of ash (*Fraxinus excelsior* L.). *Forest Ecology and Management* 188: 225–234.
- Kershaw K.A. 1964. *Quantitative and Dynamic Ecology*. London, Edward Arnold Ltd. 180 p.
- Kirisits T., Matlakova M., Mottinger-Kroupa S., Cech T., Halmschlager E. 2009. The current situation of ash dieback caused by *Chalara fraxinea* in Austria. In: Dogmus Lehtijärvi T. H. (Eds.). Proceedings of the conference of IUFRO working party 7.02.02. Egirdir, Turkey, 11-16 May 2009. SDU Faculty of Forestry Journal, ISSN: 1302 - 7085, Serial: A, Special Issue: 97-119.
- Klavins M., Rodinov V. 2010. Influence of large-scale atmospheric circulation on climate in Latvia. *Boreal Environment Research* 15: 533–543.
- Kleemola S., Söderman G. 1993. *Manual for Integrated Monitoring. Programme Phase 1993-1996*. Environmental Data Centre, Helsinki, 114 p.
- Koskela J., Lefèvre F., Schueler S., Kraigher H., Olrik D.C., Hubert J., Longauer R., Bozzano M., Yrjänä L., Alizoti P., Rotach P., Vietto L., Bordács S., Mykingm T., Eysteinnsson T., Souvannavong O., Fady B., Cuyper B., Heinze B., Wühlisch G., Ducouso A., Ditlevsen B. 2013. Translating conservation genetics into management: Pan-European minimum requirements for dynamic conservation units of forest tree genetic diversity. *Biological Conservation* 157: 39 - 49.
- La Porta N., Capretti P., Thomsen I.M., Kasanen R., Hietala A.M., Von Weissenberg K. 2008. Forest pathogens with higher damage potential due to climate change in Europe. *Canadian Journal of Plant Pathology* 30: 177-195.

- Laiviņš M., Mangale D. 2004 Parastā oša (*Fraxinus excelsior*) paaugas izplatība Latvijā. *Mežzinātne* 13 (46): 61-69.
- Laiviņš M., Sīpols M., Riekstiņa D. 1993. Reģionālais meža monitorings Latvija. *Vides Monitorings Latvijā* 4:1-149.
- Le Goff N., Ottorini J.M. 1996 .Leaf development and stem growth of ash (*Fraxinus excelsior*) as affected by tree competitive status. *Journal of Applied Ecology* 33: 793–802.
- Liepa I. 1974. *Biometrija*. Zvaigzne, Rīgā, 336 lpp.
- Lygis V., Bakys R., Gustiene A., Burokiene D., Matelis A., Vasaitis R. 2014. Forest self – regeneration following clear-felling of dieback-affected *Fraxinus excelsior*: focus on ash. *European Journal of Forest Research* 133: 501-510.
- Lõhmus A., Runnel K. 2014. Ash dieback can rapidly eradicate isolated epiphyte populations in production forests: A case study. *Biological Conservation* 169: 185 – 188.
- Loidi J. 2004. Deciduous mixed broad-leaved forests of southwestern Europe. *Tuexenia* 24: 113 – 126.
- Lusk C.H. 2001. When is a gap not a gap? Light levels and leaf area index in bamboo-filled gaps in a Chilean rain forest. *Gayana Botanica* 58: 25-30.
- Mayr S., Gruber A., Bauer H. 2003. Repeated freeze–thaw cycles induce embolism in drought stressed conifers (Norway spruce, stone pine). *Planta* 217: 436–441.
- Martin-Benito D., Cherubini P., del Rio M., Canellas I. 2008. Growth response to climate and drought in *Pinus nigra* Arn. trees of different crown classes. *Trees-Structure and Function* 22: 363–373.
- Matisons R., Elferts D., Brūmelis G. 2012. Changes in climatic signals of English oak tree-ring width and cross-section area of earlywood vessels in Latvia during the period 1900–2009. *Forest Ecology and Management* 279: 34–44.
- Matisons R., Elferts D., Brūmelis G. 2013. Possible signs of growth decline of pedunculate oak in Latvia during 1980–2009 in tree ring width and vessel size. *Baltic Forestry* 19: 137–142.
- McCune B., Grace J. B. 2002. *Analysis of ecological communities*. MjM Software Design, Glenden Beach, Oregon, 300 p.
- McKinney LV., Nielsen LR., Hansen JK., Kjær ED. 2011. Presence of natural genetic resistance in *Fraxinus excelsior* (Oleraceae) to *Chalara fraxinea* (Ascomycota): an emerging infectious disease. *Heredity* 106 (5): 78 - 97.
- Miller I. Allen D. C., Lachance D., Cymbala R. 1993. *Sugar maple crown condition improve between 1988 and 1992*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 9 p.
- Miller I., Anderson R., Burkman W., Hoffard W. 1993a. *Crown condition rating guide*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Draft, 51 p..
- Millers I., Anderson R., Burkman W., Hoffard W. 1991. *North American sugar maple decline project: organization and field methods*. US Department of Agriculture, Forest sevice. Northeastern Forest Experiment Station. General Technical Report NE-154, 27 p.

- Millers I., Anderson R., Burkman W., Hoffard W. 1993. *Crown condition rating guide*. US Department of Agriculture, Forest service, Northeastern Areas and Southern Region, 51 p.
- MK Noteikumi Nr. 308. 2012 Meža atjaunošanas, meža ieaudzēšanas un plantāciju meža noteikumi. Skatīts: <http://likumi.lv/doc.php?id=247349>, 20.11.2015.
- MK noteikumi Nr. 396. 1. pielikums. *Īpaši aizsargājamo sugu saraksts*. <http://likumi.lv/doc.php?id=12821>
- MK noteikumi Nr. 940. 1. pielikums. *Īpaši aizsargājamo zīdītāju, abinieku, rāpuļu, bezmugurkaulnieku, vaskulāro augu, sūnu, aļģu, ķērpju un sēņu sugas, kurām izveidojami mikroliegumi*. <http://likumi.lv/doc.php?id=253746>
- MK noteikumi Nr.177. 2013 Ģenētisko resursu mežaudžu izveidošanas un apsaimniekošanas kārtība. Skatīts: <http://likumi.lv/doc.php?id=255840>, 20.11.2015
- Muižnieks A., Ziedīņa L. 1997. Forest monitoring in Latvia. *Proceedings of the Latvian Academy of Science B* 51 5/6:189-194.
- Neuwirth B., Esper J., Schweingruber F.H., Winiger M. 2004. Site ecological differences to the climatic forcing of spruce pointer years from the Lötschental, Switzerland. *Dendrochronologia* 21: 69–78.
- Niemelä P., Lindgren M., Uotila A. 1992. The effect of stand density on the susceptibility of *Pinus sylvestris* to *Gremmeniella abietina*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 7: 129–133.
- Ögren E., Nilsson T., Sundblad L.G. 1997. Relationship between respiratory depletion of sugars and loss of cold hardiness in coniferous seedlings over-wintering at raised temperatures: indications of different sensitivities of spruce and pine. *Plant, Cell and Environment* 20: 247–253.
- Pallardy S.G. 2008. *Physiology of woody plants*, third ed. London: Elsevier, 664 pp.
- Peck J. E. 2010. *Multivariate Analysis for Community Ecologists: Step-by-Step using PC-ORD*. MjM Software Design, Gleneden Beach, OR. 162 pp.
- Petrițan A. M., Lüpke von B., Petrițan I. C., 2009. Influence of light availability on growth, leaf morphology and plant architecture of beech (*Fagus sylvatica* L.), maple (*Acer pseudoplatanus* L.) and ash (*Fraxinus excelsior* L.) saplings). *European Journal of Forest Research* 128: 61-74.
- Pliūra A., Heuertz M. 2003 EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for common ash (*Fraxinus excelsior*). Available at: http://www.euforgen.org/fileadmin/bioversity/publications/pdfs/EUFORGEN/855_Technical_guidelines_for_genetic_conservation_and_use_for_common_ash_Fraxinus_excelsior.pdf, 5.11.2015.
- Pliūra A., Lygis V., Suchockas V., Bartkevičius, E. 2011. Performance of Twenty For European *Fraxinus excelsior* Populations in Three Lithuanian Progeny Trials with a Special Emphasis on Resistance to *Chalara Fraxinea*. *Baltic Forestry* 17 (1): 17-34.
- Pušpura I., Gerra – Inohosa L., Arhipova N. 2015. Quality assessment of European ash *Fraxinus excelsior* L. genetic resource forests in Latvia. *Research for Rural Development 2015* 2: 37-43.
- R Core Team 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>.

- Ryan M.G. 1990. Growth and maintenance respiration in stems of *Pinus contorta* and *Picea engelmannii*. *Canadian Journal of Forest Research* 20: 48–57.
- Rysavy T., Roloff A. 1994. Causes of ash domination in mixed stands and proposals for avoiding it. *Forst und Holz* 49: 392–396.
- Royo A. A., Carson W. P. 2006. On the formation of dense understory layers in forests worldwide: consequences and implications for forest dynamics, biodiversity, and succession. *Canadian Journal of Forest Research* 36: 1345-1362.
- Rotbergs 1990. *Norādījumi reģionālā monitoringa sistēmas izveidošanai*. Salaspils, 51 lpp.
- Sacenieks R. un Matuzānis J. 1964. *Mežsaimniecības tabulas*. Latvijas Valsts izdevniecība,
- Sakss K. 1958. *Oša mežaudzes un to atjaunošanas pamati*. LVI, Rīga
- Sakss K. 1960. Oša paauga dabiskās atjaunošanās nodrošināšanai. *Jaunākais Mežsaimniecībā* 1: 38.-39.
- Sakss K. 1997. Osis. *Meža Dzīve* 6 (247): 22-27.
- Sarma P. 1948. *Meža taksācija*. Rīga, LVI, 590 lpp.
- Sass-Klaassen U., Sabajo C.R., den Ouden J. 2011. Vessel formation in relation to leaf phenology in pedunculate oak and European ash. *Dendrochronologia* 29: 171–175.
- Schomaker M. E., Zarnoch S. J., Bechtold W. A., Latelle D. J., Burkman W. G., Cox S. M. 2007. *Crown-Condition Classification: A Guide to Data Collection and Analysis*. General Technical Report SRS-102. Asheville NC, US Department of Agriculture. Forest service. Southern Research Station.:I+VIII, 78 p.
- Schomaker M. E., Zarnoch S. J., Bechtold W. G., Latelle D. J., Burkman W. G., Müller-Edzards C., Erisman J. W. (Eds.) 1997. *Ten years of monitoring forest condition in Europe. Technical Background Report*. Compiled by: Federal Research Centre for Forestry and Forest Products, EC-UN/ECE. Brussels, Geneva, 386 p.
- Schumacher J. 2011. The general situation regarding ash dieback in Germany and investigations concerning the invasion and distribution strategies of *Chalara fraxinea* in woody tissue. *EPPO Bulletin* 41 (1) 7–10.
- Simpson M. G. 2006. *Plant Systematics*. UK: Elsevier-Academic Press, 608 p.
- Skovsgaard J. P. 2008. Asken har det værre. [Ash is worse. In Danish]. *Skoven* 40: 276–277.
- Skovsgaard J.P., Thomsen I.M., Skovgaard I.M., Martinussen T. 2010. Associations among symptoms in even-aged stands of ash (*Fraxinus excelsior* L.). *Forest Pathology* 40: 7–18.
- Smith C., Aptroot A., Coppins B., Fletcher A., Gilbert O., James P., Wolseley P. 2009. *The Lichens of Great Britain and Ireland edited by British Lichen Society*. MPG Books Group, Great Britain, 1046 pp.
- Speer J.H. 2010. *Fundamentals of tree-ring research*. Tucson: The University of Arizona Press, 333 pp.
- Stener L. G. 2012. Clonal differences in susceptibility to the dieback of *Fraxinus excelsior* in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 28 (3): 205-216.
- Tapper P.G. 1992. Demography of persistent juveniles in *Fraxinus excelsior*. *Ecography* 15: 385–392.
- Thomsen I. M., Skovsgaard J. P. 2006. Toptørrea i ask: klimaskade eller svampeangreb? [Crown dieback of ash: Climatic damage or fungal attack?] *Skoven* 38: 408–411.

- Tierney G.L., Fahey T.J., Groffman P.M., Hardy J.P., Fitzhugh R.D., Driscoll C.T. 2001. Soil freezing alters fine root dynamics in a northern hardwood forest. *Biogeochemistry* 56: 175–190.
- Timmermann V., Børja I., Hietala A. M., Kirisits T., Solheim H. 2011. Ash dieback: pathogen spread and diurnal patterns of ascospore dispersal, with special emphasis on Norway. *EPPO Bulletin* 41: 14–20.
- Tyree M.T., Zimmermann M.H. 2002. *Xylem structure and ascent of sap*. Berlin: Springer, 304 pp.
- Traykovic S. 2005. Temperature-based approaches for estimating reference evapotranspiration. *Journal of Irrigation and Drain E-ASCE* 131: 316–323.
- Wagner S. 1990. Zu: Vereschung – Problem oder Chance? *Allgemeine Forst Und Jagdzeitung* 32: 806–807.
- Wardle P. 1959. The regeneration of *Fraxinus* in woods with a layer of *Mercurialis perennis*. *Journal of Ecology* 47: 483–497.
- Wardle P. 1961. Biological flora of the British Isles *Fraxinus excelsior* L. *Journal of Ecology* 49: 739–751.
- Webb S.L., Scanga S.E. 2001. Windstorm disturbance without patch dynamics: twelve years of change in a Minnesota forest. *Ecology* 82: 893–897
- Wigley T.M.L., Briffa K.R., Jones P.D. 1984. On the average value of correlated time series, with applications in dendroclimatology and hydrometeorology. *Journal of Climate and Applied Meteorology* 23: 201–213.
- Wilmking M., Juday G.P., Barber V.A., Zald H.J. 2004. Recent climate warming forces contrasting growth responses of white spruce at treeline in Alaska through temperature thresholds. *Global Change Biology* 10: 1724–1736.
- Zhu X.B., Cox R.M., Apr P.A. 2000. Effects of xylem cavitation and freezing injury on dieback of yellow birch (*Betula alleghaniensis*) in relation to a simulated winter thaw. *Tree Physiology* 20: 541–547.
- Ziediņa 1997. *Latvia*. National reports. C. Müller-Edzards, J. W. Erisman (Eds.) Ten years of monitoring forest condition in Europe. Technical Background Report. Compiled by: Federal Research Centre for Forestry and Forest Products, EC-UN/ECE. Brussels, Geneva, pp. 71–75
- Гордиенко М.И. 1971. *Ясени в лесных ценозах равнинной части Украины*. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук. Киев, 51 стр.
- Гордиенко М.И., Гордиенко Н.М. 1992. Морфологические особенности водяных побегов ясеня обыкновенного. *Лесоведение* 3:61-68.
- Пятницкий С.С., Коваленко М.П., Лохматов Пятницкий С.С., Коваленко М.П., Лохматов Н.А., Туркевич И.В., Ступников В.Г., Сущенко В.П., Чони Г.П. 1963. *Вегетативный лес*. Изд-во сельскохозяйственной литературы, Москва, 448 с.
- Харитонович Ф.Н. 1968. *Биология и экология древесных пород*. Москва, Лесная промышленность, 303 с.

Pielikumi

1. pielikums. Oša vainaga attiecības statistika 2005., 2010. 2015. gadā

Statistika	Rietumlatvija			Austrumlatvija			Latvija kopā		
	2005	2010	2015	2005	2010	2015	2005	2010	2015
Koku skaits	231	100	65	102	55	47	333	155	112
Vidējais aritmētiskais un kļūda	32.4±0.9	39.4 ±1.6	41.8± 1.9	38.3 ±1.5	40.6 ±2.2	40.7 ±3.5	34.2 ±1.3	39.8± 1.5	41.3 ±0.9
Standartnovirze	14.1	16.4	16.1	14.7	16.5	17.0	16.4	16.4	14.1
Variācijas koeficients	43.6	41.7	38.5	38.3	40.6	41.7	41.2	39.7	43.6
Lielākā vērtība	65	75	85	65	75	85	65	75	80
Mazākā vērtība	5	5	5	5	5	5	5	5	5

2. pielikums. Oša vainaga blīvuma statistika 2005., 2010. 2015. gadā

Statistika	Rietumlatvija			Austrumlatvija			Latvija kopā		
	2005	2010	2015	2005	2010	2015	2005	2010	2015
Koku skaits	231	100	65	102	55	47	333	15	112
Vidējais aritmētiskais un kļūda	37.4± 1.4	41.3 ±2.1	46.5± 2.7	51.7± 2.2	47.5 ±2.7	49.8± 3.0	41.8 ±1.2	43.5± 1.7	47.9 ±2.0
Standartnovirze	21.2	21.0	21.7	22.0	20.0	20.7	22.4	20.8	21.3
Variācijas koeficients	56.5	50.9	46.6	42.5	42.1	41.7	53.5	47.9	44.4
Lielākā vērtība	80	80	80	85	80	85	85	80	85
Mazākā vērtība	5	5	5	5	5	5	5	5	5

3. pielikums. Oša vainaga atmiruma statistika 2005., 2010. 2015. gadā

Statistika	Rietumlatvija			Austrumlatvija			Latvija kopā		
	2005	2010	2015	2005	2010	2015	2005	2010	2015
Koku skaits	235	101	65	102	55	47	337	156	112
Vidējais aritmētiskais un kļūda	9.9±0.3	9.1±0.4	9.2±0.8	9.3±0.4	8.0±0.5	9.1±1.1	9.7±0.3	8.7±0.3	9.2±0.6
Standartnovirze	4.6	4.2	6.3	4.5	3.7	7.4	4.6	4.1	6.8
Variācijas koeficients	47.1	46.6	68.8	47.8	46.2	80.8	47.3	46.7	73.5
Lielākā vērtība	30	20	30	25	20	50	30	20	50
Mazākā vērtība	5	5	5	5	5	5	5	5	5

4. pielikums. Oša vainaga defoliācijas statistika 2005., 2010. 2015. gadā

Statistika	Rietumlatvija			Austrumlatvija			Latvija kopā		
	2005	2010	2015	2005	2010	2015	2005	2010	2015
Koku skaits	270	101	65	113	55	47	383	156	93
Vidējais aritmētiskais un kļūda	47.6±1.5	38.5±2.2	34.7±2.6	34.3±1.8	35.2±2.9	26.8±2.7	43.7±1.2	37.3±1.8	32.9±2.2
Standartnovirze	24.9	22.3	20.8	19.6	21.5	18.5	24.3	22.1	21.4
Variācijas koeficients	52.4	58.1	59.9	57.2	61.1	69.1	55.5	59.1	65.1
Lielākā vērtība	95	95	95	95	90	90	95	95	95
Mazākā vērtība	10	10	15	10	10	10	10	10	10

5. pielikums. Oša vainaga projekcijas parametru statistika 2005., 2010., 2015. gadā Latvijā

Statistika	Vainaga projekcijas garākā ass L ₁ , m			Garākajai asij perpendikulārā ass L ₂ , m			Vainaga asimetrija, L ₂ /L ₁			Vainaga vidējais caurmērs, m		
	2005	2010	2015	2005	2010	2015	2005	2010	2015	2005	2010	2015
Koku skaits	373	156	111	373	156	110	373	156	111	373	156	111
Vidējais aritmētiskais un kļūda	6.4±0.2	6.2±0.2	5.9±0.3	5.1±0.1	5.0±0.2	4.4±0.	0.80±0.01	0.82±0.05	0.76±0.06	5.7±0.1	5.6±0.2	5.1±0.2
Standartnovirze	3.0a	3.0a	3.0a	2.5a	2.4a	2.1b	0.1a	0.1a	0.2b	2.7a	2.6ab	2.5b
Variācijas koeficients	46.8	47.9	50.6	49.2	47.9	48.9	18.5	15.4	20.5	46.8	46.9	48.5
Lielākā vērtība	15.0	15.4	18.4	12.7	12.2	11.8	1.0	1.0	1.0	13.8	13.8	15.1
Mazākā vērtība	1.0	1.0	1.4	0.5	0.5	1.0	0.2	0.4	0.3	1.0	0.8	1.3

6. pielikums. Oša vainaga projekcijas parametru statistika 2005., 2010., 2015. gadā Rietumlatvijā

Statistika	Vainaga projekcijas garākā ass L ₁			Garākajai asij perpendikulārā ass L ₂ , m			Vainaga asimetrija, L ₂ /L ₁			Vainaga vidējais caurmērs, m		
	2005	2010	2015	2005	2010	2015	2005	2010	2015	2005	2010	2015
Koku skaits	266	102	59	266	102	58	266	102	59	266	102	59
Vidējais aritmētiskais un kļūda	6.0±0.2	5.4±0.3	4.9±0.3	4.8±0.2	4.4±0.2	3.7±0.2	0.80±0.01	0.82±0.01	0.78±0.01	5.4±0.2	4.9±0.2	4.3±0.3
Standartnovirze	2.8a	2.7ab	2.5b	2.5a	2.3a	1.6b	0.15a	0.1a	0.1a	2.6a	2.5a	2.0b
Variācijas koeficients	46.9	50.3	51.1	51.7	51.0	42.6	19.00	15.6	18.2	48.2	49.8	45.9
Lielākā vērtība	14.8	15.4	13.8	12.7	12.2	7.4	1.02	1.0	1.0	13.8	13.8	9.5
Mazākā vērtība	1.0	1.0	1.4	0.5	0.5	1.0	0.21	0.5	0.4	1.0	0.8	1.3

7. pielikums. Oša vainaga projekcijas parametru statistika 2005., 2010., 2015. gadā Austrumlatvijā

Statistika	Vainaga projekcijas garākā ass L ₁			Garākajai asij perpendikulārā ass L ₂ , m			Vainaga asimetrija, L ₂ /L ₁			Vainaga vidējais caurmērs, m		
	2005	2010	2015	2005	2010	2015	2005	2010	2015	2005	2010	2015
Koku skaits	107	54	47	107	54	47	107	54	47	107	54	47
Vidējais aritmētiskais un kļūda	7.5±0.3	7.6±0.4	7.1±0.5	5.9±0.2	6.0±0.3	5.2±0.3	0.81±0.01	0.81±0.01	0.75±0.01	6.7±0.3	6.8±0.3	6.1±0.4
Standartnovirze	3.2a	2.9a	3.2a	2.4a	2.3a	2.4a	0.14a	0.1a	0.1b	2.7a	2.5a	2.7a
Variācijas koeficients	42.8	37.9	45.3	41.0	38.0	45.7	17.20	15.0	20.0	40.6	36.8	44.2
Lielākā vērtība	15.0	14.0	18.4	12.5	11.9	11.8	1.00	1.0	1.0	12.9	12.2	15.1
Mazākā vērtība	1.5	2.1	2.5	1.0	1.9	1.6	0.40	0.4	0.4	1.3	2.0	2.1

8. pielikums. Gobas vainaga projekcijas parametru statistika 2005., 2010., 2015. gadā Latvijā

Statistika (Goba)	Vainaga projekcijas garākā ass L ₁			Garākajai asij perpendikulārā ass L ₂ , m			Vainaga asimetrija, L ₂ /L ₁			Vainaga vidējais caurmērs, m		
	2005	2010	2015	2005	2010	2015	2005	2010	2015	2005	2010	2015
Koku skaits	186	145	107	186	145	107	186	145	107	186	145	107
Vidējais aritmētiskais un kļūda	6.0±0.1	6.2±0.2	6.9±0.2	4.9±0.1	5.1±0.1	5.6±0.2	0.81±0.01	0.82±0.01	0.80±0.02	5.5±0.1	5.7±0.1	6.2±0.2
Standartnovirze	2.0	1.9	2.5	1.7	1.7	2.2	0.13	0.12	0.16	1.8	1.8	2.4
Variācijas koeficients	32.4	30.7	37.0	34.9	33.4	39.3	16.21	14.47	19.80	32.4	31.0	39.1
Lielākā vērtība	14.0	13.1	15.1	10.8	11.8	13.6	1.00	1.00	1.00	12.4	12.5	14.1
Mazākā vērtība	1.7	2.1	0.8	1.0	1.9	0.6	0.41	0.53	0.27	1.4	2.0	0.7

9. pielikums. Kļavas vainaga projekcijas parametru statistika 2005., 2010., 2015. gadā Latvijā

Statistika (Kļava)	Vainaga projekcijas garākā ass L ₁			Garākajai asij perpendikulārā ass L ₂ , m			Vainaga asimetrija, L ₂ /L ₁			Vainaga vidējais caurmērs, m		
	2005	2010	2015	2005	2010	2015	2005	2010	2015	2005	2010	2015
Koku skaits	50	46	66	50	46	66	50	46	66	50	46	66
Vidējais aritmētiskais un kļūda	6.1±0.2	5.6±0.3	5.9±0.3	5.5±0.2	4.9±0.3	4.8±0.2	0.87±0.02	0.87±0.02	0.81±0.02	5.6±0.2	5.3±0.3	5.4±0.3
Standartnovirze	1.5	2.2	2.2	1.6	2.0	2.0	0.11	0.12	0.15	1.4	2.0	2.1
Variācijas koeficients	25.0	38.6	38.0	29.2	40.4	41.7	12.99	13.62	17.89	24.4	39.0	38.9
Lielākā vērtība	9.7	10.1	11.1	9.1	8.9	10.8	1.00	0.98	0.98	8.5	9.3	11.0
Mazākā vērtība	3.4	2.5	2.5	2.2	1.4	1.6	0.52	0.46	0.44	3.1	2.0	2.1

10. pielikums. Liepas vainaga projekcijas parametru statistika 2005., 2010., 2015. gadā Latvijā

Statistika (Liepa)	Vainaga projekcijas garākā ass L ₁			Garākajai asij perpendikulārā ass L ₂ , m			Vainaga asimetrija, L ₂ /L ₁			Vainaga vidējais caurmērs, m		
	2005	2010	2015	2005	2010	2015	2005	2010	2015	2005	2010	2015
Koku skaits	32	30	65	32	30	65	32	30	65	32	30	65
Vidējais aritmētiskais un kļūda	6.1±0.3	5.9±0.6	6.4±0.3	5.2±0.3	5.1±0.7	5.2±0.3	0.86±0.02	0.85±0.13	0.81±0.02	5.6±0.3	5.5±0.6	5.8±0.3
Standartnovirze	1.7	1.5	2.4	1.6	1.5	2.1	0.12	0.12	0.13	1.6	1.5	2.2
Variācijas koeficients	27.9	25.5	37.8	30.8	29.1	40.8	13.76	13.74	16.51	28.4	26.3	38.3
Lielākā vērtība	9.9	10.7	15.0	8.9	8.8	11.2	1.00	0.99	1.00	9.4	9.8	12.6
Mazākā vērtība	3.4	3.3	1.1	2.6	2.9	1.0	0.47	0.52	0.29	3.1	3.1	1.1

11. pielikums. Ozola vainaga projekcijas parametru statistika 2005., 2010., 2015. gadā Latvijā

Statistika (Ozols)	Vainaga projekcijas garākā ass L ₁			Garākajai asij perpendikulārā ass L ₂ , m			Vainaga asimetrija, L ₂ /L ₁			Vainaga vidējais caurmērs, m		
	2005	2010	2015	2005	2010	2015	2005	2010	2015	2005	2010	2015
Koku skaits	13	13	15	13	13	15	13	13	15	13	13	15
Vidējais aritmētiskais un kļūda	6.2±0.5	7.1±0.4	7.0±0.7	5.0±0.4	6.4±0.3	6.0±0.6	0.82±0.03	0.90±0.01	0.86±0.02	5.6±0.4	6.7±0.4	6.5±0.6
Standartnovirze	1.7	1.4	2.6	1.5	1.2	2.4	1.6	1.3	2.5	1.6	1.3	2.5
Variācijas koeficients	28.0	20.0	36.6	29.2	18.7	40.8	27.8	19.1	38.2	27.8	19.1	38.2
Lielākā vērtība	8.9	10.2	11.7	6.9	8.5	11.1	7.7	9.4	11.4	7.7	9.4	11.4
Mazākā vērtība	3.4	5.2	3.3	2.2	4.7	2.8	3.2	5.0	3.1	3.2	5.0	3.1

12. pielikums. Melnalkšņa vaaiaga projekcijas parametru statistika 2005., 2010., 2015. gadā Latvijā

Statistika (Melnalksnis)	Vainaga projekcijas garākā ass L ₁			Garākajai asij perpendikulārā ass L ₂ , m			Vainaga asimetrija, L ₂ /L ₁			Vainaga vidējais caurmērs, m		
	2005	2010	2015	2005	2010	2015	2005	2010	2015	2005	2010	2015
Koku skaits	72	75	80	72	75	80	72	75	80	72	75	80
Vidējais aritmētiskais un kļūda	6.5±0.2	6.4±0.2	6.8±0.2	5.5±0.2	5.4±0.2	5.6±0.2	0.85±0.01	0.85±0.01	0.83±0.01	6.0±0.2	5.9±0.2	6.2±0.2
Standartnovirze	1.7	1.7	2.1	1.5	1.6	1.6	0.09	0.10	0.12	1.5	1.6	1.8
Variācijas koeficients	25.7	26.9	30.1	26.8	29.0	28.7	10.50	11.94	13.91	25.7	27.3	28.4
Lielākā vērtība	11.2	10.4	12.2	9.3	9.1	11.1	1.00	1.00	1.00	10.0	9.6	11.4
Mazākā vērtība	3.3	3.4	3.6	2.4	2.0	2.9	0.60	0.55	0.46	3.2	2.7	3.5

13. pielikums. Apse vainaga projekcijas parametru statistika 2005., 2010., 2015. gadā Latvijā

Statistika (Apse)	Vainaga projekcijas garākā ass L ₁			Garākajai asij perpendikulārā ass L ₂ , m			Vainaga asimetrija, L ₂ /L ₁			Vainaga vidējais caurmērs, m		
	2005	2010	2015	2005	2010	2015	2005	2010	2015	2005	2010	2015
Koku skaits	24	68	23	24	68	23	24	68	23	24	68	23
Vidējais aritmētiskais un kļūda	4.3±0.6	3.7±0.2	4.5±0.4	3.7±0.5	3.1±0.2	3.5±0.4	0.84±0.03	0.83±0.01	0.78±0.03	4.0±0.5	3.4±0.2	4.0±0.4
Standartnovirze	2.8	1.8	1.9	2.5	1.6	1.7	0.13	0.11	0.13	2.6	1.7	1.8
Variācijas koeficients	63.9	47.8	42.4	68.6	53.1	48.9	15.42	13.14	16.77	65.5	49.8	44.5
Lielākā vērtība	9.6	10.9	8.9	8.5	10.1	7.8	1.00	1.00	0.95	9.1	10.5	8.3
Mazākā vērtība	1.1	0.9	2.2	0.9	0.8	1.9	0.56	0.49	0.53	1.0	0.9	2.2

14. pielikums. Bērza vainaga projekcijas parametru statistika 2005., 2010., 2015. gadā Latvijā

Statistika (Bērzs)	Vainaga projekcijas garākā ass L ₁			Garākajai asij perpendikulārā ass L ₂ , m			Vainaga asimetrija, L ₂ /L ₁			Vainaga vidējais caurmērs, m		
	2005	2010	2015	2005	2010	2015	2005	2010	2015	2005	2010	2015
Koku skaits	29	25	31	29	25	31	29	25	31	29	25	31
Vidējais aritmētiskais un kļūda	6.0±0.6	5.5±0.5	6.0±0.7	4.9±0.4	4.3±0.5	4.8±0.5	0.83±0.02	0.78±0.03	0.80±0.03	5.5±0.5	4.9±0.5	5.4±0.6
Standartnovirze	3.0	2.7	3.7	2.1	2.5	3.0	0.12	0.17	0.15	2.5	2.5	3.3
Variācijas koeficients	49.1	48.8	61.6	43.5	58.7	62.3	14.95	21.41	18.33	45.8	52.0	61.2
Lielākā vērtība	17.8	11.7	16.5	11.4	10.4	11.4	1.00	0.99	0.99	14.6	11.1	14.0
Mazākā vērtība	2.2	2.0	1.6	1.3	1.3	1.1	0.59	0.34	0.23	1.8	1.9	1.4

15. pielikums. Blīgznas vainaga projekcijas parametru statistika 2005., 2010., 2015. gadā Latvijā

Statistika (Blīgzna)	Vainaga projekcijas garākā ass L ₁			Garākajai asij perpendikulārā ass L ₂ , m			Vainaga asimetrija, L ₂ /L ₁			Vainaga vidējais caurmērs, m		
	2005	2010	2015	2005	2010	2015	2005	2010	2015	2005	2010	2015
Koku skaits	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Vidējais aritmētiskais un kļūda	4.9±0.2	6.0±0.2	6.5±0.4	4.4±0.4	5.3±0.2	5.7±0.1	0.91±0.05	0.89±0.05	0.88±0.04	4.6±0.3	5.6±0.1	6.1±±0.5
Standartnovirze	0.2	0.2	0.5	0.6	0.3	0.8	0.08	0.08	0.06	0.4	0.0	0.7
Variācijas koeficients	4.4	3.6	7.7	12.9	5.3	14.9	8.51	8.89	7.25	8.4	0.6	11.1
Lielākā vērtība	5.0	6.1	6.8	4.8	5.5	6.3	0.96	0.95	0.93	4.9	5.7	6.6
Mazākā vērtība	4.7	5.8	6.1	4.0	5.1	5.1	0.85	0.84	0.84	4.4	5.6	5.6

16. pielikums. Egles vainaga projekcijas parametru statistika 2005., 2010., 2015. gadā Latvijā

Statistika (Egle)	Vainaga projekcijas garākā ass L ₁			Garākajai asij perpendikulārā ass L ₂ , m			Vainaga asimetrija, L ₂ /L ₁			Vainaga vidējais caurmērs, m		
	2005	2010	2015	2005	2010	2015	2005	2010	2015	2005	2010	2015
Koku skaits	125	115	183	125	115	183	125	115	183	125	115	183
Vidējais aritmētiskais un kļūda	4.8±0.2	4.7±0.2	4.7±0.1	4.2±0.1	4.2±0.1	4.1±0.1	0.88±0.01	0.89±0.01	0.88±0.01	4.5±0.1	4.4±0.2	4.4±0.1
Standartnovirze	1.7	1.8	1.6	1.5	1.6	1.5	0.09	0.07	0.09	1.6	1.7	1.5
Variācijas koeficients	34.9	38.0	34.0	35.9	38.1	0.4	9.75	8.27	0.10	35.0	37.9	34.1
Lielākā vērtība	10.0	10.3	9.8	8.6	8.4	8.9	1.00	1.00	1.00	9.3	9.4	9.4
Mazākā vērtība	2.2	1.8	1.9	1.8	1.5	1.7	0.53	0.54	0.60	2.1	1.8	1.9

17.pielikums. Ievas vainaga projekcijas parametru statistika 2005., 2010., 2015. gadā Latvijā

Statistika (Ieva)	Vainaga projekcijas garākā ass L ₁			Garākajai asij perpendikulārā ass L ₂ , m			Vainaga asimetrija, L ₂ /L ₁			Vainaga vidējais caurmērs, m		
	2005	2010	2015	2005	2010	2015	2005	2010	2015	2005	2010	2015
Koku skaits	11	17	20	11	17	20	11	17	20	11	17	20
Vidējais aritmētiskais un kļūda	4.9±0.4	4.9±0.2	4.2±0.3	3.9±0.4	4.1±0.2	3.4±0.3	0.79±0.04	0.84±0.02	0.82±0.03	4.4±0.4	4.5±0.2	3.8±0.3
Standartnovirze	1.3	1.0	1.3	1.2	0.8	1.2	0.12	0.08	0.11	1.2	0.9	1.2
Variācijas koeficients	25.9	19.9	31.8	31.9	20.1	34.3	15.71	10.00	13.72	27.5	19.4	32.2
Lielākā vērtība	7.1	6.9	7.7	6.1	6.1	6.8	0.92	0.95	0.95	6.4	6.4	7.3
Mazākā vērtība	2.5	3.9	2.4	1.9	3.1	2.2	0.57	0.70	0.59	2.2	3.7	2.3

18.pielikums. Pīlādža vainaga projekcijas parametru statistika 2005., 2010., 2015. gadā Latvijā

Statistika (Pīlādzis)	Vainaga projekcijas garākā ass L ₁			Garākajai asij perpendikulārā ass L ₂ , m			Vainaga asimetrija, L ₂ /L ₁			Vainaga vidējais caurmērs, m		
	2005	2010	2015	2005	2010	2015	2005	2010	2015	2005	2010	2015
Koku skaits	8	7	4	8	7	4	8	7	4	8	7	4
Vidējais aritmētiskais un kļūda	3.6±0.2	3.1±0.3	3.9±0.4	3.1±0.1	2.7±0.1	2.0±0.2	0.86±0.10	0.89±0.03	0.52±0.10	3.3±0.1	2.9±0.2	3.0±0.1
Standartnovirze	0.5	0.7	0.8	0.2	0.4	0.5	0.10	0.09	0.21	0.4	0.5	0.2
Variācijas koeficients	15.1	22.1	19.1	7.8	13.4	22.7	11.75	10.38	38.33	10.5	17.4	7.6
Lielākā vērtība	4.5	4.4	4.8	3.3	3.1	2.6	0.97	0.97	0.79	3.9	3.8	3.2
Mazākā vērtība	3.0	2.1	3.3	2.6	2.0	1.5	0.71	0.70	0.31	3.0	2.1	2.7