

RMK TEADUSPROJEKTI LÕPPARUANNE

1. PROJEKTI NIMETUS: Turberaiete ökoloogilis-majanduslik analüüs ja näidiskatsealade võrgustiku rajamine.

2. PROJEKTI KESTUS

Algus:

06.2011

Kuu/aasta

Lõpp:

05.2014

Kuu/aasta

3. PROJEKTI TAOTLEJA (teadusasutus): Eesti Maaülikool, metsandus- ja maaehitusinstituut

Telefon: 5098598

Address: Eesti Vabariik, Tartu maakond, Tartu linn, Kreutzwaldi 1

Registrikood: 74001086

Panga rekviisiidid: 10102000308001

4. PROJEKTI JUHT:

Hardi Tullus

(Ees- ja perekonnanimi)

Professor, PhD

(Amet, teaduskraad)

5. PROJEKTI PÕHITÄITJAD

Projekti põhitäitjad:

Ees- ja perekonnanimi	Teaduskraad	Ametikoht
1. Raul Rosenvald	PhD	vanemteadur
2. Tea Tullus	PhD	teadur
3. Eino Laas	MSc	lektor
4. Andres Jäärats	MSc	lektor
5. Ivar Sibul	PhD	dotsent
6. Rein Drenkhan	PhD	dotsent
7. Kalle Karoles	PhD	dotsent
8. Reimo Lutter	MSc	spetsialist
9. Arvo Tullus	PhD	teadur
10. Risto Sirgmet	MSc	teadur

Projektiga seotud abitöötajad:

1. Erik Rist	BSc	töövõtuleping
2. Martin Tishler	MSc	töövõtuleping
3. Vahur Sepp	-	FIE
4. Sirje Tullus	-	laborant
5. Taivo Raudsaar	MSc	FIE
6. Marten Merdikes	BSc	töövõtuleping
7. Kalev Adamson	MSc	töövõtuleping
8. Koit Lang	-	töövõtuleping
9. Arno Kanal	PhD	töövõtuleping
10. Mart Gaškov	-	töövõtuleping
11. Reeno Sopp	BSc	töövõtuleping
12. Tiidrek Nurme	-	töövõtuleping
13. Heino Seemen	PhD	töövõtuleping

6. PROJEKTI KULUD KOKKU 139111 eurot	
Kulurida	Kokku
Töötasud (põhitäitjad + abitööjõud)	63945,00
Sotsiaalmaks + Töötuskindlustusmaks	21869,27
Lähetuskulud	5054,27
Materjalid, tarvikud, masinad, seadmed	12876,72
Muud kulud	21454,84
Üldkululõiv	13911,00
Kokku	139111,00

7. PROJEKTI TULEMUSED

7.1 Projekti lühikokkuvõte

Projekti täitmisel rajati 60 näidis-katseala turberaieviiside uurimiseks. Eesmärgiks oli uurida lageraie suhtes alternatiivseid metsade uuendamise, majandamise ning kaitse võtteid. Uuriti turberaie ökoloogilisi, majanduslikke ning sotsiaalseid aspekte. Anti hinnang turberaie mõju kohta metsade elurikkusele. Koostati ettepanekud metsaseaduse ja metsa majandamise eeskirja muutmiseks. Rajatud katsealad on kasutatavad metsaomanike ja riigimetsa töötajate koolitamiseks ning nõustamiseks. Teaduslik uurimistöö ja metsas toimuvate muutuste monitooring on katsealadel planeeritud pikaajalisena.

7.2 Abstract

Ecological-economical analysis of shelterwood regeneration method and establishment of the network of demonstration-experimental areas

Sixty long-term demonstration-experimental areas were created to study the shelterwood regeneration method (SRM) and for training and counselling. Ecological, economic and social aspects of SRM were studied. The impact of SRM on biodiversity of forests was evaluated. Alterations to Forest Act and Guidelines of Forest Management were proposed. Long-term research of the experimental areas is planned.

7.3 Tulemused

Projekti täitmisel lähtuti taotluses püstitatud eesmärkidest. Toimus turberaie kui lageraie alternatiivi metsakasvatustlik, ökoloogiline, majanduslik ja maastikuline (esteetiline) analüüs ja võrdlus. Rajati näidis-püsikatsealade võrgustik. Koostati metsakasvatustlikud soovituselised seniste turberaie majandusmudelite efektiivsemaks muutmiseks. Viidi läbi turberaie mõjutatud puistute alustaimestiku uuringud ja loodi andmebaas alustaimestiku muutuste pikaajaliseks monitooringuks. Toimus turberaie seotud putukkahjurite ja seenpatogeenide leviku ja mõju analüüs. Kirjeldati metsise mägupaikade puistute tihedust ja analüüsiti selle mõju

mängupaikade dünaamikale. Analüüsi juur- ja valguskonkurentsi mõju erinevate turberaieviiside ja raieintensiivsuste korral. Koostati soovitusel loodusliku uuenduse täiendamiseks ja hooldamiseks, alustati uuenduse väetamiskatsega. Rajati turberaieviiside detailuuringute näidisaalal Järveljal. Euroopa metsanduslikku kogemust ja kaasaegseid suundumusi turberaie rakendamisel analüüsi peamiselt Soome (boreaalsed metsad) ja Austria, Saksamaa (viljakad mineraalmullad) näidetel. Koostati soovitusel metsaseaduse ja metsa majandamise eeskirja muutmiseks, käsitledes turberaieid ja valikraiet ühtse pakatina, lageraie alternatiivina.

7.3.1. Turberaie näidiskatsealade võrgustik

Rajati 59 turberaie näidis-püskatseala. Katsealade asukohad ja peamised takseerijad on esitatud lisas 1A ja 1B. Andmetöötluse põhianalüüsid tehti andmestikuga, kus oli 39 hästi uuenenud ala (Lisa 1A), mis jagunesid võrdselt 1., 2. ja 3(4). boniteedirühma vahel. Eraldi võrreldi sama metsakasvukohatüübi, boniteedi, vanuse ja asukohaga turberaiealade paare, millest üks oli hästi uuenenud ja teine kehvasti (Soolmann 2014). Head alad olid valitud 39 hästi uuenenud ala seast ja lisandusid 20 halvasti uuenenud ala (mis on lisaks näidisaalade andmebaasile). Hästi ja halvasti uuenenud turberaie alade detailne analüüs on esitatud lisas 4, Erko Soolmanni magistritööna, kaitstud 2014. Püskatsealade koondanalüüs ja tulemused on esitatud lisas 7.

7.3.1.1. Loodusliku uuenduse edukust mõjutavad tunnused

Turberaie näidis-katsealade andmestiku analüüsimisel selgus, et põhilised uuenduse edukust mõjutavad tunnused olid kas kasvukoha avatus või ülarinde (esimene ja teine rinne) puude arv. Okaspuude uuenduse arvukust mõjutas positiivselt ka mineraliseerimine. Viimase aasta juurdekasv oli parem puistus, kus ülarinde puude arv oli väiksem, samuti suurema keskmise kõrgusega (boniteediga) puistutes. Aegjärkse raie raiejärgne täius ega esimese rinde säilitatud puude tagavara polnud uuenduse edukusele kuigi olulised.

Teises analüüsis (Soolmann 2014) võrreldi teatud omaduste (kasvukohatüüp, boniteet, raieaeg, asukoht) poolest sarnaseid alade paare, mis aga erinesid uuenemisedukuse poolest. Ka seal leiti, et uuenduse edukust on mõjutanud positiivselt maapinna mineraliseerimine ja raie käigus eemaldatud puude maht (tm/ha) ning negatiivselt on mõjunud säilitatud ülarinde puude (1. ja 2. rinne) arv. Okaspuu-uuenduse arvukusele, uuenemisindeksile ega ka aastasele keskmisele uuenduse kogujuurdekasvule ei osutunud mineraalainete varud mullas ega okastes oluliseks, seega pole need uuritud aladel uuendusele piiravaks teguriks.

7.3.1.2. Raiejärgsed tulekahjustused aegjärksel raiel

Keskmiselt leiti katsealadel 11 puud hektari kohta (13,6 tm/ha), mis olid surnud pärast raiet. Neist mände oli keskmiselt 5,7 puud/ha (elusaid mände 184 puud/ha), kuuski 5,1 puud/ha (elusaid 46 puud/ha) ja lehtpuid 0,5 puud/ha (elusaid 11 puud/ha). Mändidel olid surnud puud keskmiselt väiksemad kui elusad puud, kuuskedel ja lehtpuudel suuremad. Keskmine aastane

suremuse protsent oli suurim kuuskedel.

Otsides puude suremust mõjutavaid tunnuseid, leiti, et surnud puude arv hektarile suurenes lõppmudelil ($R^2=0,35$; $F_{1,48}=26,3$, $p<0,001$) koos elusate kuuskede arvu suurenemisega hektari kohta. Surnud puude ruumala suurenes ($R^2=0,54$; $F_{2,47}=27,1$, $p<0,001$) koos kuuskede hektaritagavaraga ($F=29,5$, $p<0,001$) ja esimese rinde puu keskmise mahuga ($F=7,7$, $p=0,008$).

7.3.1.3. Surnud puit turberaialadel

Uuringust selgus, et turberaialadel on oluliselt vähem surnud puitu kui raieküpsedes metsades, mida võis ka eeldada, kuna turberaialad on lamapuidust (sageli ka okstest) puhastatud, et efektiivsemalt teostada maapinna ettevalmistust. Seisvate surnud puude maht oli turberaialadel raieküpsete metsadega võrreldes eriti väike. Tüügaste jätmise raie ajal ei takista kuigivõrd maapinna ettevalmistustööd, samuti pole nende rahaline maksumus märkimisväärne. Seega võib soovitada sel viisil (ning eriti kaitsealadel) suurendada turberaialade väärtust elustikule.

7.3.1.4. Raieviiside esteetiline väärtus

Turberaie esteetilise väärtuse hindamisel (Kõivik 2014) küsitleti 167 Tartumaa abiturienti, kes iseloomustasid oma loodusega seotust ning hindasid fotode põhjal erinevat tüüpi majandatusega puistute esteetilist väärtust (lisa 4). Võrreldavad raietüübid olid aegjärgse raie 1) esimene ja 2) teine järk, 3) häilraie, 4) veerraie, 5) paljude ja 6) väheste säilikpuudega lageraie, 7) säilikpuugruppidega lageraie, 8) lageraie, 9) looduslike ja 10) lõigatud tüügastega lageraie ning kontrollaladeks olid 11) raieküps majandusmets ning 12) inimõjuta põlismets.

Aegjärksete raiete ning häilraietega läbitud metsade esteetiline väärtus hinnati oluliselt kõrgemaks kui lageraietel või veerraiel. Seega aegjärgne ja häilraie sobiksid hästi asulalähedaste ja puhkemetsade majandamiseks.

7.3.2. Turberaieviiside detailuuringute näidiskatseala Järveljal

Toimusid uuringuid Järveljal 2012 kevadel rajatud turberaie detailuuringute katsealal männikus, kus on esindatud aegjärgne, häil- ja veerraie ning võrdluseks kontrollala. Raie teostati 2012. a kevadtalvel, maapinna ettevalmistus maikuus. Mineraliseeriti 20-25% raiealast. Katsealast tarastati 2012 sügisel 50%, et vältida/hinnata ulukikahjustusi uuendusele.

Järvelja katsealale rajati 80 alustaimestiku muutuste uurimise püsiprooviruutu. Igal ruudul hinnati puhma-rohurinde ja samblarinde üldkatvus, koostati soon- ja sammaltaimede liiginimekirjad ning hinnati kõikide liikide katvusi. Igal ruudul tehti poolsfäärifotod valgustingimuste kirjeldamiseks. Taimkate ja valgustingimused kirjeldati raie-eelselt 2011. aastal ja raiejärgselt 2012, 2013 suvel.

Turberaie katsealal rajati kultiveerimise võrdluskatse. Töö eesmärk on läbi viia võrdlus loodusliku ning kunstliku metsauuendamise vahel erinevate turberaieviiside korral. Aegjärgse

raie alale rajati kuus prooviruutu, küljepikkusega a' 20 m. Neli prooviruutu tarastatud alal ja kaks võrdlusena väljaspool tara. Aegjärkse raie igale ruudule istutati 60 paljasjuurelist ja 60 potitaime ning tehti ka kaks rida lapikülvi. Algtihedus ruutul on arvestuslikult 3000 tk/ha. Maapind valmistati ette lappidena. Veerraie alale rajati avamaataimede ja potitaime kaks katseruutu küljepikkusega 30x20 meetrit. Veerraiel rajati männikultuur algtihedusega 3800 tk/ha, 80 avamaataime ja 80 konteinertaimede prooviruudu kohta. Ala valmistati ette lappidena, üks katseruut tarastatud alal ning teine väljaspool tara. Veerraie mõlemale servale tehti samuti kaks rida männikülvi, algtihedus 3800 külvikohta/ha. Häilraie puhul tehti kultiveerimist kahel suurema läbimõõduga häilul. Häilu läbimõõdu ulatuses istutati kaks rida taimi ja teostati ka kahele reale lapikylv. Kasutati samuti avamaataimi ja potitaime algtihedusega 3500tk/ha. Looduses on tähistatud ja nummerdatud 1531 taime ja külvikohta, kus toimuvad kasvuparameetrite, okkahaiguste ja kärsaka kahjustuste monitooring ja eksperimendid. Kõik katsevariandid inventeeriti 2012 sügisel ja 2013 ning 2014 kevadel. Määratud on esinevad okkahaigused ja kärsakakahjustused.

Kuna kirjanduse analüüs ja praktikute kogemused näitavad, et turberaietel tekkiv looduslik uuendus kasvab aeglaselt ja põhjuseks on vanametsa puude juurkonkurents, siis otsustati alustada väetamiskatsega 2013 kevadel, tehes seda mitte ülepinnalisena (Metsaseaduses keelatud), vaid väikeste proovilappidena. Ühe proovitüki suurus on 0,32 m², millele pandi 33 grammi NPK 11:11:21 kompleksväetist. Kokku väetati 507 proovilappi. Aia sees oleval veerraiel väetati 30 avataime, 26 potitaime ning 15 külvilappi. Aiast väljas oleval proovitükil väetati 30 avataime ning 15 külvilappi. Kokku veerraiel 116 proovilappi. Aia sees oleval aegjärksel raiel väetati 30 avataime, 30 potitaime ja 30 külvilappi. Aiast väljas oleval aegjärkse raie alal väetati 30 avataime, 30 potitaime ja 30 külvilappi. Kokku väetati aegjärksel raiel 180 proovilappi. Aia sees oleval 30 meetrise läbimõõduga häilul väetati 12 potitaime, 1 avataim ja 7 külvilappi. Aiast väljas 30 meetrisel häilul 11 potitaime, 2 avamaataime ja 8 külvilappi. Aias oleval 35 meetrise läbimõõduga häilul väetati 7 potitaime, 3 avamaataime ja 8 külvilappi. Aiast väljas oleval 35 meetrisel häilul 14 avamaataime ja 8 külvilappi. Kokku väetati häilraietel 81 proovilappi.

2014. aasta kevadel mõõdeti taimede kõrgus ja eelmise aasta juurdekasv. 2013. aasta sügisel võeti 74 mulla- ja okkaproovi väetamise mõju selgitamiseks. Selgus, et pärast teist kasvuaastat oli istutatud taimede kõrgus suurim veerraie paljasjuursetel taimedel ning väikseim aegjärkse raie alal kasvavatel taimedel. Istutatud taimede viimase aasta laduvõrse pikkus oli suurim veerraiel ning väikseim aegjärksel raiel. Kuigi väetatud taimed olid keskmiselt kõrgemad, siis väetamise mõju esimese väetamisjärgse aasta kõrguskasvule ei ole usaldatav. Taimede säilivus sõltus väetamisest ning raieviisist. Väetatud taimed olid kõigi raieviiside korral parema säilivusega, mõju oli nõrgem aegjärkse raie korral, parimad tulemused olid häilraiel. Taimede kõrgus külvatud lappidel oli parim häilraiel, loodusliku külvi puhul veerraiel, halvimal tulemused olid aegjärksel raiel. Loodusliku uuenduse arvukus oli suurema seemnepuude arvu tõttu parem aegjärksel raiel. Taimede arvukus teisel kasvuaastal oli inimese poolt külvatud lappidel vähenenud, aga suurenenud loodusliku külvi lappidel. Mulla ja männiokaste toiteelementide sisalduses avaldusid väetamisjärgsed muutused eelkõige mulla P ja K sisalduse

ning okaste P sisalduse suurenemises. Esimese paari aasta tulemuste põhjal võib väita, et veerraie on kõige efektiivsem turberaieviis. Soovitada võib suuremaid, kuni 40 m diameetriga häile ja võrreldes metsamajandamise eeskirjas kehtiva aegjärgse raie esimese etapi lubatava minimaalse täiusega madalamat täiust. Samuti tuleks suurendada veerraie lubatavat laiust. Väetamise mõju taimede kasvule ei ole peale esimest kasvuperioodi tõestatud, kuid mullas on PK sisaldus suurenenud ning järgmistel kasvuaastatel võib mõju olla selgem. Tulemused kinnitavad, et maapinna mineraliseerimine on efektiivne viis loodusliku uuenduse tekke ja säilimise tagamiseks.

Ülevaade Järvelja turberaiete uuringualast ja tulemustest on detailselt esitatud lisas 3, Martin Tishleri magistritööna, kaitstud kevadel 2014. Katsealal jätkub teadustöö Martin Tishleri doktoritöö peamise objektina.

7.3.3. Alustaimestiku uuringud

Alustaimestiku liigirikkuse, liigilise koosseisu ja dünaamika hindamiseks kasutati kahte erinevat meetodilist lähenemist. Projekti käigus rajatud uutele turberaiealadele (10 uut männi aegjärgse raie ala ja 10 uut kuuse veerraie ala) rajati alustaimestiku püsiprooviruudud, millel kirjeldati raie-eelselt ja raiejärgselt puhma-rohurinde ja samblarinde liigilist koosseisu ja liikide katvusi ning kalasilma fotode abil ka valgustingimusi. Sõltuvalt ala suurusest rajati igale katsealale 12-18 püsiprooviruutu suurusega 1 x 1 m. Erandiks oli katseala JS276, kus oli eesmärgiks võrrelda eri raieviiside (aegjärgse, häil- ja veerraie + raiumata kontroll ala) mõju alustaimestikule ning kuhu rajati 80 ruutu, mida inventeeriti raie-eelselt ja kahel raiele järgneval suvel. Vanadel turberaie aladel (kokku 20 palu- ja laanemetsades, kus tehtud kas turberaie esimene või teine järk) rakendati soontaimede ja sammalde osas piiratud ajaga loendamismeetodit 2 ha suurusel alal, s.o sama meetodit, millega inventeeris TÜ Looduskaitsebioloogia töörühm (juht A. Lõhmus) lagedaid ja säilikpuudega raiesmikke ning raieküpsed metsi, võimaldamaks andmestike võrdlust.

Katsealal JS276 kasvas raie-eelselt ruutudel ühtekokku 20 soontaimeliiki, s.h roomav öövilge (LK III) ja 20 samblaliiki, s.h vääriselupaiga tunnusliik roomav soomik. Esimesel raiejärgsel suvel leiti ruutudelt 19 soontaimede- ja 16 samblaliiki ning teisel suvel 21 soontaimede- ja 19 samblaliiki. Raie-järgselt ilmnesisid suurimad muutused puhma-rohu- ja samblarinde liigilises koosseisus veerraie alal. Aegjärgse ja häilraiega kaasnenud muutused puhma-rohu- ja samblarinde liigilises koosseisus ning liikide katvustes olid väiksemad kui veerraie alal.

Ülejäänud uute turberaiealade taimeruutudel (kokku 327) kasvas enne raiet ühtekokku 112 soontaimede liiki, s.h roomav öövilge (11 alal) ja 74 samblaliiki, s.h vääriselupaikade tunnusliigid kannukatik (1 alal), roomav soomik (1 alal), laiahõlmaline rikardia (1 alal), lisaks veel Eestis üsna harva esinev kalliklaadium (1 alal). 2013. a suveks oli uutest aladest raie tehtud 3 alal. Nendel aladel sai teha prooviruutude raie-järgsed kirjeldused, mille põhjal saab esitada esialgsed tulemused: puhma-rohurinde puhul olulisi muutusi ei täheldatud, kuid samblarinde üldkatvus ja samblaliikide arv prooviruutudel vähenesid oluliselt. Raie-järgsed kirjeldused ülejäänud katsealade ruutudel tehakse 2014 juulis, millele järgneb andmestiku põhjalikum analüüs.

20 vanalt turberaiealalt palu- ja laanemetsades, mida inventeeriti piiratud ajaga loendamismeetodiga, leiti ühtekokku 284 soontaimeliiki, s.h III kaitsekategooria taimeliigid mets-vareskold (1 alal), karukold (5 alal), roomav öövilge (4 alal), kahelehine käoheel (1 alal ning perekond käoheeli esindajad veel 3 alal) ja II kaitsekategooria liik palu-karukell (1 alal). Samblaliike leiti ühtekokku 101, s.h vääriselupaikade tunnusliigid: kännukatik (13 alal), roomav soomik (6 alal), laiahõlmaline rikardia (7 alal), kämmalrikardia (1 alal), harilik säbrik (1 alal), harilik hännik (1 alal) ja samuti Eestis üsna harva esinev kalliklaadium (1 alal). Kännukatik, roomav soomik, laiahõlmaline rikardia, kämmalrikardia ja kalliklaadium kasvasid kas lamapuudel ja/või kändudel, harilikku säbrikut ja harilikku hännikut leiti aga harilikult haavalt.

Samblaliikide keskmine arv vanadel turberaiealadel oli ootuspäraselt suurem laanemetsades kui palumetsades ($p=0,003$). Sarnane trend ilmnis ka soontaimeliikide arvu osas, kuid statistiliselt polnud erinevus oluline ($p=0,064$). Mitmes inventeeritud palumetsas oli soontaimede liigirikkus üllatavalt suur (kahel alal üle 100 liigi ja veel kahel alal üle 90 liigi). Võimalik, et üheks liigirikkust suurendavaks teguriks nendel aladel oli raie, mille järgselt lisandusid kooslusesse mitmed valgusnõudlikud soontaimeliigid.

Soontaimede ja sammalde liigilist koosseisu vanadel turberaiealadel mõjutasid enim valgustingimused (läbi võrastiku alustaimestikuni jõudev summaarne päikesekiirgus), boniteediklass ja metsatüüp (palu- versus laanemets). Raiest möödunud aeg (alad pärast 1. aegjärgse raie järku versus alad pärast 2. järku) ei mõjutanud soontaimede ja sammalde liigilist koosseisu ning ka liigirikkused olid eri vanuses turberaiealadel sarnased.

Projekti taotluses märgitud turberaiealade sammalde ja soontaimede võrdlust lageraie alade ja küpsete metsadega polnud hetkel võimalik põhjalikumalt teha, kuna TÜ loodukaitsebioloogia töörühma vastav andmestik pole veel lõplikult kokku võetud. Samuti soovime oma turberaiealade elustiku andmestikule (raiealad peale 1. järku ja raiealad peale 2. järku) lisada andmestiku turberaie aladest, kus ka viimane järk on lõpetatud. Vastavad välitööd toimuvad 2014. aasta suvel ja tulemuste publitseerimine hinnanguliselt 2014-2015. aasta talvel. Esihinnangul oli aga aegjärgse raiega majandatud metsade liigirikkus sarnane (sammalde osas) või isegi suurem (soontaimede osas) kui küpsetes palu- ja laanemetsades (Asko ja Piret Lõhmus, avaldamata andmed), mis lubab väita, et aegjärgne raie on soon- ja sammaltaimede liigirikkuse säilimist toetav raie meetod. Alustaimestiku detailsem analüüs on esitatud lisas 6.

7.3.4. Metsapatoloogiline analüüs

Külvi ja loodusliku uuenduse hinnangud tehti turberaie katsealal Järveljal. Kõikide raieviiside (aegjärgne-, häil- ja veerraie) kohta hinnati kokku 1785 taime, 117 lapilt. Hinnatud taimedest haigussümptomitega oli 38% ja surnud 6%. Kõige enam 74% oli haigussümptomitega taimi (looduslik ja külvi) aegjärgse raie alal ning surnuid 11%. Veerraie järel uuenenud taimedest oli haigussümptomitega 31% ja häilraiate järel 24%. Haigussümptomitega taimede arv märkimisväärselt ei erinenud külvatud ja looduslikult uuenenud taimedel sama raieviisi piires. Olulisem erinevus oli aegjärgse raie alal uuenenud taimedel, kus looduslikult uuenenud taimi oli sümptomitega 81% ja külvi teel uuenenud taimi 63% ning looduslikult uuenenud taimi oli surnud 4% ja külvi teel uuenenuid oli hävinud 21%. Kui hinnata taimede tervislikku seisundit

hailu suuruse järgi, siis haigussümptomitega taimede hulk on suhteliselt ühesugune 22% oli neid 25 ja 30 m häiludes, pisut väiksem sümptomaatiliste taimede hulk 18% oli 35 m häilus. Istutatud taimedel on haigussümptomeid kokku 79% taimedest ning hukkunud 10%. Kõige enam on sümptomaatiliste tunnustega taimi aegjärgse raie alale istutatud taimedel, s.o 90% ning hukkunuid 10%. Veer- ja häilraiel oli haigeid taimi, vastavalt 70% ja 76%. Hukkunuid taimi oli enam häilraiate aladel 19% ning ühtki hukkunut taime ei leitud veerraiealalt.

Olenemata raie viisist looduslikult ja külvi teel uuenenud männi taimedelt tuvastati kõige enam männi-pudetõve tekitajat (anamorfne järk *Leptostroma austriaca*). Lisaks leiti ka mitmeid sekundaarseid seeni, nagu *Lophodermium pinastri*, *Truncatella* sp. ja mitmed määramata liigid. Istutatud taimedel leiti enamasti männi-pudetõbe ning samuti mitmeid sekundaarseid seeni nagu *Lophodermium pinastri*, *Truncatella* sp. Järgnevalt on planeeritud väetatud ja väetamata taimede metsapatoloogiline võrdlus.

7.3.5. Metsaentomoloogiline analüüs

Metsaentomoloogiliste uuringute eesmärgiks oli selgitada turberaie mõju entomofauna liigirikkusele ja liikide omavahelisele tasakaalule. Kasutati atraktiivseid ja pinnasepüüniseid (püüavad maapinnal ronivaid putukaid) ning akenpüüniseid (püüavad lendavaid putukaid). Männikärsakate mõju kultiveeritud eritüübilistele okaspuutaimedele hinnati söömapindade suuruse järgi. Tulemused: väikesepinnalistel männi turberaiealadel suureneb entomofauna rohkus ja liigirikkus võrreldes raiealaga piirnevate metsaaladega, mille põhjuseks võib pidada valgustingimuste paranemist ning raietöödel tekkinud raidmeid ning kände. Turberaiealadel, sarnaselt lageraiealadele, suureneb maapinnal liikuvate röövtoiduliste putukate osakaal. Väikesepinnalistel veerraiealadel on männikärsakate arvukus ja kahjustuse ulatus kultiveeritud okaspuutaimedel väiksem kui lageraiealadel.

7.3.6. Metsaraie mõju metsise elupaiga kvaliteedile

Projekti ühe kõrval-eesmärgina uuriti metsa täiuse mõju metsisemängude dünaamikale. Analüüsid puistute täiuse ja selle muutumise (Vahur Sepa pikaajalised vaatlused) mõju 30 mängupaiga asustatusele. Võib üldistusena väita, et sobivaim täius metsisemängu puistutes on 70%. Kui täius tõuseb üle 80%, järgneb mängupaiga mahajätmine. Seega mõõdukas turberaie või harvendusraie aitab hoida metsise mängupaiku pikema perioodi jooksul kasutuses.

7.3.7. Turberaie ökonoomiline analüüs

Turberaie ökonoomilisel analüüsil leiti, et peamiseks tasuvust alandavaks teguriks on turberaie pikk uuenemisperiood, sest vastavalt metsaseadusele lisandub lageraie põhjal määratavale küpsusvanusele turberaie korduste pikk periood, kokku 20 kuni 40 aastat. Teiseks teguriks on turberaie vana metsa puude poolt mõjutatud uuenduse aeglane kasv. Analüüsid näiteks Surju metsandiku litemännikute uuenemisel vana metsa puude poolt mõjutatud uuenduse kasvukiirust ja võrreldes seda lageraiejärgse männikultuuri kasvukiirusega, võib üldistusena väita, et 10 aasta jooksul kaotame viie aasta kõrguse juurdekasvu ja 20 aasta jooksul

10 aasta kõrguse juurdekasvu.

7.4. Põhjendatud hinnang, kas rakendusuringuga täideti rakendusuringu rahastamistaotluses püstitatud eesmärgid

Projekti põhitäitjad eeldavad, et rakendusuringu rahastamistaotluses esitatud peamised eesmärgid on täidetud. Samas tuleb tunnustada kriitiliselt, et kõiki eesmärke ei õnnestunud võrdse mahu ja kvaliteediga täita. Peamine, et on loodud suuremahuline ja esinduslik andmebaas edasisteks uuringuteks. Alustatud on teadusartiklite koostamist.

Põhitäitjad loevad edukaks projekti toel valminud üliõpilaste magistritööid, kusjuures Erki Soolmani magistritöö pälvis 2014. aastal ja Teet Paju töö 2013. aastal RMK poolt parima metsamajanduse eriala lõputöö auhinna ja Martin Tishleri magistritöö 2014 aastal Järvselja ÕKMK poolt loodusvarade kasutamise ja kaitse eriala parima lõputöö auhinna.

Projekti tulemustele on tunnustuseks, et IUFRO maailma kongressil USA-s, oktoobris 2014, kus osaleb ligi 3000 metsateadlast, on kutsutud esinema suulise ettekandega turberaiete teemal käeoleva RMK projekti põhitäitjad teemal: “Shelterwood method in hemiboreal conditions as an alternative to clearcutting for more efficient ecosystem services management”.

7.5. Projekti tulemuste olulisus ja soovitused nende rakendamiseks

Projekti tulemuste üldistus, mis on koostatud kirjanduse analüüsi ja mõõtmisandmete põhjal on esitatud lisa 2. Kuna samaaegselt RMK turberaiete projektiga toimus valikraiet ja kujundusraiet käsitlev KIKi projekt, siis lisa 2 on esitatud nimetatud raieviiside analüüsi koondtulemused ja ühised ettepanekud metsaseaduse ja metsamajandamise eeskirja muutmiseks.

Looduses üle mõõdetud ja näidisalade andmebaasi paigutatud turberaiete ja valikraiete puistud, kokku 124 ala, on tulevikus käsitletavad ühtse andmebaasina. Katsealad on kasutatavad nii teadustöö objektina kui ka metsaomanike, looduskaitsetöötajate ja metsandustöötajate koolitamisel ning seminaridel.

7.6. Hinnang täiendavate rakendusuringute läbiviimise vajaduse kohta.

RMK turberaiete projekti põhjal on loodud detailne andmebaas ja katsealade võrgustik, mis võimaldab jätkuvaid süva- ja rakendusuringuid.

Järvselja turberaiete detailuuringute näidiskatsealal ja turberaiete ning valikraiete näidiskatsealadel on vajalik jätkata lageraie suhtes alternatiivsete raieviiside ökoloogiliste, ökonoomiliste, sotsiaalsete, maastikuliste jt aspektide monitooringut ja teadustööd.

Eriti vajavad täpsustamist soovitusel turberaiete teostamiseks viljakatel kasvukohtadel. Turberaiest mõjutatud taimekatte muutuste monitooring on planeeritud pikaajaliste vaatlustena. Jätkata tuleb ka tuulekahjustuste monitooringut. Edasiarendamist vajab turberaiete ökonoomiline analüüs. Järvelja katseala võimaldab väetamise mõju ja patoloogiste uuringute jätkumist.

8. PROJEKTIGA HAAKUVAD DOKTORI- JA MAGISTRITÖÖD:

Projekti teemal kaitsti aastatel 2012-2014 kokku 6 magistritööd:

2012

Poderat, Keiu. Maapinna mineraliseerimise mõju hariliku männi looduslikule uuenemisele turberaie aladel. Abundance of Scots pine natural regeneration after soil scarification in shelterwood cutting areas. Juhendaja: **Jäärats, A.**

2013

Kurrikoff, Riin. Metsa loodusliku uuenduse ja külvi kordaminek Järvelja turberaie näidiskatsealadel. The succession of natural regeneration and sowing in shelterwood study area in Järvelja. Juhendajad: **Jäärats, A., Laas, E.**

Paju, Teet. Raiete mõju metsiste (*Tetrao urogallus* L.) populatsioonile. Forest felling impact of grouse (*Tetrao urogallus* L.) populations. Juhendajad: **Randveer, T., Ojaste, I., Leivits, M.** *Magistritöö sai RMK auhinna metsamajanduse eriala parima lõputööna.*

2014

Soolmann, Erko. Aegjärksel raiel loodusliku uuenduse teket mõjutavad tegurid. Factors affecting the natural regeneration under uniform shelterwood cuttings system. Juhendaja: **Rosensvald, R.** *Magistritöö sai RMK auhinna metsamajanduse eriala parima lõputööna.*

Tishler, Martin. Männiku uuendamine turberaiega Järvelja näidis-katsealal. Different shelterwood systems in Scots pine stand in Järvelja. Juhendaja: **Tullus, H.** *Magistritöö sai Järvelja ÖKMK auhinna loodusvarade kasutamise ja kaitse eriala parima lõputööna.*

Kõivik, Kristi. Erinevate raiete esteetiline väärtus. The aesthetic value of different forest cuttings. Juhendajad: **Aasamets, P., Rosensvald, R.**

2015 valmib turberaietest 3 magistritööd: **Erik Rist, Taavi Palo, Tamar Muzako.**

2012 alustas doktorandina **Pille Aasamets**, uurimus käsitleb turberaiete esteetilist hinnangut.

2014 alustab doktorandina **Martin Tishler** RMK turberaiete projektiga kattuval teemal.

9. PROJEKTI RAAMES AVALDATUD PUBLIKATSIOONID:

Laas, Eino. 2012. Turberaied võivad olla alternatiiviks lageraietele. Eesti Mets, 2, 24 – 30.

Laas, Eino. 2012. Hajali raiumisega turberaie. Eesti Mets, 3. 30 – 34.

10. Projekti juht (nimi): Hardi Tullus

Allkiri:

Kuupäev: 10.07.2014

11. Taotleja esindaja kinnitus aruande õigsuse kohta (nimi, amet): Toomas Timmusk, direktor	Allkiri:	Kuupäev: 10.07.2014
--	-----------------	----------------------------

NB! Aruanne esitada elektrooniliselt e-posti aadressil: teadus@rmk.ee