

EESTI MAAÜLIKOOL
METSANDUSE- JA MAAEHITUSE INSTITUUT
METSAKORRALDUSE OSAKOND

HENN KORJUS

DIANA LAARMANN

LEENA SIIR

Metsade looduslikkuse taastamise tulemuslikkuse hindamine

*SA KESKKONNAINVESTEERINGUTE KESKUSE JA EESTI MAAÜLIKOOLI VAHEL 8. APRILLIL 2013. A.
SÕLMITUD LEPINGU NR. 3-2_7/208-5/2013 LÕPPARUANNE*

TARTU 2014

Sisukord

SISSEJUHATUS.....	3
METOODIKAD.....	5
PUISTU MÕÕTMISE METOODIKA.....	5
HÄILUDE MÕÕTMINE.....	17
ALUSTAIMESTIKU INVENTUUR.....	17
SAMBLIKE SEIRE.....	18
MARDIKALISTE SEIRE.....	19
ANDMEANALÜÜS.....	19
TULEMUSED.....	21
PUISTUSEIRE.....	21
ALUSTAIMESTU SEIRETULEMUSED.....	26
MARDIKALISTE SEIRETULEMUSED.....	31
INDIKAATORLIIGID.....	33
HINNANG ELUPAIGASEISEUNDI TRENDIDELE TAASTAMISALADE JA TAASTAMISVÕTETE KAUPA.....	36

SISSEJUHATUS

Eesti Maaülikooli (EMÜ) ja SA Keskkonnainvesteeringute Keskuse vahel 08. aprillil 2013. a. sõlmitud lepingu nr. 3-2_7/208-5/2013 kohaselt viis läbi EMÜ metsakorralduse osakond 2013-2014. a. 50-l metsade looduslikkuse taastamise püsiproovitükil kordusseire. Projekti vastutavaks täitjaks oli EMÜ metsakorralduse osakonna dotsent Henn Korjus, projekti põhitäitjaks oli EMÜ metsakorralduse osakonna teadur Diana Laarmann.

Käesoleva lepingu täitmise tulemusena viidi läbi puistu-, alustaimestiku, samblike ja putukate inventuurid. Puistuinventuuril kordusmöödeti 50 püsiproovitükil asuvad puud, mille eelmisest mõõtmisest (2008.a.) oli möödunud 5 aastat, teostati loodusliku uuenduse inventuur. Välitööde tegemisel osalesid metsakorralduse osakonna töötajad, doktorandid, magistrandid (Henn Korjus, Diana Laarmann, Ando Lilleleht, Rait Rotšan, Priit Pärn, Grete Laarmann, Leena Siir). Alustaimestiku inventuuril teostati soontaimede ja sammalde seire proovitükile rajatud püsiruudus. Seiret ja määramist viisid läbi Liis Kasari, Grete Laarmann, Leena Siir, Ruth Mändma. Samblike inventuur viidi läbi TÜ teaduri Ede Leppik'u poolt, selleks otsiti üles varem seiratud objektid. Putukate inventuuri teostas Ilmar Süda. Andmesisestuse arvutisse tegid Diana Laarmann, Ruth Mändma, Grete Laarmann, Ede Leppik ja Ilmar Süda. Kõik inventeerimisandmed on ühtlustatud ForMIS andmebaasiga. Esmase andmetöötuse viis läbi Diana Laarmann, taastamisedukust hindasid Henn Korjus, Diana Laarmann, Teele Paluots, Leena Siir.

Välitööd viidi läbi metsade looduslikkuse taastamise püsiseirealadel Leigri LKA, Saarjõe MKA, Laulaste LKA, Mõisamõtsa LKA, Kääpa MKA, Padakõrve LKA ja Laiksaare LKA (Tabel 1).

Looduslikkuse taastamise püsikatsealadelt saadud tulemusi tutvustati nii Eesti-sisestel kui ka rahvusvahelistel konverentsidel ja seminaridel:

- 6-11. oktoober 2013, Madison, USA. „5th World Conference on Ecological Restoration: Reflections on the Past, Directions for the Future“

Diana Laarmann, Henn Korjus „Initial effects of restoring natural forest structures in Estonia“

- 15. november 2013, Tallinn. RMK ja EMÜ ühisseminar

Diana Laarmann „Ökosüsteemi taastamise uuringud“

Projekti tulemusi esitatakse 11-14. augustil 2014 toimuval rahvusvahelisel konverentsil Tartus „Forest landscape mosaics: disturbance, restoration and management at times of global change“

Henn Korjus, Diana Laarmann „Forest ecosystem responses to ecological restoration treatments in Estonia“

Projekti tulemuste põhjal valmib 2014.a. magistritöö:

Leena Siir „Looduslikkuse taastamistegevuse hindamine püsiproovitükkidel“

Looduslikkuse taastamise katsetulemuste põhjal valmib 2014.a. doktoritöö:

Diana Laarmann „Metsaökosüsteemi taastamise võtete ja edukuse hindamine“

Tabel 1. Metsade looduslikkuse taastamise püsiseirealad (Kasutatud taastamisvõte: HL – häilu raiumine koos lamapuidu jätmisega; H – häilu raiumine; HP – häilu raiumine koos okste ülepõletamisega).

Looduskaitseala	Kv	Er	Kasutatud taastamisvõte	Taastamisvõttega proovitükkide arv	Kontrollala proovitükkide arv
Leigri LKA	KD381	6	HL	1	1
	KD386	3	HL	1	1
Saarjõe MKA	KB201	5	HL	1	1
	KB239	10	HL	2	1
	KB264	10	HL	1	1
	KB293	17	HL	1	1
Laulaste LKA	OJ146	8	HL	1	1
	OJ148	4	H	1	1
	OJ148	15	HL	1	1
	OJ148	17	HL	1	1
	OJ148	28	HL	1	1
Mõisamõtsa LKA	RS128	3	H	2	1
Kääpa MKA	HL426	1	HP	4	2
Padakõrve LKA	VA021	22	HL	1	1
	VA028	8	H	1	1

	VA031	3	HL	1	1
	VA031	4	HL	1	2
	VA039	7	HL	1	1
	VA040	2	HL	1	1
	VA040	3	HL	1	1
Laiksaare LKA	LS107	9	H, HL	2	1

METOODIKAD

PUISTU MÕÕTMISE METOODIKA

1.1. ETTEVALMISTUSTÖÖD

- 1.1.1. Kordusmõõtmisele kuuluvad püsiproovitükid, mille eelmisest mõõtmisest on möödunud 5 aastat.
- 1.1.2. Kordusmõõtmine oleks soovitatav läbi viia eelmise mõõtmisega samal ajal (sesoonsuse mõttes).
- 1.1.3. Iga kordusmõõtmisele kuuluva proovitüki jaoks koostatakse blankett, mis on osaliselt täidetud eelmise mõõtmise andmetega ja mis kuulub välitööde käigus parandamisele ja täiendamisele. Püsiproovitüki kordusmõõtmise eeltäidetud blanketi näidis on esitatud aruande lisas.
- 1.1.4. Kordusmõõdetavate proovitükkide asukohad märgitakse maanteede atlasele ja trükitakse 1:10000 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.
- 1.1.6. Tehakse eelmise mõõtmise väliandmete koopiad, mis võivad anda kordusmõõtmise tegemisel kasulikku lisainfot.

1.2. MÕÕTMISTEKS ETTEVALMISTUMINE PROOVITÜKIL

- 1.2.1. Proovitüki leidmiseks saab kasutada eelnevalt ettevalmistatud kaarte ja GPS seadet. Proovitüki tšenter peaks olema leitav eelmisel mõõtmisel puudele tehtud värvimärkide

järgi. Värvimärgid puudel on tsentri suunas. Proovitüki tsentris peaks olema metall- või plastmasstoru.

- 1.2.2. Kui proovitüki keskkoha tähist ei õnnestu leida, tuleb proovitüki keskkoha leidmiseks eelmise mõõtmise andmetest leida mõni selgelt eristatav puu (mingi märgistusega, teistest erinev puuliik, kaheharuline või erilise vigastusega, suure diameetriga vms) ja teades nende puude koordinaate saab tuletada proovitüki tsentri asukoha.
- 1.2.3. Mõõtmiseks ettevalmistamise käigus seadistatakse bussool magnetilisele põhjasuunale, kontrollitakse *Forestor Vertexi* kaugusmõõdu õigsust (10 m lindi abil) ja 1,3 m kõrguse mõõdu märki riietusel, klupi ja värvipulverisaatori töökorras olekut. Proovitüki tsentris lülitatakse tööle *Forestor Vertexi* vastaja (*transponder*). Puude mõõtmismärkideks kasutatav värv peaks erinema eelmise mõõtmise värvist.
- 1.2.4. 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.
- 1.2.5. Tuleb mõõta üldandmete blanketil puuduolevad andmed (metsaelementide vanused, kõduhorisondi tusedused jne). Tuleb kontrollida, kas blanketile märgitud rinate raadiused vastavad tegelikult mõõdetud puudele. Kui mingi rinde raadius on 0, siis selle rinde puud 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.
- 1.2.6. Väga oluline on fikseerida miinimumdiameeter **D_{min}**, kui peenikesi ilmselt väljalangevaid puud ei mõõdetata (tavaliselt keskealises või vanemas metsas).
- 1.2.7. Võimalikult täpselt tuleb üle mõõta proovitüki tsentri geograafilised koordinaadid. Kui on võimalik kasutada hiljem diferentsiaalparandit, tuleb blanketile lisada ka vastav GPS failinimi.
- 1.2.8. Blanketile kirjutatakse mõõtjate nimed (esimesse lahtrisse "kirjutaja", teise lahtrisse "mõõtja"), kuupäev ja kõigi toimingute alguse ja lõpu kellaeg.
- 1.2.9. 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).

1.2.10. 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 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 – vaht
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 *Forestor 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 *Forestor 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. Mineraalpinnasel kasvavatel puudel loetakse **juurekael** pinnasega samal kõrgusel olevaks, kuivendatud soomuldadel arvestatakse turbahorisondi 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 2 ja tabelis 3. 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 2. Kahjustuste koodid

Kood	Kirjeldus	Kood	Kirjeldus	Kood	Kirjeldus
1	Tuli	5	Lumi	6	Külm
10	Sõralised	20	Latipihklane	21	Säsiürask
22	Kooreüraskid	23	Hiidürask	24	Juureürask
25	Männikärsakas	26	Männi koorelutikas	27	Maipõrnikas
28	Külmaliblikas	29	Tammemähkur	30	Männivaablane
31	Männivaksik	40	Juurepess	41	Männitaelik
42	Külmaseen	43	Männi koorepõletik	44	Haavataelik
45	Tüvevähk	47	Võrsevähk	50	Teised kahjustused
53	Mehaaniline vigastus	54	Saastekahjustused	99	Määramata kahjustus (kommenteerida)

Tabel 3. 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 *Forestor 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 mõõtmisruund (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 andmestikus 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 vigane, tuleb märkuste lahtrisse lisada "**HV viga**" või "**HKO viga**".

1.4.5. Ka mudelpuude mõõtmiseks kulunud aeg fikseeritakse proovitüki blanketil. Kõige raskem on mõõta puude kõrgusi mitmerindelises metsas kõrgetes ja tihedates lehtpuugruppides. Eelmise kõrguse mõõtmisi võib tunnistada vigaseks, kui oleme selles kindlalt veendunud

(näiteks kaldus puud võidi mõõta teisest suunast). Ka kõrguste mõõtmise 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 tsentrist 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), Dfits üksikvaatluse mõju.

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

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

PS! Kõrguse erindeid kontrollitakse metsaelementide järgi (st. puuliik&rinne).

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

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

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

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

15 – kahe järjestikuse mõõdetud puu kaugus on suurem kui R_1 (välimise ringi raadius). Erind võib olla ka vale asimuut.

16 – kaugus üle-eelmisest puust on väiksem kui $R_1/10$, kuid kaugus eelmisest puust on suurem kui $R_1/3$. Erind võib olla ka asimuudi viga, mistõttu kaugus eelmisest või üle-eelmisest puust on ekslik.

1.6. PROOVITÜKIL TEHTAVAD ÜLDTÖÖD

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

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

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

1.6.4. Igast ilmakaarest proovitüki 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.

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

1.6.7. Lahtrisse **KKT** kirjutatakse kasvukohatüüp E. Lõhmuse түpologia järgi.

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 rinate raadiused on õiged.

- 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, kokkuveoted jms kohta. Selleks, et majanduslikud tööd lisada hiljem üldandmete faili välja "Raieliik", tuleks raie iseloomustamiseks valida üks alljärgnevatest koodidest: HR – harvendusraie, SR – sanitarraie, KR – koridoride raiumine, KV - kokkuveotee, HL – häilraie, VR – valikraie, MR – arusaamatu raieliik.
- 1.6.11. Kontrollitakse, kas proovitüki **skits**, kus proovitüki tsepter on seotud lähedal asuvate selgelt leitavate loodusobjektidega, on piisavalt arusaadav või vajab täpsustamist.
- 1.6.12. Proovitüki kergemaks leidmiseks järgmisel kordusmõõtmisel värskendatakse proovitüki tseptri läheduses paar puud **värviringiga**. See info lisatakse ka proovitüki blanketile vastavate puude märkuste lahtrisse.
- 1.6.13. Proovitüki tseptrisse kaevatakse **plastmasstoru**, mis jääb 5-10 cm ulatuses mullast välja. Metsaseire vaatluspunktides on proovitüki tseptri post eelnevalt olemas. Selle asendit ei muudeta, samuti ei lisata metsaseire vaatluspunktides puudele värviringe, sest osa mõõdetavatest puudest on juba eelnevalt tähistatud.
- 1.6.14. Proovitüki tseptris fikseeritakse seadmega Magellan GPS ProMark X proovitüki geograafilised **koordinaadid**. Kohapeal saadud tulemus kirjutatakse proovitüki blanketile ja seadmesse salvestatakse ka mõõtmistulemused (vähemalt 150 satelliidilugemist igalt proovitükilt) koordinaatide järeltötluseks hiljem baasjaama diferentsiaalparandeid kasutades. Kui puude võrade all on satelliidisignaalid nõrgad, võib vajaduse korral kasutada lisaantenni, mis õngeridvast kohandatud toega upitatakse 6 m kõrgusele parema nähtavuse piirkonda.
- 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: proovitüki tseptrist põhja, ida, lõuna ja lääne suunas ja veel lõuna suunast proovitüki tseptrit.

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

Iga mõõdistatud proovitüki kohta on prinditud lehekülg (Lisa 1), millel on esitatud proovitüki takseerikirjeldus mõõtmisandmete põhjal ja puude asendiskeem. Lehel on kasutatud järgmisi tähiseid ja lühendeid.

Metskonna nimi ning kvartali ja Metskonna nimi ning kvartali ja eralduse number (Kv-Er) on võetud viimase metsakorralduse aasta (MK aasta) järgi.

Kasvukohatüübi (KKT) lahtris kasutatakse Metsa korralduse juhendiga (RTL, 21.12.2006, 91, 1684) määratud lühendeid.

A1 - esimese rinde vanus, aasta.

H1 - esimese rinde keskmine kõrgus, m.

D1 - esimese rinde takseerkeskmine diameeter, cm.

G1 - esimese rinde rinnaspindala, m²/ha.

N1 - esimese rinde puude arv hektaril.

M1 - esimese rinde hektaritagavara, m³/ha.

N2 - teise rinde puude arv hektaril.

M2 - teise rinde hektaritagavara, m³/ha.

NSurn - surnud puude arv hektaril.

MSurn - surnud puude hektaritagavara, m³/ha.

NRaie - hiljuti raiutud puude arv hektaril.

MRaie - hiljuti raiutud puude hektaritagavara, m³/ha

Pindala - proovitüki pindala, ha.

Puude asendiskeemil on erinevat värvi markeritega tähistatud erinevate rinnete ja puuliikide puid, tüükaid, surnud puid ja kände. Mudelpuud on tähistatud markeritega, mis on paksus kirjas. Markerite suurus on lineaarse seoses puu diameetriga. Skeemil on esitatud proovitüki piirringjoon,

sisemise proovitüki ringjoon (võib langeda kokku pierringjoonega) ja proovitüki keskpunkt (tsenter).

HÄILUDE MÕÕTMINE

Häilu mõõtmiseks ettevalmistamise käigus seadistati bussool magneetilisele põhjasuunale, kontrolliti *Vertex IV* kaugusmõõdu õigsust (kalibreeriti 10 m lindi abil) ja 1,3 m kõrgusel mõõdumärki riietusel ning vertikaalse vaatamise abivahendi töökorras olekut. Andmete ülesmärkimiseks kasutati blanketti, kuhu kirjutati mõõtjate nimed („kirjutaja“, „diameetrite mõõtja“ ja „kõrguste mõõtja“), kuupäev ning kõigi toimingute alguse ja lõpu kellaeg.

Mõõtmisi alustati alati põhjasuunast ning liiguti niikaua tsentrist häilu ääre suunas, kuni vertikaalse vaatamise abivahendi vaatevälja tuli nähtavale võra. Seejärel mõõdeti kaugus tsentrist. Mõõtmised toimusid järgmistel asimuutidel: 0; 22,5; 45; 67,5; 90; 112,5; 135; 157,5; 180; 202,5; 225; 247,5; 270; 292,5; 315; 337,5.

Igale mõõdetud kaugusele tsentrist arvatati x ja y koordinaadid, kus x ja y koordinaat leiti vastavalt: kaugus tsentrist korrutatuna asimuudi nurga siinusega ja kaugus tsentrist korrutatuna asimuudi nurga koosinusega.

Teoreetiliselt on häilu pindala P kirjeldatav valemitega:

$$2P_1 = \sum_{i=1}^{i=n} X_i (Y_{i+1} - Y_{i-1}) \quad (2.1)$$

$$2P_2 = \sum_{i=1}^{i=n} Y_i (X_{i-1} - X_{i+1}) \quad (2.2)$$

kus P on häilu pindala ja X ning Y on punktide koordinaadid.

Valem 2.1 on häilu pindala arvutamise põhivalem ja valem 2.2 on kontrollvalem. Vastused erinevate valemite puhul peavad tulema samad.

ALUSTAIMESTIKU INVENTUUR

Kõigepealt tehti kindlaks liigiline koosseis rinnete ja liigiisendite kaupa ning taimistu üldkatvus %-des. Liigilise koosseisu kõrval iseloomustati ka kasvukohta (seireala) üldiselt. Üldiseloomustus

kirjeldas asukohta, puistu andmeid, asendit reljeefil, veerežiimi, mikroreljeefi, taimestu mosaiiksust, varist, kõdupuidu pehkimisastet, muid mõjutusi ja kahjustusi.

Alustaimestiku puhul kasutati käesolevate seireandmete saamiseks nn sammumeetodit. See tähendab, et tehti 100 sammu, igal sammul märgiti jala ees ca 100 cm² olevad taimed. Sammumeetod on üsna lihtne ja objektiivne. Sobib suhteliselt liigivaeste boreaalsete metsakoosluste alustaimestiku analüüsiks.

Andmed kanti tabelisse, milles tulbana taimeliigid (soovitav ladinakeelsete nimedega), päises sammude (miniruutude) numbrid 1 -100 (Tabel 4). Tulemuseks saadi isendite sagedus (frekvents), mis tegelikult peegeldab ka katvust, mida väljendatakse tabelis rea lõpus %-dena. Üksikute väikeste isendite (nt tõusmed) puhul tuleb mõttes pindalalist katvust pisut vähendada (lugeda 2 sammu üheks).

Tabel 4. Sammumeetodi andmetabeli näidis

Liigid	Sammud (miniruudud)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Jne
Vacc myrt	1		1	1	1		L			1	1		1			1	1			
Vacc vi-id		1		1				1	1					1	1				1	1
Mela prat		1				1		1							1					
jne																				

SAMBLIKE SEIRE

Esimesel samblikesirel enne taastamistöde tegemist 2004. aastal valiti välja kasvupinnad, kus edaspidi jälgitakse samblikeliikide arvu ja ohtrust. Samblikesire viis läbi 2013. aastal TÜ teadur Ede Leppik. Seirepuid on valitud välja erinevatel proovitükkidel erineval arvul.

Igal seirepuul kasutati samblike ohtruse määramiseks 0-1,8 m ulatuses subjektiivset hinnangut skaalaga: 1 – väga vähe, 1-2 eksemplari, esineb <5% tüveosal; 2 – vähe, kuni 10 eksemplari, esineb 5-20% tüveosal; 3 – kesmiselt, esineb 20-50% tüveosal; 4 – palju, esineb >50% tüveosal.

Lamapuude, juurestike ja kändude samblikuliikide ohtrusi registreeriti sarnase skaala alusel. Igal alal registreeriti ka seiratavad samblikuliigid keskpunktist kuni 100 m raadiuses.

MARDIKALISTE SEIRE

Putukate seiret on kõikidel seirekordadel läbi viinud Ilmar Süda. Kõige olulisem on putukate puhul see, et seirekordade võrreldavad perioodid langeksid kokku. Kahenädalased tsüklid valiti nii palju kui võimalik sarnaselt 2004. aasta vaatlustsüklitega. Kui vaatlusperioodid ei lange kokku, siis ei ole üldistustel ja kokkuvõtetel suurt mõtet.

Putukate vaatlemiseks kasutati akenpüüniseid, mida paigutati 2004. aastal 20 tükki ja 2005, 2008, ja 2013. aastal 18 tükki.

Seire käigus märgiti üles koht, kus seiret teostati (ala, kvartal, eraldis), seirepunkti koordinaadid, metsaregistri takseerandmed (koosseis, peapuuliigi vanus, kasvukohatüüp ja metsatüüp majandustegevuse järgi), putukapüünise asukoht (elusal- või surnud okaspuul, elusal- või surnud lehtpuul, põdrakahjustusega puul, puutüükal, mädanenud või seenetanud puul), raietüüp (enamikel häilraie) ja häilu seisund (materjal koristatud, tüved metsas, jäetud mõned tüükad, tüved osaliselt metsas, palgid metsas väikestes hunnikutes või siis häilul okste hunnikud).

ANDMEANALÜÜS

Seiretulemuste analüüsimisel kasutati antud töö puhul kahefaktorilist dispersioonanalüüsi. programmides PC-ORD ja Microsoft Excel. Dispersioonanalüüsi korral on tegemist mudelitega, kus funktsioontunnuseks on pidev tunnus, kuid argumenttunnused on diskreetsed (võivad olla nii arvulised kui ka mittearvulised). Dispersioonanalüüsi argumenttunnuseid nimetatakse faktoriteks. Kahefaktorilise dispersioonanalüüsi korral analüüsitakse kahe faktori keskväärtuste mõju korraga.

Käesoleva töö puhul sooviti teada saada, kas puistu, alustaimestiku ja putukate liigiline muutus oli tingitud taastamisvõttest või aastast.

Dispersioonanalüüsi puhul peavad olema täidetud järgnevad eeldused:

1. funktsioontunnus Y on kõigis rühmades normaaljaotusega;
2. funktsioontunnuse Y dispersioon on kõigis rühmades ühesugune.

Tulemused saavad tõestatuks F -jaotuse α -täiendkvantiili alusel. Metsanduses võetakse olulisuse nivooks tavaliselt $\alpha = 0.05$. Olulisuse nivoo alusel saame vastu võtta kaks hüpoteesi: H_0 -

nullhüpotees või H_1 - sisukas ehk alternatiivne hüpotees. H_0 - nullhüpotees väljendab tavaliselt uurijat mittehuvitavat juhtu (üldkogumi vastamine teatud standardile, kus puuduvad erinevused, mõjud ja seosed). Nullhüpoteesi ei ole võimalik tõestada. H_1 - sisukas ehk alternatiivne hüpotees on see, mida uurija soovib tõestada (tavaliselt väljendub see mingi erinevuse, mõju või seose olemasolus). Sisukas hüpotees loetakse tõestatuks olulisuse nivooga α , kui F-statistiku väärtus on suurem kui 0.05. Sellest tulenevalt on rühmade keskväärtused erinevad. Juhul kui F-statistiku väärtus on väiksem või võrdne kui 0,05, siis ei ole võimalik sisukat hüpoteesi tõestada ja tuleb vastu võtta nullhüpotees. Sellisel juhul on rühmade keskväärtused võrdsed.

Bioloogilist mitmekesisust konkreetses piirkonna hinnatakse liigirikkuse ja mitmekesisuse uuringutega erinevates taksonoomilistes rühmades. Indeks on arvutatud puude, rohttaimede, puhmaste, sammalde ja samblike kohta. Shannoni mitmekesisuse indeks sõltub nii liikide arvust kui ka rohkusest:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i \quad , \quad (1)$$

kus

S = liikide arv

i = isendite arv i-ndas liigis

p_i = liigi (suhteline) ohtrus (võrrelduna teiste liikidega)

Shannoni mitmekesisuse indeks näitab nii liikide rikkust kui ka ohtrust uuritavatel aladel. Mida rohkem on uuritavatel aladel liike ja mida suurem on nende arvukus, seda suurem on indeksi väärtus.

Hindamiseks taastamisvõtete efektiivsust ning võtet vahelist erinevust kasutati tarkvara PC-ORD analüüsipakette MRPP (Multiple Response Permutation Procedure-mitme parameetiline protseduur), ISA (Indicator Species Analysis – indikaatorliikide analüüs) ja CCA (Canonical Correspondence Analysis – kanooniline vastavusanalüüs). MRPP (Multiple Response Permutation Procedure) on mitteparameetiline analüüs, millega saab kontrollida liigikoosseisu erinevusi taastamisvõtete vahel. Liigilise koosseisu erinevust taastamisvõtete lõikes hinnati 2013. aasta kohta. Indikaatorliikide analüüsi (ICA- Indicator Species Analysis) kasutati 2008. aasta andmete põhjal. See meetod on kohaldatud ainult liikidele, sest see põhineb ainult sellistel andmetel nagu ohtrus ja sagedus. Analüüs leiab igale liigile suhtelise ohtruse ja sageduse (%) ning

indikaatorväärtused (%) vastavalt taastamisvõttele. Indikaatorväärtuste statistilist olulisust testiti Monte Carlo simulatsiooni testiga, mis baseerub 1000-l grupeerimisel.

TULEMUSED

PUISTUSEIRE

Puistu takseernäitajad koos proovitükil asuvate puude skeemidega on toodud Lisas 1. Käesoleva lepingu raames mõõdetud proovitükkide nimekiri on esitatud tabelis 5.

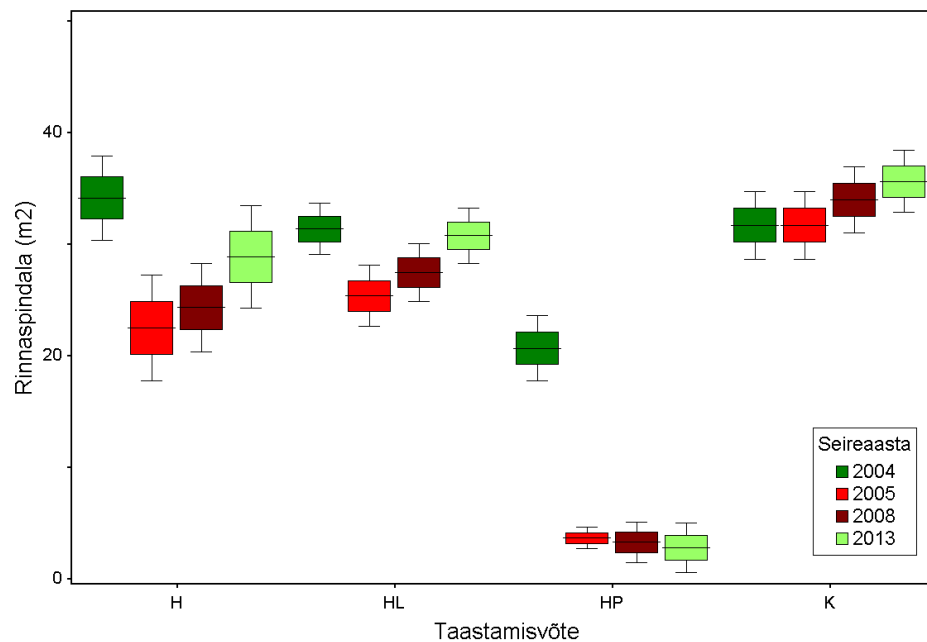
Tabel 5. 2013. aastal mõõdetud puistu proovitükid (K-kontrollala, H-häilu raiumine, HP-häilu raiumine koos okste ülepõletamisega, HL- häilu raiumine koos lamapuidu jätmisega), puistu vanus (A) 2013. aastal, proovitüki radius (R).

Prt	Teine nr.	Taastamisvõte	Metskond	Kv	Er	KKT	PE	A	R
637	22	K	Orajõe	OJ148	15	PH	MA	62	20
640	25	K	Orajõe	OJ148	17	PH	MA	57	25
1200	35	K	Vara	VA028	9	JK	KU	54	20
1201	36	H	Vara	VA028	9	JK	KU	54	20
1202	37	K	Vara	VA031	3	PH	MA	69	15
1203	38	HL	Vara	VA031	2	PH	MA	69	15
1204	40	HL	Vara	VA031	2	PH	MA	64	20
1205	41	K	Vara	VA031	3	PH	MA	64	20
1206	31	K	Vara	VA021	21	PH	MA	54	20
1207	32	HL	Vara	VA021	21	PH	MA	54	20
1208	28	HL	Vara	VA039	9	PH	KU	43	20
1209	33	HL	Vara	VA040	2	MS	KU	43	15
1210	29	K	Vara	VA039	7	MS	KU	55	20
1211	44	K	Vara	VA040	3	JK	KU	39	20
1212	34	K	Vara	VA040	2	MS	KU	43	15
1213	43	HL	Vara	VA040	3	JK	KU	39	20
1214	39	K	Vara	VA031	3	PH	MA	64	25
1215	42	K	Halliku	HL426	1	PH	MA	59	20
1216	14	HP	Halliku	HL426	1	PH	MA	59	25
1217	8	HP	Halliku	HL426	1	PH	MA	59	25
1218	30	HP	Halliku	HL426	3	PH	MA	59	30

Prt	Teine nr.	Taastamisvõte	Metskond	Kv	Er	KKT	PE	A	R
1219	16	K	Halliku	HL426	1	PH	MA	59	30
1220	13	HP	Halliku	HL426	1	PH	MA	59	30
1221	50	K	Orajõe	OJ148	4	PH	MA	59	25
1222	24	HL	Orajõe	OJ148	17	PH	MA	57	20
1223	26	HL	Orajõe	OJ148	28	MS	MA	64	25
1224	21	H	Orajõe	OJ148	4	PH	MA	59	20
1225	27	K	Orajõe	OJ148	28	MS	MA	64	25
1226	23	HL	Orajõe	OJ148	15	PH	MA	62	20
1227	49	K	Orajõe	OJ146	8	MS	KU	49	20
1228	19	HL	Laiksaare	LS107	9	JK	KU	54	20
1229	20	H	Laiksaare	LS107	9	JK	KU	54	20
1230	48	HL	Orajõe	OJ146	8	MS	KU	49	20
1231	18	K	Laiksaare	LS107	9	JK	KU	54	20
1232	6	K	Kabala	KB201	7	MS	KU	49	15
1233	7	HL	Kabala	KB201	7	MS	KU	49	15
1234	3	HL	Kabala	KB239	10	JK	KS	61	20
1235	9	HL	Kabala	KB239	10	JK	KU	61	20
1236	15	K	Kabala	KB293	17	JK	KU	64	20
1237	12	K	Kabala	KB264	10	MS	KU	47	15
1238	17	HL	Kabala	KB293	17	JK	KU	64	20
1239	11	HL	Kabala	KB264	10	MS	KU	47	15
1240	45	H	Roosa	RS128	3	JK	KU	39	15
1241	46	H	Roosa	RS128	3	JK	KU	39	15
1242	47	K	Roosa	RS125	15	JK	KU	89	25
1243	2	HL	Kärdla	KD381	6	MS	MA	59	20
1244	1	K	Kärdla	KD381	6	MS	MA	59	20
1245	4	HL	Kärdla	KD386	3	PH	MA	109	25
1246	5	K	Kärdla	KD386	3	PH	MA	109	25
1247	10	K	Kabala	KB239	10	JK	KU	61	20

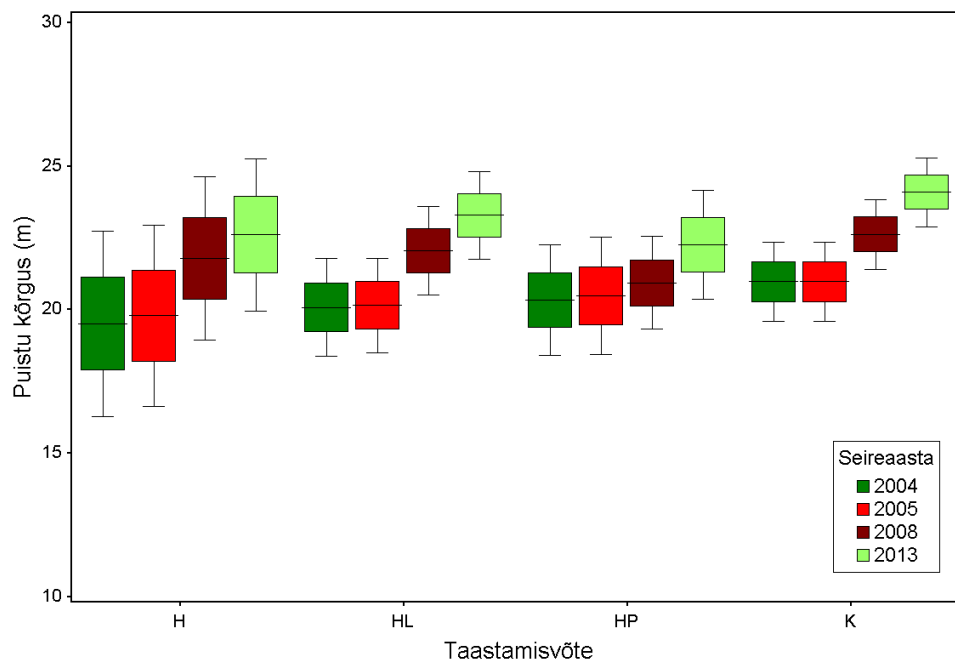
Puistu takseernäitajatest on esitatud ülevaade joonisel 1 puistu rinnaspindala kohta mõõtmisaastate ja taastamisvõtete järgi. Joonisel on näha, et rinnaspindala vähenes võtete

järgselt puude välja raiumise tõttu väljaarvatud kontrollalal. Pärast võtete tegemist on toimunud rinnaspindala suurenemine.



Joonis 1. Puistu rinnaspindala aastate ja taastamisvõtete järgi. Karpdiagrammi keskmine joon näitab keskmist väärtust, ääred ühte standardviga ja vuntsid kahte standardviga. Taastamisvõtted: K-kontrollala, H-häilu raiumine, HP-häilu raiumine koos okste ülepõletamisega, HL- häilu raiumine koos lamapuidu jätmisega.

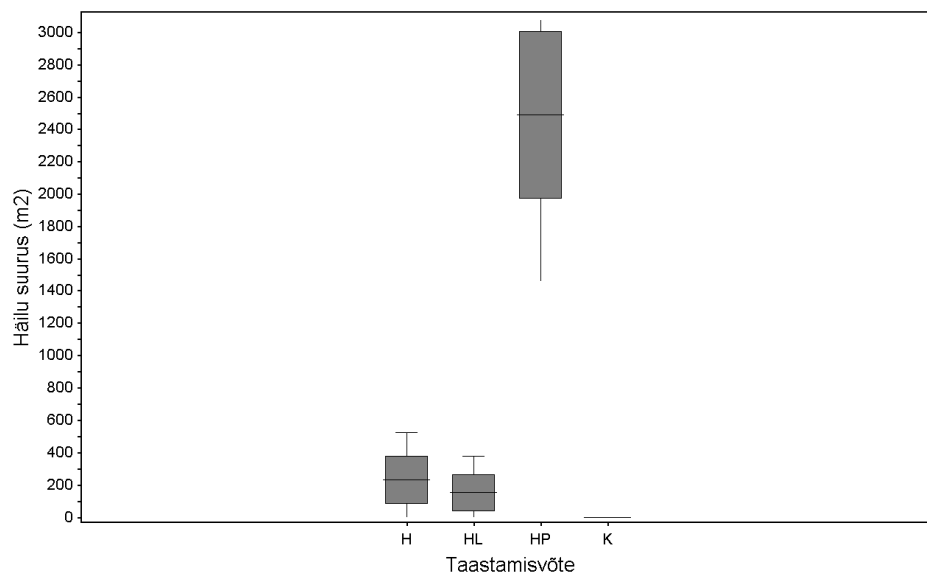
Puistu keskmine kõrgus proovitükkidel mõõtmisaastate ja taastamisvõtete lõikes on esitatud joonisel 2. Puistu keskmise kõrguse arvutamisel on võetud arvesse vaid 1. rinde puude kõrgused. Kõikide proovitükkide puistu kõrgus on mõõtmisaastatel ühesugune ja edasistel aastatel toimub suurenemine. Taastamisvõtete tegemine ei mõjuta puistu kõrgust.



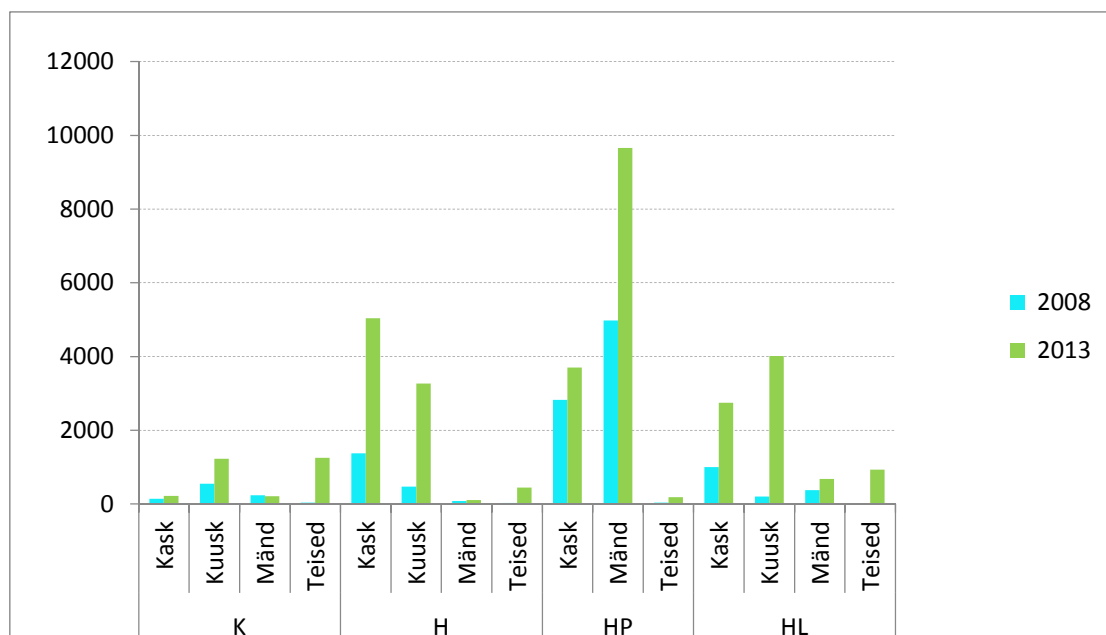
Joonis 2. Puiistu kõrgus aastate ja taastamisvõtete järgi. Karpdiagrammi keskmine joon näitab keskmist väärtust, ääred ühte standarddiga ja vuntsid kahte standarddiga. Taastamisvõtted: K-kontrollala, H-häilu raiumine, HP-häilu raiumine koos okste ülepõletamisega, HL- häilu raiumine koos lamapuidu jätmisega.

Taastamisvõtete käigus raiutud häilude suurust aastal 2013 näitab joonis 3, kus on näha, et kontrollaladel häilusid ei esine, kõige suuremad häilud on raiutud taastamisvõtte HP korral. Keskmine häilu suurus taastamisvõtete H ja HL korral on 200 m².

Loodusliku uuenduse keskmine arvukus tõusis 524 puult hektari kohta 2008. aastal 1969 puule hektari kohta 2013. aastal. Loodusliku uuenduse keskmine arvukus hektari kohta taastamisvõtete ja puuliikide kaupa aastatel 2008-2013 on esitatud joonisel 4. Kahefaktorilise dispersioonanalüüsi tulemus näitas loodusliku uuenduse arvukuse erinevust nii seireaastate ($p < 0,05$) kui taastamisvõtete ($p < 0,05$) vahel.

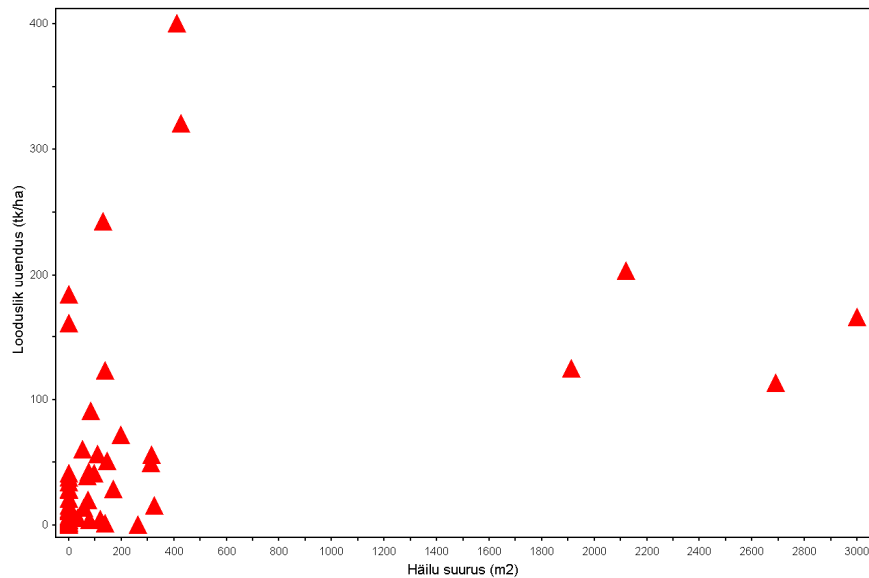


Joonis 3. Taastamisvõtete käigus puistusse rajatud häilude suurus 2013. aastal taastamisvõtete järgi. Karpdiagrammi keskmine joon näitab keskmist väärtust, ääred ühte standarddviiga ja vuntsid kahte standarddviiga. Taastamisvõtted: K-kontrollala, H-häilu raiumine, HP-häilu raiumine koos okste ülepõletamisega, HL- häilu raiumine koos lamapuidu jätmisega.



Joonis 4. Loodusliku uuenduse arvukus hektari kohta puuliikide ja taastamisvõtete kaupa aastatel 2008 ja 2013. Taastamisvõtted: K-kontrollala, H-häilu raiumine, HP-häilu raiumine koos okste ülepõletamisega, HL- häilu raiumine koos lamapuidu jätmisega.

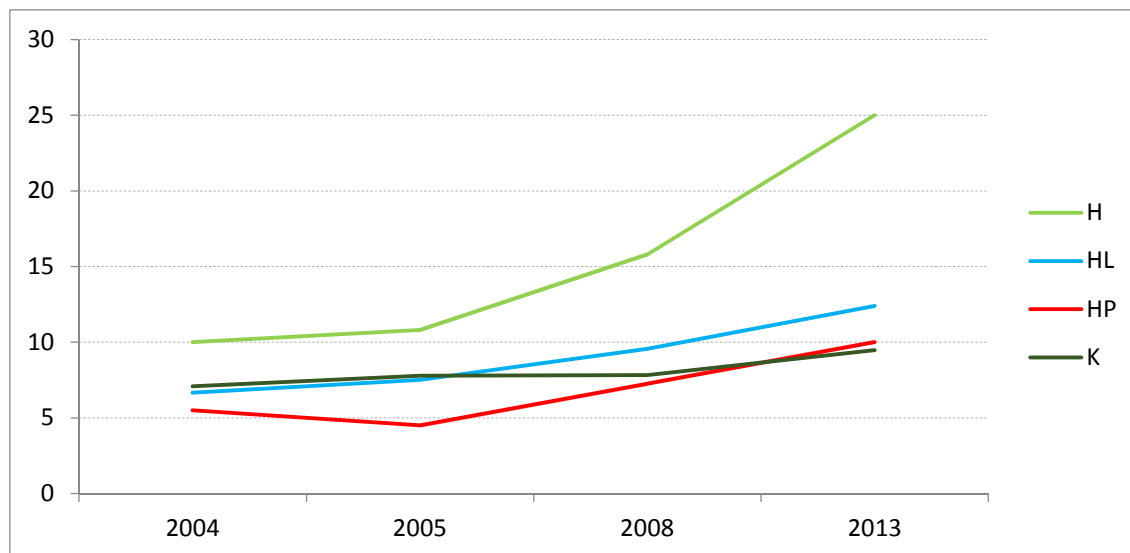
Analüüsid 2013. aasta loodusliku uuenduse arvukuse sõltuvust häilu suurusest selgus (joonis 5), et häilu suurus mõjutab positiivselt loodusliku uuenduse arvukust ($p < 0,01$).



Joonis 5. Loodusliku uuenduse arvukus sõltuvalt häilu suurusest.

ALUSTAIMESTU SEIRETULEMUSED

Rohttaimede ja puhmaste liigirikkuse muutus taastamisvõtete kaupa seireaastate lõikes on esitatud joonisel 6. 50 püsiproovitükil registreeriti kokku 2004. aastal 61 liiki, 2005. aastal 66 liiki, 2008. aastal 82 liiki ja 2013. aastal 98 liiki. Keskmiselt proovitüki kohta esines 2004. aastal 7, 2005. aastal 8, 2008. aastal 9 ja 2013. aastal 12 liiki. Kõige suurem liigirikkuse muutus on toimunud proovitükkidel, kuhu on raiutud häil, keskmiselt 10 liigilt 2004. aastal keskmiselt 25 liigile 2013. aastal. Kahefaktorilise dispersioonanalüüsi tulemus näitas rohttaimede ja puhmaste liigirikkuse erinevust nii seireaastate ($p < 0,05$) kui taastamisvõtete vahel ($p < 0,01$).



Joonis 6. Rohttaimede ja puhmaste keskmine liikide arv proovitükil taastamisvõtete kaupa seireaastate lõikes. Taastamisvõtted: K-kontrollala, H-häilu raiumine, HP-häilu raiumine koos okste ülepõletamisega, HL- häilu raiumine koos lamapuidu jätmisega.

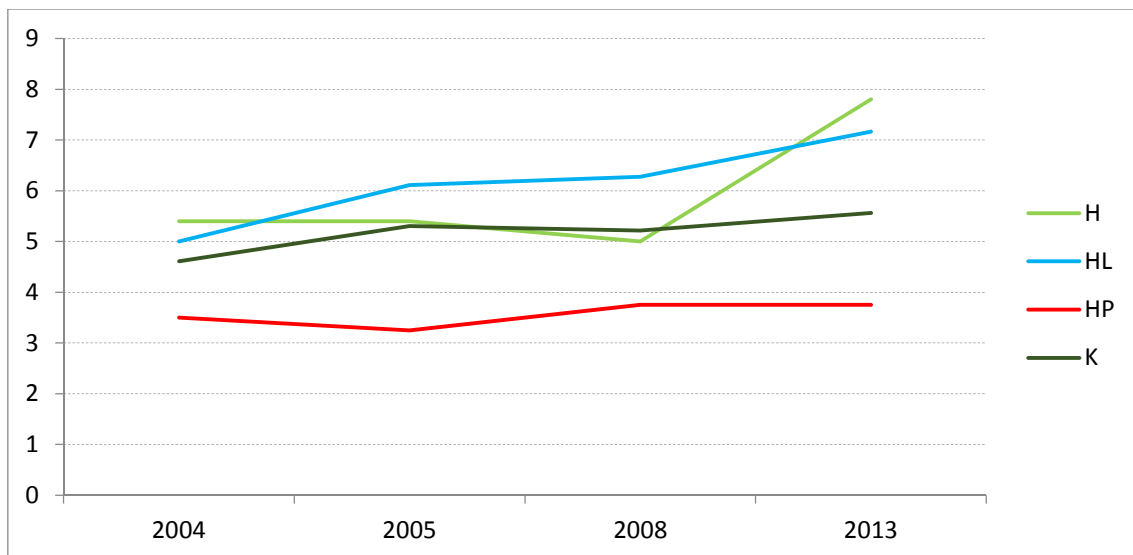
Kõikide püsiproovitükide rohttaimede ja puhmaste keskmine Shannoni indeks taastamisvõtete kaupa seireaastate lõikes on toodud tabelis 6. Tabelist on näha, et Shannoni indeksi muutust mõjutavad nii mõõtmisaastad ($p < 0,01$) kui ka taastamisvõte ($p < 0,001$).

Tabel 6. Rohttaimede ja puhmaste keskmine Shannoni indeks taastamisvõtete kaupa seireaastate lõikes ja kahefaktorilise dispersioonanalüüsi tulemused. Taastamisvõtted: K-kontrollala, H-häilu raiumine, HP-häilu raiumine koos okste ülepõletamisega, HL- häilu raiumine koos lamapuidu jätmisega.

Rohttaimed ja puhmad					ANOVA tulemused			
					Seireaasta		Taastamisvõte	
	H	HL	HP	K	F	<i>p</i>	F	<i>p</i>
2004	1.800	1.264	0.988	1.319	10.18008	0.00299	16.93111	0.00048
2005	1.637	1.387	1.025	1.427				
2008	2.132	1.554	1.535	1.466				
2013	2.559	1.743	1.616	1.544				

Rohttaimede liigilise arvukuse ja häilu suuruse vahel ei leitud usaldatavat seost ($p=0,77$), samuti häilu suurus ei mõjuta oluliselt rohttaimede mitmekesisuse indeksit ($p=0,79$).

Sammalde liigirikkuse muutus taastamisvõtete kaupa seireaastate lõikes on esitatud joonisel 7. 2004. aastal, 2005. aastal ja 2008. aastal registreeriti 50 püsiproovitükil keskmiselt 5 liiki ning 2013. aastal 6 liiki. Kõige suurem liigirikkuse muutus on toimunud taastamisvõtte häilu raiumine korral, 5 liigilt 2004. aastal 8 liigile 2013 aastal. Kahefaktoriline dispersioonanalüüs näitas sammalde liigirikkuse erinevust nii seireaastate ($p < 0,05$) kui taastamisvõtete vahel ($p < 0,001$).



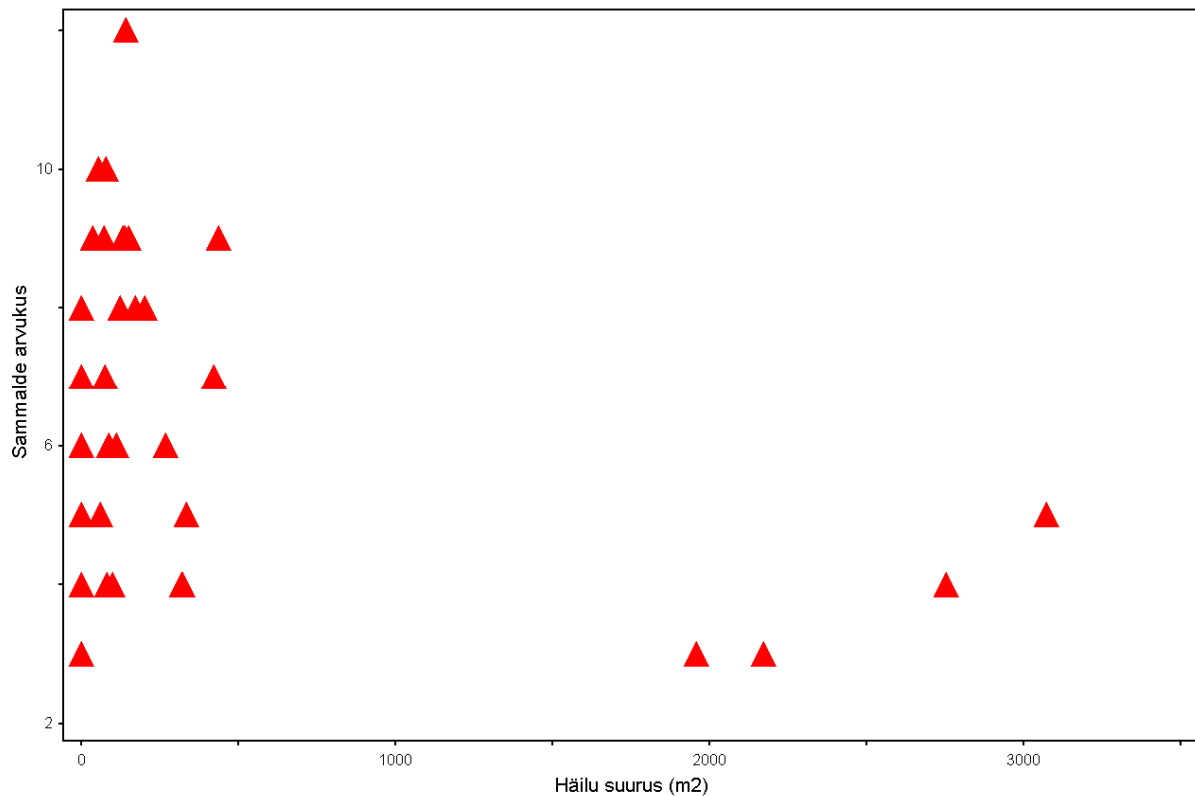
Joonis 7. Sammalde liigirikkuse muutus taastamisvõtete kaupa seireaastate lõikes. Taastamisvõtted: K-kontrollala, H-häilu raiumine, HP-häilu raiumine koos okste ülepõletamisega, HL- häilu raiumine koos lamapuidu jätmisega.

Kõikide püsiproovitükkide sammalde keskmine Shannoni indeks taastamisvõtete kaupa seireaastate lõikes on toodud tabelis 7. Sammalde Shannoni indeks ei muutunud seireaastate lõikes ($p = 0,06$), aga on erinev taastamisvõtete vahel ($p < 0,05$).

Sammalde liigirikkuse ja häilu suuruse vahelist olulist seost ($F = 4.21$; $p = 0,04$) näitab joonis 8. Sammalde liigirikkus on suurem väiksema häilu korral. Sammalde Shannoni indeks ei sõltu häilu suurusest ($p = 0,06$).

Tabel 7. Sammalde keskmine Shannoni indeks taastamisvõtete kaupa seireaastate lõikes ja kahefaktorilise dispersioonanalüüsi tulemused. Taastamisvõtted: K-kontrollala, H-häilu raiumine, HP-häilu raiumine koos okste ülepõletamisega, HL- häilu raiumine koos lamapuidu jätmisega.

Samblad					ANOVA tulemused			
					Seireaasta		Taastamisvõte	
	H	HL	HP	K	F	P	F	P
2004	1.173	1.038	0.789	0.949	3.55653	0.06058	5.94361	0.01615
2005	0.974	1.244	0.731	1.108				
2008	1.062	1.275	0.998	1.100				
2013	1.639	1.394	0.893	1.225				



Joonis 8. Sammalde liigirikkuse ja häilu suuruse vaheline seos.

Samblike liigirikkuse muutus taastamisvõtete kaupa seireaastate lõikes on esitatud joonisel 9. 2004. aastal registreeriti 50 püsiproovitükil keskmiselt 15 liiki, 2005. aastal 15 liiki, 2008. aastal 17 liiki ja 2013. aastal 22 liiki. Kõige suurem on liigirikkuse muutus olnud taastamisvõtete häilu raiumine ja häilu raiumine koos okste põletamisega korral. Mõlema taastamisvõtte korral on 50 püsiproovitüki keskmine liigirikkus 9 aasta jooksul tõusnud 11 liigi võrra. 50 püsiproovitükil

kokku registreeriti 2004. aastal 82 liiki, 2005. aastal 85 liiki, 2008. aastal 91 liiki ja 2013. aastal 98 liiki. Kahefaktorilise dispersioonanalüüsi tulemus näitas samblike liigirikkuse erinevust nii seireaastate ($p < 0,001$) kui taastamisvõtete ($p < 0,001$) vahel.



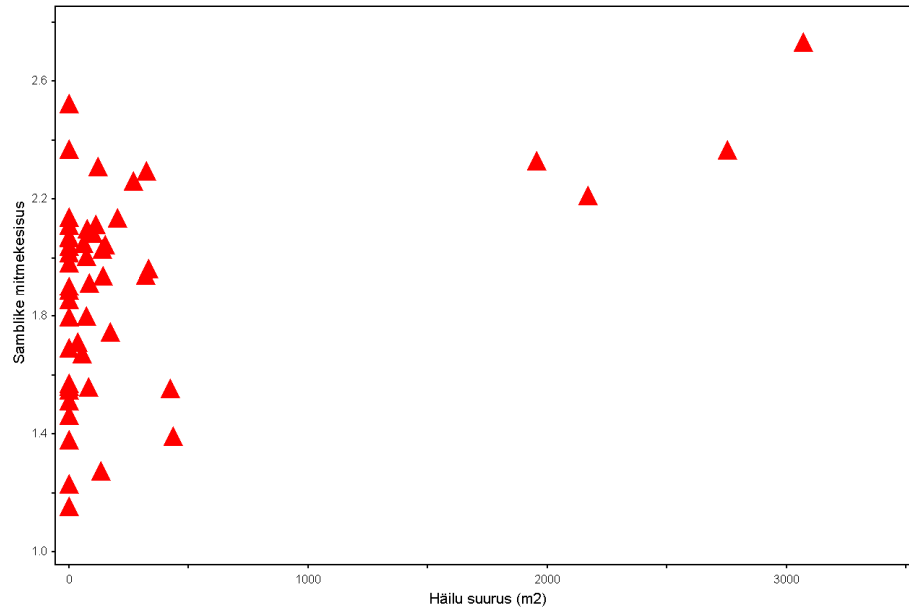
Joonis 9. Samblike liigirikkuse muutus taastamisvõtete kaupa seireaastate lõikes. Taastamisvõtted: K-kontrollala, H-häilu raiumine, HP-häilu raiumine koos okste ülepõletamisega, HL- häilu raiumine koos lamapuidu jätmisega.

Kõikide püsiproovitükkide samblike keskmine Shannoni indeks taastamisvõtete kaupa seireaastate lõikes on toodud tabelis 8. Tabelist on näha, et Shannoni indeksi muutust mõjutab nii aastate möödumine ($p < 0,001$) kui taastamisvõtte ($p < 0,001$).

Tabel 8. Samblike keskmine Shannoni indeks taastamisvõtete kaupa seireaastate lõikes ja kahefaktorilise dispersioonanalüüsi tulemused. Taastamisvõtted: K-kontrollala, H-häilu raiumine, HP-häilu raiumine koos okste ülepõletamisega, HL- häilu raiumine koos lamapuidu jätmisega.

Samblikud					ANOVA tulemused			
					Seireaasta		Taastamisvõtte	
	H	HL	HP	K	F	P	F	P
2004	1.171	1.441	1.944	1.515	23.09769	0.00015	42.09476	0.00001
2005	1.229	1.517	2.054	1.559				
2008	1.431	1.650	1.897	1.601				
2013	1.783	1.941	2.408	1.821				

Samblike liigirikkus ning mitmekesisus on sõltuv häilu suurusest (joonis 10), mida suurem on häil, seda suurem on samblike liigirikkus ja mitmekesisus ($p > 0,001$). Samblike seiretulemused on üksikasjalikult toodud Lisas 2.



Joonis 10. Samblike mitmekesisuse ja häilu suuruse vaheline seos.

MARDIKALISTE SEIRETULEMUSED

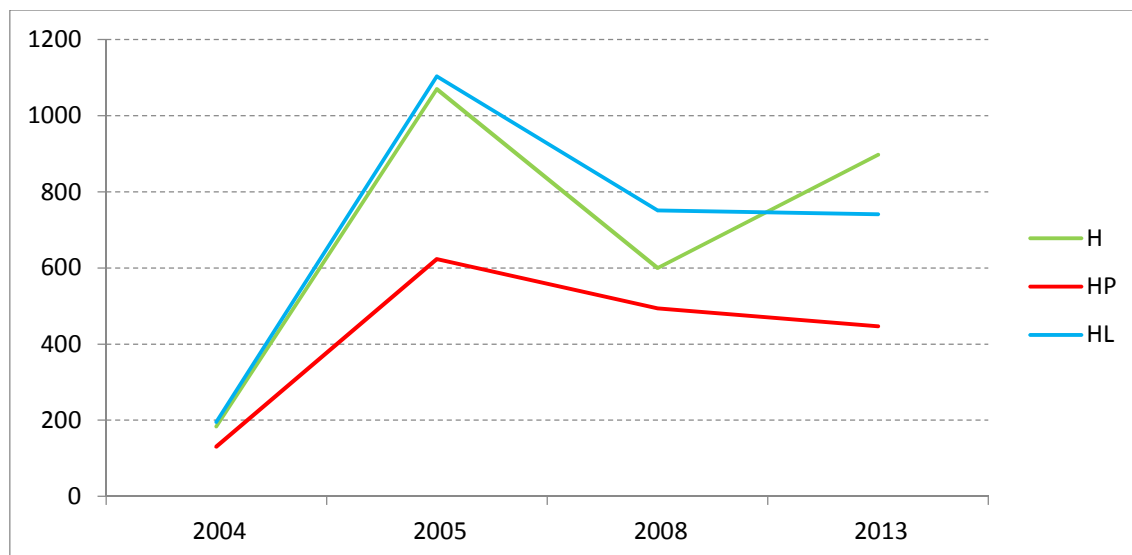
Putukate seiretulemused on toodud Lisas 3.

Putukate liigirikkuse muutus taastamisvõtete kaupa seireaastate lõikes on esitatud joonisel 11. 2004. aastal registreeriti 22 püünises keskmiselt 34 liiki, 2005. aastal 89 liiki, 2008. aastal 84 liiki ja 2013. aastal 74 liiki.

Putukate isendite arvukuse analüüsimisel jäeti objektiivsema tulemuse saamiseks kõrvale kaks liiki, kollane kerashiilakas (*Cychramus luteus*) ja metsa-raisamatja (*Nicrophorus vespilloides*). Nende liikide arvukus on nii aastate lõikes kui sõltuvalt seireala asukohast olnud väga kõikuv ning arvatavasti ei ole tegemist taastamisvõtetest tuleneva mõjuga. Putukate isendite arvu muutus taastamisvõtete kaupa seireaastate lõikes on esitatud joonisel 12. 2004. aastal registreeriti 22 püünises keskmiselt 186 isendit, 2005. aastal 1045 isendit, 2008. aastal 698 isendit ja 2013. aastal 734 isendit. Kahefaktoriline dispersioonanalüüs näitas putukate isendite arvu erinevust nii seireaastate ($p < 0,05$) kui taastamisvõtete ($p < 0,01$) vahel.



Joonis 11. Mardikaliste keskmine liikide arv taastamisvõtete kaupa seireaastate lõikes. Taastamisvõtted: H-häilu raiumine, HP-häilu raiumine koos okste ülepõletamisega, HL- häilu raiumine koos lamapuidu jätmisega.



Joonis 12. Putukate isendite arvu muutus taastamisvõtete kaupa seireaastate lõikes. Taastamisvõtted: H-häilu raiumine, HP-häilu raiumine koos okste ülepõletamisega, HL- häilu raiumine koos lamapuidu jätmisega.

INDIKAATORLIIGID

Indikaatorliikide analüüsil selgusid liigid, mis on indikaatoriks erinevate taastamisvõtete korral. Tabelis 9 on esitatud indikaatorliigid, mis eristusid 2013. aasta seirel.

Tabel 9. Indikaatorliigid taastamisvõtete järgi. Taastamisvõtted: K-kontrollala, H-häilu raiumine, HP-häilu raiumine koos okste ülepõletamisega, HL- häilu raiumine koos lamapuidu jätmisega. Liigigrupid: T-soontaim, SM-sammal, S-samblik, P-mardikalised.

Liik	Grupp	Taastamisvõte	P	Indikaatorväärtus
Ahtalehine põdrakanep	T	HP	0.033	40.5
<i>Brachyderes incanus</i> (okkakärsakas)	P	HP	0.006	100
<i>Buellia griseovirens</i> (nuppsamblik)	S	H	0.038	7.7
<i>Calicium pinastri</i> (jalgsamblik)	S	HP	0.009	7.3
<i>Cryptolestes corticinus</i> (pisilamesklane)	P	HP	0.006	100
<i>Cyllodes ater</i> (hiilamardiklane)	P	H	0.048	70.8
Hall hõlmasamblik	S	HP	0.039	11.3
Hall karesamblik	S	HP	<0.001	44.2
Harilik heinputk	T	H	0.020	38.5
Harilik jahusamblik	S	H	0.018	10.4
Harilik juuslehtik	SM	H	0.027	35.9
Harilik karusammal	SM	HP	0.038	34.8
Harilik kuldvits	T	HP	0.003	66.5
Harilik leesikas	T	HP	0.007	50

Harilik mailane	T	H	0.040	33.4
Harilik oksasamblik	S	HP	0.001	11.2
Harilik punaharjak	SM	HP	<0.001	75
Harilik põdrasamblik	S	HP	<0.001	11.2
Harilik võsalill	T	H	0.024	39.3
Karik-porosamblik	S	HP	<0.001	39.5
Kepjas-porosamblik	S	HP	0.006	8.3
Kirinaksur	P	HP	0.006	100
Kollane lagusamblik	S	HP	<0.001	46.2
Kollane lõhnasamblik	S	HP	0.002	11.3
Kuldpõrnikas	P	HP	0.006	100
Kõhetu porosamblik	S	HP	<0.001	25
Kõrvenõges	T	H	0.015	43.4
Lamba-aruhein	T	HP	0.007	47.9
<i>Lecanora phaeostigma</i> (liudsamblik)	S	HP	<0.001	24.1
Lehter-porosamblik	S	HP	<0.001	57.1
Lehtpuu-puiduürask	P	H	0.050	61.9
<i>Liocola marmorata</i> (põrniklane)	P	HP	0.012	91.9
Longus helmikas	T	H	0.045	34.3

<i>Melanotus castanipes</i> (kännunaksur)	P	HP	0.008	92.4
Metsanaksur	P	HP	0.010	97.8
Metsosi	T	H	0.003	59.4
Mets- põdrasamblik	S	HP	0.003	9.8
Männi rebasesamblik	S	HP	0.004	27.5
<i>Mycoblastus fucatus</i> (vistarsamblik)	S	HP	0.013	19.1
Nõmmtarn	T	HP	<0.001	100
<i>Ochrolechia microstictoides</i> (purusamblik)	S	HP	0.006	13.8
Ohtene sõnajalg	T	H	0.018	50
<i>Platystomus albinus</i>	P	H	0.032	75.6
<i>Potosia cuprea</i> (põrniklane)	P	HP	0.002	84.8
Sarv- porosamblik	S	HP	<0.001	43.2
Sile liudsamblik	S	HP	<0.001	42.4
Soonik-salekoor	P	HP	0.006	100
Soo-ohakas	T	H	0.003	57.5
<i>Stagetus borealis</i> (tooneseplane)	P	HP	0.006	100
Tera- lagusamblik	S	HP	<0.001	17.3
Tera- porosamblik	S	HP	0.037	7.2
Tera- soomussamblik	S	HP	<0.001	42.9
Tooneseplane	P	H	0.050	63.7

Toru-hallsamblik	S	HP	<0.001	24.5
<i>Trapeliopsis flexuosa</i> (varisesamblik)	S	HP	<0.001	33.9
Trepp-soomussamblik	S	HP	0.006	13.6
Vagu-lapiksamblik	S	HP	0.033	10.1
Valge kastehein	T	H	0.046	29.4
Viltarn	T	H	0.018	39.1
Võsakannike	T	H	<0.001	66.4
Väleujur	P	HP	0.006	100

HINNANG ELUPAIGASEISEUNDI TRENDIDELE TAASTAMISALADE JA TAASTAMISVÖTETE KAUPA

Hinnangut elupaikade seisundile seirealade ja taastamisvõtete löikes saab anda vaid esialgsena, kuna taastamisvõttest on möödunud liiga lühike aeg (vaid 8 aastat). Sellise ajavahemiku jooksul saab hinnata vaid taastamisvõtte otstarbekust ja taastumisprotsessi käivitumise edukust, kuid lõplikku hinnangut taastumisvõtte või seireala seisundi kohta on liiga vara anda.

Taastamisvõtte otstarbekuse hindamisel kasutati järgmist skaalat:

- 1- võte ei ole üldse otstarbekas
- 2- võtte otstarbekus on kaheldav
- 3- võte on võib olla otstarbekas
- 4- võte on otstarbekas
- 5- võte on väga otstarbekas ja põhjendatud

Taastumisprotsessi edukuse hindamisel kasutati järgmist skaalat:

- 1- taastumisprotsess ei ole märgatav
- 2- taastumisprotsess on käivitunud, kuid võttega ala ei erine kontrollalast
- 3- taastumisprotsess on aeglane
- 4- taastumisprotsess on märgatav
- 5- taastumisprotsess on kiire

Kasutatud taastamisvõte:

HL- häilu ja lamapuidu tekitamine

H- häilu tekitamine

HP- häilu tekitamine ja okste põletamine

Tabelis 10 on esitatud hinnang elupaiga seisundile seirealade lõikes. Selgus, et kahel seirealal elupaiga seisund ei ole muutunud, kõigil teistel aladel on elupaikade seisund tänu taastamisvõttele paranenud. Tabel 11 annab ülevaate taastamisvõtete edukuse kohta. Selgus, et kõige otstarbekam taastamisvõte oli häilu tekitamine ja okste ülepõletamine. Elupaikade seisund oli paranenud kõigil seirealadel, kus taastamisvõttena kasutati häilu tekitamist ning häilu tekitamist koos okste põletamisega.

Tabel 10. Hinnang elupaiga seisundi trendidele seirealade lõikes

Looduskaitseala	Kv	Er	Kasutatud taastamisvõte	Taastamisvõtte otstarbekus	Taastumisprotsessi edukus	Elupaikade seisund
Leigri LKA	KD381	6	HL	2	1	Ei ole muutunud
	KD386	3	HL	3	2	Paranenud
Saarjõe LKA	KB201	5	HL	5	4	Paranenud
	KB239	10	HL	3	3	Paranenud
	KB264	10	HL	5	5	Paranenud
	KB293	17	HL	3	2	Paranenud
Laulaste LKA	OJ146	8	HL	5	5	Paranenud
	OJ148	4	H	5	5	Paranenud
	OJ148	15	HL	4	3	Paranenud
	OJ148	17	HL	4	4	Paranenud
	OJ148	28	HL	2	2	Ei ole muutunud
Mõisamõtsa LKA	RS128	3	H	4	4	Paranenud
Kääpa LKA	HL426	1	HP	5	5	Paranenud
Padakõrve LKA	VA021	22	HL	3	4	Paranenud

	VA028	8	H	3	4	Paranenud
	VA031	3	HL	4	5	Paranenud
	VA031	4	HL	4	2	Paranenud
	VA039	7	HL	4	4	Paranenud
	VA040	2	HL	3	4	Paranenud
	VA040	3	HL	3	5	Paranenud
Laiksaare LKA	LS107	9	H,HL	5	5	Paranenud

Tabel 11. Hinnang elupaiga seisundile taastamisvõtete lõikes

Taastamisvõte	Seirealade arv	Keskmine taastamisvõtte otstarbekus	Taastumisprotsessi edukus	Elupaikade seisund paranenud %
H	5	4,2	4,4	86
HL	17	3,8	4,1	79
HP	4	5,0	5,0	100