



EESTI MAAÜLIKOOL
Metsandus- ja maaehitusinstituut

Joonas Kollo

NOORE HAAVIKU HARVENDAMINE JA KASVUKÄIK
GROWTH DEVELOPMENT AND THINNINGS IN A YOUNG
ASPEN STAND

Bakalaureusetöö
Metsanduse õppekava

Juhendajad: professor Hardi Tullus, *PhD*
nooremteadur Reimo Lutter, *MSc*

Tartu 2015

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1a, Tartu 51014		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Autor: Joonas Kollo		Õppekava: metsandus	
Pealkiri: Noore haaviku harvendamine ja kasvukäik			
Lehekülgi: 43	Jooniseid: 11	Tabeleid: 0	Lisasid: 0
Osakond:	metsakasvatus		
Uurimisvaldkond:	metsakasvatus		
Juhendajad:	Hardi Tullus, Reimo Lutter		
Kaitsmiskoht ja aasta:	Tartu 2015		
<p>Bakalaureusetöö jaoks tehti mõõtmisi ja teostati harvendusraie Järvelja Õppe- ja Katsemetskonnas kvartal nr. 243 asuvas triploidse haaviku (<i>Populus tremula f. gigas</i>) tarastatud katsealal. Mõõtmistulemuste alusel analüüsiti noore haaviku kasvukäiku ja harvendamise mõju noore haaviku kasvule. Töös antakse kirjanduse põhjal ülevaade haava bioloogilistest iseärasustest, majandamisest ning ka haavikute peamistest kahjustajatest.</p> <p>Bakalaureusetöö peamisteks eesmärkideks oli uurida, kas hariliku haava triploidse vormi kõrguse ja rinnasdiameetri kasv on kiirem kui diploidisel vormil, uurida harvendamise mõju haavapuistu kasvule ja pärna-kuuse teise rinde kujunemisele. Lisaks oli eesmärgiks täiendada pikaajalisi vaatlusandmeid „Haavametsa haaviku“ nime all tuntud triploidse haava puistu kasvukäigu kohta ning võrrelda triploidse haaviku kasvukäiku teiste Eestis kasvavate kiirekasvuliste lehtpuuliikidega.</p> <p>Kirjanduse andmetel harvendusraie mõjub puude kõrgus- ja diameetrikasvule positiivselt – juurdekasv suureneb. Alles soovitatakse jätta kõik kõvalehtpuud ning mõningal määral ka teist rinnet, mis soodustab puistu paremat laasumist. Haaviku harvendamist on soovituslik teha alameetodil, jättes puistu tihedamaks, kuna ulukikahjustuse oht on suur. Sel viisil on võimalus säilitada ning tulevikus kasvatada terve haava enamusega puistu. Vältimaks ulukite kahjustusi (peamiselt põdra), on soovitatav puistu tarastada vähemalt 2 m kõrguse aiaga.</p> <p>Haavikuid kahjustab seenkahjuritest kõige rohkem haavataelik (<i>Phellinus tremulae</i>), mis tekitab tüvemädanikku. Vanemates puistutes võib haavataeliku viljakehi leida suuremal osal haabadest, mis tähendab, et haab on tüvemädaniku vastu väga tundlik ning õigeaegne harvendamine võimaldab suuri kahjustusi vältida. Bakalaureusetöö raames raiutud puudest ei tuvastatud puiduproovide DNA analüüsil haavataeliku olemasolu.</p> <p>Töö käigus selgus, et erineva harvendusastmega noore haaviku proovitükkide keskmine kõrgus erines ainult 0,3 m ja rinnasdiameeter 0,7 cm. Kui varasemalt on täheldatud uuritud haaviku aeglasemat kõrguse ja rinnasdiameetri kasvu, siis 14. kasvuaasta järel näitas triploidne haab sarnast kasvukiirust Ia boniteedi kasvukäigutabeliga.</p>			
Märksõnad: harilik haab, triploidne haab, harvendamine			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1a, Tartu 51014		Abstract of Bachelor's Thesis	
Author: Joonas Kollo		Speciality: forestry	
Pealkiri: Growth development and thinnings in a young aspen stand			
Pages: 43	Figures: 11	Tables: 0	Appendix: 0
Department:	silviculture		
Field of research:	silviculture		
Supervisors:	Hardi Tullus, Reimo Lutter		
Place and date:	Tartu 2015		
<p>For Bachelor's thesis the measurements and thinning were made at the experimental area of triploid aspen (<i>Populus tremula f. gigas</i>) stand at Järvelja Öppe- ja Katsemetskond. On the basis of the measurements author made analysis of growth development and thinning effect on a young aspen stand growth. In this thesis the author gives a literature overview of aspen biological peculiarities, management and the main pests.</p> <p>The main objectives of Bachelor's thesis were to investigate whether the aspen triploid form height and diameter at breast height (DBH) growth development is faster than the diploid form at the 14, and to investigate the thinning effects to the aspen growth and the formation of a second layer of spruce and lime. In addition, the aim was to complement the long-term observation data at Järvelja forest district 243, and to compare the growth rate of triploid aspen with other fast-growing deciduous tree species in Estonia.</p> <p>Thinnings effect in a young aspen stand is showing positive influence for the growth rate of the remaining trees. It is recommended not to harvest all the hardwoods and also to retain spruce-lime second layer that promotes better self-pruning of aspen. It is also recommended to harvest aspen reasonably, leaving the stand density higher than necessary, because there exists a high risk of a game damage (especially moose). To avoid game damage, it is recommended to protect the stand with a 2 meter high fence. The most dangerous fungal disease to aspen is <i>Phellinus tremulae</i>, which causes stem rot. In the older stands <i>Phellinus tremuale</i> is able to damage all-most every single tree, which means that aspen is very sensitive to stem rot causing pathogens and well-timed thinnings are recommended to avoid major damage. During the last thinning in Haavamets young aspen stand, <i>Phellinus tremulae</i> was not detected in the harvested trees wood samples according to DNA analyzes.</p> <p>The study revealed that average tree height of the thinning sample plots 1 and 4 varied only by 0.3 m and DBH varied only by 0.7 cm. In both thinning plots, growth was uniform and strong growth abnormalities were not observed. Previous studies in this stand have detected a slow growth rate of triploid aspen, but at the age of 14, the growth rate has been similar or faster compared to the best growth and yield tables for Estonian aspen stands.</p>			
Keywords: triploid aspen, common aspen, thinning			

SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	5
1. KIRJANDUSE ANALÜÜS	8
1.1. Ülevaade Eesti haava ressursist.....	8
1.2. Haava morfoloogia ja bioloogia	10
1.3. Triplodne haab	12
1.4. Haavikute majandamise eesmärgid	12
1.4.1. Hooldusraied haavikutes	13
1.4.2. Hooldusraied haavikutes	13
1.4.3. Haavikute uuendamine	15
1.5. Haab elurikkuse hoidjana	15
1.6. Haava kahjustajad	16
1.6.1. Südamemädaniku tekitajad	16
1.6.2. Haava tüve ja okste kahjurid	17
1.6.3. Lehtede ja seemnete kahjurid	19
1.7. Hübriidhaab uudse puuliigina	19
2. MATERJAL JA METOODIKA	22
2.1. Uuritav katseala.....	22
2.2. Andmetöötlus	24
2.2.1 Statistiline analüüs.....	26
2. TULEMUSED JA ARUTELU.....	27
2.1. Haava kasvukäik	27
2.1.1. Puistu kõrgus	27
2.1.2. Puistu diameeter	29
2.1.3. Puistu tagavara	31
2.2. Proovitükk 4 harvendamine	33
2.2.1. Haavik	33
2.2.2. Pärna ja kuuse teine rinne.....	34
KOKKUVÕTE.....	36

SISSEJUHATUS

„Haaba (*Populus tremula* L.) on metsakasvatustes peetud väheväärtuslikuks puuliigiks. Kuigi haavapuidul on väärt kasutusvaldkondi, on see suuremas mahus tarbimist leidnud vaid küttepuuna. Seetõttu puistuid, kus haab on teadlikult jäetud peapuuliigiks, leidub väga vähe, kuid kiirekasvulise ja konkurentsivõimelise puuna annab ta seguliigina märkimisväärse osa uuendusraiel saadavast puidust. (---). Ajapikku on haab tõusnud populaarsete puude hulka eelkõige kahel põhjusel. Muutused paberitootmise tehnoloogias on teinud võimalikuks toota haavapuidust kvaliteetpaberit. Metsade bioloogilise mitmekesisuse väärtustamisel on hakatud hindama vanu ja jämedaid haavaeksemplare elupaikadena mitmetele harvaesinevatele putukatele ja samuti haava koorel elavatele organismidele“ (Tullus 2009). Haava enamuspuliigiga puistuid on Eestis kokku 128 524 ha (Aastaraamat Mets ... 2013).

Tähtsaim viis edukaks haaviku majandamiseks on hooldusraiate teostamine haavapuistus. Muiste (1960) järgi suureneb diameetri juurdekasv pärast harvendusraiet ning parimat tulemust näitas rohelistekooreline haab, mille katseala on Järvelja Õppe- ja Katsemetskonnas kvartalis 243.

Suureks probleemiks haavikute kasvatamisel, eriti noores vanuses, on põdrakahjustused. Tihedamas puistus on põdrakahjustusi vähem, kuna seal on põdral raskem liikuda. Just pärast harvendamist muutub põdrakahjustuse risk suureks probleemiks. Põdrad võivad kahjustada pea tervet puistut ning puude kasv pidurdub, kvaliteetse puidu väljatulek väheneb ning osa puid võib hukkuda. Vältimaks põdra ja teiste ulukite kahjustusi võib haavikuid tarastada, mis on aga ökonoomiliselt kallis.

„Hariliku haava diploidsest ($2n=38$) vormist kiirekasvulisemaks ja mädanikele vastupidavamaks on osutunud triploidse kromosoomistikuga ($3n=57$) teisend, mida nimetatakse triploidseks haavaks (*Populus tremula* f. *gigas*)“ (Vares *et al.* 2003). On tehtud uuringuid, milles võrreldi haava diploidse ja triploidse vormi kasvukiirust ja vastupidavust seenhaigustele.

Väidetakse, et triploidne vorm on kiirema kasvuga ning vastupidavam tüvemädanikule (Tamm 2000). „Aastatel 1986–1989 tehti Turu ülikoolis uurimus, milles selgitati, kas Nanobeli järve äärest leitud haabasid on võimalik eristada sama piirkonna diploidsetest haabadest silmaga nähtavate või mikroskoopiliste tunnuste järgi. Kokku uuriti 58 diploidset ja triploidset haaba. Jõuti järeldusele, et triploidse haava eristamisel diploidsest on vaja vaadata nii makroskoopilisi puu ja lehtede tunnuseid kui ka rakkude ja õietolmu mikroskoopilisi tunnuseid.“ (Kiilunen 1996 viidatud Vares *et al.* 2003).

Bakalaureusetöö koostamisel oli hüpoteesiks, et triploidne haavik on edukalt uuendatav pärast lageraiet tekkiva loodusliku vegetatiivse uuenduse teel. Peamiseks riskiks haaviku uuendamisel on metsloomade ja haavasiku kahjustused, millele järgneb mädanikutekitajate levik.

Bakalaureusetöö peamised eesmärgid olid:

1. Analüüsida, kas triploidse haava jämedus- ja kõrguskasv on kiirem kui diploidsetel haaval noores eas.
2. Uurida harvendamise mõju noore triploidse haavapuistu kasvukäigule ja kuuse-pärna teise rinde kujunemisele.
3. Täiendada pikaajalisi vaatlusandmeid Järvelja Õppe- ja Katsemetskonnas kvartalis 243 rajatud triploidse haava puistu arengu ja kasvukäigu kohta.
4. Võrrelda looduslikult uuenenud triploidse haavanoorendiku kasvukäiku teiste kiirekasvuliste lehtpuude puistutega, kasutades selleks teaduskirjanduses leiduvaid andmeid.

Bakalaureusetöös analüüsitakse kirjanduse põhjal ka haavikute majandamise probleeme ja tüvemädanike mõju haava kasvule. Välitöödel tehti mõõtmisi Järvelja Õppe- ja Katsemetskonnas asuvas triploidse haava puistus kvartalis 243. Praktilise tegevusena osaleti haavanoorendiku tarastatud katseala kahe katsevariandi korrastamisel: jätkati haaviku harvendamist, uuendati puude numbrid haabadel, ning nummerdati teise rinde pärna ning harvendati pärna ja kuuse teist rinnet.

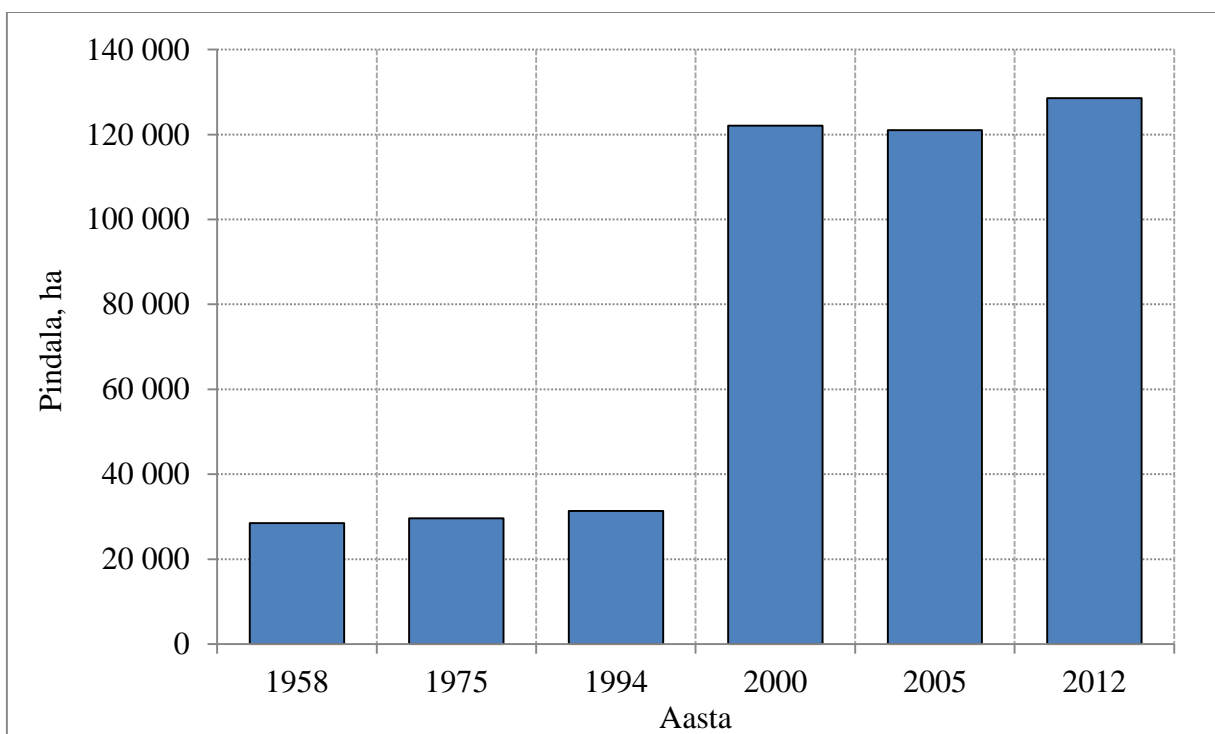
Bakalaureusetöö koostamisel tehti koostööd Even Suislepaga, kes õpib loodusvarade kasutamise ja kaitse erialal bakalaureuseastmes ja kelle lõputöö teema on „Haavataeliku ja

külmaseene esinemine vegetatiivselt uuenenud, tarastatud ja hooldatud haavanoorendikus“ ning kellele viidi mudelpuude puiduproovid juure- ja tüvemädanike määramiseks DNA-meetodil.

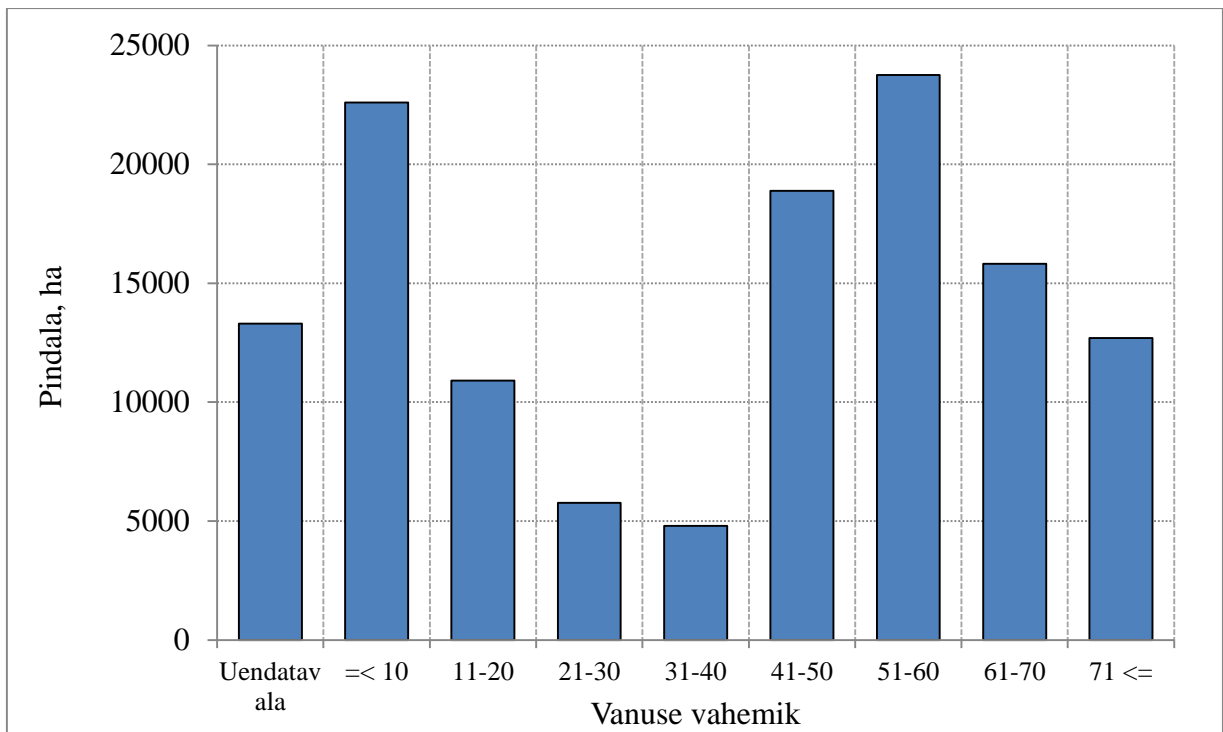
1. KIRJANDUSE ANALÜÜS

1.1. Ülevaade Eesti haava ressursist

Hariliku haava osatähtsus on Eestis metsades viimase 50 aasta jooksul märkimisväärselt kasvanud. Kui 1958. aastal oli Eestis haavikuid 32700 ha, siis 2012. aastal kasvas Eestis haavaenamusega metsi juba 128 524 hektaril (joonis 1). See tähendab, et pindala järgi on 5,8% Eestis kasvavast metsast haavikud. Haava puistute hektari keskmine tagavara on 239 m³/ha ning kogutagavara on 30,7 mln.m³. Eesti metsade tagavarast moodustavad haavikud 6,5% (Aastaraamat mets ... 2013).

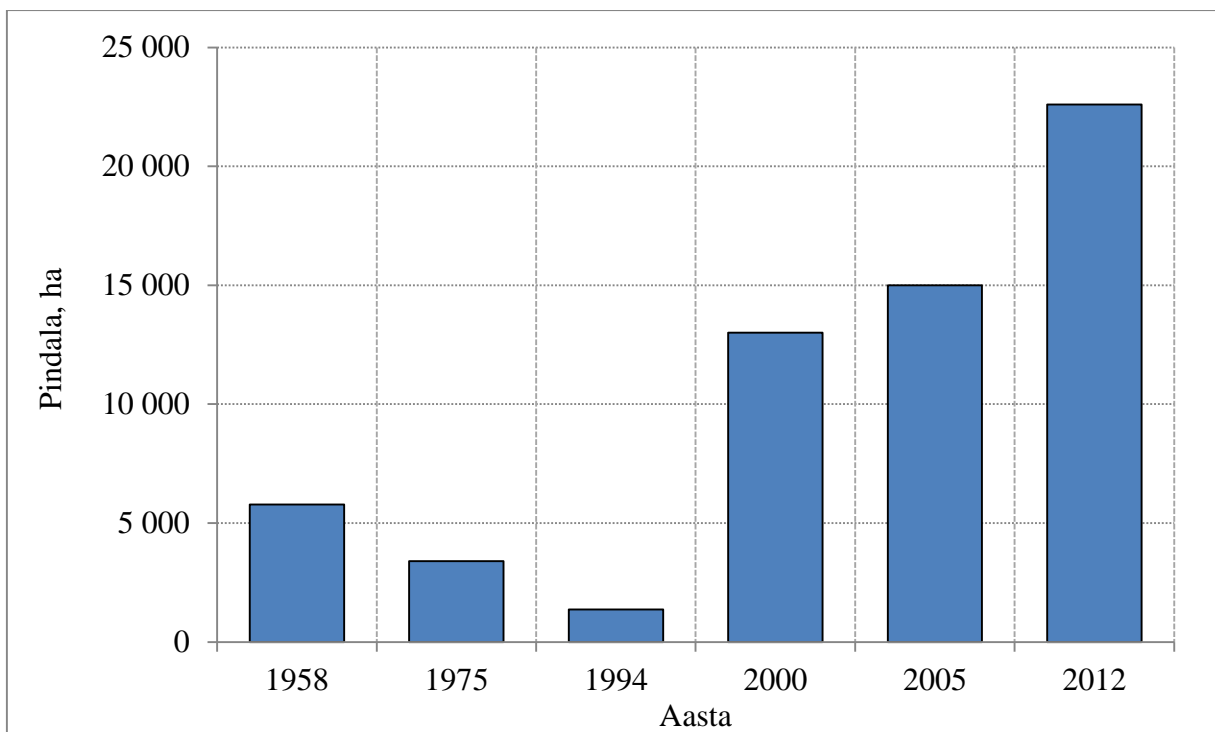


Joonis 1. Haavikute pindala muutus perioodil 1958–2012 Eestis. *Allikas:* (Aastaraamat mets...2013)



Joonis 2. Haavikute vanuseline jagunemine pindala põhjal 2012. aasta seisuga. *Allikas:* (Aastaraamat mets...2013)

Eesti haavikute vanuseline jaotus 2012. aasta seisuga näitab, et suur hulk haavikutest on nooremad kui 10 aastat või uuendatavad alad (joonis 2). Teises äärmuses on Eestis suur hulk majanduslikus mõttes üleseisnud haavikuid (joonis 2), mis omavad olulist rolli bioloogilise mitmekesisuse ja elurikkuse seisukohast (Lõhmus *et al.* 2005).



Joonis 3. Alla 10 aastaste haavikute pindala jagunemine. *Allikas:* (Aastaraamat mets...2013)

Viimase ca 50 aasta jooksul on noorte, alla 10-aastaste haavanoorendike pindala mitmekordistunud: kui 20. sajandi keskpaiku oli alla 10-aastaste haavikute pindala 5780 ha, siis 2012. aastal oli see juba 22603 ha (joonis 3). Haavanoorendike, sealhulgas ka teiste kiirekasvuliste lehtpuude suurt pindala kasvu võib põhjendada eelkõige endiste okaspuu raiesmike ebapiisava uuendamisega erametsades ning vähemal määral kasutusest välja jäänud põllumaade loodusliku metsastumisega (Pärt 2010). Noorte haavikute pindala suurenemine loob õigustatult eeldused, et metsamajandajad vajavad paremaid soovitusi ja praktilisi nõuandeid noorte haavikute efektiivsemaks majandamiseks.

1.2. Haava morfoloogia ja bioloogia

Harilik haab (*Populus tremula* L.) kuulub paplite (*Populus*) perekonda. Paplite süstemaatikas on välja kujunenud kaks peamist suunda: perekonna *Populus* jaotamine alamperekondadeks või sektsioonideks. Eestis kehtib sektsioonideks jaotamise põhimõte, mis toob hästi esile papliliikide morfoloogilisi ja bioloogilisi erinevusi (Tamm 2000).

Harilik haab on väga suure areaaliga liik, mis kasvab kogu Euroopas, Aasias (kuni Amuurimaani, Jaapanis ja Hiinas) ning samuti Põhja-Aafrikas. Areaali põhjapiir ulatub Põhja-Lapimaal 70° ja Nordkapis 71° põhjalaiuskraadini ja Kaukaasias ulatub kuni alpi aasadeni (Laas 1987).

Haab on sirge tüvega puu, mis võib kasvada kuni 42 m kõrguseks ning tema tüve läbimõõt võib ulatuda üle 1 m. Eesti jämedaim elus haab kasvab Valgamaal Helme vallas Kāhu küla Alavõlgese talus. Tema rinnasümbermõõt oli 2003. aastal 342 cm. Kõrgeim haab mõõdeti Tartumaal Meeksi vallas Järvelja metskonnas ja tema kõrguseks saadi 2003. aastal 40 m (Relve 2007).

Haava võra on puistutes enamjaolt laasilinderjas või munajas, ning puudel, mis kasvavad üksikult, on võra laiuv ja ümarovaalne (Laas 1987). Haava tüvi on väikese koondega ja silinderja kujuga. Tema koore värvus varieerub rohelisest kuni hallikasroheline ja hallini (Laas 1987). Noorematel puudel on koor hele, kuid vanadel puudel moodustub tume korp, millel võib leida väiksemaid lõhesid. Leidub puid, mille korp on vaoline või ka sügavarõmeline (Tamm 2000). Noored võrsed on paljad ja harva veidi karvased, läikivad või ümmargused, pruunikasrohelised kuni pruunid, koorel ümmarguste lõvedega, säsi viiekiireline (Tamm 2000).

Lehelaba pikkus ja laius on peaaegu võrdsed, 6–7, cm ning leheroots on keskmiselt 5 cm pikk ja veidi lapergune (Tamm 2000). Lehed on peaaegu ümmargused või ümarrombjad jämedalt tõmpsaagja või laineliselt täkilise servaga. Läbimõõt on 3–5, harva 7 cm. Haab lehtib harilikult mai keskel ning algul on lehed kollakaspunased (Laas 1987).

Haab ei ole kliima suhtes nõudlik, seega on külmakindel puuliik, kuid külmuda võivad juurevõsu mittepuitunud kasvud. Haab on aga valguslembene, seega laasub kiiresti ja hästi. Mullastiku suhtes on haab nõudlik, eelistades värskeid ja viljakaid huumusrikkaid nõrgalt leetunud või nõrgalt karbonaatseid saviliiv- ja liivsavimuldi (Laas 1987).

1.3. Triploidne haab

Hariliku haava triploidne (*Populus tremula f. gigas*) vorm on kiirekasvulisem ja mädanikele vastupidavam kui diploidne haab (Tamm 2000). „Enamjaolt kasvavad triploidsed haavad kas väikeste puistute või üksikpuudena.“ (Vares *et al.* 2003). Esimesena avastas triploidse haava Nillson-Ehle 1935. aastal Rootsisis ning Soomes leiti esimesed triploidsed haavad aastal 1942 (Vares *et al.* 2003). Eestis on triploidset haaba leitud Pikknurme, Õisu, Tähtvere ja Järvelja metskonnast (Vares *et al.* 2003).

Diploidsete ja triploidsete haabade mõningate anatoomiliste ja morfoloogiliste tunnuste uurimisel selgus, et triploidsetel haabadel esineb üldjuhul, nagu see ilmneb ka teiste taimeliikides juures, organite hiidsust (Tamm 2000). Üks olulistest erinevustest on õhulõhe sulgrakkude pikkus (Tamm 2000). „Triploididel on see tunduvalt pikem kui diploididel. Diploidsetel haabadel on sulgraku õhulõhe pikkus 24 μ ja triploidsetel haabadel 29 μ . Lisaks on selgunud, et triploidse haava emasurvad on märkimisväärselt suuremad kui diploididel. Diploidse haava emasurva pikkus varieerub 4–9 cm-ni ja läbimõõd 7–12 mm-ni ning triploidsetel haaval vastavalt 4–10 cm ja 9–16 mm. Samuti on selgunud, et triploidse haava lehelaba pikkus ja laius varieeruvad vastavalt 4–9 cm ja 5–11 cm ning leherootsu pikkus 3–8 cm piires.“ (Tamm 2000).

Kindlaim viis eristada triploidi on siiski kromosoomide arvu määramine, sest looduses on väliste tunnuste alusel triploidi diploidse haava vormidest suhteliselt raske eristada (Vares *et al.* 2003).

1.4. Haavikute majandamise eesmärgid

Harilik haab, üks meie metsades enam levinud lehtpuuliikidest, on viimasel aastakümnel muutunud metsakasvatajate ja puidutöötajate huviobjektiks (Tamm 2000). Eelkõige on haava puistute populaarsust tõstnud muutused paberitootmise tehnoloogias, mis võimaldab toota haava puidust kvaliteetset paberit (Tullus 2009). Viimase ca kümne aasta jooksul on haavapuidule taganud stabiilse turu ja hinna Kundas asuv Estonian Cell`i haava puitmassi tehas.

Kunda haava puitmassi tehas tarbib aastas *ca* 380 000 m³ haavapuitu, kusjuures töödeltakse ka madalama kvaliteediga (värvimuutusega ja südamemädanikuga) haavapuitu (Tooraine 2015). Haavapuitu kasutatakse ka vineeri, puitlaastplaatide ning tuletikkude tootmisel. Tänu haavapuidu halvale soojusjuhtivusele ja vaigu puudumisele on haavapuidul oluline osa saunalavade ja saunaruumide viimistlusmaterjalina (Vares *et al.* 2006).

1.4.1. Hooldusraied haavikutes

„Hooldusraied on üks olulisemaid metsakasvatustlike tegevusi, mida tehakse noorendikest küpsete puistuteni (k.a) eesmärgiga suunata peapuuliigi või -liikide kasvu ja arengut nende kasvuruumi suurendamisega, kujundada puistu peapuuliik või -liigid puistus valitsevaks ning parandada puistu sanitaarset seisundit.“ (Laas *et al.* 2011).

Hooldusraie käigus raiutakse välja kasvukiiruselt aeglasemad, haigemad ja tulevikupuude kasvu segavad puud. Hooldusraiate põhieesmärkideks on vähendada konkurentsi tulevikupuude vahel, parandada puistu valgustingimusi, mis omakorda kiirendab puude jämeduskasvu ning suunata puistu liigilist koosseisu ja selle kasvu.

Laas *et al.* (2011) järgi väheneb puudevaheline konkurents vee, valguse ning toitainete järele, seega suureneb võrdevaheline kaugus ning väheneb juurkonkurents. Kasvuruumi suurenemisele reageerivad kõige paremini juurestik ja lehestik, mille tulemusena võra laieneb. Võra laienemine suurendab fotosünteesi, juurestiku laienemine võimaldab puul rohkem vett imada, mille tulemusena suurenebki puude diameetri juurdekasv (suurenevad aastarõnga laiused, diameeter ja rinnaspindala).

1.4.2. Hooldusraied haavikutes

Haava noorendiku hooldust eesmärgiga kasvatada välja haavapuistu esimesel kümnel aastal ei tehta (Tullus 2009). Esimesel aastakümnel harvendust tehes on suure tõenäoususega tagajärjeks

laialdane ulukikahjustus, pärast mida tuleb noorendikus teha sanitaarlageraie. Kuigi raiesmikul võib kasvada kümneid tuhandeid haava juurevõsusid hektari kohta, söövad suure osa ära põdrad, metskitsed ja jänesed. Valgustusraiet võib teha vanuses 10–20 aastat, viies täiuse kuni 80%-ni. Säilitada tuleb kindlasti loodusliku uuendusena tekkinud kuused ning kõvalehtpuud ja pärnad. Kasvama tuleb jätta optimaalsest tihedusest rohkem puid, kuna osa allesjäänud puudest jääb toiduks põdrale (Tullus 2009).

„Harvendusraied 20–30 aasta vanuses haavikus on tähtsaimad, mida metskasvataja saab teha, et parandada saadava puidu kvaliteeti. Selles vanuses on tüvi laasunud mitme palgi jagu, see on 5–8 m. Esimene harvendusraie võiks toimuda 20–25 aasta vanuselt, teine harvendusraie 25–30 aastast, vahe olgu 4–6 aastat. Eesmärgiks on kiirendada allesjäävate puude jämeduskasvu, tüve diameetri juurdekasv peab olema kiirem kui mädaniku levimiskiirus tüve ristisuunas. (---). Harvendamine toimugu üldjuhul alameetodil ja sanitaarraie põhimõttel. Ära tuleb raiuda põdra kooritud puud. Võib raiuda ka ülevalitsevaid puid, kuid naaberpuud olgu sel juhul elujõulised. Haaviku koosseisus tuleb säilitada saared, andes neile ruumi haabade arvelt.“ (Tullus 2009).

Ülo Tamm (2000) on esitanud harvendusraiate mõju analüüsi, kus rajati naadi kasvukohatüübi puistutesse 10 proovitükki. Katsete käigus selgus, et keskmine haavikute vanus on 41 aastat ja keskmine boniteet on I^a-I. Katsete käigus vähendati raietega puistute täiust keskmiselt 22% võrra ning puistu ristlõikepindala 7,6 m²/ha võrra. Raiejärgne rinnaspindala juurdekasv oli kiire, keskmiselt 1,0 m²/ha/a. Seega tuldi järeldusele, et raie-eelse ristlõikepindala taastumiseks kulub vähemalt 7,6 aastat.

Metsateadlaste Paju ja Tamme (1975) uurimuses südamemädaniku diagnoosimisest välistunnuste järgi selgus, et suhteliselt pikema elusvõraga puudel on väiksemad eeldused südamemädanikku tekkeks. Haava pikem võra eeldab hõredamat puistut ja suhteliselt väiksemat surnud okstega tüveosa (Tamm 2000). Kriguli (1962) andmetel annab häid tulemusi kvaliteetse puistu kasvatamisel laasimine ning samuti saavutatakse parem puistu tervislik seisund ning tõkestatakse infektsiooni teel mädaniku levikut tüvedesse.

1.4.3. Haavikute uuendamine

„Arvestades hariliku haava suurt paljunemisvõimet juurevõsude abil ja majanduslikult madalat väärtust varasematel aastatel, tema istutusmaterjali kasvatamise ja kultiveerimisega Eestis tegeletud ei ole. Valdav osa meil kasvavatest haavikutest on sekundaarse tekkega, st nad on tekkinud raiesmikule, kus haab oli eelmise puistu koosseisus esindatud“ (Varest *et al.* 2006).

Eestis võib Metsa majandamise eeskirja (2006) järgi Ia boniteedi haavikutes uuendusraieid teha 30 aastases puistus ja I–IV boniteedi haavikutes on lubatud teha uuendusraieid 40–50-aastastes puistutes. Kui aga puistu on heas kasvuhooos ning mädanikust vähe nakatunud, võib uuendusraie edasi lükata ja teha ka korduvaid harvendusraieid (Tullus 2009).

Tulluse (2001) järgi on haab kohastunud kasvama parematel kasvukohtadel, peamiselt värsketel või niisketel viljakatel saviliiv- ja liivsavimuldadel, seega haaba on kõige sobivam kasvatada jänesekapsa, sõnajala, angervaksa ja naadi kasvukohtatüübis. Viimane on haava jaoks ökoloogiliselt kõige sobivam (Tullus 2001).

1.5. Haab elurikkuse hoidjana

Vanad suured haavad, mis seest mädanenud, on metsa mitmekesisusele hindamatu väärtusega. Hariliku haavaga on seotud mitmed haruldased metsalinnud, -imetajad, putukad ja ka seened. Haruldastest lindudest elab haaval valgeselg-kirjurähn, kelle värvus on heledamustriline (Relve 2007), kelle arvukus on Euroopas pidevalt kahanenud. Tema lemmiktoiduks on haavasikk. Pesaõõnsuse rajab rähn kõige parema meelega vana haava pehkinud tüvesse ning juba järgmisel aastal võivad seal kodupaiga leida ka teised linnuliigid. Vanad haavikud on asendamatuks elupaigaks ka lendorvale (Remm 2015). Remmi (2015) järgi pesitsesid lendoravad veel 1990. aastatel 3180 ruutkilomeetril, kuid aastaks 2015 on see ala kahanenud 550 ruutkilomeetrit. Lendoravate vähese arvukuse põhjuseks tuuakse välja metsamajandamist, millega kaasneb nooremate metsade levik ja nende fragmenteeritus ning ka kiskjate arvukust (Remm 2015). „Lendorava tähtsaks toiduks on haava pungad ja võrsed. Tema peamiseks pesapaigaks on

õõnsused haavatüvedes. Putukatest on haavaga tihedasti seotud näiteks haavalumik – liblikas, kelle valmik on pruunikasmustade tiibadega. (---). Haavapuust on liik sõltuv vastseeas. Liblika rööviku peaaegu ainsaks toiduks on haavalehed.“ (Relve 2007).

Haavaga on seotud väga suur hulk erinevaid samblike ja sammalde, putukate, mardikate ja seente liiki. Hariliku haavaga on Eestis seotud kokku umbes 2000 erinevat liiki (Lõhmus *et al.* 2005). Arvatakse, et haaval elutseb vähemalt 135 samblikuliiki, neist 30 ainult harilikul haaval. Samuti pakub haavaõõnsus pesa ligi 22-le linnuliigile. Ka surnud haavapuidul elutseb suur hulk organisme. Haava surnud puidult, okstelt või puiduseentelt on Eestis leitud ligikaudu 250 kandseeneliigi viljakehi (Lõhmus *et al.* 2005). Surnud puudes elab putukatest kõige rohkem mardikalisi. Vähemalt mõnes arengustaadiumis puitu vajavast ligi 900 Eesti mardikaliigist umbes 230 elavad surnud haabades (Lõhmus *et al.* 2005). „Võib julgelt väita, et meie looduses pole mitte ühtegi teist puuliiki, kellega oleks seotud nii ohtralt elustiku liike kui haavaga. Isegi tammepuu jääb Eesti kliimas selles mõttes haavale alla. Kahtlemata oleks Eesti elustik vaesem nii mõnegi seene- ja loomaliigi poolest, kui meie metsadest puuduksid poolpehkinud haavahiid.“ (Relve 2007).

1.6. Haava kahjustajad

1.6.1. Südamemädaniku tekitajad

Hariliku haava vastupanu südamemädanikule on väga nõrk. Sellepärast on raske leida täiesti terveid puid isegi noortes puistutes. Vanemates haavikutes on südamemädanikust kahjustatud puude protsent üsna kõrge ja mõnes puistus leidub ainult üksikuid puid, millel puuduvad haavataeliku viljakehad. Haava südamemädanikku põhjustab kõige sagedamini tubakanahkiseliste (*Hymenochaetaceae*) sugukonda kuuluv seen – haavataelik *Phellinus tremuale* (Bond. et Boriss.) Bond (Tamm 2000).

Seene mitmeaastased viljakehad esinevad mõnikord üksikult, sageli on neid aga ühel puul 5–20 ja isegi rohkem (Tamm 2000). Haavataelik on mitmeaastane seen. Viljakeha on kübaraga, väike

või keskmise suurusega ja lühidalt eenduv. Ülapind on tal hall ja paljas, mõningate sügavate lõhedega, mis ulatuvad aluselt servani. Alapind on tumepruun ning seene viljaliha on helepruun, noorena pehme ning kogupaksus on 3–6 cm (Niemelä 2008).

Murdosa seene eoste tohutust eostehulgast satub õhust välja settides ja tuulest kantuna või vihmaga väljapestuna haavatüve kinnikasvamata oksaasemetele, kuivanud oksatüügastele või koore mehaanilistele vigastustele ning viimaste tekkes on tihti süüdi metskitsed ja põdrad (Tamm 2000).

Üldjuhul asub viljakeha surnud oksa kaenlas või oksaarmi kohal, kuid üksikjuhtudel, eriti vanades haavikutes, võib leida ka viljakehade kobaraid (Tamm 2000: 176). Haavataeliku viljakehad on väga kõvad ja pärast viljakeha lahti löikamist võib näha, et suurem osa seenest koosneb õhukestest 2–4 mm püstiste torukeste kihtidest (Sealsamas: 176).

„Mädaniku üldilme ja puidu omaduste muutumise järgi eristatakse südamemädaniku arengus kolm järku. Kõigepealt muutub puidu värvus, peamiselt kahvatupruuniks või pruunikashalliks, kusjuures puidu füüsilised ja mehaanilised omadused jäävad peaaegu endiseks. Mädanemise järgmises järgus muutub puit kollakaspruuniks ning selles leidub üksikuid heledaid laiike ja tihti ka tumedaid jooni. Et seenest kahjustatud puidurakkude seinad on juba tunduvalt õhenenud ja kohati lagunened, hakkab puit nüüd ka pehmenema. Kolmandas staadiumis on mädanenud puit kollakasvalge ja pehme, sageli iseloomuliku magusavõitu metüülsalitsülaadi lõhnaga. Tervest puidust eraldab mädanevat osa tavaliselt mõne millimeetri laiune mustjaspruun joon, mida ümbritseb kuni kahe sentimeetri laiune rohekas või hallikas riba. Mädanenud puidus, peamiselt selle lõhedes, võib tähelepanelikul vaatlemisel näha pruune seeneniitide kogumikke.“ (Tamm 2000).

1.6.2. Haava tüve ja okste kahjurid

Haava okste ja tüve vähki kui ka koorepõletiku ja okste kuivamist põhjustab seen *Cryptodiaporthe populea* (Sacc.) Butin. Selle seene poolt nakatunud, kuid elusad puud

paistavad silma ažuurse võraga ning mittetäielikult arenenud punakate lehtedega, kuid haaval esineb seda harva (Tamm 2000).

Võrsete kuivamist ja lehtede laiksust põhjustab seen *Pollaccia radiosa* (Sib.) Balol. & Cif. See on kottseene *Venturia tremulae* Aderh. konidiaalne arenemisjärk, mis põhjustab peaaegu kõikide noorte haabade tippvõrsete kuivamise nii, et kahjustuspilt sarnaneb külmakahjustusega (Tamm 2000).

„Nooremaid haabu kahjustab väike-haavasikk (*Saperda populnea*), kes muneb munad haabade või pajude peenemate okste ja tüvede koore sisse näritud aukudesse. Paari nädala pärast kooruvad munadest tõugud, kes sisenevad puitu ning õõnestavad pindmisesse ossa käike. Kahjustatud kohta saab ära tunda sinna tekkiva paha järgi. Massilise kahjustuse korral hakkavad puud kiratsema.” (Tamm 2000).

Suur haavasikk (*Saperda charcharias* (L.) kahjustab samuti nooremaid 3–30-aastaseid haabu. Tema tõugud närivad käike tüvede tüükaosas, tüve tüükaosa pakseneb ja tõugu käigud vähendavad selle väärtust ning näritud aukude kaudu võib puu nakatuda seenahaigusesse (Tamm 2000).

„Neljast Eestis kindlaks tehtud haavaüraskiliigist elunevad kolm – *Trypophloeus bisipinulus* Egg., *T. discedens* Palm ja *T. asperatus* (Gull.) – harilikul haaval. Hariliku haavaüraski *Trypophloeus asperatus* (Gull.) ainus kindel leid Eestis pärineb Abrukalt. (---) Harilik haavaürask rajab haudme peaaegu alati haabade ladvaossa ning näib eelistavat siledakoorelisi tüveosa ja oksid.“ (Tamm 2000).

„Haavikute majandamisel peab alati arvestama võimaliku ulukikahjustusega. Harilik haab on toiduallikaks enamikele Eestis elutsevatele taimtoidulistele imetajatele. (---). Ulukite poolt kahjustatud koore kaudu toimub nakatumine südamemädanikku ning puistu võib olla hukule määratud.“ (Lokko 2014). Laasi (2001) järgi peab noore puistu kaitseks rajama tara, mis takistab ulukitel puistusse pääsemist ning tara minimaalne kõrgus peab olema 2 m (Laas 2001: 59). Peamised ulukid, kes kahjustavad haava noorendikke, on põdrad, metskitsed, jänessed ja koprad.

Põdrad kahjustavad enamasti alla 30–40-aastaseid haavikuid (Vares *et al.* 2003), mistõttu soovitatakse haavikut noores eas hoida suhteliselt tihedana (Tullus 2009).

1.6.3. Lehtede ja seemnete kahjurid

Lehesööjaid kahjureid esineb haaval rohkesti. Haava lehtede kahjurid võivad massilise esinemise korral oluliselt pidurdada haavanoorendike kasvu, hävitades kuni 50% lehtedest. Tamme (2000) järgi võib nimetada järgmised kahjurid: *Chrysomela populi* L., *Chrysomela tremula* F., *Gonioctena viminalis* (L.), *Stauronematus compressicornis* (F.), *Euura amerinae* (L.), *Pheosia tremula* Cl., *Byctiscus populi* L., *Leucoma salicis* (L.) jt.

1.7. Hübriidhaab uudse puuliigina

„Hübriidhaava tootmiskultuure hakati Eestis rajama 1999. aastal. Uudse puuliigiga katsetamist alustas AS Mets ja Puu (AS Metsind), kes omandas mahajäetud põllumaid ning investeeris 5 aastaga 650 ha istandike rajamisse. Taustaks olid teadmised, et Soomes-Rootsis katsetati selle hübriidiga edukalt juba pool sajandit tagasi. Hübriidhaava kasvatamise uus hoog tekkis neis maades lõppenud sajandi viimasel kümnendil, kui haavapuit oli muutunud laialdaselt tselluloositööstuses kasutatavaks tooraineks.“ (Tullus 2008).

„Hübriidhaab (*Populus tremula* L. × *P. tremuloides* Michx) on Eestis looduslikult kasvava hariliku haava ja USAs ning Kanadas kasvava ameerika haava kunstlikult saadud ristand. Metsakasvatajatele pakub ta huvi, kuna ületab kasvukiiruselt oma lähteliike ning tema puit sobib hästi kvaliteetse paberi tootmiseks. Väliselt sarnaneb hübriidhaab oma lähteliikidega. (---). Puid võivad kahjustada metskitsed, põdrad, hiired ja põuane ilm esimestel istutusjärgsetel aastatel ning heintaimede suur arv. Puudel on leitud ka putukakahjustusi ning tüvemädanikku põhjustavaid seeni. (---). Hübriidhaava kui pooleldi võõrpuuliigi kasvatamisega kaasnevad ka teatud keskkonnaohud, võimalik on kahjulike putukate ja seenhaiguste masspaljunemine ning

ristumine meil looduslikult kasvava hariliku haavaga. Selgitamist vajavad Eesti tingimustes kõige kiirema kasvuga ja haiguskindlamad hübriidhaavakloonid.“ (Vares *et al.* 2006).

„Hübriidhaava kasvatamise peamiseks eesmärgiks on paberipuidu tootmine 20–30-aastase raieringiga. Lisaks võib jämedamate tüvedest saada haavapalki. Tulevikus võib hübriidhaava kasvatada ka energiametsana. Hübriidhaavaistandikud on üheks võimaluseks endiste põllumajandusmaade taaskasutusele võtmisel. Metsastamine tõstab ühelt poolt selliste maade väärtust ning aitab teisalt vähendada raieid looduslikes haavikutes. Tänu kiirele kasvule soovitatakse hübriidhaava paljudes maades ka tuule- ja vee-erosiooni tõkestamiseks.“ (Vares *et al.* 2006).

2003. aastal alustati Eesti Maaülikooli Metsandus- ja maaehitusinstituudi metsakasvatuse osakonna kiirekasvuliste lehtpuude uurimise tööühma poolt teadustööd, selgitamaks hübriidhaava kui uudse puuliigi sobivust Eesti tingimustes. Selleks rajati 51 püsiprooviruudust koosnev katsealade võrgustik endistele põllumaadele rajatud hübriidhaavikutesse, lisaks rajati 7 püsiproovitükki Aidu põlevkivikarjääri (Tullus 2008). Rajatud on ka 232 taimkatte monitooringu püsiruutu (Tullus 2013) ja detailselt on kirjeldatud mullatingimused ning analüüsitud toiteelementide sisaldust mullas, puulehtedes ja puidus (Tullus 2010). Esimese 5–10 kasvuaasta jooksul näitasid hübriidhaavaistandikud kõrget kasvukiirust ja produktioonivõimet Eesti kliima- ja mullatingimustes (Tullus *et al.* 2007, Tullus *et al.* 2009, Tullus *et al.* 2010), ületades kodumaiseid kiirekasvulisi lehtpuuliike (arukask, hall lepp) eelkõige üksikpuude mõõtmetes (Tullus 2010). Hübriidhaava istandike kasvu noores eas on oluliselt mõjutanud mulla hüdrofüüsilised omadused (Tullus *et al.* 2010) ning noorte hübriidhaavikute kasvukiirus on parem olnud parasniisketel või gleistunud leetunud, näivleetunud ja leetjatel muldadel (Tullus *et al.* 2007, Tullus *et al.* 2010). Hübriidhaava biomassi allokatsioon, toitainesisaldus ja kütteväärtus on sarnased teistele kiirekasvulistele puuliikidele (Tullus *et al.* 2009). Esmased tulemused näitavad hübriidhaava vegetatiivse uuenduse väga kõrget produktiooni pärast lageraiet, mis on võrreldav kiirkasvuliste pajuistandike produktiooniga Põhja- ja Baltimaades (Lutter *et al.* 2013). Esmased tulemused hübriidhaava uute kloonide testimisel näitavad, et kiiremakasvulisteks on osutunud Läti päritolu kloonid (Eelsalu 2012, Merdikes 2013). Hübriidhaavikute majandusliku tasuvuse analüüs näitas, et

investeeringu sisemine tasuvuslävi (IRR) on 7,3% kiirema kasvuga hübriidhaavikutes 26 aastase raieringi korral, mistõttu on ka majanduslikult õigustatud hübriidhaavikute rajamine (Tullus *et al.* 2012a). Taimkatte uuringud noortes hübriidhaava istandikes näitasid, et istandiku alustaimestikku mõjutasid eelnev põllumajanduslik maakasutus, istandiku rajamisel kasutatud maapinna ettevalmistusviis ja mullastiku tingimused (pH, NPK, niiskus) (Soo *et al.* 2009, Tullus *et al.* 2012b, Tullus 2013).

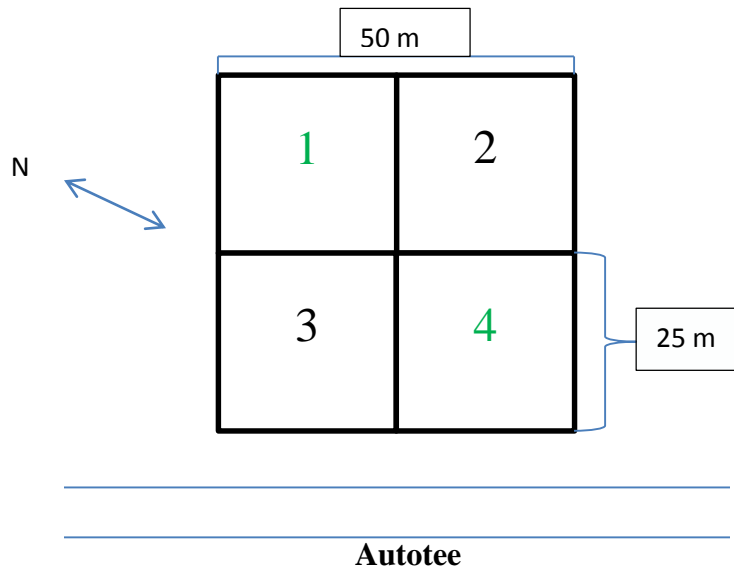
2. MATERJAL JA METOODIKA

Bakalaureusetöö koostamiseks tehti mõõtmisi Eesti Maaülikooli SA Järvelja Õppe- ja Katsemetskonnas, kvartal 243 asuvas triploidse haava uuenduse puistus.

Järvelja Õppe- ja Katsemetskonna ajalugu hõlmab kuni 90 aastat. Nüüdseks on sellest kujunenud sihtasutus, mille asutas Eesti Põllumajandusakadeemia 25. septembril 1997. aastal. Õppe- ja Katsemetskonnale pani aluse 1921. aastal 25. septembril Andres Mathiesen, kelle eestvedamisel asutati õppemetskond Tartu Ülikooli koosseisu. Eesrindlikud metsanduslikud tööd algasid Järveljal juba 19. sajandi II poolel, kui metsade omanikuks oli Kastre mõisnik Nikolai von Essen. Sihtasutuse Järvelja Õppe- ja Katsemetskonna põhitegevuseks on metsapindala ja metsade bioloogilise mitmekesisuse säilitamine, metsade säästev majandamine ühtlase, pideva ja kauakestva kasutamise planeerimisega (Järvelja looduses 2015). Järveljal asuvad metsanduslikud katsealad, sealhulgas hooldusraiate uurimiseks.

2.1. Uuritav katseala

Vastavalt juhendajalt saadud andmetele, tehti kvartalil 243 asuva triploidse haava puistu lõunapoolses osas lageraie 2000/2001. aasta talvel. Raiesmik jäeti vegetatiivsele uuenemisele. Raiesmikule ei jäetud ühtegi seemnepuud ega säilikpuud. Lageraialal kasvab triploidne haab (*Populus tremula f. gigas*), mis on aluseks käesoleva bakalaureusetöö koostamiseks. Uuritaval katsealal kasvab 2014. aasta sügise seisuga 14-aastane triploidse haava puistu. Puistu hakkas kasvama juurevõsust pärast lageraie 2000/2001. aasta talvel. Puistu on jagatud neljaks ruudukujuliseks proovitükiks. Iga ruudukujulise tüki külgede pikkused on 25 x 25 m ehk pindala 625 m². Kogu katseala külgede pikkus on 50 m. Katseala on tarastatud, vältimaks ulukite kahjustusi. Tarast väljaspool olev noorendik sai juba esimeste raiejärgste aastate jooksul suuri kahjustusi metskitsede ja põtrade poolt.



Joonis 4. Triplodse haava loodusliku uuenduse tarastatud ala katseskeem kvartalis 243

Esimene valgustusraie proovitükkidel 1 ja 4 tehti 2004. aastal, mil mets oli 4 aasta vanune. Raiuti teise rinde puuliike: pärna ja pajusid. 2005. aasta kevadeks oli metsa kõrgus 3,2 m ja diameeter 1,7 meetrit. Pärast 2004. aasta raiet jäi proovitükile 4 kasvama 7814 haaba hektarile ning juba 2006. aasta suvel tehti järjekordne raie, kus viidi proovitüki tihedus 5000 puuni hektari kohta. 2009. aastal alustati haavanoorendikus harvendusraie püsikatsega, kui 1. ja 4. proovitükil teostati tugeva-astmeline harvendusraie. Pärast raiet jäi 1. proovitükil alles 130 puud (2080 tk/ha) ning 4. proovitükil 125 puud (2000 tk/ha). Proovitükid 2 ja 3 jäeti kontrollaladeks, kus ei tehtud midagi. Pärast harvendusraiet nummerdati proovitükkidel 1 ja 4 kõik kasvama jäänud haavad. Proovitükil 2 ja 3 nummerdati juhuslikult haabasisid. Kõikidel nummerdatud puudel mõõdeti kõrgus ja rinnasdiameeter. 2011. aastal raiuti proovitükil 4 veel 25 puud ning alles jäi 1584 tk/ha ning proovitükil 1 raiuti 25 puud ning alles jäi 1680 tk/ha-le. 2014. aastal jätkas bakalaureusetöö autor proovitükk 4 harvendamist ning haava tihedus viidi 1280 tk/ha-ni.

2014. aastal alustati ka bakalaureusetöö autori poolt proovitükkide 1 ja 4 pärna alusmetsa kujundamist hooldusraiate abil. Ka Järvelja Õppe- ja Katsemetskonna eeskirjad näevad ette pärna enamusega metsade kasvu soodustamist (Järvelja looduskaitseala kaitsekorralduskava). Proovitükkidel 1 ja 4 harvendati pärna alameetodil ning allesjäänud pärnad nummerdati edasiseks kasvu analüüsiks plastiknumbritega. Proovitükile 1 jäi kasvama 2960 ja proovitükile 4 jäi 1872

pärna hektarile. Lisaks hinnati ära proovitükil 1 ja 4 alusmetsa ligikaudne kuuskede arv, mis proovitükil 1 oli 2128 ja proovitükil 4 oli 2400 kuuske hektarile.

Bakalaureusetöö jaoks tehti Haavametsa haaviku kvartal 243 proovitükidel 1 ja 4 järgmised välitööd:

- 1) 22.09.2014 uuendati proovitükkide 1 ja 4 haabade nummerdust.
- 2) 18.10.2014 mõõdeti kasvavate haabade takseertunnused (kõrgus, rinnasdiameeter).
- 3) 21.10.2014 raiuti 19 haaba proovitükil 4, kus peale raiet jäi alles 80 puud.
- 4) 24.11.2014 ja 21.04.2014 pärna teist rinnet harvendati ning kasvama jäänud puud nummerdati ja mõõdeti nende takseertunnused (kõrgus ja rinnasdiameeter).

Kõik proovitükkide 1 ja 4 haavad mõõdeti 2014. aasta oktoobris. Puude kõrgused mõõdeti mõteseadmega Vertex IV (täpsusega 0,1 m) ja rinnasdiameetrid kahes ristiolevas suunas metsaklupiga (täpsusega 0,1 cm). Pärast kõrguste ja diameetrite mõõtmist, raiuti 4. proovitükil 19 haaba, mille kõrgus ja viimase aasta kõrguse juurdekasv mõõdeti mõõdulindiga. Kasvama jäi 80 puud, mis teeb puistu tiheduseks 1280 puud hektaril. Langetatud puudest oli haavasiku kahjustusega 11 puud. Raiatud haabade puiduproovid anti üle metsakasvatuse osakonna metsapatoloogia laborisse edasiseks juure- ja tüvemädanike analüüsiks Even Suislepa bakalaureusetöö jaoks. Proovitükil 1 ei teostatud haabade harvendusraiet ning 2014. aasta lõpuks jäi proovitükile 1 kasvama 105 haaba, mis teeb 1680 puud hektarile.

Proovitükkidel 1 ja 4 harvendati ka pärna teist rinnet. Raiuti välja kõige peenemad puud ja need, mis häirisid haabade kasvu. Jäeti alles kõige jämedamad ja elujõulisemad puud. Pärast harvendust mõõdeti alles jäänud pärnadel rinnasdiameeter ja kõrgus. Proovitükil 1 mõõdeti kokku 185 pärna ning proovitükil 4 mõõdeti 117 pärna.

2.2. Andmetöötlus

Välitööde käigus kogutud andmete põhjal arvutati proovitüki tagavara järgmise valemi alusel:

$$M = G * H * F, \quad (1)$$

kus M on puistu tagavara (tm/ha);
G – puistus rinnaspindala (m²/ha);
H – puistu keskmine kõrgus (m);
F – puistu keskmine rinnakõrguse vormiarv.

Puistu keskmise rinnakõrguse vormiarv leiti M. Vausi Metsatakseerimise raamatus (2005) avaldatud valemiga:

$$F = b_0 + \frac{b_1}{H} + b_2 * \sqrt{H} + b_3 * \ln(H), \quad (2)$$

kus F on puistu keskmine rinnakõrguse vormiarv,

H – puistu keskmine kõrgus (m).

Haava kordajad on $b_0 = 0,8813$;

$b_1 = -0,595$;

$b_2 = 0,0437$;

$b_3 = -0,1969$.

Pärna kordajad on $a = -1,6715$;

$b = 7,5641$;

$c = -0,3429$;

$d = 1,1006$.

Puistute täiused arvutati M. Vausi Metsatakseerimise raamatus (2005) avaldatud valemiga:

$$T = \frac{G}{G_n} * 100, \quad (3)$$

kus T on puistu täius protsentides;

G – puistu rinnaspindalade summa (m²/ha);

G_n – normaalpuistu rinnaspindalade summa (m²/ha).

Normaalpuistu rinnaspindalade summa arvutatati Metsakorraldamise juhendis (2009) avaldatud valemiga:

$$G_n = a + b * H + c * H^2 + d * \sqrt{H}, \quad (4)$$

kus G_n on normaalpuistu rinnaspindalade summa (m^2/ha);

H – rinde keskmine kõrgus (m).

Haava kordajad on $a = 7,93$,

$b = 1,4932$;

$c = -0,0076$;

$d = -0,9684$.

Pärna kordajad on

$a = 11,65$;

$b = 2,0183$;

$c = -0,0155$;

$d = -4,4908$.

2.2.1 Statistiline analüüs

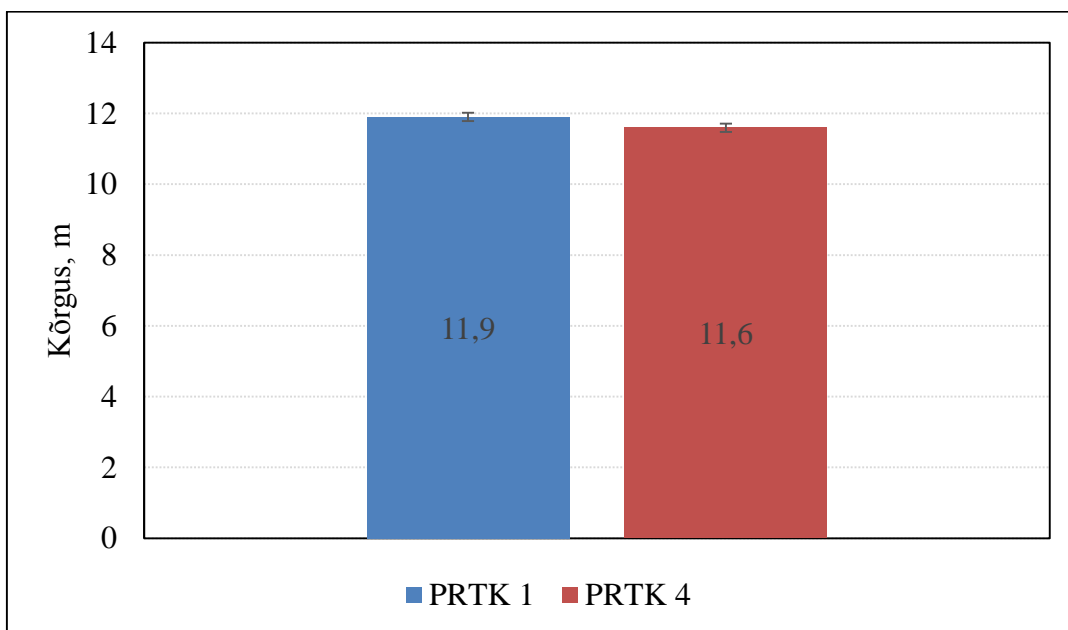
Välitööde käigus kogutud andmed sisestati programmi Microsoft Excel 2010 ning kõik arvutused tehti samuti selles programmis. Kõrguse ja rinnasdiameetri sobivust normaaljaotusele kontrolliti juhendajate kaasabil Shapiro-Wilk testiga, kus järeldati, et andmestik on normaaljaotusega. Analüüsitavaate proovitükkide jaoks arvutati statistilised karakteristikud, mis iseloomustavad puistu rinnasdiameetrit ja kõrgust: maksimaalne ja minimaalne väärtus, aritmeetiline keskmine, standardhälve ja standardviga (Kiviste 2007). Proovitükkidel 1 ja 4 keskmiste takseertunnuste (kõrgus, rinnasdiameeter) võrdlemiseks kasutati Studenti t-testi. Kõikide testide puhul oli olulisuse nivooks $p\text{-value} < 0,05$.

2. TULEMUDED JA ARUTELU

2.1. Haava kasvukäik

2.1.1. Puistu kõrgus

Mõlema mõõdetud proovitüki haava aritmeetilised keskmised kõrgused on esitatud joonisel 5.

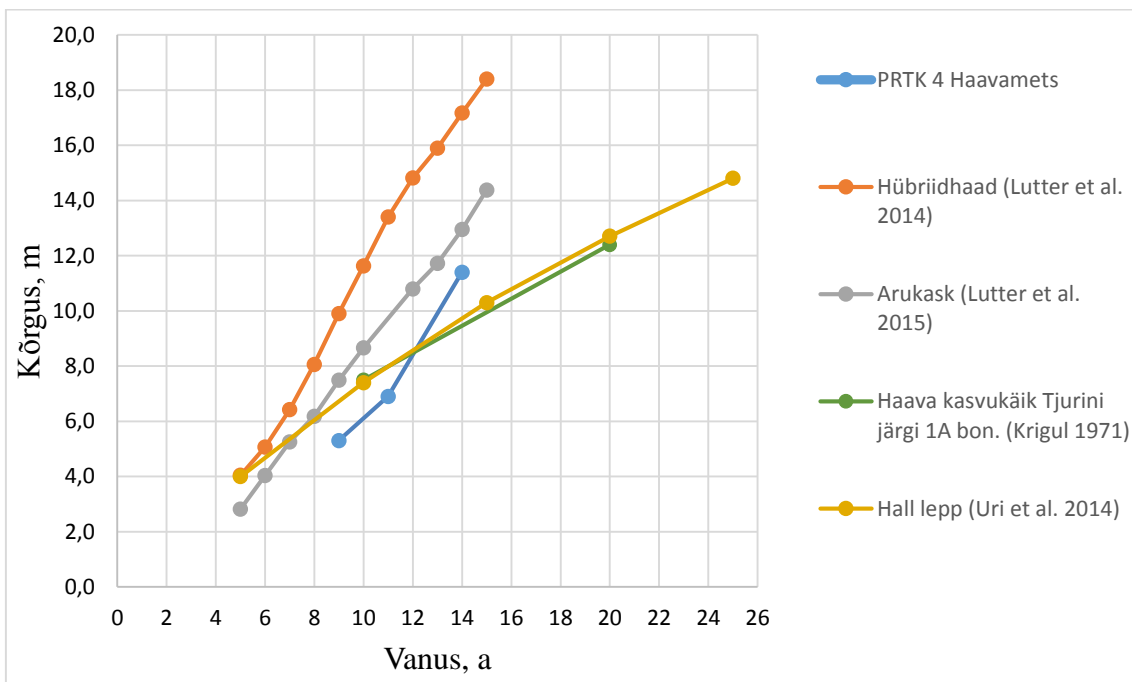


Joonis 5. Proovitükk 1 ja 4 keskmised kõrgused 14-aastaselt, vearibad tähistavad standardviga

Studenti t-testi põhjal erinesid enne raiet proovitüki 1 (11,9 m) ja 4 (11,4 m) keskmised kõrgused usaldatavalt (p -value = 0.043) üksteisest. Pärast harvendust arvutati proovitüki 4 keskmiseks kõrguseks 11,6 m, mis ei erinenud enam usaldatavalt proovitüki 1 keskmisest kõrgusest 11,9 m (p -value = 0.069).

Kõrguste erinevus pärast raiet on ainult 0,3 m. Ilmneb, et mõlema proovitüki kõrguse kasv on olnud suhteliselt ühtlane. Proovitükilt 4 raiutud mudelpuude keskmine kõrgus oli 10,7 m ehk raiuti alameetodil kasvus alla jäänud haabasid.

Kui võrrelda bakalaureusetöö autori proovitükil 4 mõõdetud kõrguste tulemusi juhendajalt saadud 2009. ja 2011. aasta tulemustega, siis alates 2009. aasta kevadest kuni 2014. aasta sügiseni on puud 6,3 m kõrgust juurde kasvatanud. Sellest võib järeldada, et 4. proovitüki haabade aastane juurdekasv on 1,2 m. Samas tasub meeles pidada, et haabade alameetodil raie tõstab kunstlikult keskmist kõrguse juurdekasvu. Mudelpuude põhjal hinnati raiutud puude keskmiseks viimase aasta juurdekasvuks 0,7 m. Võib eeldada, et valitsevatel ja elujõulisematel puudel oli kõrguse juurdekasv sarnane, kui mitte kõrgem, mistõttu võib järeldada, et 14. kasvuaastal näitas triplodne haab väga head kasvukiirust.



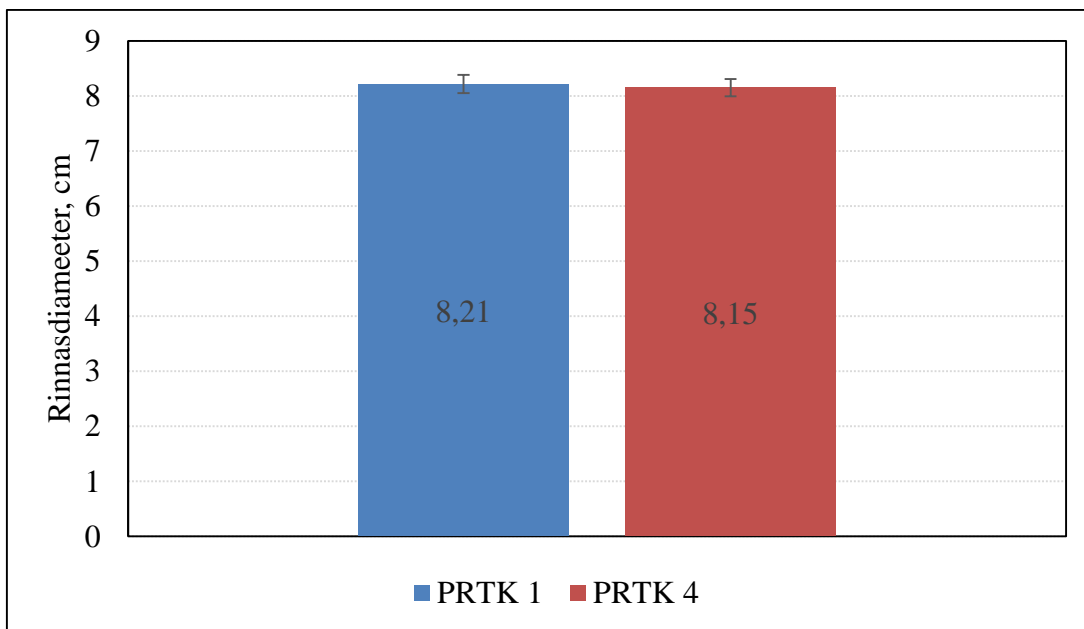
Joonis 6. Proovitükk (PRTK) 4 Haavametsa haaviku kõrguse kasvukäik ning võrdlus Tjurini Ia boniteedi kasvukäigutabeli (Krigul 1971) ja teiste kiirekasvuliste lehtpuude kõrguskasvuga

Nagu joonisest 6 nähtub, kasvavad arukask ja hübriidhaab triploidsest haavast kiiremini 14. kasvuaasta lõpus. Kuni kaheteist aastani kasvab ka hall lepp triploidsest haavast kiiremini (Uri *et al.* 2014), kuid 11-aastaselt hoogustus Haavametsa haaviku proovitükk 4 kõrguskasv ning

14.aastase triploidse haaviku kõrgus oli juba 11,4 m enne raiet, kusjuures halli lepa kõrgus oli selles eas veidi alla 10 m. Võrreldes Tjurini Ia boniteedi haava kasvukäigutabeliga (Krigul 1971), kasvas triploidne Haavametsa haavik aeglasemini kuni 12 aastani ning pärast seda aga ületab uuritav Haavametsa haavik kõrguskasvus Ia boniteedi hariliku haava kasvukäigutabelit. Hüpootees, et triploidne haab kasvab diploidsest haavast kiiremini, saab siin kohas kinnitust. Teistest lehtpuudest kiirema kõrguskasvuga on hübriidhaab, kus 14-aastasena oli puistu keskmine kõrgus ligi 18 m (Lutter *et al.* 2014).

2.1.2. Puistu diameeter

Proovitükk 1 keskmine diameeter on 8,21 cm ja 4. proovitüki keskmine diameeter enne harvendusraiet 7,72 cm ning pärast harvendusraiet 8,15 cm (joonis 7).



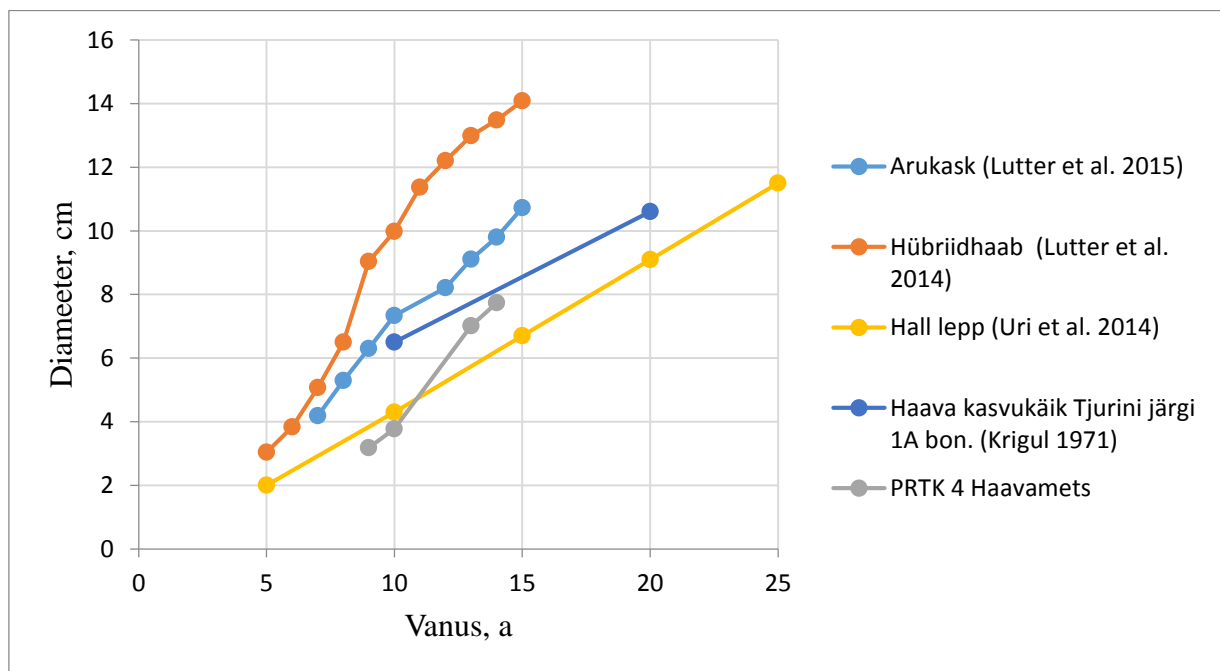
Joonis 7. Proovitükkide 1 ja 4 keskmised rinnasdiameetrid 14-aastaselt, veerivad tähistavad standardviga

Kuigi proovitüki 1 keskmine rinnasdiameeter oli enne harvendusraiet kõigest 0,49 cm suurem kui proovitükil 4, siis Studenti t-test alusel erinesid proovitükkide 1 ja 4 keskmised rinnasdiameetrid üksteisest usaldatavalt ($p\text{-value} = 0.003$). Peale harvendusraiet proovitükkide

1 ja 4 keskmised rinnasdiameetrid enam üksteisest usaldatavalt ei erinenud ($p\text{-value} = 0.675$) (joonis 7).

Võrreldes bakalaureuse tööjaoks 4. proovitükil mõõdetud tulemusi juhendajalt saadud 2009., 2010. ja 2013. aasta tulemustega, siis on puud kasvanud 4,54 cm jämedamaks.

Kuna 1. proovitükil oli haava esimese rinde tihedus madalam kui proovitükil 4, siis proovitüki 1 harvendusraiet ei jätkatud. See tähendab, et proovitükil 1 kasvas haavik paremates valgustingimustes kui 4. proovitükil. Lokko (2014) võrdles oma uurimistöös harvendatud haavikute (proovitükk 1 ja 4) rinnasdiameetrit kontrollala (proovitükk 2 ja 3) tulemustega ning leidis, et harvendatud haavikus oli keskmine rinnasdiameeter oluliselt suurem kui kontrollalal.



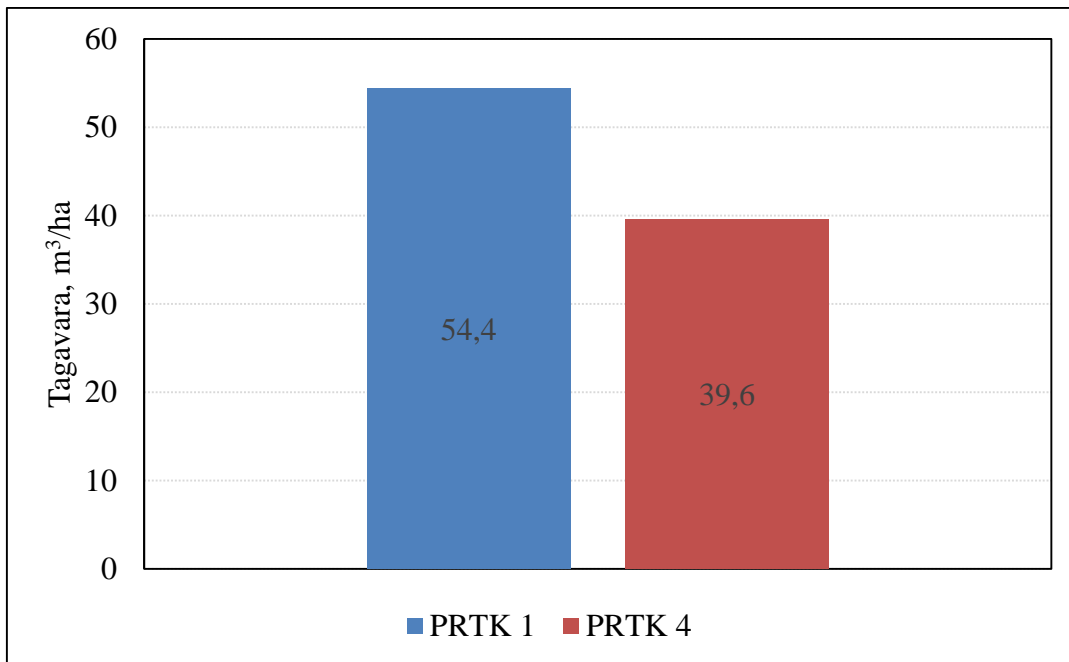
Joonis 8. Proovitükk (PRTK) 4 Haavametsa haaviku rinnasdiameetri kasvukäik ning võrdlus Tjurini Ia boniteedi kasvukäigutabeli (Krigul 1971) ja teiste lehtpuuliikide kõrguskasvuga

Jooniselt 8 nähtub, et nii harilik kui ka triploidne haab jäävad diameetri juurdekasvus teistele kiirekasvulistele lehtpuuliikidele alla. Proovitüki 4 keskmine rinnasdiameeter oli peale raiet 8,15 cm. Kõige kiiremini kasvatab diameetrit juurde jällegi hübriidhaab, mille keskmine diameeter oli 14-aastaselt 13,5 cm (Lutter *et al.* 2014). Hübriidhaavale järgneb arukask, mille

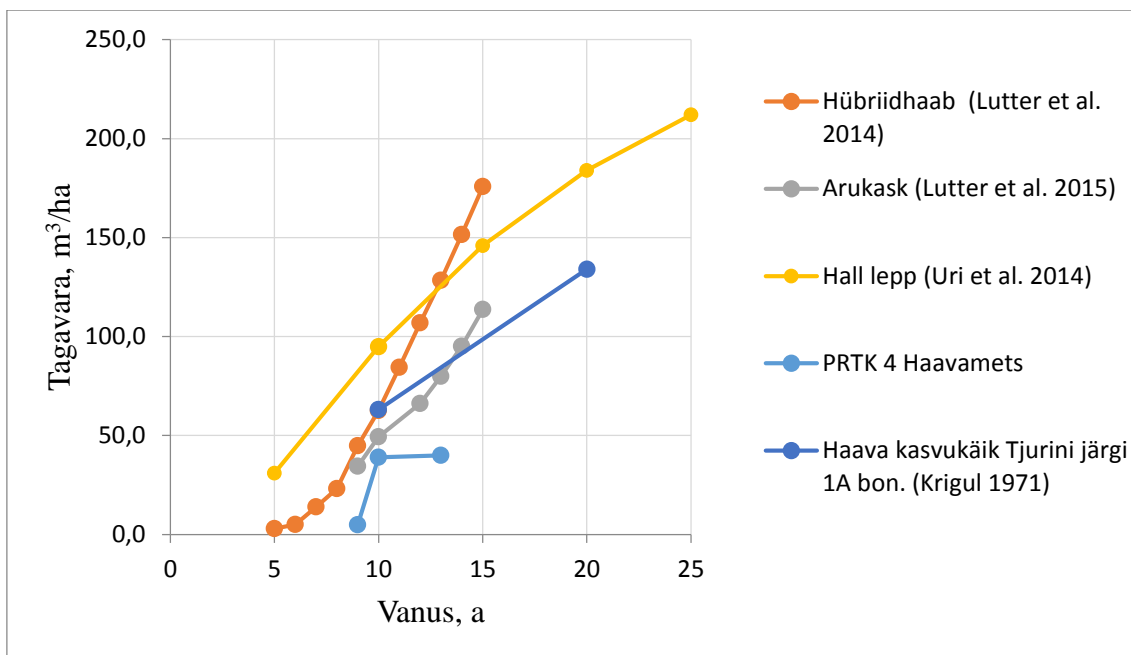
keskmine diameeter 14-aastaselt oli 9,8 cm (Lutter *et al.* 2015). Kusjuures hall lepp jääb aga diameetri juurdsekasvus triploidsele haavale alla, sest halli lepa diameeter oli sama vanalt veidi üle 6 cm (Uri *et al.* 2014). Tjurini (Krigul 1971) järgi on hariliku haava puistu rinnasdiameeter Ia boniteedis noores eas suurem kui proovitükk 4 triploidse haava rinnasdiameeter. Sellest järeldub, et triploidse haava diameetri juurdsekasv on aeglasem diploidse haava diameetri juurdsekasvust noores eas. Samas on jooniselt 8 näha, et viimase ca 5 aastaga on uuritava haaviku kasvukiirus lähenenud kasvukäigutabeli prognoosile ning võib oletada, et järgnevatel aastatel juba ületab proovitükk 4 kasvukäigutabeli näitajat tänu läbiviidud harvendusraiele.

2.1.3. Puistu tagavara

Proovitükkide 1 ja 4 tagavaradeks saadi vastavalt 54,4 ja 39,6 m³/ha (joonis 9).



Joonis 9. Proovitükk (PRTK) 1 ja 4 keskmised tagavarad 14-aastaselt



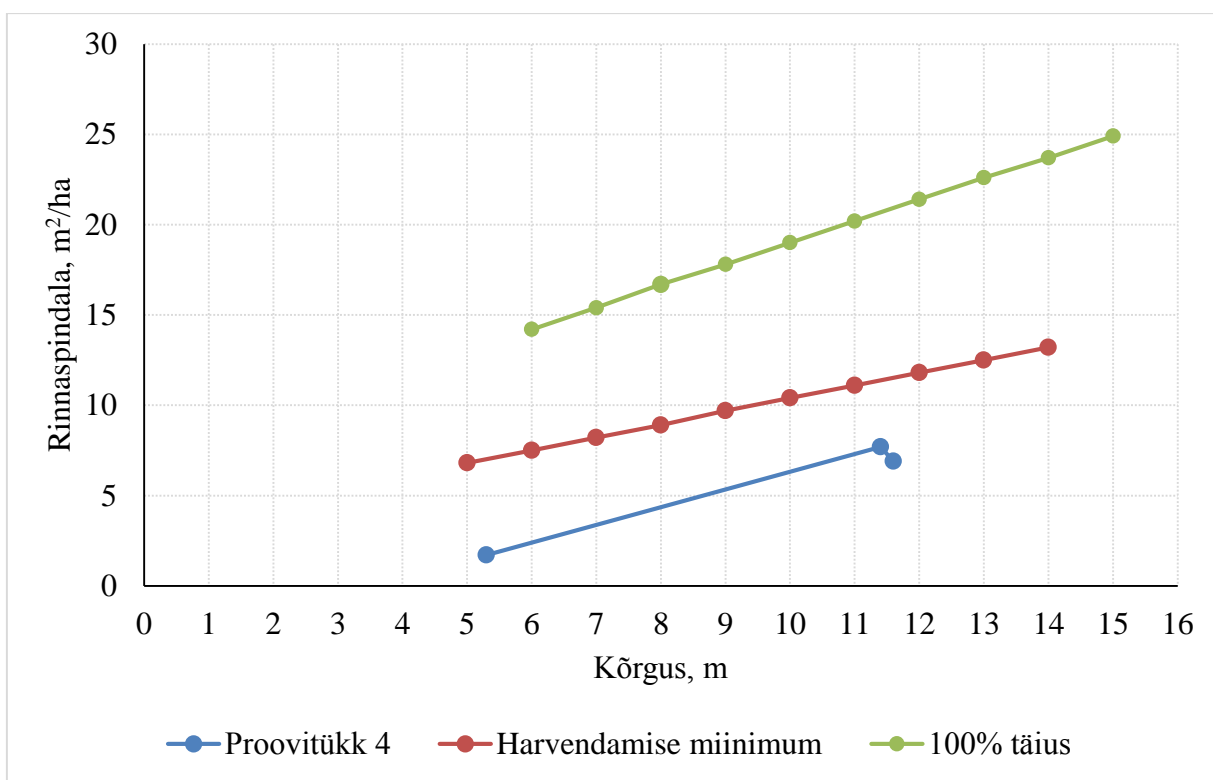
Joonis 10. Proovitükk (PRTK) 4 Haavametsa tagavara kasvukäik ning võrdlus Tjurini Ia boniteedi kasvukäigutabeli (Krigul 1971) ja teiste kiirekasvuliste lehtpuuliikidega

Jooniselt 10 ilmneb, et Haavametsa haaviku tagavara on suhteliselt madal võrrelduna teiste kiirekasvuliste lehtpuuliikidega 14-aastaselt. Ka Tjurini (Krigul 1971) Ia boniteedi hariliku haava kasvukäigutabelile jääb uuritav haavik tagavara kasvus alla. Põhjuseks võib tuua haaviku pidevaid harvedusraieid ja suhteliselt madalat tihedust võrreldes tavametsanduse haavikutega sarnases vanuses, näiteks prognoosib Tjurini Ia boniteedis 10-aastase haaviku tiheduseks 4750 tk/ha (Krigul 1971), samas kui uuritaval proovitükil 4 oli see 14-aastaselt 1280 tk/ha. Haaviku aeglast kasvukiirust noores vanuses põhjendatakse ka juurestiku pika ümberkujunemisega, kuna raie toimus suhteliselt vanas haavikus, kus vana haaviku juured võisid olla mädaniku kahjustusega (Lokko 2014). Halli lepa tagavaraks prognoositakse juba 10-aastaselt 95 m³ ja 15-aastaselt 146 m³ (Uri *et al.* 2014). Kõige kiiremini on kasvanud aga hübriidhaab, mille tagavara oli 15-aastaselt ca 175 m³.

2.2. Proovitükk 4 harvendamine

2.2.1. Haavik

Proovitükil 4 jätkas bakalaureusetöö autor harvendusraie katset ning raius välja 19 puud proovitüki kohta, mis teeb 304 puud hektari kohta ehk haava tihedus viidi 1584 tk/ha-lt 1280 tk/ha-le. Raiutud puude keskmiseks kõrguseks sai bakalaureusetöö autor 10,7 m ja rinnasdiameetriks 5,95 cm. Langetatud puude keskmine kõrguse viimaste aasta juurdekasv oli 72,1 cm.



Joonis 11. Proovitükk 4 haava rinnaspindala kasvukäigu võrdlus endise harvendusraie alammääraga (Metsamajandamise eeskiri 2006) ja Metsa korraldamise juhendi (2009) 100% haava täiusega

Alates 2014. aastast ei ole Metsa majandamise eeskirja (2006) lisa 1 esitatud harvendusraie esimese rinde rinnaspindala alammäär alla 13-meetristele puistutele, mis oli varasemalt

esitatud alates 5 meetrist. Samas on ka noorema metsa harvendusraie alammäär heaks orientiiriks metsakasvatajatele. Jooniselt 11 selgub, et töös uuritav proovitükk 4 jääb alla haavikute harvendusraie rinnaspindala alammäärale. Samas tasub ka meeles pidada, et haaviku harvendusraie üks eesmärke oli ka pärna teise rinde kasvu soodustamine ning pärnale kasvuruumi tekitamine. Proovitükil 4 pole plaanis järgnevatel aastatel haava raiet jätkata, vaid eesmärgiks on jälgida, kuidas reageerib haab jämedus- ja ka kõrguskasvus harvenduse järgsele madalale tihedusele. Proovitükkide 1 ja 4 täiused on vastavalt 0,4 ja 0,3. Täiusest nähtub, et puistu on hõre ning valgustingimused on head, mis võiksid kiirendada puude kasvu suureneva lehemassi ja kasvuresursside ümberjaotamise arvelt.

19. välja raiutud puust oli 11 haavasiku kahjustusega. Sellest tuleneb, et 57% välja raiutud puudest olid juba noores eas kahjustatud haavasiku poolt. Samas tasub meeles pidada, et harvendusraie toimus alameetodil, mistõttu võib oletada, et suure-haavasiku kahjustus võis olla teoreetiliseks põhjuseks, miks need puud teistele kasvus alla jäid.

DNA analüüside põhjal ei olnud raiutud haavad nakatunud haavataelikuga, küll aga leiti ühest proovist juuremädaniku tekitaja külmaseene olemasolu.

2.2.2. Pärna ja kuuse teine rinne

Et puistut korrastada ja hõredamaks teha, teostas bakalaureusetöö autor koos juhendajatega lisaks ka pärna ja kuuse 2. rinde harvendust nii 1. kui ka 4. proovitükil. Raiuti välja kasvus alla jäänud pärnad. Harvendati neid kohti, kus pärnad ja kuused kasvasid liiga tihedalt koos, segades sel viisil haabade kasvu. Esimesele proovitükile jäeti kasvama 185 pärna, mis teeb 2960 puud/ha. Proovitükile 4 jäeti kasvama 117 pärna, mis teeb 1872 puud/ha.

Proovitükil 1 saadi pärnade keskmiseks kõrguseks 4,8 m, keskmiseks rinnasdiameetriks 3 cm ja rinnaspindalaks 2,3 m²/ha. Proovitükil 4 saadi pärnade keskmiseks kõrguseks 4,5 m, keskmiseks rinnasdiameetriks 3 cm ning rinnaspindalaks 1,4 m²/ha.

Samuti mõõdeti 4. proovitükil 20 suuremat ja elujõulisemat kuuske ning nende keskmine kõrgus ja rinnasdiameeter olid vastavalt 3,7 m ja 3,4 m. Ligikaudsel hindamisel sai bakalauerusetöö autor kuuskede arvuks neljandal proovitükil 155 puud, mis teeb 2480 tk/ha.

KOKKUVÕTE

Bakalaureusetöö jaoks tehti mõõtmisi Järvelja Öppe- ja Katsemetskonna Haavametsa triploidse haaviku tarastatud katsealal. Kahel harvendusraie proovitükil (1 ja 4) teostati proovitükkide korrastamine, mille käigus uuendati puude nummerdus. Mõõdeti mõlema proovitüki haabade kõrgused ja rinnasdiameetrid, mille põhjal arvutati tagavara, rinnaspindala ja täius. Lisaks sooritati 4. proovitükil ka harvendusraie, mille käigus raiuti välja 19 puud, mis saadeti bakalaureuse üliõpilasele Even Suislepale lõputöö raames juure- ja tüvemädanike DNA analüüsiks laborisse.

1. ja 4. proovitükkide keskmine kõrgus ja rinnasdiameeter ei erinenud üksteisest usaldatavalt. Tagavara oli 1. ja 4. proovitükil vastavalt 54,4 ja 39,6 m³/ha. Proovitükkide täius oli suhteliselt väike: 1. proovitükil 30% ja 4. proovitükil 40%. Kui varem on täheldatud triploidse Haavametsa haaviku uuenduse kõrguse ja rinnasdiameetri aeglast kasvukiirust, siis 14. kasvuaasta möödudes on haaviku kasvukiirus jõudnud sarnasele tasemele Ia boniteedi kasvukäigutabeliga. Samas jääb uuritud haavik alla 14 aasta vanuselt teistele kiirekasvulistele lehtpuudele kasvukiiruses.

Edasist haava harvendust proovitükil 4 pole lähemal ajal plaanis jätkata, kuna järgnevatel aastatel on eesmärk uurida harvenduse mõju triploidse haaviku kõrgus- ja diameetrikasvule ning võrrelda seda harvendamata kontrollalaga.

Harvendatud puudelt ei avastatud haavataeliku olemasolu, samas on siiski tegemist ühe tähtsama haavikute kahjustajaga ning tulevikus tuleks haavataeliku levimise dünaamika uurimist jätkata noortes haavanoorendikes põhjalikumalt.

Bakalaureustöö autor alustas ka pärna teise rinde kujundamist, mille käigus raiuti välja peenemad puud ning harvendati tihedamaid kohti. Seejärel nummerdati pärnad ja mõõdeti ka pärnade kõrgus ja diameeter. Proovitükil 4 valiti välja ka 20 suuremat kuuske, millel mõõdeti

nii kõrgus kui ka diameeter. 1. proovitüki pärnade keskmiseks kõrguseks saadi 3,8 m ja keskmiseks diameetriks 3 cm. 4. proovitükil vastavalt 4,5 m ja 4,5 cm.

Bakalaureusetöö tulemusena tehtavad järeldused ja soovitused:

- 1) hariliku haavapuistu harvendust peab tegema noores eas, kuna just siis on haava kasv kiire ja seda saab tõhusalt suunata; välja tuleb raiuda haiged ja peened puud, mis jäävad alla tulevikupuude kasvule ning mis segavad nende kasvu;
- 2) harvenduse käigus tuleb alles jätta kõvalehtpuud ning ka pärna-kuuse teine rinne, mis soodustab puistu laasumist;
- 3) harvenduse käigus peab puistu jätma veidi tihedamaks kui vaja, sest osa puid läheb söögiks ulukitele;
- 4) võimalusel on soovitatav noor puistu tarastada, kuna noori puid kahjustab põder ja selle tulemusena võib kogu puistu hävida;
- 5) edasist selgitamist vajab, kas hariliku haava triploidne vorm on kiirekasvulisem ja mädanikele vastupidavam hariliku haava diploidsest vormist.

SUMMARY

For Bachelor's thesis the measurements were made at the thinnings experimental area of triploid aspen (*Populus tremula f. gigas*) stand at Järvelja Öppe- ja Katsemetskond in kvartal 243. Author measured all the trees on two sample plots to analyse growth rate of triploid aspen. In addition, thinning was done in sample plot 2, where 19 trees were harvested and then measured (height, diameter at breast height (DBH) and the last year's height growth). The height and DBH growth did not differ significantly between sample plots 1 and 4. Standing volume was 54.4 m³/ha for sample plot 1 and 39.6 m³ for sample plot 4. The density compared to aspen standard table was relatively small: for sample plot 1 only 0.3 and for sample plot 4 only 0.4.

Bachelor's thesis author made a second layer lime thinning, where smaller trees and dense groups were harvested. All the remained trees were marked with identification number and measured. On sample plot 4, the 20 greatest spruces were also marked and measured. Lime average height on sample plot 1 was 3.8 m and average DBH was 3 cm. Respective characteristics for sample plot 4 were 4.5 m and 4.5 cm.

There is no plan to continue thinning in sample plot 4 in coming years and the main aim will be to monitor the thinning effect to the trees height and DBH growth development.

On the basis of this bachelor's thesis there can be made some conclusions and recommendations:

- 1) aspen thinnings should be started at a young age, when aspen responds to thinnings with increasing growth rate. Damaged and suppressed trees should be harvested;
- 2) during the aspen thinning, other hardwoods and spruce-lime second layer should be retained to promote self-pruning of aspen;
- 3) stand density should be higher than official minimum limit by forestry regulations as some trees may be damaged by the game;
- 4) if possible, young aspen stand should be protected with a 2 m high fence to protect it against moose;

5) triploid aspen height and DBH growth at the age 14 was similar to diploid aspen growth tables;

KASUTATUD KIRJANDUS

- Aastaraamat Mets 2013. (2014). Tartu: Keskkonnateabe keskus. 230 lk.
- Eelsalu, E.** (2012). Hübriidhaava kloonide kasv ja fenoloogia. (Magistritöö). Eesti Maaülikooli metsandus- ja maaehitusinstituut. Tartu.
- Järvselja looduses. (2015). SA Järvselja Öppe- ja Katsemetskond. [WWW]
<http://www.jarvselja.ee/?mid=9> (22.05.2015)
- Kiilunen, S.** (1996). Inarin Nonabelijärven triploidi haapa. – *Sorbifolia*, Vol. 27, (4). lk. 165–171, viidatud: Vares A., Tullus A., Raudoja A. (2003). Hübriidhaab: ökoloogia ja majandamine. Tartu: Triip. 96 lk vahendusel.
- Krigul, T.** (1962). Haavapuistute laasumisest. – *Eesti Põllumajanduse Akadeemia teaduslike tööde kogumik*. Krigul T. Tartu: 1962. lk 181–189.
- Krigul, T.** (1971). Metsataksaatori teatmik. (2). Tartu: Eesti Põllumajanduse Akadeemia. 150 lk.
- Laas, E.** (1987). Dendroloogia. (2). Tallinn: Valgus. 824 lk.
- Laas, E., Uri, V., Valgepea, M.** (2011). Metsamajanduse alused. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus. 863 lk.
- Laas, E.** (2001). Metsauuendamine ja metsastamine. Tartu: AS Atlex. 93 lk.
- Lokko, S.** (2014). Haaviku majandamine Järvselja ÖKMK-s kvartal 243 asuva näidiskatseala põhjal. (Magistritöö). Eesti Maaülikooli metsandus- ja maaehitusinstituut. Tartu.
- Lutter, R., Tullus, A., Kraav, J., Tullus, T., Tullus, H.**, (2013). Productivity, Nutrient Content and Leaf Characteristics of a Vegetatively Regenerated Hybrid Aspen Stand in Hemiboreal Estonia. In: *Proceedings of the 21th European Biomass Conference: 21th European Biomass Conference and Exhibition*, Copenhagen, Denmark, 3–7 June, 2013. ETA–Florence Renewable Energies, pp. 176–181.
- Lutter, R., Tullus, A., Tullus, T., Kanal, A., Tullus, H.** (2014). Short-rotation forestry with hybrid aspen in hemiboreal Estonia: implications for forest management, science, and society based on 15-year experience. XXIV IUFRO World Congress, 5–11 October 2014, Salt Lake City, USA. (Toim.) Parrotta, J.A.; Moser, C.F.; Scherzer, A.J.; Koerth, N.E.; Lederle, D.R., (*The International Forestry Review*; 16(5)), pp. 364–364.

- Lutter, R., Tullus, A., Kanal, A., Tullus, T., Vares, A., Tullus, H.** (2015). Growth development and plant-soil relations in mid-term silver birch (*Betula pendula* Roth) plantations on previous agricultural lands in hemiboreal Estonia. – *European Journal of Forest Research*, [ilmumas]
- Lõhmus, A., Kraut, A., Lõhmus, P., Remm, J., Rosenvald, R., Soon, M.** (2005). Haab pakub elupaiku vähemalt kahele tuhandele liigile. – *Eesti Loodus*. Nr. 10. http://www.eestiloodus.ee/artikkel1247_1246.html
- Merdikes, M.** (2013). Hübriidhaava kasvukiirus. (Bakalaureusetöö). Eesti Maaülikooli metsandus- ja maaehitusinstituut. Tartu.
- Muiste, L.** (1960). Hooludsraietest haavapuistutes. – *Eesti Põllumajanduse akadeemia teaduslike tööde kogumik*. Muiste L. Tartu: 1960. lk 37–41
- Niemelä, T.** (2008). Torikseened Soomes ja Eestis. Tartu: Eesti Loodusfoto 2008. 320 lk.
- Pärt, E.** (2010). Kas saameestele jätkub tööd? – *Eesti Mets*, Nr. 4/2010, lk. 6–11.
- Relve, H.** (2007). Puude juurde: puud ja põõsad looduses, pärimustes ja nüüdses kasutuses. (2). Tartu: Eesti Loodusfoto. 215 lk.
- Remm, J.** (2015). Aastaks 2020 võivad lendoravad olla Eestis välja surnud, põhjuseks metsamajandamine. – *ERR Novaator*. Toim.: M. Himma. [WWW] <http://novaator.err.ee/v/uudis/58015103-34e6-42e9-bc69-6c68010e57cd> (19.05.2015)
- Soo, T., Tullus, A., Tullus, H., Roosaluuste, E.** (2009). Floristic diversity responses in young hybrid aspen plantations to land-use history and site preparation treatments. – *Forest Ecology and Management*. 257. pp. 858–867.
- Tamm, Ü.** (2000). Haab Eestis. Tartu: Eesti Loodusfoto. 257 lk.
- Tooraine. (2015). AS Estonian Cell. [WWW] <http://estoniancell-ee.sn3.zone.eu/ee/1313/tooraine> 08.05.2015
- Tullus, A., Tullus, H., Vares, A., Kanal, A.** (2007). Early growth of hybrid aspen (*Populus × wettsteinii* Hämet-Ahti) plantations on former agricultural lands in Estonia. – *Forest Ecology and Management*. 245. pp. 118–129.
- Tullus, A., Tullus, H., Soo, T., Pärn, L.** (2009). Above-ground biomass characteristics of young hybrid aspen (*Populus tremula* L. × *P. tremuloides* Michx.) plantations on former agricultural land in Estonia. – *Biomass and Bioenergy*. 33. pp. 1617–1625.
- Tullus, A.** (2010). Tree growth and the factors affecting it in young hybrid aspen plantations: (The thesis for applying for the degree of Doctor of Philosophy in Forestry). Estonian University of Life Sciences, Tartu. 148 lk.

- Tullus, A., Kanal, A., Soo, T., Tullus, H.** (2010). The impact of available water content in previous agricultural soils on tree growth and nutritional status in young hybrid aspen plantations in Estonia. – *Plant and Soil*. 333. pp. 129–145.
- Tullus, A., Lukason, O., Vares, A., Padari, A., Lutter, R., Tullus, T., Karoles, K., Tullus, H.** (2012a). Economics of hybrid aspen (*Populus tremula L. × P. tremuloides Michx.*) and silver birch (*Betula pendula* Roth) plantations on abandoned agricultural lands in Estonia. – *Baltic Forestry*. 18 (2). pp. 288–298.
- Tullus, H.** (2001). Lehtpuupuistute kasvatamine Eestis. Tartu: Akadeemilise Metsaseltsi toimetised XIV. 139 lk.
- Tullus, H.** (2008). Põllumaade metsastamise ökonoomilised, regionaalpoliitilised (regionaalsed), maakasutuspoliitilised (maakasutuslikud), keskkonnakaitselised ja sotsiaalsed aspektid ning riikliku suunamise vajalikkus ja võimalused. (2008). Projekti lõpparuanne. SA Erametsakeskus. 58 lk.
- Tullus, H.** (2009). Lehtmetsade kasvatamine. Tartu: Erametsakeskus. 64 lk.
- Tullus, T., Tullus, A., Roosaluuste, E., Tullus, H.** (2012b). Bryophyte vegetation in young deciduous forest plantations. – *Baltic Forestry*. 18 (2). pp. 205–213.
- Tullus, T.** (2013). Understorey vegetation and factors affecting it in young deciduous forest plantations on former agricultural land. (The thesis for applying for the degree of Doctor of Philosophy in Forestry). Estonian University of Life Sciences, Tartu. 135 lk.
- Uri, V., Aosaar, J., Varik, M., Becker, H., Ligi, K., Padari, A., Kanal, A., Lõhmus, K.** (2014). The dynamics of biomass production, carbon and nitrogen accumulation in grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench) chronosequence stands in Estonia. – *Forest Ecology and Management*, 327, pp.106–117.
- Vares, A., Tullus, A., Raudoja, A.** (2003). Hübriidhaab: ökoloogia ja majandamine. Tartu: Triip. 96 lk.
- Vares, A., Tullus, A., Sibul, I.** (2006). Lehtpuupuistute majandamine. Tallinn: Põllumajandusministeerium. 19 lk.
- Vaus, M.** (2005). Metsatakseerimine. Tartu: OÜ Halo Kirjastus. 178 lk.

Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendajate kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, Joonas Kollo, sünniaeg 15.05.1993,

1. annan Eesti Maäülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö „Noore haaviku harvendamine ja kasvukäik”, mille juhendajad on Hardi Tullus ja Reimo Lutter,

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja

1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor _____

Tartu, _____

Juhendajate kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

