

EESTI MAAÜLIKOOL  
METSANDUSE- JA MAAEHITUSINSTITUUT  
METSAKORRALDUSE OSAKOND

*ANDRES KIVISTE*

*DIANA LAARMANN*

*ALLAN SIMS*

---

# Metsa kasvukäigu püsiproovitükkide võrgustiku kordusmõõtmine

---

*SIHTASUTUSE KESKKONNAINVESTEERINGUTE KESKUS JA EESTI MAAÜLIKOOLI VAHEL*

*22. MÄRTSIL 2013. A. SÕLMITUD LEPINGU NR. 3-2\_8/58-5/2013 LÕPPARUANNE*

*(KIK METSANDUSE 2012. A. PROGRAMMI PROJEKT NR. 3935)*

**TARTU 2014**

## Sisukord

Sissejuhatus .....	4
1. Puistu kasvukäigu püsiproovitükkide kordusmõõtmise metoodiline juhend .....	8
1.1. Ettevalmistustööd.....	8
1.2. Mõõtmisteks ettevalmistumine proovitükil .....	8
1.3. Puude kluppimine.....	10
1.4. Mudelpuude mõõtmine .....	14
1.5. Erandid ja mõõtmisvead.....	15
1.6. Proovitükil tehtavad üldtööd.....	17
1.7. Väljalangenud puude suremise põhjuste hindamine.....	20
1.8. Proovitükist piltide tegemine .....	20
1.9. Kasvukoha kirjeldamine .....	20
2. Esmane andmeanalüüs.....	24
2.1. Kasvukäigu püsiproovitükkide andmestiku struktuur .....	24
2.2. Andmete sisestamine .....	27
2.2. Proovitüki takseertunnuste arvutamine.....	29
3. Lepingu raames 2013. a. mõõdetud puistu kasvukäigu püsiproovitükkide nimekiri.....	33
4. Puistu kasvukäigu püsiproovitükkide andmestiku kirjeldus.....	39
4.1. Püsiproovitükkide kordusmõõtmine .....	39
4.2. Püsiproovitükkide kasvukohtade kirjeldamine.....	42
Kokkuvõte ja arengukava.....	44
LISAD .....	47
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. Puistu, taimestiku ja mullastiku omavahelised seosed metsa kasvukäigu püsiproovitudükide andmetel. Karina Riive bakalaureusetöö

## SISSEJUHATUS

---

Metsanduse arengukava metsateaduse ja -hariduse valdkonnas on üheks prioriteetseks teadustöö valdkonnaks metsa- ja puidusaaduste mõõtmise, hindamise ja inventeerimise (s.h. 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 proovitükki koosnev Eestit kattev püsiproovitükkide võrgustik, 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 püsiproovitükkide võrgustiku rajamist alustati 1999.a. Riigimetsade Majandamise Keskuse finantseerimisel. Edasi jätkus uute proovitükkide rajamine ja olemasolevate kordusmõõtmine 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

Eesti Maaülikooli (EMÜ) ja sihtasutuse Keskkonnainvesteeringute Keskus (KIK) vahel 22. märtsil 2013.a. sõlmitud lepingu nr. 3-2\_8/58-5/20133 kohaselt pidi EMÜ metsakorralduse osakond 2013.a. kordusmõõtma 97 puistu kasvukäigu püsiproovitükki ning 100 proovitükil kirjeldama kasvukohta alustaimestiku ning mullanäitajate järgi.

Käesoleva lepingu täitmise tulemusena kordusmõõdeti 2013.a. 97 püsiproovitükki, mille eel-  
misest mõõtmisest oli möödunud 5 aastat. Suurt tähelepanu pöörati varasemate mõõt-  
misandmete kontrollimisele. Selleks tuli 2013.a. kordusmõõtmisel need puud, mille 2008.a.  
mõõtmine oli kontrollprogrammi poolt kahtlaseks tunnistatud, erilise hoolikusega üle mõõta.  
Antud projekti käigus kirjeldati lisaks 100 proovitükil kasvukohta, selleks välja töötatud me-  
toodika alusel.

Projekti vastutavaks täitjaks oli EMÜ metsakorralduse osakonna professor Andres Kiviste, projekti põhitäitjateks olid EMÜ metsakorralduse osakonna töötajad Diana Laarmann ja Allan Sims. Välitööde tegemisel osalesid metsakorralduse osakonna töötajad, magistrandid ja üliõpilased (D. Laarmann, A. Lilleleht, P. Pärn, R. Rotšan, G. Laarmann, K. Nigul, R. Mändma, H. Pedajas). Andmesisestuse arvutisse tegi Diana Laarmann ja esmase andmetöötluse viisid läbi Allan Sims, Diana Laarmann ja Andres Kiviste. Kasvukohtade kirjeldamise meetoodika töötas välja Ahto Kangur. Puistu, alustaimestiku ning mullastiku seoseid analüüsis Karina Riive.

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:

15.11.2013. Tallinn. RMK ja EMÜ ühisseminar, kus osales 20 inimest

Kiviste, A. 2013. Sissejuhatus metsakorralduse osakonna uurimistööst (suuline ettekanne)

23.10.2013. Tartu. Soome Metsainstituudi ja EMÜ ühisseminar, kus osales 25 inimest

Kiviste, A. 2013. Estonian Network of forest monitoring plots and modelling (suuline ettekanne)

Ettekanne tegemine 56. rahvusvahelisel konverentsil International Association for Vegetation Science IAVS 2013 Tartus 26-30.06.13, kus osales 200 inimest :

Nigul, K., Frelich, L.E., Laarmann, D., Jõgiste, K., Kiviste, A., Kangur, A. An analysis of forest ecosystem structural variation in Scots pine dominated stands: a methodological consideration based on the Estonian Network of Forest Research Plots.

Mändma, R., Laarmann, D., Korjus, H. Assessment of tree mortality in managed and unmanaged forest stands in Estonia.

Maleki, K., Kiviste, A., Korjus, H. 2013. Investigation and Modelling the Effect of Competition on Annual Tree Radial Growth for Estonian Silver Birch.

Täiendavalt on valmimas bakalaureusetöö, mida esitleti eelkaitsmisel 4. aprillil 2014.a.:

Karina Riive. 2013. Puistu, taimestiku ja mullastiku omavahelised seosed kasvukäigu püsiproovitükkide andmetel.

Täiendavalt on valmimas doktoritöö, mida esitleti eelkaitsmisel 16. mail 2014.a.:

Diana Laarmann. 2013. Metsaökosüsteemi taastamise võtete ja edukuse hindamine.

Püsiproovitükkide andmete põhjal valminud käsikirjad ja publikatsioonid:

Lilleleht, Ando; Sims, Allan; Pommerening, Arne (2014). Spatial forest structure reconstruction as a strategy for mitigating edge-bias in circular monitoring plots. *Forest Ecology and Management*, 316, 47 - 53.

Kangur, A., Laarmann, D., Hordo, M., Sims, A., Korjus, H., Lilleleht, A., Kiviste, A. 2013. Kasvukäigu püsiproovitükkide väärtus puistu kasvu kirjeldamisel. *Eesti Mets*, 4, 42 - 48.

Mändma, R., Laarmann, D., Korjus, H. 2013. Assessment of tree mortality in managed and unmanaged forest stands in Estonia". In: Abstracts: 56th Symposium of the International Association for Vegetation Science, Vegetation Patterns and their Underlying Processes, 26–30 June 2013 Tartu Estonia. (Toim.) Kersti Püssa, Rein Kalamees, Kristel Hallop. Tartu, 148 - 148.

Maleki, K., Kiviste, A., Korjus, H. 2013. Investigation and Modelling the Effect of Competition on Annual Tree Radial Growth for Estonian Silver Birch". 56th IAVS symposium vegetation patterns & their underlying processes 26-30 June 2013, Tartu, Estonia.

Nigul, Kristi, Frelich E Lee, Laarmann, Diana, Jõgiste, Kalev, Kiviste, Andres, Kangur, Ahto. 2013. An analysis of forest ecosystem structural variation in Scots pine dominated stands: a methodological consideration based on the Estonian Network of Forest Research Plots. Kersti Püssa, Rein Kalamees, Kristel Hallop (Toim.). 56th Symposium of the International Association for Vegetation Science, Vegetation Patterns and their Underlying Processes (173 - 173). Tartu: University of Tartu

Nigul, Kristi; Laarmann, Diana; Kangur, Ahto; Kiviste, Andres; Jõgiste, Kalev; Frelich, Lee.E. 2013. An analysis of forest ecosystem structural variation in Scots pine dominated stands: A methodological consideration based on the Estonian Network of Forest Research Plots . 98th Annual Ecological Society of America Meeting: Sustainable pathways: learning from the past and shaping the future, august 4-9, 2013, Minneapolis, USA, 97.

Mändma, R., Laarmann, D., Sims, A., Korjus, H. 2014. Assessment of tree mortality on the Estonian Network of Forest Research Plots. *Forestry Studies*. Esitatud.

Kiviste, A., Hordo, M., Kangur, A., Kardakov, A., Korjus, H., Laarmann, D., Lilleleht, A., Metslaid, S., Sims, A. 2014. Monitoring and evaluating forest Dynamics: the Estonian Network of Forest Research Plots. *Forest Ecosystems*. Esitatud.

# 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 metsas 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 esitatud aruande lisas.
- 1.1.4. Kordusmõõdetavate proovitükkide asukohad märgitakse maanteede atlasele ja trükitakse 1:10000 määru 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. MÕÕTMISTEKES ETTEVALMISTUMINE PROOVITÜKIL

---

- 1.2.1. Proovitüki leidmiseks saab kasutada eelnevalt ettevalmistatud kaarte ja GPS seadet. Proovitüki tsepter peaks olema leitav eelmisel mõõtmisel puudele tehtud värvimärkide järgi. Värvimärgid puudel on tsentri suunas. Proovitüki tsentris peaks olema metall- 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. Ma-



haraiatud proovitüki kompenseerimiseks tuleks sama või ligilähedase kasvukoha tüübi noorde puistusse rajada uus proovitükk, kuid seda teha projektijuhtiga konsulteerides.

- 1.2.4. Kui proovitükil on tehtud hooldusraie, mille tulemusel on puude arv järsult vähenenud, tuleks kordusmõotmisel 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 kasutatav 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 rindede 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 takseeritunnuseid ei arvutata.
- 1.2.8. Väga oluline on fikseerida miinimumdiameeter **D<sub>min</sub>**, 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 kellaaeg.

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  $0,5^\circ$  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* ultrahelisignaali 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 andmestik 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. Mineeraalpinna kasvatel 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 tülika 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 märge tuleb teha blanketi esimesele lehele **D<sub>min</sub>** 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 "Markused" 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, säsi-ürask. Kui kordusmõotmisel selgub, et puul on vana rike (näiteks juba kinnikasvanud põdrakahjustus), aga eelmisel mõotmisel see rike ei olnud registreeritud, tuleb see info lisada märkuste lahtrisse, kust nad hiljem andmesisestuse käigus lisatakse varasemate mõotmiste rikete välja. Kui rikke kood kirjutatakse ainult uue mõotmise andmestikku, siis seda tõlgendatakse **uue** rikkena, mis on tekkinud mõotmise 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 hukkumiseni

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  $360^\circ$  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 puid). 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 arvatud 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.

**100** – 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 metsaelementide järgi (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, metsakond, 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 tsentrist 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 metsaelemendi vanus määramata. See tuleb teha kordusmõõtmisel kui pole neid andmeid kirjas.

1.6.6. Proovitüki tsentrist 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 tšenter on seotud lähedal asuvate selgelt leitavate loodusobjektidega, on piisavalt arusaadav või vajab täpsustamist.
- 1.6.12. Proovitüki kergemaks leidmiseks järgmisel kordusmõõtmisel värskendatakse proovitüki tšentri läheduses paar puud **värviringiga**. See info lisatakse ka proovitüki blanketile vastavate puude märkuste lahtrisse.
- 1.6.13. Proovitüki tšentrisse kaevatakse **plastmasstoru**, mis jääb 5-10 cm ulatuses mullast välja. Metsaseire vaatluspunktides on proovitüki tšentripoolt 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 tšentris fikseeritakse GPS-seadmega proovitüki geograafilised **koordinaadid**. Kohapeal saadud tulemus kirjutatakse proovitüki blanketile.
- 1.6.15. Mõnedel proovitükidel on tehtud harvendusraiet. Nendel proovitükidel 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 tšentri suunas, proovitüki tšentrist põhja, ida, lõuna ja lääne suunas.
- 1.6.17. Üldtööde tegemiseks kulunud aeg dokumenteeritakse eraldi lisaks klappimiseks 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	Madal soo	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. Keskpunktist tehakse igas ilmakaares üks pilt ning lõuna suunast tehakse proovitüki keskpunkti ümber olevast metsast üks pilt.

## 1.9. KASVUKOHA KIRJELDAMINE

---

### **Mullaomaduste kirjeldused proovitükkidel**

Blankett on esitatud lisas 3.

#### 1.9.1. **Üldine**

Proovitükkide metsamuldade ja võimaliku lokaalse mullavariatsioonide 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 väljaveoteed, 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 cm<sup>3</sup>) alamproovi. Alamproovid võiksid olla võetud erinevatest kohadest proovitükil - üks mullakaeve juurest ja teised soovitatavalt 5m 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 õhkuivaks.

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, nõrgakivi 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 lisas 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 geomeetriline 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 taimede kõrgust analüüsitavates kooslustes.

#### **1.9.6. Punktproovide paigutamine ringproovitükkidele**

Ringproovitükkidel rikkaliku taimkattega aladel on valimi suuruseks kuni 400 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 möötmisel paigutada transektid 1m vahedega ida-lääne suunas.

#### **1.9.7. Punktproovide möõtmine**

Torke sagedus möötetransektidel 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.

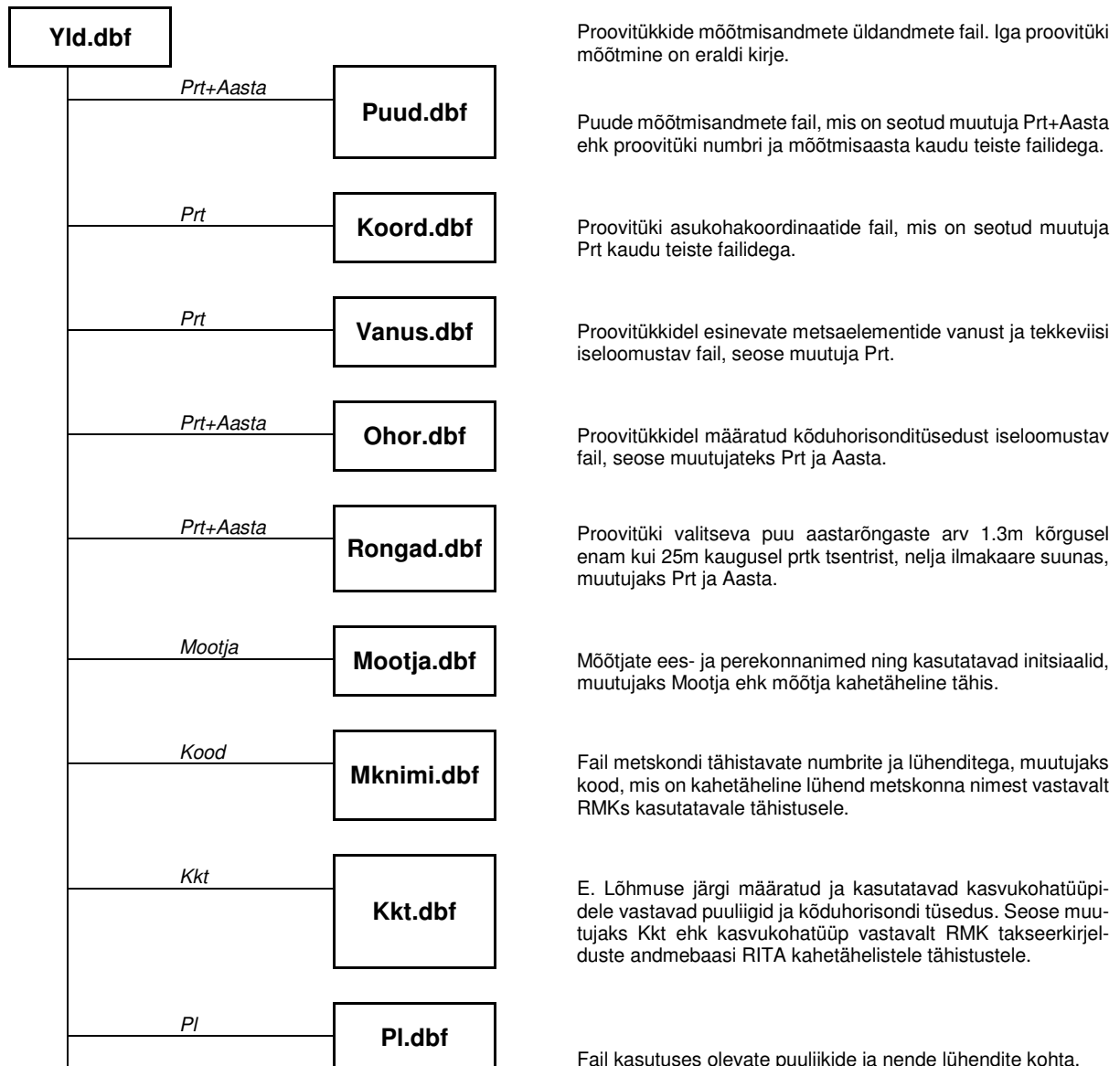
Torgete tegemisel, kui varras puudutab samast liigist erinevaid taimi (nt. varras puudutab kolme jänesekapsa lehte), siis see loetakse üheks torkeks vastava liigi kohta. Punktproovil pannakse blanketile kirja kõik varrast puudutanud liigid. Lisaks transektidel möödetele punktproovidele tuleb transektidel 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 näidiseks emplar kogu taime pikkuses (soov vars ja juur). Määramata samblad samuti tähistada ja märkida esinemissagedus, taimedest võtta kaasa näidised ja paigutada kuivatusümbrikku.

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

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

Väljanimi	Tüüp	Pikkus	Koma	Selgitus
<b>Prt</b>	N	4	0	Proovitüki number
<b>Aasta</b>	N	4	0	Mõõtmise aasta
<b>Puu</b>	N	3	0	Puu number
<b>Rin</b>	C	1		Rinne
<b>Pl</b>	C	2		Puuliik
<b>Asim</b>	N	5	1	Asimuut
<b>Kaug</b>	N	4	1	Kaugus tsestrist m
<b>D1</b>	N	4	1	Diameeter prt raadiuse suunas cm
<b>D2</b>	N	4	1	Diameeter prt puutuja suunas cm
<b>H</b>	N	4	1	Mudelpuu kõrgus m
<b>Hv</b>	N	4	1	Mudelpuu võra algus m
<b>Hko</b>	N	4	1	Mudelpuu kuivade oksade algus m
<b>Rikked</b>	C	11		Rikke kirjeldus
<b>Markused</b>	C	10		Märkused (värvitud ringiga puud)
<b>Vead</b>	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
<b>Prt</b>	N	4	0	Proovitüki number
<b>Koordo</b>	N	9	2	Idapikkus L-EST koordinaadistikus
<b>Koordn</b>	N	10	2	Põhjalaius L-EST koordinaadistikus
<b>Meetod</b>	C	1		Mõõtmismeetod (K - kaardilt, M -GPSiga metsas määratud, P- parandamata GPSi koordinaat, D-parandatud GPSi koordinaat, S - SMI proovitükk)
<b>In</b>	C	2		Sisestaja initsiaalid
<b>Kuupaev</b>	D	8		Sisestamise kuupäev
<b>Maakond</b>	C	15		Maakond

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

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

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

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

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

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

Kv AA18:      M.kord 3      Klupp 65      Mudelid 30      Yld 5      Proj. lisa

Er 2

Mk aasta 1997      Mootjad JY EY      Puid 117      Puid HR

Reljeef KALLE ITTA      Kuupäev 05.07.2006      Pe MA      01.02.200

Mikroreljeef      Markused KALLE ITTA      A 45

**Raadiused**

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

Sisestus

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

Kasvukäigu püsiproovitükkide sisestus - 500; 2006

Proovitükkide loend											Üldandmed			Proovitüki sisestus		Lamapuit	
puu	rin	pl	asim	kaug	d1	d2	h	hv	hko	rikked	markused	koodnr	koodnr				
119	1	MA	1,0	4,7	12,0	11,0	16,8	13,2				1	1				
102	1	MA	1,5	13,5	13,5	14,0						2	2				
50	1	MA	4,0	11,2	18,7	19,7	19,3	12,6				A	3				
103	1	MA	4,0	16,5	15,2	15,2						J	4				
104	1	MA	14,0	15,2	22,2	22,2						S	5				
52	1	MA	18,0	8,4	18,4	18,5	20,3	14,1				K	6				
53	1	MA	20,3	5,2	16,7	16,0	18,4	12,7				T	7				
105	1	MA	24,0	13,9	22,0	21,5	19,9	14,3				E	8				
56	1	MA	26,3	7,7	16,1	16,8	18,8	13,3				Y	9				
59	1	MA	34,3	12,8	18,2	18,3						M	10				
106	1	MA	35,5	14,3	15,0	14,8						R	11				
62	1	MA	44,5	8,2	19,2	20,0	18,2	12,7									
63	1	MA	47,0	4,4	17,7	18,2	19,8	14,7									
107	1	MA	49,0	16,6	19,5	19,6											
64	1	MA	50,0	13,1	15,5	14,5											
65	1	MA	55,0	5,9	18,0	18,8	19,4	15,0									
67	1	MA	62,0	3,1	18,3	18,8	20,2	12,5									
108	1	MA	62,0	14,5	27,3	28,3											
109	1	MA	64,0	18,5	17,0	16,5											
69	1	MA	66,0	10,8	21,0	21,5											
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 "**PUULIK.dbf**". Nendesse failidesse arvutati proovitükkide takseertunnused niimoodi, et need sobiksid riigimetsa takseerikirjelduste andmebaasi "RITA" failides oleva infoga. Failide struktuurid on järgmised.

Puuprt.dbf - Proovitüki takseerikirjelduse üldandmed.

Väljanimi	Tüüp	Pikkus	Koma	Selgitus
<b>Kood</b>	C	9		Kood proovitüki ja aasta järgi
<b>Pindala</b>	N	5	3	Pindala
<b>Pe</b>	C	2		Peapuuliik
<b>A1</b>	N	3	0	Esimese rinde vanus
<b>H</b>	N	4	1	Proovitüki keskmine kõrgus
<b>D</b>	N	4	1	Proovitüki keskmine diameeter
<b>G</b>	N	4	1	Rinnaspindala hektaril

<b>T</b>	N	5	3	Proovitüki täius
<b>Arv1</b>	N	5	0	Esimese rinde puude arv hektaril
<b>M1</b>	N	3	0	Esimese rinde tüvemaht hektaril
<b>Arv2</b>	N	5	0	Teise rinde puude arv hektaril
<b>M2</b>	N	3	0	Teise rinde tüvemaht hektaril
<b>Kkt</b>	C	4		Kasvukohatüüp
<b>Vraasta</b>	N	2	0	Väljaraie aasta
<b>Vrn</b>	N	5	0	Väljaraiutud puude arv
<b>Vrm</b>	N	3	0	Väljaraiutud tüvemaht
<b>Aeg</b>	D	8		Mõõtmise aeg
<b>Ns</b>	N	5	0	Surnud puude arv
<b>Ms</b>	N	3	0	Surnud puude tüvemaht
<b>Prt</b>	N	4	0	Proovitüki number
<b>Aasta</b>	N	4	0	Mõõtmise aasta

**Puuliik.dbf** – Proovitükkide takseertunnused metsaelementide kaupa.

Väljanimi	Tüüp	Pikkus	Koma	Selgitus
<b>KOOD</b>	C	9		Proovitüki ja aasta järgi
<b>PAR</b>	C	1		Päritolu
<b>RINNE</b>	C	1		Rinne
<b>PL</b>	C	2		Puuliik
<b>KOEF</b>	N	4	1	Osakaal
<b>A</b>	N	3		Vanus
<b>H</b>	N	4	1	Kõrgus
<b>D</b>	N	4	1	Diameeter
<b>G</b>	N	4	1	Rinnaspindala
<b>ELUSAD</b>	N	5		Puude arv
<b>M</b>	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 diameetrite ruudud ja ruumalad, mille tulemusena arvutati läbilõikepindalade summa G, ruutkeskmine diameeter D, tagavara M, kõrguskõvera kaudu keskmine kõrgus H ja teised takseertunnused 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  $\beta_1, \beta_3$  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	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$
<b>Mänd</b>	0,3571	0,6600	2,1560	-8,3120
<b>Kuusk</b>	0,4216	0,1810	1,1900	-1,3090
<b>Kask</b>	0,4080	0,7570	0,8010	-10,7070
<b>Kõvad lehtpuud</b>	0,4033	0,0000	1,5860	1,4400
<b>Teised liigid</b>	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	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$
<b>Mänd</b>	-42.4	19.56447	-0.23357	0.009448	-0.000120
<b>Kuusk</b>	3.1	6.76826	0.53604	-0.005664	0.000058
<b>Kask</b>	18.2	-2.49486	1.10291	-0.025761	0.000251
<b>Haab, lepad</b>	-25.9	11.97027	-0.16816	0.023543	-0.000357
<b>Kõvad leht- puud</b>	-12.9	10.26831	-0.03590	0.016799	-0.000277



### 3. LEPINGU RAAMES 2013. A. MÕÕDETUD PUISTU KASVU- KÄIGU PÜSIPROOVITÜKKIDE NIMEKIRI

---

Käesoleva lepingu raames 2013. a. mõõdeti 97 proovitükki. Kolmel proovitükil (nr. 922, 1026, 1027) oli teostatud uuendusraie. Kõigi 2013.a. projekti käigus mõõdetud püsiproovitükkide takseerikirjeldused koos puude asendiskeemidega on esitatud lisas 5.

#### **2013. 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.** Mõõdetud proovitükkide nimekiri

Prt	Kord	Maakond	Kv	Er	KKT	PE	A	R
212	4	Tartumaa	245	10	ND	KU	57	25
637	5	Pärnumaa	OJ148	15	PH	MA	62	20
640	5	Pärnumaa	OJ148	17	PH	MA	57	25
900	3	Tartumaa	TT059	16	AN	KU	93	20
901	3	Tartumaa	TT059	16	AN	RE	50	20
902	3	Läänemaa	VP169	9	JO	KS	55	15
903	3	Läänemaa	VP169	9	JO	KS	55	20
904	3	Läänemaa	VP156	15	JO	KS	30	15
905	3	Harjumaa	VP337	7	TA	KU	60	20
906	3	Läänemaa	VP163	5	KN	MA	45	15
907	3	Harjumaa	VP337	2	TR	KS	65	15
908	3	Läänemaa	VP168	15	TA	KS	40	15
909	3	Läänemaa	VP175	7	JO	KS	40	15
910	3	Läänemaa	VP177	15	MO	KS	45	15
911	3	Läänemaa	VP177	3	MD	KS	45	15
912	3	Raplamaa	CA280	5	JK	KU	45	20
913	3	Raplamaa	CA280	5	ND	KU	40	15
914	3	Raplamaa	CA283	13	AN	KU	50	15
915	3	Raplamaa	CA284	11	AN	KU	45	15
916	3	Raplamaa	CA283	8	ND	KS	45	20
917	3	Raplamaa	CA293	1	AN	KS	40	20
918	3	Saaremaa	KG182	9	TA	HB	46	15
919	3	Saaremaa	KG182	26	AN	KU	50	15
920	3	Saaremaa	KG139	12	TA	KU	42	15
921	3	Saaremaa	KG187	1	TR	KS	55	20
923	3	Saaremaa	QE820	3	AN	LM	50	15
950	2	Tartumaa		0	PM	RE	0	15
951	2	Tartumaa		0	PM	RE	0	15
952	2	Tartumaa		0	PM	RE	0	15
953	2	Tartumaa		0	PM	RE	0	15
954	2	Tartumaa		0	PM	RE	0	15
955	2	Tartumaa		0	PM	KS	0	15
956	2	Tartumaa		0	PM	KS	0	15
957	2	Tartumaa		0	PM	KS	0	15
958	2	Tartumaa		0	PM	KS	0	15
959	2	Tartumaa		0	PM	KS	0	15
960	2	Tartumaa		0	PM	KS	0	15
961	2	Tartumaa		0	PM	KS	0	15
962	2	Tartumaa		0	PM	KS	0	15
963	2	Tartumaa		0	PM	KS	0	15
964	2	Tartumaa		0	PM	KS	0	15
965	2	Tartumaa		0	PM	KS	0	15
966	2	Tartumaa		0	PM	RE	0	15
967	2	Tartumaa		0	PM	KS	0	15
968	2	Tartumaa		0	PM	KS	0	15

Prt	Kord	Maakond	Kv	Er	KKT	PE	A	R
969	2	Tartumaa		0	PM	KS	0	15
970	2	Tartumaa		0	PM	KS	0	15
971	2	Tartumaa		0	PM	KS	0	15
972	2	Tartumaa		0	PM	KS	0	15
973	2	Tartumaa		0	PM	KS	0	15
974	2	Tartumaa		0	PM	KS	0	15
975	2	Tartumaa		0	PM	KS	0	15
1021	4	Valgamaa	AA196	1	JP	MA	105	30
1025	4	Valgamaa	VL451	13	JK	MA	90	20
1029	4	Valgamaa	VL441	5	JK	MA	125	20
1030	4	Valgamaa	VL451	11	JK	MA	120	20
1049	4	Valgamaa	TH143	8	SM	MA	55	20
1060	4	Põlvamaa	PW141	13	JP	MA	85	20
1061	4	Põlvamaa	PW141	10	KN	MA	45	15
1062	4	Põlvamaa	PW141	11	PH	MA	52	15
1064	4	Põlvamaa	RP006	5	PH	MA	75	30
1066	4	Põlvamaa	PW026	1	SM	MA	135	30
1068	4	Põlvamaa	KJ150	2	PH	MA	130	30
1074	4	Lääne-Virumaa	SG096	23	SM	MA	160	30
1077	4	Lääne-Virumaa	SG096	19	SM	MA	75	20
1078	4	Lääne-Virumaa	SG096	27	SM	MA	105	20
1079	4	Lääne-Virumaa	SG110	3	MS	MA	85	30
1080	4	Lääne-Virumaa	SG110	3	PH	MA	90	30
1081	4	Lääne-Virumaa	KZ084	20	SM	MA	105	30
1082	4	Lääne-Virumaa	KZ084	22	SM	MA	160	30
1084	4	Lääne-Virumaa	KZ083	9	SM	MA	120	20
1091	4	Lääne-Virumaa	SG054	9	SM	MA	85	20
1092	4	Lääne-Virumaa	SG031	19	KN	MA	80	20
1093	4	Lääne-Virumaa	SG079	30	SM	MA	190	30
1094	4	Lääne-Virumaa	SG090	31	KN	MA	245	30
1100	4	Lääne-Virumaa	KZ150	0	SM	MA	90	20
1101	4	Lääne-Virumaa	KZ147	8	SM	MA	100	20
1102	4	Lääne-Virumaa	KZ147	13	PH	MA	100	20
1103	4	Lääne-Virumaa	SG077	33	KN	MA	75	20
1104	4	Lääne-Virumaa	SG076	21	SM	MA	85	20
1105	4	Lääne-Virumaa	KZ026	14	SM	MA	80	20
1108	4	Lääne-Virumaa	KZ100	7	SM	MA	85	20
1110	4	Lääne-Virumaa	SG090	12	SM	MA	85	20
1111	4	Lääne-Virumaa	SG090	12	SM	MA	80	20
1112	4	Lääne-Virumaa	SG101	10	SM	MA	85	20
1113	4	Lääne-Virumaa	SG108	2	SM	MA	57	20
1114	4	Lääne-Virumaa	SG096	25	SM	MA	90	20
1115	4	Lääne-Virumaa	SG103	4	SM	MA	120	30
1116	4	Lääne-Virumaa	SG104	6	SM	MA	100	20
1117	4	Lääne-Virumaa	SG114	14	SM	MA	75	20
1118	4	Lääne-Virumaa	SG114	14	SM	MA	90	20
1120	4	Lääne-Virumaa	SG095	16	SM	MA	75	20

Prt	Kord	Maakond	Kv	Er	KKT	PE	A	R
<b>1121</b>	4	Lääne-Virumaa	SG095	10	SM	MA	85	20
<b>1122</b>	4	Lääne-Virumaa	SG115	1	SM	MA	60	20
<b>1132</b>	4	Lääne-Virumaa	KZ112	7	SM	MA	80	30
<b>1133</b>	4	Lääne-Virumaa	KZ112	3	PH	MA	80	20

Tabel 3.2. Kasvukoha kirjeldamise proovitükkide nimekiri

Proovitüki number	mullaliik	lõimis	kasvukoha-tüüp
141	LI	l	JP
142	Lkl	l	JK
143	Lkl	l	JM
144	Ko	kr	SL
145	L(k)I	l	JK
146	L(k)I	kr	JP
147	KI	l	SL
149	Klg	sl	JK
368	LI	l	JP
369	LI	l	JP
370	Lk	l	JP
371	LI	l	JP
372	L(k)	l	JP
373	LI	l	JP
374	K0	ls	JP
375	Ko	ls	JP
377	Lk	l	JP
378	Lk	l	JP
379	Lk	l	JP
383	LI/LII	l	JP
384	LI	l	JP
385	LI	l	JP
386	LI	l	JP
387	LII	l	JP
388	LI	l	JP
411	Lkl	sl	JP
412	Lkl	l	JP
455	LI	l	JP
456	LI	l	JP
457	LI	l	JP
462	LI	l	JP
463	LI	l	JP
513	LI	l	JP

514	LI,LII	l	JP
594	Lk	l	JP
595	Lkl	l	JP
596	Lk	l	JP
606	LII	l	KM
607	LII	kr	KN
608	LII	kr	KN
609	LII	l	PH
610	LII	l	SM
611	LII	l	SM
618	Lkl	l	TR
619	LG	l	MS
620	LG	l	MS
621	LG	l	MS
622	LG1n	l	MS
623	LG1n	l	MS
637	LI,LII	l	PH
637	LI,LII	l	PH
638	LII	l	PH
639	LI,LII	l	PH
640	LI	l	PH
640	LI	l	PH
655	LI	l	PH
656	LI(1,2)	l	PH
657	LI	l	PH
659	S	t	JM
770	LGn	l	PH
771	LGn	l	KN
772	LGn	l	KM
773	LkG	l	KM
774	LII	l	KL
775	LII	kr	MS
776	LII	l	SM
777	LII	kr	SM
779	LG	l	PH
780	LII	l	PH
781	LII	l	MS
782	LII	l	SM
783	LG	l	SN
784	LII	l	SM
785	LGn	l	KM
786	LGn,LG1n	l	KM

<b>787</b>	LGn	1	KM
<b>788</b>	LI	1	PH
<b>789</b>	LI	1	MS
<b>790</b>	LI	1	KN
<b>791</b>	LII	1	MS
<b>792</b>	LII	1	KN
<b>793</b>	LGn	1	PH
<b>794</b>	LI	1	KN
<b>795</b>	LI	1	SM
<b>796</b>	LI	1	MS
<b>797</b>	LII	1	PH
<b>798</b>	LI	1	PH
<b>799</b>	LII	1	JM
<b>800</b>	LI	1	PH
<b>801</b>	LII	1	PH
<b>803</b>	LII	1	MS
<b>804</b>	LI	1	PH
<b>805</b>	L(k)IIg	1	MS
<b>925</b>	Lklg	sl	JP
<b>928</b>	LIIg	ls	KM
<b>929</b>	GI	1	JM
<b>932</b>	Lkl	1	JK
<b>933</b>	Lkl	1	JP
<b>934</b>	LII,LI	1	KM
<b>1018</b>	LI,LII	1	JP
<b>1019</b>	LII	1	JP
<b>1022</b>	LI,LII	1	JP

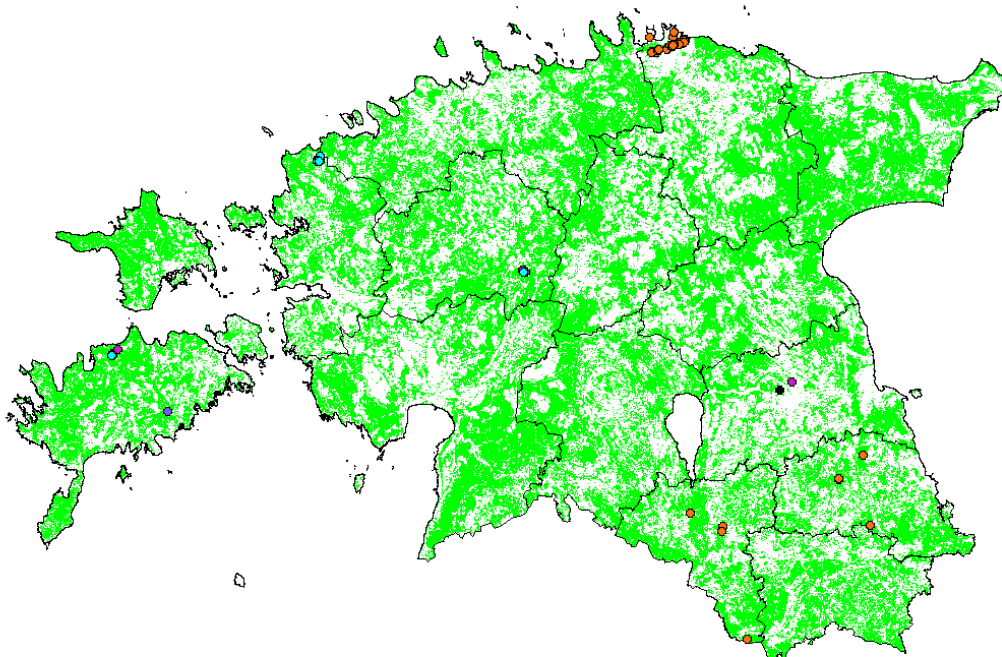
## 4. PUISTU KASVUKÄIGU PÜSIPROOVITÜKKIDE ANDMESTIKU KIRJELDUS

---

### 4.1. PÜSIPROOVITÜKKIDE KORDUSMÕÕTMINE

---

Käesolevaks hetkeks on metsakorralduse osakonna töörühma poolt kasvukäigu püsiproovitükke rajatud üle kogu Eesti. Kokku on rajatud 714 püsiproovitükki, millest 2013. a. KIK projekti raames kordusmõõdeti 97 proovitükki (Joonis 4.1).



Joon. 4.1. 2013. aastal mõõdetud püsiproovitükid. Ühel katsealal on tavaliselt 3...6 püsiproovitükki. Täpi värv tähistab peapuuliiki vastavalt Metsa korralduse juhendile.

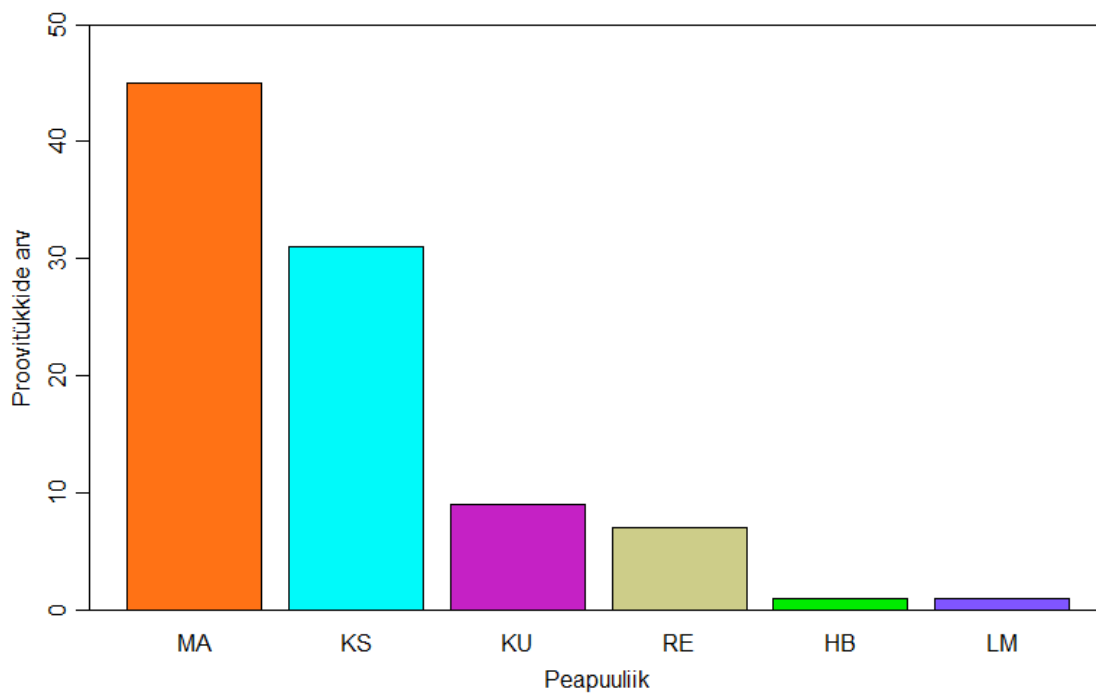
45-l püsiproovitükil oli peapuuliigiks harilik mänd (*Pinus sylvestris* L.), 9-l harilik kuusk (*Picea abies* L.), 31-l kask (*Betula sp.*), 7-l remmelgas (*Salix sp.*), 1-l haab (*Populus tremula* L.) ja 1-l sanglepp (*Alnus glutinosa* L.) (Joonis 4.2). Puude kaupa jaotumine puuliikide ja rinnete vahel on toodud tabelites 4.2 ja 4.3.

**Tabel 4.2.** Puistu kasvukäigu püsiproovitükkidel 2013. a. mõõdetud puude jaotus puuliikide kaupa

Puuliik	Puid
Mänd	9274
Kask	6490
Kuusk	2073
Haab	309
Sanglepp	287
Hall-lepp	122
Muud	1190

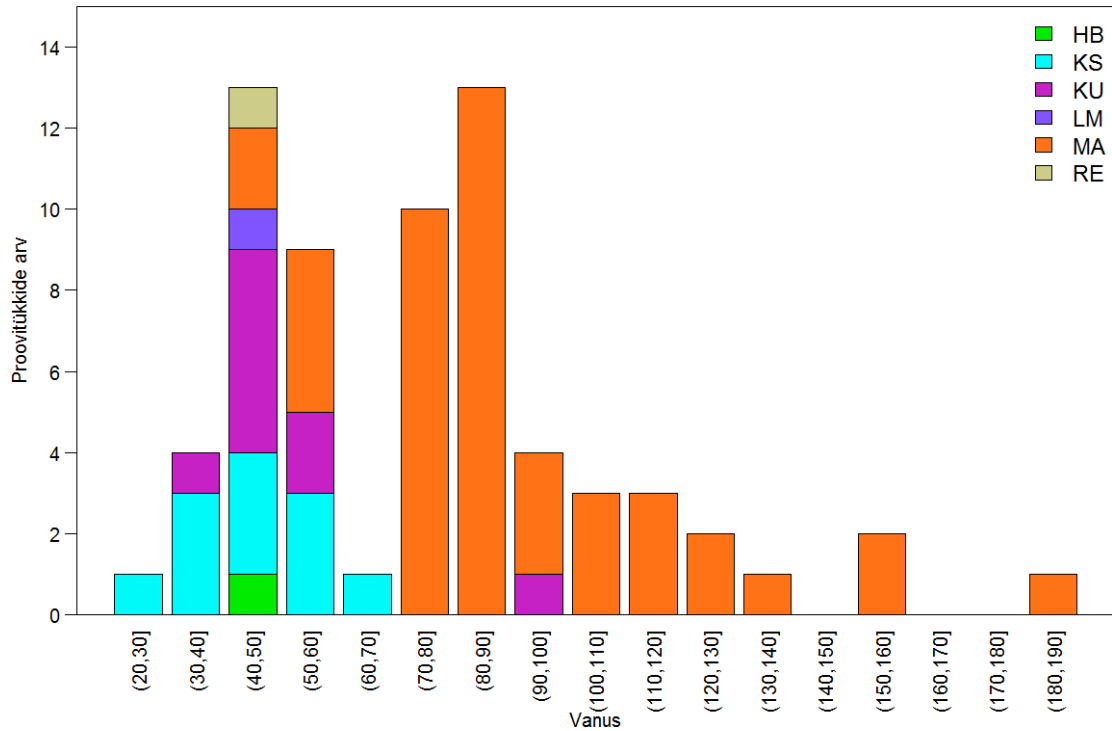
**Tabel 4.3.** Puistu kasvukäigu püsiproovitükkidel 2013. a. mõõdetud puude jaotus rinnete kaupa

Rinne	Puid
I rinne	13332
II rinne	1331
Alusmets	14
Järelkasv	70
Kännud	1279
Mahalangenud puud	414
Seisvad surnud puud	2820
Tüükad	416
Ülarinne ja eelmise põlvkonna puud	2



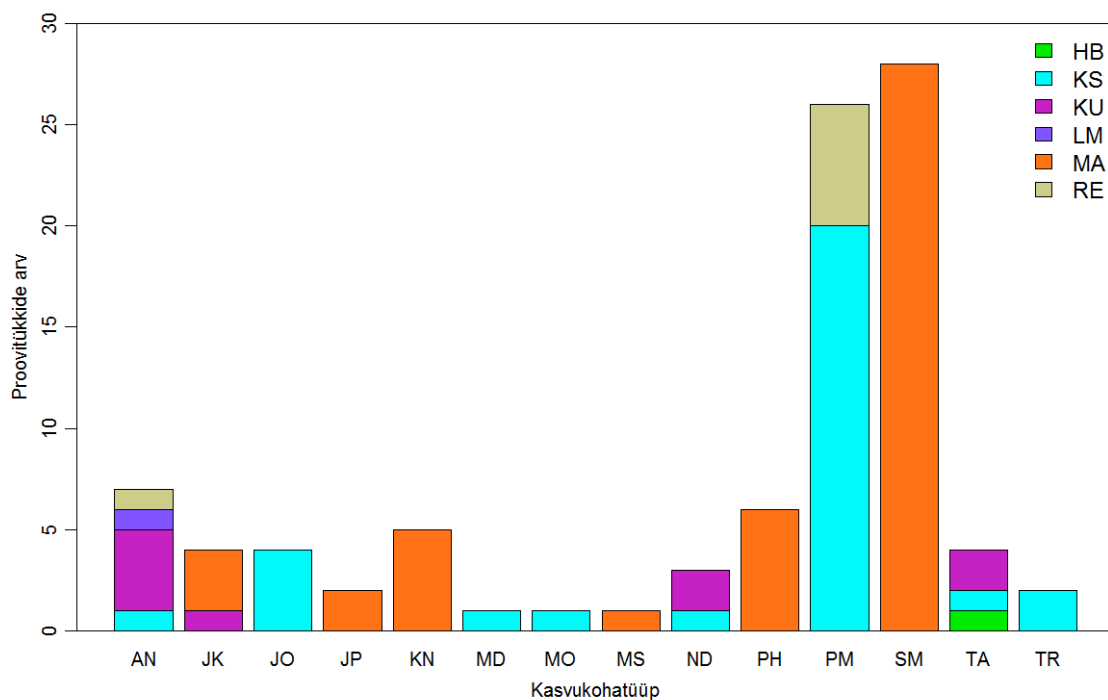
Joon 4.2. Proovitükkide jaotus peapuuliigi järgi.





Joon. 4.3. 2013. a. mõõdetud puistu kasvukäigu püsiproovitükkide jaotus enamspuuliikide ja vanuserühmade järgi.

Joonisel 4.3 on esitatud püsiproovitükkide jaotus enamspuuliikide ja vanuserühmade järgi. Jooniselt on näha, et valitud puistute vanus algab 20. eluaastast (see on tingitud proovitükkide rajamise meetodikast).



Joon. 4.4. 2013. a. mõõdetud puistu kasvukäigu püsiproovitükide jaotus enamuspuliikide ja kasvukoha tüübirühmade järgi.

Joonisel 4.4 on esitatud 2013. a. mõõdetud puistu kasvukäigu püsiproovitükide jaotus kasvukohatüüpide järgi. 2013. a. mõõdeti peamiselt sambliku kasvukohatüübis ja põllul asuvaid proovitükke.

#### 4.2. PÜSIPROOVITÜKKIDE KASVUKOHTADE KIRJELDAMINE

Teistkordselt 2013. aastal kirjeldati püsiproovitükide kasvukohti. Puistu mõõtmised kasvukoha kirjeldamise proovitükkidel (tabel 3.2) toimusid aastatel 2009-2012. Valituks osutusid proovitükid, mis eelkõige asuvad palumetsades, sellega on kirjeldatud KKPRT andmestikus kõik palumetsade kasvukohad, lisaks sai kirjeldatud nendele proovitükkidele lähedal asuvad proovitükid. Väljavalitud 100-l proovitükil teostati alustaimestiku seire. Analüüsi tegemiseks esialgselt valikust jäeti välja seitse proovitükki markeerimisprobleemide tõttu. Lõplikku analüüsitava andmehulga valimisse jäi 93 proovitükki.

Tabelis 4.4 on näidatud proovitükide jagunemine kasvukohatüüpide järgi. Enamus proovitükkidest asus palumetsades. Kõige vähem olid esindatud tarna, kastikuloo ja sinika kasvukohatüüp, seda vaid ühe proovitükiga.

Tabel 4.4. Proovitükkide jagunemine kasvukohatüüpide lõikes.

Kasvukohatüüp	Proovitükkide arv
Jänesekapa-pohla	36
Pohla	18
Mustika	12
Karusambla-mustika	8
Sambliku	7
Kanarbiku	6
Jänesekapsa	4
Jänesekapsa-mustika	4
Sinilille	2
Tarna	1
Kastikuloo	1
Sinika	1

## KOKKUVÕTE JA ARENGUKAVA

---

Vastavalt sihtasutuse Keskkonnainvesteeringute Keskus ja Eesti Maaülikooli vahel 22.03.2013 sõlmitud teadusuuringu lepingule nr. 3-2\_8/58-5/2013 "Metsa kasvukäigu püsiproovitükkide võrgustiku kordusmõõdistamine", teostas EMÜ metsakorralduse osakonna töögrupp lepingu lähteülesandes ettenähtud välitööd täies mahus, sisestas andmed arvutisse ja teostas esmase andmeanalüüsi.

1. Välitööde grupp koosseisus D. Laarmann, P. Pärn, K. Nigul, G. Laarmann, A. Lilleleht, R. Rotšan, R. Mändma, H. Pedajas, tegid mõõtmisi üle Eesti kokku 97 puistu kasvukäigu püsiproovitükil, kus teostati puistu inventuur ning 100 proovitükil, kus teostati kasvukoha kirjeldamise uuring.
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. Proovitükkidel mõõdetud puud tähistati diameetri mõõtmise kohalt värvitäpiga. Proovitüki tsesstrisse kaevati plastmasstoru. Proovitüki asukoha leidmiseks kordusmõõtmisel 5 aasta pärast koostati skits, kus proovitükkide tsesstrid on seotud looduses leiduvate püsiobjektidega.
4. GPS seadmega kontrolliti ning vajadusel korrigeeriti proovitükkide tsesstrite geograafilised koordinaadid.
5. Mõõtmisandmed sisestati arvutisse andmehaldus tarkvara abil, millega kontrolliti sisestatud andmete kooskõla ja arvutati proovitükkide takseertunnused.
6. Kordusmõõtmisel mõõdeti proovitükkidel erilise hoolikusega need puud, mis Maris Hordo erindite leidmise programm oli tunnistanud "kahtlaseks mõõtmistulemuseks". Iga erindi puhul tehti otsus, kas oli tegu mõõtmisveaga või loodusliku häiringuga.
7. Kõigi proovitükkide kohta on tehtud esmased takseerarvutused, puude asendiskeemid ja kaardid, mis on esitatud käesolevas aruandes.
8. Hinnati kordusmõõtmisele kuulunud proovitükkidel pärast viimast mõõtmist väljalangenud puude suuremise põhjusi vastavalt punktis 1.8 esitatud metoodikale.
9. Teostati mullainventuur vastavalt välja töötatud metoodikale.
10. Teostati alustaimestiku inventuur vastavalt välja töötatud metoodikale.

11. Metsandusliku modelleerimise infosüsteemi (ForMIS) sisestati või ühildati KKPRT andmebaas nii, et kõik mõõtmisandmed asuvad infosüsteemis (<http://formis.emu.ee/sampplot/>).
12. Viidi läbi esmane andmeanalüüs, lisaks teostati puistu struktuuri ruumiline analüüs ning otsiti seoseid puistu, taimestiku ning mullastiku vahel.

EMÜ metsakorralduse osakonnas loodud Eestit kattev metsa kasvukäigu püsiproovitükkide võrgustik koosneb praegu 714 proovitükist.

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. Antud teemat on toetanud Eesti Teadusfond grantide 4813 ja 5768 raames.
3. Tuleks jätkata kasvukäigu püsiproovitükkide eralduste **ajaloo** uurimist. Koostöös Riigimetsa Majandamise Keskusega on alustatud juba RMK arhiividest varasemate andmete ja tegevuste otsimine: metsapõlvkonna takseerikirjeldus, lageraieaasta, uuenemisviis, hooldusraied ja muud metsamajanduslikud tööd, vahepealsete aastate takseerikirjeldused. See töö on sobiv metsandustudengitele ülesandena metsakonnas menetluspraktika raames.
4. Kasvukäigu püsiproovitükkide võrgustikku tuleks kasutada täiendavate uurimisteede algatamiseks, näiteks puude tüvemoodustaja mudeli koostamiseks, puude võrade uurimiseks ja aerofotode rakendamiseks vajalike mudelite loomiseks jne.
5. Üha enam tähelepanu tuleb pöörata proovitükkide mõõtmiste kvaliteedile. Proovitükidel tehtud mõõtmisvigu analüüsis põhjalikult Maris Hordo, kes kaitses 2004. a. magistr töö teemal "Erindite diagnostika puistu kasvukäigu püsiproovitükkide andmeil".

6. Mõõtmiste kvaliteedi parandamiseks töötada välja tahvelarvutitele andmesisestussüsteem, mis võimaldab metsas mõõtmiste käigus koheselt tuvastada võimalikud vead ja erandid.
7. Tuleb jätkata proovitükkide kasvukohtade kirjeldamisega nii, et lõpuks oleksid kõikidel 714 proovitükil teostatud mulla- ning alustaimestikuinventuur.

# LISAD

---