EESTI MAAÜLIKOOL
Metsandus- ja maaehitusinstituut

Katri Ahtijäinen

JUUREMÄDANIKE UURINGUD HARILIKU MÄNNI PUISTUTES

Magistritöö loodusvarade kasutamise ja kaitse erialal

Juhendajad: MSc Tiia Drenkhan
PhD Rein Drenkhan

Tartu 2014

www.emu.ee
Eesti Maaülikool
Estonian University of Life Sciences

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Magistritöö lühikokkuvõte	
Autor: Katri Ahtijäinen		Õppekava: Loodusvarade kasutamine ja kaitse	
Pealkiri: Juuremädanike uuringud hariliku männi puistutes			
Lk: 42	Jooniseid:10	Tabeleid: 3	Lisasid: 8
Osakond:	Metsabioloogia		
Uurimisvaldkond:	metsapatoloogia		
Juhendaja:	MSc Tiia Drenkhan, dots. Rein Drenkhan		
Kaitsmiskoht ja aasta:	Tartu, 2014		

Männikud moodustavad 33,6% metsamaast. Männimetsade tagavara on ligi 139 miljonit m^3. Männipuit leiab laialdast tööstuslikku kasutamist, samas on mitmeid haigustekitajaid, mis vähendavad oluliselt männikutest saadava puidu kogust ning kahandavad männipuidu väärtust. Näiteks on männimetsad ohustatud juuremädanike poolt. Antud töö keskendubki peamiste juuremädanike, eeskätt juurepessu leviku iseärasuste uurimisele hariliku männi puistutes. Kuuelt katsealalt koguti kokku 350 puiduproovi. 30% ketastest esines silmaga nähtav mädanik. Rohkem mädanikuga proove koguti aladelt, kus puistu koosseisus (nii esimeses kui teises rindes) esines harilik kuusk. Kõigile proovidele teostati hiljem DNA analüüs, et kindlaks määrata juuremädanike liigid.

Analüüsimise tulemusena tuvastati nii männi- kui kuuse-juurepessu, ka külmaseent. Männi-juurepessu õnnestus isoleerida kõikidelt aladelt kokku üheteistkümnelt kuuselt ja kaheksalt männilt. Kuuse-juurepess isoleeriti ühelt kuuselt. Katseala KJ114-16 kohta tehti kokkukülvid, millele toetudes võib järeldada, et juurepess levis antud puistus nii vegetatiivselt kui eostega.

Kõigi katsealade kohta koostati detailsed kaardid, mis lisati töösse.

Märksõnad: juuremädanikud, juurepess, külmaseen

Estonian University of Life Sciences
Kreutzwaldi 1, Tartu 51014

Abstract of Master's Thesis

Author: Katri Ahtijäinen

Speciality: Natural resources management

Title: Researches of root rot in Scots pine stands

pages 42	figures 10	tables 3	appendixes 8

Department:	Department of Forest Biology
Field of research:	forest pathology
Supervisor:	MSc Tiia Drenkhan, PhD Rein Drenkhan
Place and date:	Tartu, 2014

Pine forests cover 33,6% forest land. The average volume of pine forests is about 139 million m^3. Pinewood is widely used in industry, however there are many diseases that substantially decrease the quality of pinewood. For example, pine forests are damaged by root rot. Present study focuses on the distribution of most common root rots in Scots pine forests, primarily on the distriburion of *Heterobasidion* spp. 350 samples were collected from six research sites. Visible rot was detected on 30% of the samples. More samples including rot were collected from stands with the mixture of Norway spruce (in first and second layer). Later on, DNA analyses were carried out for each sample to define the species of the root rot.

In the course of analyses, *Heterobasidion annosum s. str.* and *H. parviporum* were determined, also *Armillaria* spp. *H. annosum* was isolated from eight pine trees and eleven spruces, *H. parviporum* was found only from one Norway spruce. On the basis of pairings, made from isolated samples from site KJ114-16, it is possible to assume, that *Heterobasidion* has distributed not only by sporulation, but also vegetatively in that stand.

Detailed maps of all research sites were composed and added.

Keywords: root rot, *Heterobasidion* spp., *Armillaria* spp.

Sisukord

Sissejuhatus 7

1 Kirjandusülevaade juuremädanikest 9

1.1 Juurepess 9
1.1.1 Üldiseloomustus 9
1.1.2 Bioloogia 10
1.1.3 Männi-juurepess (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) 12
1.1.4 Kuuse-juurepess (*Heterobasidion parviporum* Niemelä & Korhonen) .. 13
1.1.5 Tõrje 13
1.2 Külmaseen 14
1.2.1 Üldiseloomustus 14
1.2.2 Bioloogia 15
1.2.3 Kahjustused ja tõrje 16
2 Metoodika 17

2.1 Katsealade üldiseloomustus 17
2.2 Välitööde varustus 19
2.3 Välitööd 20
2.4 Labortööd 21
2.4.1 DNA analüüside teostamine liikide määramiseks 24
2.4.2 Kokkukülvid 24
2.4.3 Andmetöötlus 26
3 Tulemused ja arutelu 26

3.1 Ketaste analüüsimine 26
3.2 Kokkukülvid 29
Kokkuvõte 31

Kirjandus 33

Lisa 1. Välitöölehe näidis 36

Lisa 2. Prooviruut KJ096-1 37

Lisa 3. Prooviruut MI137-14 38

Lisa 4. Prooviruut I QT099-12 39

Lisa 5. Prooviruut II QT099-12 40
Lisa 6. Prooviruut I SA138-10 41
Lisa 7. Prooviruut II SA138-10 42
Lisa 8. Prooviruut VJ109-6 43

Sissejuhatus

Metsamaad on Eestis kokku 50,6% üldpindalast. Harilik mänd on Eesti metsades kõige enam levinud puuliik – 33,6% metsamaast moodustavad männimetsad. Riigimetsade hulgas on männimetsi 45%, erametsadest vähem, 27,1%. Männimetsade tagavara on ligi 139 miljonit m^3, see on 30,3% kogu metsade tagavarast. Männimetsad on meie metsadest ka kõige tootlikumad. Männikute aastane juurdekasv on ca 3,6 miljonit m^3 (Pärt ja teised 2011). Männikuid leidub üle Eesti kõikjal, kuid kõige tootlikumad neist asuvad Kagu-Eestis (Tamm 2001). Keskmine hektaritagavara on riigimetsades 199 m^3/ha, erametsades 198 m^3/ha (Pärt ja teised 2011). Arvestades männipuistute olulisust nii riigi- kui erametsades, on oluline uurida ka männikuid kahjustavaid seeneliike.

Eestis on juurepess (*Heterobasidion* spp.) levinud peamiselt harilikul kuusel ja harilikul männil, kuid esineb ka kadakal ja isegi rohttaimedel (Hanso, Hanso 1999a). Juurepessu kannul käib veidi vähem patogeenne külmaseen (*Armillaria* spp.). Külmaseen, juurepessust oluliselt nõrgema patogeenina, ei suuda iseseisvalt puid nakatada. Seetõttu esinevad tema kahjustused siis, kui puu on juurepessu või mõne teise patogeense seeneliigi poolt juba nõrgestatud. Kui kuusikutes on juurepessu vegetatiivset (juurekonaktide kaudu) levikut uuritud, siis juuremädanike leviku kohta männikutes on siiani andmeid võrdlemisi vähe. Teada on, et viljakatel kasvukohatüüpidel kasvavad männikud on juuremädanike poolt üldiselt enam kahjustatud, kui vähem viljakatel aladel kasvavad männikud. Peaaegu täiesti puuduvad andmed selle kohta kuidas mõjutab juuremädanike levikut männikutes hariliku kuuse esinemine puistu teises rindes.

Magistritöö eesmärgiks oli uurida peamiste juuremädanike, eeskätt juurepessu (*Heterobasidion* spp.) leviku iseärasusi männimetsades. Oluline oli välja selgitada, kas

männienamusega puistutes on levinud üks või mitu juurepessu tüve, et paremini mõista haiguse levimise viise ning kas haiguskolded koosnevad ühest või mitmest juurepessu tüvest. Saadavad tulemused võivad olla abiks edaspidisel raiete planeerimisel juurepessu poolt ohustatud kasvukohtades.

Töö autor osales nii välitöödel ja kui ka labortöödel, mille jooksul koguti hulgaliselt andmeid ja proove edasiseks analüüsimiseks ning mille hulgast valiti välja antud töösse sobivad katsealad.

Suur tänu juhendajatele, metsapatoloogia spetsialist Tiia Drenkhanile ja dotsent Rein Drenkhanile kannatlikkuse, heade nõuannete ning igakülgse toetuse eest. Soovin tänada ka Enn Pilti, kes teostas välitööd, millistes autoril oli võimalik osaleda. Suur tänu laborant Katrin Jürimaale ning doktorant Ando Lillelehele.

1 Kirjandusülevaade juuremädanikest

1.1 Juurepess

1.1.1 Üldiseloomustus

Metsamajanduslikust seisukohast on kõige kahjutoovam haiguste rühm juure- ja tüvemädanikud. Meie metsade levinuim juuremädaniku tekitaja on juurepess (*Heterobasidion* spp.), mis kahjustab igas vanuses puid. Peamiselt levib juurepess harilikul kuusel (*Picea abies*) ja männil (*Pinus sylvestris*), kuid võib esineda ka harilikul kadakal (*Juniperus communis*) ning isegi lehtpuudel (Hanso, Hanso 1999a; Voolma, Õunap 2000; Gonthier, Thor 2013). Maailmas on juurepessu leitud kokku ligi 200 peremeestaimelt (Thor 1997, viidatud Drenkhan 2006: 30 kaudu). Tegemist on mõõduka kliimaga boreaalsetes metsades leviva patogeeniga (Drenkhan 2006). Juurepessu peetakse põhja-parasvöötme kõige ohtlikumaks juuremädaniku tekitajaks (Hanso, Hanso 1999a; Gonthier, Thor 2013). Suurimat kahju tekitab juurepess aktiivselt majandatavates metsades, kus teostatakse pidevalt raieid. Majandusmetsade nõrk koht on puistu üheliigilisus (peamiselt männikud ja kuusikud), mis muudab puistu tunduvalt vastuvõtlikumaks erinevatele liigispetsiifilistele haigustele. Vegetatiivne ehk juurekontaktide kaudu levimine on omasem just raiutud puistutele. Kändudelt võib juurepess ümbritsevatele puudele levida kergemini kui kasvavatelt puudelt (Piri, Korhonen 2008). Samas väidavad Rönnberg *et al* (2013), et harvendatud puistutes on tõenäolisem seene eoslevi ning harvendamata puistutes, kus seene eostel on raskem puitu pääseda, on seen nö sunnitud kasutama pigem vegetatiivset paljunemisviisi.
Patogeeni tõttu jääb majandusmetsades saamata kuni 30% võimalikust tulust (Hanso, Õunap 2006).

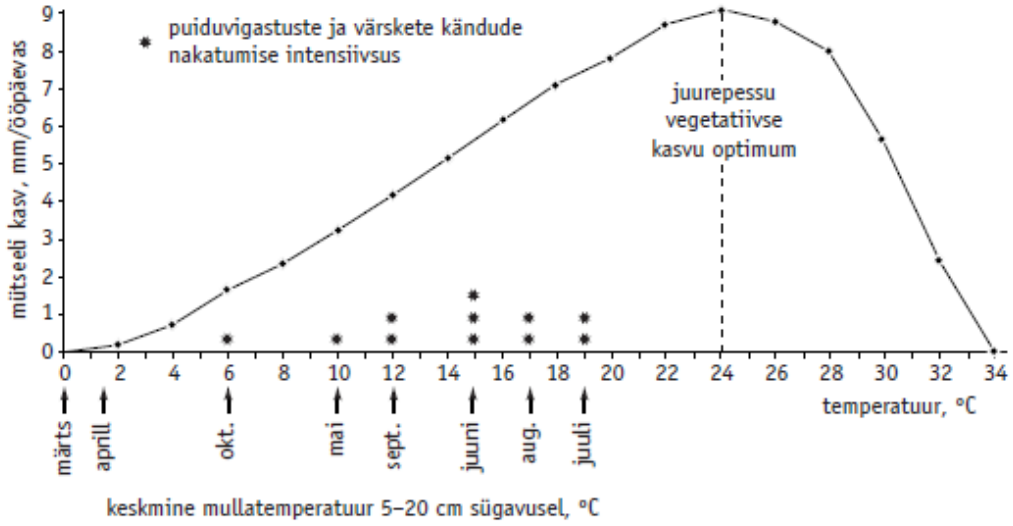
Juurepess hakkas jõudsalt levima peale sae kasutuselevõttu. Saega tekitatakse võrdlemisi suur ristsuunaline lõikepind, puidu poorid lõhutakse ning just lõhutud

pooride kaudu on seeneeostel kõige lihtsam puitu pääseda (Hanso, Drenkhan 2005). Seetõttu öeldakse ka, et juurepess tuleb metsa inimese jälgedes (Hanso, Õunap 2006). Suuresti soodustavad juurepessu eoslevi suvised raied, mil tingimused eoste levimiseks ja idanemiseks on head (Hanso, Drenkhan 2005). Eosed idanevad ning seeneniidistik tungib kiirelt kännu pinnalt sügavamale puitu. Samaliigilised puud on tihtipeale juurte kaudu kokku kasvanud, mistõttu on seenel lihtne levida ka naabruses olevatele tervetele puudele. Kui juurepess juba kord puistusse sattunud on, siis kahjustab ta ka järgnevaid metsapõlvkondi (Hanso, Õunap 2006). Sellist nakatumisviisi nimetatakse ka kaudseks nakatumiseks. Otsene nakatumine toimub juure- või juurekaelavigastuste kaudu, kui seen nakatab otse tervet puud (Hanso 1986).

1.1.2 Bioloogia

Eestis esineb kahte liiki juurepessu: kuuse-juurepess (*Heterobasidion parviporum*) (Fr.) Bref. ja männi-juurepess (*Heterobasidion annosum*) Niemelä & Korhonen (Hanso, Õunap 2006; eElurikkus 2013). Algselt peeti neid juurepessu eri vormideks, mitte eraldi liikideks. Eristati kuuse-(S-) ja männi-(P-) vormi, eri liikidena hakati neid käsitlema alles hiljem (esmakordselt 1998. a. T. Niemelä ja K. Korhoneni poolt) (Hanso, Hanso 1999a; Gonthier, Thor 2013).

Juurepessu mütseel on võimeline levima temperatuurivahemikus 0...34 ºC, kõige soodsamalt temperatuuril 22...28 ºC (joonis 1). Eesti tingimustes ei soojene muld 5-20 cm sügavusel juurepessu jaoks soodsale temperatuurile isegi suvel, mistõttu on patogeeni vegetatiivne ehk juurekontaktide kaudu levimine kiirem kerge lõimisega kiiresti soojenevates muldades. Juurepess levib edukamalt mõõdukalt kuivas mullas. Enim on juurepessu poolt ohustatud pohlamännikud. Mütseeli leviku kiirus sõltub ka puuliigist ning sellest, kas tegemist on puu maapealsete osade või juurtega. Eluspuu puidus levib mütseel kordades aeglasemalt (männil ca 3 cm aastas), kui näiteks jalakuiva puu puidus (ca 26 cm aastas). Seega juurepessukahjustusega puu maharaiumine kiirendab juurepessu levimist tema juurtes mitmekordselt (Hanso, Hanso 1999b).



Joonis 1. Juurepessu mütseeli leviku sõltuvus temperatuurist (Hanso, Hanso 1999b)

Juurepess paljuneb mitmeaastaste viljakehadega, mis kõige sagedamini kasvavad kändudel, suurematel raiejäätmetel ja tormiga pikali heidetud puude juurtel. Viljakehad on varieeruva kuju ja suurusega, liibuvad või eenduvad (joonis 2). Ülaküljelt enamasti hallikaspruuni värvi, alakülg (hümenofoor) on kreemikas-kollakasvalge ning koosneb selgesti eristatavatest korrapärase asetusega torukestest (pooridest). Kuuse-juurepessul asetsevad poorid tihedamalt kui männi-juurepessul, mis on põhitunnuseks nende visuaalsel eristamisel. Visuaalne eristamine ei ole aga viljakehade kuju ja suuruse varieeruvuse tõttu sajaprotsendiliselt usaldatav. Viljakehad võivad harilikul männil esineda ka nakatunud eluspuudel juurekaela piirkonnas. Sageli jäävad nad märkamatuks, sest asetsevad väga maapinna lähedal või isegi sambla ja varise all (Hanso, Õunap 2006).

Joonis 2. Juurepessule (*H. parviporum*) omane ebakorrapärase kujuga eenduv viljakeha (Foto: Tiia Drenkhan)

1.1.3 Männi-juurepess (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.)

Peamiselt kahjustab männi-juurepess (varasemalt juurepessu P-vorm) harilikku mändi, kuid ka harilikku kuuske ja kadakat. Norras on männi-juurepessu lisaks okaspuudele leitud ka erinevatelt lehtpuudelt, näiteks kask (*Betula* spp.), harilik pihlakas (*Sorbus aucuparia*) ja harilik kanarbik (*Calluna vulgaris*). Levinud on arvamus, et männi puhul kahjustab juurepessust põhjustatud mädanik peamiselt juuri ning juurekaelast kõrgemale enamasti mädanik ei tõuse (Hanso, Hanso 1999a). Enne kui mädanik kõrgemale jõuab levida, on puu juba surnud (Drenkhan 2011). Inglismaal aga on 50-60 aastates puistutes avastatud juurepessust kahjustatud mände, milles tsentraalne mädanik küündib kuni 2,2 meetri kõrgusele (Hanso, Hanso 1999a). Eestis pesitseb juurepess männil enamasti ainult juurtes ning tihtipeale ei levi isegi kännu kõrguseni (Hanso, Hanso 1999a). Seene mütseel areneb paremini juurte maltspuidu välimises osas, kahjustades puu kasvu seisukohalt väga tähtsaid kambiumirakke (Hanso, Õunap 2006).

Seetõttu on keeruline tuvastada puu kuivamise põhjust ka peale raiumist (Hanso, Hanso 1999a).

1.1.4 Kuuse-juurepess (*Heterobasidion parviporum* Niemelä & Korhonen)

Kuuse juurepess (varasemalt juurepessu S-vorm) esineb meil peamiselt harilikul kuusel, kahjustab ka nulgu (*Abies* spp.), lehist (*Larix* spp.) ja juurepessust kahjustatud kuusiku lähedale istutatud noori männitaimi (Hanso, Hanso 1999a; Hanso, Õunap 2006). Norras on seent leitud lisaks kuusele ka harilikult kanarbikult ja mustikalt (*Vaccinium myrtillus*). Soomes ja Norras on täheldatud, et mõned kaseliigid on resistentsed kuuse-juurepessu suhtes, kuid kaitsetud männi-juurepessu vastu (Hanso, Hanso 1999a). Kuuse peenjuurtes levib juurepess kõikides kudedes. Jämedamates juurtes kahjustab seen ainult juure keskosa (Hanso, Õunap 2006). Kuuse puhul läheb väliste tunnuste esinemiseks kauem aega, arvatavasti põhjusel, et kuusk on võimeline kasvatama uusi peenjuuri. Ka kuusel pärsib juurepess kasvu, kuid mädanik tüves võib ulatuda tunduvalt kõrgemale, kuni 12 meetrini. Kui männi puhul saab juurepess puule saatuslikuks juba viie-kuue aasta jooksul, siis kuused surevad alles aastakümnete möödudes. Kõige kiiremini hukkuvad juurepessust kahjustatud kadakad, mistõttu võib neid kasutada indikaatorliigina (Drenkhan 2011).

1.1.5 Tõrje

Haigustekitajast vabanemine, ei ole juurepessu puhul võimalik. Küll aga saab patogeeni levikut piirata mõningate ennetavate meetmetega. Üks lihtsamaid mooduseid selleks on raied planeerida talvisele ajale, mil seene eosed ei levi (Hanso, Õunap 2006). Talvel raiumine vähendab suuresti patogeeni eostega levimist, kuid ei avalda mingit mõju juurepessu vegetatiivsele (juurekontaktide kaudu) levikule (Piri, Korhonen 2007). Juhul kui raieid ei ole võimalik teostada talvel, tuleb kände vahetult peale raiet töödelda juurepessu kasvu pärssiva biopreparaadiga Rotstop. Rotstop on Soome firma Kemira

Agro OY poolt toodetud bioregulatsiooni vahend. Rotstop sisaldab juurepessu loodusliku antagonisti, hiidkooriku (*Phlebiopsis gigantea*) eoseid. Kännule pritsitud lahuses sisalduvad eosed idanevad ning hiidkoorik alustab võitlust juurepessuga. Hiidkoorik on saprotroofne seen, mis tähendab, et tervetele puudele ta kahju ei tee ning elutseb ainult surnud materjalil. Võrreldes keemilise tõrjega on bioregulatsioonil väiksem ökoloogiline mõju, kuna preparaadi koostisosad lagunevad looduses kergemini. Biotõrje mõju on pikaajalisem, sest kändudele pritsitakse seent suuremas mahus kui see looduslikult esineb. Peale patogeeni allasurumist jääb seen sinna edasi kasvama ning taandub alles mõne aja pärast oma looduslikule tasemele (Hanso, Drenkhan 2005; Drenkhan *et al* 2008; Drenkhan 2011).

1.2 Külmaseen

1.2.1 Üldiseloomustus

Vahetult juurepessu kannul levib teinegi oluline juuremädaniku tekitaja. Tegemist on meil väga laialdaselt levinud külmaseenega (*Armillaria* spp.), mis põhjustab ulatuslikke kahjustusi nii vilja- kui metsapuudele(Hanso, Hanso 1999b; Lochman *et al* 2004). Pikka aega arvati, et tegemist on ühe seeneliigi erinevate vormidega. Tänaseks on sellest saanud maailmas üks põhjalikumalt uuritud seeni ning on jõutud järeldusele, et tegemist on siiski erinevate külmaseene liikidega. Eestis on esindatud viis liiki: põhja-külmaseen (*Armillaria borealis*), tutt-külmaseen (*A. cepistipes*), tõmmu külmaseen (*A. ostoyae*), tamme-külmaseen (*A. tabescens*) ja mugul-külmaseen (*A. gallica*) (Hanso, Hanso 1999b; Guillaumin, Legrand 2013). Euroopas on leitud seitset liiki külmaseent, neist kuus on tuntud laialt levinud ökoloogilise ja majandusliku tähtsusega puitulagundavate seentena (Lushaj *et al* 2009). Külmaseene risomorfid võivad mullas levida sadade meetrite kaugusele ning pesitseda puujuurte ümber, valmis ründama niipea kui puu tervislik seisund nõrgeneb ning ei võimalda enam piisavalt vastupanu osutada (Hanso, Hanso 1999b).

1.2.2 Bioloogia

Külmaseene viljakehad kasvavad enamasti kimbuna, harva ühekaupa. Sõltuvalt liigist ja kasvukeskkonnast varieerub lihaka kübara värv kollasest pruunini. Kübaral asetsevad soomused on enamasti ümbritsevast maapinnast tumedamad. Seenejalg asetseb tsentraalselt ning on kiudjas kuni lihakas, vanematel viljakehadel muutub jalg mõnikord seest õõnsaks. Eestis esinevatel liikidel on jalal rõngas. Külmaseenele on iseloomulik risomorfide ehk nn seenenööride moodustamine. Nakatunud puu koore alla tekib esmalt valkjas seenekile, mis võib tihti kasvada lehvikukujuliselt (joonis 3). Hiljem kasvab koore alla 0,25-4mm jämedustest risomorfidest koosnev võrkjas moodustis. Risomorfid on seest valged ning pealt läikivad tumepruunid või mustad. Risomorfid levivad ka mullas (Järve 2006; Guillaumin, Legrand 2013).

Joonis 3. Külmaseenele (*Armillaria* spp) iseloomulik mütseelist moodustunud "lehvik" puukoore all (Foto: T. Drenkhan)

1.2.3 Kahjustused ja tõrje

Seen põhjustab muutusi juure kudedes ja pärsib nende funktsioone, põhjustades seega ajapikku juurte mädanemise ja lõpuks puu kuivamise. Nakatunud juured värvuvad tihti tumedamaks ja muutuvad mütseeli vohamise tagajärjel jämedamaks. Kahjustatud juureosadel võib täheldada vaigujooksu. Nakatunud puu enda ja võrsete kasv pidurdub (Guillaumin, Legrand 2013).

Kui külmaseen juba puistus eksisteerib, siis ei ole seda võimalik puistust eemaldada. Sellegipoolest on võimalik seene edasist levikut ennetada. Raiejäätmete põletamine ja kändude väljajuurimine enne uue metsapõlvkonna rajamist vähendavad puude nakatumisvõimalusi. Ka maapinna desinfitseerimine kemikaalidega on andnud positiivseid tulemusi, kuid seda meetodit on pigem kasutatud puuviljaaedades ja viinamarjaistandustes (Guillaumin, Legrand 2013). Looduses kujuneks taoline meetod ilmselt liiga kulukaks ja ebaotstarbekaks. Laboritingimustes on katsetatud ka külmaseene tõrjet bioloogiliste vaenlaste abil, kuid looduslikes tingimustes või taimlates ei pruugi niisugune tõrje sarnaseid tulemusi anda (Guillaumin, Legrand 2013).

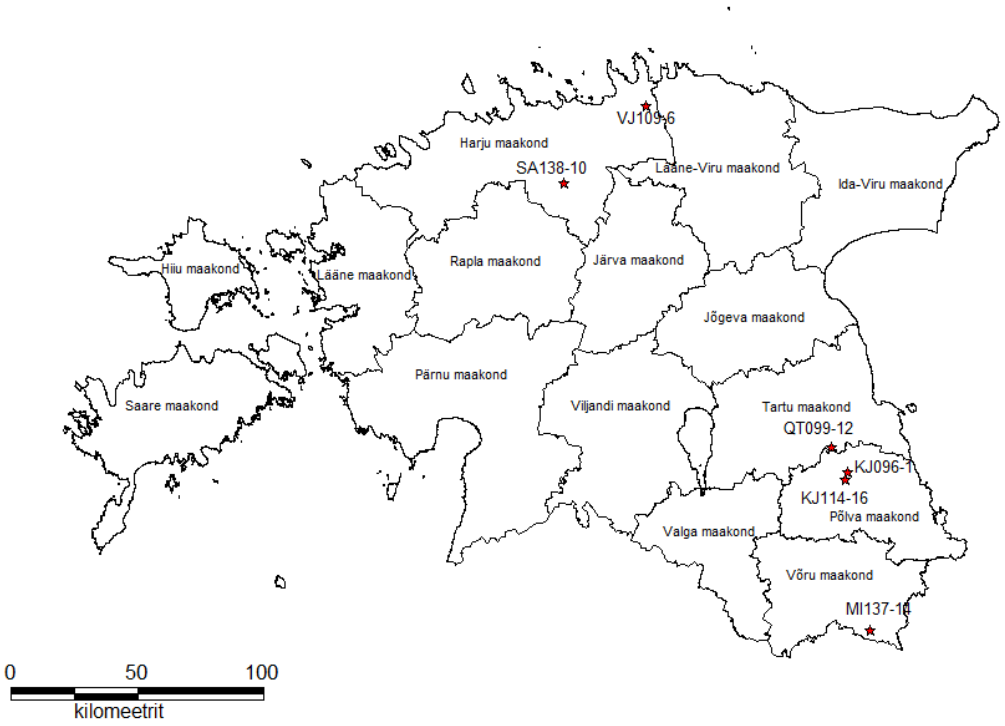
2 Metoodika

2.1 Katsealade üldiseloomustus

Käesolevas töös käsitletakse katsealadena kuut uuendusraie läbinud hariliku männi puistut. Kõik katsealad asuvad juurepessu poolt ohustatud kasvukohatüüpides ning vähemalt 50% puistu koosseisust moodustab harilik mänd. Kahel alal esineb teises rindes harilik kuusk. Katsealadest kaks paiknevad Harjumaal, kaks Põlvamaal, üks Tartu ja üks Võru maakonnas (joonis 4). Alad paiknevad viljakates kasvukohatüüpides: pohla, jänesekapsa-pohla, jänesekapsa ja sinilille. Pindalaliselt suurim on Harjumaal asuv sinilille männik (3 ha). Tartumaal paiknev ala on suurusega 2,2 ha, teiste alade suurus jääb alla 2 ha. Puistute vanus varieerub metsaregistri (2013) andmetel 81-st 149 aastani. Katsealade takseerandmeid kirjeldab tabel 1.

Tabel 1. Katsealade takseerandmed

Maakond	Kvartal	Eraldis	Pindala, ha	Vanus	Kõrgus, m	Boniteet	Tagavara tm/ha	Puistu koosseis								Kasvukoha-tüüp
								I rinne	%	PL	%	PL	%	II rinne	%	
Põlvamaa	KJ096	1	1,4	145	29,3	I	528	MA	80	KU	20			KU	100	PH
Põlvamaa	KJ114	16	1,9	83	32	Ia	378	MA	85	KU	10	KS	5	KU	100	JK
Harjumaa	VJ109	6	1,2	107	20,4	III	230	MA	95	KS	5			-	-	PH
Harjumaa	SA138	10	3	89	26,9	II	244	MA	100					-	-	SL
Võrumaa	MI137	14	1,5	81	27,7	I	292	MA	85	KU	10	KS	5	-	-	JP
Tartumaa	QT099	12	2,2	105	22,6	III	322	MA	100					-	-	PH



Joonis 4. Katsealade paiknemine

Antud töös on põhitähelepanu all üks Põlvamaal asuvatest katsealadest, kvartal KJ114, eraldis 16. Valitud katsealade hulgast saadi just sellelt enim männi-juurepessu tüvesid (kaheksa), mistõttu valiti just see ala edasiseks täpsemaks uurimiseks ehk kokkukülvide tegemiseks. Puiduproovid võeti antud katsealalt 10. detsembril 2012 a.

2.2 Välitööde varustus

Välitöödel kasutatud vahendid ja tööriistad: mootorsaag Husqvarna, mõõtelint (50m), kirves, metsaklupp, vaiad ringide keskpunktide märgistamiseks (valmistati kohapeal oksajäätmetest), aerosoolvärv kändude nummerdamiseks, kilekotid (15 l; 30 l) ketaste pakendamiseks, seljakotid ketaste langilt ära transportimiseks, GPS-seade, labidas, suletavad kilekotid mullaproovide tarbeks, kaugus- ja kõrgusmõõtja Vertex, kompass-nurgamõõtja, fotoaparaat.

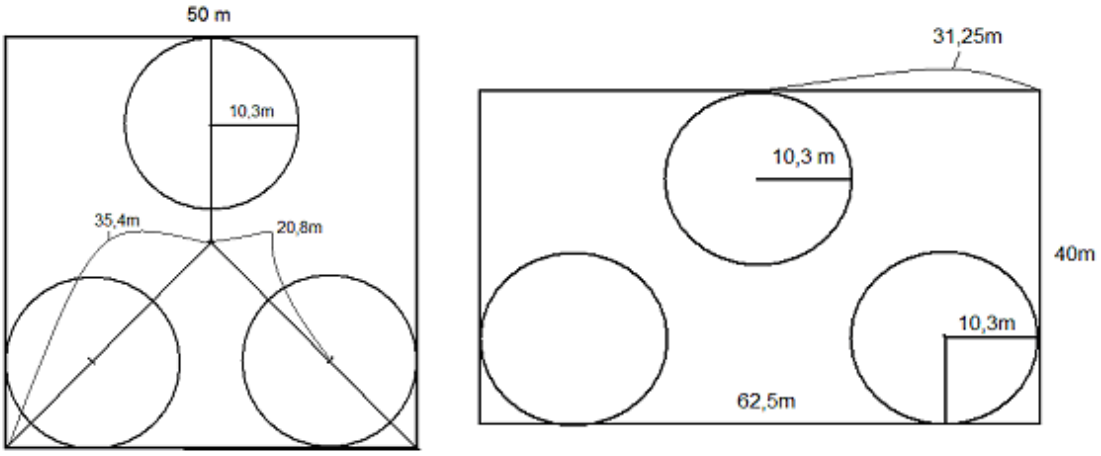
2.3 Välitööd

Katsealadelt on puidukettad võetud ajavahemikul 08.11.2012-29.01.2013. Välitöid alustati 50x50m prooviruutude (kui raielangi laius või kuju ei võimaldanud 50x50m ruutu, kasutati 40x62,5m ruute) mahamärkimisega. Kuni 2ha suurustel lankidel märgiti maha üks prooviruut. Suurematel kui 2ha lankidel tehti 2 prooviruutu, kusjuures ruudud paigutati üksteisest 100m (tsentrist tsentrini) kaugusele. Prooviruudud paigutati langi servast 10m sissepoole, vältimaks nn servaefekti tekkimist. Seejärel märgistati prooviruudu sees 3 prooviringi, raadiusega 10,3m (joonis 5). Prooviruute ja –ringe püsivalt ei märgistatud, kõigi ruutude ja ringide keskpunktidest võeti GPS-seadme abil geograafilised koordinaadid.

Kõikides ringides mõõdeti ja kaardistati kõik üle 10cm diameetriga kännud. Diameetri mõõtmiseks kasutati metsakluppi (1cm täpsusega skaalat). Diameeter mõõdeti igalt kännult (koos koorega) kahes suunas ning märgiti üles nende kahe mõõtmise aritmeetiline keskmine. Mõõdeti ja kaardistati ka elusad ehk seemnepuud kui need jäid prooviringide sisse. Oluliselt lagunenud või muul põhjusel (oksavalli või palgivirna all olevaid) mitte mõõdetavaid kände loendamisel ei arvestatud. Kändude kaugus ringi tsentrist mõõdeti kaugus- ja kõrgusmõõtjaga Vertex, mis kalibreeriti eelnevalt mõõtelindi abil. Prooviringi piiril asuvad kännud loeti ringi sees olevateks kui kännu keskpunkt jäi 10,3m sisse. Kändude asimuut mõõdeti nurgamõõtja ehk bussooliga. Mõõdetud kännud nummerdati aerosoolvärviga, vältimaks topeltmõõtmist ja ketaste omavahel vahetusse minekut (mis tähendaks vigu andmestikus).

Peale kändude mõõtmist ja märgistamist lõigati kõigilt elusatelt okaspuukändudelt 2-3 cm paksused kettad (eemaldades eelnevalt kännult saastunud pealmise pinna ca 2-3 cm paksuse kettana), mis pakendati ja märgistati vastavalt järjekorranumbrile välitöölehel (lisa 1). Kui katsealale moodustati ainult üks prooviruut, koosnes numeratsioon puuliigist ning kahest järjekorranumbrist. Esimesena märgiti prooviringi number ning teisena puu number (näiteks KU 2-4 – teise ringi neljas puu). Suurematel katsealadel (üle 1,5 ha) oli võimalik moodustada kaks prooviruutu. Sel juhul kasutati puuliigile

järgnevat kolmeosalist numeratsiooni: esimesena märgiti prooviruudu number, teisena prooviringi number ning kolmandana puu number (näiteks MA 1-1-21).



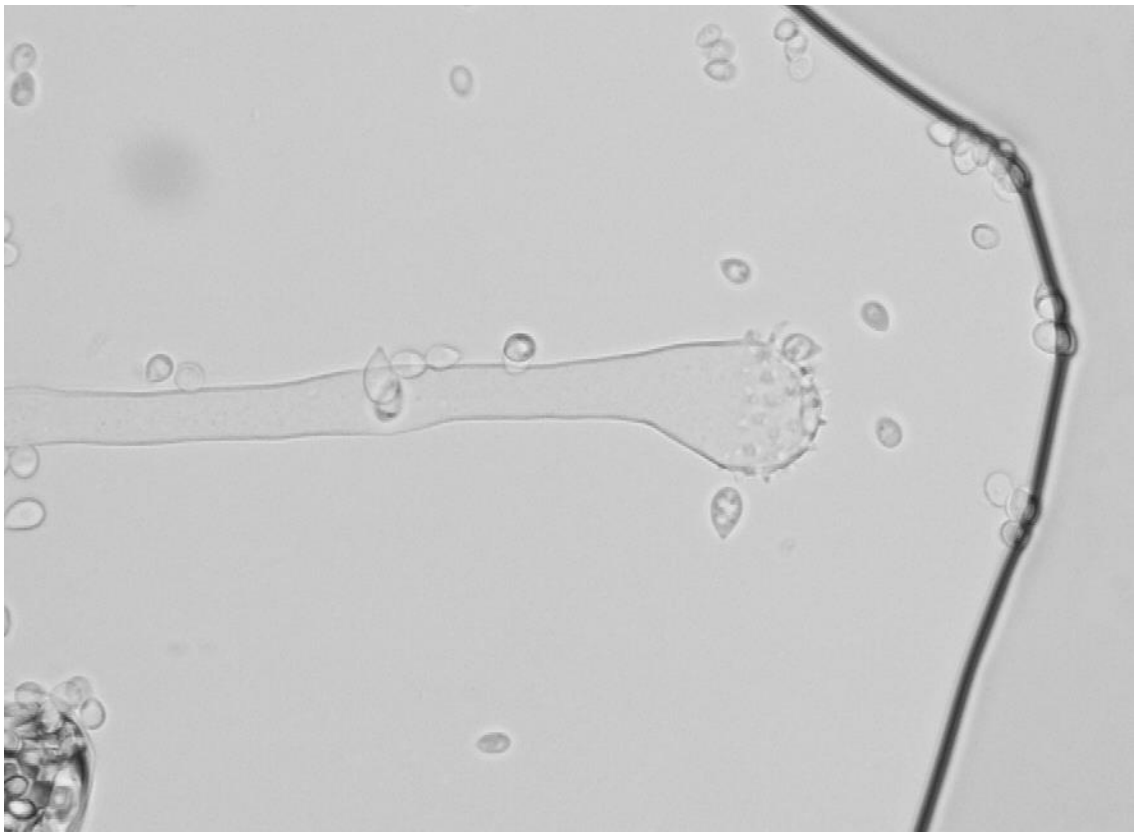
Joonis 5. Prooviruutude skeemid

2.4 Labortööd

Laboris puidukettad puhastati (kooriti ja pesti voolava vee all traatharjaga). Peale puhastamist pakendati kettad inkubeerimiseks uuesti puhtasse kilekotti ning märgistati vastavalt välitöölehtede andmetele. Peale umbes 7-päevast inkubeerimist (joonis 6) kettad mikroskopeeriti (CETI 2x suurendusega mikroskoobiga).

Joonis 6. Mädanik hariliku männi kännul (Foto: T. Drenkhan)

Kettad, millel mikroskopeerimisel nähti juurepessu suguta arengujärgu (*Oedocephalum lineatum*) koniide (eoskandjaid) (joonis 7) ja/või külmaseene mütseelikimbukesi, teostati juuremädanike eraldamine puhaskultuuri. Külmaseent on märgatavalt lihtsam vaatluse teel ära tunda kui juurepessu, seetõttu oli nende ketaste eristamine hõlpsam.



Joonis 7. Juurepessu suguta arengujärgu (*Oedocephalum lineatum*) koniid (eoskandja) ja eosed. (Autori foto; valgusmikroskoop Nikon Eclipse 50i; okulaari suurendus 10x, objektiivi suurendus 60x)

Juurepessu koniidide olemasolu korral isoleeriti seen puhaskultuuri Petri tassidesse 2% virdeagarile (40g malt-extract, 28g agar technical, 2L kraanivett autoklaaviti 60 minutit 1,2 atmosfäärise rõhu all). Juurepessu koniidide ja külmaseene risomorfide puhaskultuuri viimine toimus steriilsetes tingimustes laminaarkapis. Peale 14-päevast kultuuride arenemist võeti steriilse külvinõelaga juurepessu puhaskultuuridest vastavalt tähistatud Eppendorf tuubidesse proovid DNA-analüüsi teostamiseks, et määrata juuremädanike liigiline koosseis puistutes.

Külmaseene liigini määramine sai Maaülikooli metsapatoloogia laboris võimalikuks alles 2014. aasta aprillikuus, mistõttu ei olnud võimalik külmaseene liigi tasemel analüüsimise tulemusi antud töös kajastada. Küll aga määrati ära, et tegemist on külmaseene perekonnaga (*Armillaria* spp).

2.4.1 DNA analüüside teostamine liikide määramiseks

DNA analüüsid teostas Maaülikooli metsapatoloogia vanemlaborant Katrin Jürimaa. Protseduur ei jäänud töö autorile siiski läbini tundmatuks, mitmel korral viibis autor DNA eraldamise ja analüüsimise juures ning osales mõnedes etappides. DNA-analüüs teostati kõigile kuuelt alalt kogutud proovidele. DNA eraldamiseks ja analüüsimiseks kasutati OMEGA bio-tek poolt toodetud E.Z.N.A.® Fungal DNA Mini Kit komplekti.

Kõigepealt purustati puhaskultuuridest võetud mütseel spetsiaalse purustava materjali (nt steriilne liiv) abil eppendorf tuubides. Sellele järgnes hulk etappe, mille käigus proove korduvalt soojendati, segati, lisati vajalikke puhvreid, jahutati, pipeteeriti, filtreeriti ja tsentrifuugiti. DNA eraldamisele järgnes PCR (*polymerase chain reaction* ehk polümeraasi ahelreaktsioon) meetod DNA ahela lõikude kordistamiseks ehk võimendamiseks. PCR meetodile järgnes geelelektroforees (*gel electrophoresis*), mille tulemusena määrati lõpuks juuremädaniku liik.

2.4.2 Kokkukülvid

Juurepessu liikide kokkukülvid teostati Põlvamaal asuva jänesekapsa kasvukohatüübi männikust (KJ114-16) isoleeritud proovidest. See ala osutus valituks seetõttu, et sealt õnnestus saada kõige rohkem juurepessu proove.

Katsealalt KJ114-16 isoleeritud juurepessu puhaskultuuridest tehti kokkukülvid Petri tassidesse virdeagar söötmele (söötme koostis sama nagu eelpool) külvates samasse tassi, 5 cm vahega, kahelt erinevalt puult isoleeritud juurepessu tüved. Eesmärgiks oli välja selgitada kas ühes puistus on erinevatel puuliikidel levinud geneetiliselt vaid ühte liiki juurepessu tüvi või on uuritud männipuistus esindatud geneetiliselt erinevad juurepessu tüved. Kokkukülvide tegemine, lihtsa meetodina, aitab mõista ka patogeeni levikumeetodeid puistus. Kui kahelt puult isoleeritud seenetüve kokkukülvamisel Petri tassis tõkketsooni ei teki (joonis 8, Petri tass paremal pool), siis on tegemist geneetiliselt sama juurepessu tüvega. Kui tekib selgelt eristatav tõkketsoon (joonis 8, Petri tass

vasakul pool) on tegemist geneetiliselt erinevate tüvedega. Juurepessu mütseelile on puhaskultuuris omane aja jooksul pruunikaks värvumine. Värske mütseel on enamasti lumivalge.

Joonis 8. Kokkukülvid. Vasakul on näha selgelt eristatav tõkketsoon. Parempoolsel kokkukülvil tõkketsoon puudub (Autori foto)

Kõik alalt KJ114-16 isoleeritud juurepessu tüved külvati omavahel kokku kahes korduses. Kaheksalt puult võetud proovidest tehti kokku 56 paariskülvi, st. igat proovi külvati kõigi teistega kokku kahel korral. Proovide külvamine kahes korduses on vajalik juhuks, kui üks proovidest mingil põhjusel ebaõnnestub. Sel juhul on võimalik külvide tulemusi hinnata teise proovi põhjal.

2.4.3 Andmetöötlus

Andmete töötlemiseks ja analüüsimiseks kasutati programme MS Excel 2010, MapInfo Professional 8.5 SCP, statistikaprogramm R version 2.14.1. MS Exceli abil koostati kõik töös esitatud tabelid ning juurepessu esinemise graafik. MapInfo Professional 8.5 SCP oli abiks katsealade paiknemise kaardi koostamisel ning statistikaprogrammi R 2.14.1 abil koostati detailsed kaardid prooviruutude ja prooviringide kohta (lisad 2-8, joonis 10).

3 Tulemused ja arutelu

3.1 Ketaste analüüsimine

Käesolevas töös analüüsiti kuut hariliku männi enamusega puistut (tabel 1). Kõigis puistutes oli esimeses rindes mändi üle 50% koosseisust (alade lõikes varieerus see 80...100%-ni). Harilikku kuuske esines esimeses rindes 10-20% (aladel KJ114, KJ096 ja MI137). Kaske oli kahel alal esimeses rindes 5% puistu koosseisust. Kahes puistus (KJ114 ja KJ096) oli teises rindes 100% kuusk. Ülejäänud aladel metsaregistri andmetel teine rinne puudus.

Kahel katsealal (SA138 ja QT099) moodustati kummalgi kaks prooviruutu (teistel aladel moodustati 1 prooviruut), mis mõjutab kogutud proovide arvukust. Ketaste hulka võisid mõjutada ka teised tegurid, näiteks sattus juhuslikult paigutatud prooviruutu läbima lai oksavall, mis võttis enda alla suure osa prooviringist või sattus prooviring koha peale, kus kasvas rohkem lehtpuid või esines palju vanu kändusid.

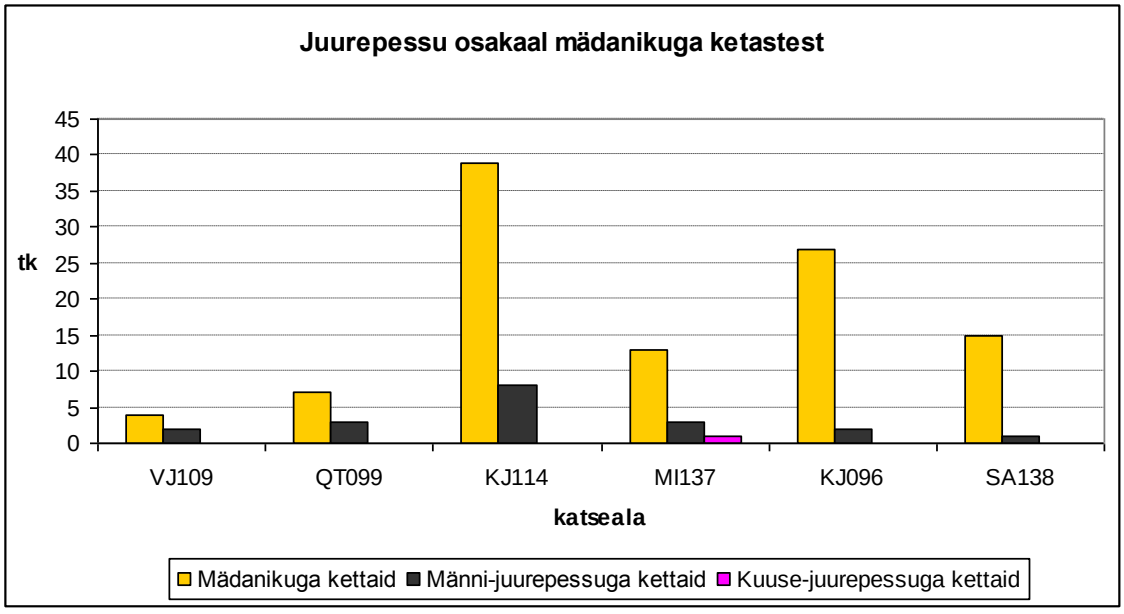
Männipuit on võrdlemisi kõrge vaigusisalduse ja tugeva struktuuri tõttu mädanikele vastupidavam kui näiteks kuuse puit ning juuremädanike olemasolu männipuistutes on kuusikutega võrreldes tagasihoidlikum. Mädanikuga ketaste ning männi-juurepessu osakaal kõigist puiduketastest on kujutatud graafikuna joonisel 9. Kokku analüüsiti kuuelt proovialalt 350 puiduketast, millest 105 (30%) olid nähtava mädanikuga (6,3%

tsentraalse, 8,3 % perifeerse mädanikuga ning 3,7% ketastest esinesid mõlemad). Tabelist 2 on näha, et suhteliselt rohkem mädanikuga kettaid saadi aladelt (KJ096-1 ja KJ114-16), kus nii esimeses kui teises (100%) rindes esineb harilik kuusk. Kuuse puit on mädanikele vastuvõtlikum, millest tulenevalt on kuuseosalusega puistutes tõenäoliselt soodsamad tingimused juuremädanike levikuks.

Tabel 2. Mädanikuga ja männi-juurepessuga ketaste arv alade lõikes

Maakond	Kvartal	Eraldis	Puistu vanus	Kasvu-koha-tüüp	Kettaid kokku	Mädani-kuga kettaid	Männi-juure-pessuga kettaid	Kuuse-juure-pessuga kettaid
Põlvamaa	KJ096	1	145	PH	34	27	2	0
Põlvamaa	KJ114	16	83	JK	63	39	8	0
Harjumaa	VJ109	6	107	JP	45	13	3	1
Harjumaa	SA138	10	89	PH	112	7	3	0
Võrumaa	MI137	14	81	SL	63	15	1	0
Tartumaa	QT099	12	105	PH	33	4	2	0

Männi-juurepessu tuvastati DNA-analüüsi abil kõigilt kuuelt katsealalt (tabel 2). Kokku õnnestus männi-juurepessu isoleerida kaheksalt harilikult männilt ja üheteistkümnelt harilikult kuuselt. Siiski jäid männi-juurepessu leiud oodatust tagasihoidlikumaks ning enamasti oli tegemist üksikute nakatunud puudega.



Joonis 9. Juurepessuga ketaste osakaal

Haiguskoldeks võib nimetada vaid alalt KJ114-16 prooviringis nr 2 (joonis 10) nakatunud puid, millest neli olid hariliku kuuse puud ja üks harilik mänd. Prooviringis nr 3 oli kolm männi-juurepessuga nakatunud kuuske. Kokku õnnestus männi-juurepessu isoleerida kaheksalt harilikult männilt ja üheteistkümnelt harilikult kuuselt. Alal KJ096 (lisa 2) esines männi-juurepess kahel hariliku kuuse kettal. Proovialal MI137 (lisa 3) esines männi-juurepess ühel männil ja ühel kuusel, kuuse-juurepess ühel kuusel. QT099 (lisa 4 ja 5) proovialal olid männi-juurepessuga nakatunud kolm mändi. SA138-l (lisa 6 ja 7) oli männi-juurepess ühel männikettal, VJ109-l (lisa 8) kahel männil.

Alalt KJ096-1 tuvastati külmaseent seitsmelt hariliku kuuse ja viielt hariliku männi kännult. Ala MI137-14 puhul on külmaseene olemasolu märgitud kahel värskel kuuse kännul. Ülejäänud alade kohta külmaseene andmed puuduvad.

3.2 Kokkukülvid

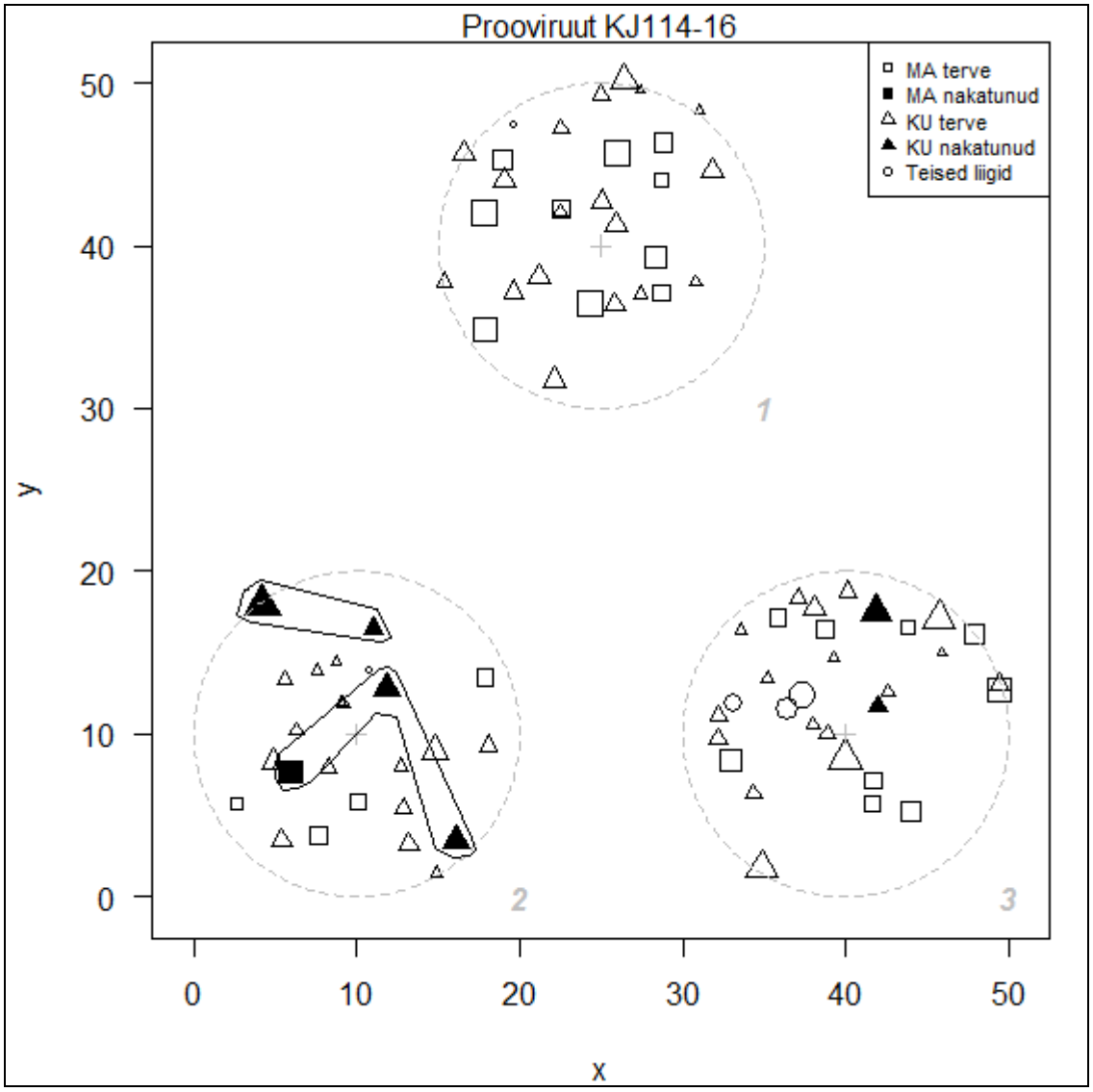
Kokkukülvide visuaalsel analüüsil tuvastati tehtud 56-st külvist kokku kaheksa külvi, seega neljalt puult võetud proovidelt, millel puudus tõkketsoon, s.t. Petri tassi külvatud ja erinevatelt puudelt isoleeritud juurepessu tüved olid omavahel kokku kasvanud (tabelis 3 tähistatud 0).

Tabel 3. Kokkukülvid alalt KJ114-16. 1 – tõkketsoon kultuuride vahel esineb – tegemist on geneetiliselt erinevate juurepessu tüvedega; 0 – tõkketsoon kultuuride vahel puudub – tegemist on geneetiliselt sama juurepessu tüvega)

Puu nr	KU 2-21	KU 3-2	KU 2-9	MA 2-16	KU 2-3	KU 2-1	KU 3-7	MA 3-13
KU 2-21	x	1	1	1	1	0	1	1
KU 3-2	1	x	1	1	1	1	1	1
KU 2-9	1	1	x	0	0	1	1	1
MA 2-16	1	1	0	x	0	1	1	1
KU 2-3	1	1	0	0	x	1	1	1
KU 2-1	0	1	1	1	1	x	1	1
KU 3-7	1	1	1	1	1	1	x	1
MA 3-13	1	1	1	1	1	1	1	x

Tõkketsoonita proovidest moodustus kaks puudegruppi (joonis 10; tabel 3), isoleeritud patogeeni tüvede kokkukasvamine näitab, et tegemist on geneetiliselt sarnase juurepessu tüvega. See omakorda võib tähendada, et juurepess on ühelt puult teisele levinud juurekontaktide kaudu ehk vegetatiivselt.

Esimesse gruppi kuulusid proovid kolmelt erinevalt puult, sealhulgas kaks neist pärinesid harilikult kuuselt ja üks harilikult männilt (KU 2-3; KU 2-9 ja MA 2-16). Teise puudegrupi moodustasid kaks harilikku kuuske (KU 2-1 ja KU 2-21).



Joonis 10. Katseala KJ114-16 prooviruut. Musta piirjoonega on eraldatud geneetiliselt identse juurepessu tüvega puud

Kuna omavahel kasvasid kokku kahelt harilikult kuuselt ja ühelt harilikult männilt võetud männi-juurepessu proovid, võib oletada, et seen on vegetatiivselt levinud ühelt puuliigilt teisele. Kirjeldatud haiguskoldes oli kuuest männi-juurepessuga nakatunud puust vaid ühe puhul tegemist hariliku männiga, ei saa teha olulisi järeldusi juurepessu leviku iseärasuste kohta harilikul männil.

Ülejäänud kokkukülvides moodustus kahe külvi vahele selgelt eristatav tõkketsoon, mis tähendab, et tegemist on geneetiliselt erinevate juurepessu tüvedega. Erinevate tüvede puhul on arvatavasti tegemist eoste kaudu levinud nakkusega.

Kokkuvõte

Levinuim juuremädaniku tekitaja meie metsades on juurepess. Enim kahju põhjustab juurepess just majandusmetsades. Juurepess levib nii eostega kui vegetatiivselt (juurekontaktide kaudu) ning on võrdlemisi patogeenne haigustekitaja. Juurepessu kahjustus võib vähendada metsast saadavat tulu kuni 30% ulatuses. Haigustekitajast täielikult vabanemine ei ole võimalik. Tema levikut saab mõnede meetoditega vaid piirata. Eoslevi pärssimiseks võib raietöid teostada talvel, mil seene eosed ei levi. Samas ei mõjuta see kuidagi seene vegetatiivset levikut.

Juurepessu kõrval on peaaegu sama oluliseks, kuid vähem patogeenseks juuremädaniku tekitajaks meie metsades väga laialdaselt levinud külmaseen. Külmaseen üksi aga ei suuda täies elujõus puule märgatavaid kahjustusi tekitada, mistõttu ründab ta puud alles siis kui see on mõne teise teguri poolt nõrgestatud ning puu ei suuda piisavalt vastupanu osutada.

Käesolevas töös uuriti juuremädanike, peamiselt juurepessu levikut männipuistutes. Kuuelt katsealalt koguti 350 puiduproovi edasisteks laboratoorseteks analüüsideks. 30% proovidest olid silmnähtavalt tsentraalse ja/või perifeerse mädanikuga. Suhteliselt rohkem mädanikuga kettaid saadi aladelt, kus nii esimese kui teises rindes esines harilik kuusk. Seda võib seostada asjaoluga, et harilik kuusk on mädanikele tunduvalt vastuvõtlikum ning kuuse osalusega männi puistus valitsevad seega juuremädanike levikuks soodsamad tingimused.

Juurepessu tuvastati kõikidelt analüüsitud katsealadelt siiski võrdlemisi vähe. Peamiselt oli tegemist männi-juurepessu tüvega. Erandiks oli ala (KJ114-16), millelt isoleeriti kõige enam juurepessu. Sellel ala juurepessu proovidest moodustatud kokkukülvide põhjal tehtud analüüsidest võib järeldada, et lisaks eoslevile on antud puistus juurepess

levinud ka vegetatiivsel teel. Huvitav on, et antud juhul võib juurepess olla vegetatiivselt levinud ühelt puuliigilt teisele.

Külmaseene esinemise kohta on andmed vaid kahelt katsealalt (KJ096 ja MI137).

Kirjandus

Drenkhan, T., Hanso, S., Hanso, M. 2008. Effect of the Stump Treatment with Phlebiopsis gigantea against *Heterobasidion* Root Rot in Estonia. Baltic Forestry, 14 (1): 16-25.

Gonthier, P., Thor, M. 2013. *Annosus* Root and Butt Rots. . Infectious Forest diseases. Wallingford, Boston. 128-158, 641p

Guillaumin, J.-J., Legrand, P. 2013. *Armillaria* Root Rots. Infectious Forest diseases. Wallingford, Boston. 159-177, 641p

Hanso, S. 1986. Juurepessu tekitaja *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. ökoloogiast. - Metsanduslikud uurimused XXI. Metsakaitse. Tallinn, lk. 137-152.

Hanso, M., Hanso, S. 1999a. Andmeid juuremädanike tekitajate kohta Eesti metsades. – Metsanduslikud uurimused XXXI, 141–161.˘

Hanso, S., Hanso, M. 1999b. Juurepessu levimisest Eesti metsades. – Metsanduslikud uurimused XXXI, 162–172.

Hanso, M., Õunap, H. 2006. Olulisemad metsakahjustused ja nende vältimine. Tartu: SA erametsakeskus. 44 lk.

Järve, S. 2006. Puuseened pargi- ja ilupuudel. Tallinn: Maalehe Raamat. 127 lk.

Lochman, J., Sery, O., Mikes, V. 2004. The rapid identification of European *Armillaria* species from soil samples by nested PCR. FEMS Microbiology Letters 237, 105–110

Lushaj, M., Woodward, S., Keča, N., Intini, M. 2009. Distribution, ecology and host range of *Armillaria* species in Albania.

Piri, T., Korhonen, K. 2007. Spatial distribution and persistence of *Heterobasidion parviporum* genets on a Norway spruce site. Finnish Forest Research Institute.

Piri, T., Korhonen, K. 2008. The effect of winter thinning on the spread of *Heterobasidion parviporum* in Norway spruce stands. Finnish Forest Research Institute.

Thor, M. 1997. Stump treatment against *Heterobasidion annosum* – Techniques and Biological effect in practical forestry. Licentiatavhandling, Department of Forest Mycology and Pathology, Uppsala, Sweden, 21 p. + append. Viidatud Drenkhan, T. 2006. Bioregulaator ROTSTOP®'i kasutamine juurepessu profülaktikas: Magistritöö. Eesti Maaülikooli Metsandus- ja maaehitusinstituut, Tartu kaudu.

Rönnberg, J., Berglund, M., Johansson, U., Cleary, M. 2012. Incidence of *Heterobasidion* spp. following different thinning regimes in Norway spruce in southern Sweden. - Forest Ecology and Management 289, 409–415.

Voolma, K., Õunap, H. 2000. Metsakaitse. Metsakahjustused ja nende vältimine. Tartu: Maaelu Arengu Keskus. 56 lk.

Pärt, E., Adermann, V., Merenäkk, M., Mitt, S. 2011. Aastaraamat Mets. [http://www.keskkonnainfo.ee/failid/aastaraamat_METS_2011.pdf] (31.05.2014)

Drenkhan, T. 2011. Bioregulaator Rotstop juurepessu vastu. – Eesti Loodus, 2. [http://www.loodusajakiri.ee/eesti_mets/artikkel1163_1144.html] (14.04.2013)

Hanso, M., Drenkhan, T. 2005. Seenega seene vastu. – Eesti Loodus, 1. [http://www.eestiloodus.ee/index.php?artikkel=965] (29.03.2013)

Kuuse-juurepess. eElurikkus. [http://elurikkus.ut.ee/kirjeldus.php?lang=est&id=153975&rank=70&id_puu=169396&rank_puu=60] (10.04.2013)

Metsaregistri takseerandmed. [http://register.metsad.ee/avalik/] (08.05.2013)

Männi-juurepess. eElurikkus. [http://elurikkus.ut.ee/kirjeldus.php?lang=est&id=153974&rank=70&id_puu=169396&rank_puu=60] (10.04.2013)

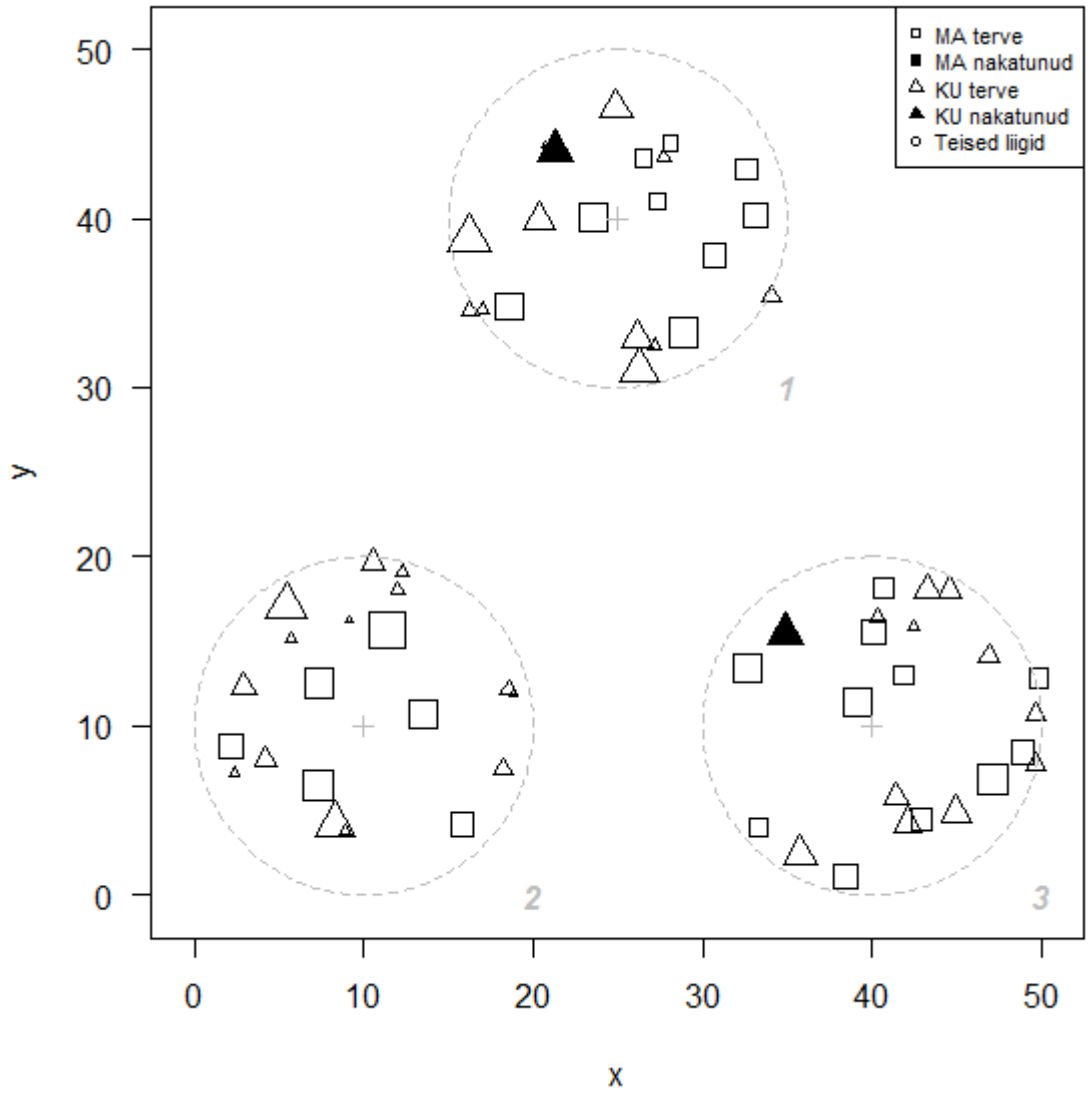
Tamm, Ü. 2001. Mänd – vastupidavuse sümbol. Eesti Loodus [http://www.loodusajakiri.ee/eesti_loodus/EL/vanaweb/0101/ylo.html] (26.05.2014)

Lisa 1. Välitöölehe näidis

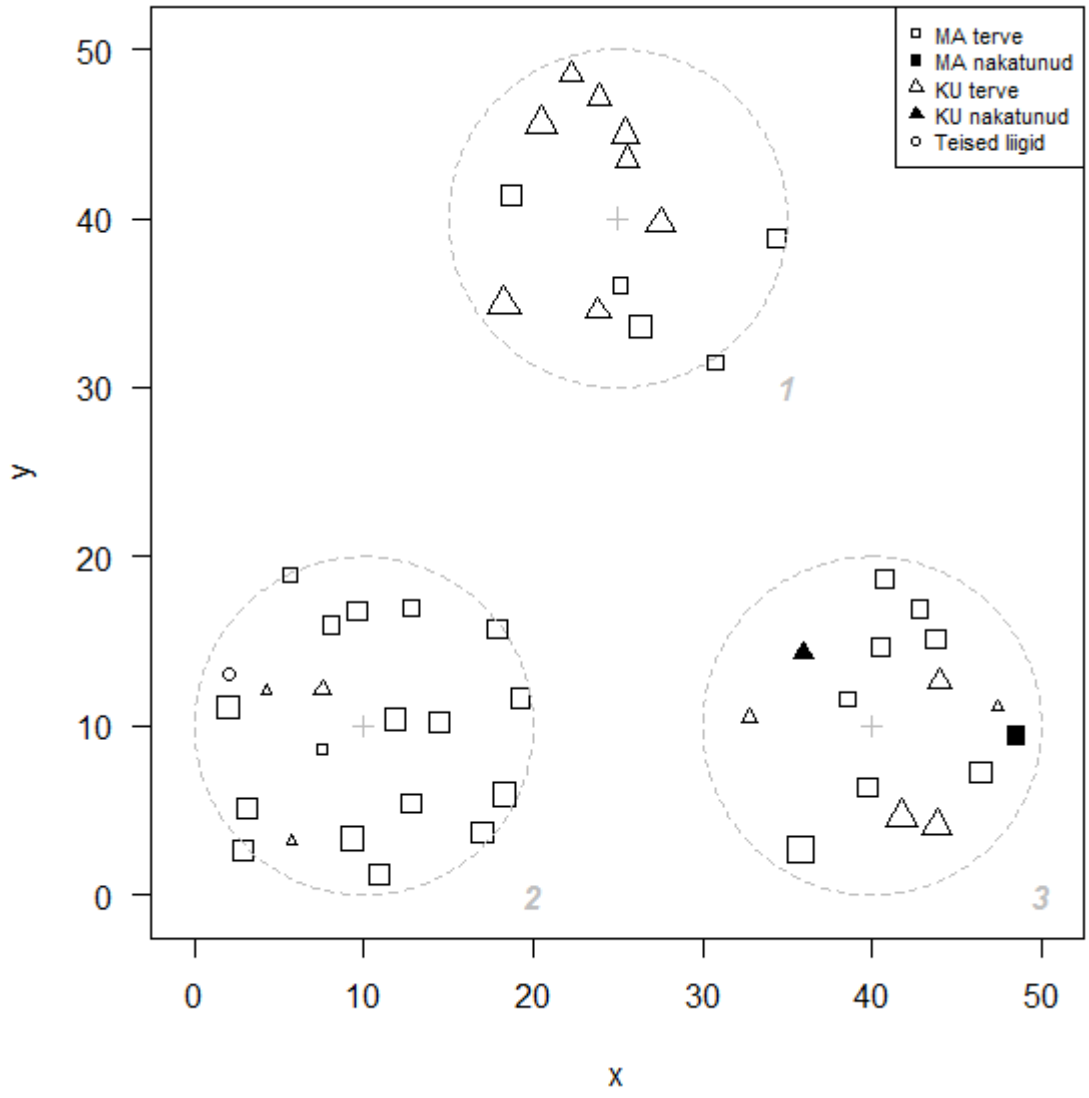
KKT					Katastriüksuse nr			
Vald			Kv			Nruut:		
MK			Er			Eruut:		
Raieaeg/pind				Ruut		Nring:		
Lõikeaeg				Ring		Ering:		
Mõõtjad:				mullaproov:				
Reljeef								

Jrk nr	Puu-liik	Dkänd cm	Känd			Kül-ma-seen (X)	Juure-pess (X)	Muu mädaniku tekitaja (puidu lagundaja elusal puul)	
			värs-ke (X)	vana (X)	kuiv (X)			(X)	Liik, perifeerne (P), tsentraalne (T) Märkused: tuuleheide ja -murd (H, M); kasvav puu (K); jalakuiv säilikpuu (S)
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									

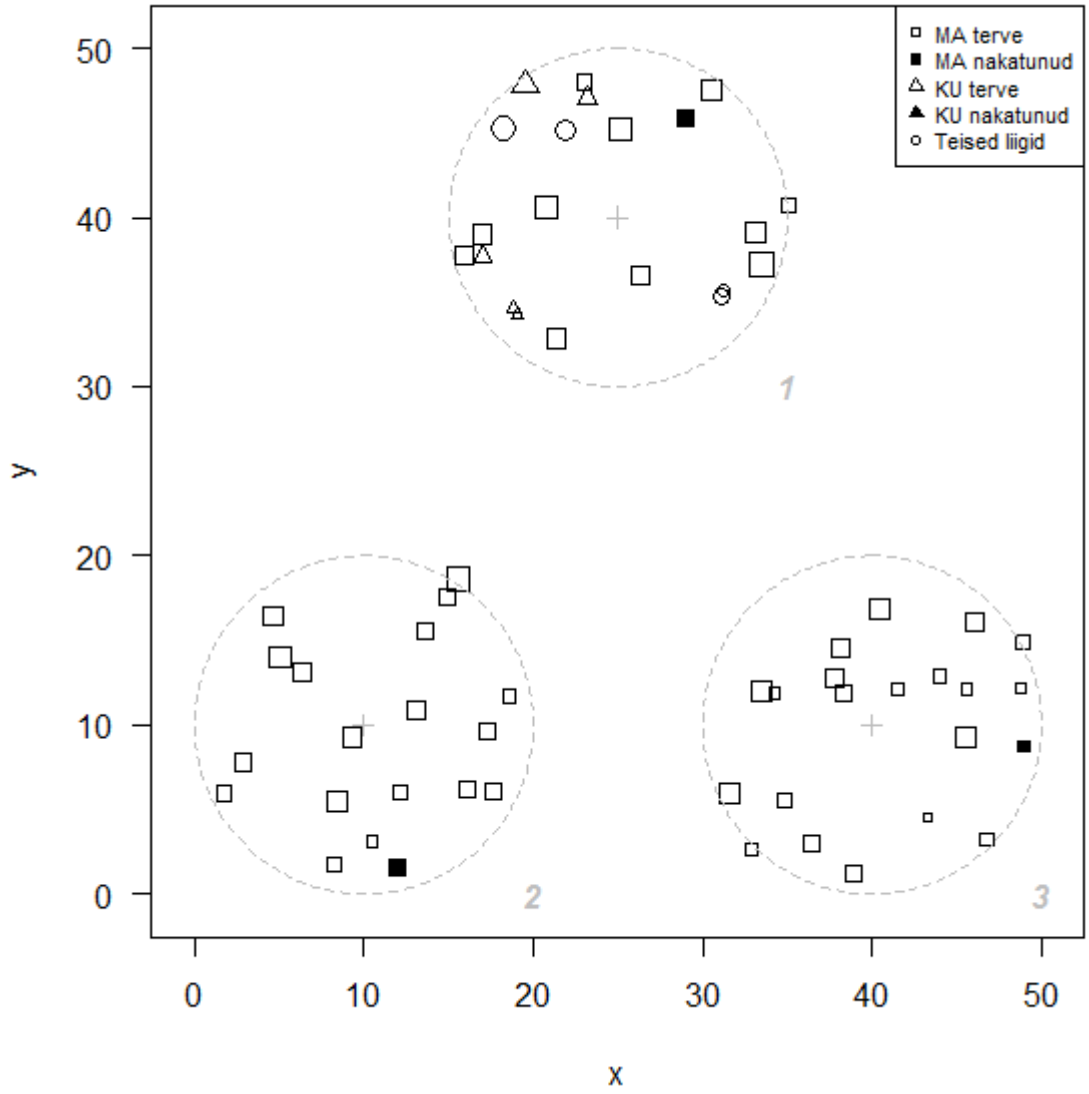
Lisa 2. Prooviruut KJ096-1



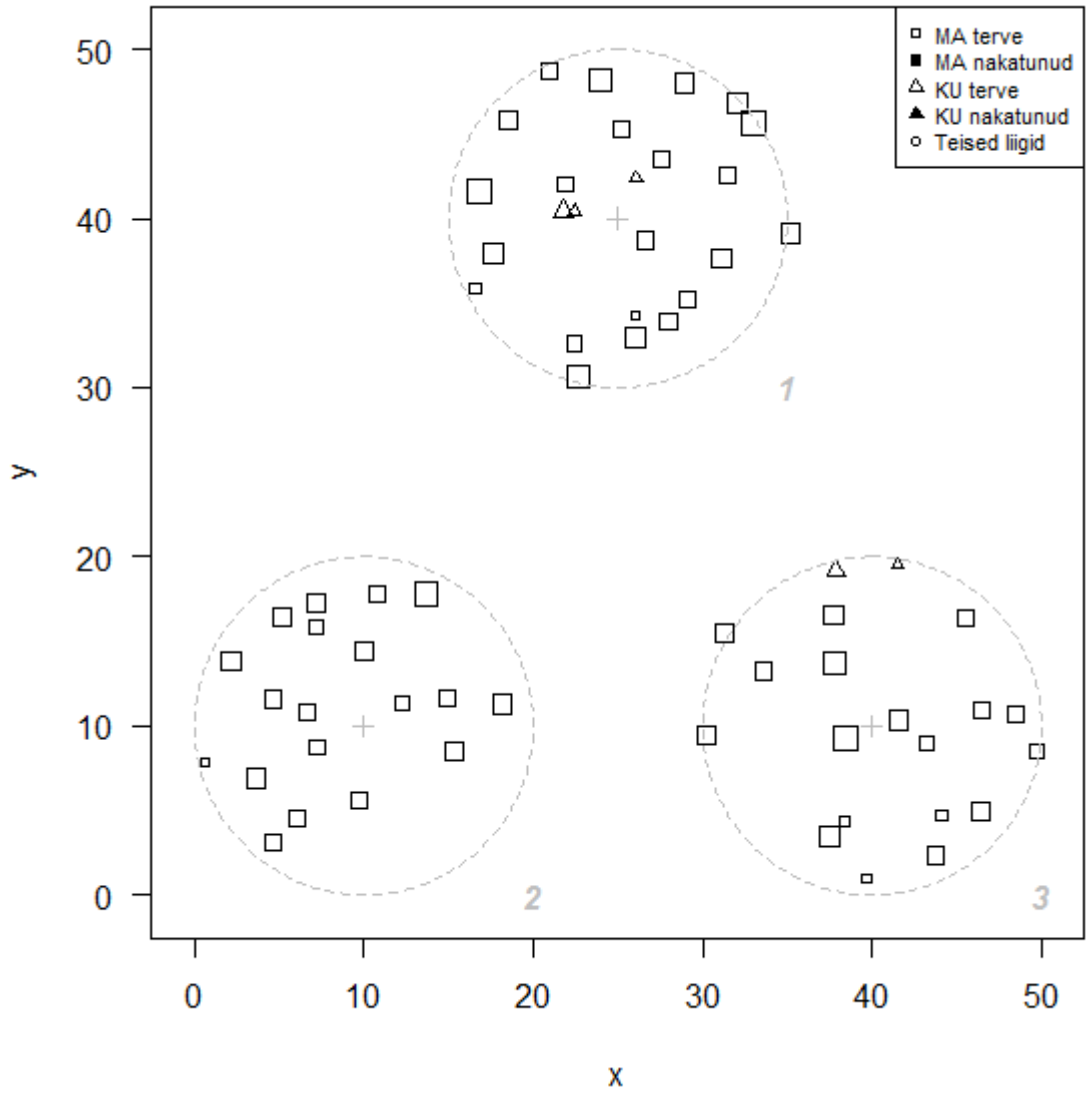
Lisa 3. Prooviruut MI137-14



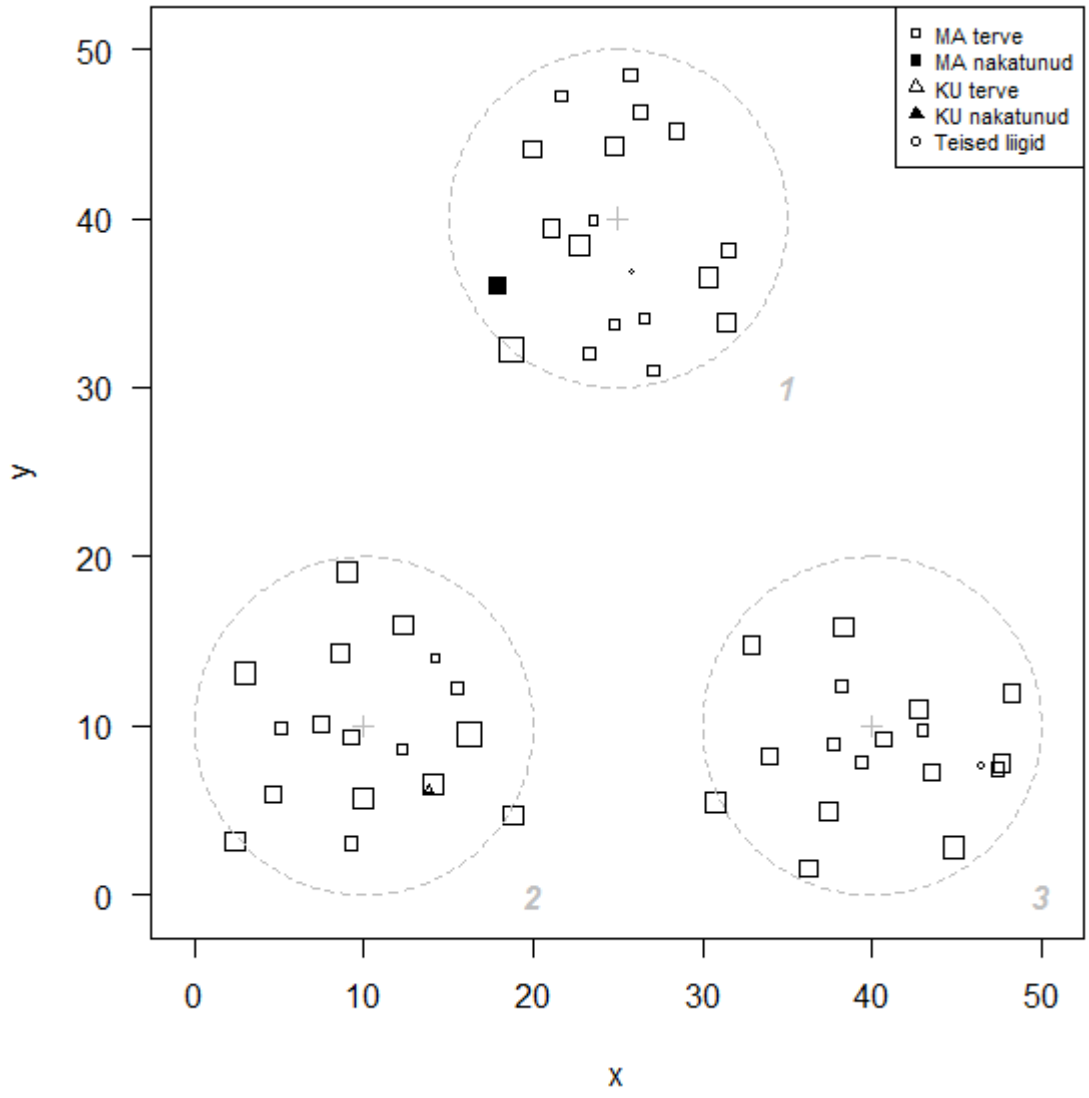
Lisa 4. Prooviruut I QT099-12



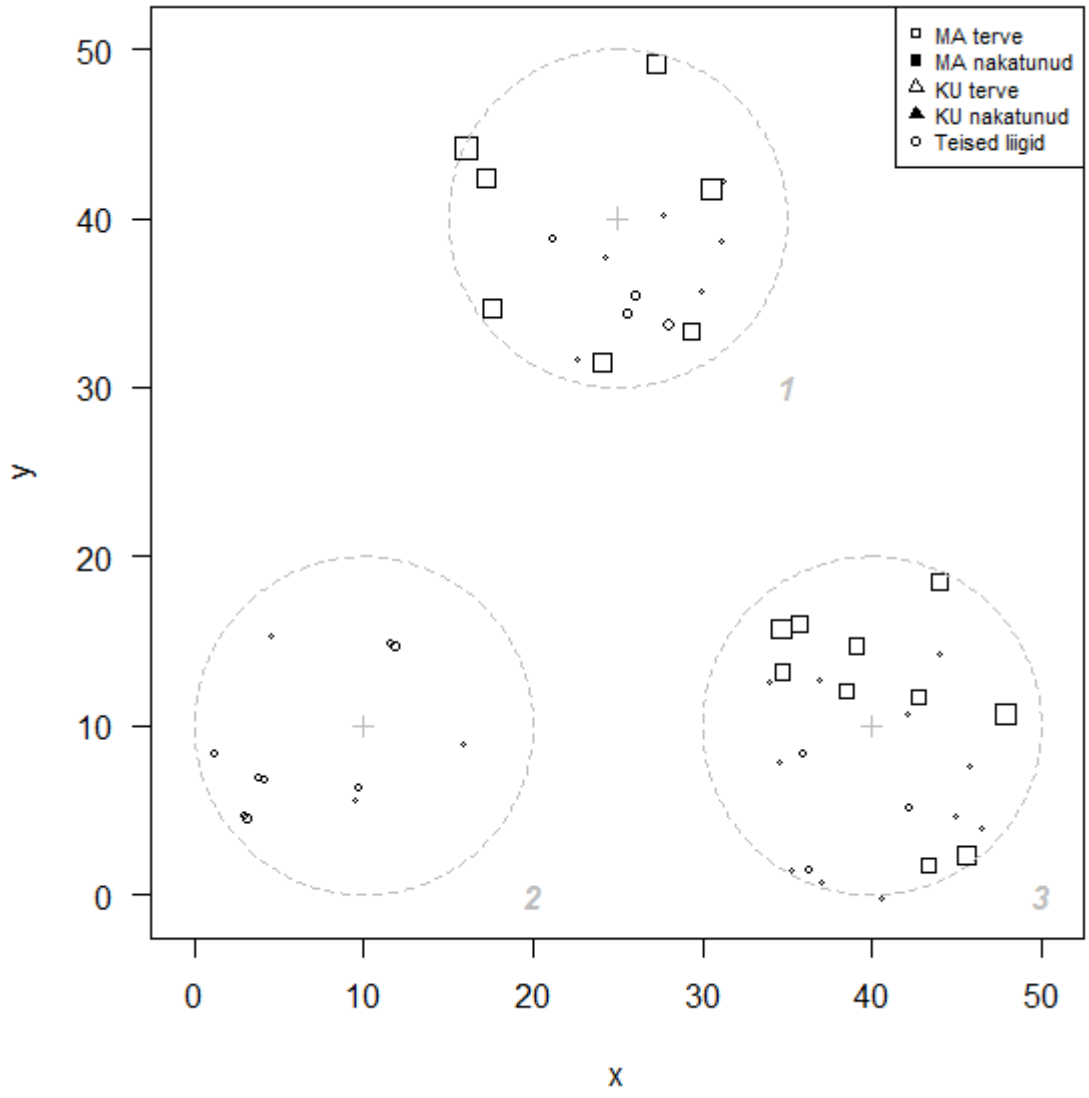
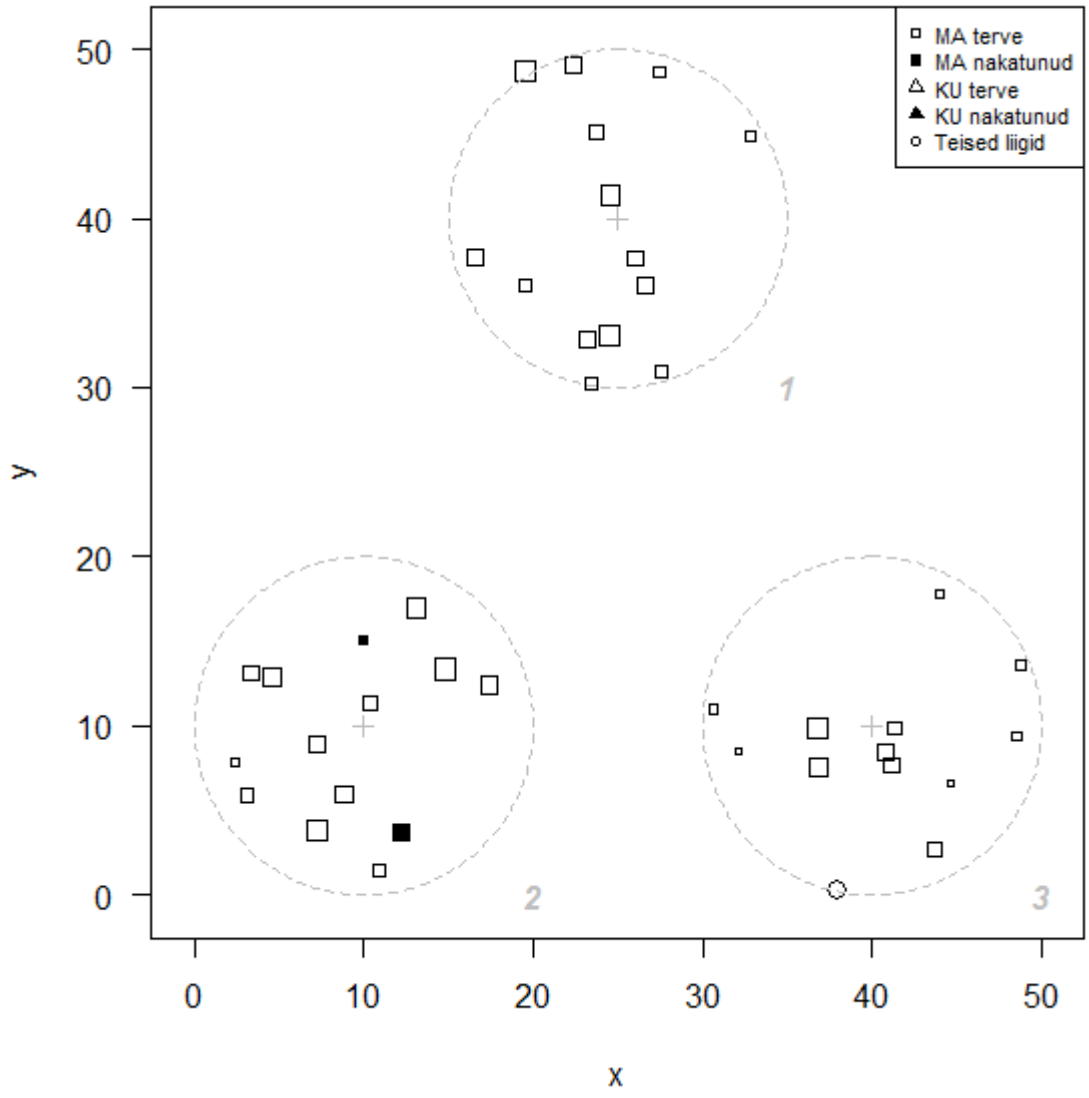
Lisa 5. Prooviruut II QT099-12



Lisa 6. Prooviruut I SA138-10



Lisa 7. Prooviruut II SA138-10



Lisa 8. Prooviruut VJ109-6