

Tartu Ülikool  
Loodus- ja täppisteaduste valdkond  
Ökoloogia ja Maateaduste Instituut  
Geograafia osakond

Bakalaureusetöö loodusgeograafias

**Kuivenduse mõju hariliku männi (*Pinus sylvestris*)  
radiaaljuurdekasvule Mõksi raba näitel**

**Märt Kütas**

Juhendaja: PhD Alar Läänelaid

Kaitsmisele lubatud:

Juhendaja:

/allkiri, kuupäev/

Osakonna juhataja:

/allkiri, kuupäev/

**Tartu 2019**

# Kuivenduse mõju hariliku männi (*Pinus sylvestris*) radiaaljuurdekasvule Mõksi raba näitel

## Infoleht

Harilik mänd (*Pinus sylvestris*) on meie levinuim puuliik. Ligi 22% Eesti Vabariigi pindalast on kas endine või praegune märgala. Nende omavahelise seose mõistmine aitab mõista ning ennetada märgalade keskkonnaprobleeme. Kuivenduse tõttu väheneb pinnaseveetase ning see muudab märgalade elukeskkonda, mis muudab ka hariliku männi juurdekasvu dünaamikat. Antud töös uurisin Mõksi rabas kasvanud harilike mändide juurdekasvu ning leidsin, et kuigi kuivenduse tõttu tõusevad osade rabaservast kaugemal olevate puude juurdekasvu näitajad, siis rabaserva puude juurdekasv väheneb märgatavalt. Lisaks selgus, et kuivenduse mõju liigub raba aegruumilise lainena.

Märksõnad: kuivendamine, Mõksi raba, harilik mänd (*Pinus sylvestris*), dendrokronoloogia, aastarõngad

CERCS kood: P510 Füüsiline geograafia, geomorfoloogia, mullateadus, kartograafia, klimatoloogia

## Effects of drainage on radial growth in Scots Pine (*Pinus sylvestris*) sample plots in Mõksi bog

### Abstract

Scots pine (*Pinus sylvestris*) is the most common tree in Estonia. Around 22% of Estonia's landmass consists of bogs and other wetlands. Understanding the dynamics between them helps us to address and prevent environmental problems of wetlands. Drainage lowers the level of groundwater, which in turn changes the growth environment of Scots pine. In this thesis, I investigated the radial growth of the Scots pines spreading in Mõksi bog. I found that although drainage has affected the radial growth of pines growing in the central part of the bog in a positive way, the opposite was true for the radial growth of Scots pines in the edge of the bog. The effect of drainage can be observed as a spatio-temporal increment wave

Keywords: drainage, Mõksi bog, Scots pine (*Pinus sylvestris*), dendrochronology, tree-rings

CERCS code: P510 Physical geography, geomorphology, pedology, cartography, climatology

# Sisukord

Infoleht	2
1. Sissejuhatus	4
2. Materjal ja meetodid	5
2.1 Rabamuld	5
2.2 Harilik mänd	6
2.3 Uurimisalad	6
2.3.2 Mõksi raba kartograafiline andmestik	7
2.4 Intervjuu	7
2.5 Dendrokronoloogiline meetod	7
3. Tulemused	8
4. Arutelu	11
5. Kokkuvõte	15
6. Summary	16
Tänuavaldused	17
Kasutatud kirjandus	17
Lisad	19
Lisa 1. Intervjuu Linda Itteriga	19
Lisa 2. Mõksi raba ajaloolistel kaartidel	21
Lisa 3. Mõksi raba uurimisalade graafikud	23
Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks	30

# 1. Sissejuhatus

*„Aga kui oletada, et millalgi on siin kasvanud mets, kas ei või siis oletada, et ta siin ükskord jällegi kasvab? Eks ole maapind metsakasvule tõepoolest soodne, ainult kui jõuaks ära kuivatada. /---/ Mis oleks kui, kui saaks nõnda teha, et jõgi hakkaks ka Vargamäe mail kiiremini voolama ja et veepind temas langeks selle tõttu paar jalga? /---/ Mis sünniks siis Vargamäe karjamaa ja niitudega? Mis sünniks kõigi ümberkaudsete karjamaade ja niitudega? Ja jõeääre endaga? Ning rabadega, kui neile kraavid sisse tõmmata? Kõik oleks varsti kuiv ja mets hakkaks mūhama, nagu mūhas ta siin ehk millalgi varem!“ (Tammsaare 1974)*

Maaparanduse idee sai Eestis alguse aastal 1796, kuid esimene dreanaaž rajati 1853 (Kull 2017, cit. Kuum 1967). Alguses viidi seda läbi mõisnike ja hiljem ka juba eestlastest taluomanike poolt peamiselt karjamaade laiendamise või turbakogumise eesmärgil. Eesti Wabariigis aastatel 1918–1940 melioreeriti valdavalt põllumajanduslikuks otstarbeks rohkem kui 350 000 ha maid. Seda tööd jätkas eksponentsiaalselt suurenevates mahtudes süsteemselt nõukogude võim, rajades ulatusliku piirdekraavide võrgustiku, mille hulgas olid niis soid läbilõikavaid üksikuid kraave kui kraaviadraga rajatud madalaid kraavikesi, mida ei loetud maaparandusobjektideks ning seetõttu ei kajastu maaparandusregistrites (Paal, Leibak 2013).

1970-ndatel aastatel kuivendati Eestis juba igal aastal metsamajanduslikul eesmärgil 15 000 - 20 000 ha. (Kaisel, Kohv 2009). 1980date aastate lõpuks oli maaparandust tehtud umbes 1 006 300 ha-l, Kiire töömahtude kasv oli tingitud nii rasketehnika kiirest arengust kui ka NSVLis lõpuaastateni kehtinud poliitilis-ideoloogilisest suundumusest, mille Ivan Vassiljevitsš Mišurin sõnastas 1930-ndatel: „Мы не можем ждать милостей от природы, взять их у нее — наша задача“ (Мичурин 1934) e „Me ei pea ootama looduselt armuande, vaid need võtma.“ Seda suhtumist iseloomustab hästi toonane propagandaplakat (joon. 1).



**Joonis 1.** Plakat „Siin oli soo“ (Škop 1950)

Laiaulatuslikud katsed tõsta eri tüüpi märgalade tootlikkust tõid kaasa selle, et 1980-ndate

lõpuks on erinevatel andmetel Eesti aladel kuivendusest mõjutatud kuni üle miljoni hektari maad, millest 338 400 ha hõlmas metsanduslik maaparandus ja 584 400 ha põllumajanduslik maaparandus (Kaisel, Kohv 2009, Paal, Leibak 2013, *cit.* Ratt 1985). Jõeluhti üritati muuta viljapõldudeks, madalsoid teha heinamaadeks ja rabadest kasvatada tootlikke männimetsi. Need püüded muutsid pea täielikult seal seni valitsenud hüdroloogilisi tingimusi ja sellest johtunud looduslikku tasakaaluseisundit.

Iga kuivendamiskatse mõju on salvestunud märgala pikaajalise taimestiku kudedesse ja maakatte profiili. Kuivendamise positiivne mõju mändide juurdekasvule on tõestatud varasemalt (Sisask 2013). Märgalad on ühed maailma suurimad süsinikutalletajad ning loodusliku elurikkuse tulipunktid. Eestis moodustavad endised ja praegused märgalad vastavalt 16% ja 6% kogupindalast. Kuivendatud aladel turvast juurde ei teki (Sood). Eesti märgalade mullad talletavad 45,4% kogu meie muldades olevast orgaanilisest süsinikust (Aasta 2016). Neis toimuvad dünaamilised protsessid on nii põhjuseks kui ka markeriks elukeskkonna muutustele (Kaitstavate 2015). Bioloogilise mitmekesisuse seisukohast kaasneb kuivendusest tuleneva kasvukohatingimuste ühtlustamisega ökosüsteemide degradeerumine nii liikide, koosluste kui ka maastike tasemel (Jääksoode 2007).

Harilik mänd (*Pinus sylvestris*) on meie enimlevinud puuliik ning rabakeskkonnas oluline elu- ja varjupaik mitmetele liikidele. Käesoleva töö eesmärgiks on rabamändide ja nende keskkonna omavahelise seose parem mõistmine, kuna see aitab leida lahendusi olemasolevatele keskkonnaprobleemidele ja ennetada uusi. Selles bakalaureusetöös uurisin kuivendamise mõju Mõksi rabas kasvava hariliku männi aastarõngaste juurdekasvu muutusi ning nende omavahelist aegruumilist sõltuvust. Oma töös püüan leida vastust järgnevatele küsimustele. Kas mändide radiaaljuurdekasv on alati vähenevas seoses suureneva kaugusega kuivenduskraavist? Kas kuivenduse mõju puhul võib rääkida radiaalse juurdekasvu muutuste aegruumilisest säbarlainest?

## 2. Materjal ja meetodid

### 2.1 Rabamuld

Rabamuld on alaliselt liigniiske sajuveetoiteline, rohkem kui 30 cm paksusest happelisest rabaturbast koosnev looduslik turvasmuld. Turbalasundi pindmise kihi akrotelmi e. turbatekkekihi tootlikkus on looduslikult talitleva rabamulla puhul vaid  $1,0 \pm 0,2$  mm aastas (Aasta, 2016). Happelisest veetasemest kõrgemal paiknev kiht on õhuke, toitainevaene ja halvasti õhustatud. Veeringe looduslikus rabas on väga aeglane - kuni 6 meetrit aastas raba keskosast raba serva poole (Mander, Liiber 2014). Veeohtrusest hoolimata ei saa taimed enamasti vett hästi omastada, kuna mullad on füsioloogiliselt kuivad (Laas 1987). Rabaojade teke raba arengufaasi tulemusel või kuivenduskraavide rajamine muudab oluliselt hüdroloogilisi tingimusi. Veevoolu suurenedes hakkab keskmine veetase langema ja see lubab hapnikul hakata pindmisi turbakihte mitmekordse intensiivsusega suure keskmiselt lagunenuid kõduturbasisaldusega mineraalmullaks lagundama, mis omakorda avaldab selget mõju

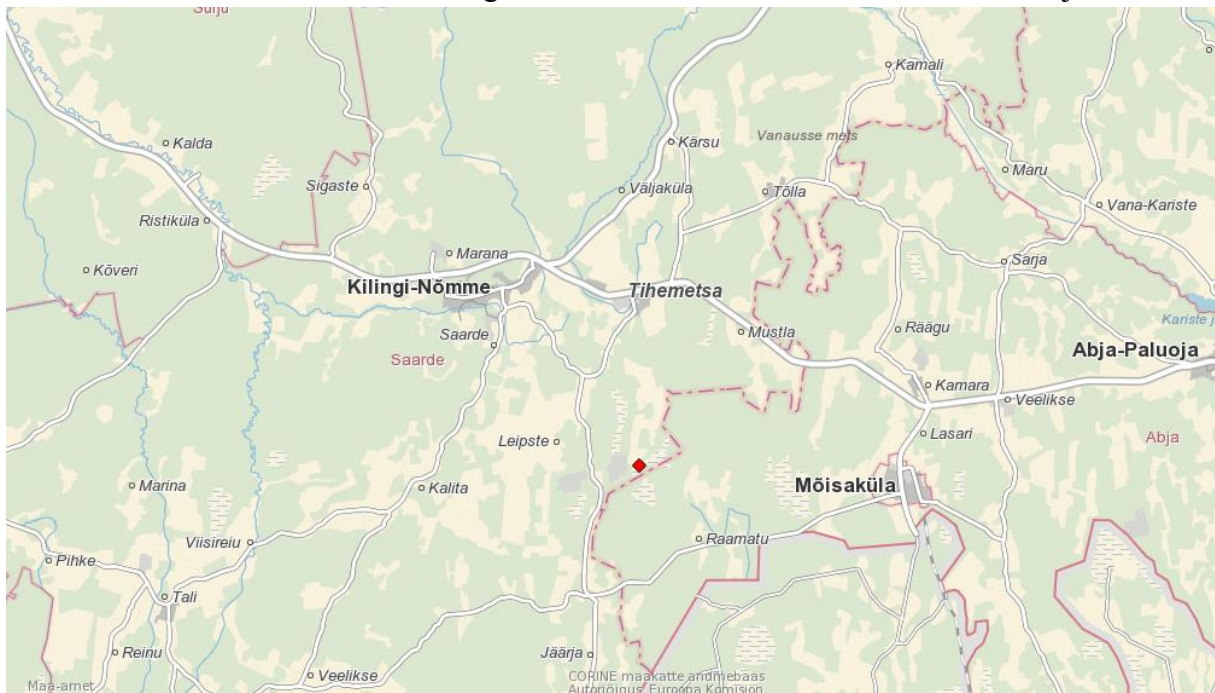
taimestiku sh mändide juurdekasvule. (Aasta 2016, Kull 2017, Mander, Liiber 2014)

## 2.2 Harilik mänd

Harilik mänd (*Pinus sylvestris*) on männiliste sugukonda, männi perekonda kuuluv happelisele kasvukohale kohastunud, kiirekasvuline ja valgusnõudlik liik, mis suudab kasvada ka temperatuuriliselt ekstreemsetes tingimustes. Hariliku männi välisvormid on kasvutingimustest johtuvalt väga erinevad - viljakatel muldadel võivad 70-80 aasta vanused männid olla kuni 30 m kõrgused; rabamuldadel kasvavad sama ajaga vaid mõne meetri kõrguseks. Hariliku männi juurestik on väga plastiline ja koosneb paksemast sammasjuurest ja ohtratest peentest külgiuurtest. Rabamänni juurestik erineb mineraalmullal kasvava liigikaaslase omast: on pinnalähedane ja puudub iseloomulik sügavale ulatuv vertikaalne sammasjuur (Laas 1987). Selle asemel on sammasjuur nõrgalt arenenud või puudub sootuks. Esineda võib ka olukord, kus sammasjuur teeb püsivalt veega küllastunud turbakihi piiril 90° pöörde. Põhitöö toetamises ja toitainete omastamises teeb pinnalähedane külgiuurte võrgustik, mille ulatus võib olla üpris suur (Raudsepp 1946).

## 2.3 Uurimisalad

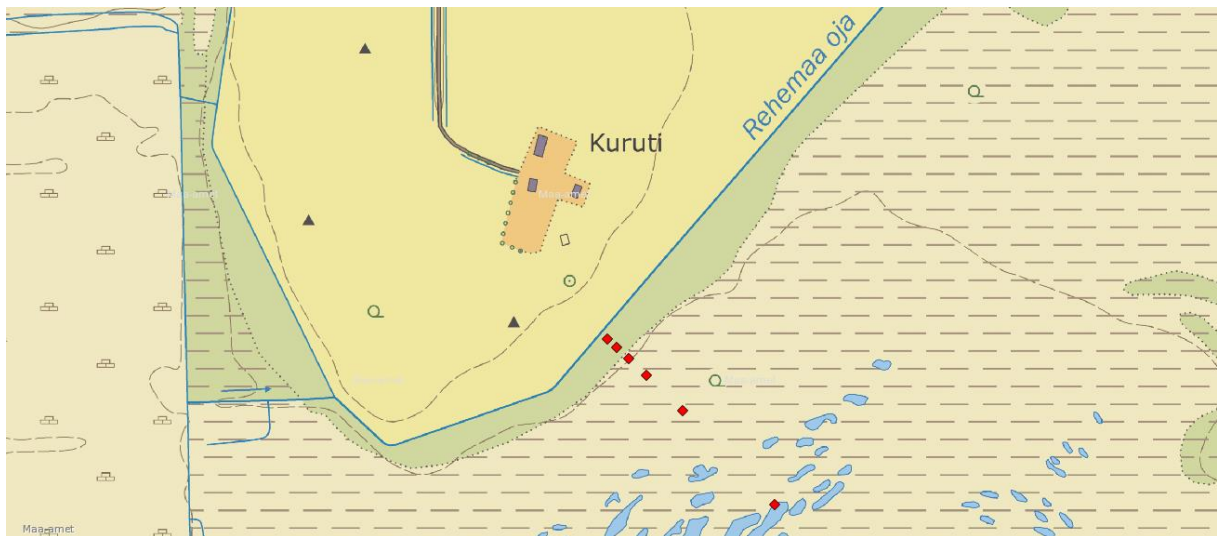
Oma töös kasutasin Mõksi rabast kogutud proovidest analüüsitud andmeid. Mõksi raba asub Pärnu- ja Viljandimaa piiril, maastikurajooniliselt Sakala kõrgustiku ja Metsepole madaliku piiril (Arold 2005, joonis 2, joonis 3). Mõksi asub Kesk-Devoni Aruküla lademe kivimitel, mis on kaetud Kvaternaari setetega (Geokogud). Dokumenteeritud Mõksi raba kuivendamise aasta on 1969 (Kull 2017). Mõksi raba on pikaajalise inimasustuse keskel, tugeva inimhäiringuga poollooduslik kooslus, kus raba lõunaosas, transektist mitte kaugel, on ka aktiivne turbamaardla. Kuivenduskraav, millega uurimisalad on risti võetud, on Rehemaa oja.



**Joonis 2.** Mõksi raba asukoht

Mõksi raba uurimistöö proovid kogusid Alar Läänelaid ja Kristina Sohar aastal 2012

Keskkonnainvesteeringute Keskuse poolt rahastatud projekti (vastutav täitja Ain Kull) „Soode ökoloogilise funktsionaalsuse tagamiseks vajalike puhvertsoonide määramine pikaajaliste häiringute leviku piiramiseks või leevendamiseks“ raames.



**Joonis 3.** Proovipunktide asukohad Mõksi rabas

### 2.3.2 Mõksi raba kartograafiline andmestik

Verstasel kaardil) (1894-1924 kui ka EW topograafilisel ülevaatekaardil (1938) (Joonis 1L; joonis 1.1L) on näha praegusest kraavist mõnikümmend meetrit raba sisemuse poole jääv käsitsi kaevatud kraav, mis on praegu nähtav u. 20-30 cm kinnivajunud kraavikesena proovipunktide nr. 2 ja nr. 3 vahel. 1969. a. viidi läbi põhikuivendus praeguse sügava korraliku kraaviga. Põhjapoolne ja idapoolne kuivendus/maaparandus ning turbatootmine alates aastast 1972 ei tohiks olulist mõju avaldada uurimisala transektile, kuna asuvad raba teisel küljel (Kull 2017).

### 2.4 Intervjuu

Uurimistöökäigus viisin läbi intervjuu Mõksi raba põhjaosa kõrval asunud Pati talus sündinud Linda Itteriga (1929-2018, intervjuu toimus aastal 2016 ja intervjuueeritav oli läbiviimisel 87 aastat vana). Intervjuust selgus, et Mõksi rabast on käsitsi turvast kogutud Eesti Wabariigi ajal individuaaltalude tarbeks ning on tõenäoline ka inimõju jätkumine Mõksi raba veerežiimile kollektiviseerimise käigus enne dokumenteeritud kuivendust (Lisa 1).

### 2.5 Dendrokronoloogiline meetod

Mõksi raba lõunaosas olevast kuivenduskraavist võeti risti raba keskosa suunas uurimistransekti kuue proovialaga vastavalt 10, 15, 40, 65, 115 ja 245 m kaugusel kuivenduskraavist. Põhiideeks oli leida hariliku männi radiaalse juurdekasvu erinevused kauguse suurenemisel kuivenduskraavist ja võrrelda tulemusi nii ajas kui ruumis. Tulemuste saamiseks võeti proovid Suunto juurdekasvupuuriga iga prooviaala 12 männist. Männid valiti u 2 meetri laiusest vööndist, mis asetsesid kraaviga paralleelselt. Transekti keskpunktist võeti kuus mändi vasakule ja kuus paremale. Tüveproovid võeti N-S sihis umbes 0,4 meetri kõrguselt rabapinnast

nii, et puur läbiks tervet tüve ja võimaluse korral ka säsi. Puuproovid tähistati numברי ja tähtede kombinatsiooniga ja paigutati transpordiks plasttorudesse, mis tehtud joogikõrtest.

Mõksi tüveproovide aastarõngaste laiused mõõtsin Tartu Ülikooli geograafia osakonna dendrokronoloogia laboris Leica S4E mikroskoobi ja Lintab (Rinntechi) digitaalmõõtlauaga. Mõõtesammu pikkuseks oli  $0,1 \times 10^{-6}$  m. Mõõtmised salvestasin TSAP-WIN programmis .fh (Heidelbergi) formaadis.

Mõksi raba tööstusliku kuivendamise algus on dokumenteeritud ja jääb 1969. aastasse (Kull 2017). Kuna kuivendus peaks mändide juurdekasvut kutsuma esile (positiivseid) muutusi, siis saab neid leida suhtelise häiringu meetodil (Nowacki, Abrams 1997, Black, Abrams 2003, Altman *et al.* 2014):

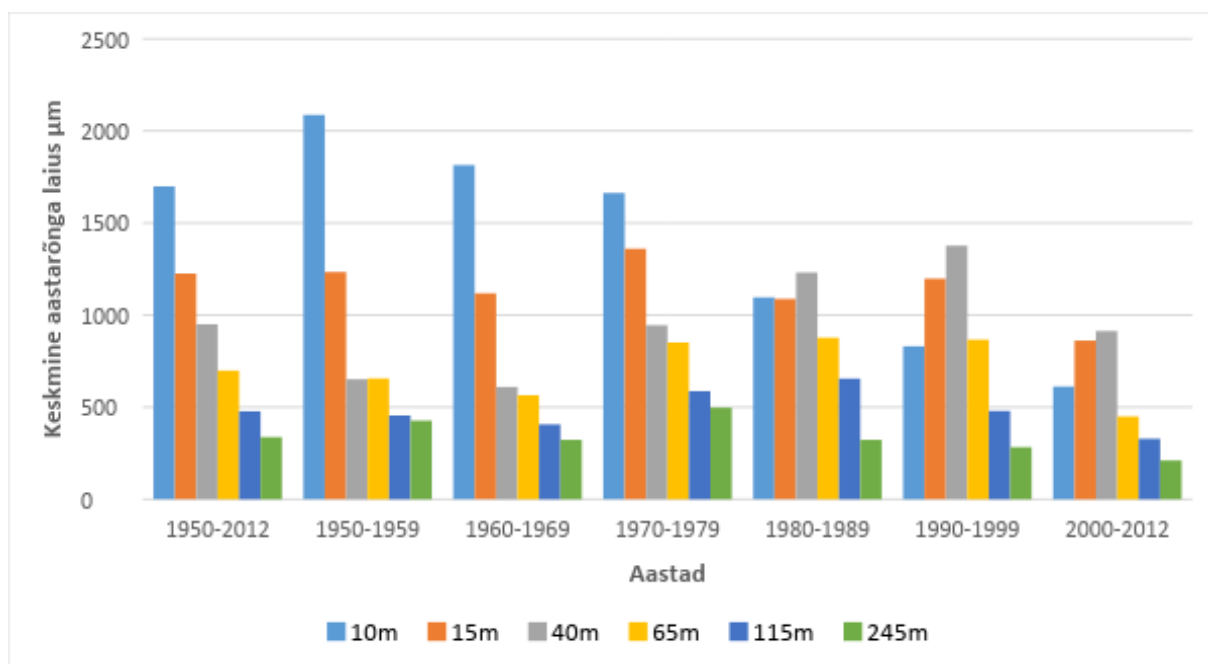
$$GC = \frac{M2 - M1}{M1}$$

kus GC (*growth change*) on suhteline radiaalse juurdekasvu muutus ja ka M1 viimane aasta. M1 on keskmine juurdekasv mõõdetavale aastale eelneval ajavahemikul ja M2 on keskmine juurdekasv mõõdetavale aastale järgneval ajavahemikul. Valemi kasutamist tõestas (Läänelaid *et al.* 2014).

Selles uurimistöös kasutasin modifitseeritud valemit. Meetodi autorite järgi on mõlema perioodi soovitavaks pikkuseks 10 aastat, kuid juhendaja eelnevate katsetuste tulemusel/soovitusel sai võetud ajavahemiku M1 pikkuseks 7 aastat ja M2 pikkuseks 10 aastat, et vältida lühiajalisemate muutuste sumbumist. Originaalmeetodi parameetreid kasutades oleks uuritavad aastarõngaste aegread jäänud liialt üldiseks. Lisaks kasutasin originaalmeetodis olnud keskmise väärtuse asemel mediaani, et tagada tulemustes puuproovide enamuse esindatus. Arvutused viisin läbi Microsoft Exceliga. Mõõdetava aasta saamiseks libistasin eeltoodud valemit mööda mõõdetud aastarõngalaiuste ridasid ning arvutasin iga aasta suhtelise juurdekasvumuutuse GC.

### 3. Tulemused

Mõksi raba andmeanalüüsi tulemustes joonistub välja hüdroloogiliste tingimuste muutumise mõju levimine uurimistransekts ajalis-ruumiliste lainetena. Keskmiste aastarõngalaiuste muutumist aegruumiliste lainetena näitab joonis 4. Esimeses tulbastikus on kõikide proovialade keskmised väärtused ajavahemikus, mil on kasvanud pea kõik proovipuud, enne ja pärast teadaolevat kuivendust. Järgnevad tulbastikud näitavad uurimisalade keskmise aastarõnga laiust aastakümnete kaupa.



**Joonis 4.** Aastarõngaste keskmised laiused Mõksi rabas, enne ja pärast dateeritud kuivendust 1969. aastal.

Esimene tulbastik (1950-2012), kus on näha keskmiste aastarõngalaiuste vähenemine raba keskosa suunas, ühendab nii kuivenduse mõju kui kinnitab ka eelnevates uuringutes leitud üldist seost puu juurdekasvu ning loodusliku rabaserva kauguse vahel (Ots 2015, Sisask 2013).

Teine (1950-1959) ja kolmas tulbastik (1960-1969) kajastavad kuivenduse eelse raba hüdrooloogiliste tingimuste mõju puude keskmisele juurdekasvule, kus keskkonnatingimuste muutumine on järsk: raba keskmise osa poole liikudes langeb mullaviljakus ja tõuseb rabavee tase. (Kull 2017) Tulevasele kuivenduskraavile lähima e esimese ning teise uurimisala puude keskmiste juurdekasvude vahe on 851,14 µm (1950-1959) ja 694,88 µm (1960-1969).

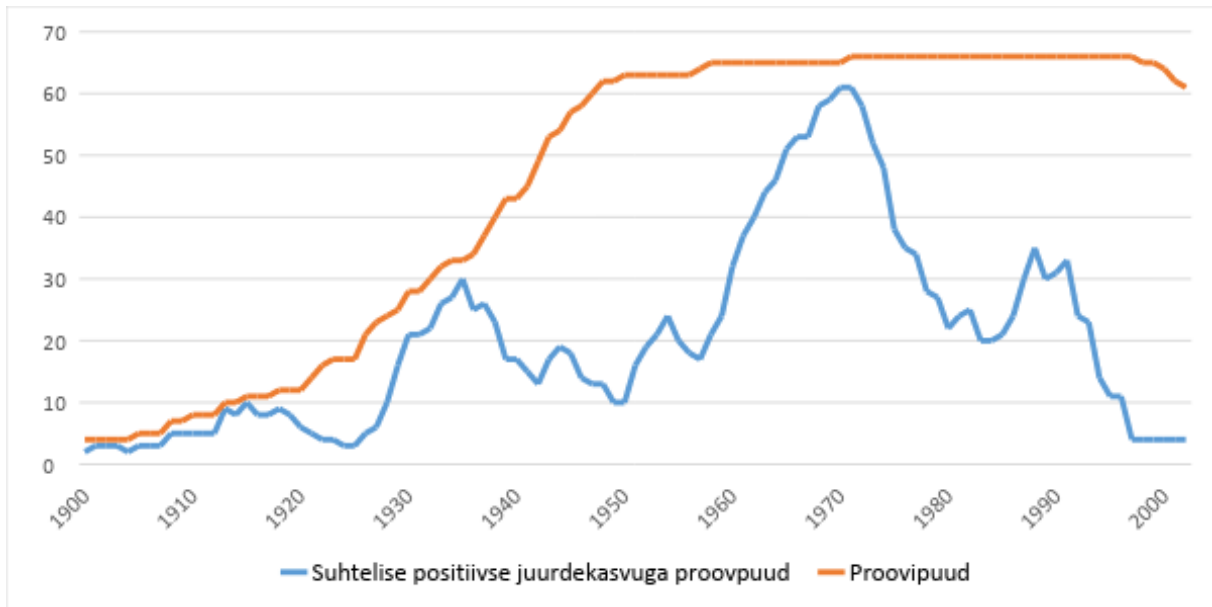
Neljas tulbastik (1970-1979) näitab olukorda teadaolevale kuivendusele vahetult järgneval aastakümnel – ainsana vähenes kuivenduskraavile lähima uurimisala juurdekasvude keskmine, ülejäänud uurimisaladel esines selge ühtlane tõus. Aegridade kõrgeimad aastarõngalaiuse keskmised esinevad teisel (15 m) ja kuuendal (245 m) uurimisaladel.

Viiendal tulbastikul (1980-1989) on kuivenduskraavile lähimate (10 m ja 15 m) uurimisalade keskmised aastarõngalaiused peaaegu samad. Dekaadil suurim transekti juurdekasv on 40 m kaugusel kraavist. Oma kõrgeima keskmise laiuseni jõuab ka uurimisala 115 m kaugusel kuivenduskraavist.

Kuuenda tulbastiku (1990-1999) kõrgeim aastarõngalaiuse keskmine on sarnaselt eelnevale dekaadile 40 m peal, mis on ka antud uurimisala suurim keskmine aegrea jooksul. Samuti lõpetab see kolm aastakümnet k.a pea identsel tasemel püsinud keskmise juurdekasvu 65 m peal.

Seitsmendat tulbastikku (2000-2009) iseloomustab väikseim puude keskmiste juurdekasvude

kogusumma jälgitavast aegreast. Jätkub sarnasel eelmisele kümnendile keskmise aastarõngalaiuse juurdekasv uurimisaladel 15 m ja 40 m kraavist.



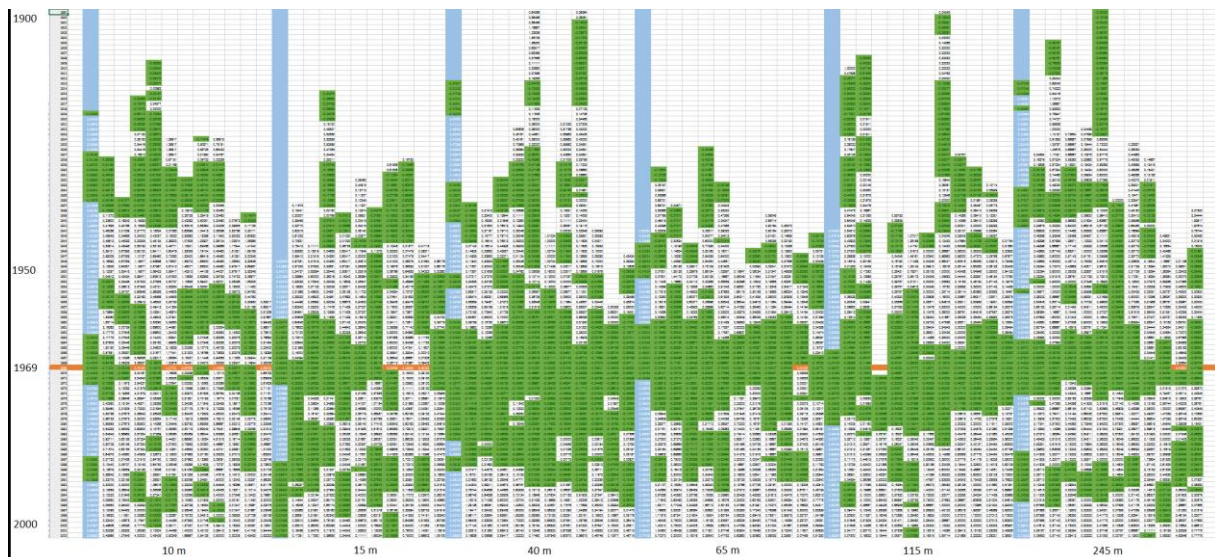
**Joonis 5.** Suhtelise positiivse juurdekasvuga proovipuude ning proovipuude koguarv ajavahemikus 1900-2002.

Joonisel 5 on kujutatud kõikide transekti kasvanud puude koguarvu ja suhtelise positiivse juurdekasvuga puude arvu omavahelist seost. Suhteline positiivne juurdekasv näitab individuaalse puu radiaalkasvu suurenemist võrreldes eelneva seitsme ( $U_1$ ) ja järgneva kümne aastaga ( $U_2$ ) kusjuures uuritav aasta on  $U_1$  rea lõppaastaks.

$$SPJk = \frac{(U_2 - U_1)}{U_1}$$

Statistiliselt usaldusväärseteks andmeteks saab lugeda seost peale 1920. aastat, kus mõõdetavate puude arv tõuseb üle kaheteistkümne. Võimalik proovipuude vanuseline kallutatus, noorte mändide üldiselt kiirema kasvu tõttu, väheneb sajandi keskpaigaks nullini. Joonisel on selgelt eristatavad kolm suhtelise juurdekasvu suurenemist – esimene neist saab alguse 1920. aastate keskel, teine ning märkimisväärseim aastail 1950 ning kolmas peale 1980. algust.

Joonistel 4 ja 5 esitatud andmete aegruumiline seletus üksikute puude kaupa on näha joonisel 6. Joonisel 6 eristub selgelt individuaalsete puude suhtelise juurdekasvu erinevus ka kindla uurimisala lõikes. Individuaalsete puude tasandil esineb nii vaevaliselt kasvavaid kui ka mitu aastakümnet järjest „viskavaid“ isendeid. Proovialade lõikes joonistuvad välja kolm selgesti eristatavat suhtelise positiivse juurdekasvu piirkonda.



**Joonis 6.** Radiaalkasvu suhteline muutus Möksi raba mändidel. Suhtelise positiivse juurdekasvuga aastad on märgitud rohelisega, helesinised püsttribud markeerivad proovialade piire ning oranž rida 1969. aasta teadaolevat kuivendust.

Esimene tõus esineb pea kõigil 1920. aastate keskel kasvanud, valemist tingitud vanusele vastanud puudest, olles selgelt esindatud viiel uurimisalal, millest suurim suhtelise positiivse juurdekasvu esinemine on esimesel, ehk rabaservale lähimal uurimisalal. Teine ning märkimisväärsem positiivse suhtelise juurdekasvu esinemine ümbritseb dokumenteeritud kuivendusaastat 1969, kuid on oma massiivsusest hoolimata just katkendlikum kuivenduskraavile lähematel (10 m ja 15 m) uurimisaladel. Esimesel uurimisalal on näha positiivse suhtelise juurdekasvu suurenemist teadaolevale kuivendamisele eelnevalt, mis aga katkeb vahetult enne melioreerimist. See võib viidata varasematele maakasutuse muutustele, mis kajastusid ka keskkonnas, kuid millest andmed puuduvad. Kolmas üldisem suhtelise positiivse juurdekasvu periood saab alguse 1980datel ning kestab üldkaudu dekaadi, kuid ei esine 18% proovipuudest. Selle mitteesinemise suurima tüki haukab endale uurimisala 115 m peal, kuna seal esineb suhtelist positiivset juurdekasvu vaid kolmel uurimispuul kaheteistkümnest.

## 4. Arutelu

Iga-aastased kõikumised puude aastarõngaste mõõtmetes on enamasti kahe faktori koosmõjul põhjustatud: meteoroloogiliste nähtuste nagu temperatuuri ja sademete kõikumine ning mullastiku omaduste muutumine ning dünaamika. Rabades on aga mineraalmullagenees vaevaline väga happelise ning liigniiske keskkonna tõttu. Lisaks lubab turbasambla akumulatsioonist tingitud maapinna tõus toitainete juurdekannet enamasti vaid sademetega (Laas 1987). Joonisel 5L näha oleva aastase sademete hulga tõus alates aastast 1900 pole aga mõjutanud keskmise aastarõnga laiuste kasvu, mis näha joonisel 3L. Ainus tõenäoline korrelatsioon võib olla sademete hulga mõningase suurenemisega ajavahemikus aastatel 1920 kuni 1930, mis kajastub suhtelise radiaalse juurdekasvu suurenemisega igal Möksi uurimisalal selles ajavahemikus. Kuid kuna hilisemate suhtelise radiaalse juurdekasvude suurenemisega

korrelatsioon puudub, peavad aset leidnud muutused pigem olema tingitud rabamullastiku üldiste omaduste muutumisest kui väliste toitainete sissekandest sademete kaudu.

Mõksi raba kuivendamist alustati 1969. aastal. Sellele eelneb kaks positiivse radiaalkasvu esinemise perioodi. Aastatel 1927 kuni 1935 esineb selge tõus ja alates 1950 aastast kuni aastani 1971. Rehemaa oja süvendamise või õgvendamise kohta kirjalikud andmed puuduvad, kuid vanad kaardid on maastikus toimunud muutused säilitanud. H.J.H. Schmidt 1884. aasta kaardil on kujutatud Rehemaa oja veel meandreeruvana (Joonis 2L). Kuid juba vene üheverstasel kaardil leiab sirgeks tõmmatud lõike (Joonis 1L). Seega esimesed õgvendused jäävad 19. sajandi lõpukümnenditesse. Intervjuust L. Itteriga selgub, et Mõksi rabast koguti turvast Wabariigi ajal majapidamiste kaupa. Talude pisikeste turbaukude mõju ei ole aga tõenäoliselt nii suur kui Rehemaa oja varased õgvendamiskatsed seni inimõjust ülekäinud rabamassiivile. Vene verstase kaardi pealt on näha ka sootee Patilt (Patenhof) Rehemaale (Joonis 2L), mis võib olla L. Itteri poolt mainitud „...aga seal oli üks suur sild, mis sinna ühte külasse viis. Ma ei tea, kuidas seda üle lauka tehti” (Lisa 1).

II maailmasõda, ühiskonnas ning inimeste paiknemises tekkinud muutused kajastuvad ka joonisel 5, kus Eesti Wabariigi lõpust alguse saanud langustrend jõuab madalseisu 1950. aastaks. 1950. aastate järsku tõusu võib seletada kollektiviseerimisega, kui suurlautade loomisel hakati koguma loomadele allapanu teiste meetoditega kui seni individuaalsetele (Eesti Entsüklopeedia). Heinamaade ja põllumaade parandamiseks puhastati ning süvendati üldiselt kraavistikku põllusiilude vahel (Paal, Leibak 2013). See loodud lisakraavitus suurendas kaudselt Rehemaa ”poolsaare” kumulatiivset mõju Mõksi rabale. Rehemaa mäe ja talude vahelt jooksva oja õgvendamisega alustati ilmselt juba tsariajal, viidi edasi Wabariigi ajal, kuid jõudis tänapäevasele kujule Nõukogude ajal, kui põlde laiendati üle seni kehtinud loodusliku ja inimõju liigestuse. Rehemaa oja suubub ise Tõlla oja, mis omakorda Halliste jõkke. Seega mängib võimalikku rolli ka nende alamjooksude õgvendamine ning süvendamine.

Joonisel 5 nähtav suhteline positiivne juurdekasv on ruumiliselt lahti seletatud joonisega 6, millelt lugedes on näha, et kuivendus on mõjunud positiivselt pigem kuivenduskraavist kaugemal paiknenud uuritavatele puudele – eriti tuleb see välja 40 meetri pealt. Kuivenduskraavile lähemal paiknenud puudele on senise niiskusrežiimi muutumine pigem mõjunud negatiivselt. Neid väiteid kinnitab ka joonis 5, kus Rehemaa oja kõige lähemal olnud puude juurdekasv on järjepidev langemine 1955,47 mm<sup>-3</sup> pealt 814 mm<sup>-3</sup> peale, kuid siin ei tohi unustada ka antud proovipuude vanuse suurenemist (Laas 1987). Mõksi raba kuivendati aastal 1969, kuid ometi pöörduv puude koguarv, kel esineb suhteline positiivne juurdekasv, juba aastal 1971 langusele. Rabas on toiteelementide eriti lämmastiku ja fosfori sisaldus turbas väike, mistõttu kuivendamisega kaasnev turba niiskusrežiimi parandamine suurendab puude juurdekasvu üsna vähe (Kaisel, Kohv 2009).

1983 kuni 1989 kestis uus tõus puude suhtelises radiaalses juurdekasvus, mille trendi jätkamise peatas ilmselt riigikorra vahetus ning sellest tingitud segadused tarne- ja tootmismajanduses (Eesti Entsüklopeedia). Kuna Mõksi turbamaardla on pigem kohaliku tähtsusega maardla, siis sellele suunatavad ressursid vähenesid esmajärjekorras, et hoida üleval üleriigilise tähtsusega

maardlate hooldust. Lisaks ei saa unustada ka ühiskondlikke ümberkorraldusi põllumajandussektoris, kus kolhooside/sovhooside kadumisest tulenenud muutused tooraine nõudluses, elanikkonna tööhõives ja ruumilises paiknemises tingisid kuivendussüsteemide hoolduse vähenemist või sootuks lõppemist. Järsk langus on ilmselt tingitud ka mändide vanuse suurenemisest, sest puu vanuse suurenedes juurdekasv aeglustub (Laas 1987). Kuid kuna rabamännid kasvavad niivõrd heterogeensetes tingimustes, siis ei saa ka seda mõjurit ainsaks suhtelise juurdekasvu negatiivseks muutumise põhjuseks lugeda.

10 meetri kaugusel Rehemaa ojust ehk esimesel uurimisalal on märkimisväärne muutus märgata ajavahemikus 1932-1936 (joon. 3L). 1969. aasta kuivendusele järgneb küll keskmiste aastarõngaste reas kerge tõus, kuid ei ole see võrreldav puude kasvukeskkonna paranemisega 1932. aastal. Jooniselt 4L on näha mitmeid tõuse suhtelises radiaalses juurdekasvus, st kuivenduseaastale järgnev dekaadipikkune tõus 8 puul 12st näitab küll mändidel toitainete kättesaadavuse paranemist, kuid on näha, et iga mänd reageerib keskkonnamuutustele individuaalselt, mis võib olla seoses esimese prooviala puude vanuselise või mõne muu tundmatu erisusega. Joonisel 5L on näha eelnevate aastate suurema sademehulga seost keskmise radiaalse juurdekasvuga – ohtrama sademevee ja rabaserval paiknemise koosmõju tõttu võib see markeerida suurenenud toitainete juurdekannet.

5 meetrit raba keskosa poole paikneval ehk teisel uurimisalal on märgata täiesti erinev dünaamika. Jooniselt 6L saab lugeda kolme tõusuperioodi. 1929-1946, siis 1960-1972 ja 1981 kuni 1990. Suur muutus 1930datest, mis kajastub ka joonisel 3L, on siin kauguse suurenemise tõttu märgatavalt väiksem – juba viiemeetrine vahe proovialade vahel muudab tingimusi. Kuid ruumilised muutused esinevad ka teisel teljel. Joonisel 7L on välja toodud Mõksi 2. prooviala kõikide puude suhtelise radiaalse juurdekasvu käik. Nende eri otstes paiknevate puude vahe on 12 meetrit. See näitab, et Mõksi rabas ei toimu keskkonnatingimuste muutumine mitte ainult paralleelsetel telgedel kuivenduskraaviga, vaid ka risti, mis viitab raba veetaseme heterogeensele liikumisele, mida kinnitab ka joonisel 7L olevate tulemuste suur individuaalsus.

40 meetri kaugusel kuivenduskraavist e joonisel 9L hakkavad aastarõngaste laiuste read ühtlustuma ning jälgivad pea sama rütmi, mis tähendab, et muutused raba veetasemes on pigem paralleelsed kuivenduskraaviga. Tähelepanuväärne on aastarõngaste keskmise laiuse kasv 1958 kuni 1990. Jooniselt 10L on näha, et kolmekümnendate mõistatuslik positiivne suhteline radiaalne juurdekasv esineb ka siin. Ajavahemikus 1965-1975 esineb positiivne suhteline radiaalne juurdekasv kõikidel prooviala puudel. Dokumenteeritud kuivenduse mõju on kõikidest proovialadest siin kõige selgem, kuna suhtelise radiaaljuurdekasvu jooned langevad suuremas osas alla nulli alles 1990. aastal ja jõudes oma järsu lõpuni 1998. Oletada võib Nõukogude Liidu lõpust tingitud maakasutuse muutustest söötijäämistest ja kraavide kinnikasvamiste kumulatiivset mõju.

65 meetri kaugusel kuivenduskraavist on aastarõngaste laiused taas heterogeensemad (joon. 12L), kuid kui võtta nende suhtelised radiaalsed juurdekasvud (joon. 13L), siis on näha ühe erandiga saavutatud ühtlane rütm. Mis tähendab, et rabaserva/kuivenduskraavi läheduses olev kiirem keskkonnamuutuste kõikumine on tasandumas. 1958 kuni 1971 kestnud tõus oli

suhteliselt ühtlane v.a. ühe erandiga. Sellele järgnenud kerge tõus radiaalses juurdekasvus 1983 kuni 1988 näib olevat 1969. aasta kuivenduse mõju kohalejõudmine aegruumilistest oludest tingitud dünaamika hilinemisega. Juurdekasvu aegruumilisi laineid on varem uuritud rabaserva siirdelises üleminekuvööndis turbalt mineraalpinnasele st pealetungiva raba tingimustes (Ляэнелайд 1976, 1979).

115 meetri pealt on taas suurenenud uuritavate puude aastarõnga laiuste erinevused, kuid nende suhteline radiaalne juurdekasv näitab sarnast kohandumist keskkonnatingimustele. Joonisel 15L eristuvatest kolmest joonest tähistavad kaks kõrvuti paiknevat puud – mis viitab taas lokaalsetele erinevustele, mis mõjutavad individuaalset juurdekasvu. Joonisel 16L on näha ka EW aegset radiaalse juurdekasvu suurenemist. Ka siin esineb pikemaajaline radiaalsete juurdekasvude tõus 1958 kuni 1974, mis jõuab aastatel 1971-1974 positiivseks kõigil kaheteistkümmel puul. Ilmselt on tegemist dateeritud kuivenduse mõjuga.

Joonisel 18L on näha kuidas aastarõngaste laiused koonduvad keskmise ümber, mida vanemaks puud saavad, mis viitab puude kompromissile keskkonnaga kohastumises ja keskkonnatingimuste stabiliseerumises. Sarnane on ka joonisel 19L olev olukord, kus ühe markantse erandiga on näha, et suhtelised radiaalsed juurdekasvud on kuivenduskraavist 245 meetri kaugusel väga sarnased. Joonisel 19L esinev üksik erandlik kõrge suhteline radiaalne juurdekasv on seotud ilmselt kindla puu noorusega, kuid isegi seda arvesse võttes on tegu erandliku juhtumiga. Aastatel 1931-1938 esineb ka sellel proovialal positiivse radiaalse juurdekasvu tõus. 1969-1972 aastate tõus mõjutab taas korraga kõiki prooviala puud. Ka siin esineb dateeritud kuivenduse positiivne mõju. Aastatel 1983-1991 esineb taas tõus suhtelises radiaalses juurdekasvus, mis tuleneb ilmselt turbamaardla aktiivkasutusest, sest peale riigikorra vahetust enam tõusvat trendi ei esine.

Jooniselt 21L on sarnane joonisega 4, kus kokku võetud kõigi kuue prooviala radiaalsete juurdekasvude keskmised, kuid esindab kogu vaatluse all oleva aegrea andmepunkte. Jooniselt on loetav, et kuivendamine on üks mõjuritest radiaalse juurdekasvu ühtlustajana, lisaks proovipuude vanuse suurenemisest tingitud juurdekasvu vähenemisele. Kõik suuremad ning ebahühtlaselt uurimisalade vahel jagunenud juurdekasvu tõusud ennetavad dokumenteeritud kuivendust.

## 5. Kokkuvõte

Käesoleva töö eesmärgiks oli kuivendamise mõjutatud rabakeskkonna ning hariliku männi omavahelise seose parem mõistmine, kuna see aitab leida lahendusi olemasolevatele märgalade keskkonnaprobleemidele ja ennetada uusi. Uurisin Mõksi raba näitel: 1) kas radiaalne juurdekasv on alati vähenemas seoses suureneva kaugusega kuivenduskraavist, 2) kas kuivenduse mõju puhul võib rääkida radiaalse juurdekasvu muutuste aegruumilisest säbarlainest?

Töö käigus mõõtsin ja analüüsisin puiduproove, mis koguti 2012. aastal. Lisaks viisin läbi ka intervjuu Mõksi raba kõrvalt pärit Linda Itteriga, et koguda kohaloolist tausta.

Mõõtmistulemuste analüüsist selgus, et ei rabamändide suhteline positiivne juurdekasv ega radiaalne juurdekasv ei vähene ühtlaselt alati kauguse suurenedes kuivenduskraavist, vaid eristuvad selle muutumise aegruumilised säbarlained. Kuivenduse mõju käitub kui signaal, mille mõju st positiivse juurdekasvu suurenemine/vähenedes sõltub individuaalse uurimisala kaugusest kuivenduskraavist ja aja möödumisest kuivendusest.

Kuivenduskraavile lähim e 10 meetri kaugusel asuv prooviala kaotas oma juurdekasvust enim – seni valitsenud keskkonnatingimuste veetaseme langusest tingitud muutuste tõttu tõukas proovipuud stressi. Kauguselt järgmine prooviala e 15 meetri koges küll kerget tõusu kuivenduse järgselt, kuid märgatavam on pigem juurdekasvu taseme ühtlustumine. 40 meetri pealt on aga näha radiaalse juurdekasvu selge ja kolme aastakümne pikkune kasv – kuivenduse mõju puude juurdekasvule on selgeim. 65 meetri kaugusel kuivenduskraavist on samuti märgata uurimisala keskmise radiaalse juurdekasvu tõusu, kuid selle kõrgeimad väärtused saavad nn hilinemisega. Sama nähtus kordub, kuid pisut väiksemalt ka uurimisaladel 115 m ja 245 m kaugusel kuivenduskraavist.

Kuivenduse mõju rabamändide juurdekasvule pole üldistatav vaid juurdekasvu suurenemisega – harilikud mändid, mis kasvavad Mõksi rabas, näitavad, et reageering keskkonnamuutustele on kui Piibehe ja Vestmanni vastasseis rabamassiivi aegruumilisel maastikul.

## 6. Summary

### Effects of drainage on radial growth in Scots Pine (*Pinus sylvestris*) sample plots in Mõksi bog

Märt Kütas

The objectives of this thesis were to find out on the basis of Mõksi bog: first is the radial growth of Scots pine (*Pinus sylvestris*) always declining in correlation with growing distance from the drainage ditch, and secondly can the effect of drainage be addressed as a spatio-increment wave of radial growth?

Scots pine is the most common tree in Estonia. Bogs and other wetlands make about 22% of the total land area of Estonia; a large part of it is affected by drainage. Understanding the relations between pines and drainage helps us to solve the current issues and prevent the future problems in our wetland environments.

Tree samples for the data of this thesis were collected in 2012. I also conducted an interview with Linda Itter, a local with personal long-term knowledge about Mõksi bog.

The analysis of the radial increment data of the pines growing at different distances from the drainage ditch showed that radial growth does not always decline with the increasing distance from the ditch. Instead, there exists rather a spatio-temporal increment wave in the pine trees.

## Tänuavaldused

Täna südamest töö valmimisele kaasa aitamise eest nõu ja jõuga: PhD Alar Läänelaid, PhD Liisi Jakobson, Prof. David Vseviov (Eesti Kunstiakadeemia), PhD Geoffrey Parkes (University of Southern Queensland), BA Edgar Laksa, BsC Egert Indres, Tauri Liblik, BsC Merli Ilves, Hendrik Neubauer, BsC Madli-Johanna Maidla, MsC Kertu Liis Krigul, BsC Mike Gemar (Karlsruhe Institute of Technology), BA David James Ryan (University of Sydney).

## Kasutatud kirjandus

Aasta muld, 2016.

[http://pk.emu.ee/userfiles/PKI/muld/Aasta\\_muld\\_2016\\_voldik\\_A4\\_web.pdf](http://pk.emu.ee/userfiles/PKI/muld/Aasta_muld_2016_voldik_A4_web.pdf) (Viimati vaadatud 27.05.19)

Altman, J., Fibich, P., Dolezal, J., Aakala, T., 2014. TRADER: A package for Tree Ring Analysis of Disturbance Events in R. *Dendrochronologica* 32: 107-112.

Arold, I., 2005. Eesti maastikud, Tartu Ülikooli Kirjastus

Black, B.A., Abrams, M.D., 2003. Use of boundary-line growth patterns as a basis of dendroecological release criteria. *Ecological Applications* 13: 1733-1749.

Eesti Entsüklopeedia. Eesti majandus 1940-1990.

[http://entsyklopeedia.ee/artikkel/eesti\\_majandus\\_1940%E2%80%931990](http://entsyklopeedia.ee/artikkel/eesti_majandus_1940%E2%80%931990) (Viimati vaadatud 25.05.19)

Geokogud. Abja 92 puurauk. <http://www.geokogud.info/locality/211> (Viimati vaadatud 27.05.19)

Paal, J. 2007. Jääksoode korrastamise käsiraamat. Tartu.

[https://www.envir.ee/sites/default/files/jaaksoode\\_korrastamise\\_kasiraamat\\_1.pdf](https://www.envir.ee/sites/default/files/jaaksoode_korrastamise_kasiraamat_1.pdf) (Viimati vaadatud 27.05.19)

Kaitstavate soode tegevuskava. 2015.

[https://www.envir.ee/sites/default/files/soode\\_tegevuskava.pdf](https://www.envir.ee/sites/default/files/soode_tegevuskava.pdf) (Viimati vaadatud 27.05.19)

Kaisel, M., Kohv, K., 2009. Metsakuivenduse keskkonnamõju ülevaade. Tartu 2009

Kull, A. 2013. Soode ökoloogilise funktsionaalsuse tagamiseks vajalike puhvertsoonide määratlemine pikaajaliste häiringute leviku piiramiseks või leevendamiseks.

[https://docs.wixstatic.com/ugd/6b6658\\_94347d9bdacc42428dc63fbfc7eb89c0.pdf](https://docs.wixstatic.com/ugd/6b6658_94347d9bdacc42428dc63fbfc7eb89c0.pdf)

Kull, A. 2017. Soode ökoloogilise funktsionaalsuse tagamiseks vajalike puhvertsoonide määratlemine pikaajaliste häiringute leviku piiramiseks või leevendamiseks, II etapp

[https://www.kik.ee/sites/default/files/uuringud/aruanne\\_sfl\\_8286\\_projekt.pdf](https://www.kik.ee/sites/default/files/uuringud/aruanne_sfl_8286_projekt.pdf) (Vaadatud 27.05.19)

Laas, E., 1987. Dendroloogia. Valgus, Tallinn.

Läänelaid, A., Sohar, K., Kull, A., 2014. Kuivenduse mõju ulatus Tellissaare rabas mändide jämeduskasvu järgi. Rmt.: E. Tammiksaar, T. Pae, Ü. Mander (Toim.), Uurimusi eestikeelse geograafia 95. aastapäeval (219–229). Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus. (Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis, 111).

Mander, Ü., Liiber, Ü., 2014. Üldmaateadus. Tartu Ülikooli kirjastus.

[https://www.kik.ee/sites/default/files/uuringud/aruanne\\_sfl\\_8286\\_projekt.pdf](https://www.kik.ee/sites/default/files/uuringud/aruanne_sfl_8286_projekt.pdf)

Nowacki, G.J., Abrams, M.D., 1997. Radial Growth averaging criteria for reconstructing disturbance histories from presettlement-origin oaks. *Ecological monographs* 67: 225-249  
Škop, S., 1950. Siin oli soo.

[https://digikogu.ekm.ee/static/preview/image/eesti1941\\_graafdisain/08/t2\\_sotsplak07\\_001.jpg](https://digikogu.ekm.ee/static/preview/image/eesti1941_graafdisain/08/t2_sotsplak07_001.jpg)  
(Viimati vaadatud 27.05.19)

Tamm, T., Järvet, A., 2002. Maaparandus.

[http://www.geograafia.ut.ee/sites/default/files/geograafia/kati\\_tamm\\_jarvet\\_200215.pdf](http://www.geograafia.ut.ee/sites/default/files/geograafia/kati_tamm_jarvet_200215.pdf)  
(Viimati vaadatud 27.05.19)

Tammsaare, A.H., 1974 - "Tõde ja õigus" I osa, Eesti Raamat, Tallinn, lk. 499.

Ots, J. 2015. Kuivenduse mõju puistute kasvule – kirjanduse ülevaade ajakirja  
Metsanduslikud uurimused põhjal. Eesti Maaülikool

Paal, J., Leibak, E., 2013. Eesti Soode seisund ja kaitstus. Regio.

Raudsepp, A., 1946. ENSV Turbasood. Teaduslik Kirjastus.

Sisask, S., 2013. Effect of drainage on the development of an oligotrophic bog Scots pine (*P. - sylvestris* L.) stand in Järvselja. – *Forestry Studies - Metsanduslikud Uurimused* 58: 12–25.  
ISSN 1406-9954.

Sood. Sood Eestis. <http://www.soo.ee/sood-eestis> (Viimati vaadatud 27.05.19)

Ляэнелайд А.И., 1976. Изучение динамики прироста сосен дендроиндикационным методом. Труды Печоро-Илычского гос. заповедника, 13: 66-77.

Ляэнелайд А.И., 1979. Изучение трансгрессии болот методами дендрохронологии. Болота и болотные ягодники. Тр. Дарвинского гос. заповедник, 15: Взаимоотношения леса и болота; болотные ягодники; всплывание торфов на затопленных болотах, Дарвинский гос. заповедник.

Мичурин И.В., 1934. Итоги шестидесятилетних трудов по выведению новых сортов плодовых растений. Изд. 3-е, М.

# Lisad

## Lisa 1. Intervjuu Linda Itteriga

L: „Nime on mul Linda Itter, sünnikodu on mul Saarde... Saarde vald, Pati... Pati küla ja Saaremõisa talu. Olen Pati sepa tütar. Vat nii. Karjas ma ei ole käinud, õde käis karjas. Minu isa oli sepp, temal oli ju nii vähe maad, et ta ei käinudki pea... Meil ei olnudki vaja käia. Aga siis meil oli seal maad, isa oli ju seal teises isamaasõjas käis ja siis anti meile maad ja seal oli raba. Ja seal oli nii suur laugas ja seal ümber lauka siis, kasvas nii palju murakaid ja seal oli ka kinnikasvand laukaid väga palju”.

M: „Vanaema, ma küll igaks juhuks täpsustan üle, et ikka ta käis vabadussõjas, mitte teises maailmasõjas?”

L: „Nojah, jah, jah.”

M: „Jah, aga mul on küsimus vanaema. Et kas sina tead, kas seda Rehema raba või seda Mõksi raba üldse... Kas seda üritati kuivendada kolmekümnendatel või kahekümnendatel?”

L: „Ei minu teada küll ei, aga seal oli üks suur sild, mis sinna ühte külasse viis. Ma ei tea, kuidas seda üle lauka tehti. Seal oli kaks suurt laugast ja seal oli sild peal. Aga teisel oli... Kus oli meie maa peal, mis isale anti, oli hiiglasuur laugas ja seal oli väikseid laukaid ka aga ja osa laukaid oli kinni külmetand, või mis külmetand, kasvand... Aga need olid niuksed rohelised, sinna ei võinud veel peale minna, aga väga palju murakaid kasvas seal.”

M: „Ahah, aga kas nii öelda hilisemalt, mitte ainult siin lapsepõlves, et, et kas sa tead sood üritati kuivendada, sest et kui lõuna poole minna, seal on ju turbakaeva-kaevandus.”

L: „Minu teada küll ei. Aga sealt altpoolt niimoodi, kus niimoodi kõrge oli see raba, niimoodi läks niimoodi noh. Aga siis minu oma enda isa sealt ikke loomadele alla tõi turvast.”

M: „Mhmmh”

L: „Aga muidu niukest suurt turbakaevandust ei olnud.”

M: „Et seega, oli siis siuke minimaalne või enda tarbeks kogutud.”

L: „Jah enda tarbeks jah. Võib-olla et pärast seda, kui mina ära linna tulin, seda ma ei tea, aga... aga siis kui jah ei olnud... Ainult isa enda tarbeks tõi sealt.”

M: „Mhmmh aga kas külamehed veel tõi sellest rabast siis, nagu turvast enda tarbeks?”

L: „Seda mina ei tea, kui mina ära linna tulin, siis noh siis tulid kolhoosid ja siis seal ei olnudki

seal... Loomade alla toodi turvast.”

*M: „Aa. sa tulid linna mis aastal”*

L: (pikem paus) Nelikümmend... Nelikümmend kaheksa või üheksa, ma täpselt ei mäleta.”

*M: „Mhmh”*

L „Nelikümmend neli aasta, siis ma olin alles viieteist... Jah neljakümneüheksandal aastal.”

*M: „Mhmh”*

L: „Jah.”

*M: „Selge, et siis siis selle ajani, sina ei tea, et oleks külamehed või või nagu küla oleks üldiselt üritanud seda raba kuivendada?”*

L: „Ei ei ei, seda ma kohe kindlasti tean. Seda ei saan... Seda minu meelest ei saanudki, seal oli nii palju laukaid. Suu... Üks oli hiiglasuur ja väikseid laukaid oli seal nii palju. Aga üldse millest need laukad seal tulid? Mis seal enne all oli meri või?”

*M: „No no tegelikult on jah vanadelt... Vana kinni kasvanud järv. Aga kas ka teised külamehed töid endale nagu siis loomade alla turvast?”*

L: „Ei minu teada ei toond, see oli see suur suur pikk raba, et seal iga ühel oli oma raba.”

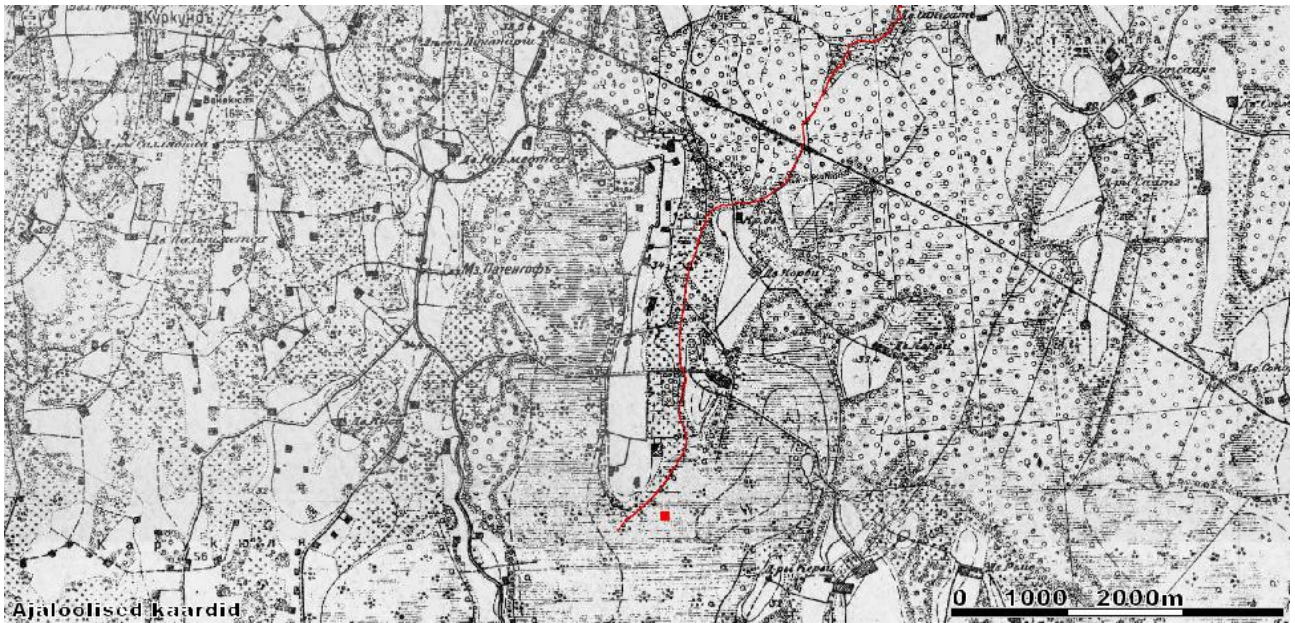
*M: „Aga siis aga nagu ehk siis toodi ikka loomadele alla turvast?”*

L: „Jah loomadele alla, jah.”

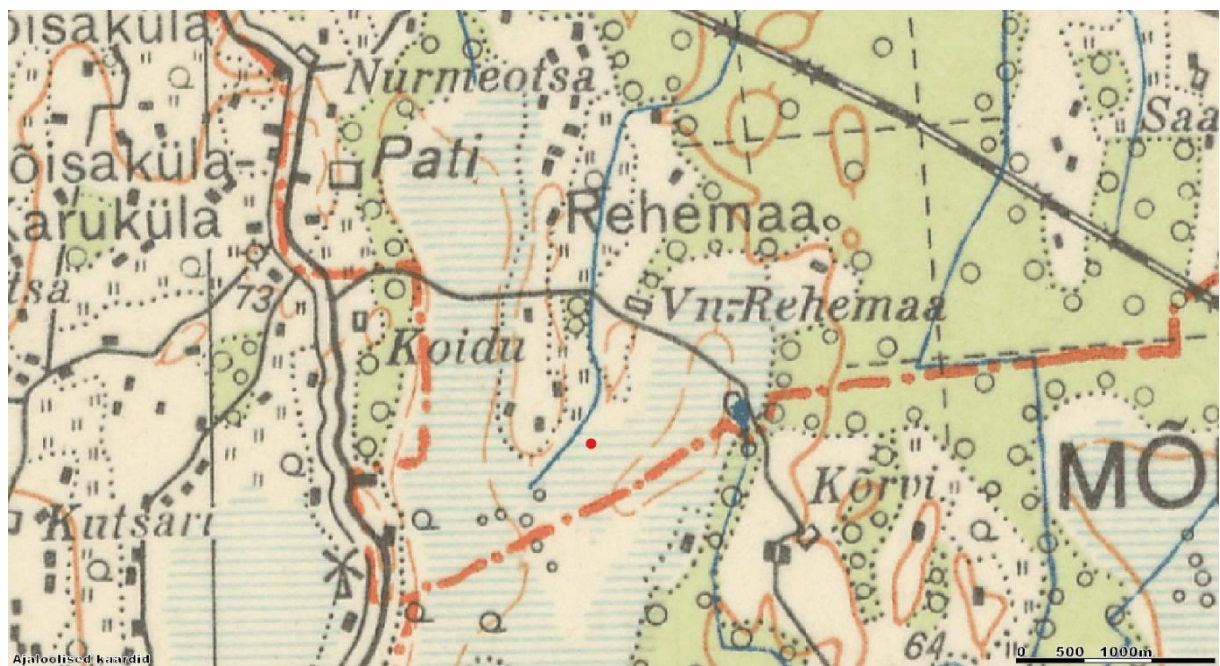
*Edasi ta rabast ei rääkinud.*

*Intervjuu läbi viidud 17. aprillil 2016 kell 19:32*

Lisa 2. Mõksi raba ajaloolistel kaartidel



Joonis 1L. Verstane kaart (1894-1924)

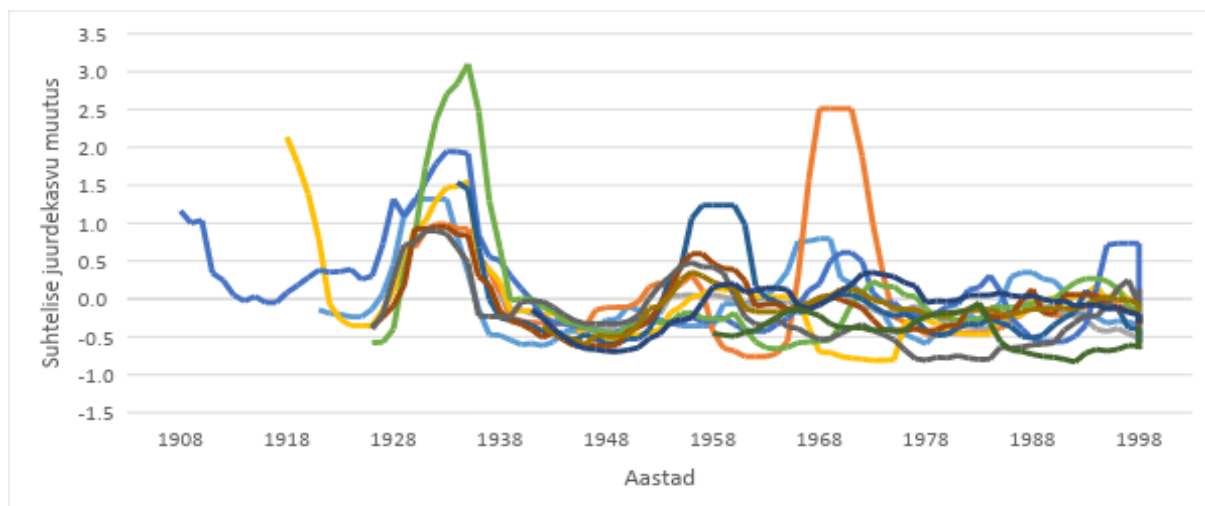


Joonis 1.1L EW topograafiline ülevaatekaart (1938)

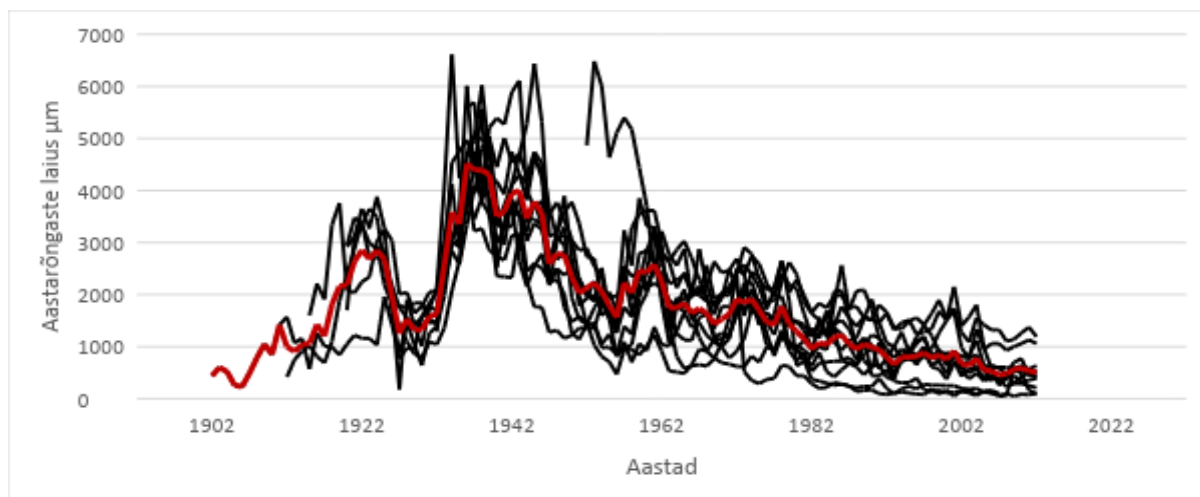


Joonis 2L H.J.H. Schmidt'i kaart (1884)

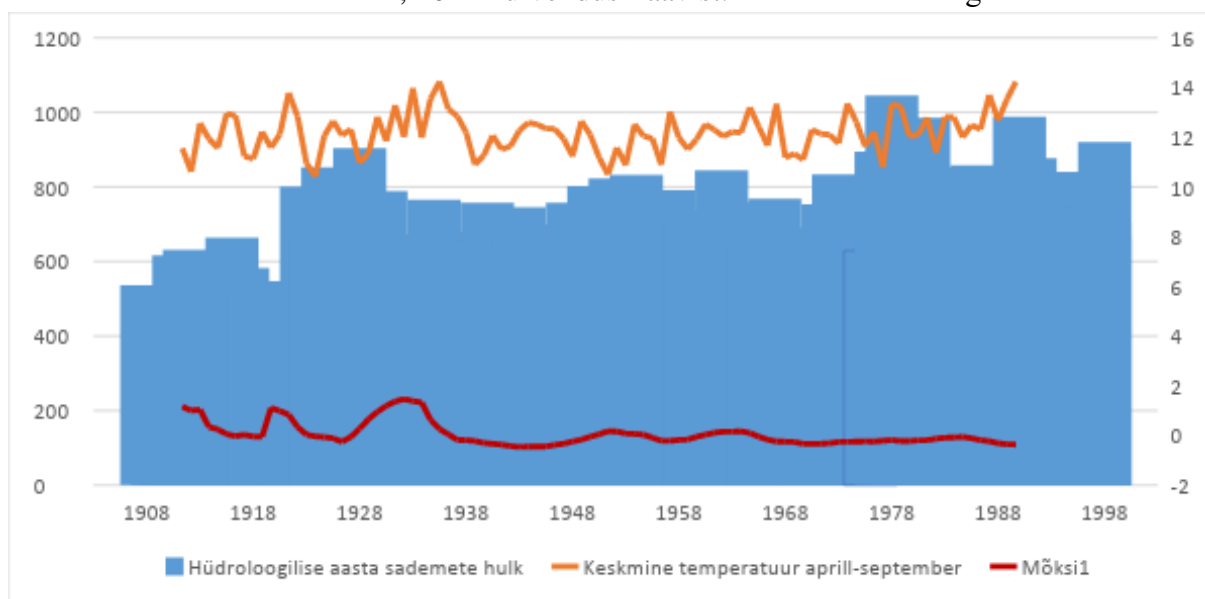
### Lisa 3. Mõksi raba uurimisalade graafikud



Joonis 3L. Mõksi 1 uurimisala, 10 m kuivenduskraavist. Suhtelise juurdekasvu muutus aegreavältel.

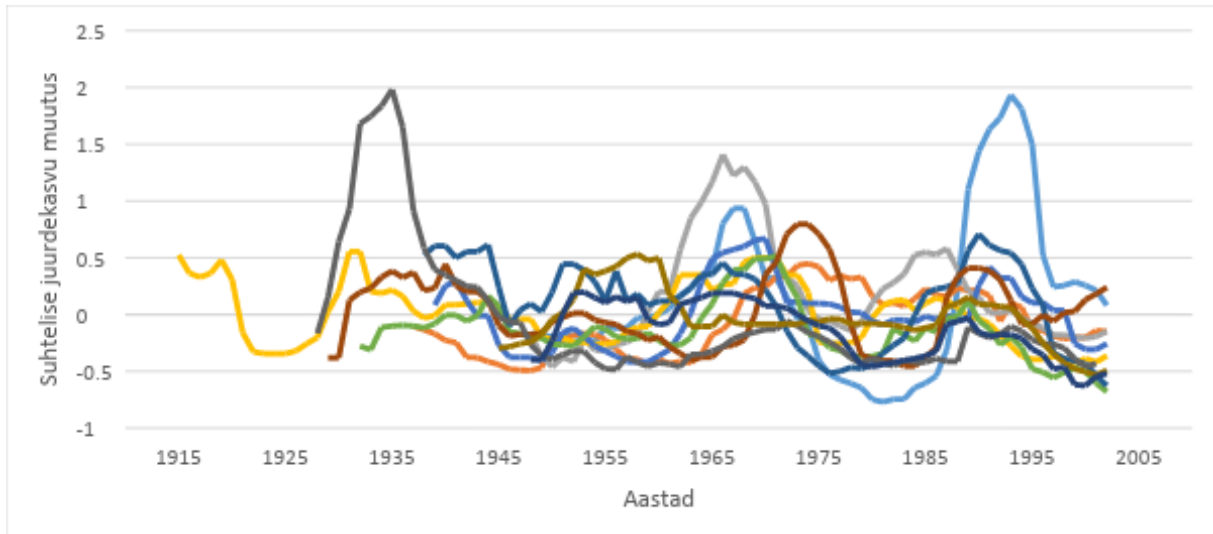


Joonis 4L. Mõksi 1 uurimisala, 10 m kuivenduskraavist. Mändide aastarõngaste laiused.

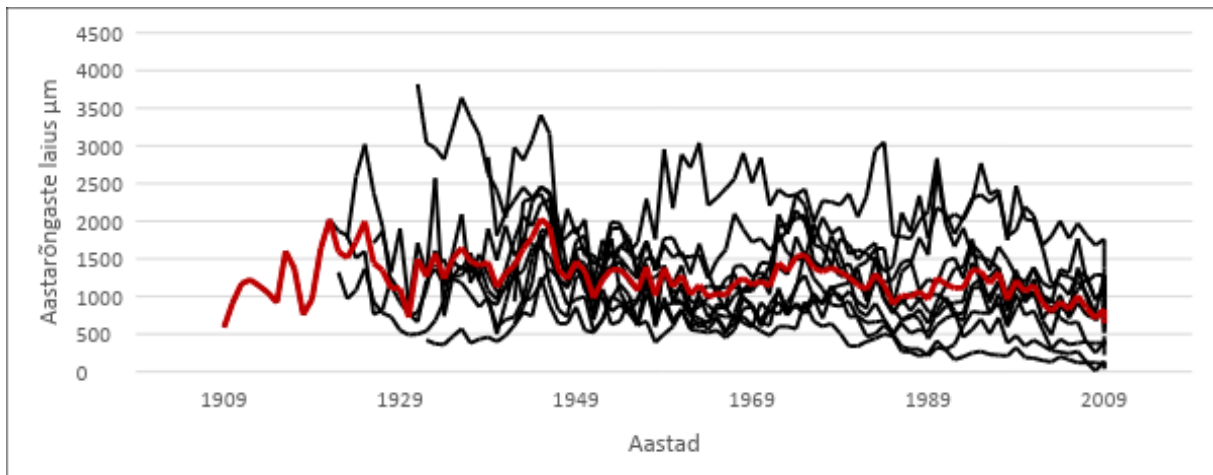


Joonis 5L. Mõksi 1 uurimisala, 10 m kuivenduskraavist. Mändide aastarõngaste laiused koos

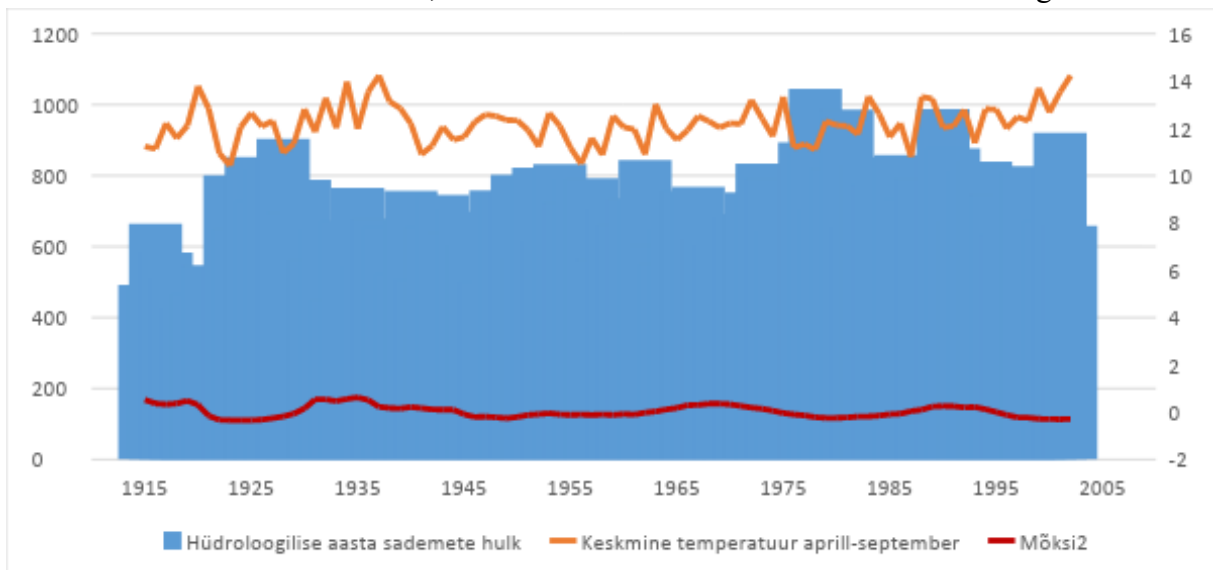
hüdroloogilise aasta sademete hulga ja aprilli-septembri keskmiste õhutemperatuuridega.



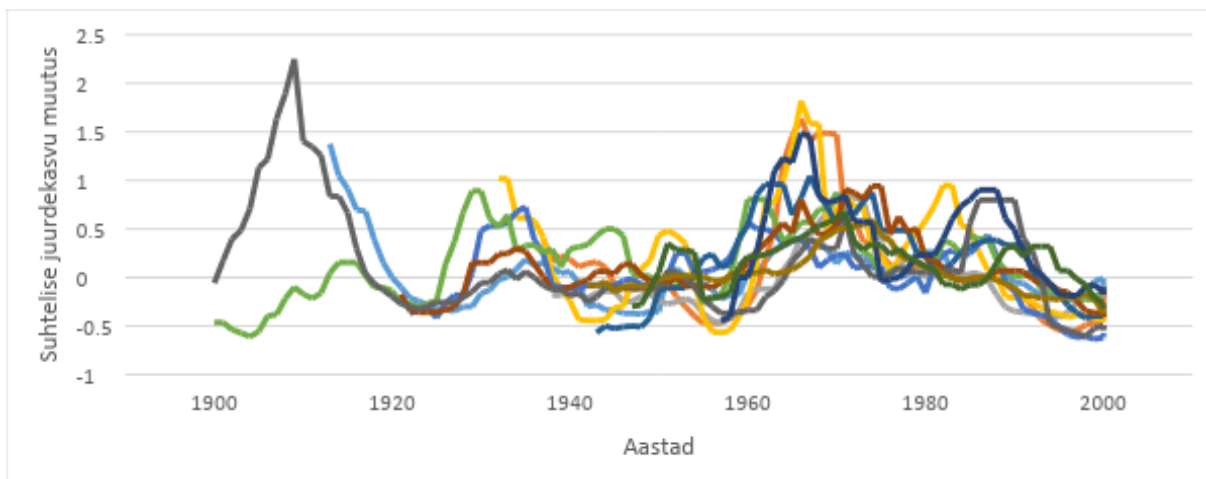
Joonis 6L. Mõksi 2 uurimisala, 15 m kuivenduskraavist. Suhtelise juurdekasvu muutus aegrea vältel.



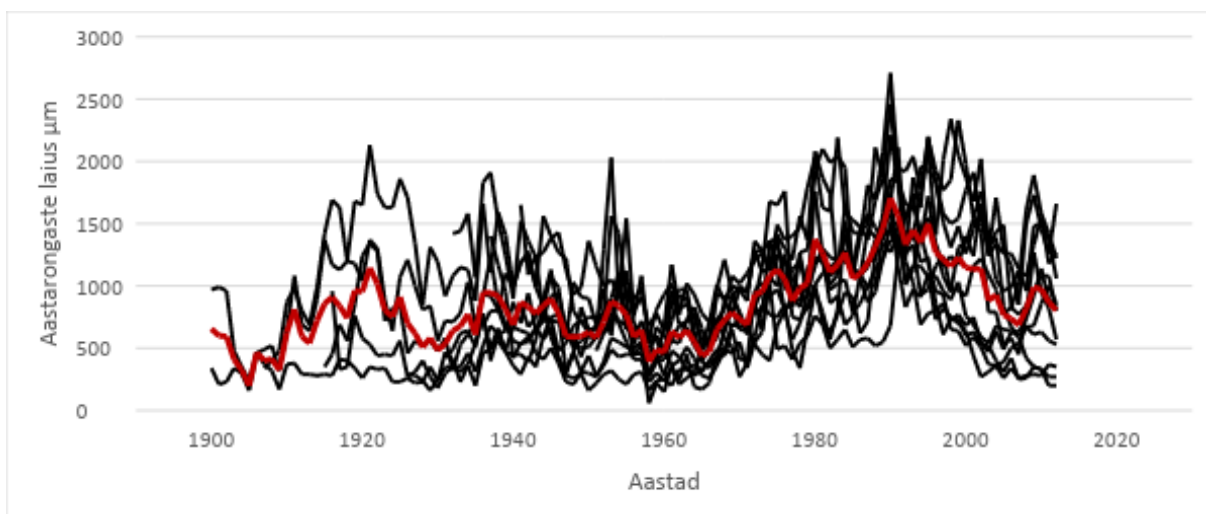
Joonis 7L. Mõksi 2 uurimisala, 15 m kuivenduskraavist. Mändide aastarõngaste laiused.



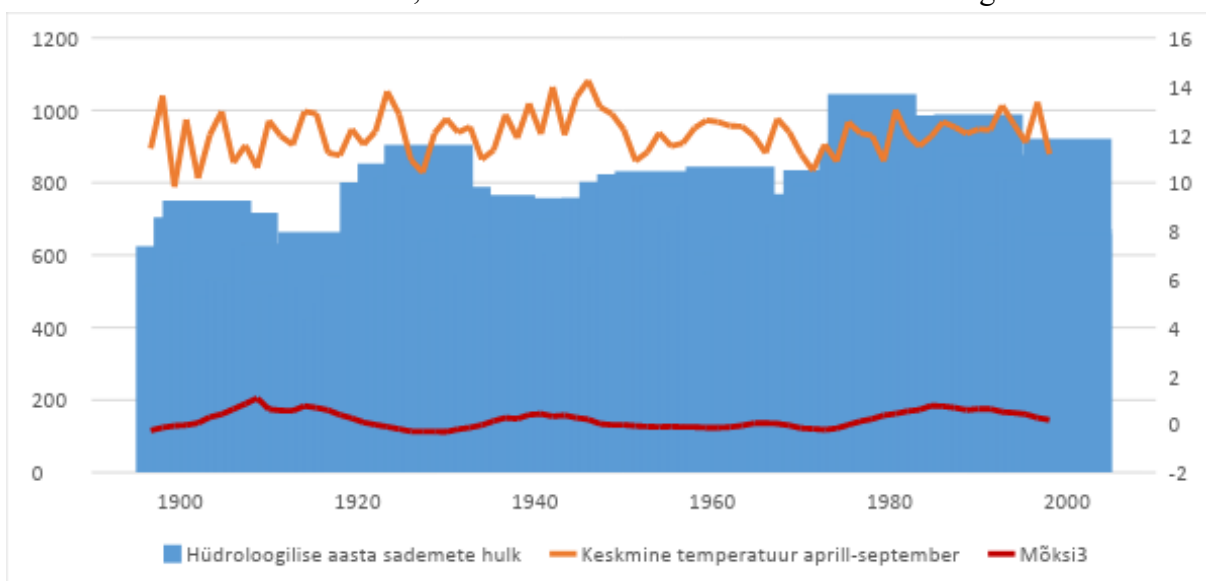
Joonis 8L. Mõksi 2 uurimisala, 15 m kuivenduskraavist. Mändide aastarõngaste laiused koos hüdroloogilise aasta sademete hulga ja aprilli-septembri keskmiste õhutemperatuuridega.



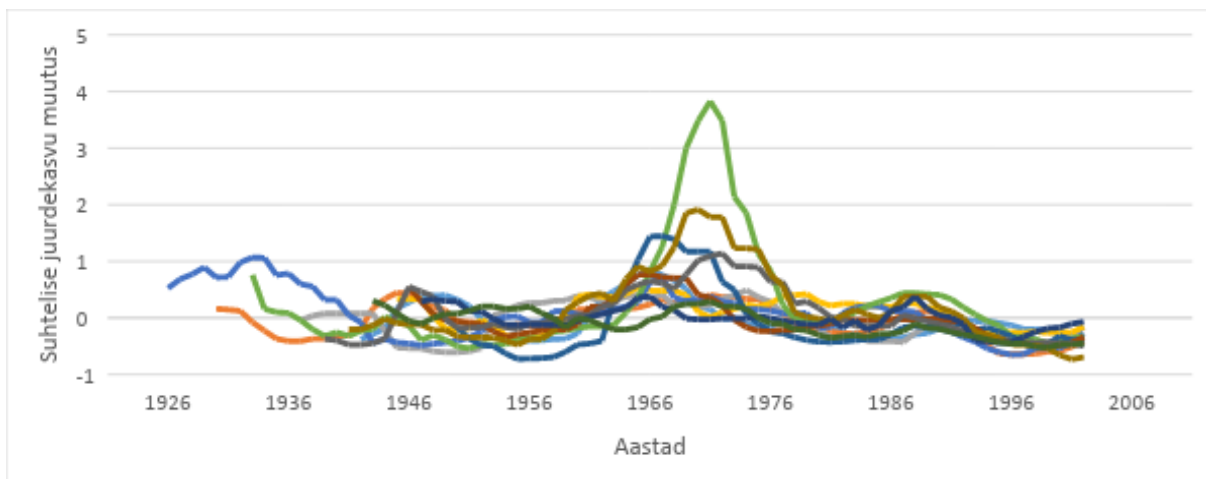
Joonis 9L. Mõksi 3 uurimisala, 40 m kuivenduskraavist. Suhtelise juurdekasvu muutus aegrea vältel.



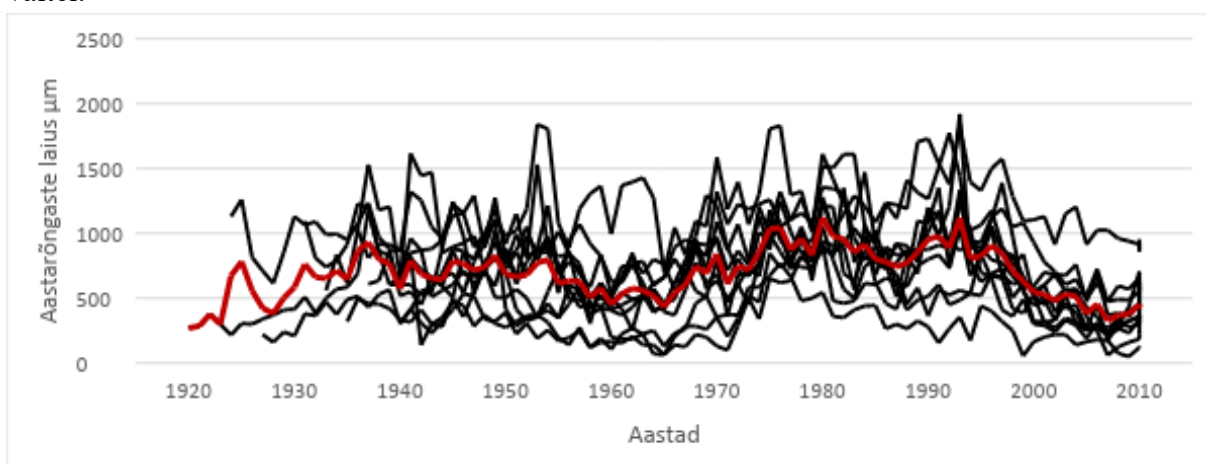
Joonis 10L. Mõksi 3 uurimisala, 40 m kuivenduskraavist. Mändide aastarõngaste laiused.



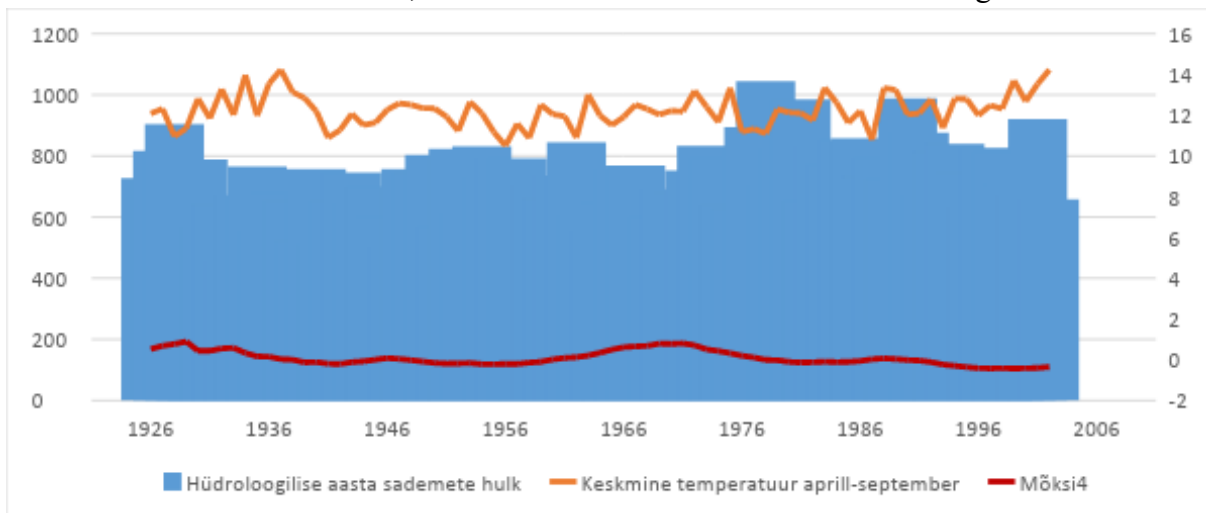
Joonis 11L. Mõksi 3 uurimisala, 40 m kuivenduskraavist. Mändide aastarõngaste laiused koos hüdroloogilise aasta sademete hulga ja aprilli-septembri keskmiste õhutemperatuuridega.



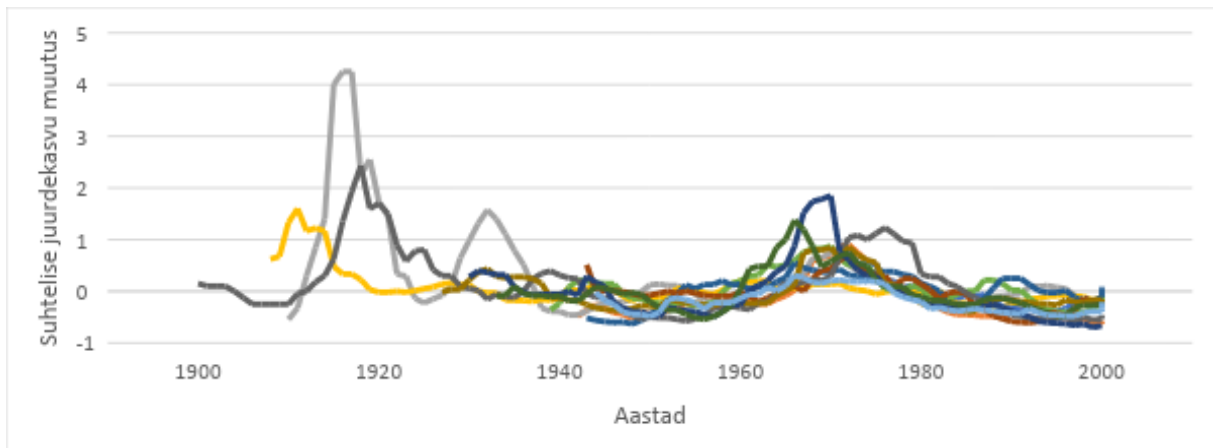
Joonis 12L Mõksi 4 uurimisala, 65 m kuivenduskraavist. Suhtelise juurdekasvu muutus aegrea vältel.



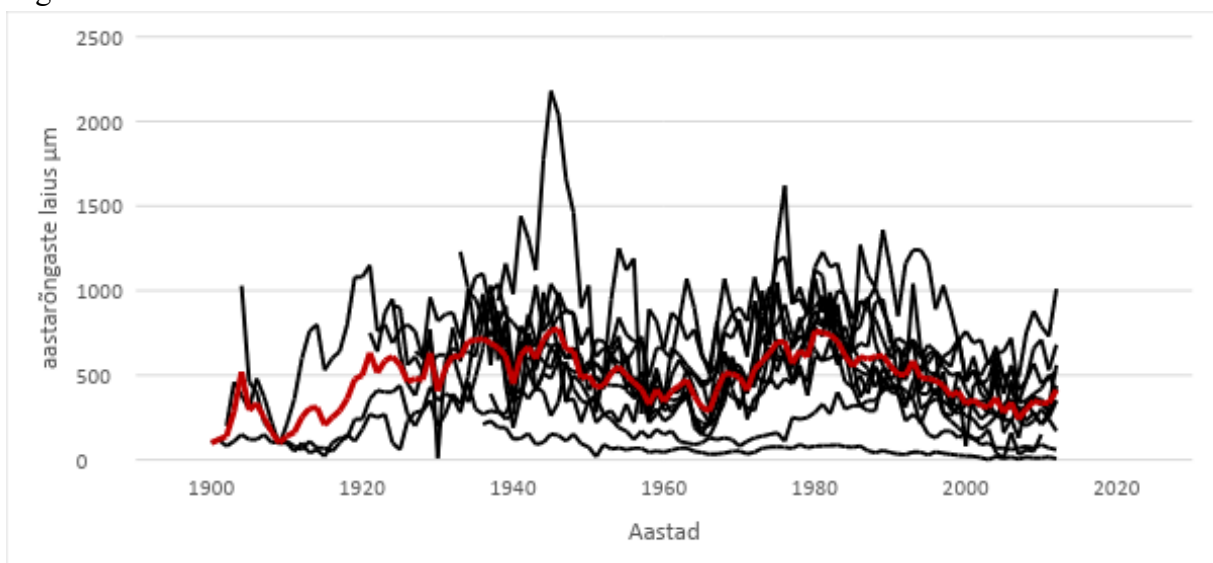
Joonil 13L. Mõksi 4 uurimisala, 65 m kuivenduskraavist. Mändide aastarõngaste laiused.



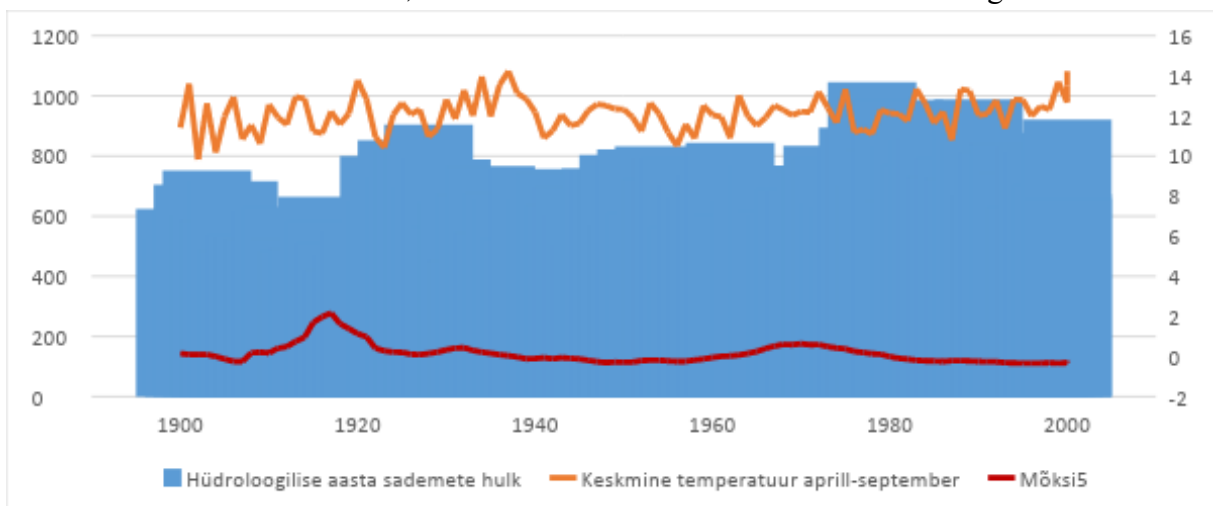
Joonis 14L, Mõksi 4 uurimisala, 65 m kuivenduskraavist. Mändide aastarõngaste laiused koos hüdroloogilise aasta sademete hulga ja aprilli-septembri keskmiste õhutemperatuuridega.



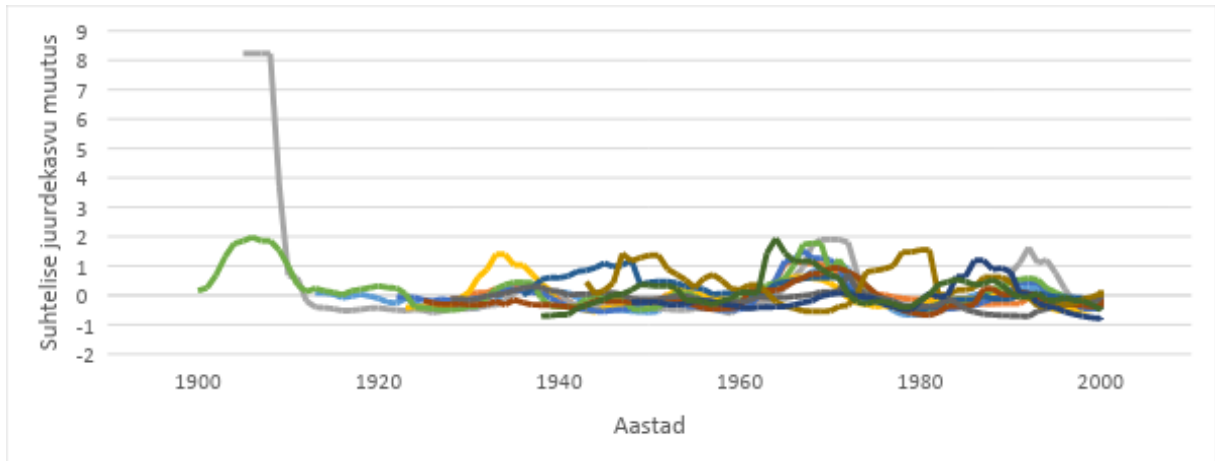
Joonis 15L, Mõksi 5 uurimisala, 115 m kuivenduskraavist. Suhtelise juurdekasvu muutus aegrea vältel.



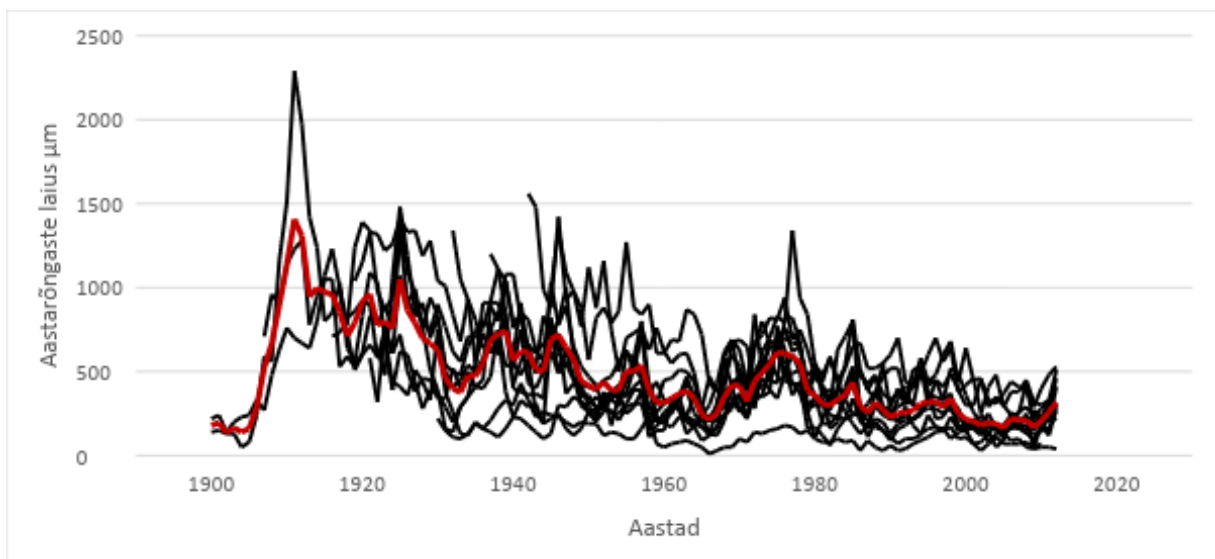
Joonis 16L Mõksi 5 uurimisala, 115 m kuivenduskraavist. Mändide aastarõngaste laiused.



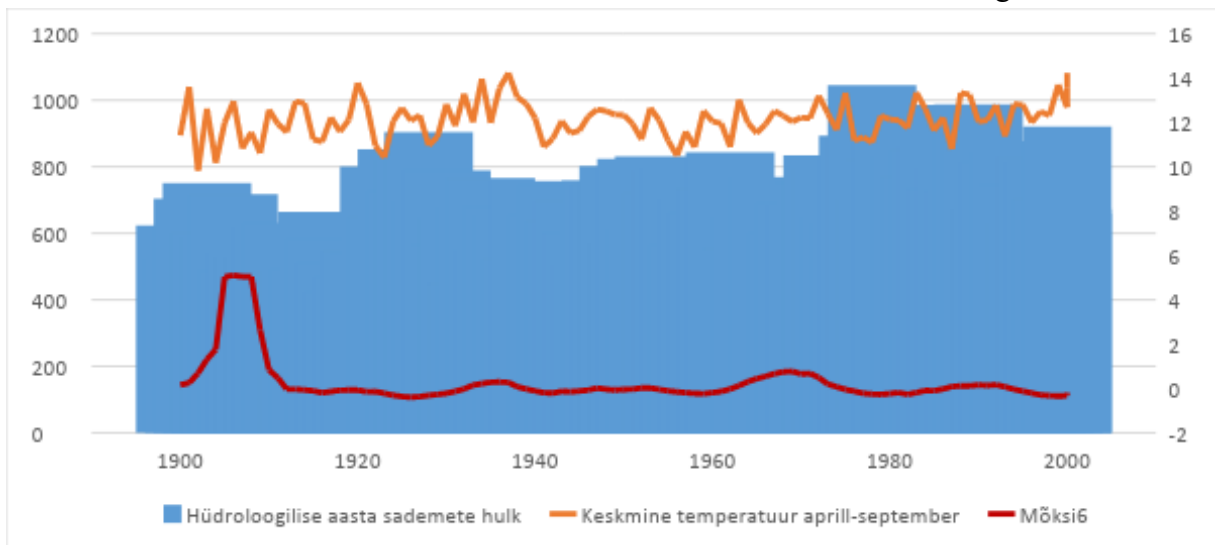
Joonis 17L. Mõksi 5 uurimisala, 115 m kuivenduskraavist. Mändide aastarõngaste laiused koos hüdrooloogilise aasta sademete hulga ja aprilli-septembri keskmiste õhutemperatuuridega.



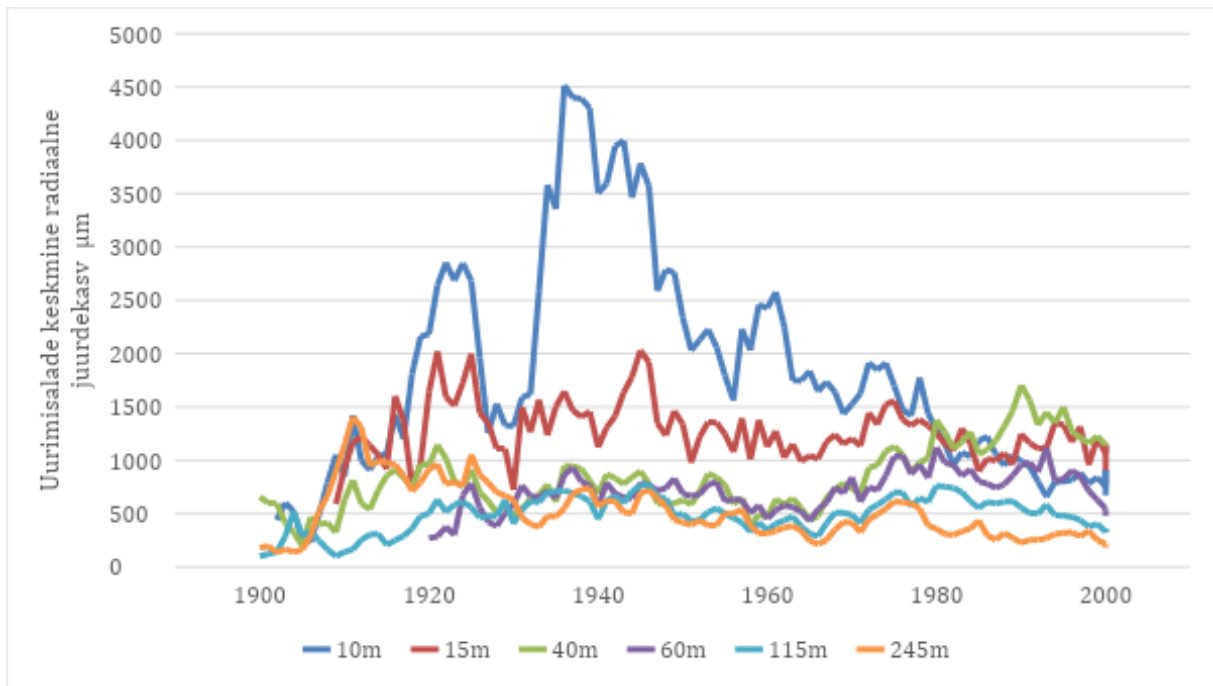
Joonis 18L Mõksi 5 uurimisala, 245 m kuivenduskraavist. Suhtelise juurdekasvu muutus aegrea vältel.



Joonis 19L. Mõksi 5 uurimisala, 245 m kuivenduskraavist. Mändide aastarõngaste laiused.



Joonis 20L. Mõksi 5 uurimisala, 245 m kuivenduskraavist. Mändide aastarõngaste laiused koos hüdroloogilise aasta sademete hulga ja aprilli-septembri keskmiste õhutemperatuuridega.



Joonis 21L. Mõksi raba uurimisalade keskmised radiaalsed juurdekasvud

## Lihthitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Märt Kütas

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihthitsentsi) minu loodud teose „Kuivenduse mõju hariliku männi (*Pinus sylvestris*) radiaaljuurdekasvule Mõksi raba näitel“ mille juhendaja on PhD Alar Läänelaid.
  - 1.1.reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihthitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

*Märt Kütas*  
27.05.2019