

EESTI MAAÜLIKOOL
METSANDUSE- JA MAAEHITUSINSTITUUT
METSAKORRALDUSE OSAKOND

ANDRES KIVISTE

DIANA LAARMANN

ENELI ALLIKMÄE

VIVIKA KÄNGSEPP

Metsa kasvukäigu püsiproovitükkide võrgustiku kordusmõõtmine 2016

SIHTASUTUSE KESKKONNAINVESTEERINGUTE KESKUS JA EESTI MAAÜLIKOOLI VAHEL

6. APRILLIL 2016. A. SÕLMITUD LEPINGU NR. 3-2_8/4036-4/2015 LÕPPARUANNE

(KIK METSANDUSE 2015. A. PROGRAMMI PROJEKT NR. 10931)

TARTU 2017

Sisukord

Sissejuhatus	4
1. Puistu kasvukäigu püsiproovitükkide kordusmõõtmise metoodiline juhend	9
1.1. Ettevalmistustööd.....	9
1.2. Mõõtmisteks ettevalmistumine proovitükil	9
1.3. Puude kluppimine.....	11
1.4. Mudelpuude mõõtmine	15
1.5. Erandid ja mõõtmisvead	16
1.6. Proovitükil tehtavad üldtööd.....	18
1.7. Väljalangenud puude suremise põhjuste hindamine.....	21
1.8. Proovitükist piltide tegemine	21
1.9. Kasvukoha kirjeldamine	21
2. Esmane andmeanalüüs.....	25
2.1. Kasvukäigu püsiproovitükkide andmestiku struktuur	25
2.2. Andmete sisestamine	28
2.2. Proovitüki takseertunnuste arvutamine.....	30
3. Lepingu raames 2016. a. mõõdetud puistu kasvukäigu püsiproovitükkide nimekiri.....	34
4. Puistu kasvukäigu püsiproovitükkide andmestiku kirjeldus.....	46
4.1. Püsiproovitükkide kordusmõõtmine	46
4.2. Püsiproovitükkide kasvukohtade kirjeldamine.....	49
4.3. Harvendusraiejärgsete kuusikute tervisliku seisundi hindamine.....	54
4.4. Puistu struktuuri analüüsimine	55
4.6. Taasmetsastatud proovitükid kivisel puistangul	55
4.6.1. Aidu karjääri proovitükid.....	56
4.6.2. Viivikonna karjääri proovitükid	59
Kokkuvõte ja arengukava.....	62
LISAD	65
Lisa 1. Proovitüki mõõtmisandmete blankett	

Lisa 2. Puude suremuse hindamise blankett

Lisa 3. Mullainventuuri blankett

Lisa 4. Alustaimestiku inventuuri blankett

Lisa 5. Proovitükkide takseerikirjeldused ja puude asendiskeemid

Lisa 6. Proovitükkide asukohtade kaardid.

Lisa 7. Timo Ehrpasi bakalaureusetöö

Lisa 8. Lauri Lahtvee bakalaureusetöö

SISSEJUHATUS

Metsanduse arengukava metsateaduse ja -hariduse valdkonnas on üheks prioriteetseks teadustöö valdkonnaks metsa- ja puidusaaduste mõõtmise, hindamise ja inventeerimise (sh monitooringu), metsa kasvu modelleerimise ning metsade kasutamisega seotud rakendusuuringud. Selle valdkonna probleemistike edukaks lahendamiseks on vaja teha mahukaid välimõõtmisi metsa proovitükkidel ning statistiliselt usaldatavaid andmeanalüüse. Eesti puistute ehituse ja kasvukäigu modelleerimise eesmärki silmas pidades on Eesti Maaülikooli metsakorralduse osakonnas jõutud seisukohale, et Eestile sobiva puistute kasvukäiku prognoosiva mudeli loomiseks tuleks luua vähemalt 600 proovitükist koosnev Eestit kattev püsiproovitükkide võrgustik, mis oleks esindatud kõikide kasvukohatüüpidega ning mida tuleks mõõta 5-aastase ajavahemiku järel.

Metsa püsiproovitükkide rajamine on üldtunnustatud meetod puistu kasvukäigu uurimiseks. Näiteks juba prof Andres Mathieseni initsiatiivil rajati Järvelja Öppe-Katsemetskonda 1920-ndatel aastatel enam kui 100 püsiproovitükki, millest on paarkümmend säilinud tänaseni. Kahjuks on rõhuv enamus Eestisse rajatud püsiproovitükke mõõdetud suhteliselt lühikese ajavahemiku jooksul (10...20 a.), kusjuures mõõtmismetoodika järjekindlusest pole enamasti kinni peetud. Seetõttu on Eestis seni kogutud püsiproovitükkide andmete kasutamine puistu ehituse ja kasvu modelleerimiseks üsna problemaatiline.

Olulise erinevusena seni rajatud metsa püsiproovitükkidest mõõdetakse kaasaegsetel puistu kasvukäigu püsiproovitükkidel lisaks puude mõõtudele ka puude asukoha koordinaadid. Sellisel viisil kogutud mõõtmisandmestik võimaldab luua üksikpuu kasvuvõrranditele tuginevaid puistu kasvumudeleid, mis on oma rakendustes tunduvalt paindlikumad ja mitmekülgsemate kasutamisevõimalustega kui traditsioonilised puistu kasvumudelid (kasvukäigutabelid).

Uut tüüpi puistu kasvukäigu püsiproovitükkide rajamist Eestis alustati Urmas Petersoni eestvedamisel, mille käigus mõõdeti 1995. ja 1996. a. 300 proovitükki. Need proovitükid rajati tollaegse Kursi metskonna salumetsadesse ning Konguta, Pikasilla ja Aakre metskondade palumetsadesse. Käesolevasse proovitükkide võrgustikku on neist valitud 203 proovitükki. Järgnevatel 1997. ja 1998. a. jätkati püsiproovitükkide rajamise metoodika arendamise katseteid Eesti Teadusfondi toetusel ning rajati 60 proovitükki Lõuna-Eesti metskondade ja Sagadi metskonna männikutesse. Süstemaatilist Eestit katva puistu kasvukäigu püsiproovi-

tükkide võrgustiku rajamist alustati 1999.a. Riigimetsade Majandamise Keskuse finantseerimisel. Edasi jätkus uute proovitükkide rajamine ja olemasolevate kordusmõõtmise aastate kaupa järgmiselt:

Aasta	Esmane mõõtmine	Korduv mõõtmine	Rahastaja
1995	102		
1996	101		
1997	26		ETF
1998	34		ETF
1999	139		RMK
2000	59	88	KIK
2001	67	101	KIK
2002	115	11	KIK
2003	24	48	KIK
2004	15	132	KIK
2005		160	KIK
2006		165	KIK
2007		129	KIK
2008	26	73	KIK
2009		144	KIK
2010	6	155	KIK
2011		165	KIK
2012		129	KIK
2013		97	KIK
2014	15	147	KIK
2015	21	154	KIK
2016	3	241	KIK

Eesti Maaülikooli (EMÜ) ja sihtasutuse Keskkonnainvesteeringute Keskus (KIK) vahel 6. aprillil 2016.a. sõlmitud lepingu nr. 3-2_8/4036-4/2015 kohaselt pidi EMÜ metsakorralduse osakond 2016.a. kordus mõõtma 242 puistu kasvukäigu püsiproovitükki ning 124 proovitükil kirjeldama kasvukoha alustaimestiku ning mullanäitajate järgi.

Käesoleva lepingu täitmise tulemusena kordusmõõdeti 2016.a. 241 püsiproovitükki, mille eelmisest mõõtmisest oli möödunud 5 aastat ning rajati 3 uut proovitüki lageraidesse läinud proovitükkide asemele. Suurt tähelepanu pöörati varasemate mõõtmisandmete kontrollimisele. Selleks tuli 2016.a. kordusmõõtmisel need puud, mille 2011.a. mõõtmine oli kontrollprogrammi poolt kahtlaseks tunnistatud, erilise hoolikusega üle mõõta. Antud projekti käigus kirjeldati lisaks 50 proovitükil kasvukohta, selleks välja töötatud meetodika alusel. Lisaks kasutati proovitükkide mõõtmisandmeid visuaalseks puistu tervislikku seisundi hindamiseks ning puistu struktuuri hindamiseks.

Projekti vastutavaks täitjaks oli EMÜ metsakorralduse osakonna professor Andres Kiviste, projekti põhitäitjateks olid EMÜ metsakorralduse osakonna töötajad Diana Laarmann, Eneli Allikmäe ja Vivika Kängsepp. Välitööde tegemisel osalesid lisaks metsakorralduse osakonna töötajad, magistrandid ja üliõpilased (T. Ehrpais, E. Pöldveer, P. Pärn, K.G. Laarmann D. Silm E. G. Laarmann, M. Leis, I. Raag, L. Kasari). Andmesisestuse arvutisse tegi Diana Laarmann ja Vivika Kängsepp ja esmase andmetöötluse viisid läbi Diana Laarmann ja Andres Kiviste. Kasvukohtade kirjeldamise meetodika on välja töötanud Ahto Kangur. Puistu struktuuriindekseid uuris Lauri Lahtvee. Puude tervisliku seisundi hindamist proovitükkidel tegi Eneli Allikmäe. Harvendusraiate mõju kasvavatele puudele uuris Timo Ehrpais. Kõiki tudengeid juhendas Diana Laarmann.

Metsakorralduse osakonnas on metsandusliku modelleerimisalase informatsiooni haldamiseks loodud Metsandusliku Modelleerimise Infosüsteem (ForMIS, <http://formis.emu.ee/>), mis sisaldab dendromeetriliste mudelite andmebaasi, kasvukäigutabelite andmebaasi, kasvufunktsioonide andmebaasi ning püsiproovitükkide andmebaasi.

ForMIS-es on juurutatud ja arendatud juba mitu aastat püsiproovitükkide andmebaasi haldustarkvara. Andmestik täieneb pidevalt kordusmõõtmiste andmetega, seetõttu on pidev vajadus arendada võimalike vigade avastamise süsteemi, kus arvestatakse mitte ainult ühe, vaid ka mitme kordusmõõtmise andmeid.

Täiendavalt on meetodikaid ja uurimustulemusi tutvustatud konverentsidel ja seminaridel:

22-26.08.2016. Freising, Saksamaa. The 10th Conference on ecological restoration: best practice in restoration, kus osales ~300 inimest

Laarmann, D., Pärn, P., Põllumäe, P., Korjus, H- Analysis of forest ecosystem restoration on post-mine oil-shale quarries.

Korjus, H., Laarmann, D., Allikmäe, E., Paluots, T. Habitat quality assessment of herb-rich spruce forests.

27-29.10.2016. Narva, Eesti. FORDISMAN conference – The challenge of global change: disturbance and risk in forest ecosystem management.

Allikmäe, E., Laarmann, D., Korjus, H. Tree vitality assessment on forest permanent sample plots

15-18.11.2017. Santiago, Tšiili. Rahvusvaheline konverents ForestSAT, kus osales ~300 inimest

Tauri Arumäe. Estimation of canopy cover in hemi-boreal broad-leaved forests in Estonia using hemispherical photography and lidar data.

6-9.06.2017. San Juan, Puerto Rico. International Conference on Forest Landscape Restoration under Global Change, millest võtab osa ~100 inimest
Diana Laarmann. Analysis of forest ecosystem restoration on post-mine oil-shale quarries.

13-15.06.2017. Drøbak, Norra. Forest Growth and Yield Network Conference, kus osaleb ~30 inimest
Eneli Allikmäe. Tree vitality assessment on forest permanent plots in Estonia

Bakalaureusetööd, mis kaitsti 29-30.05.17:
Timo Ehrpais. 2017. Harvendusraiejärgsete kuusikute tervisliku seisundi hinnang metsa kasvukäigu püsiproovitükkidel
Lauri Lahtvee. 2017. Struktuurianalüüs erineva looduslikku tasemega puistutes

Põhikooliõpilase uurimistöo:
Timo Martti Antero Aadli. 2017. Puude kasvukiirus. Rakvere Gümnaasium, 8 kl.

Doktoritöö, mille kaitsmine toimus 9. detsembril 2016:
Kobra Maleki. 2016. Puude konkurents ja struktuuriindeksite analüüs arukase puistute modelleerimise eesmärgil.

Lisaks tuleb 9. juunil 2017 kaitsmisele doktoritöö:
Sandra Metslaid. 2017. Kliima mõju hindamine hariliku männi kasvule Eestis.

Püsiproovitükkide andmete põhjal valminud käsikirjad ja publikatsioonid:
Metslaid, Sandra; Hordo, Maris; Kiviste, Andres (2016). Spatio-temporal variability in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) response to weather fluctuations in Estonia. Book of abstracts of 4th International Conference of Dendrochronologists and Dendroecologists from the Baltic Sea Region: 4th International Conference of Dendrochronologists and Dendroecologists from the Baltic Sea Region, Annas Tree School, Latvia, 22-25 August, 2016. Latvia: Annas Tree School, 27–27.

Laarmann, Diana; Pärn, Priit; Põllumäe, Priit; Korjus, Henn (2016). Analysis of forest ecosystem restoration on post-mine oil shale quarries. Abstract volume: Best Practice in

Restoration. The 10th European Conference on Ecological Restoration, August 22-26, 2016, Freising, Germany.. Ed. Johannes Kollmann and Julia-Maria Hermann. Freising: Technische Universität München, 203–203.

Korjus, Henn; Laarmann, Diana; Paluots, Teele (2016). Habitat quality assessment of herb-rich spruce forests. Abstract volume: Best Practice in Restoration. The 10th European Conference on Ecological Restoration, August 22-26, 2016, Freising, Germany.. Ed. Johannes Kollmann and Julia-Maria Hermann. Freising: Technische Universität München, 101–101.

Lang, Mait; Lilleleht, Ando; Neumann, Mathias; Bronisz, Karol; Rolim, Samir, G.; Seedre, Meelis; Uri, Veiko; Kiviste, Andres (2016). Estimation of above-ground biomass in forest stands from regression on their basal area and height. *Metsanduslikud Uurimused = Forestry Studies*, 64, 70–92.

Metslaid, S., Hordo, M., Kangur, A., Korjus, H., Kiviste, A. 2017. Spatio-temporal variability in Scots pine response to annual climate fluctuations in hemiboreal forests of Estonia (esitatud ajakirjale *Agricultural and Forest Meteorology*)

Allikmäe, E., Laarmann, D., Korjus H. 2017. Vitality assessment of visually healthy trees in Estonia (esitatud ajakirjale *Forests*)

Paluots, T., Franklin, J.F., Maamets, L., Laarmann, D., Kangur, A., Korjus H. 2017. Biological legacies in forests of Western taiga habitat type (esitatud ajakirjale *Biodiversity and Conservation*)

Arumäe, T., Lang, M. 2017. Estimation of canopy cover in dense mixed species forests using airborne lidar data (esitatud ajakirjale *European Journal of Remote Sensing*)

1. PUISTU KASVUKÄIGU PÜSIPROOVITÜKKIDE KORDUSMÕÖTMISE METOODILINE JUHEND

Blankett on esitatud lisas 1.

1.1. ETTEVALMISTUSTÖÖD

- 1.1.1. Kordusmõõtmisele kuuluvad püsiproovitükid, mille eelmisest mõõtmisest on möödunud 5 aastat. Püsiproovitüki kordusmõõtmine võib toimuda ka varem, kui antud met-sas on avastatud häiringuid (raied, tormimurrud, tulekahjud jms) või enne raiet, et saada teada hetkesituatsioon.
- 1.1.2. Kordusmõõtmine oleks soovitatav läbi viia eelmise mõõtmisega samal ajal (sesoonsuse mõttes).
- 1.1.3. Iga kordusmõõtmisele kuuluva proovitüki jaoks koostatakse blankett, mis on osaliselt täidetud eelmise mõõtmise andmetega ja mis kuulub välitööde käigus parandamisele ja täiendamisele. Püsiproovitüki kordusmõõtmise eeltäidetud blanketi näidis on esi-tatud aruande lisas.
- 1.1.4. Kordusmõõdetavate proovitükkide asukohad märgitakse maanteede atlasele ja trüki-takse 1:10000 mõõdus kaardid, mis võimalikult palju kergendaks proovitüki leidmist.
- 1.1.5. Kordusmõõtmisele kuuluvate proovitükkide geograafilised koordinaadid sisestatakse GPS seadme mällu, et neid oleks proovitükile minekul mugav kasutada.

1.2. MÕÕTMISTEKS ETTEVALMISTUMINE PROOVITÜKIL

- 1.2.1. Proovitüki leidmiseks saab kasutada eelnevalt ettevalmistatud kaarte ja GPS seadet. Proovitüki tsepter peaks olema leitav eelmisel mõõtmisel puudele tehtud värvimär-kide järgi. Värvimärgid puudel on tsentri suunas. Proovitüki tsentris peaks olema me-tall- või plastmasstoru.
- 1.2.2. Kui proovitüki keskkoha tähist ei õnnestu leida, tuleb proovitüki keskkoha leidmiseks eelmise mõõtmise andmetest leida mõni selgelt eristatav puu (mingi märgistusega,

teistest erinev puuliik, kaheharuline või erilise vigastusega, suure diameetriga vms) ja teades nende puude koordinaate saab tuletada proovitüki tsentri asukoha.

1.2.3. Proovitüki võib jätta mõõtmata vaid siis, kui kõik puud proovitükil on raiutud. Kui proovitükk on raiutud kasvõi ülihõredaks, tuleks allesjäänud puud ikkagi üle mõõta. Maharaiutud proovitüki kompenseerimiseks tuleks sama või ligilähedase kasvukohatüübi noorde puistus rajada uus proovitükk, kuid seda teha projektijuhtiga konsulteerides.

1.2.4. Kui proovitükil on tehtud hooldusraie, mille tulemusel on puude arv järsult vähenenud, tuleks kordusmõõtmisel proovitükki suurendada nii, et proovitükile jääks vähemalt 100 esimese rinde puud. Ringproovitüki raadius peaks olema 15, 20, 25 või 30 m. Juurdevõetuid puid kaardistades tuleb lähtuda punktist 1.2.6. ehk bussool peab olema paika pandud olemasolevate puude järgi.

1.2.5. Mõõtmiseks ettevalmistamise käigus seadistatakse bussool magnetilisele põhjasuunale, iga päev enne mõõtmist kontrollitakse *Vertexi* kaugusmõõdu õigsust (10 m lindi abil) ja 1,3 m kõrguse mõõdu märki riietusel, klupi ja värvipulverisaatori töökorras olekut. Proovitüki tsentris lülitatakse tööle *Vertexi* vastaja (*transponder*). Puude mõõtmismärkideks kasutatakse värv peaks erinema eelmise mõõtmise värvist.

1.2.6. Enne mõõtmiste alustamist tuleks kontrollida erinevates suundades mõne juhuslikult valitud puu koordinaatide õigsust. Süstemaatilise nihke ilmumise korral tuleb proovitüki tšenter nihutada sobivaimale kohale ja hoolitseda selle eest, et pärast mõõtmist ka sinna tähis jääks. Juhul kui proovitüki tšentri (mõningane) nihutamine osutus vältimatuks, tuleb arvatavasti parandada enamuse puude koordinaate vastavalt tšentri uuele asukohale.

1.2.7. Tuleb mõõta üldandmete blanketil puuduolevad andmed (metsaelementide vanused, kõduhorisondi түsedused jne). Tuleb kontrollida, kas blanketile märgitud rinate raadiused vastavad tegelikult mõõdetud puudele. Kui mingi rinde raadius on 0, siis selle rinde puid ei tohiks proovitükil olla või on jäetud mõõtmata (näiteks väga väike järelkasv, mida ei ole sisukas käsitleda puudena). Sel juhul puistu antud rinde takseertunnuseid ei arvutata.

1.2.8. Väga oluline on fikseerida miinimumdiameeter **D_{min}**, kui peenikesi ilmselt väljalangevaid puid ei mõõdetata (tavaliselt keskealises või vanemas metsas).

1.2.9. Võimalikult täpselt tuleb üle mõõta proovitüki tšentri geograafilised koordinaadid. Kui on võimalik kasutada hiljem diferentsiaalparandit, tuleb blanketile lisada ka vastav GPS failinimi.

- 1.2.10. Blanketile kirjutatakse mõõtjate nimed (esimesse lahtrisse "D mõõtja", teise lahtrisse "H mõõtja", kolmandasse lahtrisse "kirjutaja",), kuupäev ja kõigi toimingute alguse ja lõpu kellaeg.
- 1.2.11. Märkuste lahtris on äärmiselt oluline iseloomustada võimalikult täpselt kahe mõõtmise vahel tehtud raieid, samuti alusmetsa (põõsarinnet), iseärasusi, muutusi ja ka probleeme, mis võisid mõjutada mõõtmist (tugev tuul, vihm vms).
- 1.2.13. **Hoolikalt vaadata üle** eelmise mõõtmise blankett ja sellele märgitud veakahtlused (rindel vale raadius, raie märkimata jätmine, samuti puude mõõtmiste kontrollil tekkinud kahtlused). Eelmise mõõtmise andmete töötlemisel tekkinud küsitavustele tuleb kordusmõõtmisel vastus leida ja see peab kajastuma mõõtmisandmete blanketil.

1.3. PUUDE KLUPPIMINE

- 1.3.1. Proovitükkide blankettidele on trükitud eelmisel mõõtmisel saadud puude mõõtmisandmed järjestatuna asimuudi suurenemise järjekorras. See teeb puude leidmise lihtsamaks ja võimaldab vahetult mõõtmise käigus hinnata tulemuse usutavust. Eelmise mõõtmise andmete olemasolu võimaldab mõningal juhul ka neid korrigeerida.
- 1.3.2. Tavaliselt loeb "kirjutaja" blanketilt järjekordse puu andmed ja koostöös "mõõtjaga" otsitakse antud asimuudile ja kaugusele vastava puu üles. Kui on raiutud palju puid, võib tegutseda vastupidi, "mõõtja" võtab proovitükil järjest allesoleva puu, koostöös "kirjutajaga" mõõdetakse selle puu asimuut ja kaugus proovitüki tsentrist ning seejärel otsib "kirjutaja" blanketilt sobivaima puu.
- 1.3.3. Iga puu jaoks kontrollitakse või mõõdetakse uuesti järgmisi tunnuseid.

Rinne – Eelmisest mõõtmisest on elusa puu rindeks esimene (1), teine (2), järelkasv (J), alusmets (A) või üksikpuud (Y). Juhul kui esimese rinde mingil puuliigil (tavaliselt kuusel) oli võimalik puid eristada kahte vanusepõlvkonda, siis väiksemaarvulise põlvkonna puude rinde koodiks märgiti täht E. Jalal seisvaid surnud puid tähistati koodiga S, tüükaid koodiga T, juurelt maha kukkunuid või juurtega maast lahti olevaid puid koodiga M ja raiutud puid koodiga K. Juhul kui peenikesi puid (näiteks teise rinde, järelkasvu ja alusmetsa puid) mõõdeti vaid sisemises ringis, siis peab proovitüki esiblanketil olema vastava rinde siseproovitüki raadius. Kui on võimalik, tuleb sisemist ringi suurendada I rinde proovitükiga sama suureks.

Kui kordusmõõtmisel teatud puud ei õnnestunud leida (ei leidnud ka tüügast ega kändu), on puu kauguse või asimuudi eelmisel mõõtmisel tehtud arvatavasti viga. Vea otsimisel tuleb kasuks eelmise mõõtmise väliandmete koopia, kus on puud mõõtmise järjekorras, mis lihtsustab eelmise mõõtmise liikumistee aimamist. Esialgu võib kadunud puu "meelde jätta" ja jätkata ülejäänud puude kordusmõõtmist lootuses "kadunud" puu hiljem üles leida. Juhul, kui kadunud puud leida ei õnnestu, tuleb kadunud puu rinnet tähistada koodiga **X**.

Kui kordusmõõtmisel rinde kood muutub, tuleb see tulbas **Rin** parandada (näiteks enne 2. rinne, nüüd surnud). Kui parandus tähendab viga esimesel mõõtmisel (Näiteks enne 2. rinne, nüüd 1. rinne), tuleb lisaks tulbas **Rin** parandamisele lisada märkuste lahtrisse "**Rin viga**". Sel juhul muudetakse andmestikus tagantjärele rinnet ka eelmisel mõõtmisel.

Puuliik – puuliikide koodid on järgmised

MA – mänd	KU – kuusk	LH – lehiseliigid
NU – nululiigid	TS – ebatsuuga	TO – teised okaspuud
TA – tamm	SA – saar	VA – vaher
JA – jalakas	KS – aru- ja sookask	HB – haab
LM – sanglepp	LV – hall lepp	PN – pärn
PP – papliliigid	RE – remmelgas	TL – teised lehtpuud
KP – künnapuu	SD – seeder	TM – toomingas

Põõsaliikide koodid

KD – kadakas	SP – sarapuu	PM – põõsasmaran
PA – pajud	TP – teised põõsaliigid	

Kui kontrollmõõtmisel selgub, et puuliik on vale, tuleb see blanketil parandada ja lisada märkuste lahtrisse "**PL viga**". Sel juhul muudetakse andmestikus tagantjärele puuliiki ka eelmisel mõõtmisel.

Asimuut – "kirjutaja" mõõdab bussooliga puu asimuudi 0,5° astmega. Bussooli sihik suunatakse puu keskele 1,3 m kõrgusel. Juhul, kui puud jäävad üksteise taha, püütakse asimuut määrata "kirjutaja" ja "mõõtja" koostöös. Kui asimuut on vale, siis parandatakse see blanketil ja märkuste lahtrisse lisatakse "**Asim viga**". Sel juhul muudetakse andmestikus tagantjärele asimuuti ka eelmisel mõõtmisel. Võib juhtuda, et esimesel mõõtmisel oli bussooli põhjasuund paigast ära, mistõttu on kõigi puude asimuudid nihkes. Sel juhul ei ole mõtet kõigi puude asimuute parandama hakata, vaid tuleb bussool seadistada samale suunale, mis eelmine kord, kuid üldandmete blanketi märkuste ossa tuleb lisada selgelt

"**Asimuuti nihutada N°**". Sel juhul muudetakse andmestikus tagantjärele proovitüki kõigi puude asimuute N kraadi võrra. Nihe N võib olla ka negatiivne.

Kaugus – "mõõtja" mõõdab *Vertex*iga puu kauguse proovitüki tsentrist 0,1 m astmega. Kaugus mõõdetakse 1,3 m kõrguselt puu keskelt. Proovitüki piirile jäävate puude kaugus proovitüki tsentrist kontrollitakse mõõdulindiga. Juhul kui *Vertexi* ultrahelisignaal ei suuda läbida tihedat alusmetsa, tõstetakse vastaja (*transponder*) 2 m kõrgusele. Kui kaugus on vale, siis parandatakse see blanketil ja märkuste lahtrisse lisatakse "**Kauguse viga**". Sel juhul muudetakse andmestikus tagantjärele puu kaugust proovitüki tsentrist ka eelmisel mõõtmisel. Tähelepanu, "*Vertexi*" kauguse määramist tuleb enne töö algust ja ilmastikuolude muutumisel mõõdulindi abil kontrollida ja vajadusel kalibreerida.

Diameeter – "mõõtja" mõõdab puu rinnasdiameetri kahes suunas 0,1 cm astmega, esmalt proovitüki tsentri suunas ja seejärel sellega risti. Diameeter mõõdetakse 1,3 m kõrguselt juurekaelast, mis peaks eelmisel mõõtmisel olema tähistatud värvitäpiga. Mineeraalpinnael kasvavatel puudel loetakse **juurekael** pinnasega samal kõrgusel olevaks, kuivendatud soomuldadel arvestatakse turbahorisoni kõdumisega püüdes võtta juurekaelaks puu tüve ja juurte vahelist mõttelist piiri. Peenikestel laasumata kuuskedel võib tülrika juurdepääsu tõttu teistkordne diameeter jätta mõõtmata. Kui puu on jämedam kui 50 cm ja ei mahu klupi haarade vahele, mõõdetakse puu diameeter spetsiaalselt diameetri jaoks gradueeritud mõõdulindiga. Mitmeharulised puud mõõdeti eraldi puudena, kui tüvede hargnemine oli madalamal kui 1,3 m. Kui 1,3 m kohal on oksakodarik, mõõdetakse diameeter sellest 5 cm kõrgemalt. Keskealises või vanemas metsas võib puud diameetriga alla 4 cm jätta mõõtmata (vastav märges tuleb teha blanketi esimesele lehele **Dmin** lahtrisse). Juhul, kui tüvel 1,3 m kõrgusel on **vigastus** (näiteks põdrakahjustus), mõõdetakse puu diameeter vigastusest ülal või allpool. Sel juhul lisatakse märkuste lahtrisse diameetri mõõtmise kõrgus (näiteks "dh=1,5", kui diameeter mõõdeti 1,5 m kõrgusel). Kui puu vigastus on tüvel pikalt ($1,3 \pm 0,5$ m), mõõdetakse 1,3 m kõrguselt väikseim ja suurim diameeter. **Diameetri mõõtmise koht märgitakse värvitäpiga proovitüki tsentri suunas.**

Kui diameetri juurdekasv (võrreldes 5 aasta taguse mõõtmisega) osutub negatiivseks, tuleb juurdekasvupuuriga mõõta mõõtmiste vahelise perioodi juurdekasv ja eelmise mõõtmise diameetri korrigeerimiseks lahutada praegusest diameetrist kahekordne radiaalne juurdekasv. Eelmise mõõtmise diameetrit tuleb korrigeerida ka siis, kui diameetri juurdekasv on ebanormaalselt suur (näiteks üle 4 cm). Juhul kui eelmise mõõtmise diameetrit korrigeeritakse, tuleb märkuste lahtrisse lisada "**D viga**".

Rikked ja märkused – andmebaasi väljad "Rikked" ja "Märkused" on blanketil ruumi kokkuhoiu huvides ühendatud ühte lahtrisse. Kahjustuse koodid ja astmed on vastavalt tabelis 1.1 ja tabelis 1.2. Võimalusel tuleb täpsustada rikkepõhjust, näiteks kood 21, säsiürask. Kui kordusmõõtmisel selgub, et puul on vana rike (näiteks juba kinnikasvanud põdrakahjustus), aga eelmisel mõõtmisel see rike ei olnud registreeritud, tuleb see info lisada märkuste lahtrisse, kust nad hiljem andmesisestuse käigus lisatakse varasemate mõõtmiste rikete välja. Kui rikke kood kirjutatakse ainult uue mõõtmise andmestikku, siis seda tõlgendatakse **uue** rikkena, mis on tekkinud mõõtmise vahelisel perioodil. Soovi korral võib seda rõhutada märkuste lahtris kirjega "UUS RIKE".

Tabel 1.1. Kahjustuste koodid

Kood	Kirjeldus	Kood	Kirjeldus	Kood	Kirjeldus
1	Tuli	2	Üleujutus	3	Tuuleheide
4	Tormimurd	6	Külm	7	Lumi
10	Ulukid	21	Üraskid (tüvel)	40	Juurepess
42	Külmaseen	43	Koorepõletik	44	Haavataelik
48	Viirushaigused (vähid)	50	Teised (kirjeldada)	53	Mehhaaniline vigastus
55	Konkurents	62	Okka-lehekahjur	90	Teised tüvemädanikud (seened)
95	Määramata				

Tabel 1.2. Kahjustuse aste

Kood	Kirjeldus
N	Nõrk, puu kasv ei ole tuntavalt pidurdunud
K	Keskmine, puu kasv on aeglustunud
T	Tugev, puu on oluliselt kahjustatud, juurdekasv on praktiliselt peatunud
V	Väga tugev, puu on kahjustatud hukkamiseni

1.3.4. Kui kõik puud on klupitud, fikseeritakse üldandmete blanketil kluppimise lõpetamise kellaeg.

1.4. MUDELPUUDE MÕÕTMINE

1.4.1. Mõõtmise teises etapis mõõdetakse mudelpuud, kus "kirjutaja" võtab blanketilt puude loetelust järjekordse mudelpuu, otsib selle proovitükil üles ja kinnitab puu tüvele 1.3 m kõrgusele *Vertexi* vastaja (*transponderi*). Seejärel mõõdab "mõõtja" mudelpuu kõrguse, võra alguse ja kuiva oksaraja alguse kõrgused 0.1 m astmega. "Kirjutaja" lisab mõõtmistulemused blanketile.

1.4.2. **Mudelpuud** märgitakse kahe kõrvutioleva värvitäpiga. Mudelpuudeks reeglina on võetud iga 5. puu (järjekorranumbri viimase numbriga 0 või 5), ülevalitsevad ja valitsevad puud ning proovitükil harvaesinevate puuliikide esindajad. Kameraaltööde käigus võib olla tehtud korraldus kordusmõõtmisel täiendavate mudelpuude mõõtmiseks.

Kõrgus – puu kõrguse mõõtmine on problemaatiline viltuste puude puhul. Sel juhul mõõdetakse puud suunast, mis on puu kaldega risti ja märkuste lahtrisse lisatakse mõõtmis-suund (näiteks "h mõõdetud OW suunast").

Võra alguse kõrgus – selle all mõistetakse elusa võra algus. Üksikuid elusoksi, mille vahel on surnud okstekodarikud, ei loeta elusvõra koosseisu.

Kuiva oksaraja alguse kõrgus – seda mõõdetakse juhul, kui puu tüvel täheldatakse vähemalt 2 cm jämedusi ja 10 cm pikkusi oksatüükaid (eelkõige okaspuudel).

1.4.3. Kui kõrguse juurdekasv (võrreldes 5 aasta taguse mõõtmisega) osutub negatiivseks, tuleb (okaspuudel) üritada lugeda puu tipust mõõtmiste vahelise perioodi jagu oksakodarikke tagasi ja mõõta *Vertexiga* puu kõrgus eelmise mõõtmise ajal. Eelmise mõõtmise kõrgust tuleb korrigeerida ka siis, kui kõrguse juurdekasv on ebanormaalselt suur (näiteks üle 3 m). Juhul kui eelmise mõõtmise kõrgust korrigeeritakse või oleme kindlad, et see on vale, tuleb märkuste lahtrisse lisada "**H viga**". Sellisel juhul andmes-tikus tagantjärele eelmise mõõtmise kõrgus korrigeeritakse või kustutatakse (kui vale mõõtmine).

1.4.4. Kui eelmise mõõtmise võra alguse kõrgus või kuiva oksaraja kõrgus on ilmselgelt vi-gane, tuleb märkuste lahtrisse lisada "**HV viga**" või "**HKO viga**".

1.4.5. Ka mudelpuude mõõtmiseks kulunud aeg fikseeritakse proovitüki blanketil. Kõige ras-kem on mõõta puude kõrgusi mitmerindelises metsas kõrgetes ja tihedates lehtpuu-gruppides. Eelmise kõrguse mõõtmisi võib tunnistada vigaseks, kui oleme selles kind-lalt veendunud (näiteks kaldus puud võidi mõõta teisest suunast). Ka kõrguste mõõt-mise puhul on äärmiselt tähtis "*Vertexi*" kalibreerimine.

1.5. ERINDID JA MÕÕTMISVEAD

1.5.1. Esmase andmetöötluse käigus kontrollitakse, kas mõõtmistulemused on usutavad. Kahtlane kirje võib olla viga, kuid see võib olla ka nn erind (teistest tunduvalt erinev väärtus). Tavaliselt veakahtluse korral proovitükke uuesti mõõtma ei minda, vaid selle asemel pannakse andmebaasis kahtlase kirje juurde veavõimaluse hoiatus. Osa teateid (näiteks lubamatud koodid) tähendavad, et kordusmõõtmisel tuleb leida õige tulemus.

1.5.2. Kordusmõõdetavate proovitükkide välitööde blanketile on lisatud kahtlased mõõtmistulemused (erindid), lahtris "**Vead**". Erindpuud on vaja välitööde käigus (looduses) eriti täpselt uuesti mõõta ja selgitada, kas esimesel mõõtmisel oli tõepoolest mõõtjate eksimus või on antud puu "häiritus" (looduse kapriis, vigastus vms). Mõõtjad peaksid looduses suutma otsustada, kas veateate (erindi) põhjuseks oli mõõtmisviga ("**Viga**") või häiring ("**Häiring**"), mis tuleb märkida blanketile lahtrisse "**Vead**".

1.5.3. Üks puu võib olla mitmeks erindiks. Välitööde blanketile tuleb teha otsus iga erindi suhtes eraldi. Blanketile tuleks lisada ka mõõtja arvamus vea tekkepõhjuse kohta.

Veateate kood:

03 – lubatud variandid: 1, 2, J, A, S, K, E, T, Y. Ilmselge viga.

04 – lubatud koodid on MA, KU, KS, HB, VA, LM, LV, RE, SA, PP, PN, KP, TA, JA, NU, SD, TS, TL, TO, PI, TM, SP, LH, KD. Ilmselge viga.

05 – asimuut on 360° või enam (0 on lubatud). Ilmselge viga.

06 – puu kaugus proovitüki tsentrist on suurem kui proovitüki raadius R_1 (vastavalt 15, 20, 25 või 30m ja sisemine ring 8 või 10m). Ilmselge viga.

07 – puu ristdiameetrite (d_1 ja d_2 1,3m kõrguselt) vaheline erinevus liiga suur (kännu diameetrite lubatud erinevus kuni 30%, teistel kuni 15%, ei arvestata põdrakahjustusega puud). Erind.

08 – mõõdetud mudelpuu võra algus on suurem puu kõrgusest. Ilmselge viga.

09 – mõõdetud mudelpuu kuiva oksaraja algus on suurem võraalgusest või puu kõrgusest. Ilmselge viga.

10P – kõrguse ja diameetri vahelisest seosest arvutab kõrguse prognoosi. Mudelpuu mõõdetud ja prognoositud kõrgus erinevad rohkem kui kolmkordne kõrguskõvera jääkstandardhälve. H_{mud} – mudeli järgi arvutatud kõrgus, z_m – jääkstandardhälve, z_n – mudelpuude arv. Rakendatakse juhul, kui metsaelemendis on mõõdetud vähemalt kaks mudelpuud. Erind.

10A – Padari kõrguskõvera parameetri a väärtus, kui see ei kuulu lõiku $(-5,1 ; -3,77)$. z_n – mudelpuude arv. Rakendatakse juhul, kui metsaelemendis on mõõdetud ainult ühe mudelpuu kõrgus. Erind.

10Q – Kõrguse erind (regressioonijääkide diagnostika), omapära meetod.

10I – Kõrguse erind (regressioonijääkide diagnostika Padari mudeli alusel), Standardiseeritud jääk.

10S – Kõrguse erind (regressioonijääkide diagnostika Padari mudeli alusel), Studenti jääk.

10D – Kõrguse erind (regressioonijääkide diagnostika Padari mudeli alusel), Cook'i D statistik.

10F – Kõrguse erind (regressioonijääkide diagnostika Padari mudeli alusel), Dfits üksikvaatluse mõju.

10R – Kõrguse erind (regressioonijääkide diagnostika Padari mudeli alusel), Covratio.

10B – Kõrguse erind (regressioonijääkide diagnostika Padari mudeli alusel), Dfbetas.

PS! Kõrguse erindeid kontrollitakse puistuelementide kaupa (st. puuliik&rinne).

11 – esimene diameeter d_1 puudub. Esimene diameeter d_1 peab olema mõõdetud igal puul mistahes rinde korral. Ilmselge viga.

12 – puu diameeter erinev metsaelemendi keskmisest diameetrist rohkem kui kolmekordne diameetri standardhälve. Rakendatakse juhul, kui metsaelemendis on üle 25 puu mõõdetud. Erind.

13 – vaadeldavas metsaelemendis on puu diameeter liiga suur (Dixon'i testi järgi). Rakendatakse juhul, kui metsaelemendis on 3 kuni 25 puud. Erind.

14 - vaadeldavas metsaelemendis on puu diameeter liiga väike (Dixon'i testi järgi). Rakendatakse juhul, kui metsaelemendis on 3 kuni 25 puud. Erind.

15 – kahe järjestikuse mõõdetud puu kaugus on suurem kui R1 (välimise ringi raadius). Erind võib olla ka vale asimuut.

16 – kaugus üle-eelmisest puust on väiksem kui R1/10, kuid kaugus eelmisest puust on suurem kui R1/3. Erind võib olla ka asimuudi viga, mistõttu kaugus eelmisest või üle-eelmisest puust on ekslik.

1.6. PROOVITÜKIL TEHTAVAD ÜLDTÖÖD

1.6.1. Proovitükidel avastatud häiringud, inimtegevused (eriti raied) ja muud tähelepanekud kirjutatakse proovitüki esimesele blanketile, kus proovitüki number, maakond, metskond, kvartal, eraldus ja metsakorralduse aasta peaksid olema juba eelnevalt trükitud.

1.6.2. Lahtris **Reljeef** kirjeldatakse pinnavormi, kuhu proovitükk sattus. Kui proovitükk sattus mäe nõlvale, mõõdetakse nõlva tõusunurk. Parandada, kui ei ole täidetud.

1.6.3. Lahtris **Mikroreljeef** kirjeldatakse proovitüki pinda ("tasane", "mätlik", "künklik", "veesilmadega" jne). Parandada, kui ei ole täidetud.

1.6.4. Igast ilmakaarest proovitüki tsestrist 25-30 m kaugusel puuritakse vanusepuuriga 1,3 m kõrguselt üks valitsev puu. Puursüdamikult loetakse **aastarõngaste arv**, samuti mõõdetakse selle puu diameeter ja kõrgus. Puursüdamiku võtmise koht tähistada värviristiga. Kui eelmisel mõõtmisel ei ole tehtud, siis teha kordusmõõtmisel.

1.6.5. Kõigi proovitükil leiduvate metsaelementide (puuliik, rinne) jaoks hinnatakse selle **vanus** ja **tekkeviis** (kultuur, looduslik seemnetekkeline, võrsetekkeline). Esimesel mõõtmisel on tihtipeale mõne metsaemendi vanus määramata. See tuleb teha kordusmõõtmisel kui pole neid andmeid kirjas.

1.6.6. Proovitüki tsestrist igas ilmakaares 5, 10 ja 15 m kaugusel mõõdetakse mulla **kõduhorisondi** түsedus cm. Kõduhorisondi түseduse hulka ei loeta eluskatet sh. samblaid ja samblikke. Kõduhorisondi maksimaalseks түseduseks võetakse 50 cm. Kui eelmisel mõõtmisel on tegemata, siis teha kordusmõõtmisel.

1.6.7. Lahtrisse **KKT** kirjutatakse kasvukohatüüp E. Lõhmuse түpologia järgi (vaata Tabel 1.3).

- 1.6.8. Lahtrisse **Raadius** kirjutatakse proovitüki raadius ja erinevatele rinnetele vastavad proovitüki raadiused. Kui teatud rinde raadius on null, siis see tähendab, et proovitükil vastava rinde takseertunnuseid ei arvutata (ehkki võib olla mõõdetud selle rinde üksikuid puud). Kontrollida, kas eelmise mõõtmise rinnete raadiused on õiged. Võimalusel suurendada siseringi raadiust välisringiga sama suureks.
- 1.6.9. Lahtrisse **Mõõtjad** kirjutatakse proovitüki mõõtjate nimed (esimesena "kirjutaja", teisesena "mõõtja")
- 1.6.10. Blanketi osale **Märkused** kirjutatakse infot proovitükil täheldatud inimtegevuste (hooldusraied), iseärasuste, tormimurd, häil, kokkuveoteed jms kohta. Selleks, et majanduslikud tööd lisada hiljem üldandmete faili välja "Raieliik", tuleks raie iseloomustamiseks valida üks alljärgnevatest koodidest: HR – harvendusraie, SR – sanitarraie, KR – koridoride raiumine, KV - kokkuveotee, HL – häilraie, VR – valikraie, MR – arusaamatu raieliik.
- 1.6.11. Kontrollitakse, kas proovitüki **skits**, kus proovitüki tsepter on seotud lähedal asuvate selgelt leitavate loodusobjektidega, on piisavalt arusaadav või vajab täpsustamist.
- 1.6.12. Proovitüki kergemaks leidmiseks järgmisel kordusmõõtmisel värskendatakse proovitüki tsentri läheduses paar puud **värviringiga**. See info lisatakse ka proovitüki blanketile vastavate puude märkuste lahtrisse.
- 1.6.13. Proovitüki tseptrisse kaevatakse **plastmasstoru**, mis jääb 5-10 cm ulatuses mullast välja. Metsaseire vaatluspunktides on proovitüki tseptripost eelnevalt olemas. Selle asendit ei muudeta, samuti ei lisata metsaseire vaatluspunktides puudele värviringe, sest osa mõõdetavatest puudest on juba eelnevalt tähistatud.
- 1.6.14. Proovitüki tseptris fikseeritakse GPS-seadmega proovitüki geograafilised **koordinaadid**. Kohapeal saadud tulemus kirjutatakse proovitüki blanketile.
- 1.6.15. Mõnedel proovitükkidel on tehtud harvendusraiet. Nendel proovitükkidel mõõdetakse allesjäänud puud ja seejärel **laiendatakse proovitükki 20, 25 või 30 m raadiuseni** nii, et proovitükile jääks vähemalt 100 esimese rinde puud. Uute puude numeratsioon jätkub eelmise mõõtmise puude arvust edasi ja mõõtmistulemused kirjutatakse uuele blanketile.
- 1.6.16. Proovitükist tuleb teha **5 fotot** järgnevas järjekorras: proovitüki lõuna osast proovitüki tsentri suunas, proovitüki tseptrist põhja, ida, lõuna ja lääne suunas.

1.6.17. Üldtööde tegemiseks kulunud aeg dokumenteeritakse eraldi lisaks kluppimiseks ja mudelpuude mõõtmiseks kulunud ajaga tabelis **Ajakulu**.

Tabel 1.3. Kasvukohatüüpide andmetabel

KKT	Nimi	Metsatüüp
AN	Angervaksa	Sooviku
JK	Jänesekapsa	Laane
JM	Jänesekapsa-mustika	Palu
MO	Mustika-kõdusoo	Kõdusoo
JP	Jänesekapsa-pohla	Palu
KL	Kastikuloo	Loo
KM	Karusambla-mustika	Palu
KN	Kanarbiku	Nõmme
KP	Kivine puistang	Puistang
KR	Karusambla	Rabastuva
LD	Lodu	Rohusoo
LL	Leesikaloo	Loo
LP	Liivane puistang	Puistang
LU	Lubikaloo	Loo
MD	Madaloo	Rohusoo
MS	Mustika	Palu
ND	Naadi	Salu
PH	Pohla	Palu
RB	Raba	Samblasoo
TA	Tarna-angervaksa	Sooviku
TR	Tarna	Sooviku
SJ	Sõnajala	Salu
SL	Sinilille	Laane
SM	Sambliku	Nõmme
SN	Sinika	Rabastuv
SP	Saviliivane puistang	Puistang
SS	Siirdesoo	Samblasoo
TP	Turbane puistang	Puistang
JO	Jänesekapsa-kõdusoo	Kõdusoo
OS	Osja	Sooviku

1.7. VÄLJALANGENUD PUUDE SUREMISE PÕHJUSTE HINDAMINE

Blankett on esitatud lisas 2.

1.7.1. **Puu seisund** –

surnud – murdunud, pikali, kuivanud (üldblanketile enam ei märgita);

surev – kui puu on tugevasti kahjustatud, juurdekasv peatunud, määratud hukkumisele (üldblanketil märgitud);

känd – oli kahjustatud puu (tuuleheide) ja nüüd on ära raiutud, märkida ka tunnused

1.7.2. **Põhjused.** Põhjuseid võib olla rohkem kui üks. Põhjuste koodid on tabelis 1.1.

Esimeses tulbas reastada suremise põhjused otsese põhjuse järgi (nt. tuul=1, põdra-kahjustus=2, ürasek=2). Põhjus, mis tundub inventeerijale kõige tõenäolisemaks puu suremise põhjuseks, see märkida esimeseks. Kui on teada põhjus (nt. juurepess), aga blanketil puudub vastav tunnus, siis lisada see käsitsi juurde. Kui on teada muu suremise põhjus, aga seda pole põhjuste nimekirjas või kui puu on surnud, aga pole teada suremise põhjus, siis lisada see kommentaaridega teiste kahjustuse alla.

1.8. PROOVITÜKIST PILTIDE TEGEMINE

1.8.1. Igast proovitükist tehakse 5 pilti: lõuna suunast tehakse proovitüki keskpunkti suunas üks pilt, keskpunktist tehakse igas ilmakaares üks pilt.

1.9. KASVUKOHA KIRJELDAMINE

Mullaomaduste kirjeldused proovitükkidel

Blankett on esitatud lisas 3.

1.9.1. **Üldine**

Proovitükkide metsamuldade ja võimaliku lokaalse mullavarieerumise analüüsimiseks kirjeldatakse püsiproovitükkidel eelkõige mulla füüsikalisi omadusi ja võetakse mullaproovid mulla füüsikalise-keemiliste ja keemiliste omaduste kirjeldamiseks.

1.9.2. Mullakaevete paigutamine ja proovide võtmine proovitükil

Mulla morfoloogiliste tunnuste ja füüsikaliste omaduste kirjeldamine tehakse mullakaevete põhiselt. Mullakaevet tuleb jagada proovitükkide vahel võimalusel nii, et lähestikku paiknevatel proovitükkidel tehakse kuni kolme proovitüki kohta vähemalt üks sügavkaeve ja ülejäänud proovitükkidel varieeruvuse iseloomustamiseks üks poolkaeve. Kaeve paigutatakse proovitükile soovitatavalt põhja suunas võimalusel 12-16 meetri kaugusele tsentrist ning jälgitakse, et kaeve lähedusse (vähemalt 1m kaevest) ei jääks puid, tüükaid või erinevaid pinnase häiringuid (jalgrada, loomade poolt tekitatud augud, oksavallid ja väljaveoted, tormiheite vallid jm).

Füüsikalise-keemiliste tunnuste hindamiseks võetakse igalt puistukasvukäigu püsiproovitükilt mullaproovid kõdu (või toorhuumuslikust) horisondist ja mineraalmullast (sügavus 0-10 cm). Proovitüki kohta vähemalt üks komposiitproov, mis sisaldab viis võrdse suurusega (mitte väiksemad kui 100 cm³) alamproovi. Alamproovid võiksid olla võetud erinevatest kohtadest proovitükil - üks mullakaeve juurest ja teised soovitatavalt 5 m kauguselt proovitüki tsentrist põhja, lõuna, ida ja lääne suunal.

Mullaproovid võetakse kühvliga (vältida kätega proovide puutumist) ning paigutatakse koos proovitüki ja horisondi tähisega vastavasse proovikotti. Esimesel võimalusel paigutatakse mullaproovid kuivatuskarpidesse ning kuivatatakse õhkkuivaks.

Igast mullakaevest tehakse pilt.

1.9.3. Pool- ja sügavkaeve juures mulla geneetiliste horisontide kirjeldamine

Mulla geneetiliste horisontide kirjeldamine tuleb teha võimalikult kiiresti peale kaeve avamist – kirjeldada horisondid, nende tüsedus, värvus, üleminekute iseloom, gleilaikude, nõrgkivi ja muude uusmoodustiste esinemine. Kõiki kaevet ja horisonte käsitlev info tuleb kanda kaevekirjelduse blanketile. Samuti märgitakse blanketile kaeve sügavus ning kaevega kirjeldatava proovitüki info.

Kõdu ja turbahorisondi esinemise korral määratakse ka nende lagunemisaste (taimejäänuste uurimise teel ja pigistamisprooviga).

Mineraalsete horisontide korral määratakse ka mulla tekstuur (lõimis) kasutades sõrmeproovi.

Mineraalsete horisontide korral kirjeldatakse korese esinemine ja selle sisaldus silmamõõduliselt peenese ja korese mahu võrdlemise teel.

Mineraalsete horisontide korral kirjeldatakse juurte esinemine ja selle sisaldus silmamõõduliselt pinnase ja juurte mahu võrdlemise teel.

Võimalusel fikseeritakse kaeves võis siis selle põhjast 1m ulatuses edasi mulla puuriga vegetatsiooniperioodil olev põhjavee tase.

1.9.4. Uuritavad tunnused

Tunnuste grupp	Tunnused	Kiht
Süsinik ja lämmastik	C_{tot} , N_{tot}	Kõdu, Muld
Toitained	Liikuv P ja K	Muld
Happesus ja ainete liikuvus	pH,	Kõdu, muld
Füüsikalised tunnused	Orgaanilise aine sisaldus, Orgaanilise mateeria kaal, Orgaanilise aine laguaste	Kõdu, muld
	Mullalõimis, Korese sisaldus	Muld

Alustaimestiku ja samblarinde punktproovid

Blankett on esitatud lisa 4.

1.9.5. Üldine

Punktproovi meetod seisneb liigi esinemise või puudumise kindlakstegemises kirjeldatava koosluse paljude punktide kohal. Suhe punktide arvu, mille kohal liik esineb, ja kasutatud punktide üldarvu vahel annab protsentuaalse katvuse. Registreeritud punktid on korralikult

planeeritud valimi korral esinduslikuks väljavõtteks lõpmatult suurest arvust võimalikest punktidest ning selle alusel saadakse katvuse hinnang, mille täpsust võib suurendada soovitud tasemeni valimi, s.t. punktide arvu suurendamisega.

Praktikas kasutatav punktproovi suurus ei ole geomeetiline punkt. Tavaliselt kasutatakse, kas üksikuid või kasutatakse raami külge kinnitatud vardaid, mis lastakse vajuda läbi taimede. Kuna varrastel on kindel läbimõõt, annab nende kasutamine tegelikust katvusest mõneti suurema väärtuse, sest varras puudutab ka neid taimi, mida tema telg poleks puudutanud. See süstemaatiline viga on seda suurem, mida peenemad on taime lehed ja mida jämedamad on vardad. Varda läbimõõt peab olema 1.5-3.0 mm; nende pikkus aga peab olema selline, et see ületaks taime kõrgust analüüsivates kooslustes.

1.9.6. Punktproovide paigutamine ringproovitükkidele

Ringproovitükkidel rikkaliku taimkattega aladel on valimi suuruseks kuni 200 torget (punktproovi) ringproovitüki kohta. Punktproovide ala on fikseeritud proovitüki tsentris-esimene transekt 10 m proovitüki tsentrist lääne suunas ja viimane transekt 10 m proovitüki tsentrist ida suunas. Transektide pikkus on 20 meetrit. Transektide mõõtmisel paigutada transektid 1m vahedega ida-lääne suunas.

1.9.7. Punktproovide mõõtmine

Torke sagedus mõõtetransektil ei ole sõltuv proovitüki suurusest: kõikidel ringproovitükkidel on torke sagedus üks meeter. Torgete tegemisel kasutada võimalikult pikki metallvardaid, nt angervaksa KKT tuleb kasutada vardaid pikkusega vähemalt 1m.

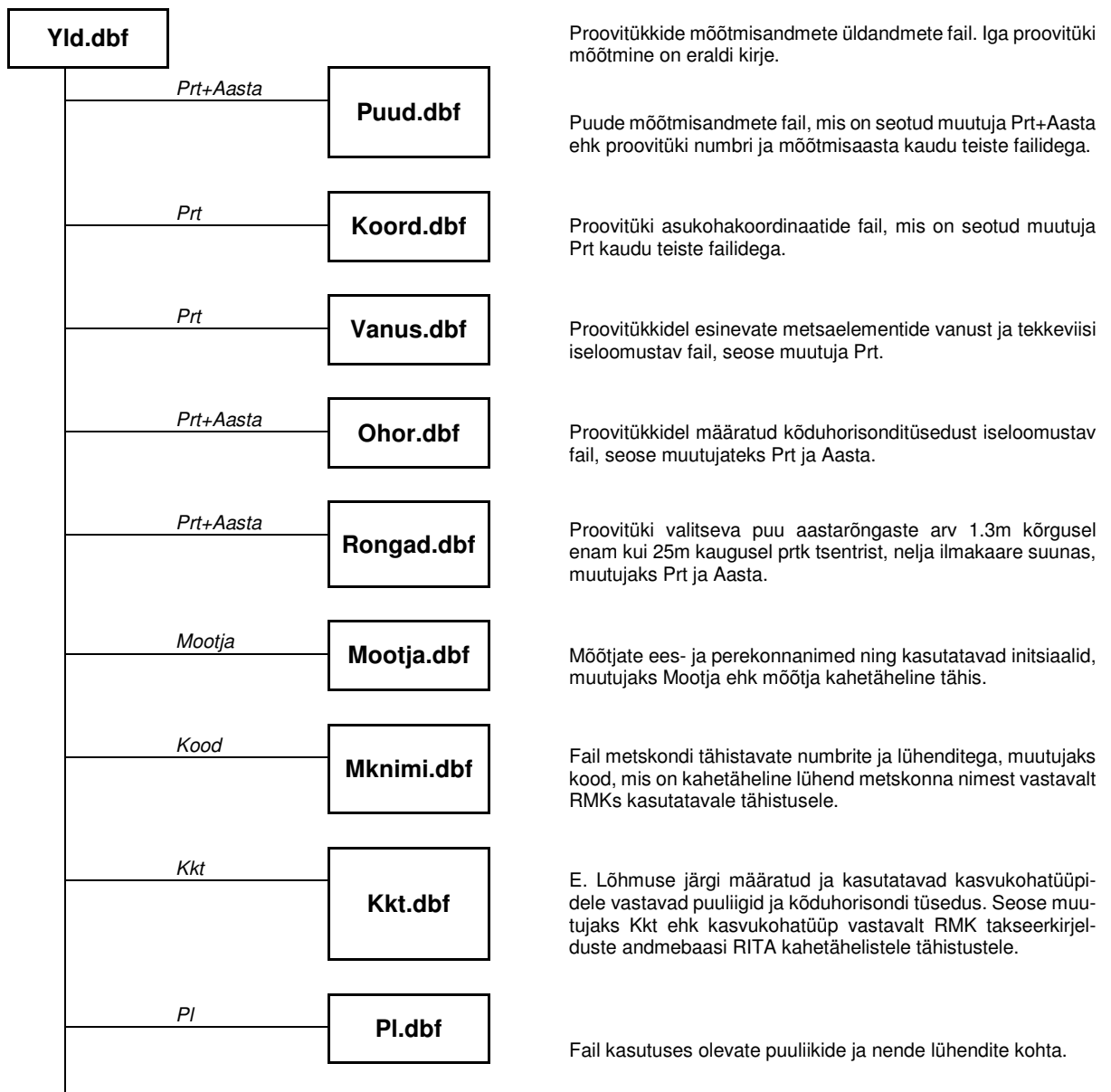
Torgete tegemisel, kui varras puudutab samast liigist erinevaid taimi (nt. varras puudutab kolme jänsekapsa lehte), siis see loetakse üheks torkeks vastava liigi kohta. Punktproovil pannakse blanketile kirja kõik varrast puudutanud liigid. Lisaks transektidel mõõdetutele punktproovidele tuleb transektidel taimestiku inventeerimise lõppedes käia proovitükk veelkord läbi ja märkida liigid (või esinemise laigud), mis on jäänud kirjeldamata. Üksikud taimed panna kirja ühe torkena, kogumik mis on jäänud kirjeldamata panna kirja vastavalt mitme torkena - lint läbi kogumiku ja teha torked lähtuvalt kogumiku suurusest.

Välitöö käigus määramatuks osutuv liik või liigid tuleb tähistada blanketil märkega ning vastavalt nummerdada. Määramata tundmatust liigist võtta kaasa näidiseksplar kogu taime pikkuses (soov vars ja juur). Määramata samblad samuti tähistada ja märkida esinemissagedus, taimedest võtta kaasa näidised ja paigutada kuivatusümbriku.

2. ESMANE ANDMEANALÜÜS

2.1. KASVUKÄIGU PÜSIPROOVITÜKKIDE ANDMESTIKU STRUKTUUR

Puistu kasvukäigu püsiproovitükkide rajamise meetodika, kasutatud tähistused ja andmes- tike struktuurid ei ole olnud koguaeg ühesugused. Seetõttu on loodud ühtne andmestruktuur erinevate autorite poolt rajatud puistu kasvukäigu püsiproovitükkide andmete kokkukogu- miseks. Nende teisaldamiseks ühtsesse vormingusse on kasutatud *Microsoft Visual FoxPro* keskkonda. Mõõtmisandmete haldamiseks on koostatud 11 tabelit, mis on omavahel seotud järgmise skeemi alusel:



Kõige olulisem osa puistu kasvukäigu püsiproovitükkide andmetest on salvestatud kahte faili: *Yld.dbf* ja *Puud.dbf*. Proovitüki kohta käivad üldandmed on tabelis *Yld.dbf*, mille ülesehitus on järgmine:

Väljanimi	Tüüp	Pikkus	Koma	Selgitus
Prt	N	4	0	Proovitüki number
Aasta	N	4	0	Mõõtmise aasta
Kood		C	2	Metskonna kood
Kv	N	3	0	Kvartali number
Er	N	2	0	Eraldise number
Mkaasta	N	4	0	Metsakorralduse aasta
Kuiv	C	1		Kuivenduse tunnus
Kkt	C	2		Kasvukohatüüp
Pe	C	2		Peapuuliik
A	N	3	0	Peapuuliigi vanus
R1	N	2	0	I rinde ringi raadius m
R2	N	2	0	II rinde ringi raadius m
Ra	N	2	0	Alusmetsa ringi raadius m
Rj	N	2	0	Järelkasvu ringi raadius m
Rs	N	2	0	Surnud rinde ringi raadius m
Rk	N	2	0	Kändude ringi raadius m
Ry	N	2	0	Üksikpuude ringi raadius m
Puid	N	3	0	Puude arv proovitükil
Mootjad	C	5		Mõõtjate koodid
Kuupaev	D	8		Mõõtmise kuupäev
Klupp	N	3	0	Kluppimisele kulunud aeg min
Mudelid	N	3	0	Mudelpuude mõõtmisele kulunud aeg min
Yld	N	3	0	Üldtöödele kulunud aeg min
Reljeef	C	10		Reljeefi kirjeldus
Mreljeef	C	10		Mikroreljeefi kirjeldus
Teinenr	C	7		Prt nr teistes projektides
Markused	C	15		Märkused
Raiekuup	D	8	0	Raie aeg
Raieliik	C	2		Raieliik
Kord	N	1	0	Mõõtmise järjekorranumber
Viimane	L	1		Lageraie vms tõttu hävinud proovitükk, mida rohkem ei mõõdetata

Proovitüki puude mõõtmisandmed on sisestatud tabelisse *Puud.dbf*, mille struktuur on järgmine:

Väljanimi	Tüüp	Pikkus	Koma	Selgitus
Prt	N	4	0	Proovitüki number
Aasta	N	4	0	Mõõtmise aasta
Puu	N	3	0	Puu number
Rin	C	1		Rinne
Pl	C	2		Puuliik
Asim	N	5	1	Asimuut
Kaug	N	4	1	Kaugus tsentrist m
D1	N	4	1	Diameeter prt raadiuse suunas cm
D2	N	4	1	Diameeter prt puutuja suunas cm
H	N	4	1	Mudelpuu kõrgus m
Hv	N	4	1	Mudelpuu võra algus m
Hko	N	4	1	Mudelpuu kuivade oksade algus m
Rikked	C	11		Rikke kirjeldus
Markused	C	10		Märkused (värvitud ringiga puud)
Vead	C	15		Kontrolli käigus leitud erandid ja vead

Lisaks neile kahele põhitabelile on välitööde käigus proovitükkidel kogutud informatsioon salvestatud üheksasse lisatabelisse. Teatmikena kasutatavad tabelid sisaldavad kasutatavaid koode ja kirjeldusi mõõtjate, kasvukohatüüpide, metskondade, puuliikide ja rinnete kohta. Andmebaasis olevate puistu püsiproovitükkide mõõtmisandmete kohta sisaldavad lisainformatsiooni tabelid *Koord.dbf*, *Vanus.dbf*, *Ohor.dbf* ja *Rongad.dbf*.

Rajatud puistu kasvukäigu püsiproovitükkide geograafilisi koordinaate sisaldav tabeli *Koord.dbf* struktuur on järgmine:

Väljanimi	Tüüp	Pikkus	Koma	Selgitus
Prt	N	4	0	Proovitüki number
Koordo	N	9	2	Idapikkus L-EST koordinaadistikus
Koordn	N	10	2	Põhjalaius L-EST koordinaadistikus
Meetod	C	1		Mõõtmismeetod (K - kaardilt, M -GPSiga metsas määratud, P- parandamata GPSi koordinaat, D-parandatud GPSi koordinaat, S - SMI proovitükk)
In	C	2		Sisestaja initials
Kuupaev	D	8		Sisestamise kuupäev
Maakond	C	15		Maakond

Proovitükkidel metsaelementide kaupa toodud vanuste tabeli *Vanus.dbf* struktuur on:

Väljanimi	Tüüp	Pikkus	Koma	Selgitus
Prt	N	4	0	Proovitüki number
Aasta	N	4	0	Mõõtmise aasta
Rin	C	1		Rinne
Pl	C	2		Puuliik
A	N	3	0	Vanus aastates
Tv	C	2		Tekkeviis (K-kultuur, L-looduslik)

Proovitüki tsentrist neljas ilmakaares (põhi, lõuna, ida, lää) mõõdetud kõduhorisondi tusedust sisaldavate mõõtmisandmete tabeli *Ohor.dbf* struktuur on järgmine:

Väljanimi	Tüüp	Pikkus	Koma	Selgitus
Prt	N	4	0	Proovitüki number
Aasta	N	4	0	Mõõtmise aasta
Kaug	N	2	0	Kaugus tsentrist
Suund	C	1		Mõõtmise suund
Ohor	N	4	1	Kõduhorisondi tusedus cm

Proovitüki tsentrist neljas ilmakaares (põhi, lõuna, ida, lää) mõõdetud mudelpuude aastarõngaste mõõtmisandmete tabeli *Rongad.dbf* struktuur on järgmine:

Väljanimi	Tüüp	Pikkus	Koma	Selgitus
prt	N	4	0	Proovitüki number
aasta	N	4	0	Mõõtmise aasta
suund	C	1		Mõõtmise suund
ararv	N	3	0	Aastarõngaste arv
d	N	4	1	Diameeter
h	N	4	1	Kõrgus
pl	C	2		Puuliik
rin	C	1		Rinne

2.2. ANDMETE SISESTAMINE

Proovitükkide andmehalduse jaoks koostas Allan Sims Visual FoxPro keskkonnas programmi *KKPrtk.exe*. Programmi eesmärk on lihtsustada andmesisestust ning teostada esmane andmesisestus kontroll vähendamaks sisestusvigu.

Programm võimaldab lihtsalt leida andmestikust vajalikku proovitükki ning kordusmõõtmise andmete sisestusel (Joon 2.1) varasemate üldandmete kopeerimist uute mõõtmisandmete juurde.

Kasvukäigu püsiproovitükkide sisestus - 500; 2006

Proovitükkide loend Üldandmed Proovitüki sisestus Lamapuit

Prtk nr. 500 Teinenr 3621 621971,1 6432344,0 K AR 27.01.2002 S GPS +
 Aasta 2006 26,06389 58,01556

Mk kood AA Kkt PH **Ajakulu töödel** Projekt KK
 Klupp 65 Mudelid 30 Yld 5 Proj. lisa

Kv AA18 M.kord 3 Mootjad JY EY Puid 117 Puid HR **Raadiused**
 Er 2 Mk aasta 1997 Kuupäev 05.07.2006 Pe MA 01.02.200

Reljeef KALLE ITTA Markused KALLE ITTA A 45 Sisestus

1. Rinne	20
2. Rinne	20
Järelkasv	8
Alusmets	8
Surnud	20
Kännud	0
Üksikpuud	0

pl	rin	a	tv	suund	arav	d	h	pl	Rin	suund	ohor	kaug
										N	0,0	5
										N	0,0	10
										N	0,0	15
										O	0,0	5
										O	0,0	10
										O	0,0	15
										S	0,0	5
										S	0,0	10
										S	0,0	15
										W	0,0	5
										W	0,0	10
										W	0,0	15
										N	3,0	5
										N	0,0	10

Lisa kordus PRT
 Lisa kordus PRT (kõik väljad)

Joon 2.1. Proovitüki üldandmete sisestusvorm

Puude mõõtmisandmete sisestamisel (Joon 2.2) toimub ka automaatselt varasemate andmete parandamine tunnuste osas, mis ei tohiks muutuda korduval mõõtmistel (puuliik, asimuut, kaugus). Sisestusvorm võimaldab näha ka sama puu kohta tehtud varasemate mõõtmiste andmeid ning lihtsustab nende parandamist, kui välitööde blanketil on tehtud vastav märg.

Kasvukäigu püsiproovitükkide sisestus - 500; 2006

Proovitükkide loend											Üldandmed			Proovitüki sisestus		Lamapuit	
puu	rin	pl	asim	kaug	d1	d2	h	hv	hko	rikked	markused	kood	nr	kood	nr		
119	1	MA	1,0	4,7	12,0	11,0	16,8	13,2				1	1	MA	1		
102	1	MA	1,5	13,5	13,5	14,0						2	2	KU	2		
50	1	MA	4,0	11,2	18,7	19,7	19,3	12,6				A	3	KS	3		
103	1	MA	4,0	16,5	15,2	15,2						J	4	HB	4		
104	1	MA	14,0	15,2	22,2	22,2						S	5	LV	5		
52	1	MA	18,0	8,4	18,4	18,5	20,3	14,1				K	6	LM	6		
53	1	MA	20,3	5,2	16,7	16,0	18,4	12,7				T	7	TA	7		
105	1	MA	24,0	13,9	22,0	21,5	19,9	14,3				E	8	SA	8		
56	1	MA	26,3	7,7	16,1	16,8	18,8	13,3				Y	9	RE	9		
59	1	MA	34,3	12,8	18,2	18,3						M	10	JA	10		
106	1	MA	35,5	14,3	15,0	14,8						R	11	KP	11		
62	1	MA	44,5	8,2	19,2	20,0	18,2	12,7						PN	12		
63	1	MA	47,0	4,4	17,7	18,2	19,8	14,7						PP	13		
107	1	MA	49,0	16,6	19,5	19,6								VA	14		
64	1	MA	50,0	13,1	15,5	14,5								NU	15		
65	1	MA	55,0	5,9	18,0	18,8	19,4	15,0						SD	16		
67	1	MA	62,0	3,1	18,3	18,8	20,2	12,5						TS	17		
108	1	MA	62,0	14,5	27,3	28,3								TO	18		
109	1	MA	64,0	18,5	17,0	16,5								TL	19		
69	1	MA	66,0	10,8	21,0	21,5								LH	20		
110	1	MA	68,0	18,5	19,7	21,0	21,1	15,1									
111	1	MA	76,0	17,4	20,2	21,4											
72	1	MA	79,0	11,1	19,2	19,5											
112	1	MA	80,0	16,1	15,4	16,2											
113	1	MA	85,0	15,0	18,1	18,2											
74	1	MA	86,0	12,8	14,1	14,5	17,1	12,2									
114	1	MA	88,0	17,5	15,4	15,0											
puu	rin	pl	asim	kaug	d1	d2	h	hv	hko	rikked	Aasta						
119	1	MA	123,0	15,8	9,6	9,7					2001						
119	1	MA	1,0	4,7	12,0	11,0	16,8	13,2			2006						

Järjest numbrid
 Kordusmõõtmine
 Korrigeeri Pl, Asim ja Kaug

Joon. 2.2. Mõõdetud puude andmete sisestusvorm

2.2. PROOVITÜKI TAKSEERTUNNUSTE ARVUTAMINE

Proovitükkide takseertunnuste arvutusmoodul kuulub programmi *KKprtk.exe* hulka. Proovitüki takseertunnuste arvutamisel lähtuti puuandmete failist "**PUUD.dbf**" ja proovitükkide üldandmete failist "**YLD.dbf**", mille struktuurid on kirjeldatud eelmises punktis 2.1. Proovitüki takseertunnuste arvutamise programmi töö tulemusena moodustati failid "**PUUPRT.dbf**", ja "**PUULIIK.dbf**". Nendesse failidesse arvutati proovitükkide takseertunnused niimoodi, et need sobiksid riigimetsa takseerikirjelduste andmebaasi "RITA" failides oleva infoga. Failide struktuurid on järgmised.

Puuprt.dbf - Proovitüki takseer kirjelduse üldandmed.

Väljanimi	Tüüp	Pikkus	Koma	Selgitus
Kood	C	9		Kood proovitüki ja aasta järgi
Pindala	N	5	3	Pindala
Pe	C	2		Peapuuliik
A1	N	3	0	Esimese rinde vanus
H	N	4	1	Proovitüki keskmine kõrgus
D	N	4	1	Proovitüki keskmine diameeter
G	N	4	1	Rinnaspindala hektaril
T	N	5	3	Proovitüki täius
Arv1	N	5	0	Esimese rinde puude arv hektaril
M1	N	3	0	Esimese rinde tüvemaht hektaril
Arv2	N	5	0	Teise rinde puude arv hektaril
M2	N	3	0	Teise rinde tüvemaht hektaril
Kkt	C	4		Kasvukohatüüp
Vraasta	N	2	0	Väljaraie aasta
Vrn	N	5	0	Väljaraiutud puude arv
Vrm	N	3	0	Väljaraiutud tüvemaht
Aeg	D	8		Mõõtmise aeg
Ns	N	5	0	Surnud puude arv
Ms	N	3	0	Surnud puude tüvemaht
Prt	N	4	0	Proovitüki number
Aasta	N	4	0	Mõõtmise aasta

Puuliik.dbf – Proovitükkide takseertunnused metsaelementide kaupa.

Väljanimi	Tüüp	Pikkus	Koma	Selgitus
KOOD	C	9		Proovitüki ja aasta järgi
PAR	C	1		Päritolu
RINNE	C	1		Rinne
PL	C	2		Puuliik
KOEF	N	4	1	Osakaal
A	N	3		Vanus
H	N	4	1	Kõrgus
D	N	4	1	Diameeter
G	N	4	1	Rinnaspindala
ELUSAD	N	5		Puude arv
M	N	7	1	Tagavara

Proovitüki takseertunnused arvutati iga metsaelemendi (puuliigi ja rinde kombinatsiooni) jaoks eraldi. Esimeses järjekorras arvutati metsaelemendi mudelpuude andmeil kõrguskõvera võrrandi parameetrid Allar Padari algoritmi põhjal (Padari, 1999). Pärast kõrguskõvera võrrandi parameetrite arvutamist arvutati iga puu ruumala. Seejärel summeeriti puude dia-

meetrite ruudud ja ruumalad, mille tulemusena arvutati läbilõikepindalade summa G , ruutkeskmise diameeter D , tagavara M , kõrguskõvera kaudu keskmine kõrgus H ja teised takseeritud hektari kohta.

Proovitükil on mõõdetud kõikidel puudel diameetrid kahes suunas - radiaalsuunas d_1 ja sellega risti d_2 . Puu diameetri arvutamiseks kasutati valemit

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

ning kõrguse arvutamiseks kasutati A. Padari kõrguskõvera funktsiooni

$$h = 1,3 + \beta_1 \cdot \left(\frac{d}{d+b} \right)^{\beta_3},$$

kus parameetrid β_1, β_3 on igal proovitükil igale metsaelemendile eraldi arvutatud ning

b on puuliigist sõltuv parameeter: mänd - 1,1; kuusk - 1,3; kask - 8,0; tamm - 1,6; haab - 4,3.

Igale puule arvutati tüvemaht A. Padari valemiga

$$v = \pi \cdot d^2 \cdot h \cdot \left(\frac{\beta_1 + \frac{\beta_2}{d} + \frac{\beta_3}{h} + \frac{\beta_4}{d \cdot h}}{40000} \right)$$

kus parameetrid $\beta_1 \dots \beta_4$ on puuliigist sõltuvad (parameetrid on tabelis 2.1).

Tabel 2.1. Tüvemahu mudeli parameetrid

Puuliik	β_1	β_2	β_3	β_4
Mänd	0,3571	0,6600	2,1560	-8,3120
Kuusk	0,4216	0,1810	1,1900	-1,3090
Kask	0,4080	0,7570	0,8010	-10,7070
Kõvad lehtpuud	0,4033	0,0000	1,5860	1,4400
Teised liigid	0,4723	-0,6080	0,0000	12,7240

Proovitüki rinnaspindala arvutati valemiga

$$G = \sum_{i=1}^n \frac{d^2 \cdot \pi}{40000}$$

Proovitüki esimese rinde keskmine kõrgus arvutati valemiga

$$H_1 = \frac{\sum_{i=1}^n h_i \cdot g_i}{\sum_{i=1}^n g_i},$$

kus g on metsaelemendi rinnaspindala ning h on metsaelemendi keskmine kõrgus.

Proovitüki täiuse arvutamiseks on jagatud tegelik proovitüki tüvemaht proovitüki normaalpuistu tüvemahuga, mis arvutatakse valemiga

$$V_{norm} = \beta_1 + \beta_2 \cdot H_1 + \beta_3 \cdot H_1^2 + \beta_4 \cdot H_1^3 + \beta_5 \cdot H_1^4,$$

kus parameetrid $\beta_1 \dots \beta_5$ on puuliigist sõltuvad (parameetrid on tabelis 2.2) ning

H_1 on esimese rinde keskmine kõrgus

Tabel 2.2. Normaalpuistu tüvemahu mudeli parameetrid

Puuliik	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5
Mänd	-42,4	19,56447	-0,23357	0,009448	-0,000120
Kuusk	3,1	6,76826	0,53604	-0,005664	0,000058
Kask	18,2	-2,49486	1,10291	-0,025761	0,000251
Haab, lepad	-25,9	11,97027	-0,16816	0,023543	-0,000357
Kõvad lehtpuud	-12,9	10,26831	-0,03590	0,016799	-0,000277

3. LEPINGU RAAMES 2016. A. MÕÕDETUD PUISTU KASVU- KÄIGU PÜSIPROOVITÜKKIDE NIMEKIRI

Käesoleva lepingu raames mõõdeti 2016. a. 244 proovitükki (tabel 3.1). 2016. a. projekti käigus mõõdetud püsiproovitükkide, millel ei olnud teostatud lageraie, takseerkirjeldused koos puude asendiskeemidega on esitatud lisas 5. Kasvukoha hindamise proovitükkide nimekiri on esitatud tabelis 3.2.

2016. a. projekti käigus mõõdetud kasvukäigu püsiproovitükkide nimekiri

Prt – proovitüki number;

Kord – proovitüki mõõtmiskord;

Maakond – maakonna nimetus;

Kv – kvartali number;

Er – eralduse number;

KKT – kasvukohatüübi lühend E. Lõhmuse järgi;

PE – enamuspuuliik;

A – puistu vanus;

R – proovitüki raadius meetrites;

Tabel 3.1. 2016.a. mõõdetud proovitükkide nimekiri

PRT	M.KORD	MAAKOND	KV	ER	KKT	PE	A
500	5	Valga maakond	AA183	2	PH	MA	55
501	5	Valga maakond	AA183	2	PH	MA	55
502	5	Valga maakond	AA183	2	PH	MA	55
503	5	Valga maakond	AA121	12	MS	MA	41
504	5	Valga maakond	AA121	12	MS	MA	41
505	5	Valga maakond	AA121	12	MS	MA	41
506	5	Valga maakond	AA132	22	PH	MA	36
507	5	Valga maakond	AA132	22	PH	MA	34
508	5	Valga maakond	AA132	22	PH	MA	41
509	5	Valga maakond	AA264	7	PH	MA	57
510	5	Valga maakond	AA264	7	PH	MA	57
511	5	Valga maakond	AA264	7	PH	MA	57
512	5	Valga maakond	AA265	3	PH	MA	35
513	5	Valga maakond	AA265	3	JP	MA	41
514	5	Valga maakond	AA265	3	JP	MA	41
517	5	Valga maakond	AA279	2	PH	MA	66
518	5	Valga maakond	AA279	4	PH	MA	66
519	5	Valga maakond	AA279	4	MS	MA	66
520	5	Valga maakond	AA279	4	PH	MA	66
521	5	Valga maakond	AA65	9	PH	MA	42
522	5	Valga maakond	AA65	9	PH	MA	35
523	5	Valga maakond	AA65	9	PH	MA	35
524	5	Valga maakond	AA62	6	PH	MA	39
525	5	Valga maakond	AA62	6	PH	MA	42

526	5	Valga maakond	AA62	6	PH	MA	45
527	5	Valga maakond	AA124	11	PH	MA	88
528	5	Valga maakond	AA124	11	PH	MA	88
529	5	Valga maakond	AA124	11	PH	MA	88
530	5	Valga maakond	AA125	5	PH	MA	85
531	5	Valga maakond	AA125	5	PH	MA	85
532	5	Valga maakond	AA125	5	PH	MA	90
533	5	Jõgeva maakond	PN457	7	ND	HB	60
534	5	Jõgeva maakond	PN457	7	ND	HB	60
535	5	Jõgeva maakond	PN457	7	ND	HB	58
536	5	Jõgeva maakond	PN458	2	ND	HB	60
537	5	Jõgeva maakond	PN458	2	ND	HB	60
538	5	Jõgeva maakond	PN532	4	ND	LV	45
539	5	Jõgeva maakond	PN532	4	ND	LV	45
540	5	Jõgeva maakond	PN532	4	ND	LV	45
541	5	Jõgeva maakond	PN532	4	ND	KS	40
542	5	Jõgeva maakond	PN532	4	ND	KS	40
543	5	Jõgeva maakond	PN532	4	ND	LV	40
544	5	Jõgeva maakond	PN483	2	ND	KS	50
545	5	Jõgeva maakond	PN483	2	ND	KS	50
546	5	Jõgeva maakond	PN483	2	ND	KS	60
547	5	Jõgeva maakond	PN482	3	ND	KS	65
548	5	Jõgeva maakond	PN482	3	ND	KS	65
549	5	Jõgeva maakond	PN482	3	ND	KS	60
550	5	Jõgeva maakond	PN438	3	ND	HB	60
551	5	Jõgeva maakond	PN438	3	ND	KS	60
552	5	Jõgeva maakond	PN438	3	ND	HB	60
553	5	Jõgeva maakond	PN438	5	ND	HB	57

554	5	Jõgeva maakond	PN438	5	ND	KS	54
555	5	Jõgeva maakond	PN438	5	ND	KS	60
556	5	Jõgeva maakond	PN463	1	ND	KS	53
557	5	Jõgeva maakond	PN463	1	ND	KS	50
558	5	Jõgeva maakond	PN463	1	ND	KS	50
559	5	Jõgeva maakond	PN470	1	ND	HB	55
560	5	Jõgeva maakond	PN470	1	ND	KS	55
561	5	Jõgeva maakond	PN470	1	ND	KS	55
562	5	Jõgeva maakond	PN470	3	ND	KS	42
563	5	Jõgeva maakond	PN470	3	ND	KS	42
564	5	Jõgeva maakond	PN470	3	ND	KS	42
565	5	Jõgeva maakond	PN514	9	ND	KS	58
566	5	Jõgeva maakond	PN514	9	ND	HB	55
567	5	Jõgeva maakond	PN514	9	ND	HB	65
568	5	Jõgeva maakond	PN517	2	ND	KS	59
569	5	Jõgeva maakond	PN517	2	ND	KS	65
570	5	Jõgeva maakond	PN517	2	ND	KS	65
571	5	Jõgeva maakond	PN391	6	ND	KS	42
572	5	Jõgeva maakond	PN391	6	ND	LV	42
573	5	Jõgeva maakond	PN391	6	ND	KS	42
574	5	Jõgeva maakond	PN387	1	ND	KS	64
575	5	Jõgeva maakond	PN387	1	ND	LM	65
576	5	Jõgeva maakond	PN403	1	ND	KS	38
577	5	Jõgeva maakond	PN512	6	ND	KU	40
578	5	Jõgeva maakond	PN403	1	ND	KS	43
579	5	Jõgeva maakond	PN403	1	ND	KS	43
580	5	Jõgeva maakond	PN512	6	ND	KU	45

581	5	Jõgeva maakond	PN512	6	ND	KU	45
582	5	Jõgeva maakond	PN552	4	ND	HB	55
583	5	Jõgeva maakond	PN552	4	ND	HB	50
584	5	Jõgeva maakond	PN552	4	ND	HB	42
585	5	Jõgeva maakond	PN557	3	ND	KU	53
586	5	Jõgeva maakond	PN557	3	ND	KU	55
587	5	Jõgeva maakond	PN557	3	ND	KU	60
588	5	Valga maakond	AA094	19	PH	MA	65
589	5	Valga maakond	AA094	19	PH	MA	65
590	5	Valga maakond	AA094	19	PH	MA	65
591	5	Valga maakond	AA124	6	PH	MA	75
592	5	Valga maakond	AA124	6	PH	MA	75
593	5	Valga maakond	AA124	6	PH	MA	75
594	5	Tartu maakond	PS017	7	JP	MA	54
595	5	Tartu maakond	PS017	7	JP	MA	62
596	5	Tartu maakond	PS017	7	JP	MA	63
597	6	Tartu maakond	PS041	4	MS	MA	35
598	6	Tartu maakond	PS041	4	MS	MA	35
599	6	Tartu maakond	PS041	4	MS	MA	40
600	5	Valga maakond	AA115	3	PH	MA	73
601	5	Valga maakond	AA115	3	PH	MA	82
602	5	Valga maakond	AA115	3	PH	MA	82
603	4	Pärnu maakond	VD154	2	JM	KU	51
604	4	Pärnu maakond	VD154	1	KM	KU	45
605	4	Pärnu maakond	VD151	1	MO	KU	45
606	4	Lääne maakond	0	0	KM	MA	95
607	4	Lääne maakond	PI047	1	KN	MA	95
608	4	Lääne maakond	PI047	1	KN	MA	95

609	4	Lääne maakond	VP221	14	PH	MA	60
610	4	Lääne maakond	VP221	14	SM	MA	60
611	4	Lääne maakond	VP221	14	SM	MA	60
612	4	Rapla maakond	WR273	1	SL	MA	155
613	4	Rapla maakond	WR273	2	SL	MA	55
614	4	Rapla maakond	WR273	2	SL	MA	55
615	4	Rapla maakond	PR021	2	MS	MA	65
616	4	Rapla maakond	PR021	2	MS	MA	65
617	4	Rapla maakond	PR021	2	JP	MA	65
618	4	Pärnu maakond	0	0	TR	MA	95
619	4	Pärnu maakond	AU301	1	MS	KS	45
620	4	Pärnu maakond	AU301	1	MS	MA	45
621	4	Pärnu maakond	AU302	3	MS	MA	60
622	4	Pärnu maakond	AU302	3	MS	MA	65
623	4	Pärnu maakond	AU302	3	MS	MA	60
624	4	Pärnu maakond	KI123	39	JK	KU	45
625	4	Pärnu maakond	KI123	36	JK	KU	55
626	4	Pärnu maakond	KI123	13	AN	KU	49
627	4	Pärnu maakond	KK040	14	MO	MA	135
628	4	Pärnu maakond	KK040	17	JO	KU	52
629	4	Pärnu maakond	KK040	17	MO	MA	55
630	4	Pärnu maakond	JJ180	7	AN	KU	50
631	4	Pärnu maakond	JJ186	1	AN	KS	35
632	4	Pärnu maakond	JJ179	5	TA	KU	55
633	4	Pärnu maakond	JJ179	4	JK	LM	45
634	4	Pärnu maakond	JJ179	4	SL	KS	40
635	4	Pärnu maakond	0	0	JK	KU	40

636	4	Pärnu maakond	OJ162	12	JK	KU	95
638	4	Pärnu maakond	OJ148	15	PH	MA	65
639	4	Pärnu maakond	OJ148	17	PH	MA	60
641	4	Pärnu maakond	LD101	12	KM	MA	70
642	4	Pärnu maakond	LD099	10	JK	KU	55
643	4	Pärnu maakond	LD094	9	JO	KS	50
644	4	Pärnu maakond	LD094	8	JO	KS	33
645	4	Pärnu maakond	LD099	10	JK	KU	50
646	4	Pärnu maakond	LD099	10	JK	KU	50
647	4	Viljandi maakond	SQ096	3	JO	KU	45
648	4	Viljandi maakond	SQ096	3	JO	KU	50
649	4	Viljandi maakond	QI649	1	JO	KU	85
650	4	Viljandi maakond	QI055	11	SL	KU	60
651	4	Viljandi maakond	QI055	11	SL	KU	60
652	4	Viljandi maakond	QI055	11	SL	KU	60
653	4	Viljandi maakond	QI056	4	ND	KS	50
654	4	Pärnu maakond	0	0	RB	MA	50
655	4	Pärnu maakond	LS007	21	PH	MA	60
656	4	Pärnu maakond	LS007	21	PH	MA	60
657	4	Pärnu maakond	LS007	21	PH	MA	75
658	4	Pärnu maakond	LS004	15	JO	KS	40
659	4	Pärnu maakond	LS008	7	JM	MA	85
660	4	Pärnu maakond	TA123	3	JO	MA	95
661	4	Pärnu maakond	TA129	16	AN	KU	50
662	4	Pärnu maakond	TA139	2	JO	MA	75
663	4	Pärnu maakond	TA139	2	JO	KS	45
664	4	Järva maakond	HU007	6	SL	KU	85
665	4	Järva maakond	HU005	2	SL	KU	45

666	4	Järva maakond	HU007	1	SL	KU	70
667	4	Järva maakond	HU005	2	SL	KU	42
668	4	Viljandi maakond	KB372	10	SS	MA	77
669	4	Viljandi maakond	KB372	1	SS	MA	135
742	4	Lääne-Viru maakond	TR067	5	JK	KU	54
743	4	Lääne-Viru maakond	TR067	5	JK	KU	59
1300	2	Ida-Viru maakond	KT103	3	KP	MA	35
1301	2	Ida-Viru maakond	KT103	4	KP	MA	33
1302	2	Ida-Viru maakond	KT103	4	KP	MA	33
1303	2	Ida-Viru maakond	KT103	4	KP	MA	33
1304	2	Ida-Viru maakond	KT103	3	KP	MA	35
1305	2	Ida-Viru maakond	KT103	8	KP	MA	31
1306	2	Ida-Viru maakond	KT103	8	KP	MA	31
1307	2	Ida-Viru maakond	KT103	8	KP	MA	31
1308	2	Ida-Viru maakond	KT103	9	KP	MA	30
1309	2	Ida-Viru maakond	KT103	9	KP	MA	30
1310	2	Ida-Viru maakond	KT103	9	KP	MA	30
1311	2	Ida-Viru maakond	KT101	12	KP	MA	36
1312	2	Ida-Viru maakond	KT101	12	KP	MA	36
1314	2	Ida-Viru maakond	KT101	20	KP	KS	31
1315	2	Ida-Viru maakond	KT101	20	KP	MA	35
1316	2	Ida-Viru maakond	KT101	20	KP	MA	35
1317	2	Ida-Viru maakond	KT101	20	KP	KS	31
1318	2	Ida-Viru maakond	KT101	20	KP	KS	31
1319	2	Ida-Viru maakond	KT101	20	KP	KS	31
1320	2	Ida-Viru maakond	KT104	21	KP	MA	27
1321	2	Ida-Viru maakond	KT104	19	KP	MA	27

1322	2	Ida-Viru maakond	KT104	19	KP	KS	26
1324	2	Ida-Viru maakond	KT101	30	KP	MA	22
1325	2	Ida-Viru maakond	KT101	30	KP	MA	22
1326	2	Ida-Viru maakond	KT101	32	KP	MA	20
1327	2	Ida-Viru maakond	KT101	32	KP	MA	20
1328	2	Ida-Viru maakond	KT101	32	KP	MA	20
1329	2	Ida-Viru maakond	KT101	34	KP	MA	17
1330	2	Ida-Viru maakond	KT101	34	KP	MA	17
1331	2	Ida-Viru maakond	KT101	34	KP	MA	17
1332	2	Ida-Viru maakond	KT101	26	KP	MA	28
1333	2	Ida-Viru maakond	KT101	26	KP	MA	28
1334	2	Ida-Viru maakond	KT101	26	KP	MA	28
1335	2	Ida-Viru maakond	KT103	3	KP	MA	35
1337	2	Ida-Viru maakond	KT103	1	KP	MA	38
1338	2	Ida-Viru maakond	KT103	1	KP	MA	38
1339	2	Ida-Viru maakond	KT104	29	KP	MA	20
1340	2	Ida-Viru maakond	KT104	29	KP	MA	20
1341	2	Ida-Viru maakond	KT104	29	KP	MA	20
1342	2	Ida-Viru maakond	KT101	22	KP	KS	31
1343	2	Ida-Viru maakond	KT101	23	KP	KS	26
1344	2	Ida-Viru maakond	KT101	23	KP	KS	26
1345	2	Ida-Viru maakond	KT103	11	KP	MA	28
1346	2	Ida-Viru maakond	KT103	11	KP	MA	28
1347	2	Ida-Viru maakond	KT103	11	KP	MA	28
1348	2	Ida-Viru maakond	KT103	14	KP	MA	27
1349	2	Ida-Viru maakond	KT103	14	KP	MA	27
1350	2	Ida-Viru maakond	KT103	14	KP	MA	27
1351	2	Ida-Viru maakond	KT104	5	KP	MA	36

1352	2	Ida-Viru maakond	KT104	5	KP	MA	36
1353	2	Ida-Viru maakond	KT104	5	KP	MA	36
1354	2	Ida-Viru maakond	KT101	28	KP	MA	27
1355	2	Ida-Viru maakond	KT101	28	KP	MA	27
1356	2	Ida-Viru maakond	KT101	28	KP	MA	22
1357	2	Ida-Viru maakond	KT102	4	KP	MA	34
1358	2	Ida-Viru maakond	KT102	4	KP	MA	34
1359	2	Ida-Viru maakond	KT102	4	KP	MA	34
1360	1	Ida-Viru maakond	KT101	12	KP	MA	36
1361	1	Ida-Viru maakond	KT101	30	KP	MA	22
1362	1	Ida-Viru maakond	KT103	1	KP	MA	38
1363	1	Ida-Viru maakond	KT101	28	KP	MA	27
1700	2	Ida-Viru maakond	VF172	2	KP	MA	45
1701	2	Ida-Viru maakond	VF172	3	KP	MA	45
1702	2	Ida-Viru maakond	VF172	3	KP	MA	45
1703	2	Ida-Viru maakond	VF172	3	KP	MA	45
1704	2	Ida-Viru maakond	VF173	5	KP	MA	45
1705	2	Ida-Viru maakond	VF173	5	KP	MA	45
1706	2	Ida-Viru maakond	VF201	2	KP	MA	36
1707	2	Ida-Viru maakond	VF201	4	KP	MA	36
1708	2	Ida-Viru maakond	VF201	5	KP	MA	36
1709	2	Ida-Viru maakond	AT358	7	KP	MA	28
1710	2	Ida-Viru maakond	AT358	7	KP	MA	26
1711	2	Ida-Viru maakond	AT358	7	KP	MA	26
1712	2	Ida-Viru maakond			KP	MA	15
1713	2	Ida-Viru maakond			KP	MA	16

Tabel 3.2. 2016. a. kasvukoha kirjeldamise proovitükkide nimekiri (O- kõduhorisondi pak-
sus, A- huumushorisondi paksus)

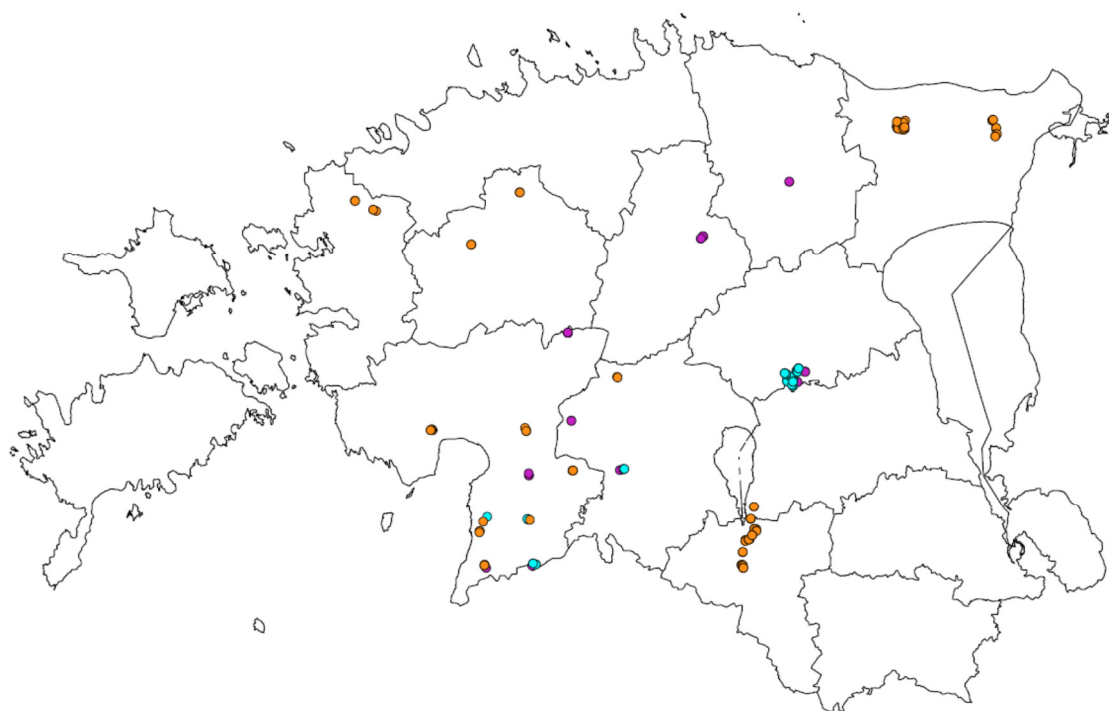
Proovitüki nr	Mullaliik	Lõimis	O (cm)	A, AT*,EA' (cm)
100	LkIg	sl1	5	10
101	LkIg	sl1	2	30
102	Go	ls1	0	26
103	LkIg	ls1	1	26
104	LkG	sl	4	14*
107	LkIg	ls1	0.5	24
109	Lg	sl	4	9
110	LkIg	ls1	3	21
111	LkG	sl	4	22*
112	LkIg	sl	1	29
113	Lg	sl	8	11'
118	GI	ls	0.5	26
119	Llg	sl	4	8*
123	L(k)I	sl	5	10
124	L(k)g	sl	5	8
125	L(k)g	sl	5	5
127	LkI	sl	3	15
128	LPg	sl	5	23
129	L(P)	ls	5	17
130	L(P)g	ls	4	6
131	LkIg	sl	5	15
133	LPg	sl	4	18
134	L(k)llg	sl	8	4
135	Lkllg	ls1	10	15
137	Go	ls2	0	20
138	Go	ls2	0	20
139	Go	ls2	0	47*

151	LPg	sl	5	28
153	LPG	ls1	0.5	27
154	LP	ls1	0.5	40
155	Klg	ls1	0.5	25
156	LkI	ls1	2	28
157	LkI	sl1	1	4
158	KI	sl	0	17
159	LkI	sl1	0.5	27
365	L(k)III	l	5	6
366	L(k)III	l	10	2
367	L(k)III	l	6	10
368	LI	l	5	4'
370	L(k)I	l	8	10
395	Lkg	sl	1	13
396	LP	sl	1	19
450	LIIg	l	14	9'
451	Llg	l	7	7'
452	LII	l	15	15'
500	L(k)I	l	6	7
501	LI	l	7	6'
585	Go	sl1	9	23
586	Go	sl1	0.5	30
587	Go	ls2	0.5	26

4. PUISTU KASVUKÄIGU PÜSIPROOVITÜKKIDE ANDMESTIKU KIRJELDUS

4.1. PÜSIPROOVITÜKKIDE KORDUSMÕÕTMINE

Käesolevaks hetkeks on metsakorralduse osakonna töörühma poolt kasvukäigu püsiproovitükke rajatud üle kogu Eesti. Kokku on rajatud 714 püsiproovitükki, millest 2016. a. KIK projekti raames rajati ning korduvalt mõõdeti 244 proovitükki (Joonis 4.1). Proovitükkide asukoha kaardid on esitatud Lisas 6.



Joon. 4.1. 2016.a. mõõdetud kasvukäigu püsiproovitükkide võrgustiku püsiproovitükid. Ühel katsealal on tavaliselt 3...6 püsiproovitükki, erandiks on Ida-Virumaa proovitükid, kus Aidus on 60 proovitükki ja Viivikonnas 14 proovitükki.

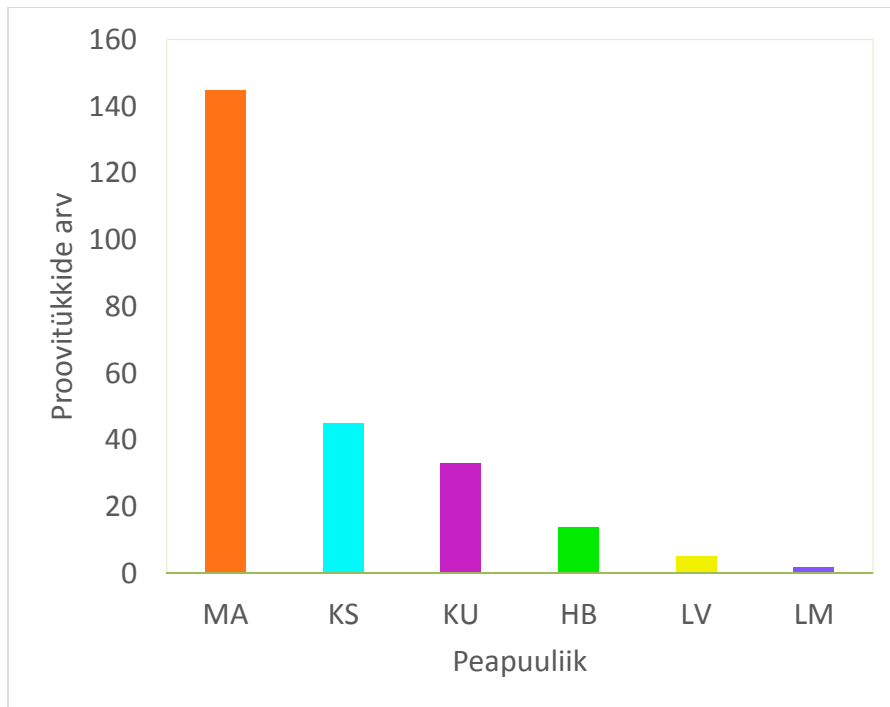
145 püsiproovitükil oli peapuuliigiks harilik mänd (*Pinus sylvestris* L.), 45-l kask (*Betula* sp.), 33-l harilik kuusk (*Picea abies* L.), 14-l haab (*Populus tremula* L.) ja viiel hall lepp (*Alnus glauca* L.) ja kahel sanglepp (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) (Joonis 4.2). Puude jaotumine puuliikide ja rinnete järgi on toodud tabelites 4.2 ja 4.3.

Tabel 4.2. Puistu kasvukäigu püsiproovitükkidel 2016. a. mõõdetud puude jaotus puuliikide kaupa

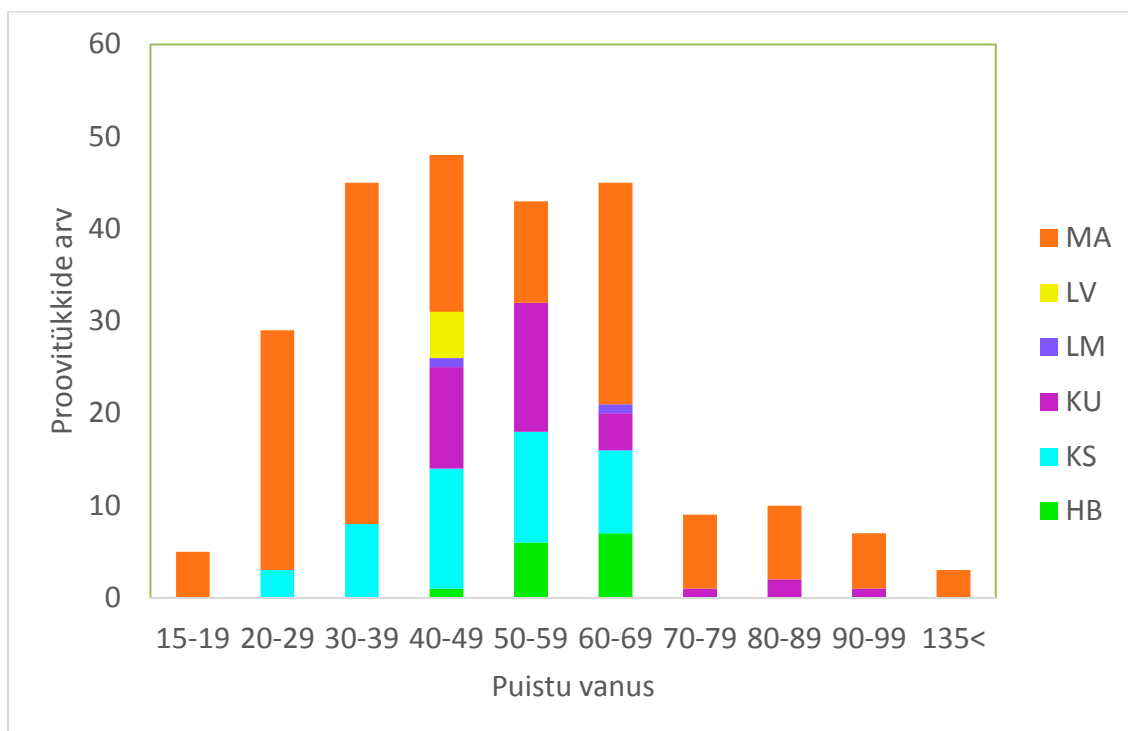
Puuliik	Puid
Haab	1395
Hall lepp	1461
Kask	7228
Kuusk	8087
Mänd	15823
Pärn	157
Rommelgas	829
Saar	251
Sanglepp	695
Muud	188

Tabel 4.3. Puistu kasvukäigu püsiproovitükkidel 2016. a. mõõdetud puude jaotus rinnete kaupa

Rinne	Puid
I rinne	22107
II rinne	3247
Alusmets	179
Järelkasv	1265
Kännud	5577
Mahalangenud puud	1597
Seisvad surnud puud	1350
Tüükad	749

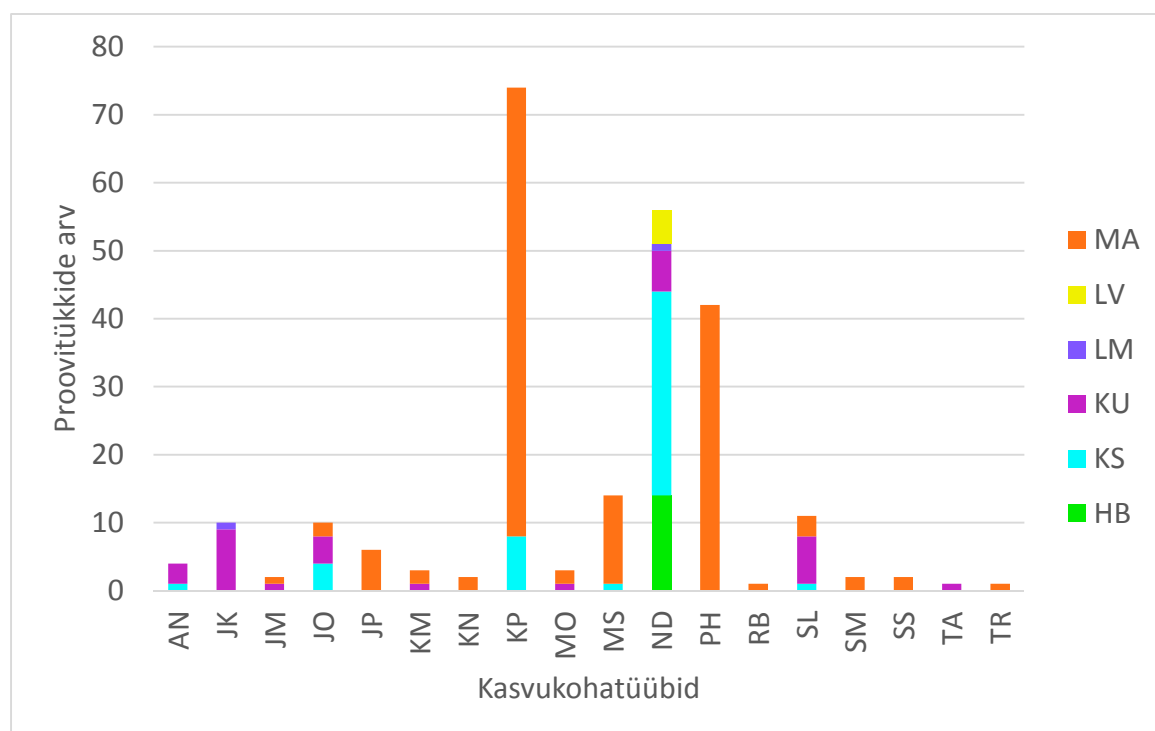


Joon. 4.2. Proovitükkide jaotus peapuuliigi järgi



Joon. 4.3. 2016. a. mõõdetud puistu kasvukäigu püsiproovitükkide jaotus enamuspuuliikide ja vanuserühmade järgi

Joonisel 4.3 on esitatud püsiproovitükkide jaotus enamuspuliikide ja vanuserühmade järgi. Jooniselt on näha, et valitud puistute vanus algab 15. eluaastast (see on tingitud proovitükide rajamise meetodikast).



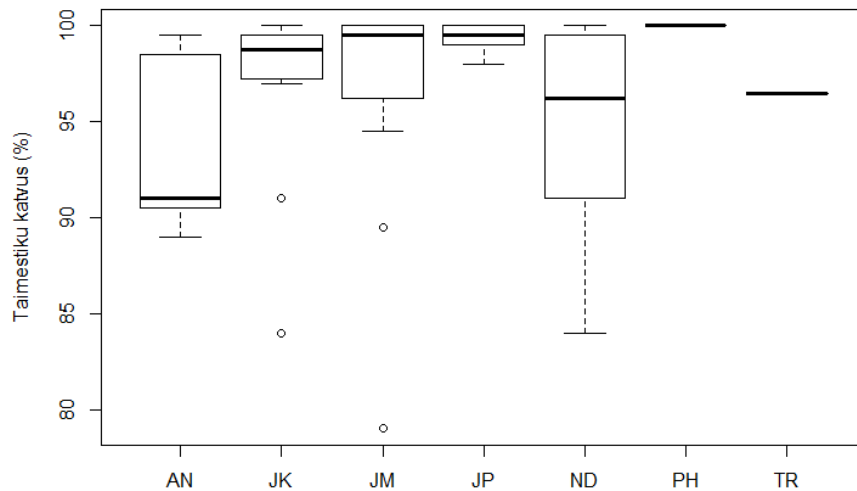
Joon. 4.4. 2016. a. mõõdetud puistu kasvukäigu püsiproovitükkide jaotus enamuspuliikide ja kasvukohatüüpide järgi

Joonisel 4.4 on esitatud 2016. a. mõõdetud puistu kasvukäigu püsiproovitükkide jaotus kasvukohatüüpide järgi. 2016. a. mõõdeti endistes põlevkivikarjäärides (KP-kivine puistang) ning peamiselt naadi ja pohla kasvukohatüübis asuvaid proovitükke.

4.2. PÜSIPROOVITÜKKIDE KASVUKOHTADE KIRJELDAMINE

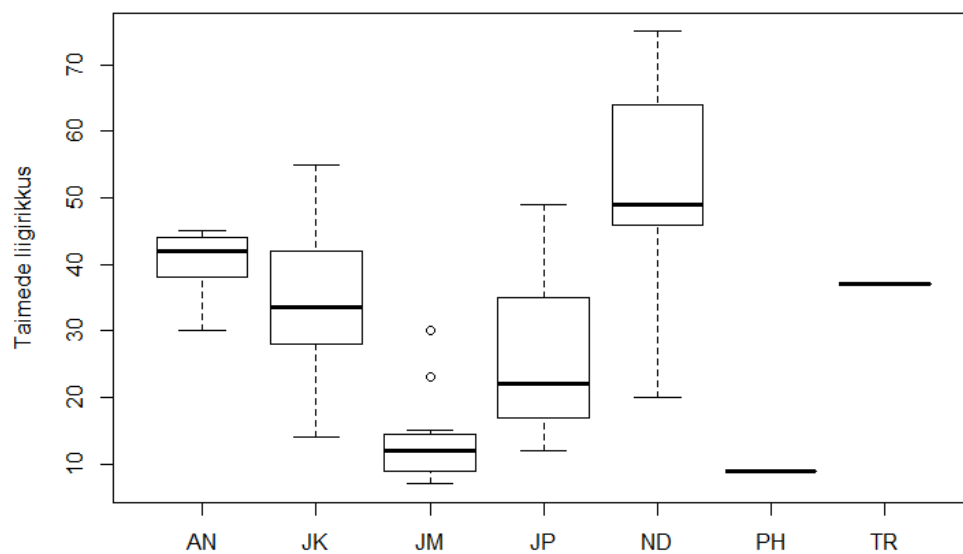
Viiendat korda, 2016. aastal, kirjeldati püsiproovitükkide kasvukohti. Puistu mõõtmised kasvukoha kirjeldamise proovitükkidel (tabel 3.2) toimusid aastatel 2014, 2015 ja 2016. Valituks osutusid 50 proovitükki, millel teostati alustaimestiku seire, tehti mullakaeve ning võeti mul-laproovid laboris tunnuste määramiseks.

Taimestikuga kattuvust proovitükkidel näitab joonis 4.5. Jooniselt on näha, et kõige varieeruvamad on naadi kasvukohatüübi proovitükid, kus on ka proovitükke, millel 15% üldse taimkate puudub.



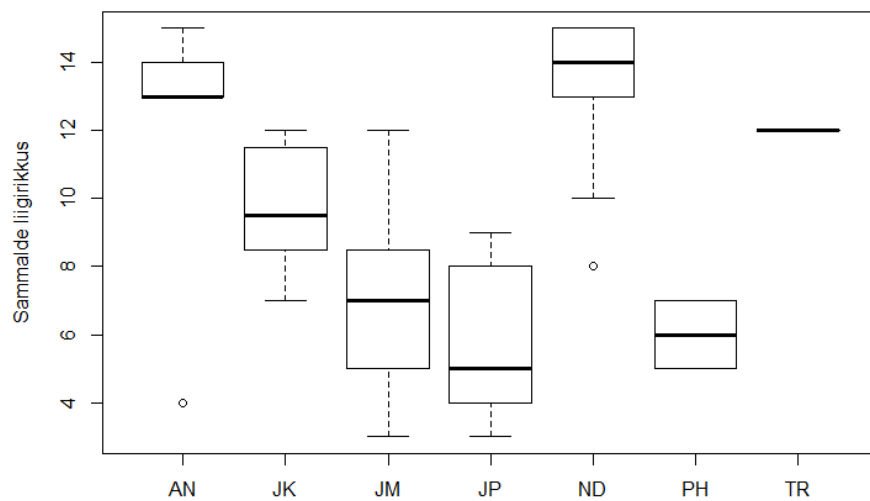
Joon. 4.5. 2016. a. Inventeeritud püsiproovitükkide katvus taimestikuga kasvukohatüüpide järgi

Kõige soontaimede liigirikkamad proovitükid asusid naadi kasvukohatüübis, keskmiselt leitud ühel proovitükil 52 erinevat taimeliiki, millele järgnes angervaksa kasvukohatüüp, keskmiselt 40 liigiga (joonis 4.6). Keskmise Shannoni mitmekesisuse indeks oli 2,26, kõige mitmekesisemad olid samuti naadi ($Sh=2,98$) ja angervaksa ($Sh=2,94$) proovitükid. Kõige vähem mitmekesisemad olid pohla kasvukohatüübi proovitükid ($Sh=0,87$).



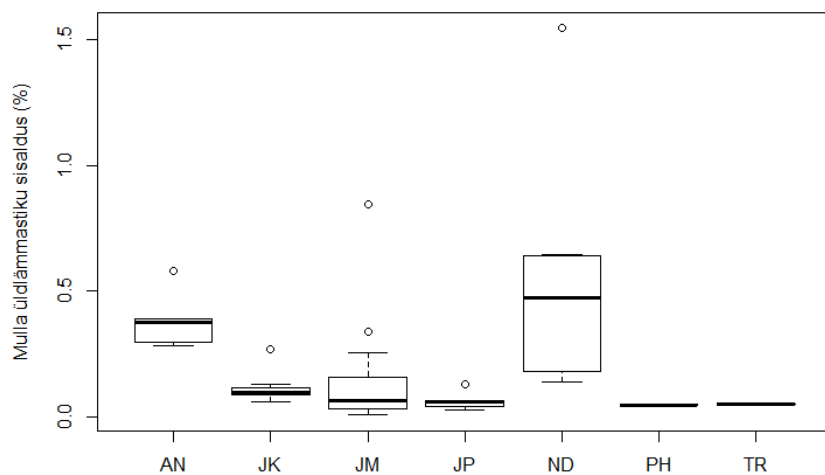
Joon. 4.6. 2016.a. inventeeritud proovitükkide soontaimede liigirikkus kasvukohatüüpide järgi

Sammaltaimede liigirikkus oli suurim samuti naadi kasvukohatüübis, kus keskmiselt leidis ühel proovitükil 13 erinevat liiki, keskmiselt 12 liiki leidis tarna ja angervaksa proovitükkidel (joonis 4.7). Kõige mitmekesisemad proovitükid olid naadi ja tarna ($Sh=2,05$) ning angervaksa ($Sh=1,98$) kasvukohatüübis. Kõige väiksem sammalde mitmekesisus oli pohla ($Sh=0,71$) ja jänesekapsa-pohla ($Sh=0,84$) kasvukohatüübis.



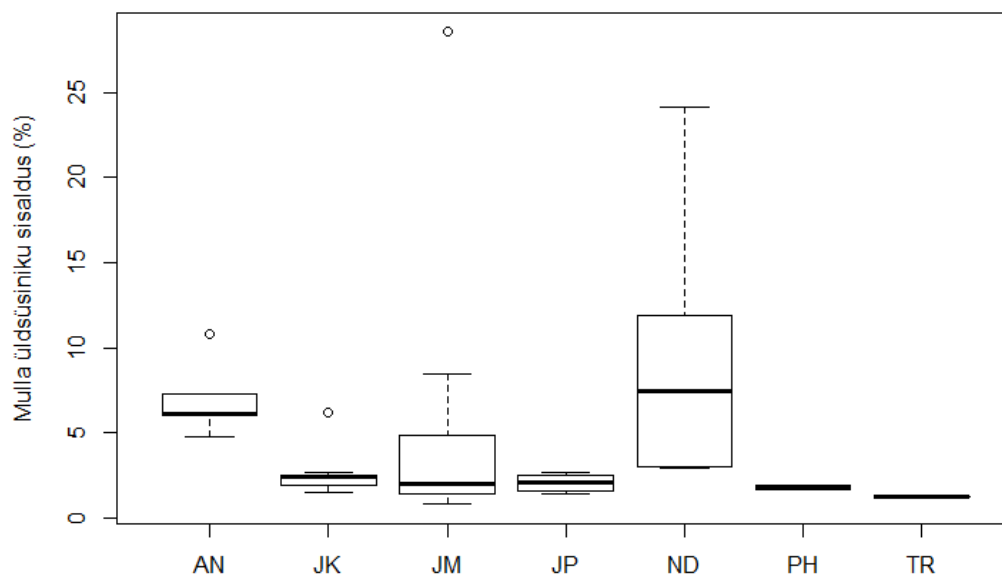
Joon. 4.7. 2016.a. inventeeritud proovitükkide sammaltaimede liigirikkus kasvukohatüüpide järgi

Nii soontaimede- kui ka samblaliikide rohkus võib olla tingitud lämmastiku sisaldusest mul-
las ($p < 0,01$) (joonis 4.8). Keskmine N-sisaldus oli naadi KKT 0,52% ja angervaksa KKT 0,38%.



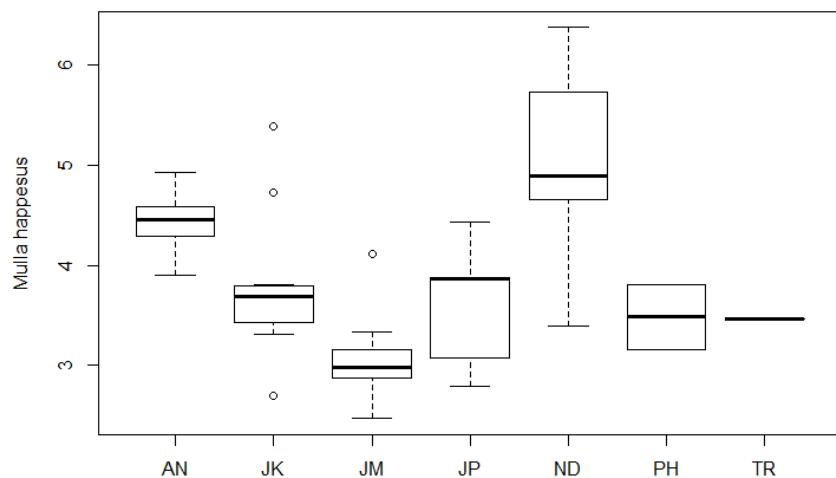
Joon. 4.8. 2016.a. inventeeritud proovitükkide muldade lämmastiku sisaldus (%) kasvuko-
hatüüpide järgi

Samuti võib samblaliikide rohkus olla tingitud mulla süsiniku sisalduse tõttu ($p=0,02$) (joonis 4.9). Keskmise mulla üldsüsiniku sisaldus oli 4,8%, suurim oli see naadi proovitükkidel (8,87%), millele järgnesid angervaksa proovitükid (6,97%) ja jänese-kapsa-mustika proovitükid (4,74%). Taimeliikide arvukuse ja mulla üldsüsiniku vahel statistiliselt olulist seost ei tuvastatud ($p=0,19$).

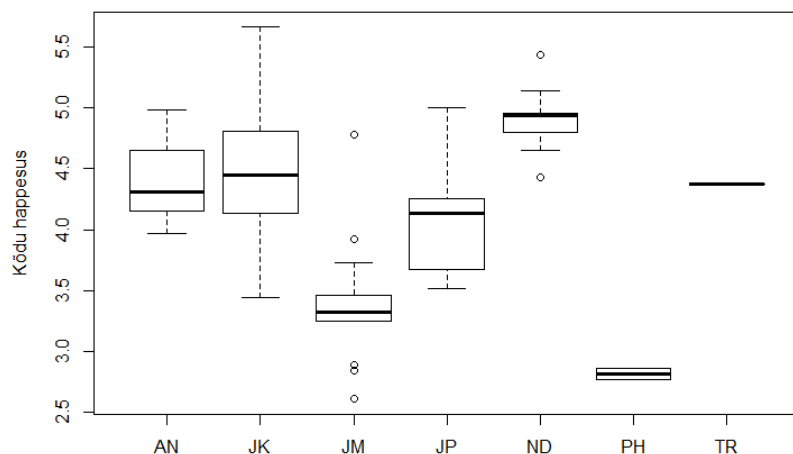


Joon. 4.9. 2016.a. inventeeritud proovitükkide muldade süsiniku sisaldus (%) kasvukohatüüpide järgi

Mulla happesust näitab joonis 4.10., kus on näha, et kõige happelisemad mullad on jänese-kapsa-mustika proovitükkidel ja keskmiselt kõige vähem happesemad on naadi kasvukohatüübi proovitükkidel. Kõdukihi happesust näitab joonis 4.11.



Joon. 4.10. 2016.a. inventeeritud proovitükkide muldade happesus kasvukohatüüpide järgi



Joon. 4.11. 2016.a. inventeeritud proovitükkide kõdukihi happesus kasvukohatüüpide järgi

4.3. HARVENDUSRAIEJÄRGSETE KUUSIKUTE TERVISLIKU SEISUNDI HINDAMINE

Harvendusraiate mõju hindamine jänesekapsa kasvukohatüübi kuusikutes toimus 2016-2017.a. 11- püsiproovitükil. Eesmärk oli hinnata, kuidas mõjutavad raied ning nende intensiivsus puude elujõulisust puistus. Tulemustest selgus, et viis aastat pärast raiet oli proovitükkidel keskmine surnud puude osakaal 12% ja kümme aastat pärast raiet 21% ehk viiendik

harvendusraie järgselt alles jäänud puudest surid, mis on arvestatav kahju metsaomanikele kaotatud tulu näol lõppraiest. Harvendusraie mõjutas jänesekapsakuusikute tervislikku seisundit negatiivselt kuna puistute seisund on pärast harvendusraiet oluliselt halvenenud. Täpsema analüüsi tegemisel puuriti resistograafia enne sanitaar-lageraiesse (põhjuseks juurepess) minekut kahel proovitükil kõik kasvavad puud. 165st uuritud puust tuvastati seitsmel puul mädanik. Pärast sanitaar-lageraie hinnati käändudel visuaalselt mädanike esinemist. Kaheksal kannul tuvastati mädanik, 35-l tumenemine ja 89-l neid ei tuvastatud. Üksikasjalikud tulemused on toodud Timo Ehrpasi bakalaureusetöös (Lisa 7).

4.4. PUISTU STRUKTUURI ANALÜÜSIMINE

Majandus- ja loodusemetsade struktuur on erinev ning see on tingitud peamiselt inimtegevuse tulemustest. Puistu struktuuri hinnati erineva looduslikkuse tasemega puistutes, lisaks kasvukäigu püsiproovitükkidele võeti analüüsi ka vanade loodusemetsade elupaigatüüpi kuuluvad proovitükid. Kokku uuriti 239 püsiproovitükki. Töös kasutati nelja erinevat struktuuriindeksit – puude paiknemisindeks, liigilise segunemise indeks, diameetri diferentseerumise indeks ning surnud puude ruumilise paiknemise indeks. Puude paiknemisindeksi järgi kasvavad puud tüüpilistes majandusemetsades korrapärasemalt kui seda vanades loodusemetsades. Liigiline segunemine on suurem vanades loodusemetsades võrrelduna majandusemetsadega. Diameetrite diferentseerumine on nii majandusemetsades kui ka vanades loodusemetsades nõrk ehk pigem kasvavad kõrvuti ühesuguse suurusega puud. Majandusemetsades paiknevad surnud puud kas üksinda või on ka keskmiselt üks naaber surnud, kuid vanades loodusemetsades keskmiselt kaks kuni kolm puud on grupiti koos. Üksikasjalikud tulemused on välja toodud Lauri Lahtvee bakalaureusetöös (Lisa 8).

4.6. TAASMETSASTATUD PROOVITÜKID KIVISEL PUISTANGUL

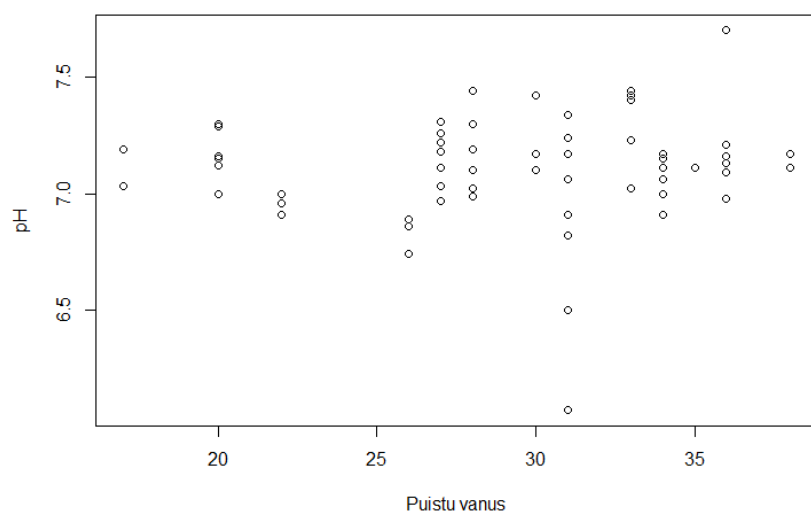
Metsa kasvukäigu püsiproovitükkide võrgustikku kuuluvad ka endistesse põlevkivikarjääridesse taasmetsastatud aladele rajatud proovitükid, kus kasvukohatüübiks on kivine puistang. Proovitükid on rajatud teiste proovitükkidega sama meetodika alusel ning samuti jälgitakse puistu kasvukäiku, kasvukohtade eriilmelisust kui ka metsaökosüsteemi taastumist pärast inimtekkelist häiringut.

4.6.1. AIDU KARJÄÄRI PROOVITÜKID

Aidu endise põlevkivikarjääri 60 proovitükil kasvab kokku 149 erinevat soontaimeliiki. Keskmiselt kasvab ühel proovitükil 21 erinevat liiki soontaimi. Kõige rohkem kasvab ühel proovitükil 48 erinevat soontaimeliiki (prt 1305, 31-aastane männipuistu, keskmise kõrgusega 9,7 m), kõige vähem 9 (prt 1332, 28-aastane männipuistu, keskmise kõrgusega 10,4 m). Looduskaitsealuseid soontaimi leidub Aidu karjääris 10 erinevat liiki. II kategooria taimed on kaunis kuldking (*Cypripedium calceolus*) ja soovalk (*Malaxis monophyllos*). III kategooria kaitsealused taimed on vööthuul sõrmkäpp (*Dactylorhiza fuchsii*), tumepunane neuuvaip (*Epipactis atrorubens*), laialehine neuuvaip (*Epipactis helleborine*), roomav öövilge (*Goodyera repens*), harilik käoraamat (*Gymnadenia conopsea*), suur käopõll (*Listera ovata*), hall käpp (*Orchis militaris*) ja kahelehine käokeel (*Platanthera bifolia*).

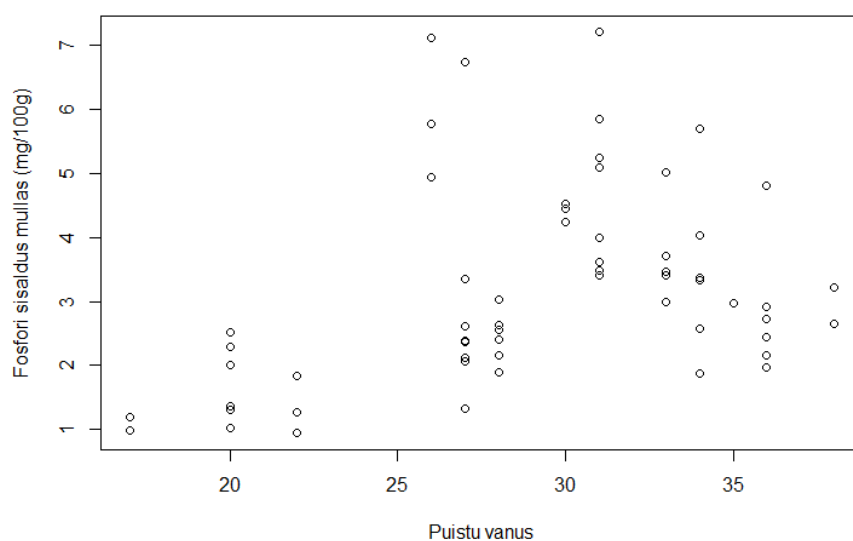
Erinevaid samblaliike kasvab Aidu karjääris 67. Keskmiselt kasvab ühel proovitükil 9 erinevat liiki sammalt, kõige rohkem kasvab ühel proovitükil 18 erinevat liiki (prt 1359, 34-aastane männipuistu, keskmise kõrgusega 11,1 m) ning ühel proovitükil ei tuvastatud ühtegi sammalt (prt 1317, 31-aastane kasepuistu, keskmise kõrgusega 21,6 m). Ühtegi kaitsealust samblaliiki Aidu karjääris ei leitud. Välja saab tuua haruldastest sammaldest lubi-kuldsambla (*Campylium calcareum*) ja lubi-lehiksambla (*Plagiomnium rostratum*).

Mullanäitajate analüüsimise käigus selgus, et mulla happesus ei sõltu puistu vanusest ($p > 0,05$). Keskmine pH oli Aidu karjääri proovitükkidel 7,10, varieerudes vahemikus 6,07 kuni 7,70.



Joon. 4.12. Aidu karjääri proovitükkide mulla happesus erineva vanusega puistutes

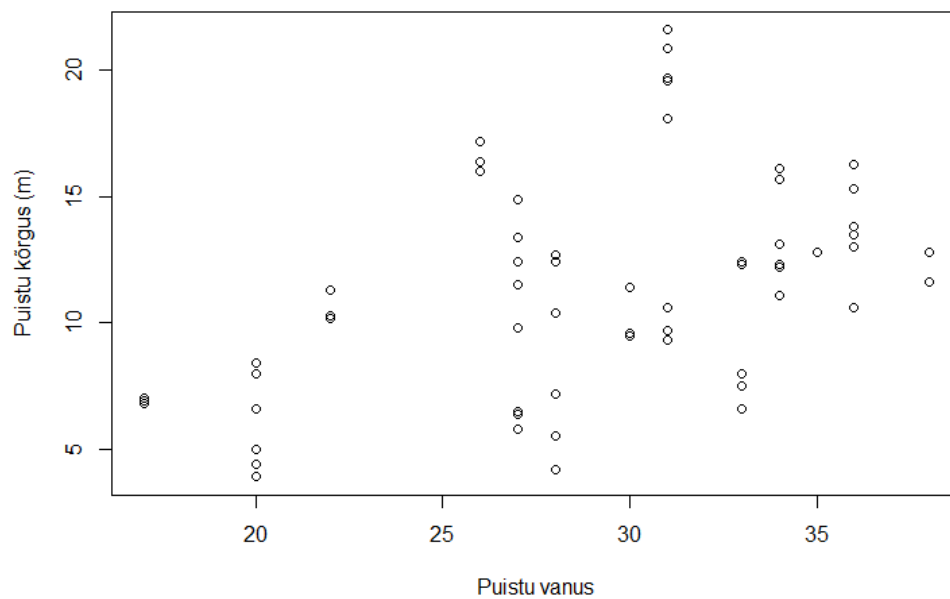
Analüüsidest teisi mullanalüüsitajaid selgus, et puistu vanusega ei suurene ega vähene järgmised näitajad: orgaanilise süsiniku sisaldus mullas, kaaliumi sisaldus mullas, üldlämmastiku sisaldus mullas, üldsüsiniku sisaldus mullas, kõdukihi orgaanilise aine sisaldus, kõdukihi lämmastiku sisaldus, üldsüsiniku sisaldus ja kõdukihi happesus. Puistu vanuse ja mulla fosfori sisalduse vahel (joonis 4.13) on statistiliselt usaldatav seos ($p=0,001$) ehk puistu vanuse suurenedes suureneb mullas fosfori sisaldus.



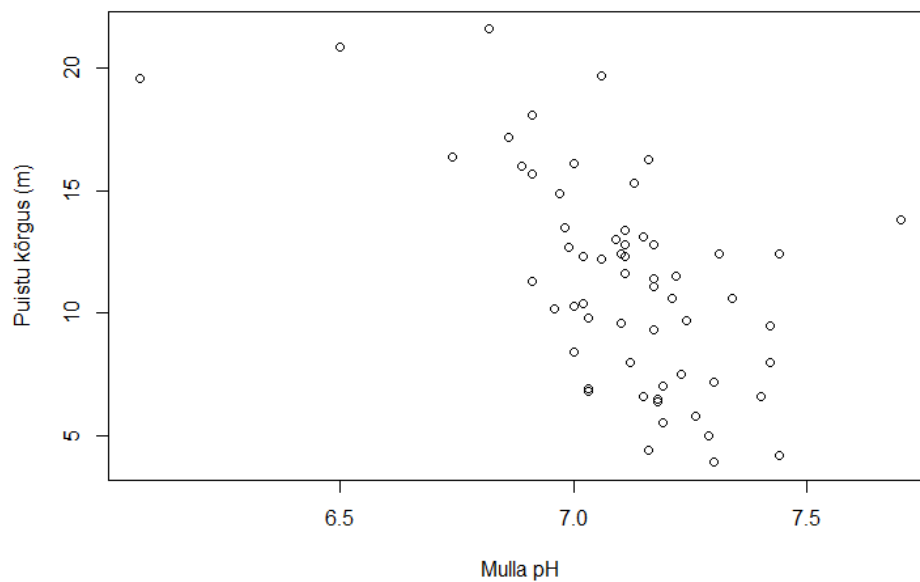
Joon. 4.13. Aidu karjääri proovitükkide mulla fosfori sisaldus erineva vanusega puistutes

Analüüsidest puistu takseerandmeid selgus, et puistu vanuse suurenedes suureneb ka puistu keskmine kõrgus ($p<0,001$) (joonis 4.14). Samasugune statistiliselt oluline seos on ka puistu keskmisel diameetril ehk puistu vanuse suurenedes suureneb puistu diameeter ($p<0,001$). Puistu diameetri ja puistu keskmise kõrguse vahel on statistiliselt oluline seos ($p<0,001$) ning saab koostada puude kõrguse arvutamiseks mudeli $H=0,04999+0,97616*D$, mille determinatsioonikordaja väärtus on 0,78.

Kuigi puistu vanuse ning mulla pH vahel seost ei leitud, kuid seos oli olemas puistu vanuse ja puistu kõrguse vahel, analüüsidest mõõdetud tunnuseid edasi, leiti statistiliselt usaldatav seos mulla pH ja puistu kõrguse vahel (joonis 4.15). Väga aluselistel muldadel kasvav puistu on madalam kui vähem aluselistel muldadel ($p<0,001$). Samasugune seos on ka puistu diameetriga ($p<0,001$).



Joon. 4.14. Aidu karjääri proovitükkide puistu keskmine kõrgus erineva vanusega puistutes



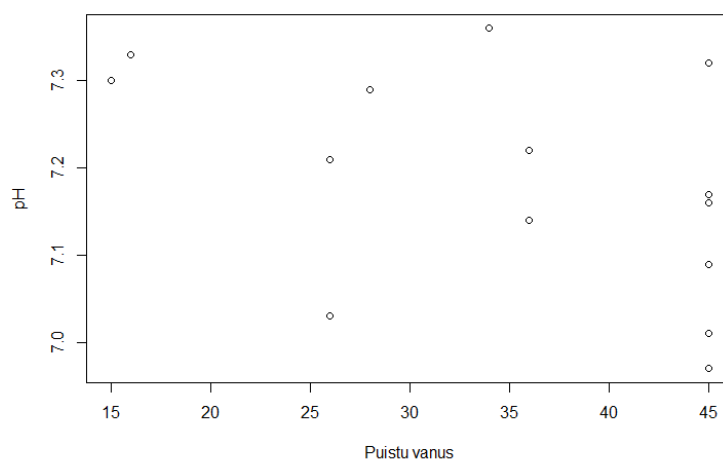
Joon.4.15. Aidu karjääri proovitükkide mulla happesuse ja puistu kõrguse vaheline seos

4.6.2. VIIVIKONNA KARJÄÄRI PROOVITÜKID

Viivikonna endises põlevkivikarjääri 14 proovitükil esineb kokku 104 erinevat liiki soontaimi. Keskmiselt esineb proovitükkidel 27 erinevat liiki. Kõige rohkem leidub ühel proovitükil 37 erinevat liiki (prt 1707, 36-aastane männik, keskmise kõrgusega 18,7 m) ja kõige vähem 18 liiki (prt 1712, 15-aastane männipuistu keskmise kõrgusega 4,8 m). Looduskaitsealuseid soontaimi leidub kokku 8 erinevat liiki. I looduskaitsekategooria taim, mis Viivikonna proovitükkidel kasvab on virgiinia võtmehein (*Botrychium virginianum*). III kaitsekategooria liigid on vööthuul sõrmkäpp, tumepunane neuuvaip, laialehine neuuvaip, roomav öövilge, suur käopõll, hall käpp ja kahelehine käokeel.

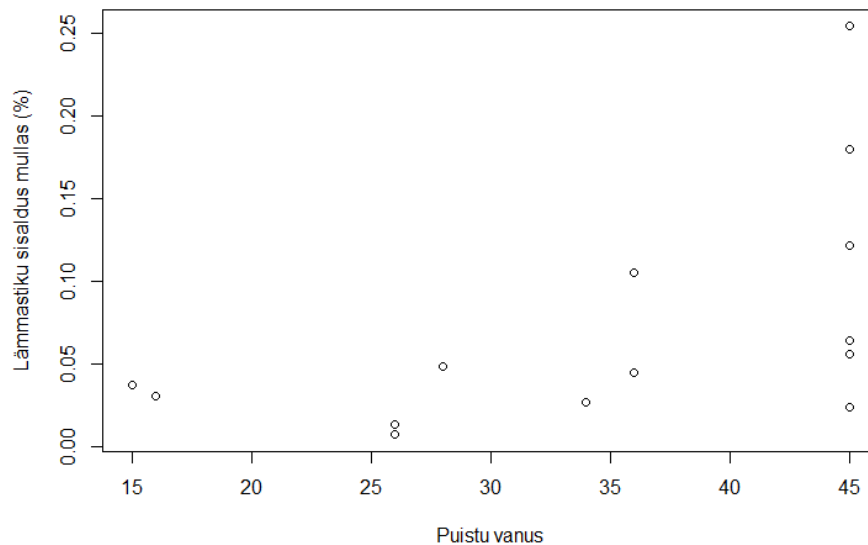
Erinevaid samblaliike kasvab Viivikonna karjääri proovitükkidel kokku 50. Keskmiselt kasvab ühel proovitükil 12 erinevat liiki. Kõige rohkem leidub samblaliike ühel proovitükil 20 (prt 1705, 45-aastane männipuistu, mille keskmine kõrgus on 15,7 m) ja kõige vähem 7 (prt 1707, 36-aastane männipuistu keskmise kõrgusega 18,7 m). Proovitükke, kus leidub ainult 8 erinevat samblaliiki on kokku 3 (16-aastane, 34-aastane ja 45-aastane). Looduskaitsealuseid samblaliike ei leitud, kuid ära märkimist vajavad harva esinevad samblaliigid nagu naaskelpleuriidium (*Pleuridium subulatum*) ja paasrebuulia (*Reboulia hemisphaerica*).

Mullanäitajate analüüsimisel selgus, et mulla pH ja puistu vanuse vahel statistiliselt usaldatav seos puudub ($p=0,08$) (joonis 4.16). Keskmine pH oli proovitükkidel 7,2, mis varieerub vahemikus 6,97-7,36.



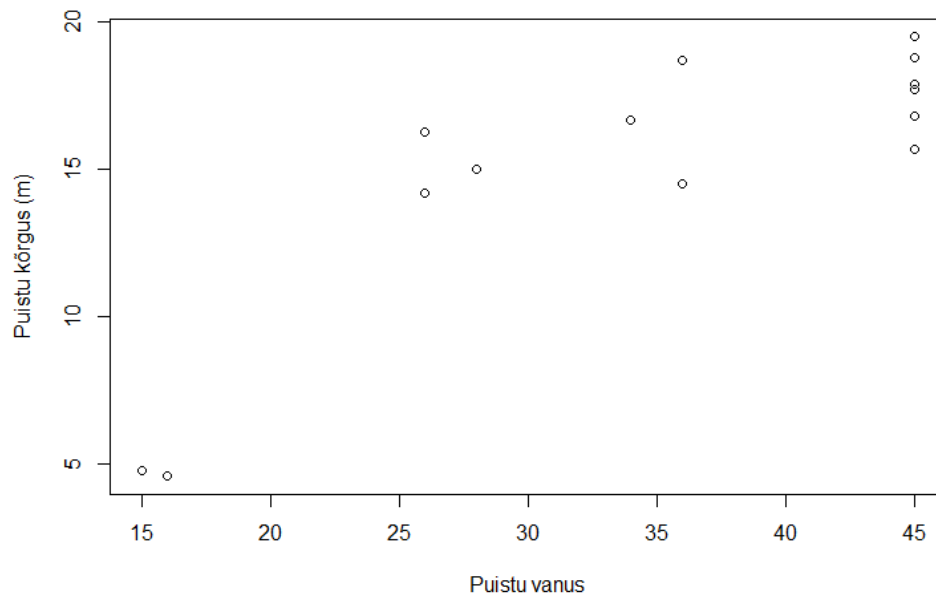
Joon. 4.16. Viivikonna karjääri proovitükkide mulla happesus erineva vanusega puistutes

Analüüsidest teiste mullanaätajate ja puistu vanuse vahelist seost, selgus, et enamikel neist (mulla orgaaniline süsinik, üldsüsiniku, fosfori ja kaaliumi sisaldus ning kõdukihi pH, orgaanilise aine, lämmastiku ja süsiniku sisaldus) pole statistiliselt usaldatavat seost puistu vanusega. Puistu vanusel on aga statistiliselt usaldatav seos olemas mulla üldlämmastikuga ($p=0,04$) (joonis 4.17.).

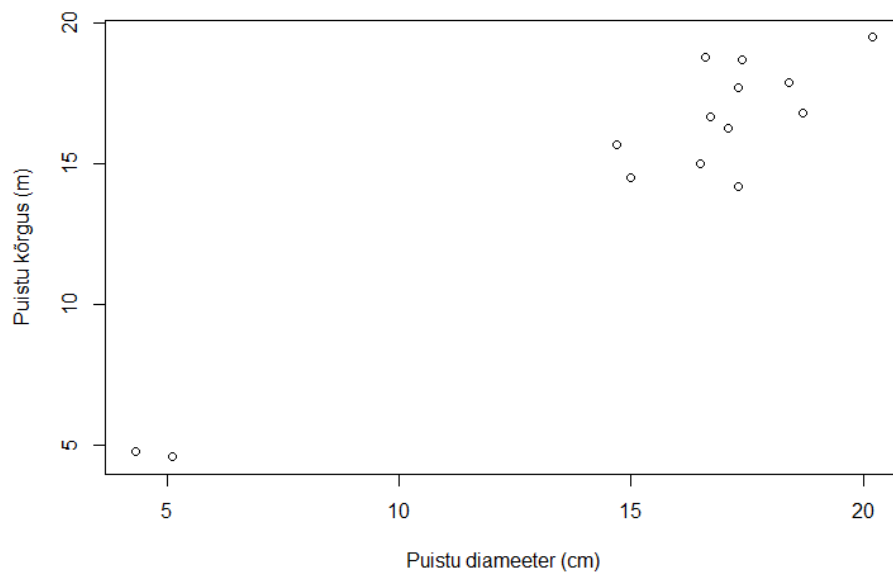


Joon.4.17. Viivikonna karjääri proovitükkide mulla lämmastiku sisaldus erineva vanusega puistutes

Analüüsidest puistu takseernäitajaid selgus, et statistiliselt usaldatav seos puistu vanusega on puistu kõrgusel ($p<0,001$) (joonis 4.18). Mida vanemad on puistud, seda kõrgemad nad ka on. Samasugune oluline seos leiti ka puistu diameetri ning puistu vanuse vahel ($p=0,001$). Analüüsidest puistu diameetri ja puistu kõrguse vahelist seost, leiti, et seos on oluline ($p<0,001$) (joonis 4.19). Antud seose kohta saab koostada mudeli $H=0,49991+0,94845*D$ ning mudel kirjeldab ära 92% kõrguse varieeruvusest.



Joon.4.18. Viivikonna karjääri proovitükkide puistu keskmine kõrgus erineva vanusega puistutes



Joon.4.19. Viivikonna karjääri proovitükkide puistu diameetri ja kõrguse vaheline suhe

Analüüsid mullänäitajate mõju puistu kõrgusele selgus, et statistiliselt usaldatav seos on vaid kõdukihi lämmastiku sisaldusel ($p=0,05$).

KOKKUVÕTE JA ARENGUKAVA

Vastavalt sihtasutuse Keskkonnainvesteeringute Keskus ja Eesti Maaülikooli vahel 06.04.2016 sõlmitud teadusuuringu lepingule nr. 3-2_8/4036-4/2016 "Metsa kasvukäigu püsiproovitükkide võrgustiku kordusmõõtmine 2016", teostas EMÜ metsakorralduse osakonna töögrupp lepingu lähteülesandes ettenähtud välitööd täies mahus, sisestas andmed arvutisse ja teostas esmase andmeanalüüsi ning kogutud andmeid on kasutatud bakalaureuse- ja doktoritöodes, publikatsioonides ning paljudes ettekannetes.

1. Välitööde grupp koosseisus D. Laarmann, E. Allikmäe, V. Kängsepp, T. Ehrpais, E. Põldveer, P. Pärn, K.G. Laarmann, D. Silm, G. Laarmann, M. Leis, I. Raag, L. Kasari tegid mõõtmisi üle Eesti kokku 244 puistu kasvukäigu püsiproovitükil, kus teostati puistu inventuur, 50 proovitükil, kus teostati kasvukoha kirjeldamise uuring, 11 proovitükil, kus teostati harvendusraiejärgsete puistute tervise hindamise uuring ning erinevatel proovitükkidel, kus uuriti puistu struktuuri.
2. Proovitükkidel mõõdeti kõigi puude koordinaadid proovitüki tsentri suhtes, puude diameetrid kahes suunas, mudelpuudel lisaks kõrgus ja võra alguse kõrgus. Samuti hinnati iga puu rikkeid ja vigastusi.
3. GPS seadmega kontrolliti ning vajadusel korrigeeriti proovitükkide tsentrite geograafilised koordinaadid.
4. Mõõtmisandmed sisestati arvutisse andmehaldus tarkvara abil, millega kontrolliti sisestatud andmete kooskõla ja arvutati proovitükkide takseertunnused.
5. Kordusmõõtmistel mõõdeti proovitükkidel erilise hoolikusega need puud, mis erindite leidmise programm oli tunnistanud "kahtlaseks mõõtmistulemuseks". Iga erindi puhul tehti otsus, kas oli tegu mõõtmisveaga või loodusliku häiringuga.
6. Kõigi proovitükkide kohta on tehtud esmased takseerarvutused, puude asendiskeemid ja kaardid, mis on esitatud käesolevas aruandes.
7. Hinnati kordusmõõtmisele kuulunud proovitükkidel pärast viimast mõõtmist väljalangenud puude suremise põhjusi vastavalt punktis 1.8 esitatud metoodikale.
8. Teostati mullainventuur vastavalt välja töötatud metoodikale.
9. Teostati alustaimestiku inventuur vastavalt välja töötatud metoodikale.

10. Metsandusliku modelleerimise infosüsteemi (ForMIS) sisestati või ühildati KKPRT andmebaas nii, et kõik mõõtmisandmed asuvad infosüsteemis (<http://formis.emu.ee/sampplot/>).
11. Viidi läbi esmane andmeanalüüs, otsiti seoseid puistu, taimestiku ning mullastiku vahel.
12. Hinnati puistu tervist resistograafia ning uuriti kasvavate puude kahjustusi.
13. Hinnati puistu struktuuri kasutades nelja erinevat indeksit.

EMÜ metsakorralduse osakonnas loodud Eestit kattev metsa kasvukäigu püsiproovitükkide võrgustik koosneb praegu 720 proovitükist, laiendatud võrgustik koosneb 1027 proovitükist, kuhu kuuluvad ka teistel eesmärkidel rajatud proovitükid või katsealad, kus on kasutatud puistuinventuuril KKPRT võrgustiku meetodikat.

Järgnevalt oleks antud valdkonnas vaja teha järgmist

1. Kõige olulisemaks ülesandeks metsa kasvukäigu püsiproovitükkide võrgustiku juures on kindlustada proovitükkide **regulaarne kordusmõõtmine** 5 aastase intervalli järel. Ainult sellisel juhul saame teada informatsiooni puude juurdekasvu ja väljalangevuse kohta, mis on vajalikud puistu kasvumudelite kohta. Juhul, kui järgneval paari aastakümne jooksul ei õnnestu proovitükke kordusmõõdeti, osutub proovitükkide võrgustik ja seni tehtud töö puistu kasvukäigu modelleerimise seisukohalt praktiliselt kasutuks.
2. Kogutud proovitükkide andmestikku saab kasutada **Eesti puistu ehituse seaduspärasuste uurimiseks**: puude diameetri jaotusseadused, kõrguskõverate mudelid, puude võra mudelid, kliima dendroskaalade uuendamine, puudevahelised konkurentsindexid ja puude paiknemise mudelid jms. Need teemad on praegu EMÜ metsakorralduse osakonnas üheks tähtsamaks uurimisvaldkonnaks.
3. Tuleks jätkata kasvukäigu püsiproovitükkide eralduste **ajaloo** uurimist. Koostöös Riigimetsa Majandamise Keskusega on alustatud juba RMK arhiividest varasemate andmete ja tegevuste otsimine: metsapõlvkonna takseerkirjeldus, lageraieaasta, uuenemisviis, hooldusraied ja muud metsamajanduslikud tööd, vahepealsete aastate takseerkirjeldused. See töö on sobiv metsandustudengitele ülesandena metskonnas menetluspraktika raames.
4. Kasvukäigu püsiproovitükkide võrgustikku tuleks kasutada täiendavate uurimisteede algatamiseks, näiteks puude tüvemoodustaja mudeli koostamiseks, puude võrade uurimiseks ja ortofotode rakendamiseks vajalike mudelite loomiseks jne.

5. Üha enam tähelepanu tuleb pöörata proovitükkide mõõtmiste kvaliteedile. Proovitükki-
del tehtud mõõtmisvigu analüüsis põhjalikult Maris Hordo, kes kaitses 2004. a. magistri-
töö teemal "Erindite diagnostika puistu kasvukäigu püsiproovitükkide andmeil".
6. Mõõtmiste kvaliteedi parandamiseks töötada välja tahvelarvutitele andmesisestussüs-
teem, mis võimaldab metsas mõõtmiste käigus koheselt tuvastada võimalikud vead ja
erindid.
7. Tuleb jätkata proovitükkide kasvukohtade kirjeldamistega nii, et lõpuks oleksid kõikidel
proovitükkidel teostatud mulla- ning alustaimestikuinventuur.
8. Tuleb jätkata puistu tervisliku seisundi uurimist, kasutades selleks resistograafi ning
laiendada uurimust puu mädanikku põhjustajate identifitseerimisega (liigilise määrami-
sega).
9. Tuleb jätkata kaugseiremeetodite rakendamist puistu mõõtmistel.

LISAD
