

TARTU JAAN POSKA GÜMNAASIUM
KARL-MARTIN VAHEJÕE
11.B KLASS

SADEMETE HULGA JA TEMPERATUURI MÕJU PUUDE RADIAALKASVULE JÄRVSELJA LOODUSKAITSEALA NÄITEL

JUHENDAJAD HELI TUOPI, MARIS HORDO, ALEKSEI POTAPOV

SISSEJUHATUS

Kliimamuutus (eriti selle soojenemise aspekt) ja ilm on inimestes tekitanud palju küsimusi. Nendele küsimustele võib saada vastuseid, kui uurida puude aastarõngaid. Nende võrdlemine varem tehtud kliima ja ilma andmetega annab teadlastele vihjeid, mis on juhtumas praegusel ajahetkel ja mis võib juhtuda tulevikus.

Töö autor valis selle teema, sest talle on see teadusala juba aastaid huvi pakkunud ja ta tahaks seda ala paremini tunda. Autor tahab rohkem teada saada puude aastarõngaste olemusest ja nende kasutamise võimalustest, avardada nii enda kui ka lugejate silmaringi.

Uurimistöö analüüsib dendrokronoloogilisi andmeid Järvelja looduskaitse alal olevate puistute põhjal, et leida aastarõngaste, sademete hulga ja temperatuuri muutuste vahelisi seoseid. Sealsed puistud on mitu aastat olnud EMÜ (Eesti Maaülikool) huvialas, seal on andurid nii õhu koostise, mulla happelisuse ja niiskuse kui ka muude kasvutegurite uurimiseks.

2018. a sügisel tehti välitööd, mille raames koguti puiduproovid, mis puhastati ning seejärel sisestati kogutud andmed arvutisse ja hakati neid seostama EMÜ varasemate uuringutega.

Töö peamised teoreetilised allikad on sarnasel teemal kirjutatud magistri- ja bakalaureusetööd ja ka A. Läänelaiu põhjalik konspekt dendrokronoloogia kohta.

Uurimistöö esimeses peatükis antakse ülevaade dendrokronoloogiast kui teadusharust ja aastarõngaste olemusest. Teises peatükis selgitatakse, mis on Järvelja looduskaitseala ning milles seisneb selle tähtsus. Kolmas peatükk on töö empiiriline osa, kus kirjeldatakse töö metoodikat ning esitatakse töö tulemused.

Tänada tuleks kindlasti Eesti Maaülikooli andmete ja labori kasutamise võimaluse eest, SA Järvselja Õppe- ja Katsemeeskonda andmete ja metsa kasutamise loa eest, juhendajaid Maris Hordot ja Aleksei Potapovi (EMÜ) ja Heli Tuopi (JPG) eduka ja abistava juhendamise eest.

SISUKORD

SISSEJUHATUS	1
1. DENDROKRONOLOOGIA.....	4
1.1. Dendrokronoloogia ajalugu.....	4
1.2. Dendrokronoloogia kasutusala	5
1.3. Puude aastarõngad	6
3. PUUDE AASTARÕNGASTE MÕÕTMISE METOODIKA.....	9
3.1. Uurimistöös kasutatud andmete kogumise meetoodika	9
3.2. Uurimistöös kasutatud graafikute lugemise meetoodika	11
3.2.1. Kuuskede ja mändide kronoloogiad	11
3.2.2. Temperatuuri ja sademehulga mõjuga graafikud	12
3.2.3. Ekstreemsete kasvuaastate graafikud.....	14
4. PUUDE AASTARÕNGASTE MÕÕTMISTE TULEMUSED JA JÄRELDUSED	16
4.1. Puude kronoloogiad	16
4.2. Temperatuuri ja sademete hulga mõju puude juurdekasvule	16
4.3. Ekstreemsed kasvuaastad.....	17
KOKKUVÕTE	18
KASUTATUD ALLIKAD	19
ABSTRACT	20

1. DENDROKRONOLOOGIA

Dendrokronoloogia (ld *dendron* = puu, *chronos* = aeg, *logos* = sõna, teadus) on teadusharu, mis uurib ja analüüsib puude radiaalkasvu aastarõngaste kaudu, mis tekivad kasvuperioodide vaheldudes. Teadusharuna on dendrokronoloogia noor, areng on toimunud viimase saja aasta jooksul. (Läänelaid, 1999)

1.1. Dendrokronoloogia ajalugu

Dendrokronoloogiaga hakati põhjalikumalt tegelema umbes sadakond aastat tagasi. Tähelepanekuid puude aastarõngaste erinevustest ja nende põhjustest on säilinud ka varasemast ajast. Üks varaseimaid põhjalikke allikaid on Leonardo da Vinci (1452–1519) tähelepanekud puude aastarõngaste laiuusest Itaalias.

20. sajandi algul algas teaduslik aastarõngaste uurimine nii Euroopas kui ka Põhja-Ameerikas. Tänapäevase dendrokronoloogia algust arvestatakse eri maades erinevalt. (Läänelaid, 1999)

Euroopas on teadusharule alusepanija Bruno Huber (1899–1960), kes oli Saksa metsateadlane ja botaanik. Ta tugines oma vendade uurimustele puude füsioloogia kohta ja uuris Münchenis puude aastarõngaste kujunemist mõjutavaid aspekte, rajades seeläbi kindla aluse aastarõngaste uurimiseks. Ta võttis kasutusele mitmeid meetmeid, näiteks statistiline näitaja aastarõngaste ridade sarnasuse hindamiseks jpm. Tema uuringud innustasid ka teiste Euroopa riikide teadlasi puude aastarõngaid uurima. (Läänelaid, 1999)

Venemaal peetakse selle teadusharu loojaks Fjodor Nikiforovitsh Švedovi. Fjodor N. Švedov (1840–1905) oli Odessas Novorossija Ülikooli professor. Ta uuris langetatud robiiniaid, mille aastarõngaste laiuse järgi ennustas põua-aastate kordumist. Švedov avaldas oma uurimuse 1892. aastal, kuid alles 1951. aastal hakkas see teadusharu laiemalt hoogustuma. (Läänelaid, 1999)

1958. aastal uurisid Läti teadlased Zviedris ja Sacenieks Päikese aktiivsuse mõju puudele. 1959. aastal asutati Venemaal esimene dendrokronoloogia laboratoorium, mis tegeles keskaegsete puitehitiste dateerimisega. (Läänelaid, 1999)

Ameerikas peetakse dendrokronoloogia loojaks Andrew Ellicott Douglass'it (1867–1962). Douglass oli astronoomiahuviline, kelle peamine huvi oli rekonstrueerida Päikese aktiivsuse tsükleid pika aja vältel. Ta oletas, et puude aastarõngad võivad anda infot kliimamuutuse kohta kogu puu eluaja vältel. Ta rajas esimese aastarõngaste uurimise laboratooriumi Tucsonis

(1937) ja asutas Aastarõngaste Seltsi (1934). Üks tema õpilastest oli suurim vanade puude avastaja Edmund Schulman (1908–1958). Samas laboratooriumis töötas ka H.C. Fritts (1928–...), kes asutas sinna lähedale Rahvusvahelise Aastarõngaste Andmepanga (ingl International Tree-Ring Data Bank, ITRDB). Sealt edasi jõudis teadusharu Euroopasse. Teadusharu kogus kõvasti populaarsust, sest see andis palju uut infot kliima kohta. (Läänelaid, 1999)

1.2. Dendrokronoloogia kasutusvald

Dendrokronoloogia jaguneb mitmeks alamteaduseks. **Dendroarheoloogia** kasutab aastarõngaid, et puidu langetamise ja kasutamise aega määrata. Seda rakendatakse näiteks vanade ehitiste uurimisel. (Läänelaid, 1999)

Dendroklimatoloogia uurib ja rekonstrueerib aastarõngaste abil puude kasvuala kliimat, mille abil saab infot mineviku kliima kohta, kui muid infoallikaid ei ole (Läänelaid, 1999).

Dendrogeomorfoloogiat kasutatakse maapinna protsesside dateerimiseks, näiteks selleks, et saada teada, millal toimus uuritavas piirkonnas maalihe või maavärin, ja selle info abil ennustada, millal tuleb järgmine (Läänelaid, 1999).

Dendroglatsioloogia on teadusharu, mis kasutab puude aastarõngaid liustike praeguse ja varasema dünaamika uurimiseks ja dateerimiseks, näiteks moreenil kasvavate puude sisemiste aastarõngaste dateerimine liustiku pealetungi ligikaudse aja määramiseks (Läänelaid, 1999).

Dendrohüdroloogia tegeleb puude aastarõngaste kasutamisega veeressursside liikumise uurimiseks ja dateerimiseks. Näiteks puude üleujutamise aja kindlakstegemine järve veetaseme muutuste järjestuse määramiseks. (Läänelaid, 1999)

Dendropürokronoloogia tegeleb põlengute dateerimise ja sageduse määramisega (Läänelaid, 1999).

Ka **kunstiajaloo** saab seda teadust rakendada. Tihti leitakse signatuurita tahvelmaale, mille kohta pole infot. Siis mõõdetakse aastarõngaste laiust maali aluseks kasutatud puittahvil, ja seejärel saab välja selgitada tahvli vanuse. Selle teadmisega saab tuvastada ka võltsinguid, sest kui tahvli vanus ja maali vanus ei ole kooskõlas, on tegemist kas restaureeritud maali või võltsinguga. Sellise võimaluse kasutamine võltsingute leidmiseks on laiaulatuslikult kasutusel kogu maailmas. Kui leitakse mitu samasugust maali ja originaali ei saa visuaalselt tuvastada, on võimalik kas maalialuse või raami aastarõngaste järgi leida originaal (juhul, kui need on puidust). (Beuting, 2010)

Dendrokronoloogiat kasutatakse tänapäeval ka selleks, et leida muusikainstrumentide vanust, päritolu ja kasutatud puu liiki. Nende andmetega on võimalik kindlaks teha ka pilli valmistaja. Saksamaal dateeris muusikainstrumente dendrokronoloogiliselt puiduteadlane Micha Beuting. Ta on dateerinud umbes 4000 keelpilli ja klaverit. (Läänelaid, 1999)

Keelpillide dendrokronoloogilisel analüüsimisel mõõdetakse aastarõngaste laiused instrumendi kõlakasti kaanelt, mis on valmistatud tavaliselt hariliku kuuse (Id *Picea abies*) kahest või harvem ühest radiaallauast. Instrumentide puidust valmistatud osade uurimisel ja statistilisel analüüsimisel selgus, et viulite kõlakastide aastarõngaste keskmine laius oli 1,07 mm, mida peetakse hea tekstuuriga puiduks. Pillide aastarõngalaiuste kronoloogiad aitavad määratleda puidu päritolu, s.t piirkonda, kust meistrid hankisid enamiku puidust instrumentide valmistamiseks. Tavaliselt ei transporditud puitu kaugelt, vaid lähipiirkondadest, tänu sellele on neid kergem leida ja valmistajaga seostada. (Beuting, 2010)

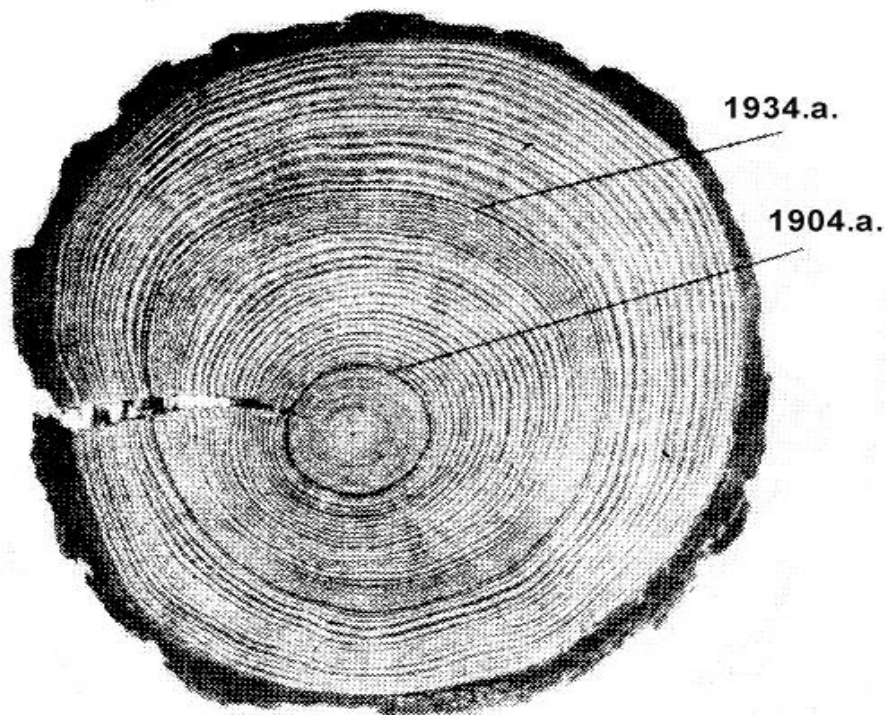
1.3. Puude aastarõngad

Puu tüve paksenemine ehk sekundaarkasv toimub puidu juurdekasvukihi ehk kambiumi tegevuse tulemusena. Puu juurdekasvuks vajaminevat vedelike transporti võimaldavad puu koes kevadisel kasvuajal kambiumi moodustatud õhukeste seintega rakud ehk trahheed ja trahheiidid (okaspuudel ainult trahheiidid). Lehtpuude tüvele tugevuse andvad väiksemad paksuseinalised parenhüümirakud moodustuvad suve teisel poolel, kui puu kasv aeglustub.

Sekundaarkasv toimub ainult neil puudel, mis kasvavad aastaajalise kliimaga piirkondades, s.t aladel, kus on märgatavad aastaajalised muutused ilmastikus. Näiteks vihmametsa puudel, mis kasvavad enam-vähem ühtlases kliimas, ei ole selliseid eristatavaid aastarõngaid, sest seal puudub talvine puhkeperiood. Tekkivat eriilmelist puitu parasvöötme puuliikidel nimetatakse kevad- ehk varapuiduks ja sügis- ehk hilispuiduks. Sellise tsüklilise kasvu tulemusena on puutüve või oksa ristlõikes nähtavad ringid, mida nimetatakse aastarõngasteks (joonis 1). (Speer 2009)

Puude aastarõngad on tsüklilise kasvamise tagajärjel tekkinud silmaga eristatavad ja mõõdetavad kasvukihid, kusjuures iga kiht vastab ühele kasvuaastale. Puude aastarõngad iseloomustavad nende moodustumise ajal valitsenud keskkonnatingimusi. Puude aastarõngad on kitsamad, kui tingimused on olnud mingil põhjusel ebasoodsad, ja laiemad, kui tingimused on olnud soodsamad. Lisaks puude aastarõngaste uurimisele võib nende vahelt leida puu

kasvamise käigus puitu ladestunud saasteaineid, mis võivad kanda endas olulist infot minevikus aset leidnud reostuste või muude keskkonnamuutuste kohta. Kuna puud salvestavad endasse mitmesuguste keskkonnafaktorite mõjusid, on puude aastarõngad väga hea infoallikas mineviku kliima ja keskkonna uurimisel. Vanade puude pikkade aastarõngaridade uurimisel saadakse teavet mineviku temperatuuri, sademete, põlengute, putukarüüste, maalihete, orkaanide jms nähtuste kohta. Samas saab ka dateerida puidu vanust, et määrata umbkaudne hoonete või isegi viulite valmimisaasta. Aastarõngaid saab mõõta ka esemetest tehtud fotodelt ning ka röntgenfotodelt. Aastarõngaste nähtavus oleneb puu liigist – hästi nähtavad on okaspuud, tamm, jalakas ja pöök, ülejäänud puude aastarõngaste lugemiseks on üldjuhul vaja suurendust (Läänelaid 2012).



Joonis 1. Puude aastarõngad (Hainla, 1971)

2. JÄRVSELJA LOODUSKAITSEALA

Järvselja looduskaitseala (edaspidi kaitseala) asub Tartu maakonna kaguosas Kastre valla Järvselja ja Agali külas Tartust umbes 50 km kaugusel. „Järvselja küla vahetus läheduses asuvast metskonna kontorist jääb looduskaitseala lääneserva kõige lähem punkt 300 m kaugusele ja kv 226 (looduskaitsekvartali) kagunurk maanteed mööda 1800 m kaugusele. Järvselja looduskaitseala hõlmab täielikult üheksat SA Järvselja Öppe- ja katsemetskonna (ÕKMK) kvartalit¹ (kv 209, 226, 227, 241, 242, 243, 259, 260, 261) ning osaliselt kahte kvartalit (kv 208, 225), viimastes on kaitseala idapiiriks endine parvetuskanal, praeguse nimetusega Apna jõgi. Looduskaitseala läbib Liispõllu-Haavametsa kruusatee, mis rajati 1904. a (puudutab ka nn looduskaitsekvartali kagunurka). Kaitseala pindala on 187 ha ja see kuulub Järvselja loodusala tervikuna ka Natura 2000 võrgustikku.“ (Keskkonnaamet 2012)

Järvselja „Ürgmetsa“ looduskaitsekvartal on Eesti vanim ja ühtlasi esimene metsakaitseala. Aastal 1924 eraldati metskonna juhataja korraldusel Järvselja Öppe- ja Katsemetskonnas kvartali 106 (nüüdseks JS226) lõunapoolne osa eakate männi, kuuse, haava ja sanglepa enamusega puistutega, kogusuurusega 12,8 ha, ajutiseks looduskaitse reservaadiks. See piirkond kanti alles 1936. aastal ametlikult looduskaitse registrisse. Eesti NSV Ministrite Nõukogu määrusega võeti põlismets 1959. aastast kogu kvartali ulatuses (19,3 ha) botaanilis-zooloogilise kaitsealana arvele. Põlismets ja seda ümbritsevad kvartalid ning Riiupalu männik (kokku 184,4 ha) liideti kokku 2006. aastal Järvselja looduskaitsealaks. 2024. aastal möödub 100 aastat looduskaitsekvartali metsamajandusliku tegevuse alt välja jätmisest. (SA Järvselja)

Järvselja öppe- ja katsemetskonna territooriumil asuvatel metsanduslikel püskatsealadel on väga tähtis osa metsanduslikes uurimistöodes, sest nende abil on võimalik jälgida aastakümnete vältel puistutes toimuvaid protsesse. Järvseljal asuvaid metsanduslikke püskatsealaid on rajatud alates õppemetskonna loomisest 1921. aastal, alguses Tartu Ülikooli, hiljem Eesti Põllumajanduse Akadeemia, Eesti Põllumajandusülikooli ja Eesti Maaülikooli teadlased. (SA Järvselja)

¹Keskkonnaministeeriumi valitseda olevas riigimetsas jagatakse mets enne eraldiste piiritlemist sihtide, kraavide, teede, jõgede, ojade või teiste joonelementidega eraldatud kvartaliteks. Igale kvartalile antakse oma number, mille järgi saab metsas orienteeruda.

3. PUUDE AASTARÕNGASTE MÕÕTMISE METOODIKA

3.1. Uurimistöös kasutatud andmete kogumise meetoodika

Puiduproovid koguti Järvelja looduskaitsealalt (aladelt JS226). Välitööd tehti 12. oktoobril 2018. Alustati Eesti Maaülikooli Metsamajast, sealt võeti EMÜ välitööde auto ja muud vajalikud tööriistad, nagu näiteks juurdekasvupuur ja akutrell. Selleks, et võtta puiduproove kasvavatest puudest neid kahjustamata, kasutati juurdekasvupuuri (joonis 2). Proovide võtmiseks ettenähtud juurdekasvupuuri tööasendisse seadmisel tuli puur kokku monteerida. Puuri ots ühendati käepidemega, nagu fotol 1 näidatud. Puuri ots asetati tüve keskele ligikaudu 1 meetri kõrgusele maapinnast (umbes rinna kõrgusele, sest oli mugavam puurida). Puurimisel oli oluline, et puuri ots oleks sihitud puutüve keskkoha suunas, ja nii, et puur läbiks tüve võimalikult risti: sellega kindlustatakse võimalikult paljude aastarõngaste läbimine ja kõige adekvaatsemad tulemused. Puuri pöörati päripäeva. Kuna siinse töö jaoks oli proove vaja rohkem, kasutati töö lihtsustamiseks ja aja kokku hoidmiseks akutrelli.



Foto 1. Juurdekasvupuur (foto: Karl-Martin Vahejõe)

Proovi võtmiseks puuriti läbi puu. Puurisüdamiku säästmiseks jäeti puur seisma, kui puuri ots oli koore taga, sellest arusaamiseks pandi näpp puuri otsaku ette, kuid sellega tuli olla ettevaatlik, sest puuri ots on terav. Seejärel lükati metallvarras puuri sisse, soovitatavalt mööda alumist äärt. Siis tuli teha üks-kaks pööret vastupäeva ja varras ettevaatlikult koos prooviga välja tõmmata. Proovi kaitsmiseks ja märgistamiseks pakendati proov joogikõrre sisse ja teibiti ostad kinni. Seejärel keerati puur vastupäeva pöörates puu seest tagasi välja. Kokku võeti 12

kuuse ja 12 männi proovi, kuid edasisel proovide käsitlemisel läksid kolm kuuse proovi katki ja neid ei saanud uurimuses kasutada.

Proovidel lasti mõni nädal kuivada ja seejärel tuli teha üks äär siledaks, lihvides või lõigates. Seejärel hakati proove mikroskoobi all dateerima. Selle lihtsustamiseks on ettevõtte Rinntech loonud abivahendeid. Töö autor kasutas LINTAB 5 seadet (foto 2) selleks, et aastarõngaste vahe ja arv täpsemini ning kergemini teada saada. Kogu see info saadeti otse arvutisse, kus sama firma programm TSAP-Win analüüsis seda infot ja tekitas graafiku, mis sisaldab nii aastarõngaste arvu, puu vanust kui ka aastarõngaste suurust. LINTAB-i kasutamiseks pidi keerama parema käega vänta, et proovi sirgjoonelisel mikroskoobi all edasi liigutada ja samas jalgadega pedaale vajutama, et vara- ja hilispuitu andmetes eristada.

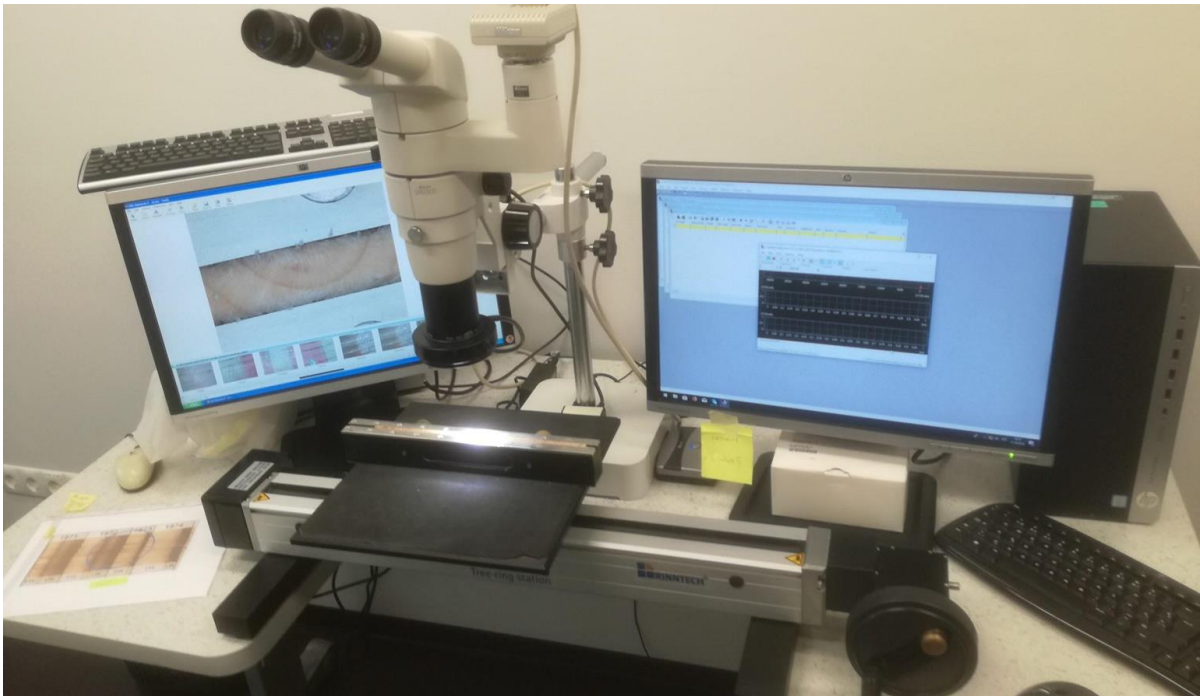


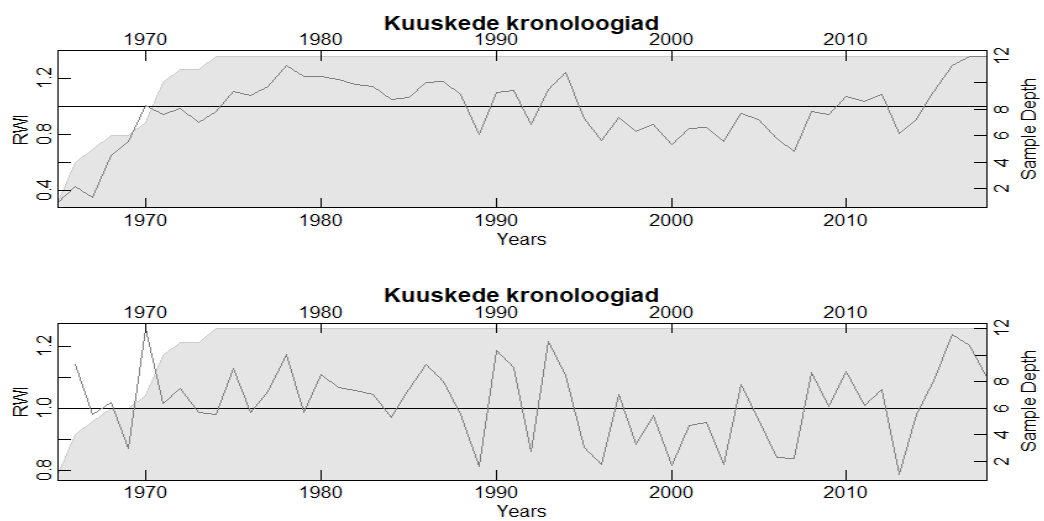
Foto 2. Puude aastarõngaste uurimise labor (foto: Karl-Martin Vahejõe)

Kui andmed käes, siis tuli neid hakata võrdlema EMÜ uuringute andmetega ja leida nendevahelisi seoseid. Tuli võrrelda aastate keskmist sademete kogust ja temperatuuri ning võrrelda neid aastarõngaste graafikuga. Kui sademete hulk on olnud mingil aastal väga madal, kuid temperatuuris pole suuri muutusi samal aastal olnud ja jooksva aasta rõngas on kitsas, saab sellest järeldada, et sademeid oli puu kasvuks liiga vähe, kuid kindlasti tuleb arvestada ka teiste kasvu mõjutavate teguritega. Andmeid võrreldi Rstudio programmiga, mis on vabavarana allalaaditav programm, mis arvutab korrelatsioone ja teeb graafikuid, kuid ei anna infot edasi tekstina.

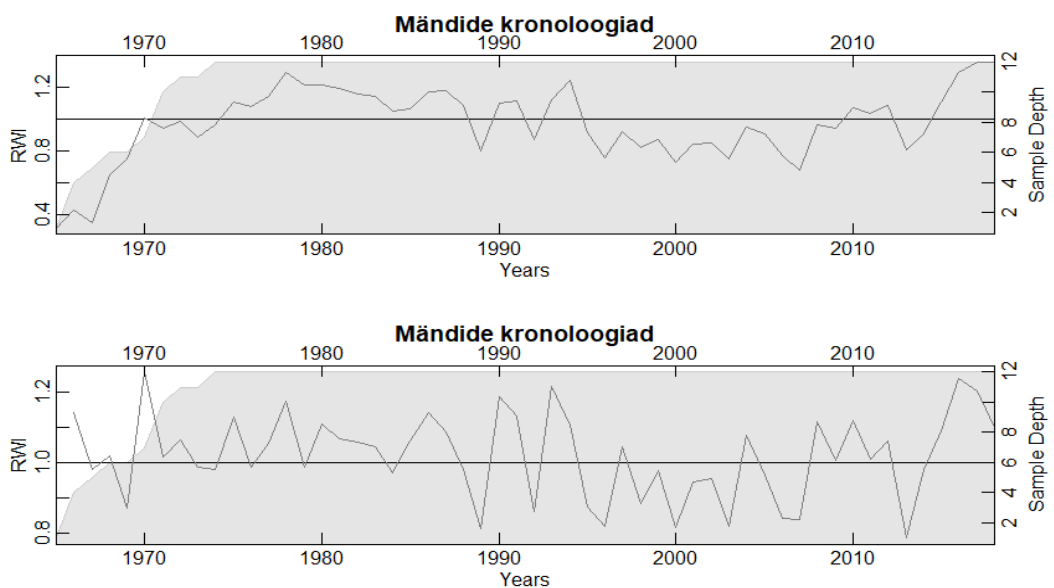
3.2. Uurimistöös kasutatud graafikute lugemise meetodika

3.2.1. Kuuskede ja mändide kronoloogiad

Kuuskede kronoloogiate graafik (joonis 2) näitab kuuskede kasvu alates esimese kuuse sünnist kuni proovide võtmiseni. Mändide kronoloogiate graafik (joonis 3) näitab mändide kasvu alates esimese männi sünnist kuni proovide võtmiseni. Nii määndide kui ka kuuskede kohta on esitatud kaks graafikut: ülemine on standardiseeritud ja alumine on jääkide kronoloogia.



Joonis 2. Kuuskede kronoloogiad

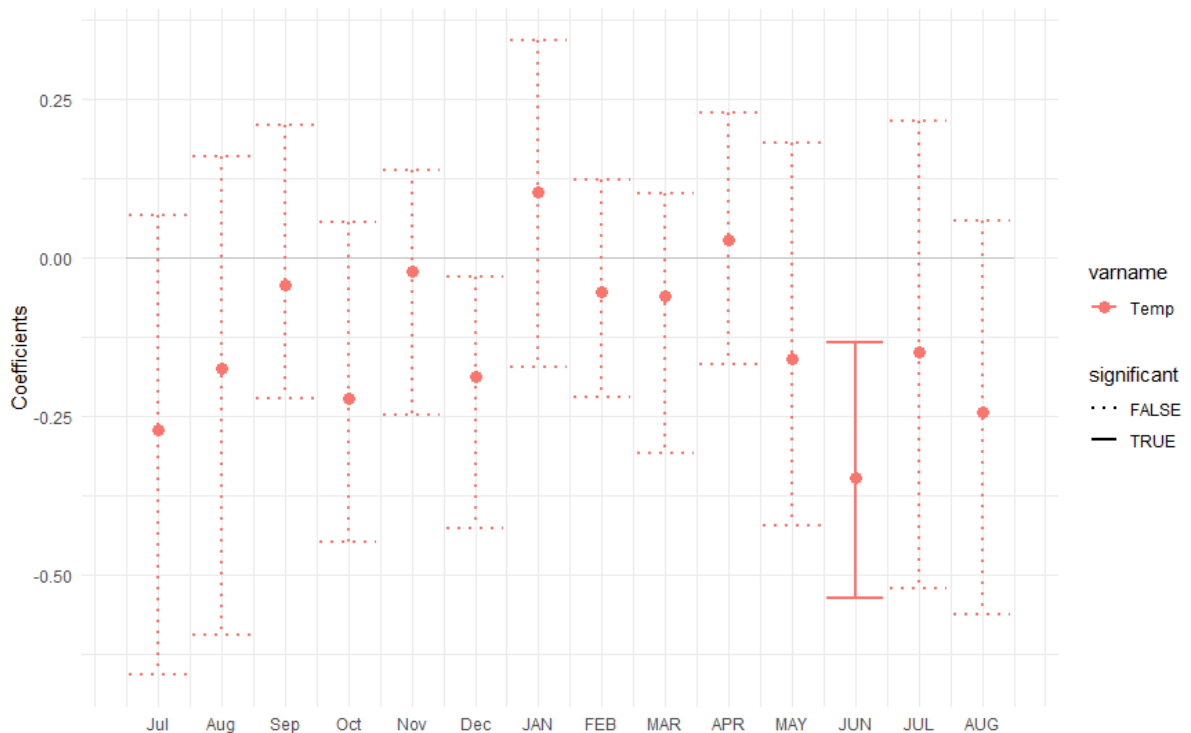


Joonis 3. Mändide kronoloogiad

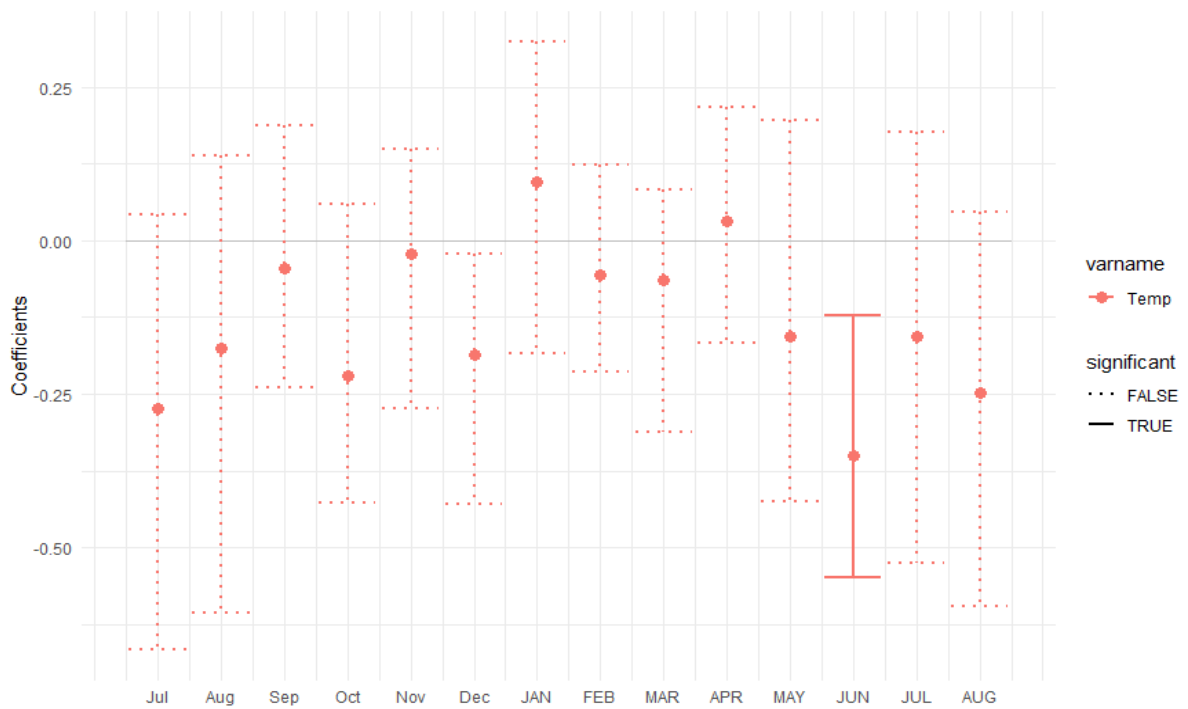
Jääkide kronoloogias on juurdekasvuindeksite vaheline autokorrelatsioon (viitab eelmiste aastate ilmastiku järelmõjudele) viidud miinumumini ning see tagab usaldusväärsema meetodi ilmastiku ja radiaalse juurdekasvu vahelise seose uurimiseks. Graafikutel on mõlemal x-teljel (nii üllemisel kui ka alumisel) märgitud aastad, vasakpoolisel y-teljel on aastarõngaste laiuse statistiline muutus (*rwi – ring width index*) võrreldes keskmisega (pikk sirge joon) ja parempoolisel y-teljel on aastarõngaste laius (*sample depth*).

3.2.2. Temperatuuri ja sademehulga mõjugraafikud

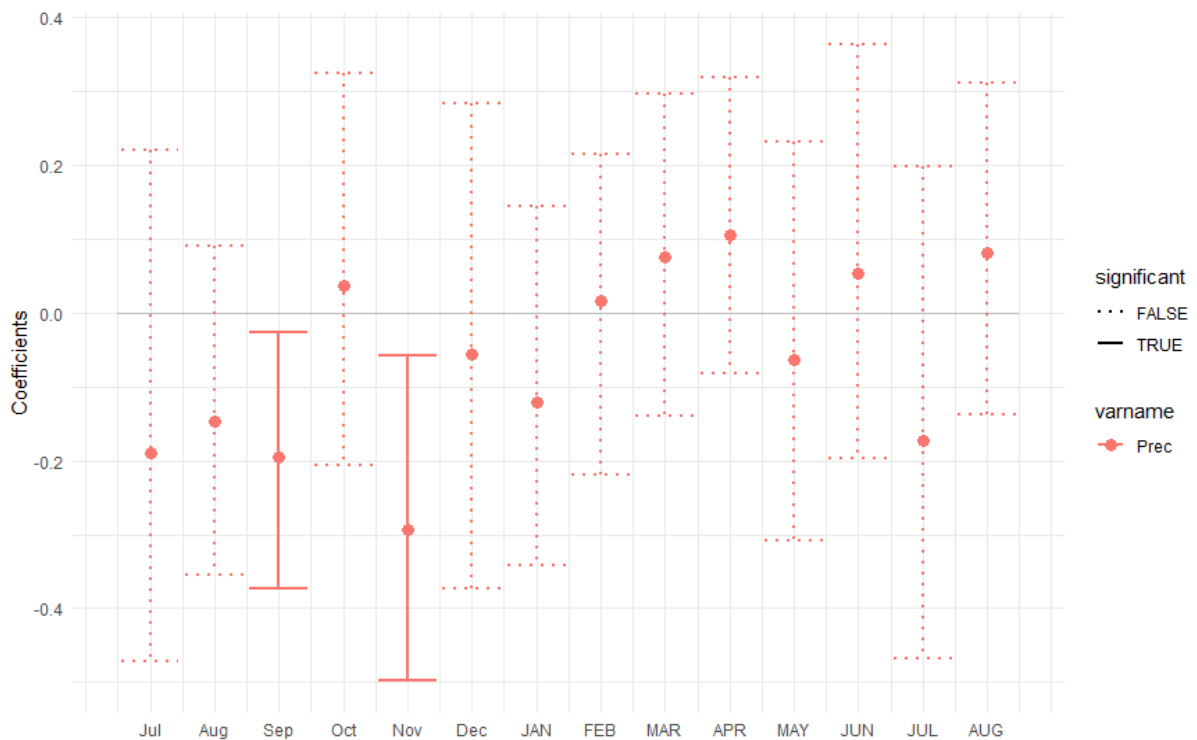
Temperatuuri mõju uurimiseks saab nii väheste andmetega (teaduslikes töodes on proove sadu) uurimise aluseks võtta ainult viimased 2 kasvuperioodi. Temperatuuri mõju kuuskedele näitab kuuskede kronoloogiate ja temperatuuri andmete analüüsgraafik (joonis 4). Mändide kasvu ja temperatuuri vahelist seost näitab vastav analüüsgraafik (joonis 5). Y-teljel on kuude kaupa keskmiste temperatuuride ja puude juurdekasvuindeksite vahelised seosed ja x-teljel on aeg alates eelneva kasvuaasta juunist (Jun) kuni viimase kasvuaasta augustini (AUG). Punase pideva joonega on tähistatud statistiliselt olulised seosed (95%). Ülejäänud punktiirjoonega tähistatud seosed ei ole statistiliselt olulised. Kui y-teljelt loetav koefitsient on üle 0, on mõju positiivne ja kui see on alla 0, siis on mõju negatiivne. Selle indeksi piirväärtused on –1 kuni 1.



Joonis 4. Temperatuuri mõju kuuskede radiaalkasvule ajavahemikus 2017. a juuli (Jul) kuni 2018. a august (AUG)



Joonis 5. Temperatuuri mõju mändide radiaalkasvule ajavahemikus 2017. aasta juuli (Jul) kuni 2018. aasta august (AUG)

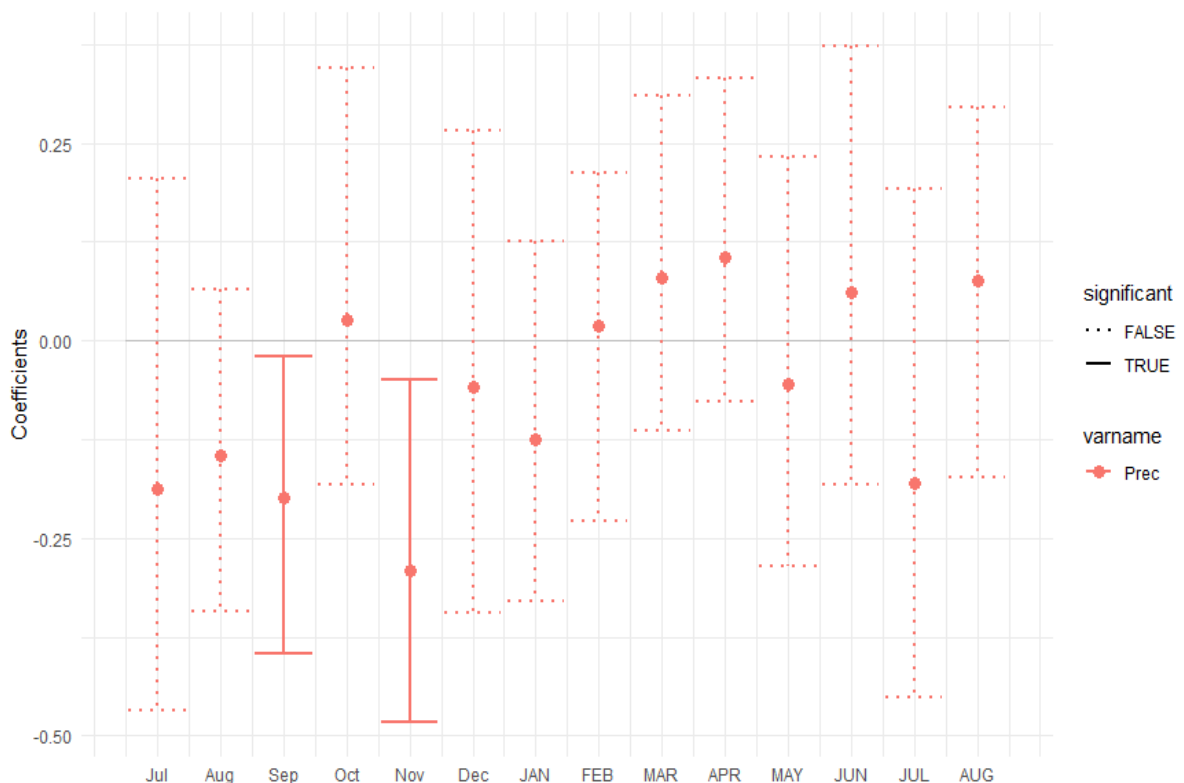


Joonis 6. Sademete hulga mõju kuuskede radiaalkasvule ajavahemikus 2017. a juuli (Jul) kuni 2018. a august (AUG)

Sademete hulga mõju uurimiseks saab sarnaselt temperatuuri uurimisele kasutada ainult kahte viimast kasvuperioodi. Sademete hulga mõju kuuskedele näitab kuuskede kronoloogiate

ja sademete andmete analüüsgraafik (joonis 6). Mändide kronoloogiate ja sademete hulga vahelist seost näitab vastav graafik (joonis 7).

Y-teljel on kuude kaupa sademete summade ja puude juurdekasvuindeksite vahelised seosed ja x-teljel on aeg alates eelneva kasvuaasta juunist (Jun) kuni viimase kasvuaasta augustini (AUG). Punase pidevjoonega on tähistatud statistiliselt olulised seosed (95%). Ülejäänud punktiirjoonega tähistatud seosed ei ole statistiliselt olulised. Kui y-teljelt loetav koefitsient on üle 0 on mõju positiivne ja kui see on alla 0 on mõju negatiivne. Selle indeksi piirväärtused on -1 kuni 1.

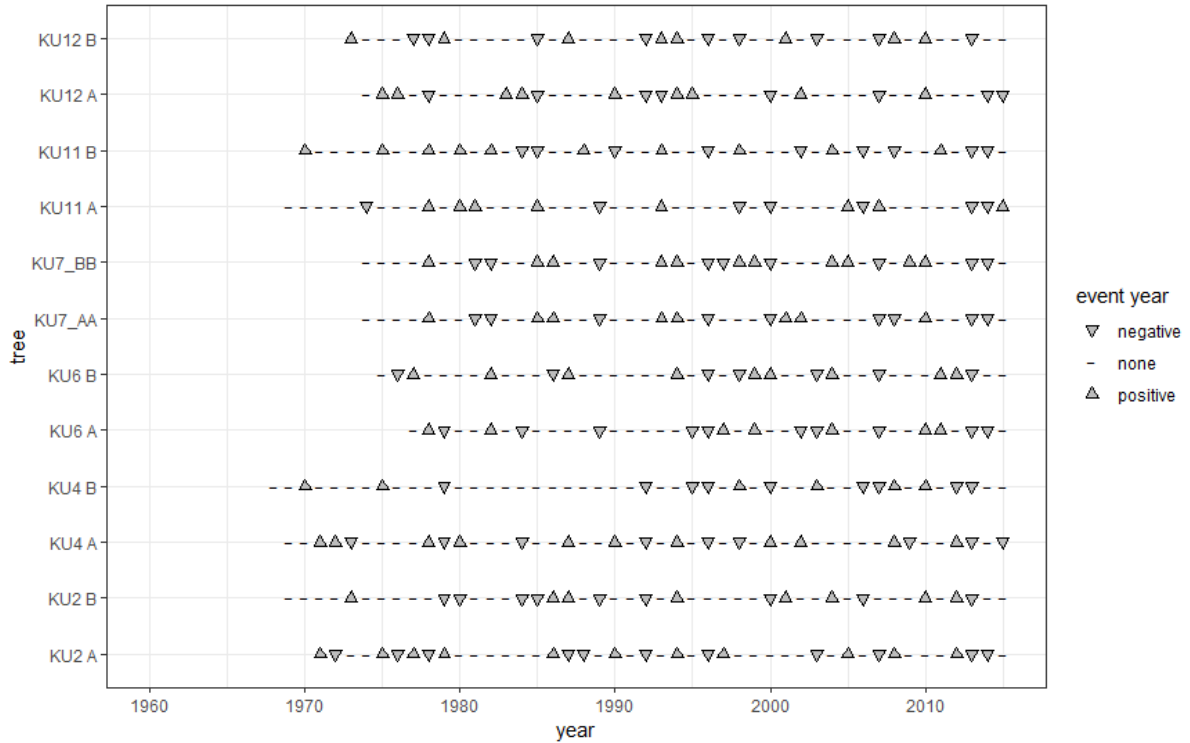


Joonis 7. Sademete hulga mõju mändide radiaalkasvule ajavahemikus 2017. a juuli (Jul) kuni 2018. a august (AUG)

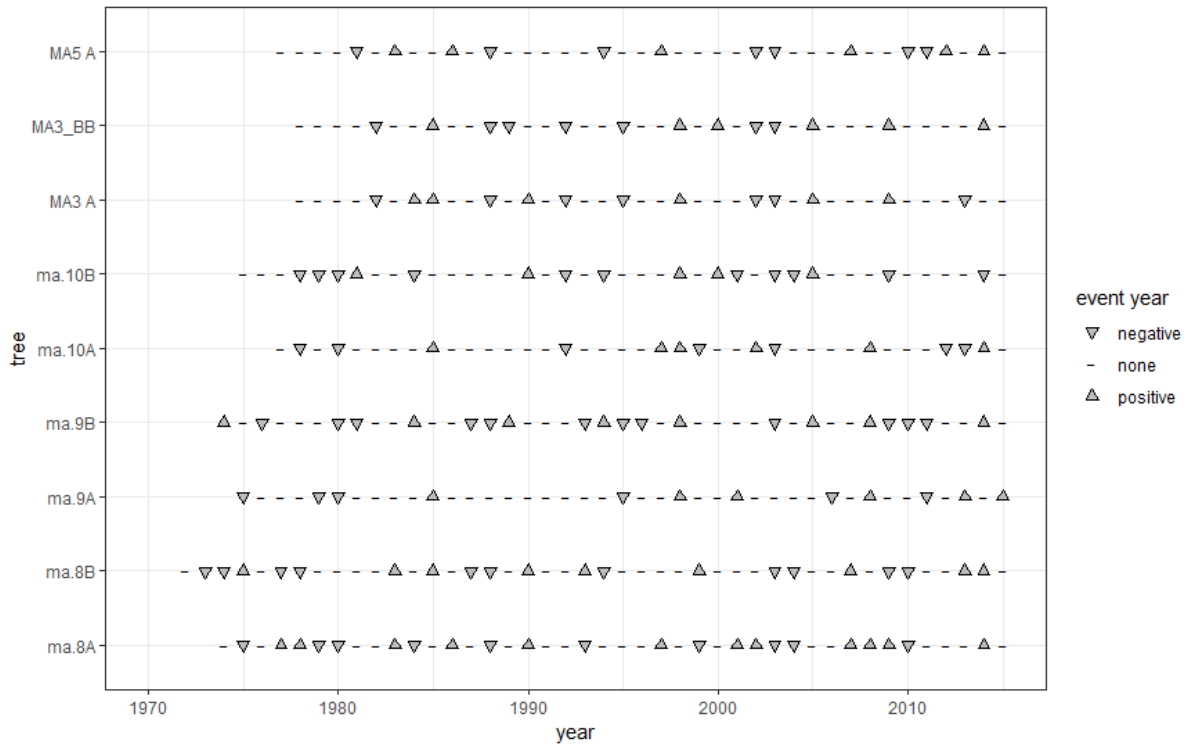
3.2.3. Ekstreemsete kasvuaastate graafikud

Ekstreemsete kasvuaastade on sellised kasvuaastad, mis on lähedal olevate kasvuaastatega võrreldes väga erinevad. Selle põhjuseks võib pidada puude eripära ja kliimat. Selles uurimistöös on ekstreemseid kasvuaastaid võrreldud temperatuuri ja sademete hulgaga; selle tulemusena on saadud kaks graafikut, esimene neist on kuuskede sündmusaastate kohta (joonis 8) ja teine on mändide sündmusaastate kohta (joonis 9). Nendel graafikutel on sündmusaastad esitatud noolekestena: vastavalt positiivsed ja negatiivsed. Sellised andmed saadakse, kui iga aastat võrrelda talle eelnevate ja järgnevate aastatega. Uurimistöös on

võrreldud iga aastat kolme eelmise ja kolme järgneva aastaga. Erinevuse piirväärtuseks võttis töö autor 70%, ehk kui erinevuse koefitsient on üle 70% tekib selle aasta kohale vastav märkis, ja kui see koefitsient on alla piirväärtuse, siis vastavat märget ei teki.



Joonis 8. Kuuskede ekstreemsed kasvuaastad



Joonis 9. Mändide ekstreemsed kasvuaastad

4. PUUDE AASTARÕNGASTE MÕÕTMISTE TULEMUSED JA JÄRELDUSED

4.1. Puude kronoloogiad

Vaadates kronoloogiate graafikute (vt joonised 2 ja 3) standardiseeritud graafikuid ehk ülemisi graafikuid, on näha, et mõlema puuliigi jaoks on head kasvuaastad olnud 1975–1994 ja 2013–2018, välja arvatud ajavahemik 1987–1989, kus on olnud järsk kasvu kahanemine. Vaadates järgnevaid ekstreemsete kasvuaastate graafikuid (joonised 8 ja 9), ei saa järeldada, et selle järsu kasvu kahanemise põhjus võiks olla sademete ja temperatuuri mõju. Põhjuseks võivad olla muud tegurid, mida selles töös ei uuritud. Nii kuuskedele kui ka mändidele on halb kasvuaeg olnud aastad 1994–2008. Standardiseeritud graafikute järgi on mõlemale liigile parimad kasvuaastad olnud 1977, 1993 ja 2017–2018. Halvimad aastad aga 1966 ja 2007.

Kronoloogiate graafikutelt (joonised 2 ja 3) jääkide kronoloogiatelt ehk alumistelt graafikutelt on näha, et mõlema puuliigi jaoks on parim kasvuaasta olnud 1970 ja halvim 2013.

Proove uurides selgus, et kõige vanem kuusk on oma elu alustanud 1965. aastal ja kõige vanem mänd 1974. aastal.

4.2. Temperatuuri ja sademete hulga mõju puude juurdekasvule

Nii mändide kui ka kuuskede kohta saab öelda, et viimase kasvuaasta (2018) juunikuu temperatuur on puude kasvule avaldanud negatiivset mõju, sest juunikuu on tähistatud pideva joonega ja koefitsient on umbes $-0,3$. Temperatuuri järgi võiks parimaks kuuks pidada jaanuarikuud, kuid see kuu ei ole statistiliselt oluline, ehk puud ei saanud sellest suur kasu, sest sellel ajal on puudel puhkeperiood, seega nad ei kasva ja headest tingimustest pole suurt kasu.

Seega saab öelda, et sademed on oluliselt mõjutanud uuritava ala puude kasvu negatiivselt 2017. aasta septembris ja novembris. Positiivset mõju oleksid avaldanud näiteks 2018. aasta juuni ja august, kuid need ei olnud statistiliselt olulised. Positiivne mõju aitab puude kasvule kaasa, kuid negatiivne mõju pärsib puude kasvu.

4.3. Ekstreemsed kasvuaastad

Ekstreemsete kasvuaastate graafikutelt (joonised 8 ja 9) saab infot, et uuritava ala kuused on temperatuuri ja sademete hulga muutumise suhtes palju tundlikumad kui männid, sest kuuskedel on ära märgitud tunduvalt rohkem sündmusaastaid, nii negatiivseid kui ka positiivseid. Positiivne sündmusaasta on selline aasta, kui puude kasvu on mõjutatud positiivselt nii palju, et see on statistiliselt oluline, negatiivne sündmusaasta on aga vastupidine. Näiteks on kuuskedele olnud 2010. aasta temperatuuri ja sademete mõju positiivne, kuid samas mändidele on see aasta olnud negatiivse mõjuga. Sündmusaastad on erinevatel puudel ka erinevad, näiteks on teise kuuse A proovi 1990 (KU2 A) aasta positiivne, kuid üheteistkümnenda kuuse B (KU11 B) proovil on sama aasta negatiivne. Graafikutelt saab järeldada, et näiteks kuusk nr 11 (KU11) on olnud ebasümmeetrilise kasvuga, sest puu erinevatelt külgedelt võetud proovid kohati erinevad üksteisest. Uuritavatel mändidel on andmete ühtivus suurem kui kuuskedel, mis võib tähendada, et antud piirkond on mändide kasvule sobilikum ja puud kasvavad ühtlasemalt.

KOKKUVÕTE

Töö eesmärk oli uurida temperatuuri ja sademete hulga mõju puude radiaalkasvule Järvelja looduskaitseala näitel. Esitati ülevaade dendrokronoloogiast ja selle tähtsusest ning kirjeldati puude aastarõngaste olemust. Lisaks selgitati, mis on Järvelja looduskaitseala ja milles seisneb selle tähtsus. Uurimistöökäigus koguti puiduproovid Järvelja looduskaitsealalt. Proovid puhastati ja nendelt saadud andmed sisestati arvutisse. Seejärel võrreldi neid andmeid Eesti Maaülikooli andmetega.

Analüüsi tulemusena selgus, et uuritava ala kuused on temperatuuri ja sademete hulga muutumise suhtes palju tundlikumad kui männid, sest kuuskedel on ära märgitud tunduvalt rohkem sündmusaastaid. Samas saadi ka teada, et mändidele sobib uuritud kasvuala paremini, sest nende kasv on ühtlasem ja paremini tasakaalus.

Temperatuuri mõju graafikud näitavad, et nii kuuskedele kui ka mändidele on olulist negatiivset mõju avaldanud 2018. aasta juunikuu. Sademete mõjugraafikutest selgus, et mõlemale liigile avaldasid 2017. aasta september ja november statistiliselt olulist negatiivset mõju.

Graafikutelt sai välja lugeda ka seda, et nii kuuskedele kui ka mändidele on olulist negatiivset mõju avaldanud 2018. aasta juunikuu. Sademete hulk 2017. aasta septembris ja novembris mõjus aga mõlemale liigile negatiivselt.

Järgnevalt võiks uurida mõne kindla aasta kliima mõju puude kasvule, et saada teada missugused tingimused on puudele kõige paremad.

KASUTATUD ALLIKAD

Čufar, Katarina Micha Beuting, Michael Grabner 2010. Dendrochronological dating of two violins from private collections in Slovenia. Kättesaadav:

http://les.bf.unilj.si/fileadmin/datoteke_asistentov/kcufar/Bibliografija_Cufar/89_Cufar_et_al_ZbGL2010__Violin.pdf (25.11.2018).

Eesti Loodus: 11, 1971-11, Perioodika 1971. Kättesaadav: <https://www.digar.ee/arhiiv/nlib-digar:340579> (8.01.2019).

Järvelja looduskaitseala kaitsekorralduskava 2012-2021, Keskkonnaamet 2012.

Kättesaadav: https://www.keskkonnaamet.ee/sites/default/files/jarvelja_lka_kkk.pdf (8.01.2019).

Järvelja ürgmets. Kättesaadav: <https://jarvelja.ee/sihtasutusest/jarvelja-loodus/urgmets/> (8.01.2019).

Läanelaid, Alar 1999. Dendrokronoloogia – BGBO.01.039. Kättesaadav:

<https://www.botany.ut.ee/lectures/dendro.html> (10.11.2018).

Läanelaid, Alar 2012. Mida kasulikku annab aastarõngaste uurimine? Eesti Mets nr 1.

Speer, James H. 2009. Fundamentals of Tree-Ring Research. Kättesaadav:

http://www.academia.edu/18281501/Fundamentals_of_Tree-Ring_Research (8.01.2019).

ABSTRACT

This research paper has been written on the topic “Sademete ja temperatuuri mõju puude radiaalkasvule Järvelja looduskaitseala näitel” (“Precipitation and temperature change affect to trees radial growth at Järvelja nature reserve”) by Karl-Martin Vahejõe. The aim of the research was to compare authors gathered data to EMÜ (Estonian University of Life Sciences) research data and to find out how the rain and temperature affect tree radial growth. The first chapter of the paper provides an overview of dendrochronology as a discipline, there is all the information what is needed to understand the rest of the work. The second chapter of the paper describes the Järvelja nature reserve (its history and necessity). The third paragraph discusses the results and conclusions of this research. The survey revealed information about the trees that were used, the effect of the rainfall and temperature for trees.