

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
BIOLOĢIJAS FAKULTĀTE
BOTĀNIKAS UN EKOĢIJAS KATEDRA

**Klimatisko faktoru ietekmes uz parastās priedes
Pinus sylvestris L. radiālo augšanu atšķirības
sausās un slapjās minerālaugsnēs**

Maģistra darbs

Autore:	Ilze Sabule Stud.apl.nr. is06068
Darba vadītājs:	Didzis Elferts Dr.biol., doc.
Katedras vadītājs:	Guntis Brūmelis Dr.biol., prof.
Recenzente:	Iluta Dauškane Dr.biol.

Rīga 2011

SATURS

KOPSAVILKUMS	4
SUMMARY	5
IEVADS.....	6
1. LITERATŪRAS APSKATS	8
1.1. Parastās priedes vispārējs apraksts	8
1.1.1. Taksonomiskā piederība.....	8
1.1.2. Morfolģija	8
1.2. Parastās priedes izplatība un biotopi.....	9
1.3. Meža augšanas apstākļu tipu raksturojums	9
1.4. Koku gadskārtu veidošanās	10
1.5. Klimatisko faktoru ietekme uz koku augšanu.....	11
1.5.1. Nokrišņu daudzuma maiņas ietekme.....	12
1.5.2. Temperatūras maiņas ietekme	12
1.6. Dendroklimatolģija	12
2. MATERIĀLS UN METODIKA	14
2.1. Pētījuma vietu raksturojums	14
2.1.1. Ģeogrāfiskais raksturojums	14
2.1.2. Klimatiskais raksturojums.....	15
2.2. Paraugu ņemšana	16
2.3. Laboratorijas darbi paraugu apstrādē	16
2.4. Datu analīze.....	17
2.4.1. Šķērsdatēšana.....	17
2.4.2. Hronolģija	17
2.4.3. Korelācijas analīze	17
2.4.4. Zīmīgo gadu analīze.....	18
2.5. Klimatiskie dati	18
3. REZULTĀTI	20
3.1. Gadskārtu paraugi	20
3.2. Hronolģijas	20

3.3.	Klimatiskie faktori un hronoloģijas	23
3.3.1.	Gadskārtu hronoloģiju un vidējo gaisa temperatūru korelācija	23
3.3.2.	Gadskārtu hronoloģiju un nokrišņu daudzuma korelācija.....	25
3.4.	Zīmīgie gadi	27
3.4.1.	Zīmīgo gadu intensitātes vērtību un vidējo gaisa temperatūru korelācija	29
3.4.2.	Zīmīgo gadu intensitātes vērtību un nokrišņu daudzuma korelācija	32
4.	DISKUSIJA	35
4.1.	Gadskārtu analīze	35
4.2.	Hronoloģijas analīze.....	35
4.3.	Klimatisko faktoru un hronoloģiju saistība.....	36
4.3.1.	Gadskārtu hronoloģiju un vidējās gaisa temperatūras saistība	36
4.3.2.	Gadskārtu hronoloģiju un nokrišņu daudzuma saistība	39
4.4.	Zīmīgo gadu analīze	40
4.4.1.	Zīmīgo gadu un vidējās gaisa temperatūras analīze	40
4.4.2.	Zīmīgo gadu un nokrišņu daudzuma analīze	42
4.5.	Kopīgās iezīmes un atšķirības.....	42
	SECINĀJUMI.....	43
	PATEICĪBAS	44
	LITERATŪRAS SARAKSTS	45
	PIELIKUMI	49

KOPSAVILKUMS

Darba mērķis ir noskaidrot klimatisko faktoru ietekmi uz parastās priedes gadskārtu platumu izmaiņām sausās un slapjās minerālaugsnēs.

Pētījumā kopumā četros parauglaukumos, no kuriem divi atrodas sausieņu mežu tipā, viens slapjainu mežu tipā un viens purvainu mežu tipā, izmantojot Preslera svārpstu, ievāca 200 gadskārtu paraugus. Iegūtās gadskārtu rindas šķērsdatēja, klimatisko saistību analīzei izveidoja gadskārtu hronoloģijas. Hronoloģijas izmantoja korelācijas analīzēm, lai noskaidrotu saistības ar klimatiskajiem faktoriem. Noteica arī zīmīgos gadus, kurus salīdzināja ar klimatiskajiem datiem (vidējā gaisa temperatūra, nokrišņu daudzums).

Iegūtie rezultāti parāda, ka sausās minerālaugsnēs augoša parastā priede ir jutīgāka uz ekoloģisku izmaiņu procesiem nekā slapjās minerālaugsnēs augoša priede. Parastās priedes radiālo pieaugumu, neatkarīgi no augsnes mitruma, pozitīvi ietekmē februāra un marta vidējā gaisa temperatūra. Tāpat noskaidrots, ka nokrišņu daudzumam izveidotajos parauglaukumos nav saistības ar ikgadējo radiālo pieaugumu.

Zīmīgo gadu analīze parāda, ka 1945. gadā radiālā pieauguma izmaiņas reģionālā mērogā bijušas pozitīvas. Zīmīgo gadu veidošanos, tāpat kā gadskārtu veidošanos, neatkarīgi no augsnes mitruma, būtiski ietekmē februāra vidējā gaisa temperatūra. Tomēr, neskatoties uz to, katrā izveidotajā parauglaukumā ir papildus lokāli faktori, kas ietekmē zīmīgo gadu gadskārtu veidošanās procesu.

Maģistra darbs izstrādāts Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultātes Botānikas un ekoloģijas katedrā laika posmā no 2010. gada līdz 2011. gadam.

Atslēgas vārdi: parastā priede, klimatiskie faktori, radiālā augšana, sausas un slapjas minerālaugsnes.

SUMMARY

Differences in influence of climatic factors on the radial growth of Scots pine *Pinus sylvestris* L. on dry and wet mineral soils.

The aim of this work is to determine the climatic factors that influence the radial growth of Scots pine growing on dry and wet mineral soils.

All together in four sampling-sites, from which two were located in dry forest type, one on wet forest type and one on swamp forest type, there were collected 200 tree-ring samples. Tree-ring series were measured and cross-dated. Chronologies were made to perform correlation analysis for analysis of climatic factors. Pointer-years were calculated and compared with climatic data (mean air temperature, precipitation sum).

Results show that Scots pine, growing on dry mineral soil, is more sensitive on changes of ecological processes than pine, growing on wet mineral soil. Mean air temperature of February and March, independently of soil moisture, was found to be the main climatic factors, which influence radial growth of Scots pine. Precipitation sum in all sampling-sites has no effect on radial growth.

Analysis of pointer-years shows that there is one year – 1945, which was one of most important in all sampling sites. Formation of pointer-years, the same as formation of tree rings, independently of soil moisture, is influenced by mean air temperature of February. Although, in each sampling-site there are some more local factors, that influence formation of pointer-year tree-rings.

Master thesis was done in the University of Latvia, Faculty of Biology, Department of Botany and Ecology during year 2010 and year 2011.

Key words: Scots pine, climatic factors, radial growth, dry and wet mineral soils.

IEVADS

Parastā priede *Pinus sylvestris* L. ir pasaulē visplašāk izplatītā skujkoku suga (Leugnerová, 2008; Featherstone, 2010). Tā kā parastā priede ir pielāgojusies augšanai dažādos augsnes tipos (Polacek et al., 2006), ir veikti daudzi pētījumi par to, kā klimatiskie apstākļi ietekmē parastās priedes radiālo augšanu (Schweingruber, 1996) dažādos augsnes apstākļos – sākot no kūdras purvu apvidiem līdz pat neauglīgām un sausām minerālaugsnēm (Vitas, Erlickyte, 2008).

Latvijā līdz šim veikti pētījumi par to, kā klimatiskie faktori ietekmē priežu radiālo pieaugumu sausās minerālaugsnēs (Elferts, 2008), kā arī kūdras augsnēs (Dauškane, 2010). Pētījumos noskaidrots, ka sausās minerālaugsnēs augošās priedes radiālo pieaugumu vairāk ietekmē februāra un marta vidējās gaisa temperatūras, kas ir uzskatāms par nozīmīgu ietekmes faktoru priedes radiālajā augšanā (Elferts, 2008). Slapjās, purvainās augsnēs radiālo pieaugumu vairāk ietekmē gaisa temperatūra ziemas mēnešos, kā arī augšanas periodā (Dauškane, 2010). Tāpat noskaidrots, ka nokrišņu daudzumam kā sausās minerālaugsnēs, tā kūdras augsnēs uz radiālo pieaugumu nav būtiskas ietekmes, to var uzskatīt par lokālu ietekmes faktoru. (Elferts, 2008; Dauškane, 2010). Tomēr Latvijā nav veikti pētījumi par to, kā klimatiskie faktori ietekmē priežu radiālo pieaugumu slapjās minerālaugsnēs, kā arī nav veikts salīdzinājums, kā atšķiras radiālā pieauguma izmaiņas sausās un slapjās minerālaugsnēs augošai parastai priedei.

Balstoties uz iepriekšminētiem apgalvojumiem, šī darba mērķis ir noskaidrot klimatisko faktoru (gaisa temperatūra, nokrišņu daudzums) ietekmi uz parastās priedes gadskārtu platumu izmaiņām sausās un slapjās minerālaugsnēs. Mērķa īstenošanai izvirzīti sekojoši uzdevumi:

1. no lauka darbos ievāktajiem paraugiem izveidot gadskārtu hronoloģijas;
2. noskaidrot sakarības starp gadskārtu hronoloģijām un klimatiskajiem faktoriem;
3. noskaidrot „zīmīgos gadus” parastās priedes radiālajā augšanā;
4. salīdzināt klimata ietekmi starp sausās un slapjās minerālaugsnēs augošas parastās priedes gadskārtu radiālo pieaugumu.

Darbu uzsākot, izvirzītas sekojošas hipotēzes:

- sausās minerālaugsnēs nokrišņu daudzumam nav būtiskas ietekmes uz radiālo pieaugumu;

- slapjās minerālaugsnēs liels nokrišņu daudzums vasaras periodā samazina gadskārtu radiālo pieaugumu;
- ziemas perioda gaisa temperatūras (īpaši februāris, marts) būtiski ietekmē radiālo pieaugumu;
- augstas pavasara un vasaras temperatūras pozitīvi ietekmē gadskārtu radiālo pieaugumu.

1. LITERATŪRAS APSKATS

1.1. Parastās priedes vispārējs apraksts

1.1.1. *Taksonomiskā piederība* (Mossberg, Sternberg, 2003)

Valsts: Augi *Plantae*

Tips: Kailsēkļi *Pinophyta*

Klase: Skujkoku *Pinopsida*

Rinda: Priežu *Pinales*

Dzimta: Priežu *Pinaceae*

Ģints: Priedes *Pinus*

Suga: Parastā priede *Pinus sylvestris L.*

1.1.2. *Morfolģija*

Parastā priede ir mūžzaļš pirmā lieluma vienmājas skujkoks ar taisnu, slaidu stumbru, kam augšdaļā miza gluda brūnpelēkā līdz oranžbrūnā krāsā, savukārt apakšdaļā veidojas pelēkbrūna kreve. Koksne sveķaina ar sārta brūnganu kodolkoksni un izteiktām gadskārtām. Dzīves ilgums iespējams līdz pat 520 gadiem (Feathersone, 2010), tomēr visbiežāk līdz 350 gadiem, kad var sasniegt aptuveni 45 metru augstumu. Priedei ir spēcīga sakņu sistēma. Dziļā, irdenā smiltī veidojas gara mietsakne un sānsakņu tīkls, kūdrainās augsnēs mietsaknes nav, veidojas plaši izplestas sānsaknes (Broks, 2003; Mauriņš, Zvirgzds, 2006; Leugnerová, 2008; Feathersone, 2010).

Skujas parastai priedei ir lineāras, trīs līdz septiņus cm garas, zilganzaļas, izkārtājušās pa divām uz īsvasām. Pie koka tās paliek divus līdz trīs gadus. Putekšņlapas sakopotas dzeltenos mikrostrombilos jauno skuju dzinumū apakšdaļā. Makrostrobili novietoti jauno dzinumū galos uz īsiem kātiņiem (Broks, 2003; Mauriņš, Zvirgzds, 2006).

Parastā priede zied maija beigās. To apputeksnē vējš, kas putekšņus ar diviem lidpūslīšiem var aiznest kilometriem tālu. Pēc noziedēšanas makrostrobili praktiski neaug, čiekura aizmetnis noliecas uz leju līdz nākamā gada pavasara sezonai. Čiekurs izaug aptuveni septiņu cm garumā, to veido pārkoksnējušās sēklzvēņas. Čiekuru augšdaļā ir tiem raksturīgs izcilnītis, ko sauc par vairodziņu. Aiz katras sēklzvēņas oktobrī nobriest divas spārnainas sēklas. Tās izbirst nākamā gada martā, 23 mēnešus pēc apputeksnēšanas. Sēklas parasti nokrīt netālu no mātesauga, tomēr ar vēja palīdzību tās var tikt transportētas vairāku kilometru attālumā (Leugnerová, 2008; Feathersone, 2010). Savrup augošas priedes sēklas sāk ražot

aptuveni 15 gadu vecumā, mežaudzēs augošie koki – 20 līdz 25 gadu vecumā, tad sēklu gadi atkārtojas ik pēc diviem, trīs gadiem (Broks, 2003; Mauriņš, Zvirgzds, 2006).

Priedes augšanas gaita ir salīdzinoši ātra, katru gadu veidojas viens zaru mieturis. Ikgadējais garuma pieaugums priedei sāk veidoties 25 līdz 30 gadu vecumā, pārstāj augt 100 līdz 120 gadu vecumā. Priedes augšanu var ietekmēt kaitēkļi – kukaiņi un to kāpuri, kas bojā saknes, noēd jauno koku mizu un skujuas, kā arī ievērojami var samazināt pieaugumu. No slimībām priedei visbīstamākā ir skujbire. Jaunaudzēs lielus postījumus var nodarīt meža dzīvnieki – aļņi, kas noēd jaunus dzinumus (Mauriņš, Zvirgzds, 2006).

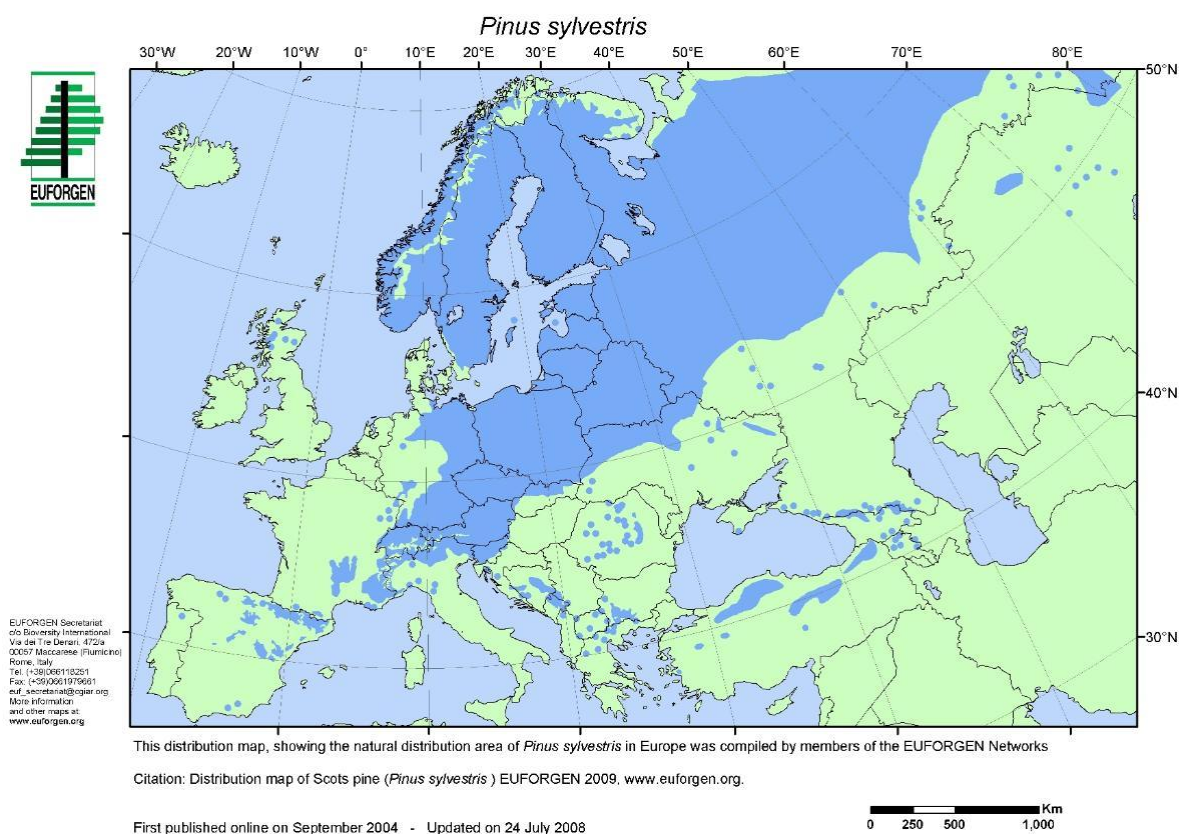
1.2. Parastās priedes izplatība un biotopi

Parastā priede ir viena no dominējošajām skujkoku sugām Eiropā (1.1.attēls) (Mityis *et al*, 2004), kā arī visas Āzijas boreālajos mežos. Šis ir pasaulē visizplatītākais kokaugs. Dabiskais izplatības areāls plešas no Arktiskā loka Skandināvijā līdz Spānijas dienvidiem. Sastopamības areāls no Skotijas Atlantijas okeāna krastā caur Eiropu līdz Okhotskas jūrai Sibīrijas dienvidos. Vertikālā izplatība no 0 līdz 2400 (Kaukāzā līdz 2700) metri virs jūras līmeņa (Leugnerová, 2008; Featherstone, 2010). Latvijā parastā priede ir visbiežāk sastopamais koks visā teritorijā, aizņemot 15,68% Latvijas teritorijas kopplatības un 35,7% Latvijas mežu kopplatības (Valsts meža dienests, 2011).

Priedei ir plaša ekoloģiskā amplitūda. Pielāgojusies dažādiem veģetācijas perioda garumiem – no 90 līdz 200 dienām, kā arī dažādiem nokrišņu daudzuma režīmiem - no 200 līdz 1780 mm gadā (Leugnerová, 2008). Tā ir saulmīļu koku suga, kas vislabāk aug valgās, irdenās smilts augsnēs, samērā labi attīstās sausas smilts augsnēs. Spēj augt arī kūdrainos un purvainos apvidos, stepju apgabalos, kā arī krīta bagātās augsnēs (Leugnerová, 2008; Feathersone, 2010). Priede labi attīstās kā tīraudzēs, tā mistraudzēs ar egli un bērzu, kā arī ar ozolu un citiem lapu kokiem (Broks, 2003).

1.3. Meža augšanas apstākļu tipu raksturojums

Latvijas dabiskās augtenes iedalāmas trīs rindās – sausieņu meži, slapjainu meži un purvainu meži. Sausieņu meži aug uz labi aerētām minerālaugsnēm, kur gruntsūdens tieši neietekmē koku sakņu sistēmu. Liekais atmosfēras ūdens iesūcas augsnē un noplūst reljefa pazeminājumos. Augsne ir nabadzīga, galvenokārt novērojama podzolaugsne uz smilts cilmieža. Šādos apstākļos mežaudzes ražību un attīstību nosaka augsnes ķīmiskās īpašības (Broks, 2003; Tjarve, 2007).



1.1.attēls. Parastās priedes *Pinus sylvestris* izplatība Eiropā (Mityis et al, 2004).

Figure 1.1. Distribution of Scots pine *Pinus sylvestris* in Europe (Mityis et al, 2004).

Slapjainu meži attīstās uz periodiski pārmitrām minerālaugsnēm. Ilgstošu nokrišņu rezultātā šāda tipa mežaudzēs paaugstinās gruntsūdens līmenis, līdz ar to norisinās pārpuvošanās procesi, kuru rezultātā samazinās kokaudzes pieaugums. Augsnē vērojami izteikti podzolēšanās un glejošanās procesi. Tā kā detrits šādos apstākļos sadalās lēni, augsnes virskārtā veidojas līdz 30 cm biezs jēlkūdras, jēltrūda vai trūda horizonta slānis no sfagnu, mētru un priežu atliekām (Broks, 2003; Tjarve, 2007).

Purvainu meži aug uz pārmitrām augsnēm, kur kūdras slāņa biezums pārsniedz 30 cm un koku saknes vairs nespēj iet dziļāk minerālaugsnē. Kokaudžu ražība šādās vietās ir zema, detrits sadalās vāji. Aktīvi veidojas kūdras uzkrājums. Augsne ir vidēji bagāta, skāba. Purvainu mežos ir augsts gruntsūdens līmenis, kas periodiski applūšina koku sakņu horizontu, līdz ar šo procesu mežaudžu ražība samazinās un mežaudzes vietā pamazām veidojas purvs. (Broks, 2003; Tjarve, 2007).

1.4. Koku gadskārtu veidošanās

Gadskārtu veidošanās process ir atkarīgs no vides un koka bioloģiskajiem apstākļiem. Nozīmīgākie vides faktori, kas ietekmē gadskārtu platumu, ir nokrišņu daudzums, gaismas

daudzuma kvalitāte un kvantitāte, vidējā gaisa temperatūra, kā arī mitruma režīms augšanas vietā. No bioloģiskiem procesiem vissvarīgākie ir koksnes šūnu dalīšanās, paplašināšanās un nobriešanas procesi un spējas (Coder, 1999, Plomion et al., 2001).

Gadskārtu veidošanos parasti iedala divos koksnes veidošanās periodos – agrīnās koksnes un vēlīnās koksnes veidošanās procesos. Agrīnā koksne stumbrā sāk veidoties tad, kad agri pavasarī aktivējas pumpuri un jaunie dzinumi, kas laika gaitā nobriest par lapām un jauniem zariem. Agrīnās koksnes šūnas ir lielākas pēc diametra, tām ir plāni šūnapvalki un zems blīvums. Kad kokam lapas un jaunie dzinumi nobrieduši, augšanas process turpinās ar vēlīnās koksnes veidošanos. Vēlīnā koksne stumbrā veidojas līdz pat veģetācijas sezonas beigām, koku stumbrā un zaros veidojas blīvas šūnas ar bieziem šūnapvalkiem (Coder, 1999, Plomion et al., 2001).

Dendroklimatisko pētījumu procesā problēmas visbiežāk sagādā viltus vai iztrūkstošo gadskārtu veidošanās koka augšanas procesa laikā. Koki vienā augšanas sezonā var veidot divas skaidri saskatāmas gadskārtas vai arī veģetācijas sezonā var rasties iztrūkstoša gadskārta, kad radiālais pieaugums neveidojas (Wendland, 1975).

Neauglīgās augsnes vai vietās, kur koks pakļauts stresa apstākļiem, tādiem kā ilgstošs sausums, defoliācija, vides piesārņojums, noēnojums vai ilgstošs aukstuma periods, nereti veidojas iztrūkstošas, ķīļveida vai viltus gadskārtas (Lorimer et al., 1999). Ķīļveida un iztrūkstošās gadskārtas it tās, kas daļēji vai pilnībā neveidojas apkārt visam koka stumbram (Wendland, 1975). Savukārt viltus gadskārtas var veidoties gados, kad kambija augšana stresa apstākļu ietekmē uz laiku apstājas. Kad augšanai piemēroti apstākļi atjaunojas, kambijs savu augšanu atsāk, veidojot traheīdu šūnapvalku sabiezējumu vietā, kur stresa laikā gadskārtas veidošanās tika pārtraukta (Lorimer et al., 1999).

Iztrūkstošās un viltus gadskārtas nav iespējams identificēt tādos gadījumos, ja no koka ņemts tikai viens paraugs. Ja no viena koka stumbra tiek ņemti vairāki paraugi, tad, salīdzinot šos paraugus savā starpā, rodas iespējamība veiksmīgāk identificēt iztrūkstošo vai viltus gadskārtu atrašanās vietu (Wendland, 1975; Maeglin, 1979).

1.5. Klimatisko faktoru ietekme uz koku augšanu

Lielākā daļa koku gadu no gada veido gadskārtas. Gadskārtu platumi katru gadu atšķiras, to ietekmē gan klimatiskie, gan ekoloģiskie faktori (Schweingruber, 1996 cit. pēc Keenan, 2006). Klimats ir svarīgs apkārtējās vides faktors, kas ietekmē augu augšanu. No klimata atkarīgs tas, cik tālu sugas spēs izplatīties, kā arī nosaka optimālos klimatiskos parametrus, kas nepieciešami, lai augi spētu izdzīvot konkrētos vides apstākļos (Larcher, 2003). Klimatiskie faktori, kas statistiski visciešāk saistīti ar kokaugu bioloģiskajiem

procesiem, ir, piemēram, vidējā gaisa temperatūra siltākajā un aukstākajā mēnesī, šo temperatūru starpība, gada nokrišņu daudzums, gaisa mitrums un citi (Lange u.c., 1978; Larcher, 2003).

1.5.1. Nokrišņu daudzuma maiņas ietekme

Temperatūras celšanās ietekmē ūdens apriti atmosfērā, kas savukārt ietekmē nokrišņu daudzumu, to biežumu un regularitāti globālā mērogā. Nākotnē tiek paredzēts, ka nokrišņu daudzums pavasarī pieaugs, bet vasarā sagaidāmi ilgstoši sausuma periodi (Geßler et al., 2007). Uz sausām minerālaugsnēm augošiem kokiem, arī priedēm, maksimālais radiālais pieaugums veidojas gados, kad ir liels nokrišņu daudzums, savukārt gados ar zemu nokrišņu daudzumu augsne ir sausa, līdz ar to radiālais pieaugums ir mazs. Kūdras augsnēs, purvos un citos augšņu tipos ar augstu gruntsūdens līmeni atmosfēras nokrišņi uz radiālo pieaugumu atstāj pretēju efektu. Pie paaugstināta nokrišņu daudzuma radiālais pieaugums samazinās, savukārt gados, kad ir maz nokrišņu, koku gadskārtas attīstās labi (Cedro, 2001). Latvijā veiktajos pētījumos pierādījis, ka gan sausās, gan slapjās minerālaugsnēs nokrišņu daudzumam uz radiālo pieaugumu ir lokāla ietekme (Elferts, 2008; Dauškane, 2010).

1.5.2. Temperatūras maiņas ietekme

Uz kokaugu augšanu gaisa temperatūras svārstības iedarbojas tieši un nepārtraukti visos gadalaikos (Lange u.c., 1978). Pētījumi par temperatūras pieaugumu tuvākajā nākotnē liecina par to, ka vidēji pasaulē gaisa temperatūra varētu celties par 1,4-5,8 ° C. Klimats Ziemeļeiropā varētu palikt siltāks par 10 ° C līdz 21. gadsimta beigām. Krasais temperatūras pieaugums palielina sausuma perioda ilgumu vasarā, kas savukārt atstāj lielu ietekmi uz veģetāciju ekosistēmā (Geßler et al., 2007). Prognozes par Centrālās Eiropas reģioniem liecina par temperatūras pieaugumu un ekstremāliem laikapstākļiem, tādiem kā ilgstošiem sausuma periodiem un pēkšņiem plūdiem (Máková, 2008). Parastā priede globāli uz temperatūras pieaugumu būtiski nereaģē. Pētījumos, ko veikuši Cedro (2001), Linderholm (2001) un Vitas, Erlickyte (2007; 2008), pierādījis, ka parastās priedes radiālo augšanu būtiski ietekmējuši gadi, kuros ir izteikti zemas ziemas temperatūras, šajā laikā veidojas šauras gadskārtas, savukārt pozitīvi ietekmē pavasara un vasaras mēnešu gaisa temperatūras.

1.6. Dendroklimatoloģija

Dendroklimatoloģija ir zinātnes nozare, kuras uzdevums ir izpētīt saistību starp gadskārtām un klimatiskajiem faktoriem, lai rekonstruētu klimatiskās izmaiņas vēsturiskā laika periodā noteiktā teritorijā (Cook, Kairiukstis, 1990; Buchdall, 1999).

Dendroklimatoloģiskās un dendrohronoloģiskās metodes ir piemērotas, lai noteiktu dominējošos faktorus, kas ietekmē kokaugu radiālo pieaugumu (Cook, Kairiukstis, 1990).

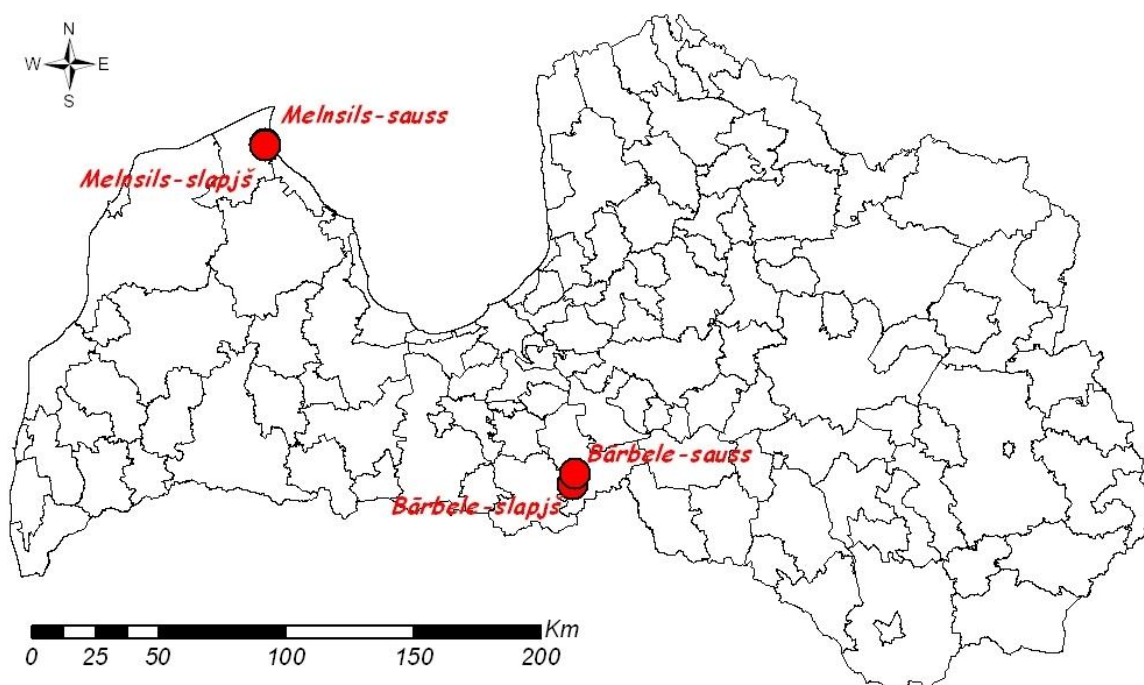
Vispiemērotākās vietas dendroklimatiskajā pētniecībā ir tās, kurās koki aug to dabiskajā klimatiskās izplatības zonā un kur klimatiskie faktori ievērojami ietekmē gadskārtu veidošanos. Tā, piemēram, lai pētītu nokrišņu daudzuma ietekmi uz koku radiālo augšanu, paraugi jāizvēlas tādās vietās, kur ir liels sausums, tā, lai mitrums būtu limitējošais faktors (Cook, Kairiukstis, 1990). Savukārt, lai vēsturiski rekonstruētu temperatūras maiņu, vispiemērotākās pētniecības vietas būs tur, kur kokiem ir pieejams optimāls ūdens daudzums (Cook, Kairiukstis, 1990; Bogino et al., 2009).

2. MATERIĀLS UN METODIKA

2.1. Pētījuma vietu raksturojums

2.1.1. Ģeogrāfiskais raksturojums

Parastās priedes gadskārtu paraugi kopumā ņemti četros parauglaukumos (2.1.attēls). Parauglaukumu vietu izvēles noteicošais faktors bija mežu augšanas apstākļu tips. Tos izvēlējās tā, lai pētījumā iekļautu sausieņu mežu (mētrājs, lāns), slapjainu mežu (slapjš mētrājs), kā arī purvainu mežu (niedrājs) (2.1.tabula). Parauglaukumu vietu taisnleņķa koordinātas Latvijas koordinātu sistēmā LKS-92 noteiktas ar globālās pozicionēšanas sistēmas uztvērēju Magelan explorer 500, kartes veidotas ESRI® ArcMap™ 10.0. programmā.



2.1.attēls. Paraugu ņemšanas vietas (atzīmētas ar sarkanu punktu) (Dabas aizsardzības pārvalde, 2011).

Figure 2. Sampling territories (marked with red dots) (Nature Conservation Agency, 2011).

Parauglaukumi Melnsils-sausš (1.pielikums) un Melnsils-slapjš (2.pielikums) atrodas Dundagas novada Dundagas pagasta Ziemeļkurzemes virsmežniecības Dundagas mežniecībā. Abos parauglaukumos no kopumā 50 augošiem kokiem tika paņemti 100 urbumi.

Parauglaukumi Bārbele-sauss (3.pielikums) un Bārbele-slapjš (4.pielikums) atrodas Vecumnieku novada Skaistkalnes pagasta Zemgales virsmežniecības Vecumnieku mežniecībā. Arī šajos parauglaukumos kopā tika ņemti 100 urbūmi no 50 augošiem kokiem.

2.1.tabula

Parauglaukumu raksturojums: koordinātes, meža augšanas apstākļu tips, meža kvartāls un nogabals (Dabas aizsardzības pārvalde, 2011).

Table 2.1.

Characteristics of sampling-sites: coordinates, forest growth condition type, forest quarter and stand (Nature Conservation Agency, 2011).

Parauglaukums/ Sampling site	Koordinātes (LKS-92)/ Coordinates (LKS-92)	Meža augšanas apstākļu tips/ Forest growth condition type	Kvartāls/ Management unit	Nogabals/ Stand
Melnšils-sauss	413274-6387660	Mētrājs	131	26
Melnšils-slapjš	413391-6387225	Slapjš mētrājs	146	12
Bārbele-sauss	534127-6254290	Lāns	336	3
Bārbele-slapjš	535142-6258355	Niedrājs	308	14

2.1.2. Klimatiskais raksturojums

Latvijas raksturīgās klimata iezīmes nosaka Saules starojuma pieplūdes daudzums, gaisa masu pārnese ar atmosfēras cirkulāciju no Atlantijas okeāna ziemeļu daļas, Baltijas jūras un Rīgas jūras līča tuvums, kā arī reljefs. Baltijas jūras piekrastē novērojams visilgākais Saules spīdēšanas ilgums gadā salīdzinot ar pārējo Latvijas teritoriju (Kļaviņš u.c., 2008). Balstoties uz šiem apgalvojumiem, Dundagas novadā, kur atrodas abi Melnšila parauglaukumi, Saule spīd 1840-1940 stundas gadā. Savukārt Latvijas centrālajā daļā, kas atrodas tālāk no jūras, saulaino dienu skaits gadā samazinās vidēji par 140 stundām (Kļaviņš u.c., 2008), līdz ar to Vecumnieku novadā, kas pēc ģeogrāfiskā novietojuma atrodas Latvijas centrālajā daļā, Saule spīd apmēram 1700-1800 stundas gadā.

Gaisa temperatūras režīmu Latvijas teritorijā nosaka saņemtā Saules starojuma daudzums, kā arī atmosfēras cirkulācijas īpatnības un Baltijas jūras un Rīgas jūras līča tuvums. Vidējā gaisa temperatūra Latvijā ir 6,1° C. Visaugstākā gaisa temperatūra ir Baltijas jūras piekrastē, zemākā Latvijas austrumu daļā. Dundagas novadā vidējā janvāra gaisa temperatūra ir no -3,4° C līdz -1,9° C, savukārt gada vidējā gaisa temperatūra ap 6,5° C. Vecumnieku novadā janvāra vidējā gaisa temperatūra ir -5° C līdz -4,5° C, bet gada vidējā gaisa temperatūra, līdzīgi kā Dundagas novadā ir ap 6,5° C. Šādu temperatūru sadalījumu

Latvijas centrālajā daļā sekmē līdzena reljefs, kas ļauj siltajām gaisa masām ieplūst tālu iekšzemē (Kļaviņš u.c., 2008).

Nokrišņu daudzumu Latvijā nosaka atmosfēras liela mēroga cirkulācija, tā veido mitro gaisa pārnesi no Atlantijas okeāna pāri Baltijas jūrai, kas notiek galvenokārt cikloniskās darbības dēļ. Tāpēc Latvijā ir pietiekami liels nokrišņu daudzums – vidēji 703 mm gadā. Latvijas ziemeļrietumu daļā nokrišņu daudzums ir 650-700 mm gadā, bet tās centrālajā daļā līdz 600 mm gadā (Kļaviņš u.c., 2008).

Sniega sega ir tipiska Latvijai gada aukstajā periodā, kad gaisa temperatūra pārsvarā ir zem nulles, bet tās pastāvēšanas ilgums ir mainīgs, to nosaka gaisa temperatūru sadalījums. Jo tālāk teritorija atrodas no Baltijas jūras un Rīgas jūras līča piekrastes, jo sniega segas pastāvēšanas ilgums un tās biezums ir lielāks. Vietas ģeogrāfiskais novietojums ietekmē ne tikai sniega segas ilgumu, bet arī sniega segas biezumu un ir uzskatāms par vienu no būtiskākajiem rādītājiem, raksturojot sniega segu. Tā kā Dundagas novads atrodas pie Baltijas jūras, šajā reģionā sniega sega novērojama 82 līdz 89 dienas, savukārt Latvijas centrālajā daļā, līdz ar to arī Vecumnieku novadā, sniegs novērojams 90 līdz 96 dienas (Kļaviņš u.c., 2008).

2.2. Paraugu ņemšana

Katrā parauglaukumā pētījumam izvēlēti 25 pirmā stāva koki. Lai dati būtu objektīvi, katram kokam veica divus urbumus ar Preslera svārpstu (Maeglin, 1979) apmēram 1,3 m augstumā no zemes (Chhin, Wang, 2005).

Pēc paraugu izurbšanas tos ievietoja plastmasas kokteiļsalmiņos, abus vaļējos galus aizpildīja ar vates gabaliņiem, lai izvairītos no iespējamām problēmām, kas varētu rasties, tos transportējot uz laboratoriju (Stokes, Smiley, 1996). Uz katra salmiņa uzrakstīja informāciju par to, no kura koka urbums iegūts, kā arī vieta, kurā atrodas pētāmā teritorija.

2.3. Laboratorijas darbi paraugu apstrādē

Iegūtie paraugi tālāk apstrādāti laboratorijā. Tā kā urbumi bija trausli un mazi, tos iestiprināja speciāli sagatavotos dēlīšos ar ailītēm paraugu nostiprināšanai. Līmēšanu veica tā, lai urbuma šķiedras būtu perpendikulāri dēlīša darba virsmai. Pēc līmēšanas darbiem dēlīšus novietoja zem sloga uz vienu nedēļu, lai urbumi labāk pieliptu. Lai veiktu gadskārtu mērījumus, paraugus slīpēja ar smilšpapīru (smilšpapīru raupjums 80, 240, 500) (Orvis, Grissino-Mayer 2002).

Pēc urbumu apstrādes laboratorijā gadskārtu platumu mērījumus veica ar “gadskārtu mērīšanas galdu” LINTAB 3, kas sevī ietver arī Leica MS5 mikroskopu un datorprogrammu TSAP (Time Series Analysis) (Rinn, 1996).

2.4. Datu analīze

2.4.1. Šķērsdatēšana

Paraugu šķērsdatēšanai un datu kvalitātes novērtēšanai izmantoja datorprogrammu COFECHA (Holmes, 1992), kas parāda statistiski būtiskās saistības starp gadskārtu rindām, kā arī norāda iespējamās mērījumu kļūdu vietas. Tajās gadskārtu rindās, kurās atrada kļūdas, pārmērīja tās pilnībā vai atsevišķos gadījumos apgabalus, kuros kļūdas konstatētas. Tā kā katram kokam bija divi urbumi, tad gadskārtu rindas apvienoja vienā, izrēķinot vidējo gadskārtu platumu, lai iegūtu kopējo ainu par gadskārtu platumiem katram kokam.

2.4.2. Hronoloģija

No iegūtajiem datiem veidoja hronoloģiju, kas ir vidējie standartizētie gadskārtu platumi vairākiem kokiem no noteiktas paraugu ņemšanas vietas (Fritts, 2001). Hronoloģijā iekļāva tās gadskārtu rindas, kuras izdevās precīzi šķērsdatēt. Standartizāciju un atlikuma hronoloģiju, ko izmantoja turpmākajām analīzēm, veidošanu veica, izmantojot datorprogrammu ARSTAN (Holmes et al., 1986). Standartizācija ir viena no pamatprocedūrām dendrohronoloģijā, kuras mērķis ir noņemt no gadskārtu platumu variēšanas to daļu, kas saistīta ar koka vecumu, tā izmaiņām dabiskās augšanas gaitā (Fritts, 2001). Standartizācijas procesā katrai gadskārtu rindai piemēroja eksponenciālo vai lineāro regresijas līkni. Katru no sākotnēji izmērītajiem gadskārtu platumiem pēc tam dalīja ar piemēroto līkni. No iegūtajiem indeksiem izveidoja hronoloģijas (Cook et al., 1990, cit. pēc Pärn, 2003).

2.4.3. Korelācijas analīze

Statistiski būtisko (pie $\alpha=0,05$) saistību noskaidrošanai starp gadskārtu platumiem un klimatiskajiem faktoriem, atkarībā no tā, vai dati atbilda vai neatbilda normālajam sadalījumam, veica Pīrsona (*Pearson*) vai Spirmāna (*Sperman*) korelācijas analīzi (Liepa, 1974) starp izveidotām hronoloģijām, zīmīgo gadu intensitātes vērtībām (intensitātes vērtības virs 25% vai zem -25%) un klimatiskajiem faktoriem – vidējām gaisa temperatūrām, nokrišņu daudzuma summu, kā arī vidējo gaisa temperatūru un nokrišņu daudzuma sadalījumu pa dekādēm. Korelācijas analīzei izmantoja datorprogrammas R (R Development Core Team, 2008) un MS Excel.

2.4.4. Zīmīgo gadu analīze

Zīmīgo gadu gadskārtas ir tās, kuras ievērojami atšķiras no tuvāko iepriekšējo gadu gadskārtām (Schweingruber, 1990). Katrai gadskārtu rindai konkrēto gadskārtas platuma vērtību salīdzināja ar vidējo gadskārtu platumu iepriekšējos piecos gados pēc formulas $=(x_i - x_5)/x_5$, kur x_i – konkrētā gada gadskārtas platums, x_5 – iepriekšējo piecu gadu vidējais gadskārtu platums. Iegūto atšķirību aizstāja ar intensitātes klasi pēc principa:

- -5. intensitātes klase, ja starpība mazāka par -0,8;
- -4. klase = -0,8 līdz -0,6;
- -3. klase = -0,6 līdz -0,4;
- -2. klase = -0,4 līdz -0,2;
- -1. klase = -0,2 līdz 0;
- 1. klase = 0 līdz 0,2;
- 2. klase = 0,2 līdz 0,4;
- 3. klase = 0,4 līdz 0,6;
- 4. klase = 0,6 līdz 0,8;
- 5. klase, ja starpība lielāka par 0,8.

Zīmīgo gadu intensitātes vērtības visam parauglaukumam aprēķināja pēc formulas:

$$I = \frac{100}{k * n} \sum_{j=1}^k h_j * i_j, \text{ kur } k - \text{intensitātes klašu skaits (šajā gadījumā 5); } n - \text{kopējais koku}$$

skaitis; h_j – koku skaits konkrētajā intensitātes klasē; i_j – intensitātes klases vērtība. Analīzē iekļāva tikai tos gadus, kuros intensitātes klases vērtība bija virs 25% vai zem -25%. (Elferts, 2008). Zīmīgo gadu intensitātes vērtību un klimatisko datu korelācijas koeficientu aprēķināšanai izmantoja datorprogrammu R (R Development Core Team, 2008).

2.5. Klimatiskie dati

Klimatiskos datus ieguva no Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra. Datu analīzei izmantoja klimatiskos datus no Kolkas, Jelgavas un Rīgas meteoroloģiskajām stacijām. Stacijām bija pieejami dati par vidējo mēneša gaisa temperatūru un mēneša nokrišņu daudzumu, kā arī vidējo gaisa temperatūru un nokrišņu daudzumu sadalījumu pa dekādēm (2.2.tabula).

Klimatiskajiem faktoriem vairākus datus apkopoja periodos. Apkopotie periodi bija rudens – laika posms no iepriekšējā gada septembra līdz iepriekšējā gada novembrim, ziema – no iepriekšējā gada decembra līdz analizējamā gada februārim, pavasaris – no analizējamā gada marta līdz maijam, vasara – no analizējamā gada jūnija līdz augustam un sezona – no iepriekšējā gada oktobra līdz analizējamā gada septembrim.

Pieejamie klimatiskie dati izmantotajām meteoroloģiskajām stacijām un parauglaukumi, kuru analīzei izmantoti staciju dati.

Table 2.2.

Available climatic data for meteorological stations used for analysis and sampling-site for which analysis data used.

Meteoroloģiskā stacija/ Meteorological station	Jelgava	Kolka	Rīga
Parauglaukums/ Sampling-site	Bārbele-sauss Bārbele-slapjš	Melnšils-sauss Melnšils-slapjš	Bārbele-sauss Bārbele-slapjš Melnšils-sauss Melnšils-slapjš
Vidējā mēneša gaisa temperatūra, °C Mean air temperature, °C	1832.-2009.	1925.-2009.	1824.-1831. 1841.-1848. 1851.-2009.
Nokrišņu daudzums/ Precipitation sum	1894.-2002.	1891.-2009.	1851.-2009.
Gadi ar datu iztrūkumu/ Years with data gaps	1973.-1976.	1916.-1924. 1928.-1929. 1942.-1945.	1832.-1839. 1849.-1850.

3. REZULTĀTI

3.1. Gadskārtu paraugi

No lauka darbos apsekoto četrus parauglaukumu iegūtajiem koku urbumiem turpmākai datu analīzei kopā izmantoja 78 koku gadskārtu rindas, kas iegūtas no 139 urbumiem. Visus urbumus neiekļāva datu analīzē, jo daļu no tiem nebija iespējams precīzi šķērsdatēt lieko vai iztrūkstošo gadskārtu dēļ. Bārbele-sauss un Bārbele-slapjš parauglaukumos precīzi šķērsdatēja 18 koku gadskārtu rindas katrā, Melnsils-sauss parauglaukumā 20 koku gadskārtu rindas, Melnsils-slapjš parauglaukumā 22 koku gadskārtu rindas.

Gadskārtu platumu rindas aptver laika periodu no 1836. gada līdz 2010. gadam. Kopumā izmērītas 12611 gadskārtas. Vidējais izmērītais gadskārtu daudzums visiem šķērsdatētajiem kokiem ir 161. Visīsākā gadskārtu rinda satur 123 gadskārtas, savukārt visgarākā gadskārtu rinda satur 175 gadskārtas (3.1.tabula).

3.1.attēls parāda, kā augšanas dinamika katrā parauglaukumā svārstās atkarībā no parastās priedes vecuma.

3.1.tabula
Parauglaukumu un tiem atbilstošo hronoloģiju raksturojums.

Table 3.1.

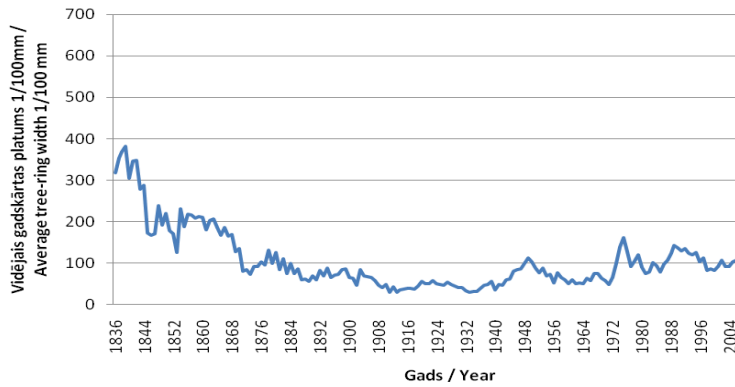
Sampling-sites and corresponding characteristics of the chronology.

Parauglaukums/ Sampling-site	Gadskārtu skaits/ Number of tree-rings	Derīgo urbumu skaits/ Number of useful samples	Hronoloģija/ Chronology			
			Koku skaits/ Number of trees	Laika periods/ Time period	Vidējā vērtība/ Mean value	Vidējā jutība/ Mean sensitivity
Melnsils-sauss	145-175	34	20	1837.-2010.	1,001	0,210
Melnsils-slapjš	155-174	35	22	1839.-2010.	0,992	0,196
Bārbele-sauss	139-163	34	18	1849.-2009.	0,995	0,191
Bārbele-slapjš	123-156	36	18	1853.-2007.	0,999	0,165

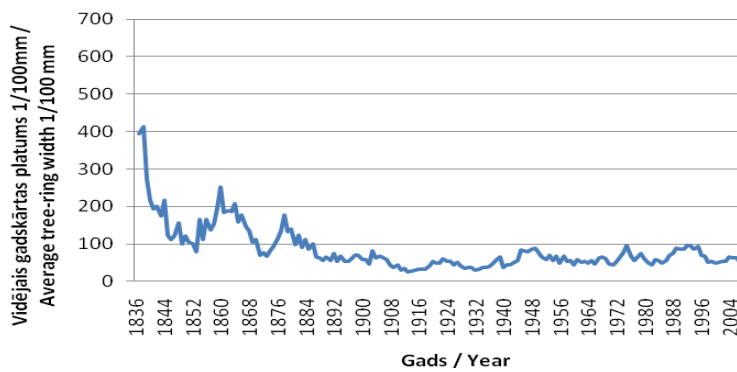
3.2. Hronoloģijas

Kopumā izveidoja četras parastās priedes gadskārtu hronoloģijas – divas sausieņu mežu tipos, vienu slapjainu meža tipā un vienu purvainu mežu tipā (3.2.attēls). Visgarākā hronoloģija izveidota sausieņu mežu tipa Melnsils-sauss parauglaukumā, kur gadskārtu rinda satur 174 gadus. Visīsākā hronoloģija izveidota purvāju mežu tipa Bārbele-slapjš parauglaukumā, kopumā saturot 154 gadus. Visaugstākā vidējā jutība ir Melnsils-sauss parauglaukumā, savukārt vismazākā vidējā jutība ir Bārbele-slapjš parauglaukumā (3.1.tabula).

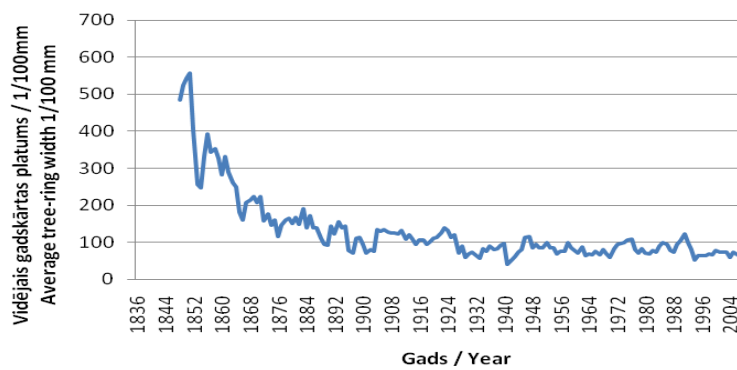
A



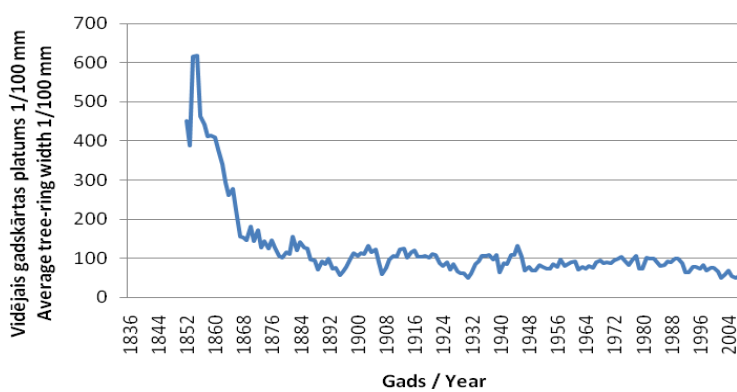
B



C

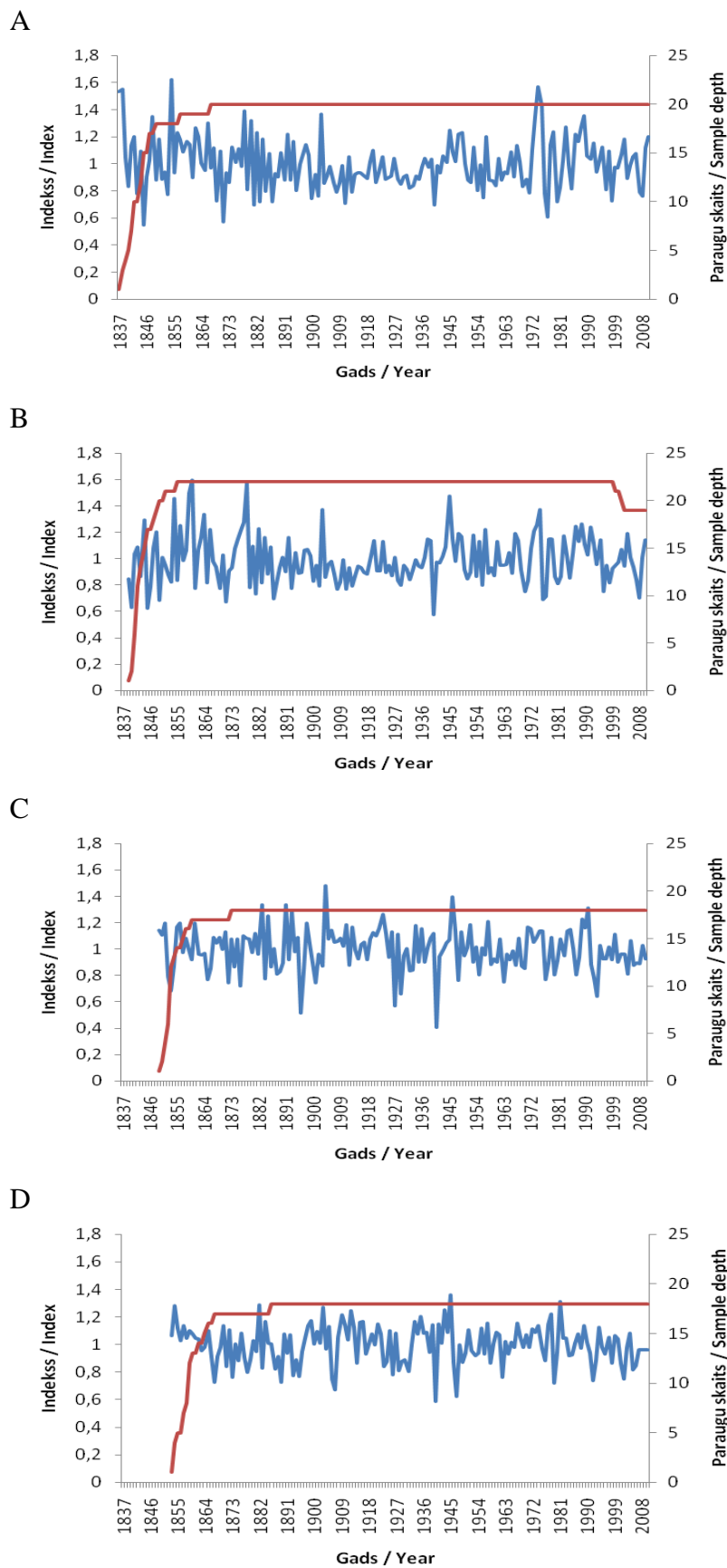


D



3.1.attēls. Parastās priedes gadskārtu vidējais platums atkarībā no vecuma (A-Melnsils-sauss, B-Melnsils-slapjš, C-Bārbele-sauss, D-Bārbele-sapjš).

Figure 3.1. Average ring width depending on age of Scots pine (A-Melnsils-dry, B-Melnsils-wet, C-Bārbele-dry, D-Bārbele-wet).



3.2.attēls. Parastās priedes gadskārtu atlikuma hronoloģijas un paraugu skaits (A- Melnsils-sauss; B-Melnsils-slapjš; C-Bārbele-sauss; D-Bārbele-slapjš).
 Figure 3.2. Residual chronologies of Scots pine tree-ring width and sample-depth (A-Melnsils-dry; B-Melnsils-wet; C-Bārbele-dry; D-Bārbele-wet).

3.3. Klimatiskie faktori un hronoloģijas

3.3.1. *Gadskārtu hronoloģiju un vidējo gaisa temperatūru korelācija*

Korelācijas analīze starp gadskārtu hronoloģijām un Rīgas meteoroloģiskās stacijas vidējo gaisa temperatūru datiem parāda, ka statistiski būtiskas pozitīvas korelācijas gan Melnsils-sauss, gan Melnsils-slapjš parauglūkumu hronoloģijām ir ar februāra, marta, aprīļa un septembra mēnešu temperatūrām, kā arī ar ziemas, pavasara un visas sezonas apvienoto periodu temperatūrām. Bez tam Melnsils-sauss parauglūkuma hronoloģija pozitīvi korelē arī ar maija un augusta mēnešu temperatūrām un vasaras perioda temperatūrām, savukārt Melnsils-slapjš parauglūkuma hronoloģija pozitīvi korelē ar janvāra vidējām gaisa temperatūrām. Abu Bārbeles parauglūkumu hronoloģijas uzrāda statistiski būtiskas pozitīvas korelācijas ar februāra un marta, kā arī ar ziemas un sezonas apvienoto periodu vidējām gaisa temperatūrām. Papildus tam Bārbele-sauss parauglūkuma hronoloģija pozitīvi korelē ar aprīļa un augusta mēnešu, kā arī pavasara perioda vidējām gaisa temperatūrām (3.2.tabula).

Veicot korelāciju aprēķinu ar parauglūkumiem tuvākās meteoroloģiskās stacijas vidējām gaisa temperatūrām, rezultātā iegūti koeficienti, kas parāda, ka Melnsils-sauss un Melnsils-slapjš parauglūkumu hronoloģijām statistiski būtiska pozitīva korelācija ir ar februāra un marta mēnešu, kā arī ar ziemas, pavasara, vasaras un sezonas apvienoto periodu vidējām gaisa temperatūrām. Papildus tam Melnsils-sauss parauglūkuma hronoloģija būtiski pozitīvi korelē arī ar septembra vidējām gaisa temperatūrām, bet Melnsils-slapjš parauglūkuma hronoloģija būtiski pozitīvi korelē ar janvāra un aprīļa vidējām gaisa temperatūrām. Bārbele-sauss un Bārbele-slapjš parauglūkumu hronoloģijas statistiski būtiski pozitīvi korelē ar februāra un marta mēnešu kā arī ar ziemas un visas sezonas apvienoto periodu temperatūrām. Bārbele-sauss parauglūkuma hronoloģija statistiski būtiski pozitīvi korelē arī ar aprīļa un augusta, kā arī pavasara perioda vidējām gaisa temperatūrām, bet Bārbele-slapjš parauglūkuma hronoloģija uzrāda statistiski būtisku negatīvu korelāciju ar novembra vidējām gaisa temperatūrām (3.2.tabula).

Korelācijas analīzē starp gadskārtu hronoloģijām un vidējo gaisa temperatūru sadalījumu pa dekādēm no Rīgas meteoroloģiskās stacijas datiem Melnsila parauglūkumu hronoloģijas uzrāda līdzīgus rezultātus – abas statistiski būtiski pozitīvi korelē ar janvāra III dekādes, februāra visu triju dekāžu, marta II un III dekādes, kā arī aprīļa I dekādes vidējām gaisa temperatūrām. Melnsils-sauss parauglūkuma hronoloģija papildus tam uzrāda arī pozitīvu korelāciju ar marta I dekādes gaisa temperatūru. Arī abu Bārbeles parauglūkumu hronoloģijas uzrāda līdzīgus rezultātus. Tās pozitīvi korelē ar februāra un marta visu triju dekāžu, kā arī aprīļa I dekādes temperatūrām. Bārbele-sauss parauglūkuma hronoloģija uzrāda pozitīvu korelāciju arī ar janvāra I dekādes un aprīļa II dekādes vidējām gaisa

temperatūrām, savukārt Bārbele-slapjš parauglaukuma hronoloģija statistiski būtiski pozitīvi korelē ar decembra III dekādes temperatūrām un būtiski negatīvi ar novembra I dekādes un maija III dekādes gaisa temperatūrām (3.3.tabula).

3.2.tabula

Statistiski būtiskie ($\alpha=0,05$) Pīrsona korelācijas koeficienti (r) starp parauglaukumu hronoloģijām un meteoroloģisko staciju vidējām gaisa temperatūrām (rudens – no iepriekšējā gada septembra līdz novembrim; ziema – no iepriekšējā gada decembra līdz pētāma gada februārim; pavasaris – no pētāmā gada marta līdz maijam; vasara – no pētāmā gada jūnija līdz augustam; sezona – no iepriekšējā gada oktobra līdz pētāmā gada septembrim).

Table 3.2.

Statistically significant (at $\alpha=0,05$) Pearson correlation coefficients (r) between sampling-site chronology and mean air temperature of meteorological stations (autumn –from previous year September till November; winter – from previous year December till February of observation year; spring – from March of observation year till May; summer – from June of observation year till August; season – from previous year October till September of observation year).

	Melnšils-sauss		Melnšils-slapjš		Bārbele-sauss		Bārbele-slapjš	
	Rīga	Kolka	Rīga	Kolka	Rīga	Jelgava	Rīga	Jelgava
Novembris/ November								-0,180
Janvāris/ January			0,185	0,219				
Februāris/ February	0,308	0,385	0,354	0,463	0,343	0,341	0,238	0,236
Marts/ March	0,302	0,359	0,234	0,369	0,319	0,298	0,261	0,272
Aprīlis/ April	0,213		0,205	0,247	0,266	0,231		
Maijs/ May	0,163							
Augusts/ August	0,168				0,184	0,191		
Septembris/ September	0,238	0,202	0,195					
Ziema/ Winter	0,217	0,309	0,277	0,356	0,233	0,226	0,187	0,193
Pavasaris/ Spring	0,316	0,340	0,245	0,355	0,283	0,264		
Vasara/ Summer	0,204	0,229		0,233				
Sezona/ Season	0,343	0,359	0,327	0,373	0,291	0,284	0,176	0,176

Rezultāti, kas iegūti korelējot gadskārtu hronoloģijas un vidējo gaisa temperatūru sadalījumu pa dekādēm no parauglaukumiem tuvākās meteoroloģiskās stacijas, parāda, ka abu Melnšila parauglaukumu hronoloģijas uzrāda statistiski būtiskas pozitīvas korelācijas ar janvāra III dekādes, visu februāra un marta dekāžu, kā arī aprīļa I dekādes vidējām gaisa temperatūrām. Bārbele-sauss un Bārbele-slapjš parauglaukumu hronoloģijas būtiski pozitīvi

korelē ar decembra II dekādes, februāra I un III dekādes, kā arī marta II un augusta I dekādes vidējām gaisa temperatūrām. Bez tā Bārbele-sauss parauglaukuma hronoloģija būtiski pozitīvi korelē arī ar februāra II dekādes, marta III dekādes un aprīļa I dekādes vidējām gaisa temperatūrām (3.3.tabula).

3.3.tabula

Statistiski būtiskie ($\alpha=0,05$) Pīrsona korelācijas koeficienti (r) starp parauglaukumu hronoloģijām un meteoroloģisko staciju vidējo gaisa temperatūru sadalījumu pa dekādēm (I - pirmā dekāde; II - otrā dekāde; III - trešā dekāde).

Table 3.3.

Statistically significant (at $\alpha=0,05$) Pearson correlation coefficients (r) between common sampling-site chronology and mean air temperatures of monthly decades of meteorological stations (I - first decade; II - second decade; III - third decade).

	Melnšils-sauss		Melnšils-slapjš		Bārbele-sauss		Bārbele-slapjš	
	Rīga	Kolka	Rīga	Kolka	Rīga	Jelgava	Rīga	Jelgava
Novembris I/ November I							-0,171	
Decembris II/ December II						0,236		0,225
Decembris III/ December III							0,186	
Janvāris I/ January I					0,187			
Janvāris III/ January III	0,243	0,264	0,253	0,289				
Februāris I/ February I	0,302	0,370	0,389	0,495	0,315	0,386	0,192	0,293
Februāris II/ February II	0,255	0,354	0,251	0,418	0,237	0,243	0,198	
Februāris III/ February III	0,194	0,244	0,224	0,277	0,261	0,256	0,227	0,221
Marts I/ March I	0,218	0,288		0,300	0,239		0,191	
Marts II/ March II	0,265	0,262	0,231	0,287	0,291	0,248	0,227	0,292
Marts III/ March III	0,275	0,381	0,244	0,396	0,286	0,236	0,191	
Aprīlis I/ April I	0,278	0,305	0,213	0,255	0,272	0,269	0,201	
Aprīlis II/ April II					0,212			
Maijs III/ May III							-0,174	
Augusts I/ August I						0,230		0,223

3.3.2. Gadskārtu hronoloģiju un nokrišņu daudzuma korelācija

Rezultāti parāda, ka korelācijas analīzē starp Rīgas meteoroloģiskās stacijas nokrišņu daudzumu un gadskārtu hronoloģijām Melnšils-sauss, Bārbele-sauss un Bārbele-slapjš

parauglaukumu hronoloģijas neuzrāda statistiski būtiskas korelācijas. Melnsils-slapjš parauglaukuma hronoloģija uzrāda statistiski būtisku negatīvu korelāciju ar novembra mēneša nokrišņu daudzumu (3.4.tabula).

Veicot gadskārtu hronoloģiju un nokrišņu daudzuma un parauglaukumiem tuvākās meteoroloģiskās stacijas datu korelācijas koeficientu aprēķinu, neviena no parauglaukumu hronoloģijām neuzrāda ne statistiski būtiskas pozitīvas, ne negatīvas korelācijas (3.4.tabula).

3.4.tabula

Statistiski būtiskie ($\alpha=0,05$) Pīrsona korelācijas koeficienti (r) starp parauglaukumu hronoloģijām un meteoroloģisko staciju vidējām gaisa temperatūrām (rudens – no iepriekšējā gada septembra līdz novembrim; ziema – no iepriekšējā gada decembra līdz pētāma gada februārim; pavasaris – no pētāmā gada marta līdz maijam; vasara – no pētāmā gada jūnija līdz augustam; sezona – no iepriekšējā gada oktobra līdz pētāmā gada septembrim).

Table 3.4.

Statistically significant (at $\alpha=0,05$) Pearson correlation coefficients (r) between sampling-site chronology and mean air temperature of meteorological stations (autumn –from previous year September till November; winter – from previous year December till February of observation year; spring – from March of observation year till May; summer – from June of observation year till August; season – from previous year October till September of observation year).

	Melnsils-sauss		Melnsils-slapjš		Bārbele-sauss		Bārbele-slapjš	
	Rīga	Kolka	Rīga	Kolka	Rīga	Jelgava	Rīga	Jelgava
Novembris/ November			-0,165					

Izveidojot korelācijas starp nokrišņu daudzumu pa dekādēm no Rīgas meteoroloģiskās stacijas datiem un gadskārtu hronoloģijām, rezultātā ieguva to, ka Melnsils-sauss parauglaukuma hronoloģija pozitīvi korelē ar janvāra I dekādes nokrišņu daudzumu, savukārt Bārbele-sauss un Bārbele-slapjš parauglaukumu hronoloģijas statistiski būtiski pozitīvi korelē ar decembra I dekādes nokrišņu daudzumu (3.5.tabula).

Attiecīgās tuvākās meteoroloģiskās stacijas nokrišņu daudzuma sadalījums pa dekādēm un gadskārtu hronoloģiju korelācijas aprēķins uzrāda, ka Melnsils-sauss un Melnsils-slapjš parauglaukumu hronoloģijas statistiski būtiski pozitīvi korelē ar novembra II dekādes nokrišņu daudzumu. Bārbele-sauss parauglaukuma hronoloģija uzrāda būtisku pozitīvu korelāciju ar novembra III dekādes nokrišņu daudzumu, bet Bārbele-slapjš parauglaukuma hronoloģija uzrāda būtisku pozitīvu korelāciju ar oktobra II dekādes nokrišņu daudzumu (3.5.tabula).

3.5.tabula

Statistiski būtiskie ($\alpha=0,05$) Pīrsona korelācijas koeficienti (r) starp parauglaukumu hronoloģijām un meteoroloģisko staciju nokrišņu daudzuma sadalījumu pa dekādēm (I - pirmā dekāde; II - otrā dekāde; III - trešā dekāde).

Table 3.5.

Statistically significant (at $\alpha=0,05$) Pearson correlation coefficients (r) between common sampling-site chronology and precipitation sum of monthly decades of meteorological stations (I - first decade; II - second decade; III - third decade).

	Melnšils-sauss		Melnšils-slapjš		Bārbele-sauss		Bārbele-slapjš	
	Rīga	Kolka	Rīga	Kolka	Rīga	Jelgava	Rīga	Jelgava
Oktobris II/ October II								0,220
Novembris II/ November II		0,339		0,254				
Novembris III/ November III						0,385		
Decembris I/ December I					0,219		0,240	
Janvāris I/ January I	0,244							

3.4. Zīmīgie gadi

Tā kā katrā parauglaukumā gadskārtu rindas aptver dažādus laika intervālus, arī zīmīgo gadu skaits ir atšķirīgs. Tomēr, lai dati būtu pārskatāmi un salīdzināmi, izvēlējas laika periodu, par kuru visos parauglaukumos ir pieejami dati – no 1857. gada līdz 2007. gadam. Līdz ar to lielākais zīmīgo gadu skaits ar intensitātes vērtībām virs 25% vai zem -25% ir Melnšils-slapjš parauglaukumā – 71 gads, bet vismazākais zīmīgo gadu skaits ar intensitātes vērtībām virs 25% vai zem -25% ir Bārbele-slapjš un Bārbele-sauss parauglaukumos – 55 gadi (3.6.tabula, 3.3.attēls).

3.6.tabula

Zīmīgo gadu skaits laika intervālā pētītajos parauglaukumos.

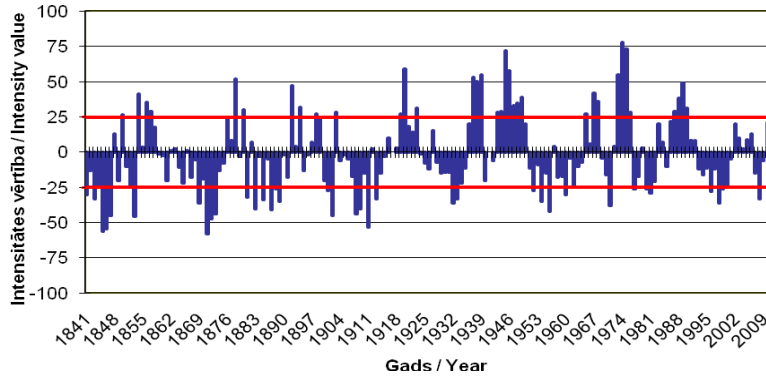
Table 3.6.

Number of pointer-year in time period in sampling-sites.

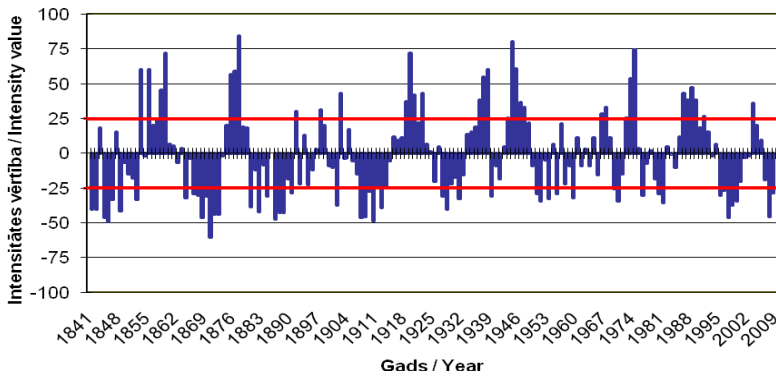
Parauglaukums/ Sampling-site	Zīmīgo gadu skaits/ Number of pointer-years		
	Pozitīvie gadi/ Positive years	Negatīvie gadi/ Negative years	Kopā/ Sum
Melnšils-sauss	32	29	61
Melnšils-slapjš	31	40	71
Bārbele-sauss	25	30	55
Bārbele-slapjš	21	34	55

Svarīgākais zīmīgais gads, kas ir kopīgs visiem parauglaukumiem un ir ar pozitīvu vērtību, ir 1945. gads. Abu Bārbeles parauglaukumu rezultātos izteikti pozitīvi kopīgie zīmīgie gadi neuzrādās, savukārt izteikti negatīvs zīmīgais gads abos parauglaukumos ir 1940. gads. Atšķirībā no Bārbele-slapjš parauglaukuma, 1903., 1904. un 1990. gadus Bārbele-sauss

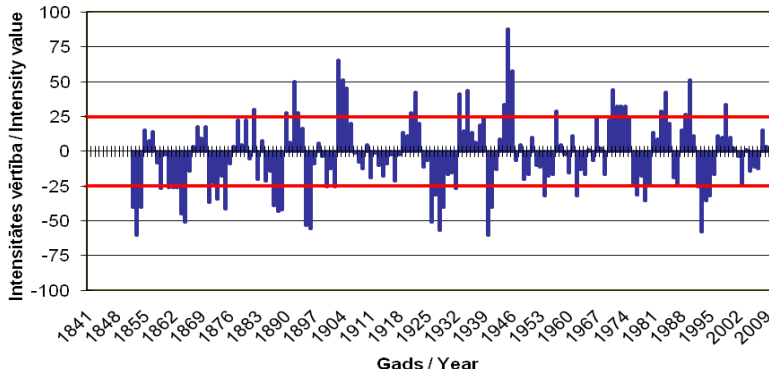
A



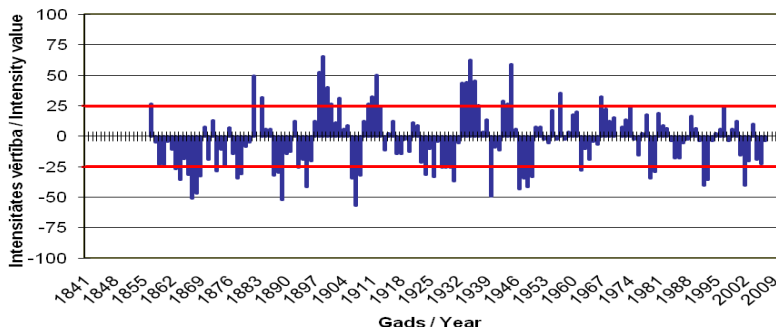
B



C



D



3.3.attēls. Zīmīgo gadu intensitātes vērtības pa gadiem katrā parauglaukumā (A - Melnsils-sauss; B - Melnsils-slapjš; C - Bārbele-sauss; D - Bārbele-slapjš).

Figure 3.3. Pointer-year intensity values in years in each sampling-site (A – Melnsils-dry; B - Melnsils-wet; C - Bārbele-dry; D - Bārbele-wet).

parauglaukumā augošā parastā priede uzrāda kā izteikti pozitīvus, bet 1894., 1895., 1928., 1941. un 1993. gadus kā izteikti negatīvus. Bārbele-slapjš parauglaukumā augošās priedes kā izteikti pozitīvus gadus uzrāda 1899. un 1935. gadu, bet kā negatīvus uzrāda 1889. un 1907. gadus (3.3.attēls).

Līdzīgi kā Bārbeles parauglaukumi, arī Melnsila parauglaukumi uzrāda kopīgas iezīmes un arī atšķirības attiecībā uz zīmīgajiem gadiem. Gadi, kad priedes gadskārta attīstījies īpaši labvēlīgi abos parauglaukumos, ir 1878., 1920., 1938.-1939. un 1975. gadi, savukārt šauras gadskārtas abos parauglaukumos veidojušās 1871. gadā. Melnsils-sauss parauglaukumā augošā priede uzrāda izteikti pozitīvu pieaugumu arī 1973. un 1974. gados. Melnsils-slapjš parauglaukumā priedes vislabāk augušas arī 1860. gadā, bet visšaurākās gadskārtas veidojušās 1871. un 1911. gados (3.3.attēls).

3.4.1. Zīmīgo gadu intensitātes vērtību un vidējo gaisa temperatūru korelācija

Iegūtie rezultāti korelācijā ar Rīgas meteoroloģiskās stacijas klimatiskajiem datiem parāda, ka abu Melnsila parauglaukumu zīmīgo gadu intensitātes vērtības statistiski būtiski pozitīvi korelē ar februāra, aprīļa, pavasara un visas sezonas vidējām gaisa temperatūrām. Atšķirībā no Melnsils-slapjš parauglaukuma intensitātes vērtībām, Melnsils-sauss parauglaukuma intensitātes vērtībām ir statistiski būtiskas pozitīvas korelācijas arī ar marta, maija un septembra vidējām gaisa temperatūrām. Savukārt atšķirībā no Melnsils-sauss parauglaukuma rezultātiem, Melnsils-slapjš parauglaukuma zīmīgo gadu intensitātes vērtības pozitīvi korelē ar vasaras vidējām gaisa temperatūrām. Bārbeles parauglaukumu rezultātos statistiski būtiska korelācija ar vidējām gaisa temperatūrām ir tikai vienā gadījumā – pozitīva korelācija Bārbele-sauss parauglaukuma intensitātes vērtībām ar februāra klimatiskajiem datiem. Pārējo mēnešu vai apvienoto periodu vidējās gaisa temperatūras statistiski būtiskas korelācijas ar Bārbeles parauglaukumu zīmīgo gadu intensitātes vērtībām neuzrāda (3.7. tabula).

Zīmīgo gadu intensitātes vērtību korelācija ar vidējām gaisa temperatūrām no parauglaukumiem tuvākās meteoroloģiskās stacijas Melnsils-sauss parauglaukumā uzrāda pozitīvas korelācijas ar februāra, marta, aprīļa, augusta un septembra mēnešiem un pavasara, vasaras un visas sezonas apvienotajiem periodiem. Melnsils-slapjš parauglaukuma intensitātes vērtības statistiski būtiski pozitīvi korelē ar augusta un vasaras perioda vidējām gaisa temperatūrām. Bārbele-sauss parauglaukumā intensitātes vērtības pozitīvi korelē ar februāra klimatiskajiem datiem, savukārt Bārbele-slapjš parauglaukuma rezultāti uzrāda pozitīvu korelāciju ar marta temperatūrām, bet negatīva korelācija ir ar maija vidējām gaisa temperatūrām (3.7.tabula).

3.7.tabula

Statistiski būtiskie (pie $\alpha=0,05$) Spīrmana korelācijas koeficienti (r) starp meteoroloģisko staciju vidējām gaisa temperatūrām un būtiskākajām zīmīgo gadu intensitātes vērtībām (intensitātes vērtības virs 25% vai zem -25%) (rudens – no iepriekšējā gada septembra līdz novembrim; ziema – no iepriekšējā gada decembra līdz pētāma gada februārim; pavasaris – no pētāmā gada marta līdz maijam; vasara – no pētāmā gada jūnija līdz augustam; sezona – no iepriekšējā gada oktobra līdz pētāmā gada septembrim).

Table 3.7.

Statistically significant (at $\alpha=0,05$) Spearman correlation coefficients (r) between mean air temperature of meteorological stations and significant pointer-year intensity values (intensity values greater than 25% or less than -25%) (autumn –from previous year September till November; winter – from previous year December till February of observation year; spring – from March of observation year till May; summer – from June of observation year till August; season – from previous year October till September of observation year).

	Melnšils-sauss		Melnšils-slapjš		Bārbele-sauss		Bārbele-slapjš	
	Rīga	Kolka	Rīga	Kolka	Rīga	Jelgava	Rīga	Jelgava
Februāris/ February	0,423	0,393	0,266		0,279	0,276		
Marts/ March	0,251	0,380						0,286
Aprīlis/ April	0,364	0,369	0,238					
Maijs/ May	0,262							-0,272
Augusts/ August		0,350		0,334				
Septembris/ September	0,240	0,367						
Pavasaris/ Spring	0,385	0,428	0,241					
Vasara/ Summer		0,440	0,232	0,420				
Sezona/ Season	0,384	0,389	0,219					

Zīmīgo gadu intensitātes vērtību korelācijas ar vidējo gaisa temperatūru sadalījumu pa dekādēm no Rīgas meteoroloģiskās stacijas rezultāti parāda, ka visvairāk statistiski būtiskas pozitīvas korelācijas ir Melnšils-sauss parauglaukumā aprēķinātajām intensitātes vērtībām. Tās uzrāda būtiskas korelācijas ar visu februāra dekāžu, marta un augusta II un III dekāžu, aprīļa I un II dekāžu, kā arī ar novembra I dekādes gaisa temperatūrām. Melnšils-slapjš parauglaukuma intensitātes vērtības uzrāda statistiski būtiskas pozitīvas korelācijas ar februāra un aprīļa I dekāžu un marta II dekādes temperatūrām. Bārbeles parauglaukumos sausieņu mežu tipa intensitātes vērtībām pozitīva korelācija ir ar marta un jūnija III dekādes vidējām gaisa temperatūrām, savukārt purvaiņu mežu tipa intensitātes vērtībām pozitīvas korelācijas ir ar marta un jūlija II dekādes un augusta I dekādes vidējām gaisa temperatūrām (3.8. tabula).

3.8.tabula

Statistiski būtiskie ($\alpha=0,05$) Spīrmana (Spearman) korelācijas koeficienti (r) starp parauglaukumu zīmīgo gadu intensitātes vērtībām (intensitātes vērtības virs 25% vai zem -25%) un meteoroloģisko staciju vidējās gaisa temperatūras datiem pa dekādēm (I - pirmā dekāde; II - otrā dekāde; III - trešā dekāde).

Table 3.8.

Statistically significant (at $\alpha=0,05$) Spearman correlation coefficients (r) between sampling-site pointer-year intensity values (intensity values greater than 25% of less than -25%) and meteorologicam stations monthly decades of mean air temperature (I - first decade; II - second decade; III - third decade).

	Melnšils-sauss		Melnšils-slapjš		Bārbele-sauss		Bārbele-slapjš	
	Rīga	Kolka	Rīga	Kolka	Rīga	Jelgava	Rīga	Jelgava
Oktobris I/ October I						0,349		0,462
Novembris I/ November I	0,268							
Februāris I/ February I	0,405	0,429	0,361	0,378				
Februāris II/ February II	0,261	0,370						
Februāris III/ February III	0,267							
Marts I/ March I		0,402						
Marts II/ March II	0,365		0,293				0,419	0,417
Marts III/ March III	0,377	0,433			0,265	0,467		
Aprīlis I/ April I	0,471		0,318					
Aprīlis II/ April II	0,275							
Maijs III/ May III								-0,536
Jūnijs III/ June III		0,381		0,357	0,388	0,462		
Jūlijs II/ July II		0,336					0,278	
Augusts I/ August I							0,275	
Augusts II/ August II	0,390	0,341		0,321				
Augusts III/ August III	0,262	0,443		0,429				
Septembris I/ September I		0,390						

Ar tuvākās meteoroloģiskās stacijas vidējo gaisa temperatūru datiem Melnšils-sauss un Melnšils-slapjš parauglaukumu intensitātes vērtības uzrāda statistiski būtiskas pozitīvas korelācijas ar februāra I dekādes, jūnija un augusta III dekādes un augusta II dekādes vidējām

gaisa temperatūrām. Papildus tam Melnsils-sauss parauglaukuma zīmīgo gadu intensitātes vērtības statistiski būtiski pozitīvi korelē ar februāra II dekādes, marta un septembra I dekādes, kā arī maija III dekādes un jūlija II dekādes vidējām gaisa temperatūrām. Bārbeles parauglaukumos būtiskas pozitīvas korelācijas sausieņu mežu tipa parauglaukuma intensitātes vērtībām ir ar marta un jūnija III dekādes un oktobra I dekādes vidējām gaisa temperatūrām, bet purvaiņu mežu tipa parauglaukuma intensitātes vērtībām pozitīvas korelācijas ir ar marta II dekādes un oktobra I dekādes, kā arī negatīva korelācija ar maija III dekādes vidējām gaisa temperatūrām (3.8.tabula).

3.4.2. Zīmīgo gadu intensitātes vērtību un nokrišņu daudzuma korelācija

Korelācijās ar Rīgas meteoroloģiskās stacijas nokrišņu daudzuma datiem rezultāti parāda, ka Melnsils-sauss parauglaukuma intensitātes vērtības pozitīvi korelē ar jūnija nokrišņu daudzumu, savukārt Melnsils-slapjš parauglaukuma vērtības pozitīvi korelē ar pavasara sezonas nokrišņu daudzumu. Bārbele-sauss parauglaukuma intensitātes vērtībām ir pozitīvas korelācijas ar augusta, vasaras un visas sezonas nokrišņu daudzumu, bet Bārbele-slapjš parauglaukuma vērtībām pozitīvas korelācijas uzrādās ar februāra un maija mēnešu nokrišņiem (3.9. tabula).

Zīmīgo gadu intensitātes vērtību korelācijas ar nokrišņiem no parauglaukumiem tuvākās meteoroloģiskās stacijas Melnsils-sauss, Melnsils-slapjš un Bārbele-sauss parauglaukumu rezultāti neuzrāda nevienu statistiski būtisku korelāciju. Bārbele-slapjš parauglaukuma intensitātes vērtības uzrāda statistiski būtisku pozitīvu korelāciju ar februāra nokrišņu daudzumu (3.9.tabula).

Parauglaukumu zīmīgo gadu intensitātes vērtību korelācijas ar nokrišņu daudzumu pa dekādēm no Rīgas meteoroloģiskās stacijas rezultāti parāda, ka Melnsils-sauss parauglaukuma vērtībām ir pozitīva korelācija ar jūnija I dekādes un oktobra II dekādes nokrišņu daudzumu, savukārt Melnsils-slapjš parauglaukuma vērtības neuzrāda nevienu statistiski būtisku korelāciju ar nokrišņiem. Bārbeles parauglaukumos sausieņu mežu tipa intensitātes vērtības uzrāda statistiski būtisku negatīvu korelāciju ar marta I dekādes nokrišņu daudzumu un pozitīvu korelāciju ar jūlija II un septembra I dekādes nokrišņu daudzumu. Purvaiņu mežu tipā iegūtie rezultāti uzrāda tikai vienu statistiski būtisku korelāciju un tā ir ar februāra I dekādes nokrišņu daudzumu (3.10. tabula).

Nokrišņu daudzuma pa dekādēm no parauglaukumiem tuvākās meteoroloģiskās stacijas korelācijā ar zīmīgo gadu intensitātes vērtībām Melnsils-sauss parauglaukuma rezultāti uzrāda vienu statistiski būtisku negatīvu korelāciju ar jūnija II dekādes nokrišņu daudzumu. Melnsils-slapjš parauglaukumā rezultāti parāda būtiskas pozitīvas korelācijas ar

marta III dekādes un septembra II dekādes nokrišņu daudzumu. Bārbele-sauss parauglaukuma rezultātos iegūta viena statistiski būtiska negatīva korelācija ar septembra II dekādes nokrišņu daudzumu, savukārt Bārbele-slapjš parauglaukuma rezultātos būtiska pozitīva korelācija ir ar februāra I dekādes, kā arī būtiska negatīva korelācija ar novembra I dekādes nokrišņu daudzumu (3.10.tabula).

3.9.tabula

Statistiski būtiskie (pie $\alpha=0,05$) Spīrmana (Spearman) korelācijas koeficienti (r) starp meteoroloģisko staciju nokrišņu daudzumu un būtiskākajām zīmīgo gadu intensitātes vērtībām (intensitātes vērtības virs 25% vai zem -25%) (rudens – no iepriekšējā gada septembra līdz novembrim; ziema – no iepriekšējā gada decembra līdz pētāma gada februārim; pavasaris – no pētāmā gada marta līdz maijam; vasara – no pētāmā gada jūnija līdz augustam; sezona – no iepriekšējā gada oktobra līdz pētāmā gada septembrim).

Table 3.9.

Statistically significant (at $\alpha=0,05$) Spearman correlation coefficients (r) between precipitation sum of meteorological stations and significant pointer-year intensity values (intensity values greater than 25% or less than -25%) (autumn – from previous year September till November; winter – from previous year December till February of observation year; spring – from March of observation year till May; summer – from June of observation year till August; season – from previous year October till September of observation year).

	Melnšils-sauss		Melnšils-slapjš		Bārbele-sauss		Bārbele-slapjš	
	Rīga	Kolka	Rīga	Kolka	Rīga	Jelgava	Rīga	Jelgava
Februāris/ February							0,301	0,368
Maijs/ May							0,271	
Jūnijs/ June	0,261							
Augusts/ August					0,300			
Pavasaris/ Spring			0,247					
Vasara/ Summer					0,334			
Sezona/ Season					0,344			

3.10.tabula

Statistiski būtiskie ($\alpha=0,05$) Spīrmana (Spearman) korelācijas koeficienti (r) starp parauglaukumu zīmīgo gadu intensitātes vērtībām (intensitātes vērtības virs 25% vai zem -25%) un meteoroloģisko staciju nokrišņu daudzuma datiem pa dekādēm (I - pirmā dekāde; II - otrā dekāde; III - trešā dekāde).

Table 3.10.

Statistically significant (at $\alpha=0,05$) Spearman correlation coefficients (r) between sampling-site pointer-year intensity values (intensity values greater than 25% of less than -25%) and meteorological stations monthly decades of precipitation sum (I - first decade; II - second decade; III - third decade).

	Melnšils-sauss		Melnšils-slapjš		Bārbele-sauss		Bārbele-slapjš	
	Rīga	Kolka	Rīga	Kolka	Rīga	Jelgava	Rīga	Jelgava
Oktobris II/ October II	0,369							
Novembris I/ November I								-0,447
Februāris I/ February I							0,394	0,397
Marts I/ March I					-0,400			
Marts III/ March III				0,323				
Jūnijs I/ June I	0,380							
Jūnijs II/ June II		-0,456						
Jūlijs II/ July II					0,528			
Septembris I/ September I					0,362			
Septembris II/ September II				0,338		-0,362		

4. DISKUSIJA

4.1. Gadskārtu analīze

Iepriekš veiktos pētījumos (Linderholm, 2001; Vitas, Erlickyte, 2007; Vitas, Erlickyte, 2008) teikts, ka lielākās problēmas gadskārtu mērīšanas procesā sagādā iztrūkstošās un liekās gadskārtas, kuru neesamība vai klātbūtne visbiežāk ir atkarīga no koka vecuma un augšanas apstākļiem. Tāpat kā pētījumā, kas veikts Lietuvā (Vitas, Erlickyte, 2007), arī šajā darbā radās problēmas ar koka divu urbumu precīzu izmērīšanu, jo ne vienā vien gadījumā gadskārtu skaits no viena koka ņemtiem urbumiem nebija vienāds. Lai gan urbumu skaits, kas no katra parauglaukuma tika izmantots tālākajām analīzēm, ir salīdzinoši līdzīgs, tomēr kopējais precīzi šķērsdatēto koku skaits ir samērā atšķirīgs. Tā kā Melnsila parauglaukumos izdevās sekmīgi šķērsdatēt urbumus no lielāka koku skaita nekā Bārbeles parauglaukumos, tas varētu norādīt uz to, ka kopumā Melnsilā parastai priedei augšanas apstākļi ir labvēlīgāki, jo neveidojas daudz liekās vai trūkstošās gadskārtas, kā tas novērojams Bārbeles parauglaukumos.

Vidējie gadskārtu platumi parāda, ka augšanas uzsākšanas periodā radiālais pieaugums ir ļoti liels gan sausās, gan slapjās minerālaugsnēs augošanai parastai priedei. Ap 10 gadu vecumu radiālais pieaugums strauji samazinās un vēlākajos gados kļūst salīdzinoši vienmērīgs visa mūža garumā, ja vien neparādās kādi īpaši faktori, kas veicina salīdzinoši lielāku vai mazāku ikgadējo radiālo pieaugumu. Līdzīgs gadskārtu veidošanās process attēlots Austrijā (Polacek et al., 2006), Lietuvā (Vitas, Erlickyte, 2007; Vitas Erlickyte, 2008) un Zviedrijā (Linderholm, Linderholm, 2004) veiktajos pētījumos.

Salīdzinot gadskārtu platumus starp parauglaukumiem, Bārbelē ievāktie paraugi augšanas uzsākšanas periodā uzrāda krietni lielākas gadskārtas nekā Melnsilā ievāktie paraugi. Lai gan pēc iepriekš veiktā atzinuma, ka Melnsila parauglaukumos priedei visa mūža garumā augšanas apstākļi ir labvēlīgāki, jo neveidojas gadskārtu iztrūkums, šādi rezultāti parāda, ka Bārbelē augsne ir bagātīgāka, tā spēj nodrošināt kokus ar nepieciešamajām barības un rezerves vielām, jo ikgadējais radiālais pieaugums ir lielāks, gadskārtas veidojas platākas.

4.2. Hronoloģijas analīze

Fritts (2001) raksta, ka gadskārtu vidējā jutība parāda relatīvo atšķirību starp blakus esošām gadskārtām un raksturo gadskārtu reakciju uz dažādiem vides faktoriem. Veiktajā pētījumā Austrijā (Oberhuber et al., 1998), pētījumā Zviedrijā (Linderholm, 2001) kā arī pētījumā Čehijā (Máková, 2008) sausās augsnēs augošās priedes uzrāda augstākas vidējās jutības vērtības, nekā slapjās augsnēs augošās parastās priedes. Šajā darbā iegūtie rezultāti

liecina par to, ka arī Latvijas apstākļos augoša parastā priede sausās minerālaugsnēs ir jutīgāka uz ekoloģisku izmaiņu procesiem nekā slapjās minerālaugsnēs augoša priede.

Parastās priedes atlikuma hronoloģiju rezultātu grafiki parāda, ka ikgadējā radiālā pieauguma mainība katrā parauglaukumā ir lokālu faktoru ietekmēta, jo hronoloģiju indeksi laika gaitā katrā vietā ir dažādām vērtībām. Tomēr ir novērojamas kopīgas iezīmes, kad visos parauglaukumos, neskatoties uz augsnes mitruma daudzumu, veidojies izteikti liels vai izteikti mazs radiālais pieaugums, kas norāda uz reģionālu faktoru ietekmi. Laika posmā no 1900. gada līdz 1905. gadam visos parauglaukumos novērojams pozitīvs radiālais pieaugums. Laika posmā no 1938. gada līdz 1943. gadam radiālais pieaugums, kas nav saistīts ar gadskārtas vecumu, tikpat kā nav veidojies, toties uzreiz pēc šī neproduktīvā perioda sekojuši gadi, kad radiālais pieaugums visos parauglaukumos bijis liels. Līdzīgas pozitīva radiālā pieauguma izmaiņas laikā ap 1900. līdz 1910. gadu novērotas pētījumā par purvos augošām priedēm (Dauškane, 2010). Savukārt pētījumā Zviedrijā (Linderholm, Linderholm, 2004) aprakstīts tas, ka pozitīvs radiālais pieaugums veidojies ap 1945. gadu. Arī citās teritorijās sausās minerālaugsnēs augošām priedēm veidojušās šauras gadskārtas ap 1940. gadu (Elferts, 2008).

4.3. Klimatisko faktoru un hronoloģiju saistība

Tā kā ir svarīgi analizēt iegūtos gadskārtu hronoloģiju datus ar vairāku meteoroloģisko staciju klimatiskajiem datiem (Biondi, 1993; Dittmar et al., 2006), šajā pētījumā iegūtos hronoloģiju rezultātus salīdzināja ar parauglaukumiem tuvākās meteoroloģiskās stacijas un Rīgas meteoroloģiskās stacijas datiem. Izmantoto Jelgavas, Kolkas un Rīgas meteoroloģisko staciju klimatisko datu savstarpējās korelācijas uzrāda augstus koeficientus. Vidējām gaisa temperatūrām starp meteoroloģiskajām stacijām ir ļoti augsta korelācija, kamēr nokrišņu daudzumam šī saistība ir zemāka, tomēr būtiska (Elferts, 2008), tas liecina par to, ka iegūtie gadskārtu hronoloģiju korelāciju koeficienti ar visiem klimatiskajiem datiem ir ticami. Būtisks faktors, kas ietekmēja Rīgas meteoroloģiskās stacijas kā otras stacijas izvēli ir tāds, ka tās klimatisko datu informācija aptver visu laika periodu, par kuru ieguva gadskārtu hronoloģijas no visiem parauglaukumiem.

4.3.1. Gadskārtu hronoloģiju un vidējās gaisa temperatūras saistība

Iegūtie rezultāti par saistību starp gadskārtu hronoloģiju un vidējo gaisa temperatūru datiem gan no Rīgas, gan parauglaukumiem tuvāko meteoroloģisko staciju datiem pilnībā sakrīt ar literatūrā norādīto attiecībā uz februāra un marta temperatūru pozitīvo ietekmi uz gadskārtu radiālo pieaugumu gan sausās (Cedro, 2001; Pärn, 2003; Elferts, 2008; Mácová, 2008; Zunde et al., 2008; Bogino, 2009), gan slapjās (Linderholm, 2001; Mácová, 2008; Dauškane, 2010) augsnēs.

Veicot hronoloģiju korelācijas analīzi ar vidējās gaisa temperatūras sadalījumu pa dekādēm, rezultāti parāda, ka visos parauglaukumos visām februāra un marta dekādžu vidējām gaisa temperatūrām ar atsevišķiem izņēmumiem ir būtiski pozitīva ietekme uz gadskārtu veidošanos, līdz ar to arī abu mēnešu vidējās gaisa temperatūras ir būtiskas gadskārtu veidošanās procesā. Februāris ir gada aukstākais mēnesis, kad novērojams arī lielākais sniega segas biezums. I.Dauškane (2010) norāda, ka februārī dienas kļūst garākas, arī gaismas daudzums palielinās. Tas savukārt veicina fotosintēzes aktivēšanos skujās, līdz ar to tiek nodrošināta aktīvāka sakņu sistēmas elpošana un ūdens uzsūkšana. Savukārt D.Elfersts (2008) savā pētījumā norādījis, ka ziemas periodā augsne pie zemākām gaisa temperatūrām sasalst dziļākos slāņos, kas pavasara periodā paildzina laiku, līdz tā atkūst. Tā kā februāra gaisa temperatūrai ir pozitīva ietekme uz gadskārtu veidošanos, var teikt, ka ziemas un pavasara mēnešu vidējās gaisa temperatūras ir augstākas, zeme dziļākos slāņos nesasalst. Marta mēnesis ir laiks, kad gaisa temperatūras paliek vēl siltākas, kas savukārt veicina sniega segas kušanu un veģetācijas sezonas uzsākšanos. To arī parāda iegūtajos rezultātos attēlotie ziemas un pavasara vidējo gaisa temperatūru statistiski būtiskie pozitīvie korelācijas koeficienti.

Tāpat kā marts, arī aprīlis ir laiks, kad gaiss iesilst vēl vairāk, kā rezultātā augsnē akumulējas ūdens no līdz tam vēl neizkusušā sniega, veidojot nepieciešamo barības vielu un ūdens bāzi veģetācijas sezonas atsākšanās procesiem. Šajā darbā iegūtie rezultāti parāda, ka statistiski būtiska nozīme ir aprīļa pirmās dekādes vidējām gaisa temperatūrām visos parauglaukumos. Savukārt visa aprīļa mēneša vidējā gaisa temperatūra ir būtiska abos Melnsila parauglaukumos un Bārbele-sauss parauglaukumā. Tas varētu liecināt par to, ka aprīļa pirmajai dekādei jābūt siltākai, lai nodrošinātu lielāku radiālo pieaugumu un lai šajā laikā augsnē akumulētos līdz tam vēl neizkusušais sniegs. Savukārt pēc tam laika apstākļi stabilizējas un veģetācija turpina savu attīstības gaitu. Bārbele-slapjš parauglaukumā būtiska ietekme ir tikai aprīļa pirmās dekādes vidējai gaisa temperatūrai. Visa mēneša vidējā gaisa temperatūra nav statistiski būtiska. Tā kā šis parauglaukums atrodas purvainu mežu tipā, aprīļa mēneša temperatūru nebūtiskā korelācija varētu liecināt par to, ka augsne ir pietiekoši mitra un pati spēj nodrošināt priedi ar augšanas uzsākšanai nepieciešamo ūdens daudzumu. Līdz ar to ūdens, kas izveidojies sniega kušanas rezultātā šī mežu tipa augsnē, neatstāj nekādu ietekmi un arī neveicina labvēlīgākus apstākļus.

Iepriekš veiktos pētījumos teikts, ka sausās (Kircheffer, 2001; Linderholm, 2001) un arī slapjās (Linderholm, 2001) augsnēs augošas priedes ikgadējo radiālo pieaugumu pozitīvi ietekmē vasaras mēnešu vidējās gaisa temperatūras. Šajā darbā iegūtie rezultāti parāda, ka vasaras perioda vidējās gaisa temperatūras ir nozīmīgas Melnsils-sauss parauglaukumā

augošām priedēm, bet Melnsils-slapjš parauglaukuma hronoloģiju rezultāti uzrāda pozitīvu korelāciju tikai ar Kolkas stacijas vasaras perioda klimatiskajiem datiem. Savukārt no Bārbeles parauglaukumiem tikai sausā augsnē ievāktie paraugi uzrāda būtisku korelāciju ar viena vasaras mēneša – augusta vidējo gaisa temperatūru. Šādus rezultātus varētu skaidrot ar to, ka iepriekš pieminētie pētījumi veikti Skandināvijas ziemeļos, kur veģetācijas periods ir īsāks, līdz ar to vasara ir laiks, kad novērojama visintensīvākā augšanas attīstība (Elferts, 2008). Tā kā Latvija atrodas uz dienvidiem no Skandināvijas, šeit veģetācijas periods ir garāks, līdz ar to augu augšana un attīstība notiek ilgākā laika periodā. Vidējās gaisa temperatūras sadalījuma pa dekādēm korelācijā ar hronoloģijām rezultāti parāda, ka būtiska ir tikai augusta I dekādes temperatūra, kas novērojama Bārbeles parauglaukumos ievāktajiem paraugiem ar Jelgavas stacijas datiem. Tas varētu norādīt uz to, ka šajā pētījumā visos izvēlētajos parauglaukumos bez vasaras mēnešu temperatūrām uz gadskārtu ikgadējo pieaugumu ir kāda papildus lokāla ietekme, jo nekādas kopīgas vai zīmīgas atšķirīgas iezīmes starp parauglaukumiem neuzrādās.

Vidējās gaisa temperatūras sadalījuma pa dekādēm korelācijas ar hronoloģijām rezultāti parāda, ka tikai Bārbele-slapjš parauglaukumā uzrādās divas būtiski negatīvas ietekmes – tās ir novembra I un maija III dekādē. Maija III dekādes temperatūras negatīvo ietekmi varētu skaidrot ar to, ka šajā mēnesī tieši III dekādē novērojama vissiltākā vidējā gaisa temperatūra. Ņemot vērā, to, ka arī nokrišņu daudzums maijā ir samērā neliels un būtiski negatīva korelācija ir tieši ar hronoloģiju, kas izveidota visslapjākajā parauglaukumā, to varētu saistīt ar pastiprinātu ūdens iztvaikošanu no augsnes, kas kavē fizioloģiskos procesus koka stumbrā. Savukārt novembra I dekādes vidējās gaisa temperatūras uzrādīto būtiski negatīvo koeficientu varētu saistīt ar to, ka rudenī aktīvais augšanas periods jau ir beidzies, bet, ja parādās augstas temperatūras, tas var likt priedei uzsākt kādu augšanas aktivitāti, ko tā pārtrauc tad, kad iestājas pastāvīgais ziemas sala periods. Šādā veidā tiek patērēti uzkrātie resursi, kas atstāj negatīvu ietekmi uz gadskārtas veidošanos nākamajā sezonā. Par novembra būtisko ietekmi uz gadskārtu veidošanās procesu aprakstīts arī veiktos pētījumos Norvēģijā (Kirchhefer, 2000), Igaunijā (Pärn, 2003), Somijā (Tuovinen et al., 2005) un Lietuvā (Stravinskiene, Erlickyte-Marčiukaitiene, 2009).

Līdzīgi kā H.W.Linderholma (2001) veiktajā pētījumā, arī šeit vienā no sausā augsnē izveidotajiem parauglaukumiem septembra vidējai gaisa temperatūrai ir būtiski pozitīva ietekme, savukārt slapjā augsnē izveidotais parauglaukums būtiski nereaģē uz to. Šādu sakarību varētu skaidrot ar to, ka septembrī vēl joprojām saglabājas augsta vidējā gaisa temperatūra un papildus tam novērojams salīdzinoši liels nokrišņu daudzums lietus veidā kā rezultātā sausās augsnēs augošie koki spēj uzņemt rezerves barības vielas pirms miera

perioda. Slapjās vietās augošie koki uz septembra temperatūru kombinācijā ar nokrišņu daudzumu nereaģē, jo augsne ir pietiekoši mitra, lai nodrošinātu nepieciešamo barības bāzi.

4.3.2. *Gadskārtu hronoloģiju un nokrišņu daudzuma saistība*

Veiktajos pētījumos Austrijā (Oberhuber et al., 1998), Zviedrijā (Linderholm, 2001), kā arī Čehijā (Máková 2008) un Spānijā (Bogino et al., 2009), teikts, ka nokrišņu daudzumam ir ietekme uz priedes ikgadējo gadskārtu pieaugumu. Pavasara nokrišņu daudzums visbiežāk priekšu gadskārtu pieaugumu ietekmē pozitīvi - šajā laikā vidējās gaisa temperatūras paaugstināšanās rezultātā sniega sega kūst, nodrošinot papildus ūdens daudzumu augšanas sezonas sākumā, līdz ar to koks spēj uzkrāt ūdens rezerves un nodrošināties sausākajiem vasaras periodiem (Linderholm, 2001). Darbā, kas veikts par purvos augošām priedēm (Vitas, Erlickyte, 2007), teikts, ka slapjās augsnēs priedes ir stipri atkarīgas no jūlija nokrišņu daudzuma. Tas skaidrojams ar faktu, ka jūlijā pastiprināti no augsnes iztvaiko mitrums, līdz ar to seklā sakņu sistēma vairs nevar aizsniegt gruntsūdens līmeni.

Liels ūdens deficīts var izraisīt sakņu sistēmas bojājumus arī tad, ja priede ir ļoti labi pielāgojusies sausiem augšanas apstākļiem. Sakņu sistēmas saraušanās sausos apstākļos var arī palēnināt turpmāku koka attīstību un samazināt spēju uzņemt ūdeni un barības vielas (Irvine et al., 1998). Savukārt sakņu sistēmas, kas attīstījušās dziļākos augsnes slāņos, cietīs no zema skābekļa daudzuma tajos gados, kad ūdens līmenis atkal palielināsies (Veen et al., 1992).

Neskatoties uz iepriekš veiktajos pētījumos iegūtajiem rezultātiem, līdzīgi kā darbā, kas veikts Austrijā (Polacek et al., 2006), arī šajā pētījumā nokrišņi neatstāj ievērojami būtisku ietekmi uz priedes ikgadējo gadskārtu pieaugumu ne sausās, ne slapjās minerālaugsnēs. Statistiski būtiskais negatīvais koeficients, kas iegūts korelējot Melnsils-slapjš parauglaukuma gadskārtu hronoloģiju ar nokrišņu daudzumu novembra mēnesī no bioloģiskā viedokļa ir grūti izskaidrojams, tomēr, kā raksta H.Parns (Pärn, 2003) savā pētījumā, kas veikts Igaunijā, iespējams tas saistīts ar dziļu sniega segu, kas var veidoties novembrī un saglabāties ilgu laiku līdz pat nākamā gada pavasara beigām, šādā gadījumā augsnes temperatūras samazinās ļoti strauji un salīdzinoši agri. Ņemot vērā iepriekšējā apakšnodaļā izteikto pieņēmumu, ka Latvijā novembrī siltu gaisa temperatūru ietekmē priede var uzsākt augšanas procesus, tad nokrišņi, kas veidojas sniega veidā, ātri vien pārtrauc šo procesus. Bet tā kā augšana no jauna bija uzsākta, barības resursi samazinājās, kas būtiski var kavēt nākamās veģetācijas sezonas sākšanos.

Veicot gadskārtu hronoloģiju korelācijas ar nokrišņu daudzuma sadalījumu pa dekādēm, rezultātā iegūta cita aina, kas liecina par nokrišņu daudzuma pozitīvo ietekmi uz

koku augšanu. Melnsils-slapjš parauglaukuma gadījumā novembra II dekādes nokrišņu daudzums atstāj pozitīvu ietekmi uz koka augšanu, bet citiem novembra dekāžu nokrišņiem nav statistiski būtiskas ietekmes. Ņemot vērā to, ka novembra II dekādes nokrišņu daudzuma būtiskā korelācija ir ar Kolkas meteoroloģiskās stacijas klimatiskajiem datiem, tad to varētu skaidrot ar lokālās vietas ietekmi uz šo gadījumu. Pārējie statistiski būtiskie pozitīvie koeficienti, kas iegūti hronoloģiju korelācijās ar nokrišņu daudzumu pa dekādēm skaidrojami ar nejaušību vai lokālas vietas ietekmi uz gadskārtu pieaugumu. Tā kā konkrētie koeficienti iegūti no miera perioda mēnešu dekāžu nokrišņiem – oktobra, novembra, decembra un janvāra dažādām dekādēm un tiem nav nekādas sakarības starp sausās un slapjās augsnēs augošu parasto priedi, tad šos rezultātus var skaidrot ar kāda papildus lokāla faktora ietekmi, kas šajā darbā netiek apskatīts.

4.4. Zīmīgo gadu analīze

Zīmīgo gadu gadskārtas ir tās, kuras būtiski atšķiras no iepriekšējo gadu gadskārtām (Schweingruber, 1990). To analīze sniedz informāciju par katra gada klimatisko faktoru kopumu, kas būtiski ietekmējis gadskārtu gredzenu veidošanos (Bridge et al., 1996). Zīmīgie gadi ir kā lokālu, tā arī reģionālu ekoloģisko faktoru ietekmes rādītājs (Schweingruber, 1990).

Laika posmā no 1857. gada līdz 2007. gadam, par kuru veica zīmīgo gadu analīzi, visos parauglaukumos, neatkarīgi no augsnes mitruma, 1945. gads uzrādās kā ļoti būtiski pozitīvs, kura laikā veidojusies plata gadskārta. Pēc visu šajā darbā izmantoto meteoroloģisko staciju datiem, 1945. gads, salīdzinājumā ar iepriekšējiem tuvākajiem gadiem, uzrāda paaugstinātas februāra un marta vidējās gaisa temperatūras, kas visticamāk būtiski ietekmējušas sniega kušanas procesus visā Latvijā, līdz ar to veģetācijas sezona varēja sākties ātrāk. 1945. gads kā zīmīgs priežu augšanā norādīts arī D.Elferta (2008) darbā. Tā kā visiem parauglaukumiem ir tikai viens kopīgs zīmīgais gads, tas norāda uz to, ka katrā vietā ir lokāli faktori, kas būtiski ietekmē priežu gadskārtu veidošanās procesu. Šo pieņēmumu apstiprina arī literatūrā (Oberhuber et.al., 1998; Elferts, 2007; Vitas, Erlickyte, 2008) atrodamā informācija, jo katrā darbā ir norādīti atšķirīgi zīmīgie gadi, kad parastai priedei veidojušās ļoti platas vai šauras gadskārtas.

4.4.1. Zīmīgo gadu un vidējās gaisa temperatūras analīze

Zīmīgo gadu intensitātes vērtību korelāciju ar meteoroloģisko staciju vidējām gaisa temperatūrām rezultāti parāda, ka Melnsila parauglaukumos parastās priedes radiālo pieaugumu ietekmē vairāku mēnešu, kā arī apvienoto periodu vidējā gaisa temperatūra. Savukārt Bārbeles parauglaukumos tikai atsevišķu mēnešu vidējā gaisa temperatūra ir nozīmīga, turklāt šie mēneši ir atšķirīgi sausā un slapjā augsnē augošai priedei.

Līdzīgi kā hronoloģiju analīzē, arī zīmīgie gadi uzrāda būtiskas pozitīvas korelācijas ar februāra mēneša vidējo gaisa temperatūru (izņēmums ir Bārbele-slapjš parauglaukums). Šāda būtiska zīmīgo gadu intensitātes vērtību korelācija skaidrota arī citur veiktajos pētījumos (Oberhuber et al., 1998; Elferts, 2007, Elferts, 2008, Dauškane, 2010) apstiprinot to, ka februāra vidējai gaisa temperatūrai ir liela ietekme uz gadskārtu veidošanās procesu.

Abi Bārbeles parauglaukumi zīmīgo gadu intensitātes vērtību korelācijās ar vidējām gaisa temperatūrām būtiski atšķiras no Melnsila parauglaukumiem. Ja Bārbele-sauss parauglaukuma intensitātes vērtības reaģē uz februāra vidējo gaisa temperatūru, tad Bārbele-slapjš parauglaukumā zīmīgo gadu intensitātes vērtības virs 25% vai zem -25% neuzrāda būtisku korelāciju ne ar visa februāra, ne ar atsevišķu februāra dekāžu vidējām gaisa temperatūrām. Toties Bārbele-slapjš parauglaukuma zīmīgo gadu intensitātes vērtības uzrāda būtisku korelāciju ar marta visa mēneša un arī II dekādes vidējo gaisa temperatūru, ko Bārbele-sauss parauglaukumā augošās priedes zīmīgo gadu vērtības neuzrāda kā būtisku. Lai gan iepriekš veiktos pētījumos kūdras augsnēs (Dauškane, 2010) teikts, ka zīmīgo gadu intensitātes vērtības ietekmē februāra temperatūra, šajā darbā iegūtos atšķirīgos rezultātus varētu skaidrot ar to, ka Bārbele-slapjš parauglaukuma vietā lokāli faktori nodrošina apstākļus, kas veicina gadskārtu attīstīšanos. Šie apstākļi vairāk ir atkarīgi no marta vidējām gaisa temperatūrām.

Līdzīgi kā hronoloģiju korelācijā, arī zīmīgo gadu intensitātes vērtību korelācijā ar vidējām gaisa temperatūrām Bārbele-slapjš parauglaukuma intensitātes vērtības uzrāda negatīvu reakciju uz maija mēneša un maija III dekādes temperatūru. Tas apstiprina to, ka maija mēnesī augsta vidējā gaisa temperatūra paātrina ūdens iztvaikošanu no augsnes, līdz ar to priede, kas pielāgojusies slapjiem apstākļiem, reaģē uz ūdens izmaiņām lokālā mērogā.

Melnsila parauglaukumos zīmīgo gadu intensitātes vērtību reakcija uz vidējām gaisa temperatūrām ir izteiktāka. Līdzīgi kā hronoloģiju analīzē, arī zīmīgo gadu intensitātes vērtības Melnsila parauglaukumos papildus februāra mēneša temperatūrām uzrāda būtiskas korelācijas ar aprīļa, pavasara, vasaras un visas sezonas vidējām gaisa temperatūrām. Atšķirības starp Melnsila parauglaukumiem ir tādas, ka sausā augsnē ierīkotā parauglaukuma zīmīgo gadu intensitātes vērtības pozitīvi korelē ar marta, maija un septembra vidējām gaisa temperatūrām, ko slapjā parauglaukumā augošās priedes neuzrāda kā būtiskas. Šādi rezultāti apliecina to, ka sausās augsnēs augošai priedei ir svarīgas agrā pavasara un rudens paaugstinātās temperatūras, kā rezultātā koks ir spējīgs no augsnes uzņemt barības vielas augšanas perioda un miera perioda nodrošināšanai.

Būtiskās atšķirības starp Melnsila un Bārbeles parauglaukumu zīmīgo gadu intensitātes vērtību reakciju uz vidējām gaisa temperatūrām var skaidrot ar lokāli

ietekmējošiem faktoriem, kā arī parauglaukumu savstarpējo attālumu un ģeogrāfisko novietojumu. Bārbeles parauglaukumi ir izveidoti Latvijas centrālajā daļā, kur vidējā ziemas gaisa temperatūra ir zemāka un gada saulaino dienu skaits ir mazāks, nekā Baltijas jūras piekrastes zonā, kur izvietoti Melnsila parauglaukumi. Arī sniega segas ilgums uz augsnes Bārbeles parauglaukumu teritorijā novērojams ilgāku laiku (Kļaviņš u.c., 2008).

4.4.2. Zīmīgo gadu un nokrišņu daudzuma analīze

Zīmīgo gadu intensitātes vērtību korelāciju ar nokrišņu daudzumu rezultāti ir līdzīgi hronoloģiju korelāciju rezultātiem, kas liecina par to, ka šajā pētījumā ierīkotajos parauglaukumos nokrišņu daudzumam nav izteikta ietekme parastās priedes gadskārtu veidošanās procesā, ir atsevišķi mēneši, kas lokālā mērogā uzrāda būtiskas korelācijas. Bārbele-slapjš parauglaukuma zīmīgo gadu intensitātes vērtībām ir būtiska korelācija ar februāra, īpaši I dekādes nokrišņu daudzumu. Tā kā februāris ir gada visaukstākais mēnesis ar viszemāko nokrišņu daudzumu, kūdras augsnē augošām priedēm sniega segas biezums ir nozīmīgs faktors, kas pasargā sakņu sistēmu no sala ietekmes (Dauškane, 2010).

Maija mēneša nokrišņu daudzuma pozitīvā ietekme uz Bārbele-slapjš parauglaukumā augošās priedes zīmīgo gadu intensitātes vērtībām varētu būt saistīta ar maija vidējās temperatūras negatīvo ietekmi. Ja augstas temperatūras rezultātā ūdens iztvaiko no augsnes, tad nokrišņu ietekmē augsnē atjaunojas mitruma režīms, kas nodrošina iztrūkstošo barības vielu bāzi.

Nokrišņu daudzumam uz zīmīgo gadu veidošanos ir lokāls raksturs visos parauglaukumos, jo nav kopīgas iezīmes starp tiem, kā arī būtiskie korelācijas koeficienti gandrīz visos gadījumos uzrādās tikai ar vienas meteoroloģiskās stacijas datiem. Līdzīgi kā iepriekš veiktā pētījumā (Elferts, 2008), arī šī darba rezultātus varētu skaidrot ar to, ka nokrišņi Latvijas teritorijā izplatās nevienmērīgi, kas arī ietekmē rezultātus.

4.5. Kopīgās iezīmes un atšķirības

Izvērtējot korelācijas starp klimatiskajiem datiem un gadskārtu hronoloģijām, kā arī saistību starp zīmīgo gadu intensitātes vērtībām un klimatiskajiem faktoriem, skaidri parādās februāra un marta mēnešu vidējās gaisa temperatūras pozitīvā ietekme uz priedes gadskārtu veidošanos neatkarīgi no augsnes mitruma un parauglaukuma ģeogrāfiskās atrašanās vietas. Savukārt nokrišņu daudzumam ir sekundāra ietekme uz radiālā pieauguma veidošanos, tas vairāk izpaužas lokālā nevis reģionālā mērogā. Tomēr novērojamas ģeogrāfiskas atšķirības starp zīmīgo gadu intensitātes vērtību un klimatisko datu savstarpējām korelācijām. Vidējai gaisa temperatūrai ir lielāka ietekme uz Baltijas jūras reģionā izveidoto parauglaukumu zīmīgo gadu veidošanās procesu, nekā Latvijas centrālajā daļā izvietotiem parauglaukumiem.

SECINĀJUMI

1. Nozīmīgs faktors, kas pozitīvi ietekmē parastās priedes radiālo augšanu gan sausās, gan slapjās minerālaugsnēs, ir februāra un marta vidējā gaisa temperatūra.
2. Nokrišņu daudzumam ir sekundāra un ļoti nebūtiska ietekme uz parastās priedes radiālā pieauguma veidošanos gan sausās, gan slapjās augsnēs.
3. Būtisks zīmīgais gads, kas kopīgs visos parauglaukumos, ir 1945.gads, kad veidojusies platāka gadskārta. Šis gads saistās ar augstām februāra un marta temperatūrām.
4. Parauglaukumu ģeogrāfiskais novietojums un vietai raksturīgie klimatiskie apstākļi ir būtisks faktors, kas ietekmē parastās priedes zīmīgo gadu veidošanos.

PATEICĪBAS

Liels paldies darba vadītājam Dr.biol. Didzim Elfertam par padomiem, komentāriem, labojumiem, motivēšanu un palīdzību visā darba tapšanas laikā.

Liels paldies Dr.biol., prof. Guntim Brūmelim par sniegto iespēju izstrādāt darbu Botānikas un ekoloģijas katedrā. Paldies Robertam Matisonam un Lienei Sabulei par darbu paraugu ievākšanas procesā.

Sirsnīgi pateicos Dabas aizsardzības pārvaldes kolektīvam, īpaši Jurim Jātniekam par sniegto iespēju apvienot mācības ar darbu un par „saudzējošo periodu” rakstīšanas laikā, kā arī sirsnīgs paldies Ilzei Čakarei un Ģirtam Veinbergam par „piesegšanu”, atbalstu un motivēšanu visā darba izstrādes laikā.

Paldies arī kolēģei Ingai Kabanovai un Lienei Sabulei par gramatiski un stilistiski uzlabotu darba saturu.

LITERATŪRAS SARAKSTS

- Biondi F., 1993.** Climatic signals in tree rings of *Fagus sylvatica* L. from the central Apennines, Italy. *Acta OEcologica*, 1: 57-71.
- Bogino S., Fernandez Nieto M.J., Bravo F., 2009.** Climate effect on radial growth of *Pinus sylvestris* at its southern and western distribution limits. *Silva Fennica* 43: 609-623.
- Bridge M.C., Gasson P.E., Cutler D.F., 1996.** Dendroclimatological observations on trees at Kew and Wakehurst Place: event and pointer years. *Forestry*, 69: 263-269.
- Broks J., 2003.** Meža enciklopēdija. 1. sējums. Apgāds „Zelta grauds”, Rīga, 367 lpp.
- Buchdall J., 1999.** Global climate change Student guide. A review of contemporary and prehistoric global climate change. Manchester Metropolitan University, Manchester, 107 pp.
- Cedro A., 2001.** Dependence of radial growth of *Pinus sylvestris* L. from western Pomerania on the rainfall and temperature conditions. *Geochronometria. Journal on Methods and Applications of Absolute Chronology*, 20: 69-74.
- Chhin S., Wang G.G., 2005.** The effect of sampling height on dendroclimatic analysis. *Dendrochronologia*, 23: 47-55.
- Coder K.D., 1999.** Tree Growth Rings: Formation and Form. University of Georgia, School of forest resources. Extension publication FOR99-20, 7 pp.
- Cook E.R., Kairiukstis L.A. (eds.), 1990.** Methods of Dendrochronology. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 394 pp.
- Dabas aizsardzības pārvalde, 2011.** Kartogrāfiskā materiāla resursi.
- Dauškane I., 2010.** Purvos augošās parastās priedes *Pinus sylvestris* L. radiālā pieauguma saistība ar klimatiskajiem faktoriem Latvijā. Promocijas darbs, Rīga, 137 lpp.
- Dittmar C., Fricke W., Elling W., 2006.** Impact of late frost events on radial growth of common beech (*Fagus sylvatica* L.) in Southern Germany. *European Journal of Forest Research*, 125: 249-259.
- Elferts D., 2007.** Scots pine pointer-years in northwestern Latvia and their relationship with climatic factors. *Acta Universitatis Latviensis*, 723: 163-170.
- Elferts D., 2008.** Klimatisko faktoru ietekme uz parastās priedes *Pinus sylvestris* L. radiālo augšanu Latvijas rietumu daļas sausieņu mežos. Promocijas darbs, Rīga, 106 lpp.
- Featherstone A.W., 2010.** Scots pine (*Pinus sylvestris*).
Determination key: <http://www.treesforlife.org.uk/tfl.scpine.html> 31.05.2011.
- Fritts H.C., 2001.** Tree rings and climate. Blackburn Press, Cadwell, New Jersey, 567 pp.

- Geßler A., Keitel K., Kreuzwieser J., Matyssek R., Seiler W., Rennenberg H., 2007.** Potential risks for European beech (*Fagus sylvatica* L.) in a changing climate. *Trees*, 21: 1-11.
- Holmes R.L., Adams R.K., Fritts H.C., 1986.** Tree-ring chronologies of western North America: California, eastern Oregon and northern Great Basin, with procedures used in the chronology development work, including user manuals for computer programs COFECHA and ARSTAN. Laboratory of Tree-ring Research, University of Arizona, Tuscon, Arizona. Chronol. Ser. 6.
- Holmes R.L., 1992.** Dendrochronology program library version 1992-1. Laboratory of Tree-Ring Research, University of Arizona, Tuscon, Arizona.
Determination key: <http://www.ltrr.arizona.edu/software.html> 31.05.2011.
- Irvine J., Perks M.P., Magnani F., Grace J., 1998.** The response of *Pinus sylvestris* to drought: stomatal control of transpiration and hydraulic conductance. *Tree physiology*, 18: 393-402.
- Keenan D.J., 2006.** Anatolian tree - ring studies are untrustworthy. The Limehouse Cut, London E 14 6 N, 21 pp.
- Kirchhefer A.J., 2000.** The influence of slope aspect on tree-ring growth of *Pinus sylvestris* L. in Northern Norway and its implications for climate reconstruction. *Dendrochronologia*, 18: 27-40.
- Kirchhefer A.J., 2001.** Reconstruction of summer temperature from tree rings of Scots pine, *Pinus sylvestris* L., in coastal northern Norway. *The Holocene*, 11: 41-52.
- Kļaviņš M., Blumberga D., Bruņiniece I., Briede A., Grišule G., Andrušaitis A., Āboliņa K., 2008.** Klimata mainība un globālā sasilšana. LU Akadēmiskais apgāds, Rīga, 173 lpp.
- Lange V., Mauriņš A., Zvirgzds A., 1978.** Dendroloģija. Rīga: Zvaigzne, 303 lpp.
- Larcher W., 2003.** Physiological plant ecology: ecophysiology and stress physiology of functional groups. 4th ed. Berlin [etc.] : Springer, 513 pp.
- Leugnerová G., 2008.** PINUS SYLVESTRIS L. – Scots pine.
Determination key: <http://botany.cz/en/pinus-sylvestris/> 31.05.2011.
- Liepa I., 1974.** Biometrija: mācību līdzeklis augstskolu studentiem. Rīga, Zvaigzne: 335 lpp.
- Linderholm H.W., 2001.** Climatic Influence on Scots Pine Growth on Dry and Wet Soils in the Central Scandinavian Mountains, Interpreted from Tree-Ring Widths. *Silva Fennica*, 35: 415-424.

- Linderholm H.W., Linderholm K., 2004.** Age-dependent climate sensitivity of *Pinus sylvestris* L. in the central Scandinavian Mountains. *Boreal environment research*, 9: 307-317.
- Lorimer C.G., Dahir S.E., Singer M.T., 1999.** Frequency of partial and missing rings in *Acer saccharum* in relation to canopy position and growth rate. *Plant ecology*, 143: 189-202.
- Maeglin R.R., 1979.** Increment cores. How to Collect, Handle and Use Them. General Technical Report FPL 25, 21 pp.
- Máková M., 2008.** Dendroclimatological comparison of native *Pinus sylvestris* and *Pinus strobus* in different habitats in the Czech Republic. *Preslia*, 80: 277-289.
- Mauriņš A., Zvirgzds A., 2006.** Dendroloģija. LU Akadēmiskais apgāds, Rīga, 447 lpp.
- Mityis C., Ackzell L., Samuel C.J.A., 2004.** EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for Scots pine (*Pinus sylvestris*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, 6 pp.
- Mossberg B., Stenberg L., 2003.** Den nya nordiska FLORAN. PDC Tangen. Norge, 928 pp.
- Oberhuber W., Stumböck M., Kofler W., 1998.** Climate-tree-growth relationships of Scots pine stands (*Pinus sylvestris* L.) exposed to soil dryness. *Trees*, 13: 19-27.
- Orvis K.H., Grissino-Mayer H.D. 2002.** Standardizing the reporting of abrasive papers used to surface tree-ring samples. *Tree-Ring Research*, 58: 47–50.
- Pärn H., 2003.** Radial growth response of Scots Pine to climate under dust pollution in Northeast Estonia. *Water, Air and Soil Pollution*, 144: 343-361.
- Plomion C., Leprovost G., Stokes A., 2001.** Wood formation in Trees. *Plant Phytology*, 127: 1513-1523.
- Polacek D., Kofler W., Oberhuber W., 2006.** Radial growth of *Pinus sylvestris* growing on alluvial terraces is sensitive to water-level fluctuations. *New Phytologist*, 169: 299-308.
- R Development Core Team, 2008.** R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Rinn, F, 1996.** TSAP – reference manual. Frank Rinn, Heidelberg, Germany.
- Schweingruber F.H., 1990.** Dendroecological information in pointer years and abrupt growth changes. In: Cook E.R., Kairiukstis L.A., 1990. *Methods of dendrochronology: Applications in the environmental sciences*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 23-35.

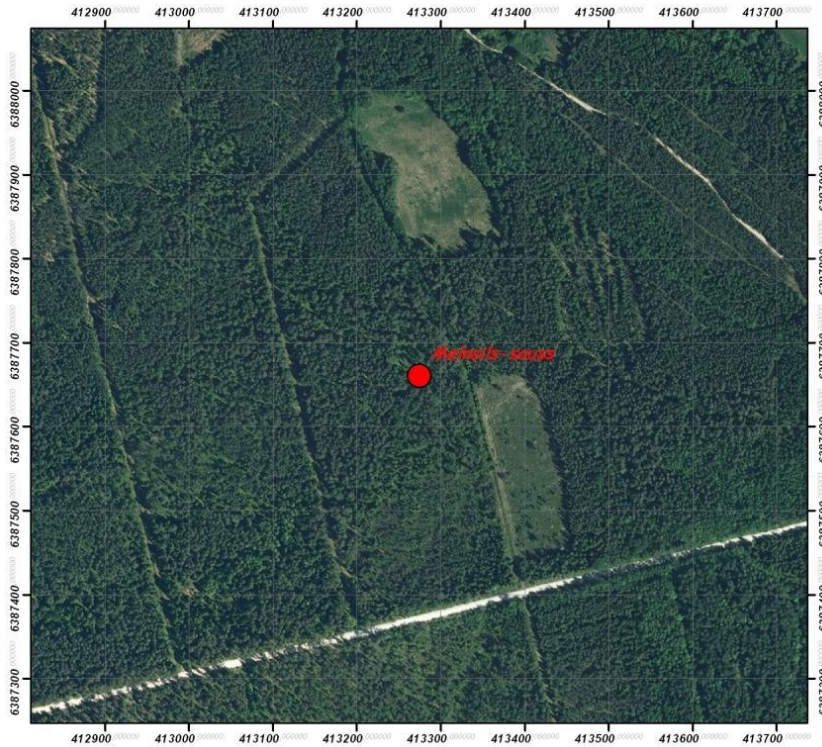
- Schweingruber F.H., 1996.** Tree rings and environmental dendroecology. Birmensdorf, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape research. Berne, Stuttgart, Vienna, Haupt, 609 pp.
- Stokes M.S., Smiley T.L., 1996.** An Introduction to Tree - ring dating. The University of Arizona Press, Tucson, 74 pp.
- Stravinskiene V., Erlickyte-Marčiukaitiene R., 2009.** Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) radial growth dynamics in forest stands in the vicinity of „Akmenès cementas” plant. Journal of environmental engineering and landscape management, 17: 140-147.
- Tjarve D., 2007.** Meža ekosistēmas raksturošana un klasifikācija. Metodiski materiāli lauka kursiem botānikā un ekoloģijā, Latvijas Universitāte: 17 lpp.
- Tuovinen M., Jalkanen R., Mccarroll D., 2005.** The effect of severe ground frost on Scots pine (*Pinus sylvestris*) trees in northern Finland and implications for paleoclimate reconstruction. Fennia, 183: 109-117.
- Valsts meža dienests, 2011.** Meža inventarizācijas dati. Meža statistika 2011.gads. Determination key: <http://www.vmd.gov.lv/?sadala=762> 31.05.2011.
- Veen B.W., van Noordwijk M., de Willigen P., Boone F.R., Kooistra M.J., 1992.** Root-soil contact of maize, as measured by a thin-section technique. III.Effects on shoot growth, nitrate and water uptake efficiency. Plant and Soil, 139: 131-138.
- Vitas A., Erlickyte R., 2007.** Influence of Droughts to the Radial Growth of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) in Different Site Conditions. Baltic forestry, 13: 10-16.
- Vitas A., Erlickyte R., 2008.** Influence of droughts to the radial growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). Ekologia (Bratislava), 27: 367-378.
- Wendland W.M., 1975.** An objective method to identify missing or false rings. Tree-ring bulletin, 35: 41-47.
- Zunde M., Briede A., Elferts D., 2008.** Influence of climatic factors on the annual radial growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in western Latvia. Proceedings of the Latvian Academy of Science. Section B, 62:120-128.

PIELIKUMI

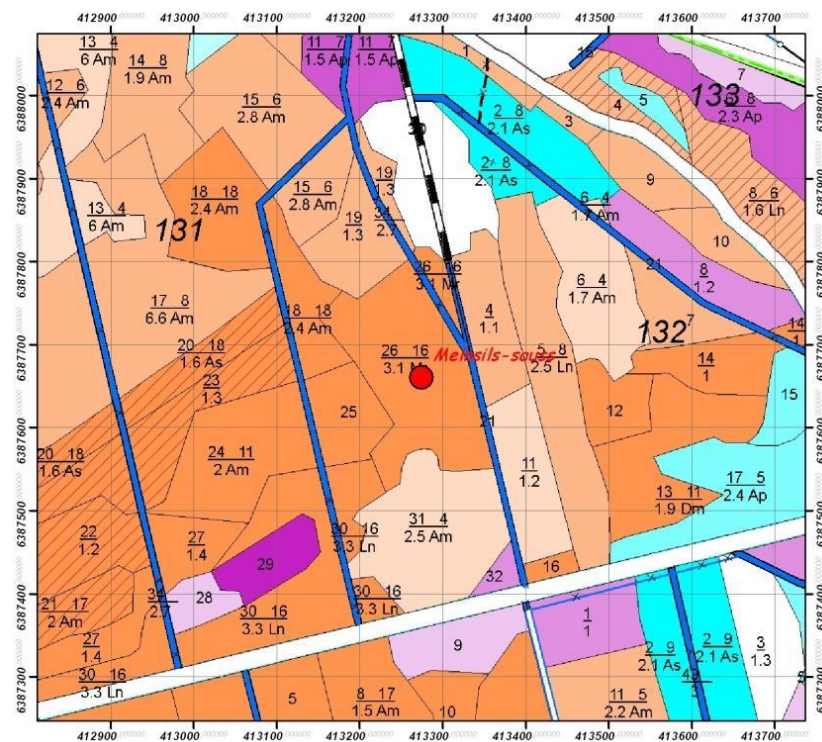
1.pielikums. Melsils-sauss parauglaurkuma novietojums (iezīmēts ar sarkanu punktu). A – ortofoto attēls, B – mežaudžu plāns (Dabas aizsardzības pārvalde, 2011).

Annex 1. Location of Melsils-dry sampling-site (marked with red dot). A – orthophoto image, B – forest inventory map (Nature Conservation Agency, 2011).

A



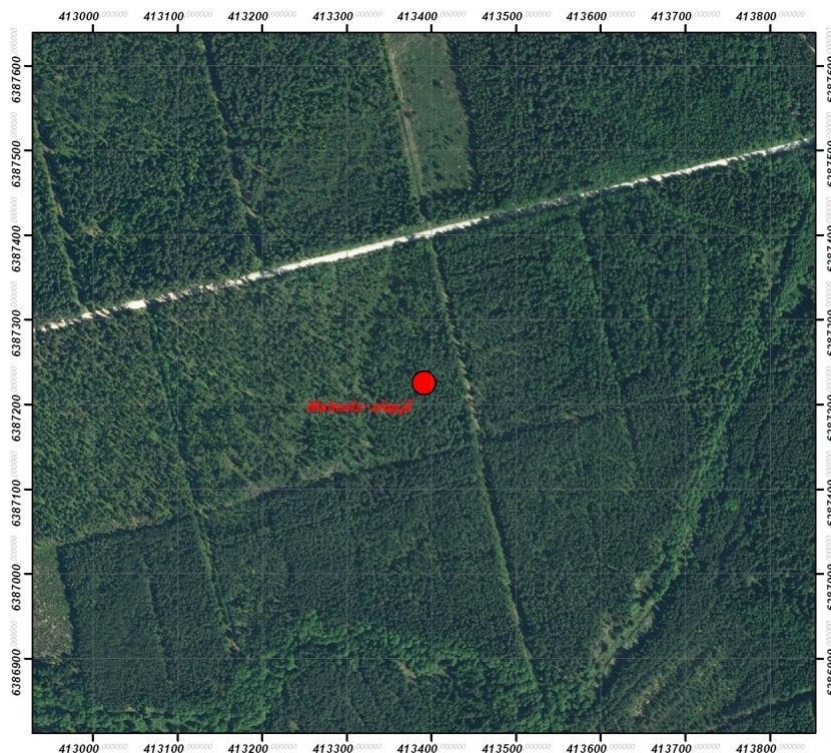
B



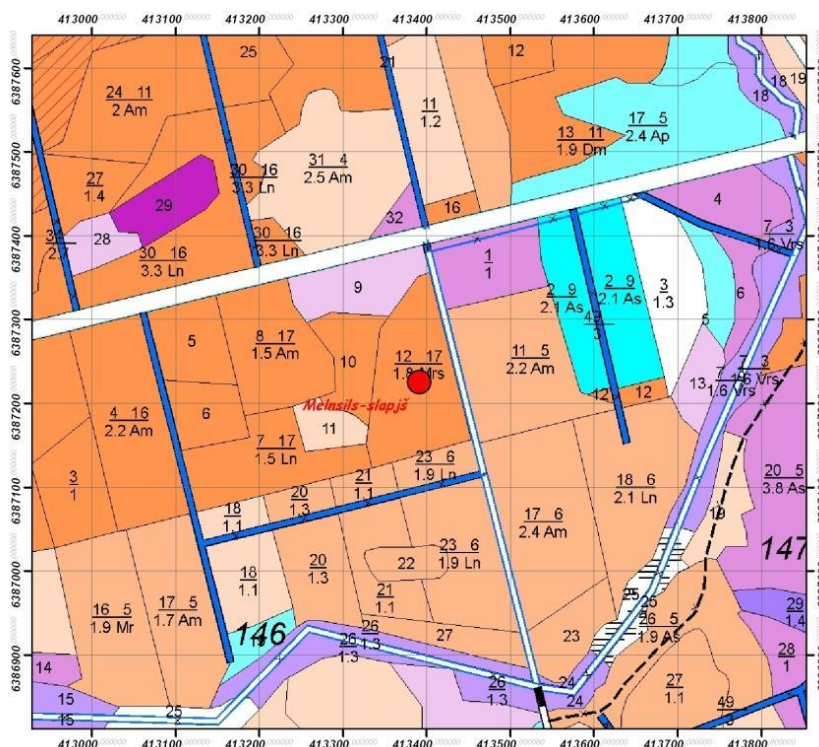
2.pielikums. Melsils-slapjš parauglaukuma novietojums (iezīmēts ar sarkanu punktu). A – ortofoto attēls, B – mežaudžu plāns (Dabas aizsardzības pārvalde, 2011).

Annex 2. Location of Melsils-wet sampling-site (marked with red dot). A – orthophoto image, B – forest inventory map (Nature Conservation Agency, 2011).

A



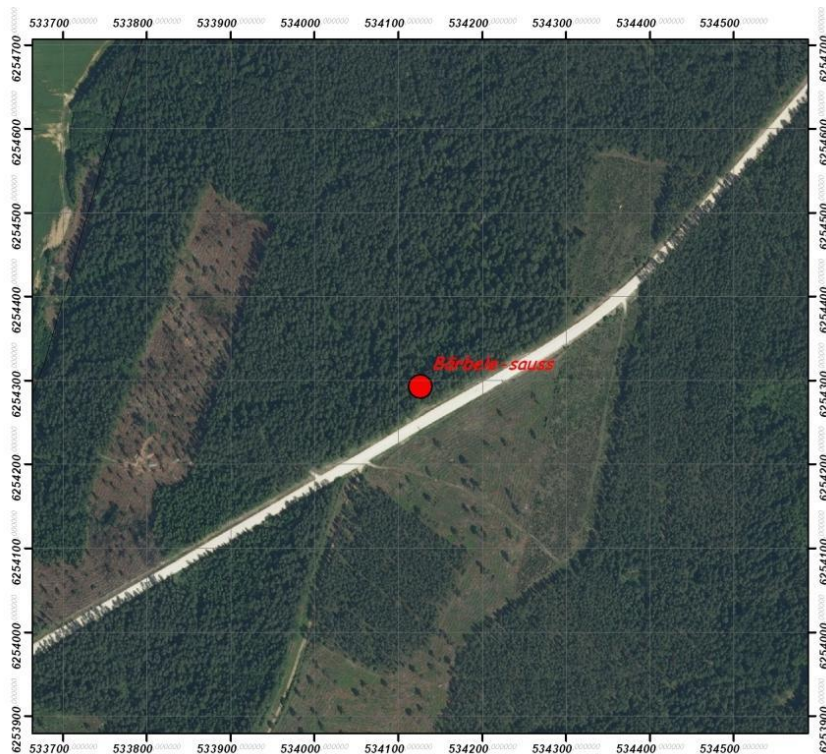
B



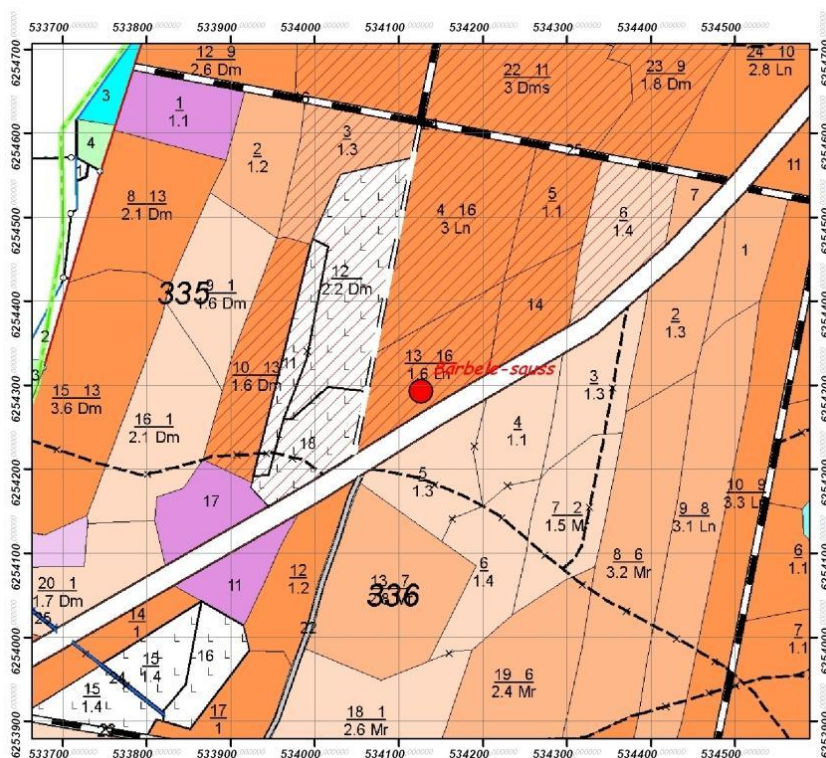
Pielikums 3. Bārbele-sauss parauglaukuma novietojums (iezīmēts ar sarkanu punktu). A – ortofoto attēls, B – mežaudžu plāns (Dabas aizsardzības pārvalde, 2011).

Annex 3. Location of Bārbele-dry sampling-site (marked with red dot). A – orthophoto image, B – forest inventory map (Nature Conservation Agency, 2011).

A



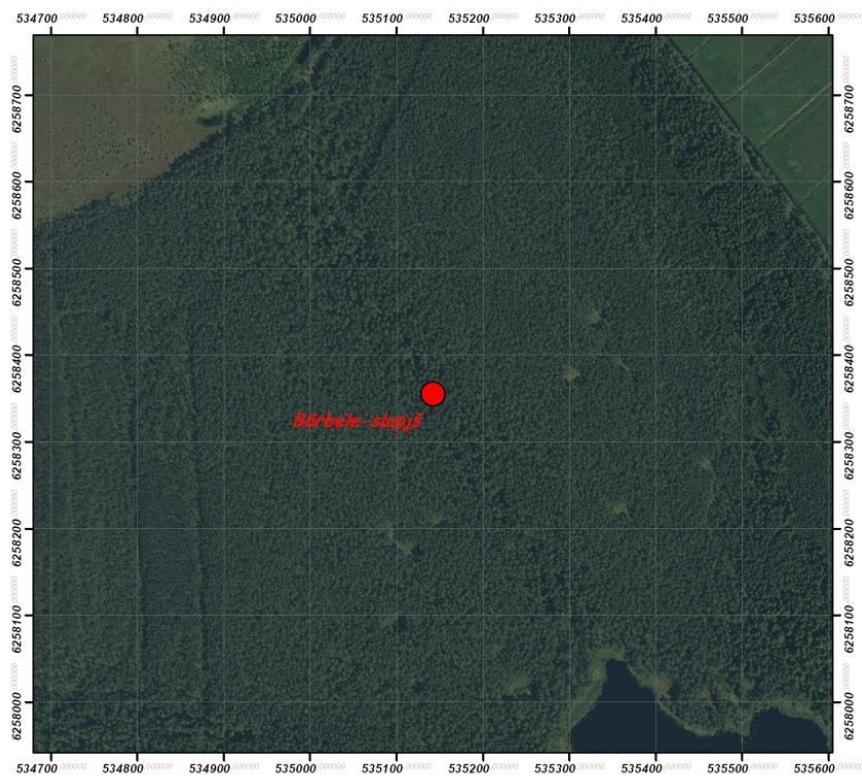
B



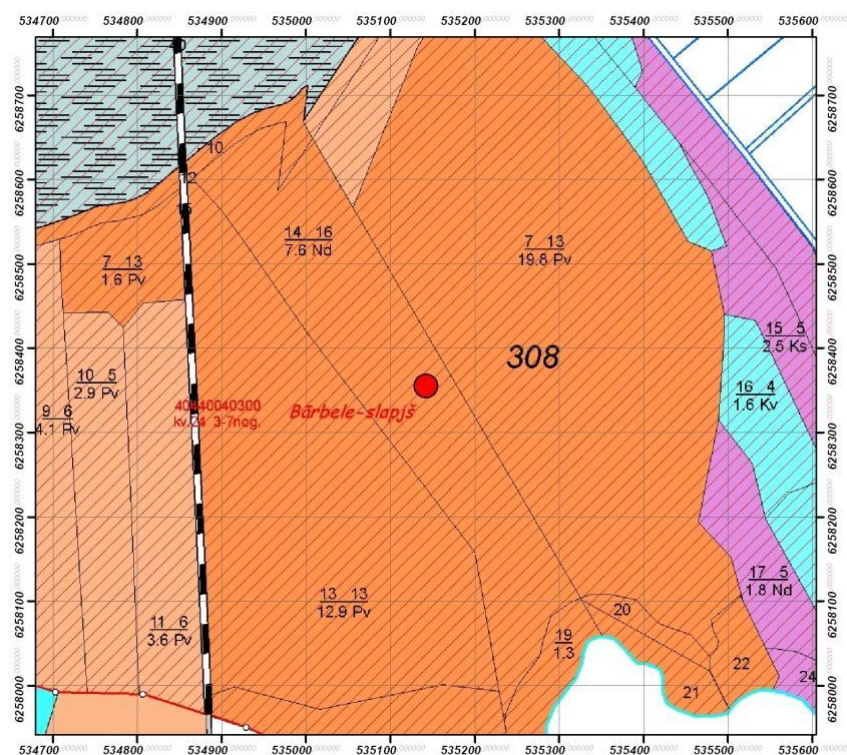
Pielikums 4. Bārbele-slapjš parauglaukuma novietojums (iezīmēts ar sarkanu punktu). A – ortofoto attēls, B – mežaudžu plāns (Dabas aizsardzības pārvalde, 2011).

Annex 4. Location of Bārbele-wet sampling-site (marked with red dot). A – orthophoto image, B – forest inventory map (Nature Conservation Agency, 2011).

A



B



Maģistra darbs „Klimatisko faktoru ietekmes uz parastās priedes *Pinus sylvestris* L. radiālo augšanu atšķirības sausās un slapjās minerālaugsnēs” izstrādāts Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultātē.

Ar savu parakstu apliecinu, ka pētījums veikts patstāvīgi, izmantoti tikai tajā norādītie informācijas avoti, un iesniegtā darba elektroniskā kopija atbilst izdrukai.

Autore: Ilze Sabule

06.06.2011.

Rekomendēju darbu aizstāvēšanai

Vadītājs: Dr.biol. Didzis Elferts

06.06.2011.

Recenzente: Dr.biol. Iluta Dauškane

Darbs iesniegts Botānikas un ekoloģijas katedrā 06.06.2011.

Darbs aizstāvēts maģistra gala pārbaudījuma komisijas sēdē

15.06.2011. prot.Nr. _____, vērtējums

Komisijas sekretārs: