

EESTI MAAÜLIKOOL  
METSANDUSE- JA MAAEHITUSINSTITUUT  
METSAKORRALDUSE JA METSATÖÖSTUSE ÕPPETOOL

*DIANA LAARMANN*

*ANDRES KIVISTE*

*ENELI PÕLDVEER*

*VIVIKA KÄNGSEPP*

---

## Metsa kasvukäigu püsiproovitükkide võrgustiku kordusmõõtmine 2018-2019

---

*SIHTASUTUSE KESKKONNAINVESTEERINGUTE KESKUS JA EESTI MAAÜLIKOOLI VAHEL*

*15. JUUNIL 2018. A. SÕLMITUD LEPINGU NR. 3-2\_8/8309-3/2018 LÕPPARUANNE*

*(KIK METSANDUSE 2018. A. PROGRAMMI PROJEKT NR. 14515)*

**TARTU 2020**

## Sisukord

Sissejuhatus .....	4
1. Puistu kasvukäigu püsiproovitükkide kordusmõõtmise metoodiline juhend .....	10
1.1. Ettevalmistustööd.....	10
1.2. Mõõtmisteks ettevalmistumine proovitükil .....	10
1.3. Puude kluppimine.....	12
1.4. Mudelpuude mõõtmine .....	16
1.5. Erandid ja mõõtmisvead .....	17
1.6. Proovitükil tehtavad üldtööd.....	19
1.7. Puistu loodusväärtuste hindamine.....	22
1.8. Lamapuidu seire.....	26
1.9. Väljalangenud puude suremise põhjuste hindamine.....	26
1.10. Proovitükist piltide tegemine.....	27
2. Esmane andmeanalüüs.....	27
2.1. Kasvukäigu püsiproovitükkide andmestiku struktuur .....	27
2.2. Andmete sisestamine .....	31
2.2. Proovitüki takseertunnuste arvutamine.....	32
3. Lepingu raames 2018. a. ja 2019.a. mõõdetud puistu kasvukäigu püsiproovitükkide nimekiri .....	36
4. Puistu kasvukäigu püsiproovitükkide andmestiku kirjeldus.....	46
4.1. Püsiproovitükkide kordusmõõtmine .....	46
4.2. Proovitükkide looduslikkuse tase.....	49
4.3. Lageraiejärgsete proovitükkide taasrajamine .....	53
4.4. Kaugseire pilootala.....	55
4.4.1. Pilootala Lahemaa rahvusparkis .....	55
4.4.2. Pilootala Järvelseljal .....	57
4.5. Metsa korraldamise juhendi lisa 12 tagavara juurdekasvu arvutamise mudeli hindamine metsa kasvukäigu püsiproovitükkide kordusmõõtmiste andmete taustal.....	65

Kokkuvõte ja arengukava.....	83
LISAD .....	86
Lisa 1. Proovitüki mõõtmisandmete blankett	
Lisa 2. Loodusväärtuste hindamise blankett	
Lisa 3. Puude suremise hindamise blankett	
Lisa 4. Proovitükkide takseerikirjeldused ja puude asendiskeemid	
Lisa 5. Proovitükkide asukohtade kaardid.	
Lisa 6. Lageraiejärgsete proovitükkide rajamise meetodika	
Lisa 7. Mariliis Pahva bakalaureusetöö	
Lisa 8. Kaugseire pilootalal Lahemaal	

## 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 rakendusuringud. 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 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
2014	15	147	KIK
2015	21	154	KIK
2016	3	241	KIK
2017		112	
2018	9	77	KIK
2019	10	148	KIK

Eesti Maaülikooli (EMÜ) ja sihtasutuse Keskkonnainvesteeringute Keskus (KIK) vahel 15. juunil 2018.a. sõlmitud lepingu nr. 3-2\_8/8309-3/2018 kohaselt pidi EMÜ metsakorralduse osakond 2018.a ja 2019.a.. kordus mõõtma 232 puistu kasvukäigu püsiproovitükki, välja töötama püsiproovitükkide lageraiejärgsete puistute uuenemise uurimise meetoodika, pilootalal uurima kaugseirevahendite kasutamist lamapuidu seire tegemiseks. Samuti hindama Metsa korraldamise juhendi lisas nr 12 olevat puistu tagavara juurdekasvu arvutamise mudelit.

Käesoleva lepingu täitmise tulemusena kordusmõõdeti 2018.a. 77 ja 2019.a. 148 püsiproovitükki, mille eelmisest mõõtmisest oli möödunud 5 aastat ning 2018.a. rajati 9 uut proovitüki lageraidesse läinud proovitükkide asemele ja 2019.a. rajati 10 uut püsiproovitükki. Suurt tähelepanu pöörati varasemate mõõtmisandmete kontrollimisele. Selleks tuli 2018.a. ja 2019.a.

kordusmõõtmisel need puud, mille eelmine. mõõtmine oli kontrollprogrammi poolt kahtlaseks tunnistatud, erilise hoolikusega üle mõõta.

Projekti vastutavaks täitjaks oli EMÜ metsakorralduse ja metsatööstuse õppetooli dotsent Diana Laarmann, projekti põhitäitjateks olid samad õppetooli töötajad professor Andres Kiviste, dotsent Mait Lang, nooremteadur Eneli Pöldveer ja nooremteadur Vivika Kängsepp. Välitööde tegemisel osalesid lisaks metsakorralduse ja metsatööstuse õppetooli töötajad, magistrandid ja üliõpilased (J. Kollo, L. Moppel, M. Kõiv, S. Koemets, S. Kossinova, T. Ploompuu, M. Pahva, G. Klein, K.G. Laarmann, A. Jänes, R. Sampaio de Lima, T. Paluots). Andmesisestuse arvutisse tegi Eneli Pöldveer ja esmase andmetöötluse viisid läbi Diana Laarmann ja Andres Kiviste. Metsa korraldamise juhendi lisa 12 tagavara juurdekasvu arvutamise mudeli hindamist KKPRT andmetel tegid A. Kiviste, T. Tarmu ja M. Raup. Loodusväärtuste hindamise kokkuvõtetega tegeles Eneli Pöldveer. Lageraiejärgsete puistute uurimise meetodika koostas Vivika Kängsepp ja proovitükkide taasrajamist Eesti metsa kasvukäigu püsiproovitükkide võrgustikus uuris Mariliis Pahva. Kaugseirevahendite uurimist pilootalal viisid läbi Tauri Arumäe, Mait Lang ja Raul Sampaio de Lima.

Metsakorralduse ja metsatööstuse õppetoolis 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:

30.11.2018. EMÜ MIMP aastaseminar, kus osales 25 inimest:

Eneli Pöldveer. Erineva looduslikkuse tasemega puistute struktuurianalüüs

07.12.2018. EMÜ metsanduse aastakonverents "Metsateaduselt praktikale", kus osales kokku ~200 inimest:

Teele Paluots. Puistute struktuuriuuringud ja rakendused metsaökosüsteemide kaitses

12-15.02.2019. Bialowieza, Poola. "Forests at risk: Bialowieza and beyond", kus osales ~150 inimest:

Teele Paluots. Structural diversity of Western taiga habitat type in Estonia

Eneli Põldveer. Evaluating spatial stand structure of hemiboreal coniferous forests according to different levels of naturalness.

11-13.06. 2019. Forest management for the future in Nordic and Baltic forests – Long-term experiments answering to today's questions Vierumäki, Soome, kus osales ~50 inimest:

Eneli Põldveer. Assessment of spatial stand structure of conifer dominated forests with different levels of naturalness: a study based on forest permanent plots in Estonia

9-13.09. 2019. SER Europe Conference 2018 „Restoration in the Era of Climate Change“ 9-13.09.2018, Islandil, Reykjavíkis, osalejaid üle 400 inimese:

Teele Paluots, Henn Korjus. Restoration planning in Western taiga habitat type in Estonia.

Diana Laarmann, John A. Stanturf, Henn Korjus, Andres Kiviste. Forest ecosystem restoration on post-mine oil-shale quarries in Estonia

4-5.11. 2019. RMK looduskaitsekonverents, millest võttis osa ~200 inimest:  
Diana Laarmann. Metsade struktuuri ja mitmekesisuse taastamise katsed Eesti kaitsealadel

13.11. 2019. XI põlevkivikonverents, millest võttis osa ~150 inimest:  
Diana Laarmann. Metsaökosüsteemi taastumine endistes põlevkivikarjäärides

Bakalaureusetöö, mis kaitsti 2019.a.:  
Mariliis Pahva. 2019. Lageraiejärgselt proovitükkide taasrajamine Eesti metsa kasvukäigu püsiproovitükkide võrgustikus

Magistritöö, mis kaitsti 2018.a.:  
Toomas Tarmu. 2018. Puistu ülakõrguse modelleerimine puistu kasvukäigu püsiproovitükkide andmeil

Püsiproovitükkide andmete põhjal valminud käsikirjad ja publikatsioonid:

Paluots, Teele; Franklin, Jerry F.; Maamets, Lembit; Laarmann, Diana; Kangur, Ahto; Korjus, Henn (2018). Assessment of Western taiga habitat in Lahemaa National Park, Estonia. *Metsanduslikud uurimused = Forestry studies*, 69, 44–62.10.2478/fsmu-2018-0011.

Jõgiste, K.; Frelich, L.E.; Laarmann, D.; Vodde, F.; Baders, E.; Donis, J.; Jansons, A.; Kangur, A.; Korjus, H.; Köster, K.; Kusmin, J.; Kuuluvainen, T.; Marozas, V.; Metslaid, M.; Metslaid, S.; Pol-yachenko, O.; Poska, A.; Rebane, S.; Stanturf, J.A. (2018). Imprints of management history on hemiboreal forest ecosystems in the Baltic States. *Ecosphere*, 9 (11), Article e02503.10.1002/ecs2.2503.

Lang, Mait; Kaha, Mihkel; Laarmann, Diana; Sims, Allan (2018). Construction of tree species composition map of Estonia using multispectral satellite images, soil map and a random forest algorithm. *Metsanduslikud uurimused = Forestry studies*, 68 (1), 5–24.10.2478/fsmu-2018-0001.

Põldveer, Eneli; Peedosaar, Laura; Laarmann, Diana; Korjus, Henn (2019). Evaluating spatial stand structure of hemiboreal coniferous forests according to different levels of naturalness. Programme and book of abstracts - the international conference Forests at risk: Białowieża and beyond: Forests at risk: Białowieża and beyond. Warsaw-Białowieża: University of Warsaw, 67–67.

Korjus, Henn; Põldveer, Eneli (2019). Dynamics of Forest Site Index on Permanent Sample Plots in Estonia. The 13th International Forest Ecosystem Workshop. Beijing, China: Beijing Forestry University, 6.

Steidinger, B. S.; Crowther, T. W.; Liang, J.; Van Nuland, M. E.; Werner, G. D. A.; Reich, P. B.; Nabuurs, G.; de-Miguel, S.; Zhou, M.; Picard, N.; Herault, B.; Zhao, X.; Zhang, C.; Routh, D.; Peay, K. G. and GFBI consortium (2019). Climatic controls of decomposition drive the global biogeography of forest-tree symbioses. *Nature*, 569 (7756), 404–408.10.1038/s41586-019-1128-0.

Steidinger, B. S.; Crowther, T. W.; Liang, J.; Van Nuland, M. E.; Werner, G. D. A.; Reich, P. B.; Nabuurs, G. J.; de-Miguel, S.; Zhou, M.; Picard, N.; Herault, B.; Zhao, X.; Zhang, C.; Routh, D.;



Peay, K. G. and GFBI consortium (2019). Author Correction: Climatic controls of decomposition drive the global biogeography of forest-tree symbioses. *Nature*, 571 (7765), E8–E8.10.1038/s41586-019-1342-9.

Pöldveer, Eneli; Korjus, Henn; Kiviste, Andres; Kangur, Ahto; Paluots, Teele; Laarmann, Diana (2020). Assessment of spatial stand structure of hemiboreal conifer dominated forests according to different levels of naturalness. *Ecological Indicators*, 110, 105944.10.1016/j.ecolind.2019.105944.

Korjus, Henn; Kiviste, Andres; Kangur, Ahto; Paluots, Teele; Laarmann, Diana; Pöldveer, Eneli (2020). Dataset on stand structural indices and forest ecosystem naturalness in hemiboreal forests. *Data in Brief*, 29, 105387.10.1016/j.dib.2020.105387.

Arumäe, Tauri; Lang, Mait; Laarmann, Diana (2020). Thinning- and tree-growth-caused changes in canopy cover and stand height and their estimation using low-density bitemporal airborne lidar measurements – a case study in hemi-boreal forests. *European Journal of Remote Sensing*, 53 (1), 113–123.10.1080/22797254.2020.1734969.

Paluots, Teele; Laarmann, Diana; Leis, Mare; Liira, Jaan; Pöldveer, Eneli; Kangur, Ahto; Korjus, Henn; Franklin, Jerry F. Short-term and long-term recovery of Western taiga forest. *Esitatud ajakirjale Forests*

Roberto Cazzolla Gatti; Peter B. Reich; Javier G. P. Gamarra; Tom Crowther; Cang Hui; Albert Morera Marra; Jean-Francois Bastin; Sergio de-Miguel; Gert-Jan Nabuurs; Jens-Christian Svenning; Josep M Serra-Diaz; Corey Merow; Brian Enquist; Maria Kamenetsky; Junho Lee; Jun Zhu; Jinyun Fang; Douglass F. Jacobs; Bryan Pijanowski; GFBI; Jingjing Liang. The number of tree species on Earth. *Esitatud ajakirjale Nature*.

# 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 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 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 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 tsepter nihutada sobivaimale kohale ja hoolitseda selle eest, et pärast mõõtmist ka sinna tähis jääks. Juhul kui proovitüki tsentri (mõningane) nihutamine osutus vältimatuks, tuleb arvatavasti parandada enamuse puude koordinaate vastavalt tsentri uuele asukohale.
- 1.2.7. Tuleb mõõta üldandmete blanketil puuduolevad andmed (metsaelementide vanused, kõduhorisondi tusedused jne). Tuleb kontrollida, kas blanketile märgitud rinnete 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<sub>min</sub>**, kui peenikesi ilmselt väljalangevaid puid ei mõõdetata (tavaliselt keskealises või vanemas metsas).
- 1.2.9. Võimalikult täpselt tuleb üle mõõta proovitüki tsentri 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 *Vertexiga* 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 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. 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 **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 "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 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 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 andmetöötuse 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 tsentrilt on suurem kui proovitüki raadius R1 (vastavalt 15, 20, 25 või 30m ja sisemine ring 8 või 10m). Ilmselge viga.

**07** – puu ristdiameetrite (d1 ja d2 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 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.

**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),  $D_{fits}$  üksikvaatluse mõju.

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

**10B** – Kõrguse erind (regressioonijääkide diagnostika Padari mudeli alusel),  $D_{fbetas}$ .

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. Proovitükkidel 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** tusedus cm. Kõduhorisondi tuseduse hulka ei loeta eluskatet sh. samblaid ja samblikke. Kõduhorisondi maksimaalseks tuseduseks võetakse 50 cm. Kui eelmisel mõõtmisel on tegemata, siis teha kordusmõõtmisel.

1.6.7. Lahtrisse **KKT** kirjutatakse kasvukohatüüp E. Lõhmuse tüpoloogias 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", teisena "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 tšentripost 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 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 tšentri suunas, proovitüki tšentrist 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. PUISTU LOODUSVÄÄRTUSTE HINDAMINE

---

### 1.7.1. Metsaandmetena registreeritakse blanketil (toodud lisas 2.):

pinnavorm – näiteks: kungas, lohk (ümarad, vastavalt positiivne, negatiivne pinnavorm); vaar, nõgu (ovaalsed); vall, org ( piklikud);

maastik – puistus asuvad maastikuelemendid (näiteks: allikas, jõgi, karst, uhtorg vms.);

LK hinnang – ala looduskaitseline hinnang (põlis-, loodus-, taastuv või majandatav mets);

Vääriselupaik – vääriselupaiga olemasolu (VEP, potentsiaalne VEP, ei ole).

### 1.7.2. Hinnangu andmisel liigitatakse mets:

**Põlismets** – puistu on looduslikus seisundis, kasvukohatüübile omase loodusliku koosseisu ja vanuselise struktuuriga, milles otseste ja ka kaudsete inimõjude jäljed puuduvad.

**Looduslik mets** – puistu on loodusliku tekkega, erivanuseline ja kasvukohatüübile omase koosseisuga, milles võib olla varasemate raiete ja muu inimtegevuse jälgi, mis aga ei mõjuta enam vahetult puistu struktuuri ja arengut.

**Taastuv mets** – puistu võib olla inimtekkeline ja inimtegevusest otseselt mõjutatud, kuid need mõjud puistu praegusele struktuurile ja arengule on sedavõrd väikesed, et mõnekümne aasta jooksul kujuneb välja looduslik mets.

**Majandatav mets** – puistud, mis ei vasta taastuva, loodusliku või põlismetsa tunnustele, seega puutumata olekus ei kujune nad tõenäoliselt vähem kui ühe metsapõlvkonna jooksul looduslikuks metsaks.

**Vääriselupaik (VEP)** – kaitset vajav ala tulundusmetsas, kus tõenäosus ohustatud, ohualdiste või haruldaste liikide esinemiseks on suur (võtmetunnused: veekogude ümbrus, varemed, kalmed, paljandid, laiavõralised puud, jämedad vanad männid, põlengujälgedega puud, rohke tüvesamblike esinemine, ebatavalise kujuga vanad puud vms.).

**Potentsiaalne VEP** – on ala, mis mõnekümne aastaga muutub vääriselupaigaks, kui rakendatavad majandusvõtted soodustavad bioloogilise mitmekesisuse kasvu.

### 1.7.3. Puistu loodusväärtuste, kultuurilis-bioloogilise väärtuse ning inimõjude hindamine toimub kolmepunktilise skaala alusel. Tunnuste puhul, kus punktiline hinnang väljendab tegelikult puude (loendusühikute) arvu, on hinnangute tähendus järgmine:

1 – üksikud – puistus leidub, kuid proovitükil ei pruugi leiduda, kuni 5 tk/ha;

2 – mõned – puistus leidub ja proovitükil leidub mõni, 5-10 tk/ha;

3 – rohkem – leidub arvulisemalt nii puistus kui proovitükil, üle 10 tk/ha.

1.7.4. Tunnuste puhul, kus punktiline hinnang väljendab teatud tunnustega puude osakaalu, on hinnangute tähendus järgmine:

1 – vähe – esinevad 5-20% puudest;

2 – keskmiselt – esinevad 20-50% puudest;

3 – palju – esinevad rohkem kui 50% puudest.

1.7.5 **Puistu loodusväärtuste** hindamiseks registreeritakse:

puistu struktuur (1 - kahe- ja kolme- ja rohkem kui kahe- ja kolme- rindeline, 3 - rinded pole välja kujunenud ja täius on ebahüppeline);

bioloogiliselt vanad puud – puud, mille vanus on vähemalt 20 aastat üle küpsusvanuse, (1 – üksikud, 2 – mõned, 3 – palju);

bioloogiliselt vanade puude liigid (1 – okaspuud, 2 – lehtpuud, 3 – nii okas- kui ka lehtpuud);

päikesele avatud vanad/surnud seisvad puud rinnasdiameetriga üle 15 cm (1 – üksikud, 2 – mõned, 3 – palju);

puud suurte pesaõõnsuste/avadega (1 – üksikud, 2 – mõned, 3 – palju);

laialehelised puuliigid / haab rinnasdiameetriga üle 20 cm – pärn, vaher, saar, tamm, jalakas, künnapuu, haab (1 – üksikud, 2 – mõned, 3 – palju);

seisvad surnud puud diameetriga 10-25 cm (1 – üksikud, 2 – mõned, 3 – palju);

seisvad surnud puud diameetriga üle 25 cm (1 – üksikud, 2 – mõned, 3 – palju);

seisvate surnud puude liigid (1 – okaspuud, 2 – lehtpuud, 3 – nii okas- kui ka lehtpuud);

lamapuud diameetriga 25-40 cm (1 – üksikud, 2 – mõned, 3 – palju);

lamapuud diameetriga üle 40 cm (1 – üksikud, 2 – mõned, 3 – palju);

lamapuude liigid (1 – okaspuud, 2 – lehtpuud, 3 – nii okas- kui ka lehtpuud);

lamapuidu pehkimisastmed (1 – 1-2 pehkimisastmes, 2 – 3-4 pehkimisastmes, 3 – kõigis pehkimisastmetes);

1.7.5.1 **Lamapuidu** pehkimisastmed:

- 1 – koorega kaetud puu;
- 2 – kõva, ilma kooreta puu;
- 3 – kergelt pehmenenud, nuga läheb 1 cm sügavuselt puusse;
- 4 – pehme, nuga läheb 5 cm sügavuselt puusse;
- 5 – väga pehme, paljaste kätega kergesti laialilõhutav.

koorega kaetud mahalangenud puud diameetriga üle 25 cm – koorega kaetud üle 50% puu pinnast (1 – üksikud, 2 – mõned, 3 – palju);

kooreta mahalangenud puud diameetriga üle 25 cm – koorega kaetud vähem kui 50% puu pinnast (1 – üksikud, 2 – mõned, 3 – palju);

Surnud puutüvi, mille suurim diameeter on üle 25 cm, tuleb alati tähistada ühes kategoorias, mitte kunagi mõlemas korraga. Mahavarisenud ja tükkideks lagunenu puu loetakse üheks puuks.

hästiarenenud tugijuurtega puud (1 – üksikud, 2 – mõned, 3 – palju);

Tugijuurtega puud kasvavad üleujutatavatel aladel. Tugijuured tekivad ka pärast kuivendust (kõdusoometsad),

tüükad (rinnas)diameetriga üle 15 cm (1 – üksikud, 2 – mõned, 3 – palju);

Tüügas on vähemalt 50 cm kõrge ja selle läbimõõt on vähemalt 15 cm.

päikesele avatud lamapuud häilus või väikesel lagendikul (1 – üksikud, 2 – mõned, 3 – palju);

tormiheide (1 – üksikud, 2 – mõned, 3 – palju);

rippuvad samblikud (1 – vähe, 2 – keskmiselt, 3 – palju);

lehtsamblikud (1 – vähe, 2 – keskmiselt, 3 – palju);

sammaldunud puud maapinnast vähemalt 1 m kõrguseni (1 – vähe, 2 – keskmiselt, 3 – palju);

seente püsiviljakehadega puud (1 – üksikud, 2 – mõned, 3 – palju);

metsatulekahju jäljed (1 – vaevumärgatavad põlengujäljed, põleng üle 15 aasta tagasi, 2 – üksikud märgatavad põlengujäljed, põleng 6-15 aastat tagasi, 3 – põleng vähem kui 5 aastat tagasi);

lagendikud, välud, mis moodustavad vähem kui 20% puistu pindalast (2 punkti);

kopra toitumisjäljed puudel (2 punkti);

kuivendamata niiske ala (naadi kasvukohatüübist märjemad kuivendamata kasvukohatüübid) (2 punkti);



märjad sulglohud pindalaga üle 0,1 ha (2 punkti);

allika, oja või tiigi esinemine puistus (2 punkti);

I rinde puude vanuse erinemine üle 20 aasta ( 2 punkti).

**1.7.6. Kultuurilis-bioloogiliste väärtuste** hindamiseks registreeritakse:

vegetatiivselt tekkinud või mitmetüveliste puude esinemine (1 – üksikud, 2 – mõned, 3 – palju);

lagedal kasvanud laiavõraliste puude esinemine (1 – üksikud, 2 – mõned, 3 – palju);

vanade sarapuupõõsaste esinemine (1 – üksikud, 2 – mõned, 3 – palju);

inimtegevuse jäljed – looduse mitmekesisuse seisukohalt positiivsete inimtegevuse jälgede esinemine (kivivared, vana aiad, lindude pesakastid vms.) (2 punkti).

**1.7.7. Inimmõjutused**, mis vähendavad puistu loodusväärtuse hinnangut:

prügi/prahi esinemine (1 – vähene, 2 – mõõdukas, 3 – tugev);

pinnasekahjustus (1 – vähene, 2 – mõõdukas, 3 – tugev);

külastatavus (1 – vähene, 2 – mõõdukas, 3 – tugev);

kuivendus (1 – mittetöötav, 2 – osaliselt töötav, 3 – töötav);

intensiivselt kasutatav tee/raudtee ( 1 - >1 km kaugusel, 2 – 1000-50 m kaugusel, 3 – piirnev või läbiv tee);

raiate mõju (1 – vähene, 2 – mõõdukas, 3 – tugev);

lageraie lähedus - vähemalt 0,5 ha pindalaga ja vähem kui 25 aastat tagasi tehtud lageraie ( 1 – 100-50 m kaugusel, 2 - <50 m kaugusel, 3 – piirnev);

elektri- ja/või telefoniliinid (2 punkti);

muud negatiivsed mõjud (näiteks elamute lähedus) (2 punkti).

**1.7.8. Märkused:** vabas vormis märkused puistu muude tähelepanuväärsete omaduste kohta.

Näiteks:

a) sipelgapesad, nende kõrgus cm-s;

b) liblikad;

- c) kimalased;
- d) linnusuled ja suured pesad;
- e) loomade urud;
- f) puuliigi üksiku esindaja esinemine proovitükil;
- g) muud märkimisväärsed objektid või tunnused.

---

## 1.8. LAMAPUIDU SEIRE

---

Proovialadel mõõdeti ära kõik lamapuid, mille kännu poolse otsa diameeter oli vähemalt 10 cm. Lamapuu mõlemast otsast määrati asimuut, mõõdeti kaugus tsentrist ja puu diameetrid. 1,3 m kauguselt kännu poolsest otsast hinnati kõvadusaste, võimalusel määrati ka puuliik. Lamapuidu kõvadust hinnati vastavalt lagunemise astmele:

- I Kõva. Puit on kõva, värske või peaaegu värske lamapuu, koor on terve.
- II Pisut pehkinud. Puit on suhteliselt kõva, koor on hakanud lagunema.
- III Poolpehkinud. Puit laguneb löögi tulemusel. Tavaliselt koor puudub või on lagunenu.
- IV Pehkinud. Puit on põhilises osas lagunenu, tükid kergesti eemaldatavad. Epifüüdid katavad välispinda.
- V Puit on lagunenu. Tekstuur on pulbrine ja mullataoline.

---

## 1.9. VÄLJALANGENUD PUUDE SUREMISE PÕHJUSTE HINDAMINE

---

Blankett on esitatud lisas 3.

### 1.7.1. Puu seisund –

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

surev – kui puu on tugevasti kahjustatud, juurdekasv peatunud, määratud hukkamisele (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 suuremise 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 sure-  
mise põhjus, aga seda pole põhjuste nimekirjas või kui puu on surnud, aga pole teada  
suremise põhjus, siis lisada see kommentaaridega teiste kahjustuse alla.

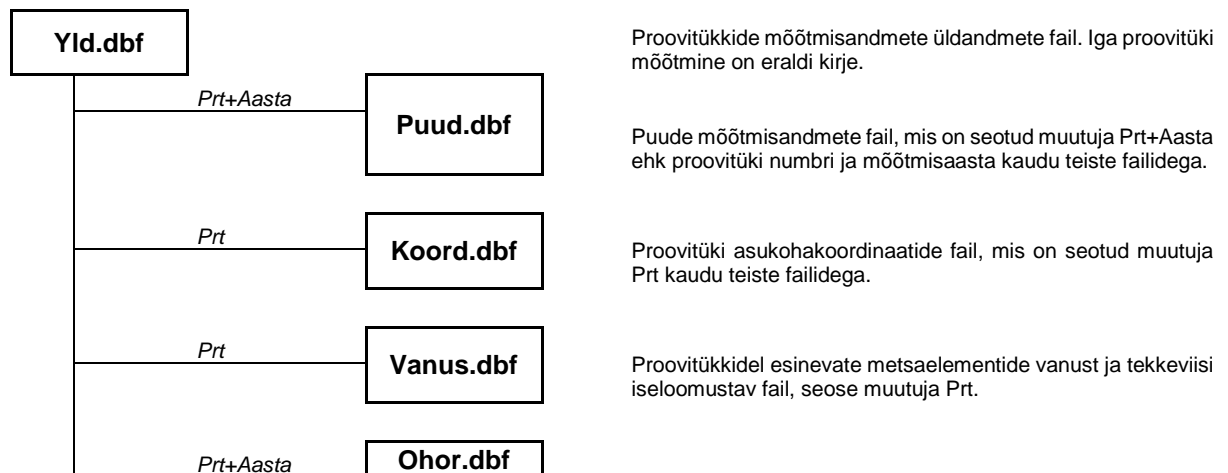
## 1.10. PROOVITÜKIST PILTIDE TEGEMINE

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

## 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:



<i>Prt+Aasta</i>	<b>Rongad.dbf</b>	Proovitükkidel määratud kõduhorisonditusedust iseloomustav fail, seose muutujateks Prt ja Aasta.
<i>Mootja</i>	<b>Mootja.dbf</b>	Proovitüki valitseva puu aastarõngaste arv 1.3m kõrgusel enam kui 25m kaugusel prtk tsentrist, nelja ilmakaare suunas, muutujaks Prt ja Aasta.
<i>Kood</i>	<b>Mknimi.dbf</b>	Mõõtjate ees- ja perekonnanimed ning kasutatavad initialsiaalid, muutujaks Mootja ehk mõõtja kahetäheline tähis.
<i>Kkt</i>	<b>Kkt.dbf</b>	Fail metskondi tähistavate numbrite ja lühenditega, muutujaks kood, mis on kahetäheline lühend metskonna nimest vastavalt RMKs kasutatavale tähistusele.
<i>Pl</i>	<b>Pl.dbf</b>	E. Lõhmuse järgi määratud ja kasutatavad kasvukohatüüpidele vastavad puuliigid ja kõduhorisondi tusedus. Seose muutujaks Kkt ehk kasvukohatüüp vastavalt RMK takseerikirjeduste andmebaasi RITA kahetähelistele tähistustele.
<i>Rin</i>	<b>Rinne.dbf</b>	Fail kasutuses olevate puuliikide ja nende lühendite kohta.
		Fail kasutuses olevate rинnete koodide kohta.

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 tsentrist 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 püsiproovitükide 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 koordinaadistik
<b>Koordn</b>	N	10	2	Põhjalaius L-EST koordinaadistik
<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 tsentrist 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 tsentrist
<b>Suund</b>	C	1		Mõõtmise suund
<b>Ohor</b>	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
<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.

Joonis 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 märged.

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						L	5	LV	5
52	1	MA	18,0	8,4	18,4	18,5	20,3	14,1				S	6	LM	6
53	1	MA	20,3	5,2	16,7	16,0	18,4	12,7				K	7	TA	7
105	1	MA	24,0	13,9	22,0	21,5	19,9	14,3				T	8	SA	8
56	1	MA	26,3	7,7	16,1	16,8	18,8	13,3				E	9	RE	9
59	1	MA	34,3	12,8	18,2	18,3						Y	10	JA	10
106	1	MA	35,5	14,3	15,0	14,8						M	11	KP	11
62	1	MA	44,5	8,2	19,2	20,0	18,2	12,7				R	12	PN	12
63	1	MA	47,0	4,4	17,7	18,2	19,8	14,7					13	PP	13
107	1	MA	49,0	16,6	19,5	19,6							14	VA	14
64	1	MA	50,0	13,1	15,5	14,5							15	NU	15
65	1	MA	55,0	5,9	18,0	18,8	19,4	15,0					16	SD	16
67	1	MA	62,0	3,1	18,3	18,8	20,2	12,5					17	TS	17
108	1	MA	62,0	14,5	27,3	28,3							18	TO	18
109	1	MA	64,0	18,5	17,0	16,5							19	TL	19
69	1	MA	66,0	10,8	21,0	21,5							20	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

Joonis 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**". Nendes failides 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.** Tüvemahtu 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 tüvemahtuga, 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 tüvemahtu 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 lehtpuud</b>	-12,9	10,26831	-0,03590	0,016799	-0,000277

### 3. LEPINGU RAAMES 2018. A. JA 2019.A. MÕÕDETUD PUISTU KASVUKÄIGU PÜSIPROOVITÜKKIDE NIMEKIRI

---

Käesoleva lepingu raames mõõdeti 2018. a. 86 proovitükki (tabel 3.1) ja 2019. a kokku 158 proovitükki (tabel 3.2). Lageraiatud oli 2018.a. 1 proovitükk ja 2019.a. 15 proovitükki. Projekti käigus mõõdetud püsiproovitükkide, millel ei olnud teostatud lageraie, takseerikirjeldused koos puude asendiskeemidega on esitatud lisa 4.

#### **2018. a. ja 2019. a. projekti käigus mõõdetud kasvukäigu püsiproovitük- kide 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;

**Tabel 3.1.** 2018.a. mõõdetud proovitükkide nimekiri

PRT	M.KOR D	MAAKOND	KV	ER	KKT	PE	A
212	5	Tartu maakond	245	10	ND	KU	62
900	4	Tartu maakond	TT059	16	AN	KU	98
901	4	Tartu maakond	TT059	16	AN	KU	85
902	4	Lääne maakond	VP169	9	JO	KS	60
903	4	Lääne maakond	VP169	9	JO	KS	60
906	4	Lääne maakond	VP163	5	KN	MA	50
907	4	Harju maakond	VP337	2	TR	KS	70
908	4	Lääne maakond	VP168	15	TA	KU	50
909	4	Lääne maakond	VP175	7	JO	KS	45
910	4	Lääne maakond	VP177	15	MO	MA	55
911	4	Lääne maakond	VP177	3	MD	KS	50
912	4	Rapla maakond	CA280	5	ND	KU	45
913	4	Rapla maakond	CA280	5	ND	KU	40
914	4	Rapla maakond	CA283	13	AN	KU	55
915	4	Rapla maakond	CA284	11	AN	KU	50
916	4	Rapla maakond	CA283	8	ND	KS	50
917	4	Rapla maakond	CA293	1	AN	KS	45
918	4	Saare maakond	KG182	9	TA	HB	51
919	4	Saare maakond	KG182	26	AN	KU	50
920	4	Saare maakond	KG139	12	TA	KU	47
921	4	Saare maakond	KG187	1	TR	KS	60
923	4	Saare maakond	QE820	3	AN	LM	55
958	3	Tartu maakond		0	PM	KS	22
959	3	Tartu maakond		0	PM	KS	22

<b>960</b>	3	Tartu maakond		0	PM	KS	22
<b>961</b>	3	Tartu maakond		0	PM	KS	22
<b>962</b>	3	Tartu maakond		0	PM	KS	22
<b>963</b>	3	Tartu maakond		0	PM	KS	22
<b>964</b>	3	Tartu maakond		0	PM	KS	22
<b>965</b>	3	Tartu maakond		0	PM	KS	22
<b>966</b>	3	Tartu maakond		0	PM	RE	22
<b>967</b>	3	Tartu maakond		0	PM	KS	22
<b>968</b>	3	Tartu maakond		0	PM	KS	22
<b>969</b>	3	Tartu maakond		0	PM	KS	22
<b>1021</b>	5	Valga maakond	AA196	1	JP	MA	110
<b>1025</b>	5	Valga maakond	VL451	13	JK	MA	95
<b>1029</b>	5	Valga maakond	VL441	5	JK	MA	130
<b>1030</b>	5	Valga maakond	VL451	11	JK	MA	125
<b>1049</b>	5	Valga maakond	TH143	8	SM	MA	60
<b>1061</b>	5	Põlva maakond	PW141	10	KN	MA	50
<b>1062</b>	5	Põlva maakond	PW141	11	PH	MA	57
<b>1064</b>	5	Põlva maakond	RP006	5	PH	MA	80
<b>1066</b>	5	Põlva maakond	PW026	1	SM	MA	140
<b>1068</b>	5	Põlva maakond	KJ150	2	PH	MA	135
<b>1074</b>	5	Lääne-Viru maakond	SG096	23	SM	MA	165
<b>1077</b>	5	Lääne-Viru maakond	SG096	19	SM	MA	80
<b>1078</b>	5	Lääne-Viru maakond	SG096	27	SM	MA	110
<b>1079</b>	5	Lääne-Viru maakond	SG110	3	MS	MA	90
<b>1080</b>	5	Lääne-Viru maakond	SG110	3	PH	MA	95
<b>1081</b>	5	Lääne-Viru maakond	KZ084	20	SM	MA	110
<b>1082</b>	5	Lääne-Viru maakond	KZ084	22	SM	MA	165
<b>1084</b>	5	Lääne-Viru maakond	KZ083	9	SM	MA	125

<b>1091</b>	5	Lääne-Viru maakond	SG054	9	SM	MA	90
<b>1092</b>	5	Lääne-Viru maakond	SG031	19	KN	MA	85
<b>1093</b>	5	Lääne-Viru maakond	SG079	15	SM	MA	195
<b>1094</b>	5	Lääne-Viru maakond	SG090	26	KN	MA	250
<b>1100</b>	5	Lääne-Viru maakond	KZ150	0	SM	MA	95
<b>1101</b>	5	Lääne-Viru maakond	KZ147	8	SM	MA	105
<b>1102</b>	5	Lääne-Viru maakond	KZ147	13	PH	MA	105
<b>1103</b>	5	Lääne-Viru maakond	SG077	11	KN	MA	80
<b>1104</b>	5	Lääne-Viru maakond	SG076	20	SM	MA	90
<b>1105</b>	5	Lääne-Viru maakond	KZ026	14	SM	MA	85
<b>1108</b>	5	Lääne-Viru maakond	KZ100	7	SM	MA	90
<b>1110</b>	5	Lääne-Viru maakond	SG090	12	SM	MA	90
<b>1111</b>	5	Lääne-Viru maakond	SG090	12	SM	MA	85
<b>1112</b>	5	Lääne-Viru maakond	SG101	10	SM	MA	90
<b>1113</b>	5	Lääne-Viru maakond	SG108	2	SM	MA	62
<b>1114</b>	5	Lääne-Viru maakond	SG096	25	SM	MA	95
<b>1115</b>	5	Lääne-Viru maakond	SG103	4	SM	MA	125
<b>1116</b>	5	Lääne-Viru maakond	SG104	6	SM	MA	105
<b>1117</b>	5	Lääne-Viru maakond	SG114	7	SM	MA	80
<b>1118</b>	5	Lääne-Viru maakond	SG114	14	SM	MA	95
<b>1120</b>	5	Lääne-Viru maakond	SG095	16	SM	MA	80
<b>1121</b>	5	Lääne-Viru maakond	SG095	10	SM	MA	90
<b>1122</b>	5	Lääne-Viru maakond	SG115	1	SM	MA	65
<b>1132</b>	5	Lääne-Viru maakond	KZ112	7	SM	MA	85
<b>1133</b>	5	Lääne-Viru maakond	KZ112	3	PH	MA	85
<b>6301</b>	1	Tartu maakond	PN531	2	ND	KU	11
<b>6302</b>	1	Tartu maakond	PN531	2	ND	KU	11

<b>6303</b>	1	Tartu maakond	PN531	2	ND	KU	11
<b>6310</b>	1	Tartu maakond	PN514	10	ND	HB	6
<b>6311</b>	1	Tartu maakond	PN514	10	ND	LM	6
<b>6312</b>	1	Tartu maakond	PN514	10	ND	LM	6
<b>6344</b>	1	Tartu maakond	CO032	2	JM	MA	12
<b>6345</b>	1	Tartu maakond	CO032	2	JM	MA	12
<b>6346</b>	1	Tartu maakond	CO032	2	JM	MA	12

**Tabel 3.3.** 2019.a. mõõdetud proovitükkide nimekiri

<b>PRT</b>	<b>M.KOR D</b>	<b>Maakond</b>	<b>KV</b>	<b>ER</b>	<b>KKT</b>	<b>PE</b>	<b>A</b>
<b>102</b>	5	Tartu maakond	JS164	4	AN	LM	35
<b>103</b>	5	Tartu maakond	JS188	7	AN	KS	80
<b>104</b>	5	Tartu maakond	JS186	8	JM	KU	57
<b>106</b>	5	Tartu maakond	JS131	2	TR	KS	70
<b>107</b>	5	Tartu maakond	JS202	10	ND	HB	55
<b>108</b>	5	Tartu maakond	JS182	6	JO	KS	75
<b>109</b>	5	Tartu maakond	JS160	4	JM	KS	61
<b>110</b>	5	Tartu maakond	JS203	3	AN	LM	50
<b>111</b>	5	Tartu maakond	JS162	7	JM	KS	61
<b>112</b>	5	Tartu maakond	JS142	4	AN	KS	51
<b>114</b>	5	Võru maakond	VK183	1	PH	MA	48
<b>115</b>	5	Võru maakond	VK182	9	PH	MA	54
<b>116</b>	5	Võru maakond	VK179	2	PH	MA	54
<b>117</b>	5	Võru maakond	VK179	2	PH	MA	55
<b>119</b>	5	Võru maakond	VK183	3	JM	MA	50
<b>120</b>	5	Võru maakond	OR163	30	MS	MA	90
<b>121</b>	5	Võru maakond	OR180	5	MS	MA	90



<b>122</b>	5	Võru maakond	OR168	5	MS	MA	77
<b>123</b>	5	Võru maakond	OR117	5	JP	KU	55
<b>124</b>	5	Võru maakond	OR136	10	TR	KS	40
<b>125</b>	5	Võru maakond	OR136	3	JM	KS	35
<b>127</b>	5	Põlva maakond	PW175	4	JK	KU	97
<b>128</b>	5	Põlva maakond	PW173	14	JK	KU	55
<b>129</b>	5	Põlva maakond	PW177	3	JM	KU	55
<b>130</b>	5	Põlva maakond	PW183	22	JM	KU	80
<b>131</b>	5	Põlva maakond	PW177	2	JK	KU	50
<b>133</b>	5	Põlva maakond	PW173	24	JK	KU	71
<b>134</b>	5	Põlva maakond	PW178	2	JM	MA	83
<b>135</b>	5	Tartu maakond	LV089	2	JK	KU	60
<b>137</b>	5	Tartu maakond	LV089	5	ND	KS	55
<b>139</b>	5	Tartu maakond	LV089	15	ND	KU	66
<b>141</b>	5	Tartu maakond	VA054	12	JP	MA	74
<b>142</b>	5	Tartu maakond	VA053	18	JK	KS	70
<b>143</b>	5	Tartu maakond	VA055	17	JM	KS	67
<b>144</b>	5	Tartu maakond	VA072	1	SL	KS	40
<b>145</b>	5	Tartu maakond	VA072	2	JK	KS	44
<b>146</b>	5	Tartu maakond	VA071	14	JP	MA	65
<b>147</b>	5	Tartu maakond	53	3	SL	KS	70
<b>149</b>	5	Tartu maakond	VA046	1	JK	MA	91
<b>150</b>	5	Tartu maakond	0	0	MS	MA	75
<b>151</b>	5	Tartu maakond	KS036	8	ND	KU	48
<b>154</b>	5	Tartu maakond	KS040	5	JK	KU	75
<b>155</b>	5	Tartu maakond	KS039	14	ND	KU	48
<b>156</b>	5	Tartu maakond	PE037	5	JK	MA	85

<b>157</b>	5	Tartu maakond	PE039	8	JK	MA	71
<b>158</b>	5	Tartu maakond	PE040	10	JK	KS	50
<b>159</b>	5	Tartu maakond	PE039	3	JK	KU	72
<b>161</b>	5	Ida-Viru maakond	II051	10	SS	MA	83
<b>162</b>	5	Ida-Viru maakond	II062	10	AN	KU	46
<b>163</b>	5	Ida-Viru maakond	II061	4	JM	KS	85
<b>164</b>	5	Ida-Viru maakond	II049	4	MS	MA	52
<b>165</b>	5	Ida-Viru maakond	AT007	19	LD	KS	49
<b>167</b>	5	Ida-Viru maakond	AT007	4	KM	MA	73
<b>168</b>	5	Ida-Viru maakond	AT313	8	PH	MA	80
<b>170</b>	5	Ida-Viru maakond	AT315	2	JO	MA	120
<b>171</b>	5	Ida-Viru maakond	AT312	11	PH	MA	64
<b>172</b>	5	Ida-Viru maakond	AT317	6	PH	MA	76
<b>173</b>	5	Ida-Viru maakond	310	14	MO	MA	80
<b>174</b>	5	Ida-Viru maakond	RE209	16	MS	MA	70
<b>175</b>	5	Ida-Viru maakond	210	21	MS	KU	115
<b>176</b>	5	Ida-Viru maakond	RE210	24	MS	KU	100
<b>179</b>	5	Ida-Viru maakond	116	12	KM	KS	53
<b>180</b>	5	Ida-Viru maakond	KN076	21	ND	KU	42
<b>181</b>	5	Ida-Viru maakond	KN075	14	JM	KU	59
<b>182</b>	5	Ida-Viru maakond	KN075	16	JK	KU	60
<b>183</b>	5	Ida-Viru maakond	PK079	13	MS	MA	76
<b>184</b>	5	Ida-Viru maakond	PK078	17	MS	MA	69
<b>185</b>	5	Ida-Viru maakond	PK070	32	MO	MA	65
<b>186</b>	5	Ida-Viru maakond	VF149	2	AN	KS	75
<b>187</b>	5	Ida-Viru maakond	130	8	AN	KS	70
<b>190</b>	5	Ida-Viru maakond	272	3	AN	KS	70
<b>192</b>	5	Ida-Viru maakond	SO200	5	MO	KU	85

<b>196</b>	5	Ida-Viru maakond	00065	3	MS	KS	50
<b>198</b>	5	Viljandi maakond	136	10	ND	KU	52
<b>199</b>	5	Viljandi maakond	137	2	KR	KU	50
<b>200</b>	5	Viljandi maakond	OI137	4	JO	KU	46
<b>201</b>	5	Viljandi maakond	OI350	6	JM	KU	52
<b>202</b>	5	Viljandi maakond	OI353	2	MS	KU	58
<b>203</b>	5	Viljandi maakond	AI439	4	JO	KU	87
<b>205</b>	5	Viljandi maakond	AI439	17	JO	KU	78
<b>206</b>	5	Viljandi maakond	AI087	8	AN	KU	50
<b>208</b>	5	Viljandi maakond	AI087	8	AN	KS	54
<b>209</b>	5	Viljandi maakond	AI342	4	SS	MA	72
<b>210</b>	5	Viljandi maakond	AI341	3	SS	MA	80
<b>211</b>	5	Viljandi maakond	AI347	1	SS	MA	53
<b>214</b>	5	Tartu maakond	TT244	14	ND	KU	58
<b>216</b>	5	Tartu maakond	TT235	10	ND	KU	70
<b>217</b>	5	Tartu maakond	235	3	ND	KU	65
<b>218</b>	5	Viljandi maakond	AI016	17	ND	KS	73
<b>219</b>	5	Viljandi maakond	AI015	15	JM	KS	60
<b>220</b>	5	Viljandi maakond	AI022	4	AN	KU	52
<b>221</b>	5	Viljandi maakond	AI021	3	ND	KU	54
<b>242</b>	5	Rapla maakond	KE057	27	SL	MA	56
<b>243</b>	5	Järva maakond	TY018	9	AN	KU	75
<b>244</b>	5	Järva maakond	TY029	5	MS	KU	62
<b>245</b>	5	Harju maakond	SK261	2	AN	KU	82
<b>246</b>	4	Rapla maakond	76	6	SL	KU	71
<b>247</b>	5	Harju maakond	SK261	1	SL	KU	75
<b>248</b>	5	Rapla maakond	KE057	29	JK	KU	74

<b>249</b>	5	Rapla maakond	WR269	9	LL	KU	90
<b>250</b>	5	Rapla maakond	WR28	26	KL	MA	85
<b>251</b>	5	Rapla maakond	QM072	8	PH	MA	73
<b>252</b>	5	Lääne maakond	QM064	15	MS	MA	65
<b>255</b>	5	Harju maakond	KL038	10	PH	MA	50
<b>256</b>	5	Harju maakond	KL034	28	MS	MA	83
<b>257</b>	5	Lääne maakond	PI125	26	MS	KU	56
<b>259</b>	4	Lääne maakond	VP075	3	MS	KS	45
<b>260</b>	4	Lääne maakond	VP072	13	TA	KU	40
<b>261</b>	5	Harju maakond	VP240	11	MS	KU	57
<b>262</b>	2	Rapla maakond	MM127	9	KL	KU	32
<b>263</b>	2	Rapla maakond	MM127	9	KL	MA	32
<b>264</b>	2	Harju maakond	WR064	1	KL	KU	36
<b>265</b>	2	Harju maakond	WR064	1	KL	MA	42
<b>266</b>	2	Harju maakond	WR064	1	KL	KU	36
<b>267</b>	2	Rapla maakond	MM170	12	KL	MA	45
<b>268</b>	2	Harju maakond	WR052	1	KL	MA	51
<b>269</b>	2	Harju maakond	WR052	1	KL	MA	51
<b>270</b>	2	Harju maakond	WR052	1	KL	MA	51
<b>271</b>	2	Rapla maakond	MM422	15	KL	MA	64
<b>272</b>	2	Rapla maakond	MM422	15	KL	MA	64
<b>273</b>	2	Rapla maakond	MM171	10	KL	MA	67
<b>274</b>	2	Rapla maakond	MM171	10	KL	MA	67
<b>275</b>	2	Rapla maakond	MM404	14	KL	KU	70
<b>276</b>	2	Rapla maakond	MM404	14	KL	KU	70
<b>277</b>	1	Jõgeva maakond	HL125	1	LD	KS	6
<b>278</b>	1	Jõgeva maakond	HL125	1	LD	KS	6
<b>279</b>	1	Jõgeva maakond	HL125	1	LD	KS	6

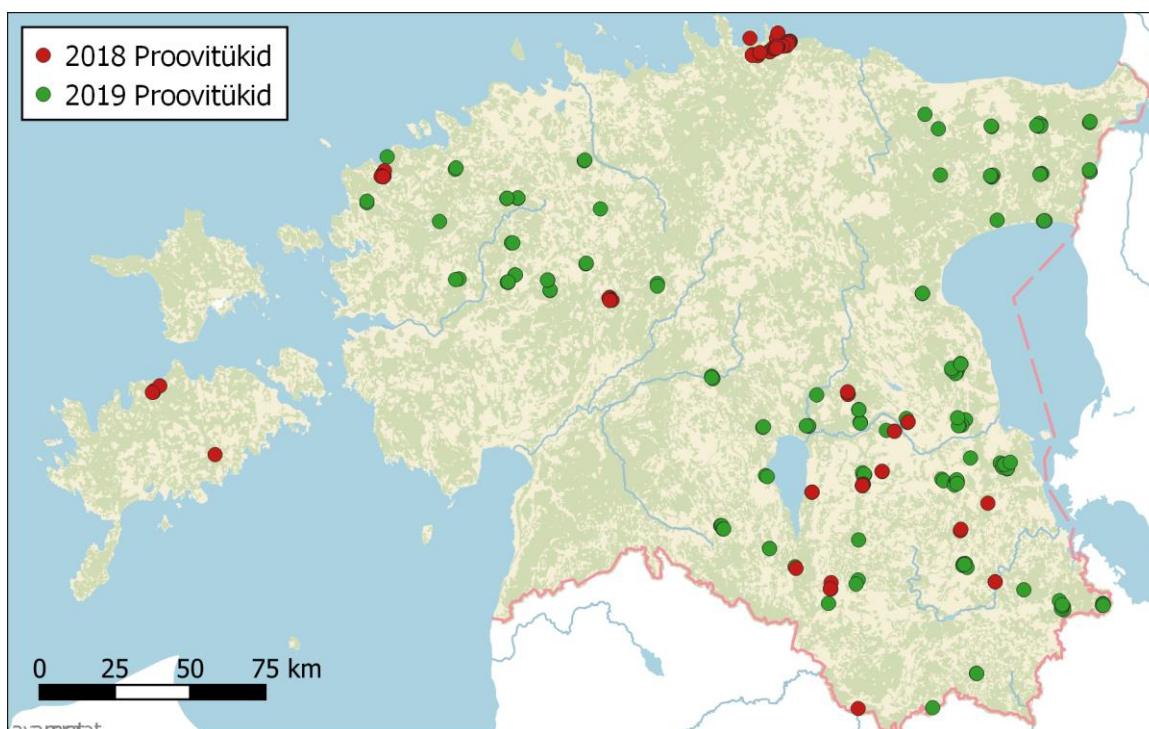
<b>924</b>	4	Tartu maakond	89	2	JK	KU	54
<b>925</b>	4	Tartu maakond	90	20	JP	MA	54
<b>926</b>	4	Tartu maakond	87	5	KR	MA	56
<b>928</b>	4	Tartu maakond	QT114	10	KM	MA	52
<b>929</b>	4	Tartu maakond	113	4	JM	MA	58
<b>930</b>	4	Tartu maakond	112	8	MS	MA	57
<b>931</b>	4	Tartu maakond	QT107	16	PH	MA	55
<b>932</b>	4	Tartu maakond	QT105	8	JK	MA	58
<b>933</b>	4	Tartu maakond	QT105	9	JP	MA	58
<b>934</b>	4	Tartu maakond	QT115	1	KM	MA	56
<b>1600</b>	2	Tartu maakond	CK156	7	ND	HB	106
<b>1601</b>	2	Tartu maakond	KS023	19	JK	KU	118
<b>1602</b>	2	Tartu maakond	TT056	5	ND	KU	119
<b>1603</b>	2	Valga maakond	PA140	9	ND	HB	136
<b>1604</b>	2	Tartu maakond	AK028	1	ND	HB	115
<b>1605</b>	2	Valga maakond	OP047	17	JK	KU	147
<b>1606</b>	2	Põlva maakond	IM131	5	JK	MA	122
<b>1607</b>	2	Jõgeva maakond	QR351	2	AN	KU	121
<b>1608</b>	2	Valga maakond		16	JK	KU	111
<b>1609</b>	3	Valga maakond	OP171	17	JK	HB	91
<b>1610</b>	2	Võru maakond	RS189	12	JK	KU	148
<b>1611</b>	2	Võru maakond		2	JK	KU	102
<b>1612</b>	2	Valga maakond	AA182	7	JK	MA	129
<b>1613</b>	2	Valga maakond	VL506	9	AN	KU	133
<b>1814</b>	1	Tartu maakond	CK156	5	ND	KU	116
<b>1815</b>	1	Tartu maakond	CK156	7	ND	HB	106
<b>1816</b>	1	Valga maakond	PA140	9	ND	SA	133

1817	1	Tartu maakond	AK025	5	JK	KS	116
1818	1	Tartu maakond	AK028	1	JK	HB	111
1819	1	Võru maakond	-	2	JK	KU	107
1820	1	Võru maakond	-	3	JK	MA	107

## 4. PUISTU KASVUKÄIGU PÜSIPROOVITÜKKIDE ANDMESTIKU KIRJELDUS

### 4.1. PÜSIPROOVITÜKKIDE KORDUSMÕÖTMINE

Käesolevaks hetkeks on metsakorralduse ja metsatööstuse õppetooli töörühma poolt kasvukäigu püsiproovitükke rajatud üle kogu Eesti. Kokku on rajatud 762 kasvukäigu püsiproovitükki, lisaks 309 laiendatud huviga püsiproovitükki, millest KIK projekti raames rajati ning korduvalt mõõdeti 244 proovitükki (Joonis 4.1.1.). Proovitükkide asukoha kaardid on esitatud Lisas 5.



**Joonis 4.1.1.** 2018.a. ja 2019.a. mõõdetud kasvukäigu püsiproovitükkide võrgustiku püsiproovitükid. Ühel katsealal on tavaliselt 3...6 püsiproovitükki.

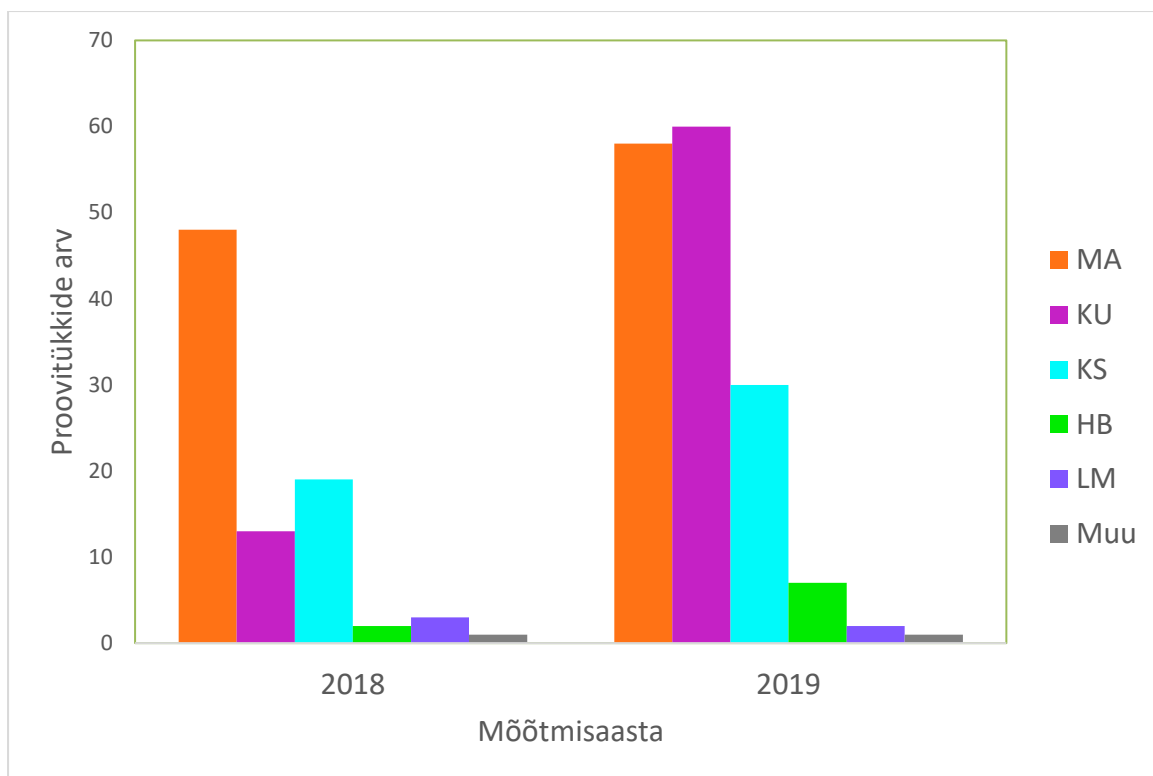
106 püsiproovitükil oli peapuuliigiks harilik mänd (*Pinus sylvestris* L.), 73-l harilik kuusk (*Picea abies* L.), 49-l kask (*Betula sp.*), 9-l haab (*Populus tremula* L.) ja viiel sanglepp (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) (Joonis 4.1.2). Puude jaotumine puuliikide ja rinnete järgi on toodud tabelites 4.1.1. ja 4.1.2.

**Tabel 4.1.1.** Puistu kasvukäigu püsiproovitükkidel 2018. a. ja 2019.a. mõõdetud puude jaotus puuliikide kaupa

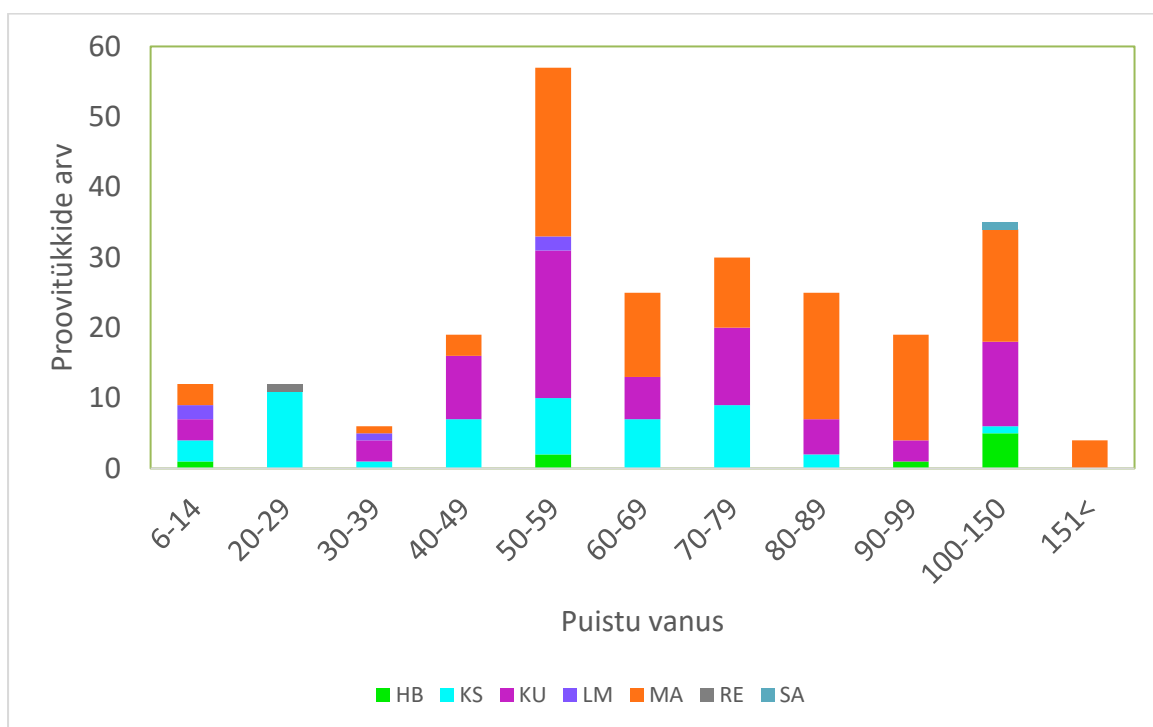
Puuliik	2018	2019	KOKKU
Haab	589	766	1355
Hall lepp	156	568	724
Kask	4777	5827	10604
Kuusk	2552	12796	15348
Mänd	9731	6939	16670
Pärn	15	262	277
Remmelgas	370	180	550
Saar	98	220	318
Sanglepp	271	623	894
Muud	241	3388	3629

**Tabel 4.1.2.** Puistu kasvukäigu püsiproovitükkidel 2018. a. ja 2019.a. mõõdetud puude jaotus rinnete kaupa

Rinne	2018	2019	Kokku
I rinne	10552	13757	24309
II rinne	1390	5799	7189
Alusmets	23	1796	1819
Järelkasv	167	1393	1560
Kännud	2385	3408	5793
Mahalangenud puud	2038	1898	3936
Seisvad surnud puud	1498	1688	3186
Tüükad	648	1098	1746



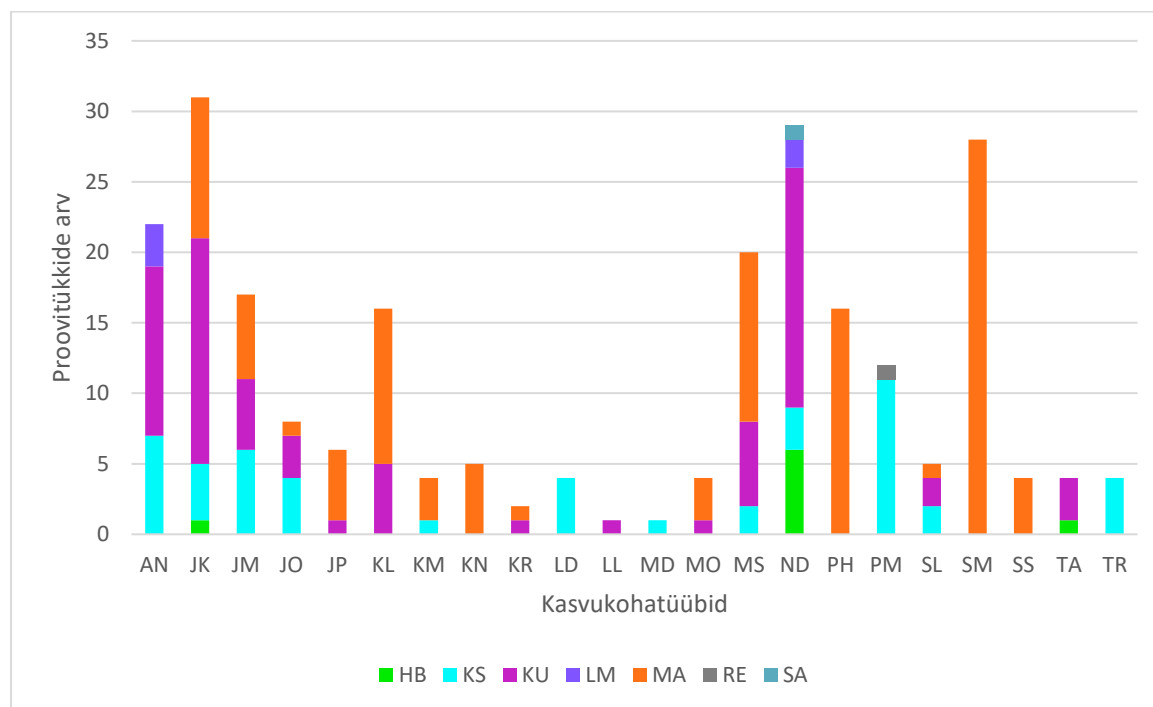
**Joonis 4.1.2.** Proovitükkide jaotus peapuuliigi järgi



**Joonis 4.1.3.** 2018.a. ja 2019. a. mõõdetud puistu kasvukäigu püsiproovitükkide jaotus enamuspuuliikide ja vanuserühmade järgi



Joonisel 4.1.3 on esitatud püsiproovitükkide jaotus enamuspuliikide ja vanuserühmade järgi. Jooniselt on näha, et valitud puistute vanus algab kuuendast eluaastast ehk lageraiejärgsete proovitükkide taasrajamisest, proovitükke esineb ka üle 100-aasta vanustes puistutes, kuna osad proovitükid asuvad Natura 9020 elupaigatüübis „Rohunditerikkad kuusikud“.



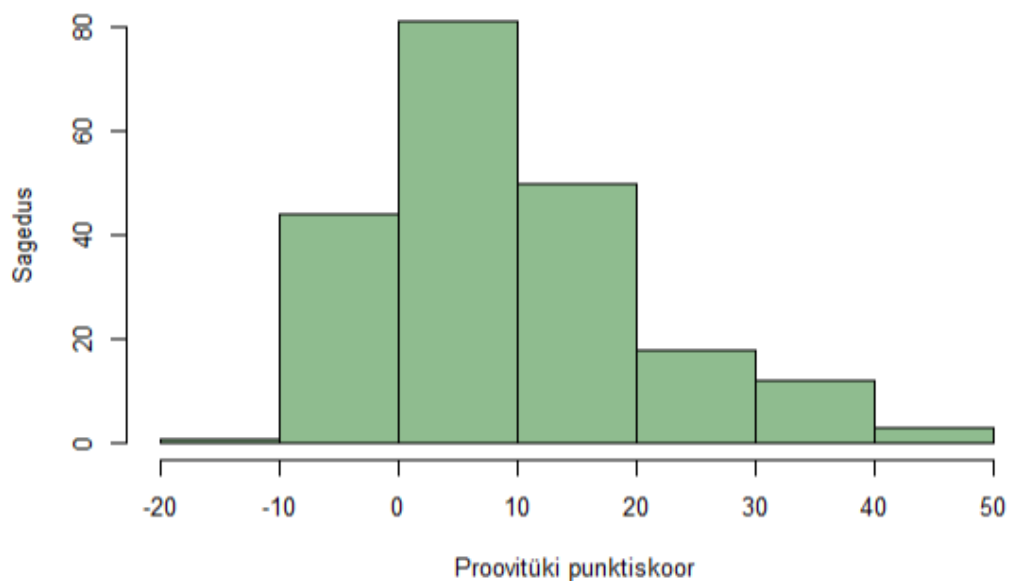
**Joonis 4.1.4.** 2018. a. ja 2019.a. mõõdetud puistu kasvukäigu püsiproovitükkide jaotus enamuspuliikide ja kasvukohatüüpide järgi

Joonisel 4.1.4 on esitatud 2018. a. ja 2019.a. mõõdetud puistu kasvukäigu püsiproovitükkide jaotus kasvukohatüüpide järgi.

## 4.2. PROOVITÜKKIDE LOODUSLIKKUSE TASE

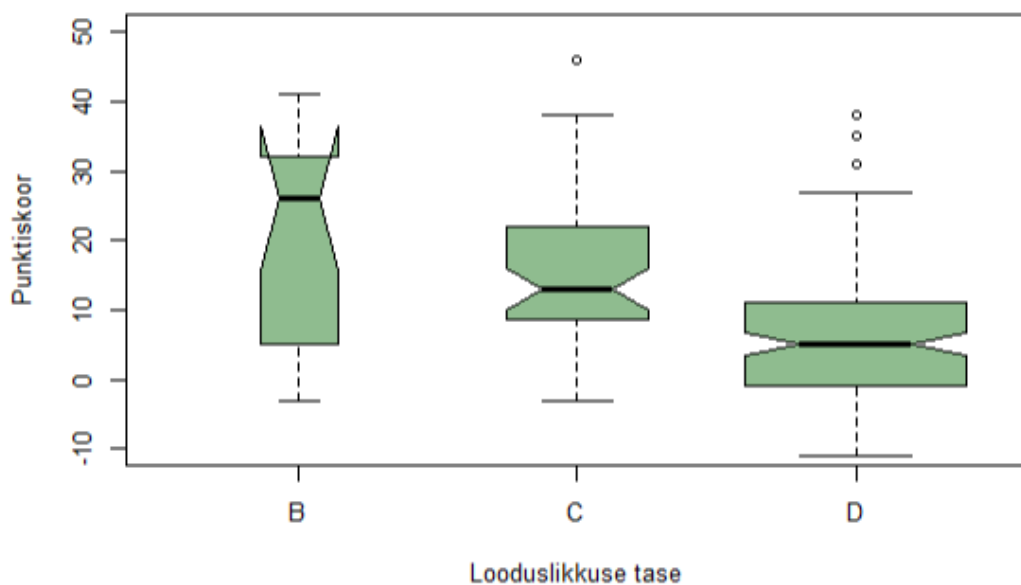
Kõikidel kordusmõõdetud proovitükkidel viidi läbi looduslikkuse hinnang vastavalt alapeatükis 1.7 toodud juhendile (blankett lisas nr 2).

Proovitükkide keskmine punktisoor (joonis 4.2.1) oli 9,7, standardhälve 0,79. Kõige suurem punktiskoor oli 46 (jänesekapsa kasvukohatüübi puistus, mis määrati taastuvaks metsaks ning potentsiaalseks vääriselupaigaks) ja kõige madalam -11 (samblasoo proovitükil, mis asus majandusmetsas).



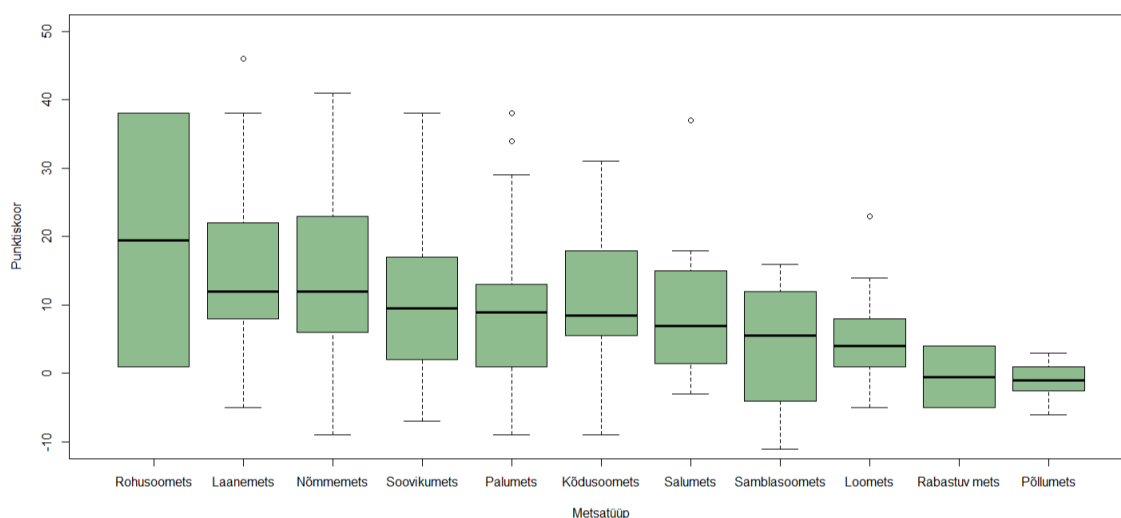
**Joonis 4.2.1.** Loodusväärtuste hindamise punktiskoor

Looduslikkuse taseme järgi näitab punktiskoori jaotumist joonis 4.2.2. Loodusliku metsa keskmine punktiskoor oli 17,9, taastuvas metsas 16,5 ja majandusmetsas 6 punkti. Vääriselupaiga ja loodusliku metsa keskmine punktiskoor tuli 33,5 punkti, samas kui vääriselupaiga ja taastuva metsa punktiskooriks tuli 13,5 punkti. Potentsiaalse vääriselupaiga keskmine punktiskoor tuli 21,6, sealjuures ei erinenud need ei loodusliku metsa, taastuva metsa ega majandusmetsa vahel. Puistu, mis ei ole vääriselupaik keskmine punktiskoor tuli 6,5 punkti.



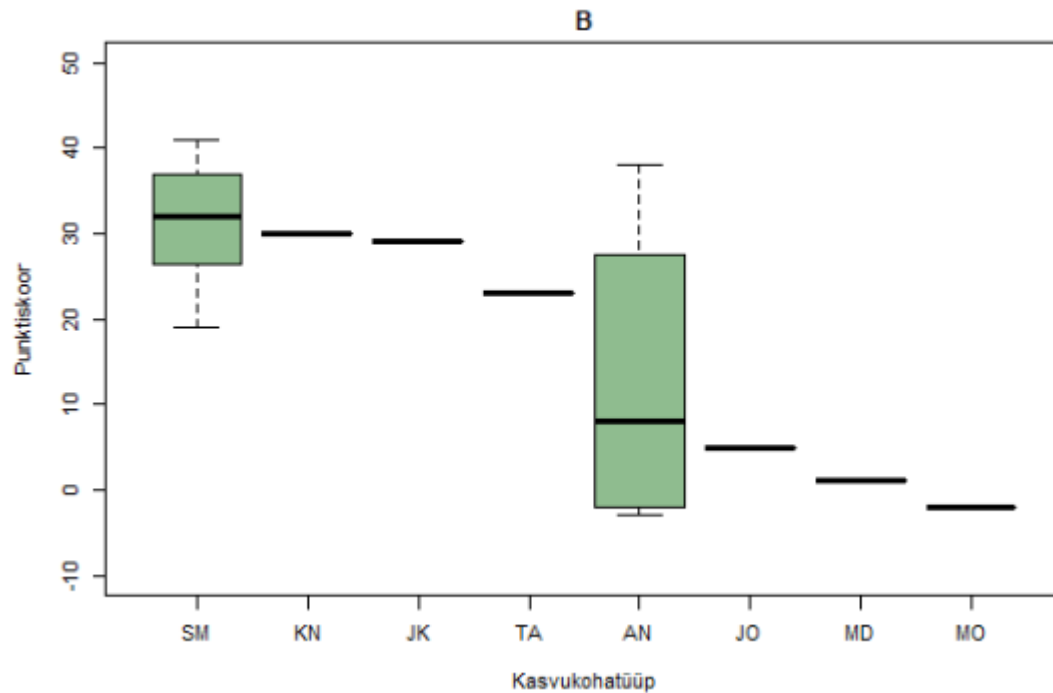
**Joonis 4.2.2.** Punktiskoori jagunemine looduslikkuse taseme järgi – B-looduslik mets, C-taastuv mets, D-majandatav mets

Punktiskoori jaotumine metsatüübiti on esitatud joonisel 4.2.3. Kõige suurema keskmise skooriga tulid rohusoometsad – lodu kasvukohatüübi ühel proovitükil oli hinnanguline punktiskoor 38. Kõige suurem punktiskoor ühel proovitükil oli jänese kapsa kasvukohatüübis. Sinilille kasvukohatüübis tuli keskmiseks skooriks 19 (kokku oli 5 proovitükki). Sambliku, jänese kapsa ja mustika-kõdusoo kasvukohatüübi keskmine skoor oli 14-15 punkti. Kõige madalam keskmine punktiskoor oli põllukaasikutes (endistele põllumaadele kasvanud kaasikud).

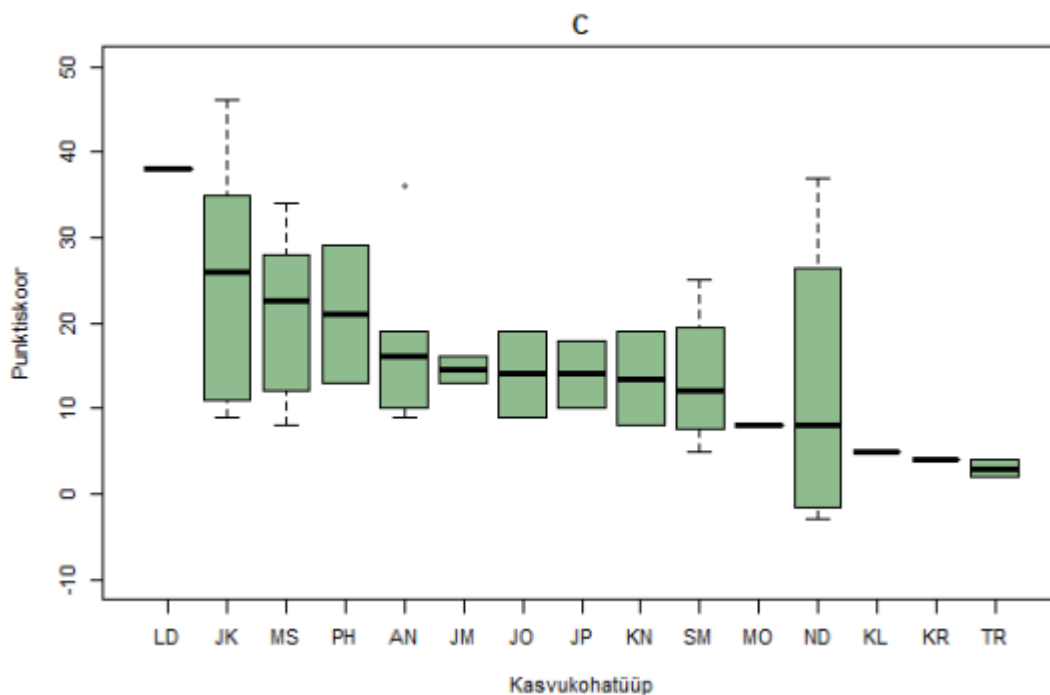


**Joonis 4.2.3.** Punktiskoori jagunemine metsatüübiti.

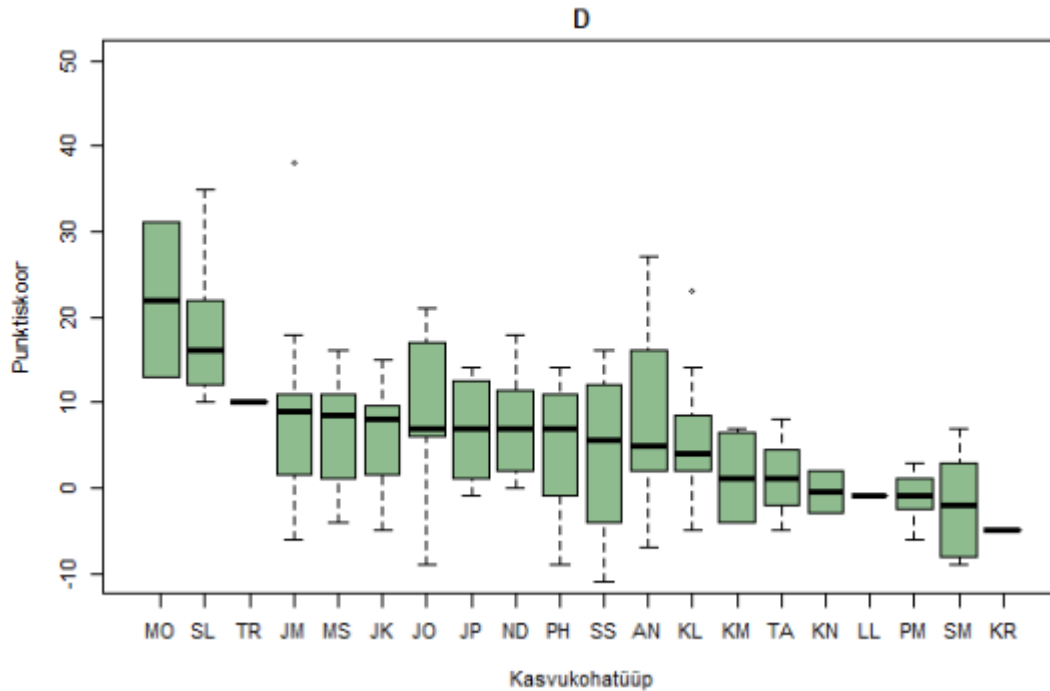
Proovitükide jaotus loodusliku taseme ja kasvukohatüüpide järgi on esitatud joonistel 4.2.4-4.2.6. Kust selgub, et looduslikes metsades on kõige kõrgem keskmine punktiskoor sambliku kasvukohatüübis (31,3 punkti). Taastuvates metsades lisaks ühele lodu proovitükile on keskmine jänesekapsa kasvukohatüübi punktiskoor 26,6 ja mustika kasvukohatüübis 21,2 punkti.



Joonis 4.2.4. Loodusliku metsa (hinnang B) punktiskoor erinevates kasvukohatüüpides



Joonis 4.2.5. Taastuva metsa (hinnang C) punktiskoor erinevates kasvukohatüüpides



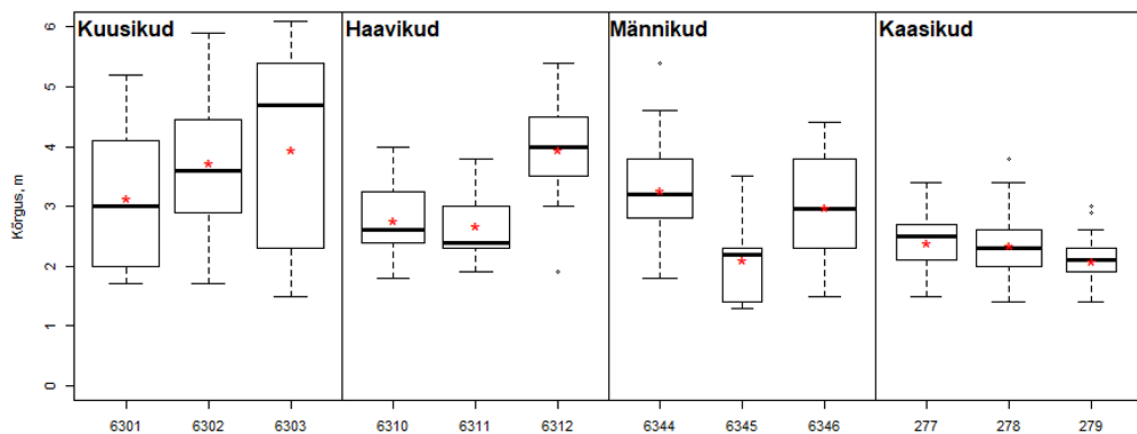
**Joonis 4.2.6.** Majandatava metsa (hinnang D) punktiskoor erinevates kasvukohatüüpides

### 4.3. LAGERAIEJÄRGSETE PROOVITÜKKIDE TAASRAJAMINE

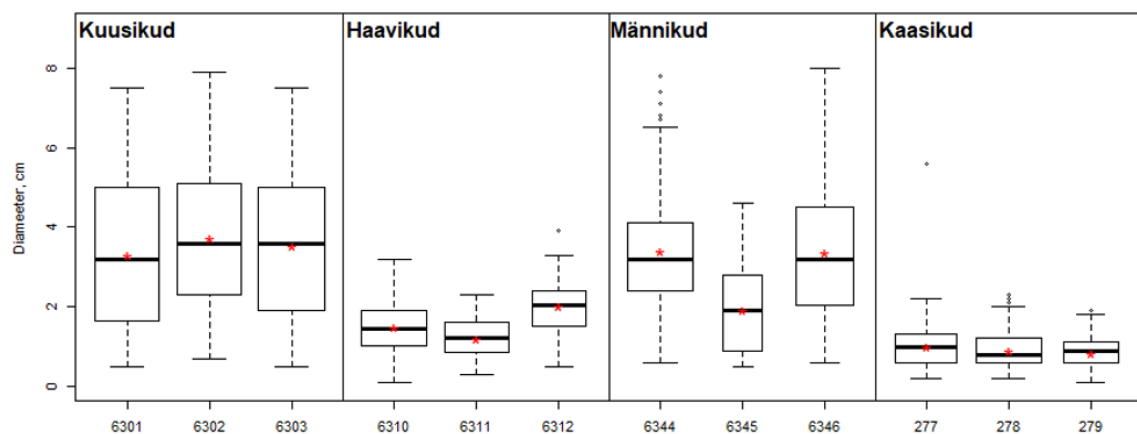
Selleks, et püsiproovitükkidel kogutud puude mõõtmisandmed hõlmaksid puistute kogu eluiga, töötati välja uus proovitükkide rajamise meetodika (lisa 6), mis sobib noore puistute kirjeldamiseks ja mille abil kogutud mõõtmisandmed on liidetavad seni kasutatud andmebaasi. Välja töötatud uue püsiproovitükkide rajamise meetodika alusel rajati 2018. aasta suvel ja 2019. aasta kevadel kokku 12 proovitükki. Üheksa proovitükki rajati lageraie läbinud vanadele püsiproovitükkide aladele, kus oli nüüd kasvamas kuuse, männi ja haava noorendikud (iga puuliigi kohta rajati kolm proovitükki eraldisele). Lisaks rajati kolm proovitükki noorde kaasikusse, mis vastas proovitüki rajamise kriteeriumitele. Proovitüki rajati kolmes korduses, et oleks võimalik võrrelda eraldisesisest puude paikemise ja kasvu varieeruvust. Männiku, haaviku ja kaasiku proovialad rajati looduslikult uuenenud aladele. Proovitükkidel kasvavad puud mõõdeti vastavalt uuele meetodikale. Erinevalt tavapärasest metsa kasvukäigu püsiproovitükkide meetodikast, kus mõõdetakse puud, mille rinnasläbimõõt on vähemalt neli sentimeetrit on noorendike mõõtmismetoodika eesmärgiks mõõta kõik puud, mille kõrgus on vähemalt 1,3 meetrit. Välja jäeti tihedad kännu- ja/või juurevõsu hulgad, kuna need eeldatavasti raiutakse valgustusraie käigus enne järgmist proovitüki mõõtmiskorda. Lisaks kaardistati proovialadel olnud lamapuud, mõõdeti lamavate tüvede pikkused ja mõlema otsa diameetrid ja hinnati tüvede laguaste viie astme skaalal.

Joonistel 4.3.1 ja 4.3.2 on esitatud ülevaade puude kõrguse ja rinnasdiameetri andmetest. Proovitükkide omavaheline võrdlus iga eraldise sees näitas, et nii kuuskede, mändide kui kaskede proovitükkidel kasvanud puude keskmised kõrgused polnud statistiliselt erinevad. Samas olid männi proovitükkidel puude kõrguste dispersioonid erinevad. Haava proovitükkidel olid nii puude keskmised kõrgused, kui ka keskmised rinnasdiameetrid statistiliselt oluliselt erinevad. Samuti olid keskmised diameetrid erinevad mändide ja kaskede proovitükkide eraldisesisel võrdlusel. Kuuskede keskmised diameetrid proovitükkidel statistiliselt ei erinevad.

Puude keskmiste kõrguse ja diameetrite erinevus eraldisel kolme proovitüki lõikes kinnitab vajadust rajada ühele eraldisele mitu proovitükki, et oleks tagatud eraldisesisese varieeruvuse kirjeldamine andmestikus.



**Joonis 4.3.1.** Proovitükkidel mõõdetud puude kõrgusandmed



**Joonis 4.3.2.** Proovitükkidel mõõdetud puude diameetriandmed

Lisas 4 on toodud proovitükkidel mõõdetud puude paiknemise skeemid. Puude paiknemine ja arvukus oli kõigis eraldistes proovitükkide lõikes varieeruv, mis võib olla tingitud erinevatest põhjustest, nt ebapiisav maapinna ettevalmistus, ebaühtlane seemnete levik. Pikemalt on lageraiejärgsete proovitükkide rajamisest kirjutatud Mariliis Pahva bakalaureusetöös (lisa 7).

---

#### 4.4. KAUGSEIRE PILOOTALADEL

---

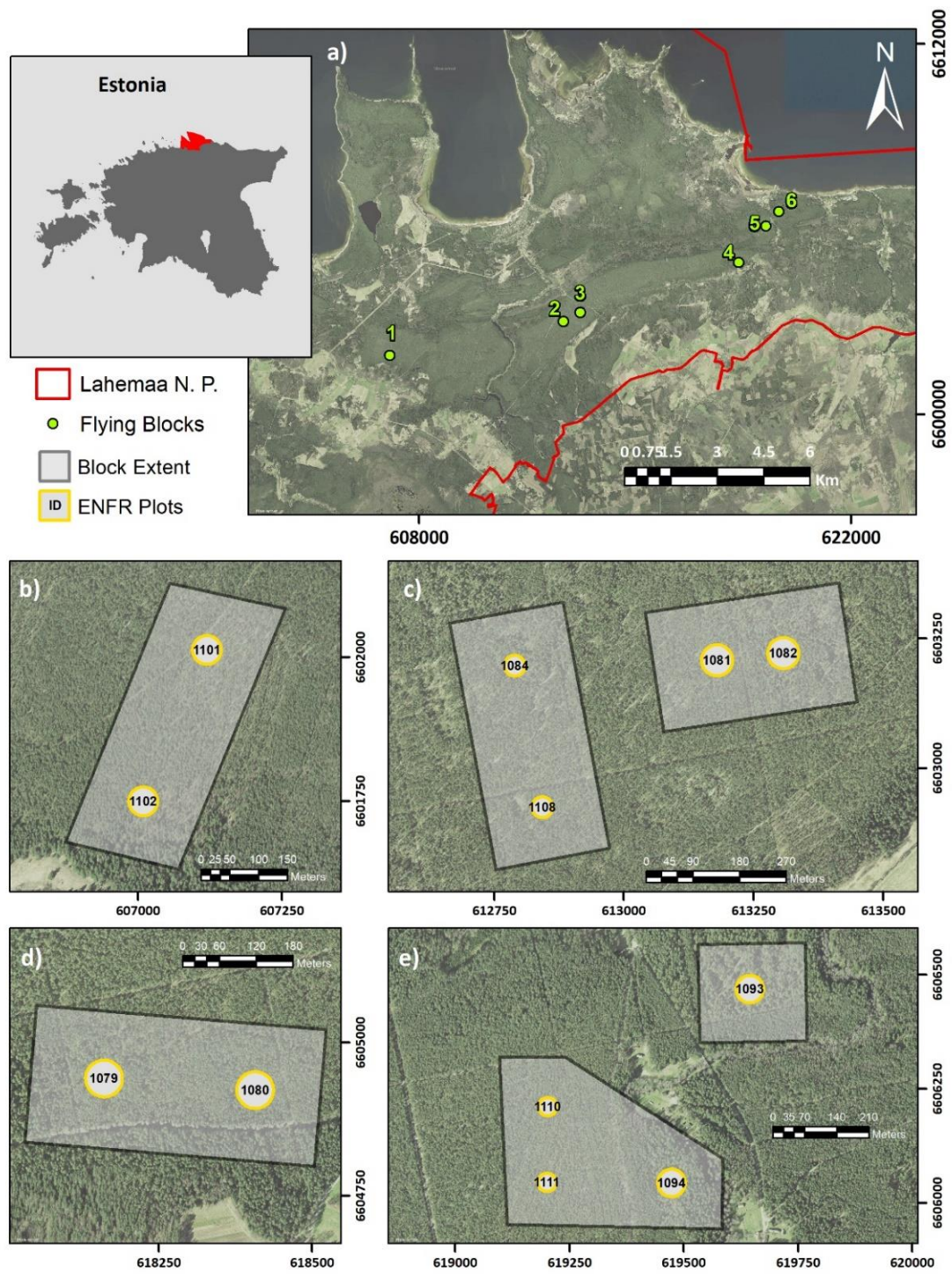
---

##### 4.4.1. PILOOTALA LAHEMAA RAHVUSPARGIS

---

Lahemaa rahvusparkis olevate KKPRT proovitükkide kohal tehti 2019.a. droonilt eBee Plus pildistamisi. Kogu lennatud ala oli 59 hektarit ja proovitükke oli kokku 12 (joonis 4.4.1). Ülesvõtted teostati Parrot Sequoia multispektraalse sensoriga, täpsemad sensori parameetrid on toodud (lisa 8). Lendude eesmärgiks oli erinevate lennuparameetrite (lennukõrgus, piltide ülekatted) testimine ja võrdlemine erinevateks metsanduslikeks rakendusteks ja metsa struktuuri kirjeldamiseks. Droonifotode andmetöötluks ja hilisemaks punktipilveks konvertimiseks kasutati Pix4d Mapper programmi. Tulemuseks saadud punktipilvede võrdluseks kasutati KKPRT-l tehtud maapealseid mõõtmisi ja lisaks ka Maa-ameti sarnase sisuga aerolidari andmete põhiseid punktipilvesid. Kahe erineva meetodiga genereeritud punktipilvedele arvutatud meetrikuid võrreldi lineaarseostega (joonised 9 ja 10 lisas 8).

Tulemustes selgus, et lennukõrgus on üks põhilisi parameetreid, mis drooniandmete kvaliteeti mõjutab, samuti on väga oluline suur piltide ülekatvus, mis tagab parema piltide omavalguse sidumise ja täpsema positsioneerimise.



Joonis 4.4.1. Lahemaal asuv pilootala



---

#### 4.4.2. PILOOTALA JÄRVSELJAL

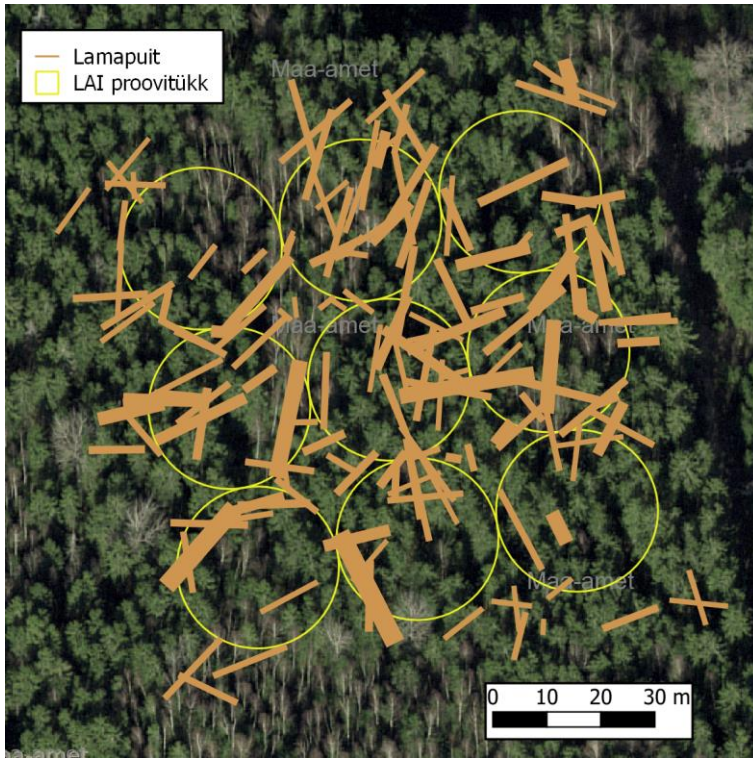
---

##### **Aerolaserskaneerimise andmestik**

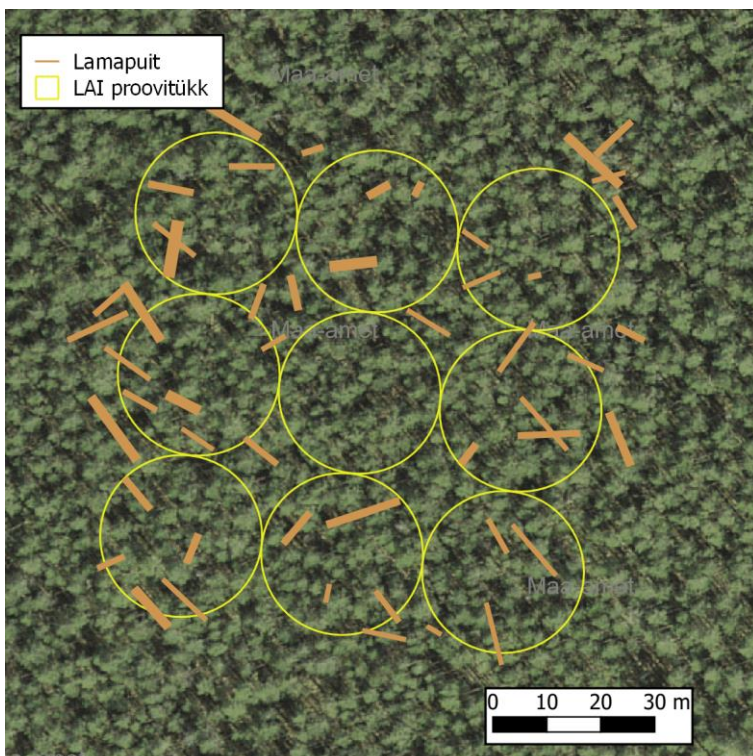
Eestis kogub aerolidari andmeid Maa-amet (Maa-amet, 2018). Regulaarlendudel kogutakse andmeid kahel korral aastas – kevadel, maapinna kõrguse kaardistamiseks ja suvisel ajal metsandusliku ortofoto tegemise ajal. Kevadise mõõtmise ajal on üle-eestilisel kaardistamisel lennukõrgus 2600 m ja punktihedus 2,1 p m<sup>2</sup> ja suvisel metsanduslikul kaardistamisel on lennukõrgus 3100 m ja punktihedus kuni 0,8 p m<sup>2</sup> (Ruumiandmed, 2020). Järvseljal asuvatel pilootaladel teostati eraldi mõõdistamised aastal 2017 (Lang jt., 2017). Lasermõõtmised tegi Eesti Maa-amet 16. juunil 2017 skanneriga Riegl VQ-1560i kõrgusel 300 m. Punktiheduse keskmiselt oli 161,3 p m<sup>2</sup>. Skaneerimisnurk ulatus 30 kraadini ja ühe impulsi valgustatud ala läbimõõt (hetke vaateväli) oli maapinnal veidi üle 7 cm. Pilootalad on 100×100 m suurusel ruududel (pindala 1 ha), millel asuvad puud on kaardistatud (Kuusk jt 2013).

##### **Lamapuidu andmestiku kogumine**

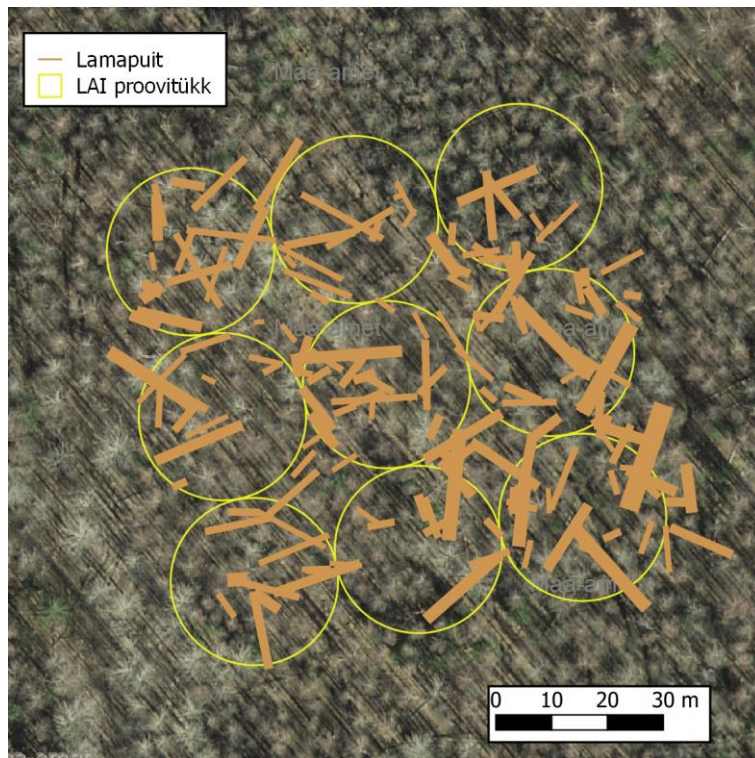
Lamapuidu andmestiku kogumine toimus KKPRT lamapuiduseire metoodika alusel (peatükk 1.8). Kõigil kolmel erineva peapuuliigiga pilootalal (joonised 4.4.2-4.4.4) rajati igasse LAI punkti (kokku oli igal pilootalal 9) ringproovitükk, mille tsentriks oli konkreetne märgistatud LAI keskpunkt. Igas proovitükis mõõdeti ära kõik lamapuud, mille kännu poolne diameeter oli vähemalt 10 cm. Samuti määrati iga lamapuu liik kui see oli võimalik ning määrati ka puidu kõvadus 5-astmelises skaalas.



**Joonis 4.4.2.** Pilootala kuusik ja üheksa rajatud proovitükki koos kaardistatud lamapuiduga. Lamapuit on skaleeritud vastavalt suurema otsa diameetrile.



**Joonis 4.4.3.** Pilootala männik ja üheksa rajatud proovitükki koos kaardistatud lamapuiduga. Lamapuit on skaleeritud vastavalt suurema otsa diameetrile.

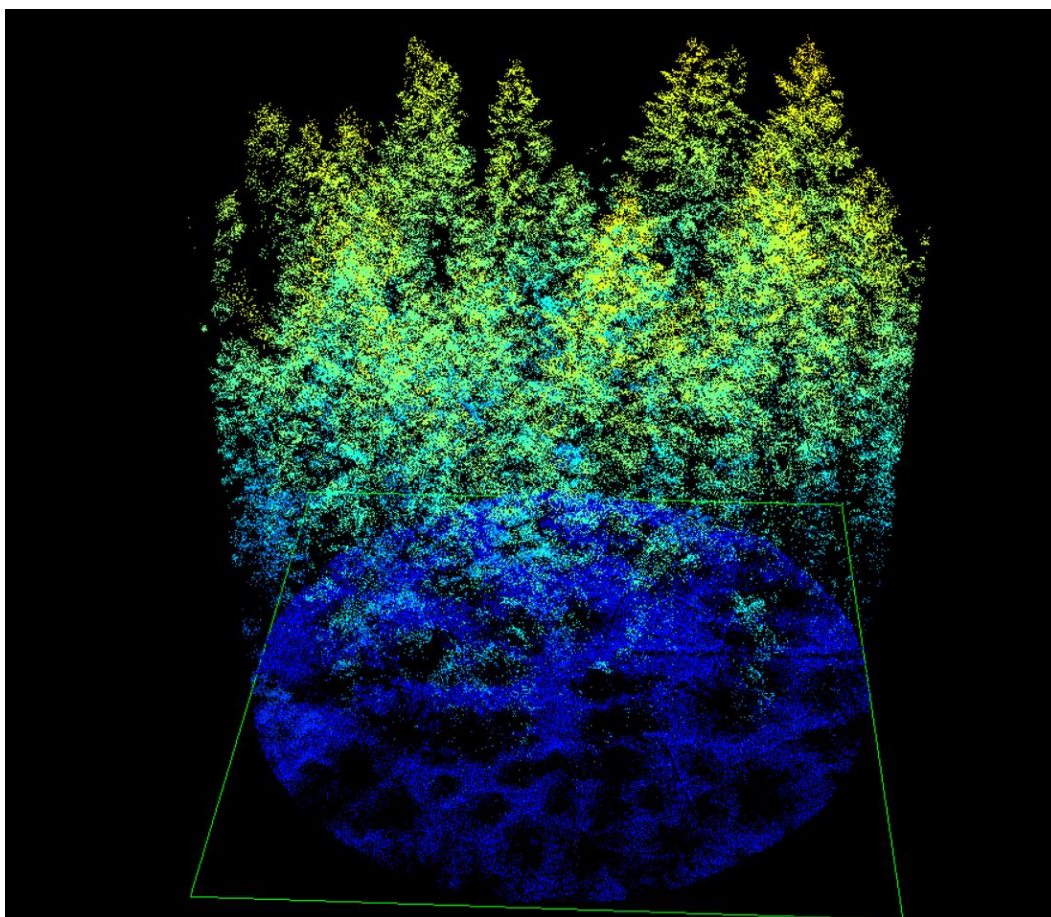


**Joonis 4.4.4.** Pilootala kaasik ja üheksa rajatud proovitükki koos kaardistatud lamapuiduga. Lamapuit on skaleeritud vastavalt suurema otsa diameetrile.

## Tulemused

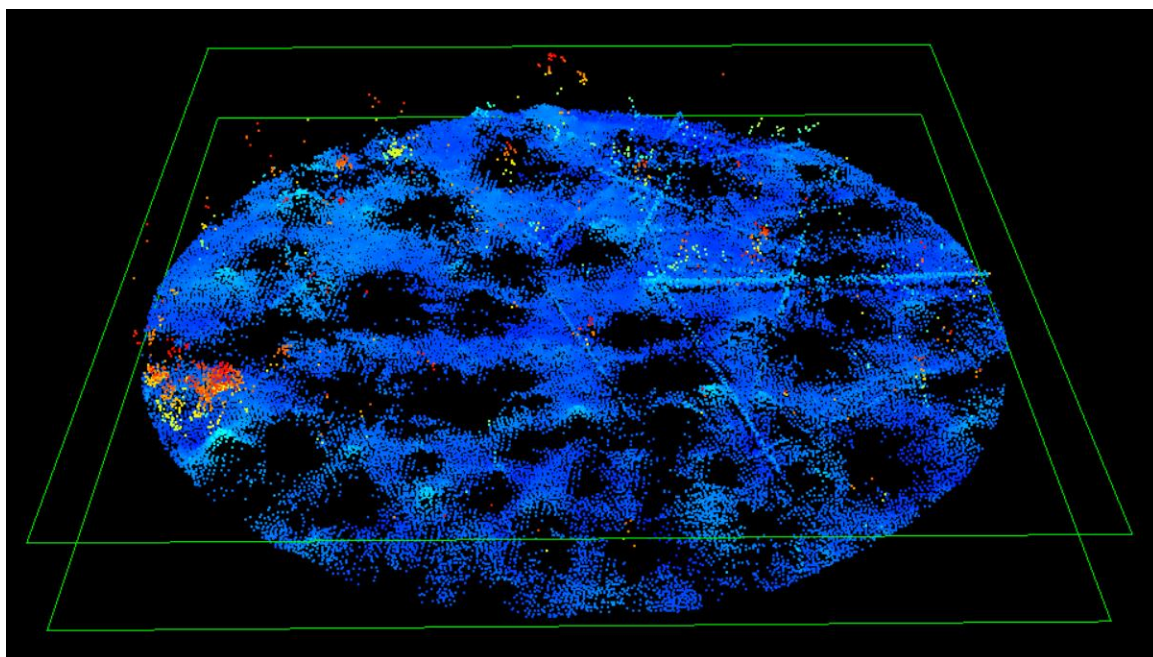
Andmetötluse käigus lõigati vastavalt igalt pilootalalt välja üheksa proovitüki (joonised 4.4.2-4.4.4) lidari punktipilved. Pilootalal tehtud tiheandmestiku punktipilve nädiselt punktis LAI 5 kuusiku katsealal (joonisel 4.4.5), kus punktihedus on üle 150 p m<sup>2</sup>, võime visuaalselt väga selgelt eristada üksikud puid ning nende latvasid. Visuaalselt võime isegi tuvastada, et tegu on kuusikuga ja hinnata erinevaid struktuuri kirjeldavaid parameetreid (rindelisuus, katvus). Vastava informatsiooni automaatseks töötlemiseks oleks võimalik kasutada erinevaid kujutuvastamise algoritme, mille arendamisega hetkel teaduses väga aktiivselt tegeletakse. Struktuuri kirjeldamiseks läbi erinevate punktipilve kirjeldavate meetrikute on samuti erinevaid uuringuid (Arumäe ja Lang, 2013; Lang jt., 2017; Arumäe ja Lang, 2018; Arumäe jt., 2020).





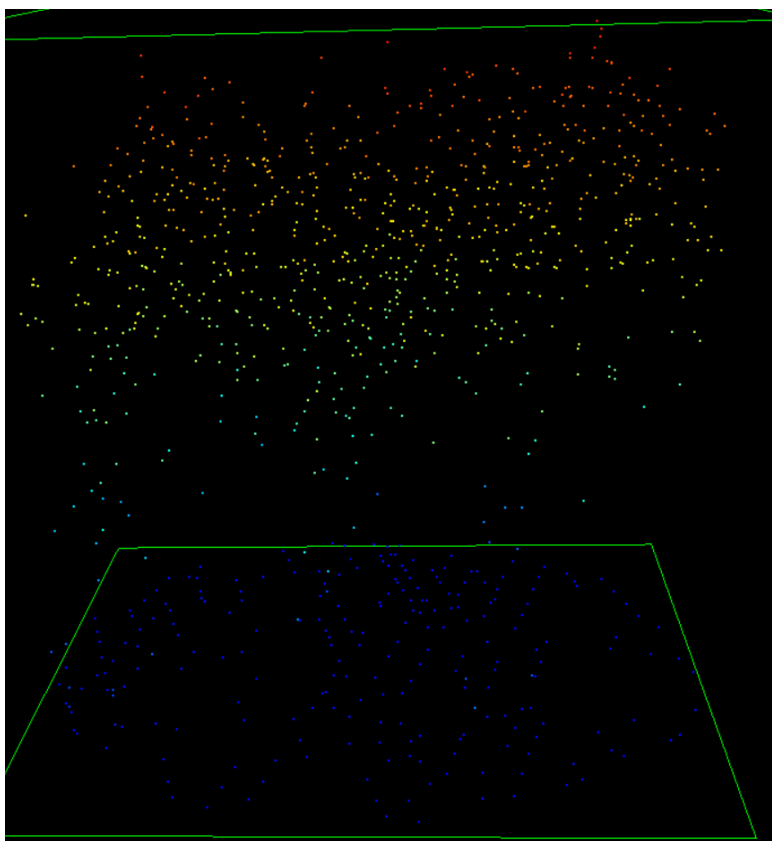
**Joonis 4.4.5.** Punktipilv RAMI kuusiku LAI punkt 5st, tihe lidariandmestik (>150 p/m<sup>2</sup>).

Paremaks lamapuidu tuvastamiseks eemaldati andmetöötamise käigus punktipilvest peegeldused üle kolme meetri ja alles jäeti vaid maapinnast kuni kolme meetri kõrguseni registreeritud peegeldused. Joonisel 4.4.6 on visuaalselt hästi näha proovitükil 5 asunud suured (läbimõõt suurem kui 20 cm) puu tüved maapinna lähedal. Visuaalselt nende tuvastamine on võimalik, kuid automaatselt tuvastamiseks tuleks taaskord kasutada kujutuvastamise algoritme.

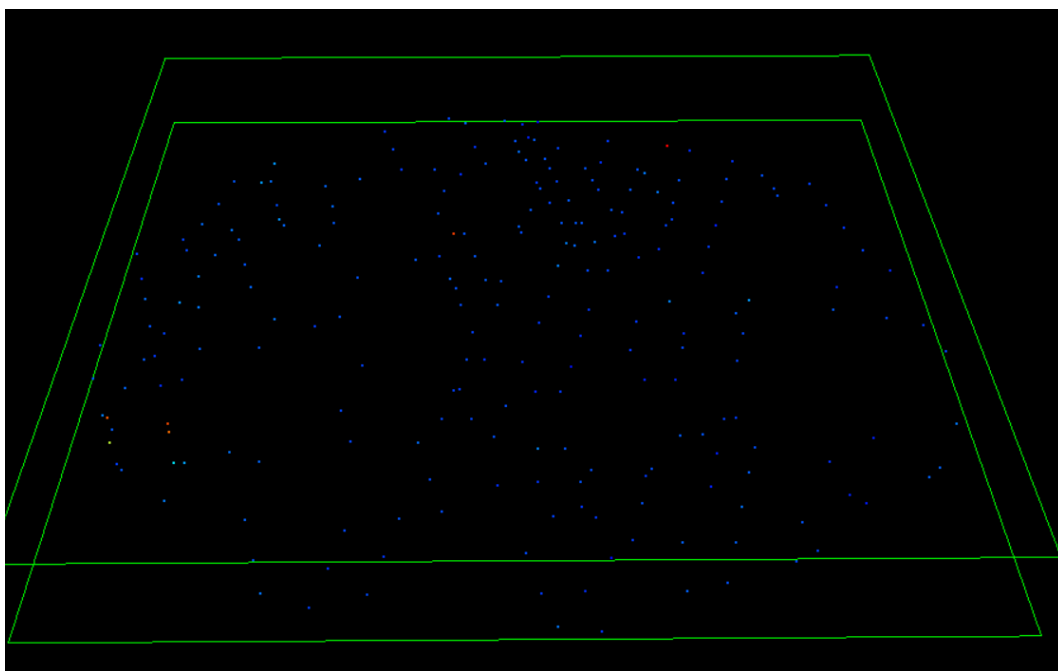


**Joonis 4.4.6.** Kuusik LAI punkt 5, tiheda lidariandmestiku pilt ( $>150$  p/m<sup>2</sup>), peegeldused filtreeritud kuni 3m maapinnast.

Sama proovitüki LAI-5 kohta tehtud punktipilve väljavõtted Maa-ameti üle-eestilistelt suviselt regulaarlendudelt (joonised 4.4.7 ja 4.4.8) ei ole sama informatiivsed maapinnal asuvate objektide kirjeldamiseks proovitüki tasemel. Visuaalselt on väga raske tuvastada üksikuid puid või nende liiki ja maapinna lähedalt kolme meetri kõrguseni filtreeritud peegelduste punktipilves (joonis 4.4.8) lamapuitu tuvastada ei ole võimalik.

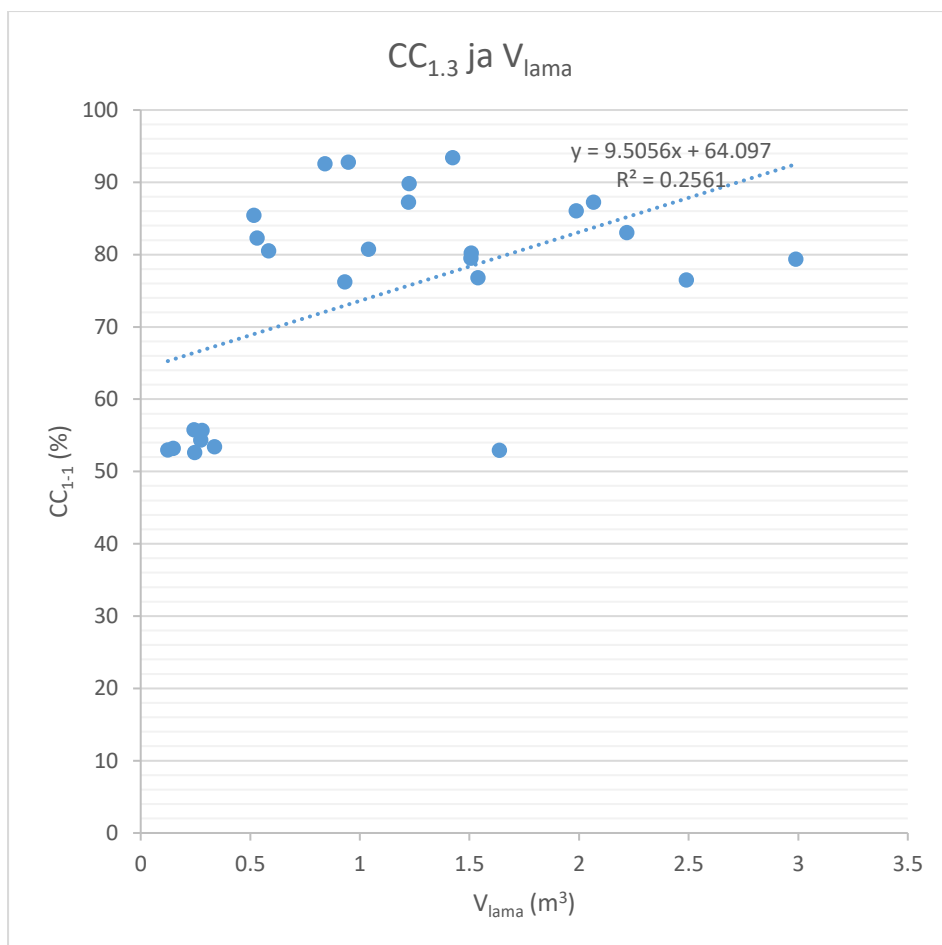


**Joonis 4.4.7.** Hõredast metsanduslikust lennust tehtud punktipilv (RAMI kuusik LAI 5).



**Joonis 4.4.8.** Hõredast metsanduslikust lennust tehtud maapinnalähedaste peegelduste punktipilv (RAMI kuusik LAI 5).





**Joonis 4.4.10.** Lamapuidu kogumaht võrdluses lidari katvushinnanguga 1,3 m nivool 3 RAMI alal, proovitükkide kaupa ( $r=15\text{m}$ )

#### Kasutatud kirjandus

Arumäe, T., Lang, M. 2013. A simple model to estimate forest canopy base height from airborne lidar data. *Forestry Studies*, 58, 46–56.

Arumäe, T., Lang, M. 2018. Estimation of canopy cover in dense mixed-species forests using airborne lidar data. *European Journal of Remote Sensing*, 51(1), 132–141.

Arumäe, T., Lang, M., Laarmann, D. 2020. Thinning- and tree-growth-caused changes in canopy cover and stand height and their estimation using low-density bitemporal airborne lidar measurements – a case study in hemi-boreal forests. *European Journal of Remote Sensing*, 53(1), 113–123.

Kuusk, A., Lang, M., Kuusk, J. 2013. Database of optical and structural data for the validation of forest radiative transfer models. – Kokhanovsky, A.A. (ed.). *Radiative Transfer and Optical Properties of Atmosphere and Underlying Surface. Light Scattering Reviews*, 7, Springer, 109–148.



Lang, M., Arumäe, T., Laarmann, D., Kiviste, A. 2017. Estimation of change in forest height growth. – Forestry Studies | Metsanduslikud Uurimused 67, 5–16.

Maa-amet. 2018. Aerolaserskaneerimise kõrguspunktid. [Aerial laserscanning heightpoints]. <https://geoportaal.maaamet.ee/est/Andmed-ja-kaardid/Topograafilised-andmed/Korgusandmed/Aerolaserskaneerimise-korguspunktid-p499.html>

Ruumiandmed. 2020. ALS III ring (2016) 2017—2020. <https://geoportaal.maaamet.ee/est/Ruumiandmed/Korgusandmed/Aerolaserskaneerimise-korguspunktid/ALS-III-ring-2016-20172020-p625.html>

#### 4.5. METSA KORRALDAMISE JUHENDI LISA 12 TAGAVARA JUURDEKASVU ARVUTAMISE MUDELI HINDAMINE METSA KASVUKÄIGU PÜSIPROOVI-TÜKKIDE KORDUSMÕÖTMISTE ANDMETE TAUSTAL

---

##### **Sissejuhatus**

Metsa korraldamise juhendi lisas 12 (MKJ, 2020) on esitatud mudel tagavara jooksva juurdekasvu arvutamiseks puistute takseerikirjeldustes. Mudeli aluseks on Priit Kohava peaaegu kolm aastakümnet tagasi koostatud esialgsed algoritmid puistu tagavara jooksva juurdekasvu määramiseks arvutil (Kohava, 1992). Priit Kohava võttis algoritmide väljatöötamisel aluseks kohalikud kasvukäigutabelid, võrdles neid naaberalade kasvukäigutabelitena ja arvutas puistu üldtootlikkuse V. Zagrejevi tabelite järgi (Antanaitis, Zagrejev, 1981). Kasvukäigutabelite põhjal tuletatud puistute üldtootlikkus lähendati Mitscherlichi kasvufunktsiooniga. Tootlikkuse jooksva juurdekasvu arvutamiseks kasutati Mitscherlichi funktsiooni tuletist. Kohava koostatud tagavara jooksva juurdekasvu mudel koosneb kahest komponendist: normaalpuistu tagavara jooksvast juurdekasvust, mille sisenditeks on puistu vanus, boniteet ja puuliik, ning paranduskordajast K, mis sõltub puistu vanusest, täiusest ja puuliigist. Kohava ajutise lahendusena koostatud mudelit kasutatakse Eestis ametlikult tagavara jooksva juurdekasvu normatiivina praeguseni, kuid uute empiirilise andmete olemasolul on kohane see mudel kriitiliselt üle vaadata ja selgitada mudeli uuendamise vajadust.

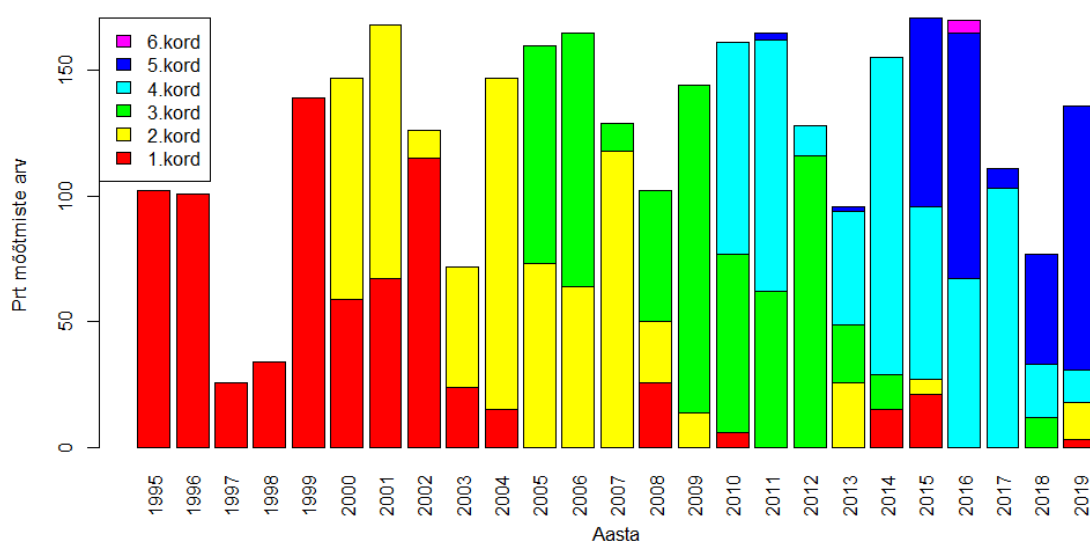
Käesoleva uurimuse eesmärgiks on analüüsida ametlikku tagavara jooksva juurdekasvu mudelit (MKJ, 2020) kahest aspektist lähtuvalt:

- a) algoritmi matemaatiliste omaduste vastavust puistu kasvukäigu seaduspärasustele;

- b) mudelprognoside kooskõla puistute juurdekasvuga metsa kasvukäigu püsiproovitükkidel.

### Andmestik ja metoodika

Algandmestikuks on Eestit katva metsa kasvukäigu püsiproovitükkide võrgustiku (KKPRT) kordusmõõtmiste andmed aastaist 1995...2019. Käesolevas uurimuses on kasutatud 3132 mõõtmise andmeid 753 proovitükilt. Reeglina mõõdeti proovitükke iga viie aasta järel, kuid esineb ka nii lühemaid kui ka pikemaid mõõtmisintervalle (maksimaalselt kümme aastat). Kui kahe järjestikuse mõõtmise vahel toimus hooldusraie, siis üldjuhul teisel mõõtmisel suurendati proovitükki, et proovitükil oleks vähemalt 100 esimese rinde puud. KKPRT proovitükkide jaotus mõõtmisaastate ja mõõtmiskordade järgi on esitatud joonisel 4.5.1.



**Joonis 4.5.1.** Metsa kasvukäigu püsiproovitükkide jaotus mõõtmisaastate ja mõõtmiskordade järgi

Uurimuses kasutatud KKPRT proovitükkidel oli 496538 puu mõõtmist (osa neist lõigatud kannuks ja osa surnud seisvad või lamavad puud, mille järgi arvutati proovitükil raiutud või väljalangenud puude maht). Kuna tagavara jooksva juurdekasvu mudel (MKJ, 2020) on I rinde kohta, võeti antud käesolevas uurimuses kahe järjestikuse mõõtmise vahelise juurdekasvu arvestusse ainult need puud, millel esimese mõõtmise rindeks oli kas „1“ või „E“ (I rinde puu vanemast põlvkonnast). Uuritavas valimis oli 336384 mõõtmist 106680 puult.

Tagavara jooksva juurdekasvu mudelit (MKJ, 2020) rakendatakse eraldi igale puuliikide I rinde koosseisu puuliigile. Seetõttu koostasime puude andmete alusel puistuelementide andmestiku EL, mis sisaldas 9169 erinevat proovitüki, mõõtmisaasta ja puuliigi kombinatsiooni.

KKPRT proovitükkidel mõõdetakse igal eluspuul diameeter kahes suunas, kuid kõrgus mõõdetakse mõõtmisjuhendi kohaselt igal viiendal, valitsevatel ja väheesinevatel liikidel. Antud valimis oli mõõdetud 102822 kõrgust, mis on 30,5% eluspuu mõõtmiste arvust. Sellegipoolest 1067 metsaelemendis ei olnud puu kõrgusi mõõdetud (enamasti väga üksikud kaaspuuliigid)

Iga metsaelemendi jaoks koostati kõrguskõver A. Nilsoni (2002) meetodil. Kõrguskõvera mudel on parametrizeeritud A. Simsi poolt ja saadaval metsanduslike mudelite infosüsteemis FORMIS (2020) mudelina 206. Igale mõõdetud kõrgusi sisaldava metsaelemendi jaoks hinnati kõrguskõvera parameeter mediaanina, mis vähendab erindite mõju hinnangule. Neile metsaelementidele, millel kõrgusi mõõdetud ei olnud, võeti kõrguskõvera parameetriks peapuuliigi hinnang. Igale eluspuule arvutati antud mudeliga kõrguse prognoos, mida kasutati edasistes arvutustes.

Igale puule arvutati tüvemaht A. Padari (1993) valemiga, mis on soovitatud metsa korraldamise juhendis (MKJ, 2020 valem 1.3 Lisas 11).

Puude juurdekasvude arvutamiseks koostati puude järjestikuste paarismõõtmiste andmestik PP, kus iga kirje sisaldas puu mõõtmisandmed mõõtmisperioodi algul ja lõpul. Puude paarismõõtmiste andmestik PP oli aluseks puistu juurdekasvu ja väljalangevuse arvutustes. Andmestikus PP oli 265414 paarismõõtmise kirjet.

Puude mõõtmisandmete andmeil arvutati igale proovitüki mõõtmise jaoks puistu takseertunnused: puude arv hektaril, ruutkeskmine diameeter, keskmine kõrgus, rinnaspindala ja tagavara hektaril nii iga metsaelemendi (EL) kohta kui ka summaarselt proovitükile (YD).

Puude paarismõõtmise andmestikul PP arvutati mõõtmiste vahelise perioodi jooksul eluspuude juurdekasv, raiutud puude maht ja surnud puude maht hektari kohta aastas samuti nii iga metsaelemendile (JKel) kui ka summaarselt proovitükile (JK).

Tagavara jooksva juurdekasvu mudelis on sisenditeks lisaks puistu vanusele ka metsaelemendi boniteet ja täius. Boniteet arvutati metsa korraldamise juhendi (MKJ, 2020) lisa 10 mudeli järgi, täius lisa 11 mudel 2 järgi.

Arvutuste ja jooniste tegemiseks koostati skriptid statistilise modelleerimise vabavara R keskkonnas (R Core Team, 2019).

## **Tulemused ja arutelu**

### **Tagavara juurdekasvu mudeli matemaatiliste omaduste vastavust puistu kasvukäigu seaduspärasustele**

P. Kohava tagavara jooksva juurdekasvu mudel (MKJ, 2020 lisa 12 valem 1) on kahe teguri korrutis: üks tegureist määrab tagavara jooksva juurdekasvu normaalpuistu jaoks ja teine osa on tagavara jooksva juurdekasvu korrigeerimine vastavalt täiusele. Selleks, et mõista paremini juurdekasvu mudelit on kasulik kõigepealt vaadelda antud mudeli integreeritud kuju, st puistu tootlikkust. Metsatakseerimise terminoloogias nimetatakse tagavara jooksvat juurdekasvu ka puistu tüvemahu täisjuurdekasvuks, koosneb tagavara muudu ja suremi (raiete ja väljalangevuse) summast (Vaus, 2005). Puistu tootlikkus teatud vanuses on seega puistu antud vanuse tüvemahu ja eelnenud eluaja jooksul väljalangenud ja raiutud tüvemahu summa. Normaalpuistu tootlikkuse kasvukäik P. Kohava mudeli järgi on esitatud joonisel 4.5.2 erinevate boniteediklasside ja puuliikide järgi.

Juhul kui puistut kasvatada kõrge vanuseni (120-aastani), on Kohava mudeli järgi suurima tootlikkusega kuusikud ( $1200 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$  boniteediklassis 0 ehk Ia). Samamoodi on pika raieringi korral suurema tootlikkusega männikud ja haavikud ( $1000 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$  boniteediklassis 0 ehk Ia). Kõige madalama tootlikkusega pika raieringi korral on hall-lepikud ( $700 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$  boniteediklassis 0 ehk Ia). Seevastu lühikese raieringi korral, näiteks 40 aastat, oleksid suurima tootlikkusega hoopiski hall lepp ja haab ( $500 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$  boniteediklassis 0 ehk Ia). Need seaduspärasused vastavad üldiselt klassikalistele metsanduslikele arusaamadele puistu kasvukäigust.

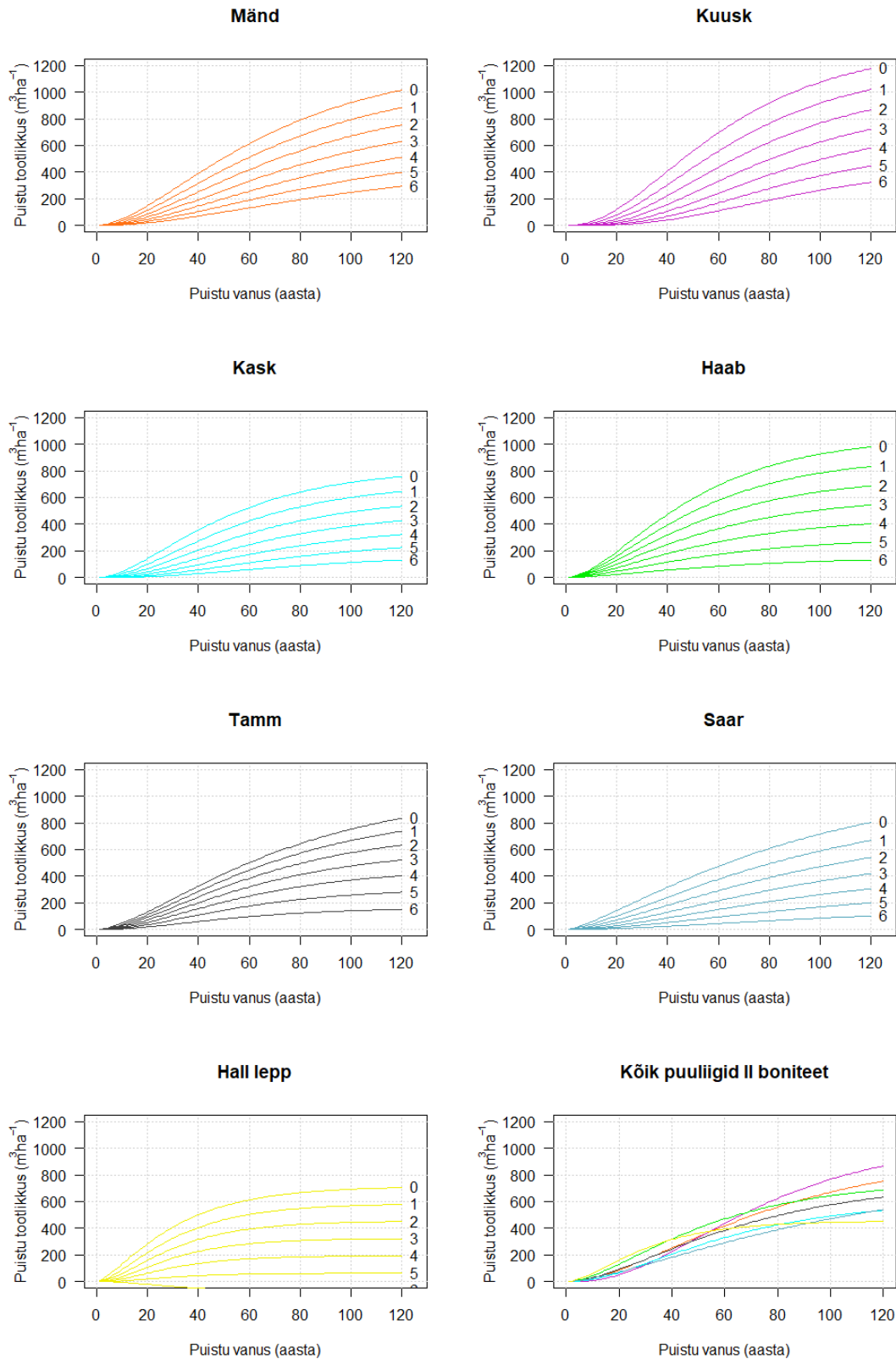
Joonis 4.5.2 näitab ka Kohava mudeli üht puudust, see ei toimi väga madala boniteediga (6 ehk Va) hall-lepikutes. Muidugi, nii madala boniteediga hall-lepikuid looduses ei leidugi, kuid mudeli arvutis automaatsel rakendamisel tähendab see täiendavate kontrollide kasutamise vajadust.

Joonis 4.5.3 näitab, millises vanuses toodetakse Kohava mudeli järgi tüvemahu kõige enam (boniteedi ja puuliigi kaupa). Joonisel 4.5.3 ilmneb hall-lepikute järsk tagavara jooksva juurdekasvu maksimum juba vanuses 10...20 aastat, samas kui kuusikutel on tagavara jooksva

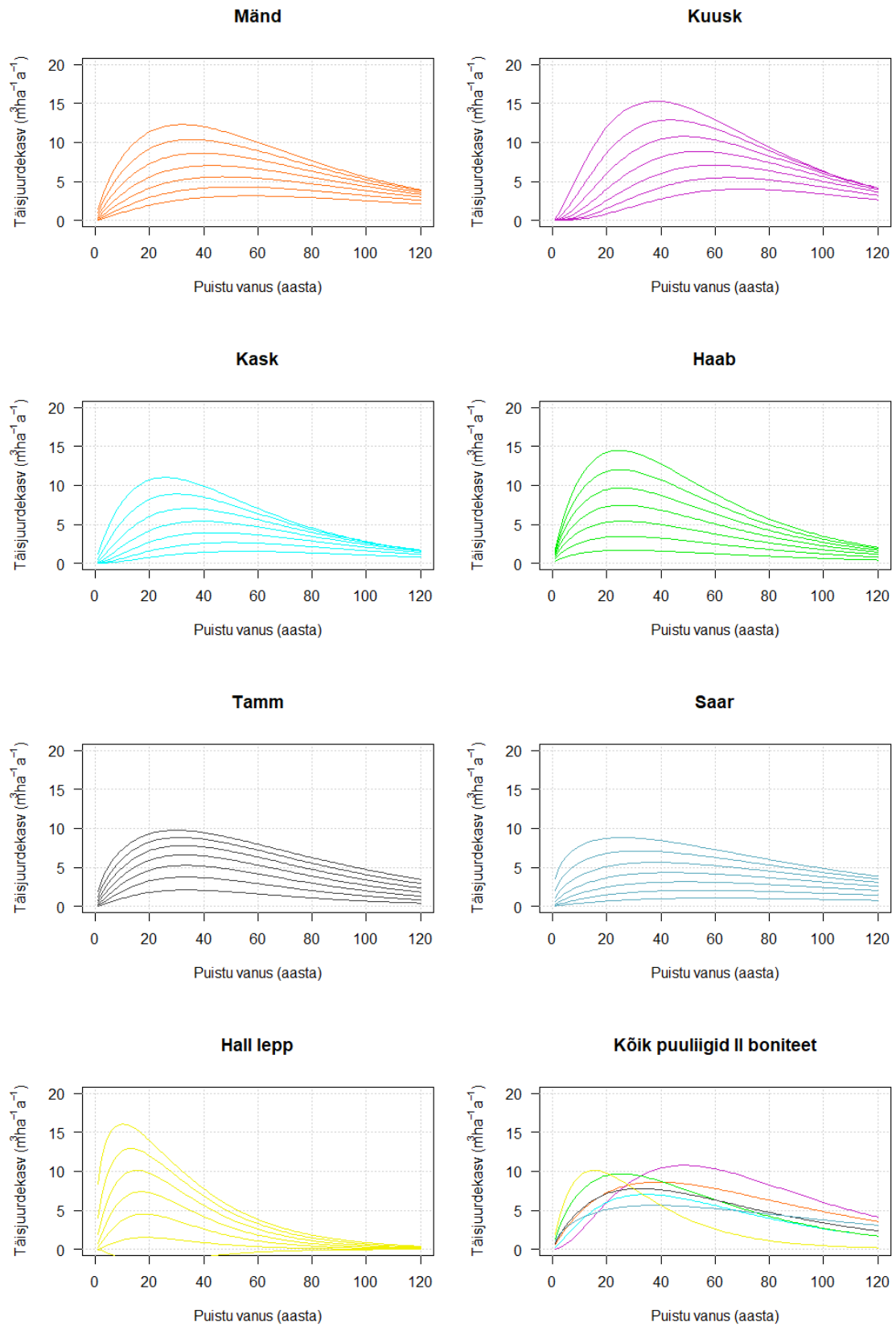
juurdekasvu maksimum alles vanuses 37...70 aastat. Kõigil puuliikidel saabub tagavara jooksva juurdekasvu maksimum paremates kasvukohatingimustes (boniteetides) varem kui vaesemates kasvukohatingimustes.

Erinevatel puuliikidel on erinev võime kasvukohatingimusi ära kasutada. Joonis 4.5.4 esitab erinevate puuliikide normaaltagavara jooksva juurdekasvu võrdluse boniteediklasside järgi. Joonisel 4.5.4

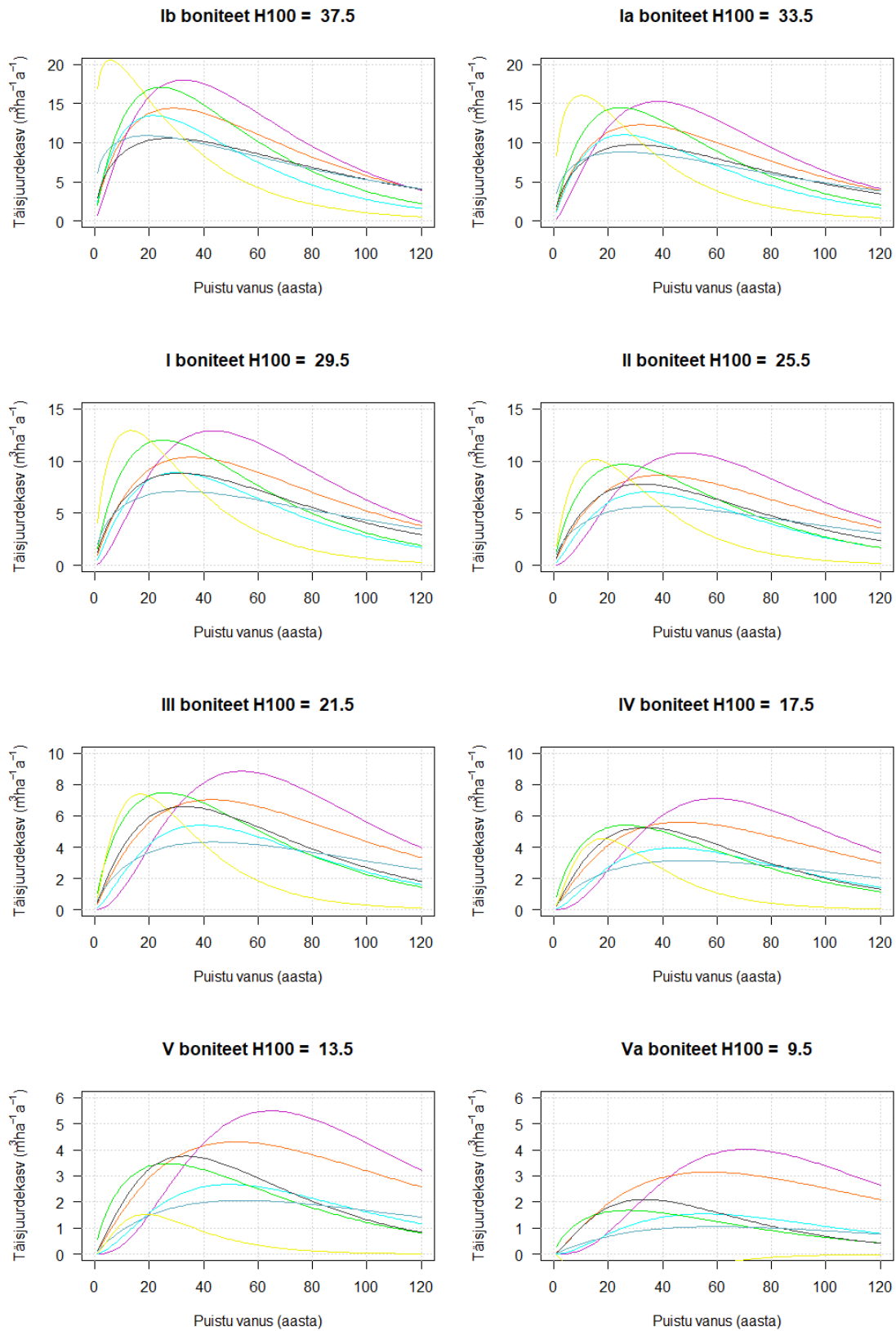
on toodud lisaks traditsioonilistele boniteediklassidele (numbritega 0...6 ehk Ia...Va) eriti kiire kõrguskasvu boniteet (numbriga -1 ehk Ib). Kohava mudeli rakendamisel on see võim- alus küll keelatud (MKJ, 2020), kuid tulemus tundub täiesti loogiline.



**Joonis 4.5.2.** Normaaluistu tootlikkus boniteediklasside järgi erineva puuliigi puhtpuistu-tele P. Kohava mudeli järgi



**Joonis 4.5.3.** Normaaluistu tagavara jooksev juurdekasv boniteediklasside järgi erineva puuliigi puhtpuistutele P. Kohava mudeli järgi



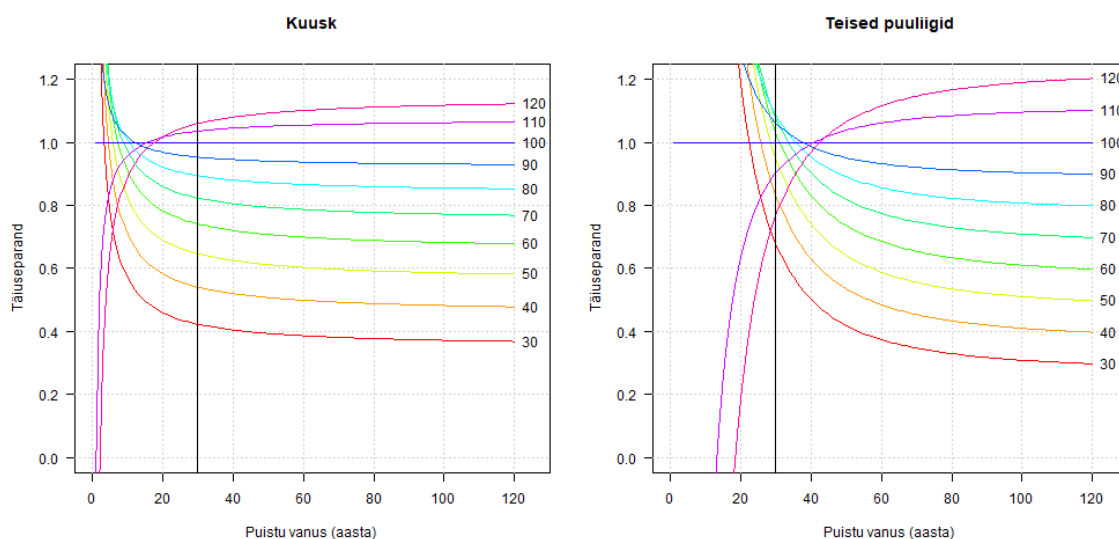
**Joonis 4.5.4.** Normaalpuistu tagavara jooksev juurdekasv erinevate puuliikide puhtpuistutele boniteediklasside järgi P. Kohava mudeli järgi



Kui normaalpuistu tagavara jooksva juurdekasvu kasvukäigukõverad erinevate puuliikide ja boniteetide osas üldiselt vastavad klassikalistele arusaamadele metsa kasvust, siis puistu tiheduse-hõreduse mõju arvestamine tagavara jooksvale juurdekasvule on tunduvalt probleematisem. Priit Kohava (1992) koostas mudeli arvestamiseks täiuse mõju tagavara juurdekasvule tuginedes V.V. Zagrejevi uurimustele (Antanaitis, Zagrejev, 1981). Kohava täiusteguri K mudelit iseloomustab joonis 4.5.5. Antud mudeli rakendamisel on tingimus, et vanuses alla 30 aastat rakendatakse K funktsiooni vanuses 30 aastat.

Kahtlemata puistu tihedust-hõredust on hädavajalik arvestada tagavara jooksva juurdekasvu arvutamisel. Vaieldav on seejuures, kas täius on sobivaim muutuja kirjeldamiseks puistu tihedust-hõredust. Artur Nilson on oma töödes korduvalt tõestanud alternatiivsete lähenemisviiside eeliseid täiusele puistu piirtiheduse arvestamiseks (näiteks (Nilson, 2014)). Kohava valik täiuse kasutamiseks mudeli sisendina oli arvatavasti tingitud täiuse laialdasest rakendusest metskorralduse harjumuspärasest praktikast, ehkki antud muutuja on väljaspool endise Nõukogude Liidu territooriumi metsauurijatele üldjuhul tundmatu.

Kohava täiusteguri K mudeli matemaatiline valem (kuusest erinevat puuliikide jaoks) on vaieldav ja vajaks täiendavat analüüsi.



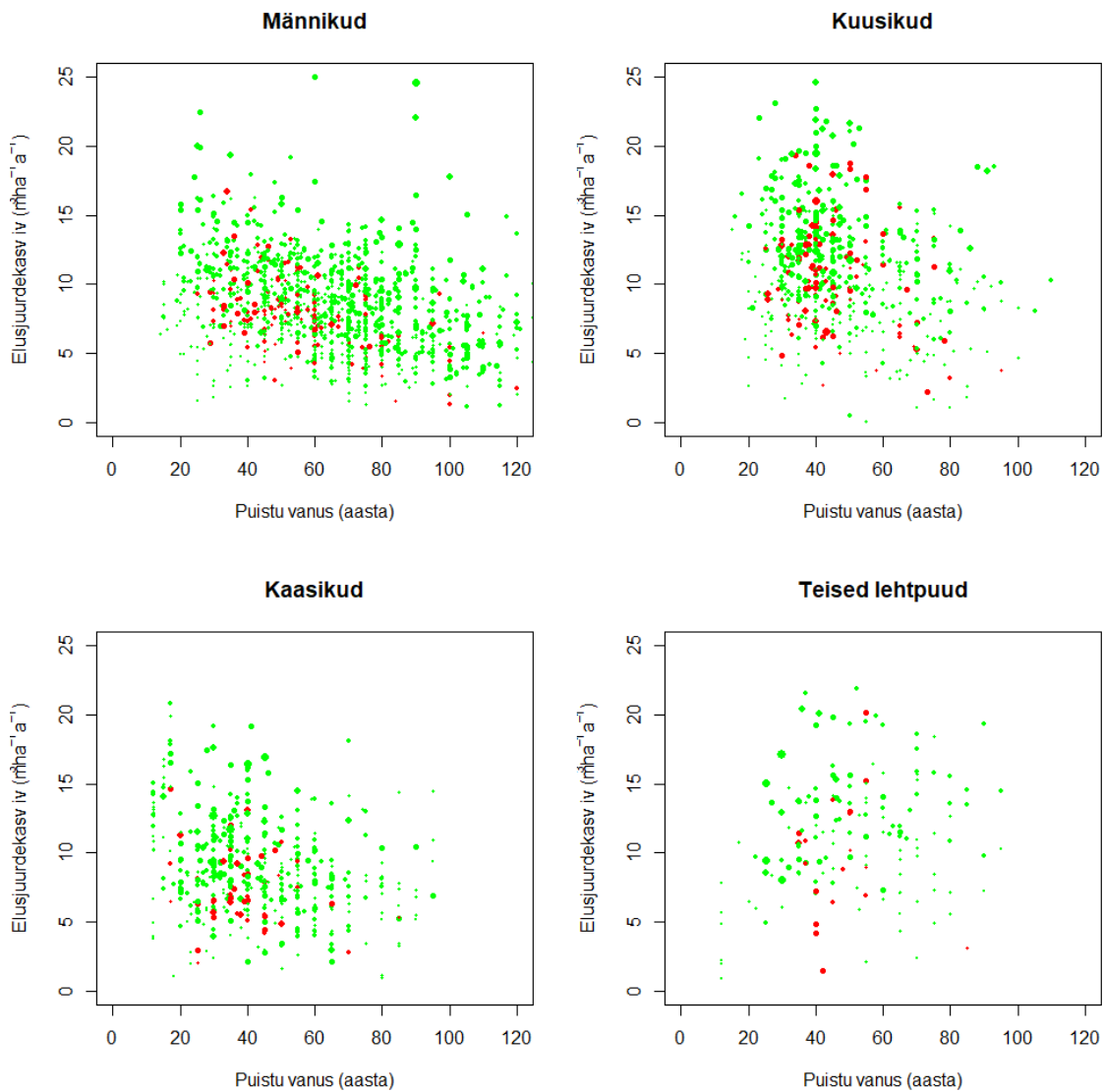
**Joonis 4.5.5.** Parandustegur K korrigeerimaks tagavara jooksvat juurdekasvu vastavalt puistu vanusele ja täiusele Kohava (1992) mudeli järgi.

Kokkuvõtteks võib tõdeda, et üldiselt vastab Kohava (1992) tagavara jooksva juurdekasvu mudeli matemaatiline valem klassikalisele seisukohtadele puistu kasvukäigust. Siiski on mudelis mõned apsud (hall-lepikud madalates boniteetides, täiuseparand 30...40 aasta vanuses)

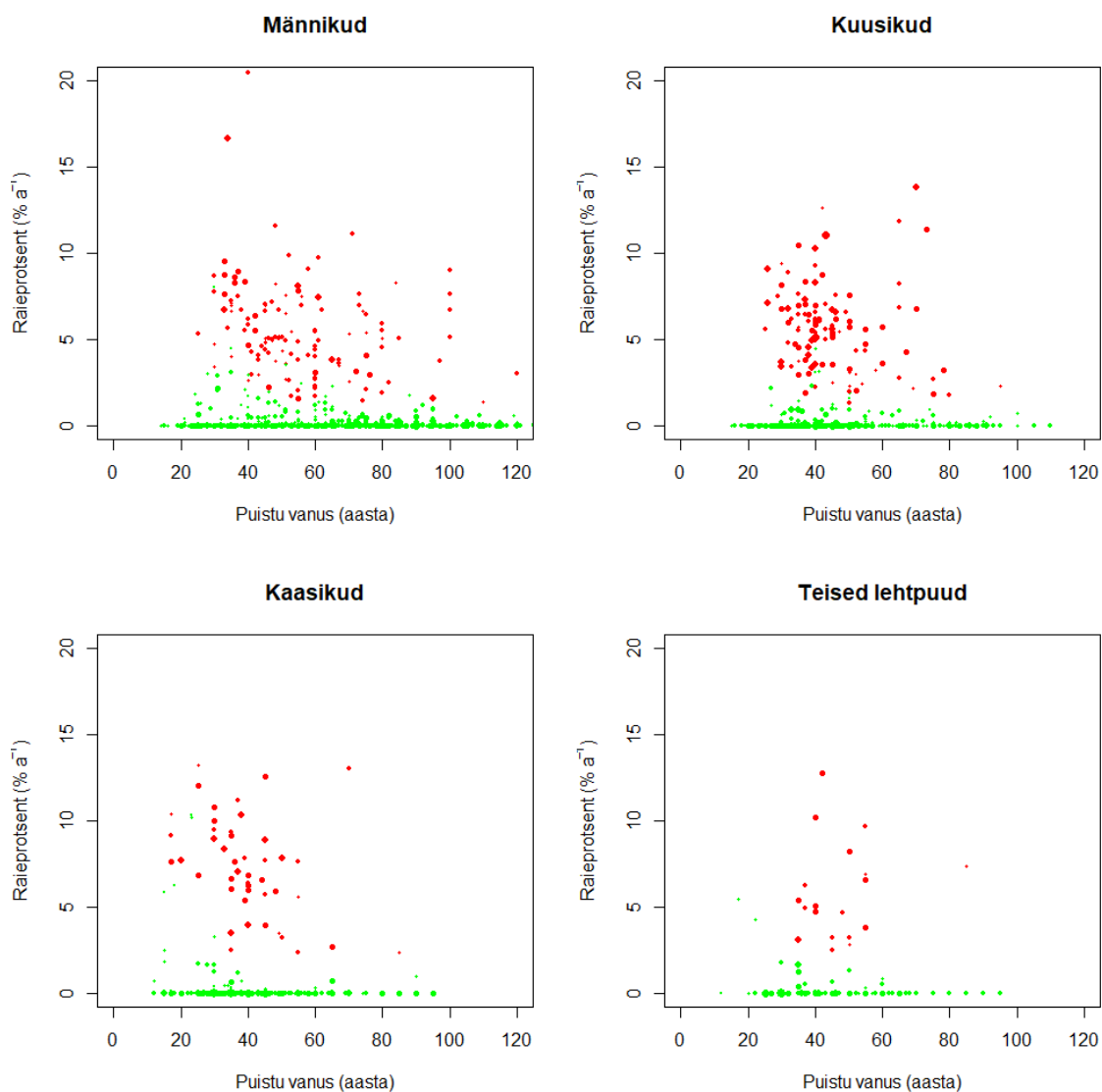
ja küsitavused (täiuse kasutamine mudeli sisendis). Kohava mudel on loodud klassikalise lageraie-puhtpuistu metsamajandamise jaoks. Uute metsamajandamise meetodite juurdumisega on ootuspärane segametsade ja erivanuseliste puistute osakaalu suurenemine, mis vajab ka uut tüüpi tagavara jooksva juurdekasvu mudeleid.

### **Tagavara juurdekasvu mudeli prognooside kooskõla tagavara juurdekasvuga KKPRT püsiproovitükkidel**

Iga KKPRT proovitüki kahe järjestikuse mõõtmispaari kohta arvutati puude mõõtmisandmete põhjal andmestikku JK selle mõõtmisperioodi jooksul toimunud eluspuude mahu aastane juurdekasv **iv** ( $m^3ha^{-1}a^{-1}$ ), perioodi jooksul raiutud eluspuude aastane maht **ith** ( $m^3ha^{-1}a^{-1}$ ) ning perioodi jooksul surnud puude aastane maht **im** ehk surem ( $m^3ha^{-1}a^{-1}$ ). (Kasutatud tähised on ingliskeelsest erialakirjandusest, kus i – increment, v – volume, th – thinning, m – mortality.). Joonistel 4.5.6, 4.5.7 ja 4.5.8 on esitatud ülevaade eluspuude mahu aastasest juurdekasvust, raietest ja väljalangevusest KKPRT mõõtmisperioodide andmeil.



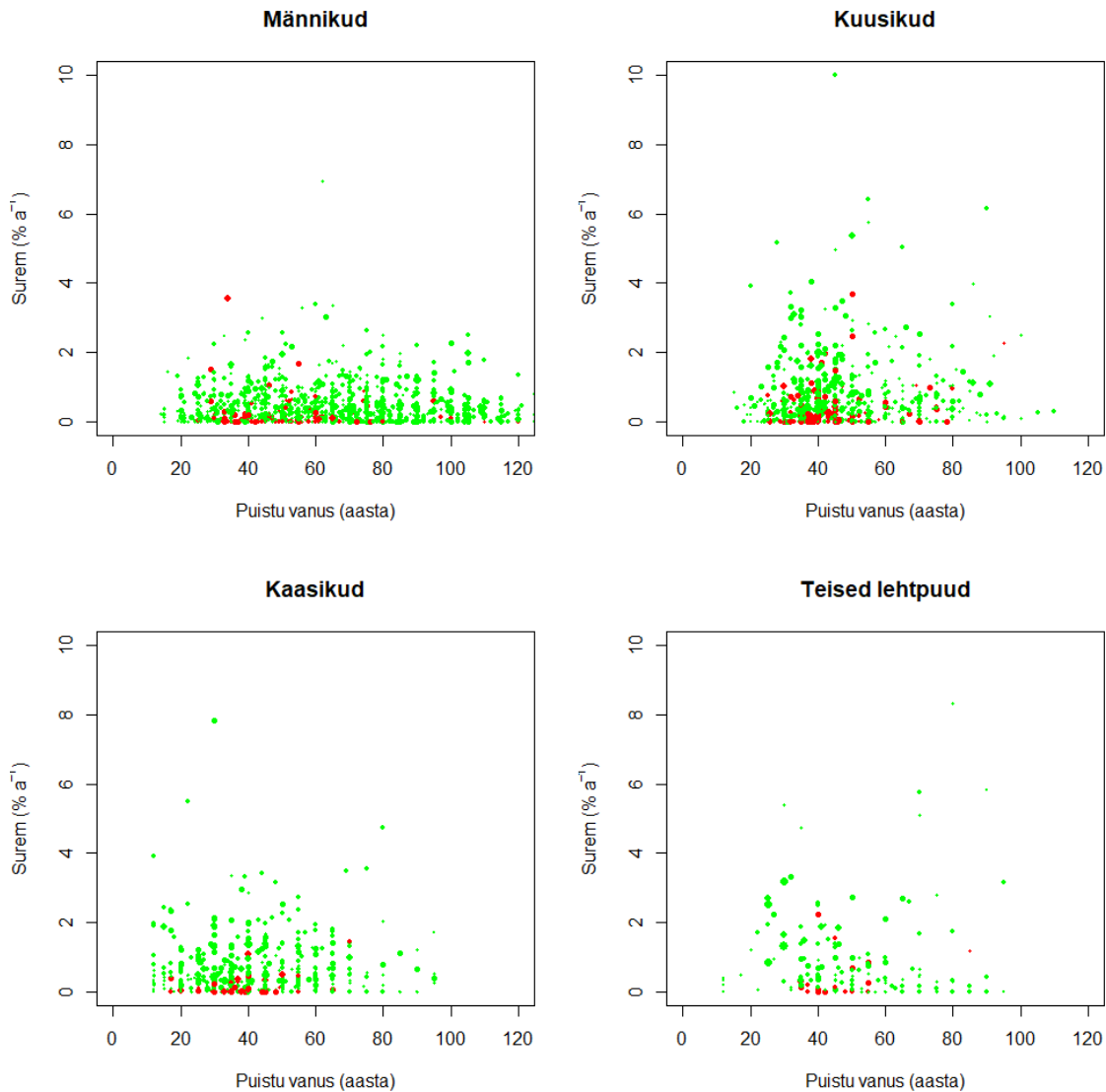
**Joonis 4.5.6.** Eluspuude aastane juurdekasv KKPRT paarismõõtmiste andmeil sõltuvana puistu vanusest. Punkti suurus on võrdeline I rinde täiusega, punane värv tähistab perioode, kus aastane väljaraie ületab  $5 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ .



**Joonis 4.5.7.** Perioodi jooksul mahu väljaraie (% aastas) KKPRT paarismõõtmiste andmeil sõltuvana puistu vanusest. Punkti suurus on võrdeline I rinde täiusega, punane värv tähistab perioode, kus aastane väljaraie ületab  $5 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ .

Joonisel 4.5.6 nähtub, et mahu juurdekasv proovitükkide järjestikuste mõõtmiste vahelistel perioodidel on väga varieeruv. Mahu juurdekasvu varieeruvust proovitükkidel annaks teatud määral vähendada suuremate püsiproovitükkide rajamisega, kuid sama töö mahu juures oleks siis arvestatav kaotus valimi esinduslikkuses (väiksemas proovitükkide arvus).

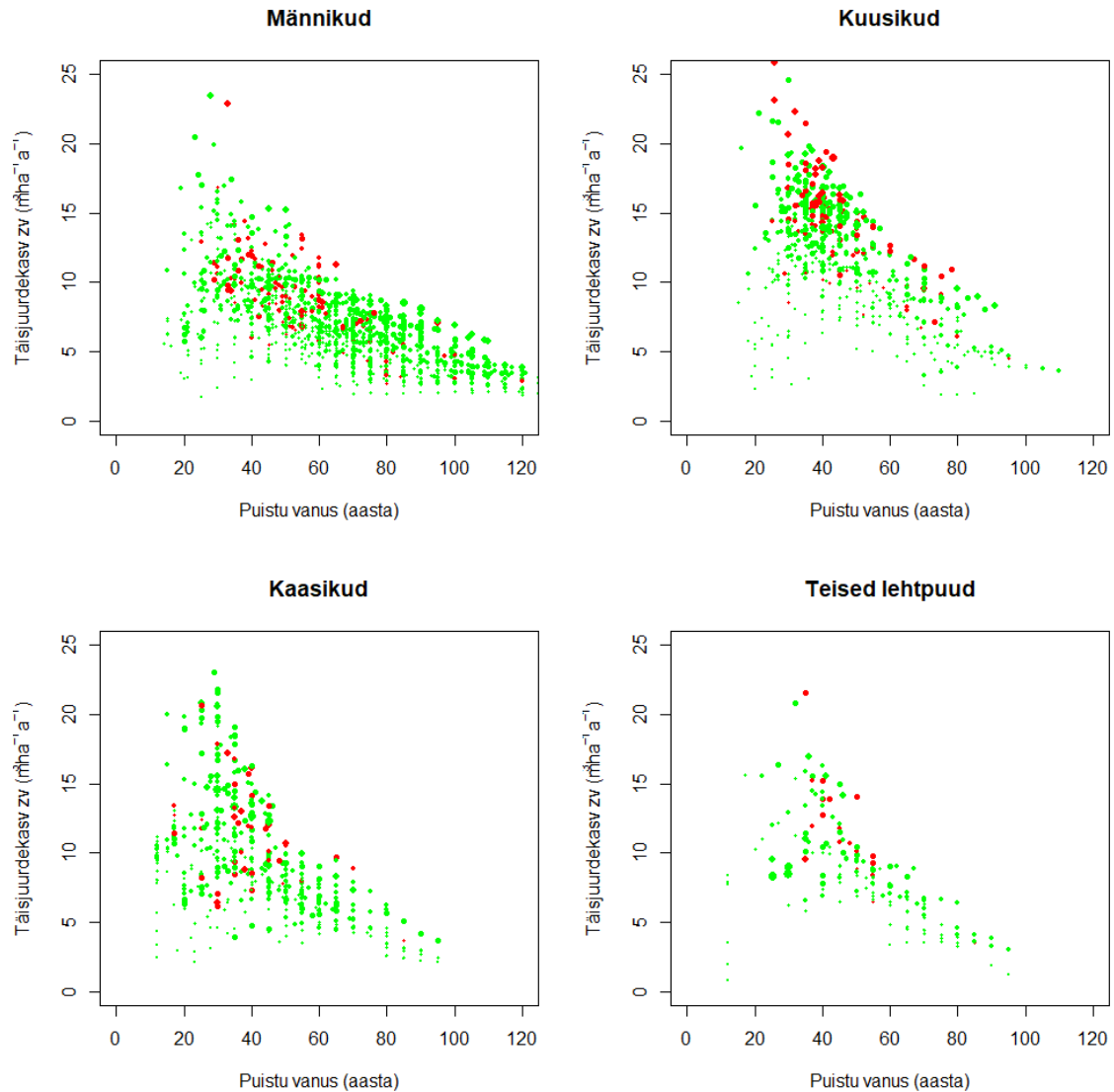
Eriti juhuslik on proovitükkidel raie ja puude väljalangevus (surem), mille jaotus on tunduvalt erinev normaaljaotusest. Parema ülevaate esitamiseks on joonistel 4.5.7 ja 4.5.8 raiemaht ja väljalangevus aastas esitatud protsendina puistu mahust.



**Joonis 4.5.8.** Perioodi jooksul mahu väljalangevus ehk surem (% aastas) KKPRT paarismõõtmiste andmeil sõltuvana puistu vanusest. Punkti suurus on võrdeline I rinde täiusega, punane värv tähistab perioode, kus aastane väljaraie ületab 5 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>.

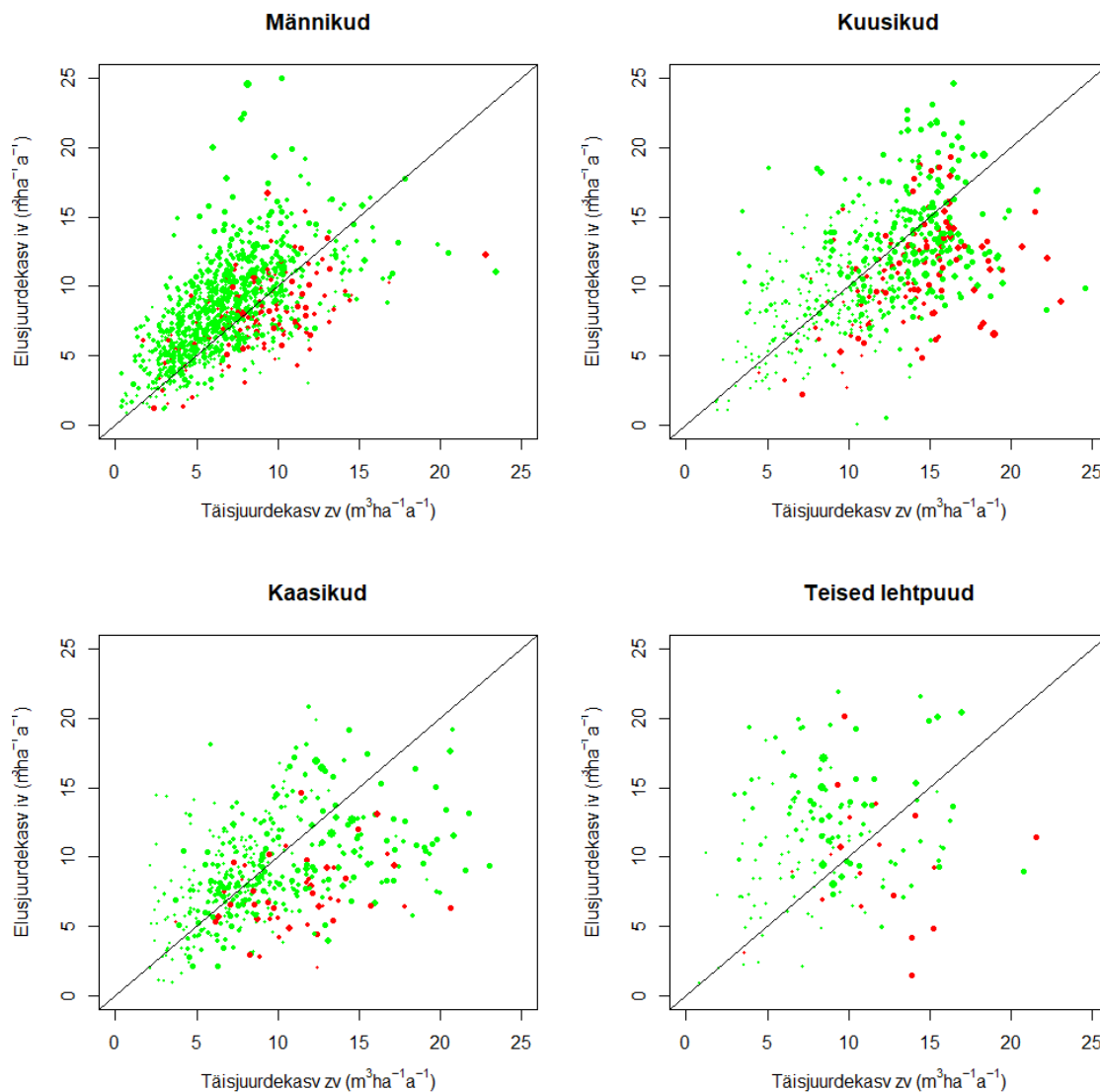
Proovitükkide mõõtmisperioodide algus seisundi andmeil arvutati (MKJ, 2020 lisa 12) algoritmiga täisjuurdekasv **zm** (m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>a<sup>-1</sup>), mis on eluspuude juurdekasvu, raie ja suremi mudelprognosisiks.

Tagavara täisjuurdekasvu mudelprognosisid sõltuvana puistu vanusest on esitatud joonisel 4.5.9. Ootuspäraselt on mudelprognosiside pilt tunduvalt regulaarsem kui empiiriline andmestik (joonis 4.5.6).



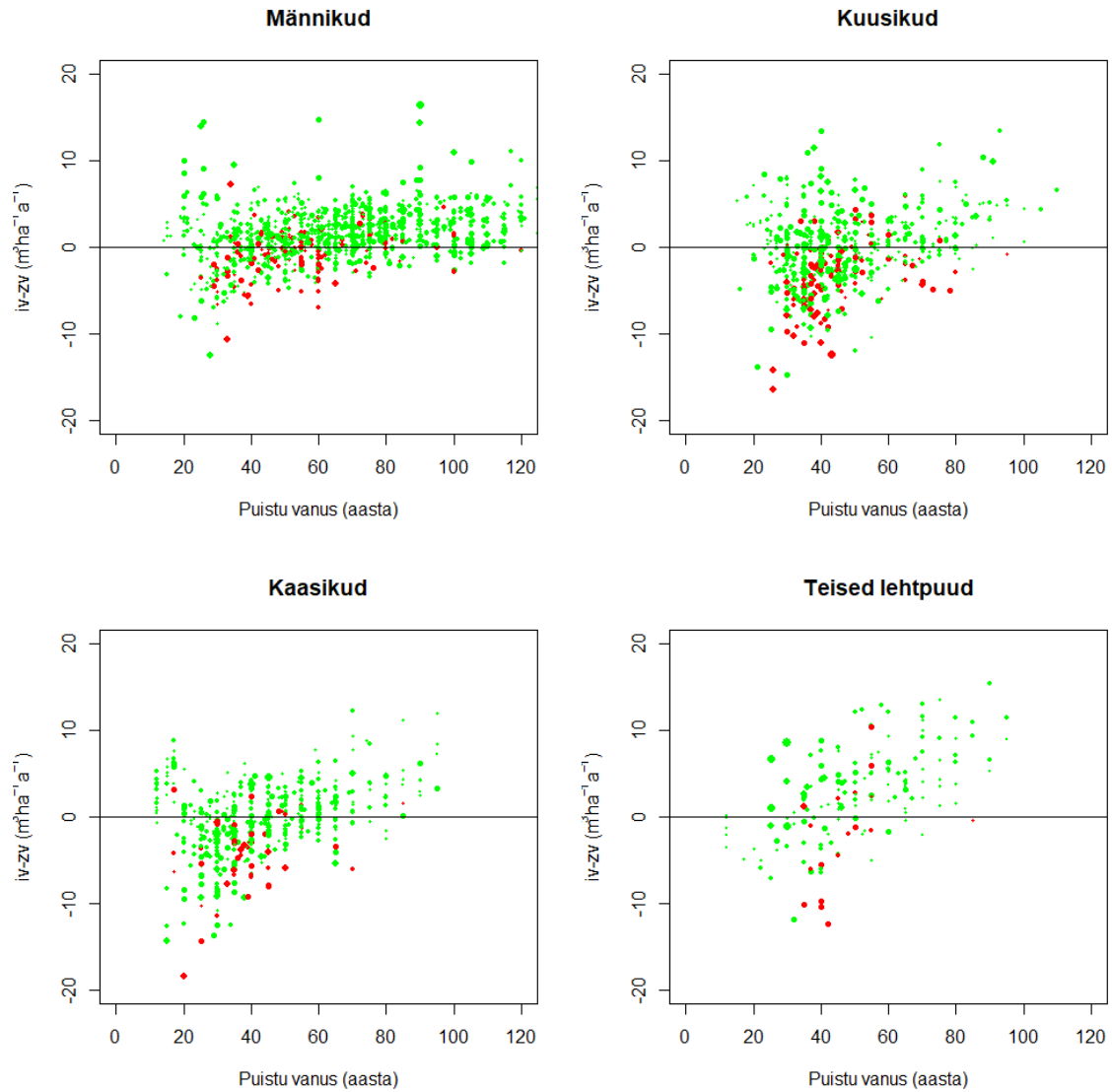
**Joonis 4.5.9.** Täisjuurdekasvu prognoosid MKJ (2020) lisa 12 mudeliga KKPRT paarismõõtmiste esimese mõõtmise andmeil sõltuvana puistu vanusest. Punkti suurus on võrdeline I rinde täiusega, punane värv tähistab perioode, kus aastane väljaraie ületab  $5 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ .

Joonisel 4.5.10 on esitatud MKJ (2020) lisa 12 mudeliga arvatud täisjuurdekasvu prognoosid KKPRT mõõtmisandmeil võrreldes eluspuude mahu juurdekasvuga. Vaatamata väga suurele hajuvusele võib joonisel 10 täheldada, et vähemalt männi püsiproovitükkidel on mõõdetud mahu juurdekasv keskmiselt suurem mudeliga prognoositu. Kui pidada silmas asjaolu, et proovitükkidel mõõdetud eluspuude mahu juurdekasv ei sisalda raiutud ja väljalangenud mahtu, siis jäävad mudelprognoosid proovitükkidel mõõdetust keskmiselt mõnevõrra väiksemaks.

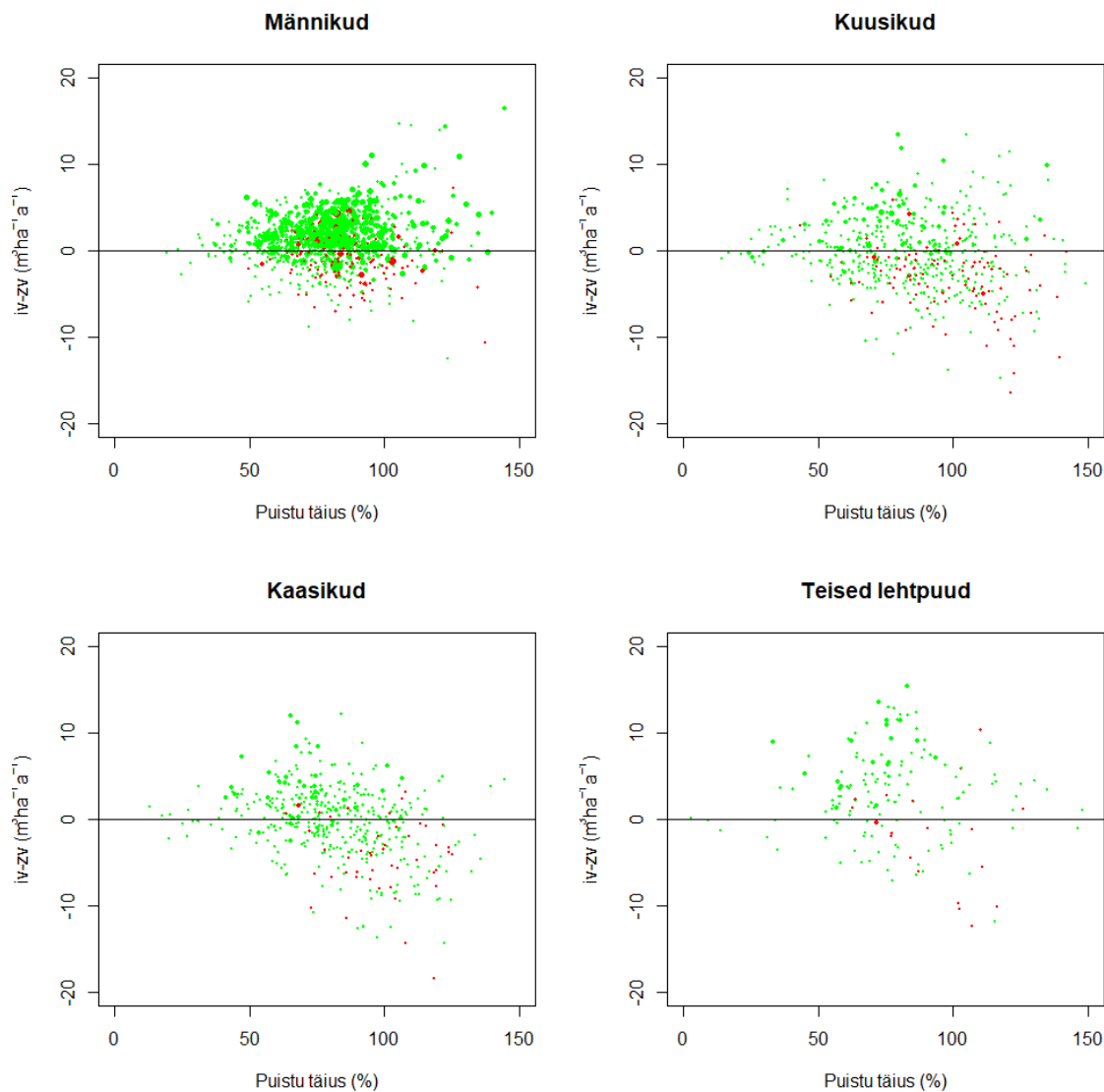


**Joonis 4.5.10.** Täisjuurdekasvu prognoosid MKJ (2020) lisa 12 mudeliga KKPRT paarismõõtmiste esimese mõõtmise andmeil võrreldes eluspuude mahu juurdekasvuga. Punkti suurus on võrdeline I rinde täiusega, punane värv tähistab perioode, kus aastane väljaraie ületab  $5 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ .

Eluspuude mahu juurdekasvu erinevus täisjuurdekasvu prognoosist MKJ (2020) lisa 12 mudeliga sõltub lisaks puuliigile ilmselt puistu vanusest (joonis 4.5.11), kusjuures vanuse suurenedes on mõõdetud ja prognoositud juurdekasvu erinevus suureneb. Täiuse suuremine mõõdetud ja prognoositud juurdekasvu erinevusele selget mõju ei avalda (joonis 4.5.12), küll aga on täheldatav täiuse mõju puuliigiti.



**Joonis 4.5.11.** Eluspuude mahu juurdekasvu erinevus täisjuurdekasvu prognoosist MKJ (2020) lisa 12 mudeliga sõltavana puistu vanusest KKPRT järjestikuste paarismõõtmiste andmeil. Punkti suurus on võrdeline I rinde täiusega, punane värv tähistab perioode, kus aastane väljaraie ületab  $5 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ .



**Joonis 4.5.12.** Eluspuude mahu juurdekasvu erinevus täisjuurdekasvu prognoosist MKJ (2020) lisa 12 mudeliga sõltuvana puistu täiusest KKPRT järjestikuste paarismõõtmiste andmeil. Punkti suurus on võrdeline I rinde täiusega, punane värv tähistab perioode, kus aastane väljaraie ületab  $5 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ .

### Kokkuvõte

Käesoleva uurimuse raames analüüsiti Eesti metsakorralduses ligi kolme aastakümne jooksul ametlikus kasutuses olnud Priit Kohava (1992) koostatud ja metsa korraldamise juhendi (MKJ 2020) lisas 12 esitatud tagavara jooksva juurdekasvu mudelit metsa kasvukäigu püsiproovitükkide võrgustiku (KKPRT) kordusmõõtmiste andmeil. Analüüsi tulemusena võib esitada alljärgnevad seisukohad:

1. Kuigi tagavara jooksva juurdekasvu mudel (MKJ 2020 lisa 12) üldiselt vastab klassikalistele puistu kasvukäigu seaduspärasustele, vajab kaasaegne metsamajandus



uuendatud mudelit. Analüüsitud mudeli prognoosid jäid üldjuhul alla tagavara jooksvale juurdekasvule KKPRT andmetel. Mudeli uuendamisel tuleb valida sobivaim sisendmuutujate komplekt ning mudeli parameetrid hinnata KKPRT mõõtmisandmetel.

2. Tagavara jooksva juurdekasvu mudeli uuendamine ei ole kerge ülesanne. Metsakorralduses kasutatav normatiivide süsteemi (rinnete eraldamine, mahuvalemid, kõrguskõverad, boniteerimine, piirtihedus jne) komponendid on omavahel tihedalt seotud ja teatud komponendi väljavahetamine tingib paratamatult ka teiste normatiivide korrigeerimise. Uurida tuleks puuliikide vastastikust mõju juurdekasvule segapuisetus.
3. Mudeli parameetrite hindamine KKPRT kordusmõõtmiste andmestikul arvestades andmete suurt varieeruvust nõuab andmeanalüüsi kaasaegsete meetodite, sh segaanalüüsi (mixed), erinditele vähetundlike (robust) ja mittelineaarsete (nonlinear) mudelite rakendamist.
4. KKPRT võrgustiku kordusmõõdistamist tuleb jätkata, kusjuures kordusmõõtmistel tuleb senisest enam tähelepanu pöörata analüüsi käigus ilmnunud küsitavuste (eelkõige mõõtmisvead, aga ka rinnetesse määramine, piiripealsete puude täpne kaugus proovitüki tsentrist jms) kontrollimisele.

## **Kirjandus**

Antanaitis V.V., Zagrejev V.V. (1981) Prirost lesa. Moskva (vene k).

FORMIS (2020) Metsanduslike mudelite infosüsteem. Eesti Maaülikool. <https://formis.emu.ee/formod/> Viidatud 27.04.2020

Kohava, P. (1992) Esialgsed algoritmid puistu tagavara jooksva juurdekasvu määramiseks arvutil. Eesti Metsakorralduskeskus. 13 lk. (Käsikiri EMÜ metsakorralduse ja metsatööstuse õppetoolis)

MKJ (2020) Metsa korraldamise juhend. Lisad lk. 19 <https://www.riigiteataja.ee/aktiilisa/0000/1312/4148/13124171.pdf#> Viidatud 27.04.2020

Nilson, A. (2002) Fragmente puistu kasvu ja ehituse mudelitest. - Metsanduslikud uurimused, 37, 9-20.

Nilson, A. (2014) Männikute ehituse ja kasvu seaduspärasusi. - Mänd Eestis. Vali Press OÜ, Tartu, 218-295.

Padari, A. (1993) Hiiumaa männikute takseertunnuste sõltuvusest mere kaugusest. Diplomitöö. (Käsikiri EMÜ metsakorralduse ja metsatööstuse õppetoolis)

R Core Team (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>. Viidatud 27.04.2020.

Vaus, M. (2005) Metsatakseerimine. Halo kirjastus, Tartu, 178 lk.

## KOKKUVÕTE JA ARENGUKAVA

---

Vastavalt sihtasutuse Keskkonnainvesteeringute Keskus ja Eesti Maaülikooli vahel 15. juunil 2018.a sõlmitud lepingu nr. 3-2\_8/8309-3/2018 projekti "Metsa kasvukäigu püsiproovitükide võrgustiku kordusmõõtmine 2018-2019", teostas EMÜ metsakorralduse ja metsatööstuse õppetooli töögrupp lepingu lähteülesandes ettenähtud välitööd täies mahus, sisestas andmed arvutisse ja teostas esmase andmeanalüüsi ning kogutud andmeid kasutatakse bakalaureuse- ja doktoritöödes, publikatsioonides ning paljudes ettekannetes.

1. Töögrupp laiendatud koosseisus D. Laarmann, A. Kiviste, M. Lang, E. Pöldveer, V. Kängsepp, T. Arumäe, T. Paluots, K.G. Laarmann, G. Klein, L. Moppel, M. Kõiv, M. Pahva, R. Sampaio de Lima, J. Kollo, S. Koemets, S. Kossinova, T. Ploompuu, A. Jänes, M. Raup, T. Tarmu tegid mõõtmisi üle Eesti kokku 244 puistu kasvukäigu püsiproovitükil, kus teostati puistu inventuur, loodusväärtuste hindamine, lamapuidu inventuur, kaugseire vahendite kasutamine pilootalal ning hinnati tagavara juurdekasvu mudeli sobivust empiiriliste KKPRT andmetega.
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 762 proovitükist, laiendatud võrgustik koosneb 1071 proovitükist, kuhu kuuluvad ka teistel eesmärkidel rajatud proovitükid või katsealad, kus on kasutatud puistuinventuuril KKPRT võrgustiku metoodikat.

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 konkurentsiiindeksid 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 takseerikirjeldus, lageraieaasta, uuenemisviis, hooldusraied ja muud metsamajanduslikud tööd, vahepealsete aastate takseerikirjeldused. 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

---