

Henri Lampinen

PURPPURANAHAKAN KÄYTTÖ VESAKONTORJUNNASSA KUUSEN ISTUTUSTAIMIKOISSA

Opinnäytetyö
Metsätalouden koulutusohjelma


Huhtikuu 2014




MAMK

University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

		Opinnäytetyön päivämäärä 2.4.2014
Tekijä Henri Lampinen	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Metsätalouden koulutusohjelma Metsätalous	
Nimeke Purppuranahakan käyttö vesakontorjunnassa kuusen istutustaimikoissa		
Tiivistelmä Työn tavoitteena on tutkia purppuranahakkakäsittelyn vaikutuksia kuusen istutustaimikossa, esimerkkialan sekä koealaverkoston avulla. Purppuranahakka (<i>Chondrostereum purpureum</i>) on yleisesti pohjoisen- ja eteläisen pallonpuoliskon leudoilla alueilla tavattava lahottajasieni. Sen käyttöä vesomisen ehkäisyssä on tutkittu maailmalla jo 1980 -luvulta lähtien ja ensimmäiset sitä hyödyntävät kaupalliset tuotteet kehitettiin 2000-luvun alkupuolella. Suomessa kiinnostus sienen käytöstä vesakontorjunnassa on poikkinut Metsäntutkimuslaitoksen toimesta useita tutkimuksia, joiden tavoitteena on kehittää suomalaista alkuperää oleva vesakontorjuntaan soveltuva purppuranahakkakanta. Purppuranahakan vaikutusten tutkimista varten perustettiin Nikkarilan opetusmetsän Nenonpeltoon esimerkkiala sekä 24 kiinteän ympyräkoelalan verkosto. Esimerkkiala muodostuu noin 0,1 hehtaarin kokoisesta purppuranahakalla käsitellystä alueesta, joka rajautuu suoralla linjalla tavanomaisella taimikonperkauksella käsitellystä alasta. Koealoilta mitattiin puulajikohtaisesti jäävä puusto sekä sen keskipituus ja -läpimitta. Lisäksi kullekin koealalle laskettiin hehtaarikohtainen poistuma ja viiden lähimmän kannon perusteella poistuman keskiläpimitta. Kannoista myös havainnoitiin niissä tapahtuneita muutoksia, joita olivat tummuminen, vesominen ja purppuranahakan itiöemät. Laskennassa kannoissa havaittuja muutoksia vertailtiin käsittelytavoittain suhteuttamalla ne kunkin koealan lehtipuiden kokonaispoistumaan. Tuloksia tarkasteltiin PASW Statistics 18 tilastolaskentaohjelmalla. Vaikka purppuranahakalla käsitellyissä kannoissa vesominen oli jonkin verran vähäisempää ja tummumista havaittiin useammin, eivät erot olleet tilastollisesti merkittäviä. Tämä tukee olettamusta, jonka mukaan purppuranahakkakäsittelyn vaikutukset eivät ilmene välittömästi, vaan vähitellen seuraavan 2 - 3vuoden aikana.		
Asiasanat (avainsanat) Purppuranahakka, kuusi, vesominen, taimikonhoito		
Sivumäärä 27 s. + liitt. 8 s.	Kieli Suomi	URN URN:NBN:fi:mamk-opinn2014B3692
Huomautus (huomautukset liitteistä)		
Ohjaavan opettajan nimi Heikki Lehmonen	Opinnäytetyön toimeksiantaja ESEDU/Nikkarilan opetusmetsä	

DESCRIPTION

		Date of the bachelor's thesis April 2, 2014
Author Henri Lampinen	Degree programme and option Forestry	
Name of the bachelor's thesis <i>Chondrostereum purpureum</i> as a sprout control method in planted spruce seedling stands		
Abstract <p>The goal of this bachelor's thesis was to study the effects of <i>Chondrostereum purpureum</i> treatment on a planted spruce seedling stand, by creating a demonstration site and series of plots.</p> <p><i>C. purpureum</i> is common rot fungus, widely distributed in temperate regions of the Northern and Southern Hemispheres. Using it for sprout control has been studied around the world since the 1980's and the first commercial products based on it were developed in the beginning of 21th century. In Finland, interest in the fungus as a sprout control agent has led to many studies carried out by Finnish Forest Research Institute. The aim of these studies has been to develop a strain of <i>C. purpureum</i> that is a Finnish origin and can be used for sprout control.</p> <p>To study the effects of <i>C. purpureum</i>, a demonstration site and 24 fixed plots were established in Nenonpelto of the Nikkarila educational forest. The demonstration site consisted of an area of approximately 0.1 hectare treated with <i>C. purpureum</i> that shared a straight border line with an area treated with traditional cleaning. On the plots trees left standing were counted and their mean height and diameter were measured. Also for each plot, the number of stumps per hectare was counted and their mean diameter calculated based on the diameter of five stumps closest to the center of the plot. The stumps were inspected for occurred changes which were blackening, sprouting and emerged fruiting bodies of <i>C. purpureum</i>.</p> <p>The changes detected in the stumps were compared between treatment methods in terms of the overall number of stumps of deciduous trees. The results were examined by using the PASW Statistics 18 statistical calculation program. Even though there was a little bit less sprouting, and blackening was more common in stumps treated with <i>C. purpureum</i>, the differences were not statistically significant. This supports the assumption that the effects of <i>C. purpureum</i> treatment do not appear immediately, but in the course of the next two to three years.</p>		
Subject headings, (keywords) <i>Chondrostereum purpureum</i> , spruce, sprouting, tending of seedling stands		
Pages 27 p. + app. 8 p.	Language Finnish	URN URN:NBN:fi:mamk-opinn2014B3692
Remarks, notes on appendices		
Tutor Heikki Lehmonen	Bachelor's thesis assigned by ESEDU/Nikkarilan opetusmetsä	

SISÄLTÖ

KUVAILULEHDET

1 JOHDANTO.....	1
2 LÄHTÖKOHDAT	1
2.1 Perustettavat taimikot.....	1
2.2 Taimikoiden heinittyminen ja vesoittuminen.....	2
2.2.1 Vaikuttavat tekijät	2
2.2.2 Seuraukset	3
3 TAIMIKONHOITO	3
3.1 Tavoitteet.....	3
3.2 Varhaishoito	4
3.3 Taimikonperkaus	4
3.4 Kustannukset	5
4 PURPPURANAHAKKA	6
4.1 Biologia	6
4.2 Aiemmat tutkimukset	7
4.2.1 Kotimaiset tutkimukset	7
4.2.2 Ulkomaiset tutkimukset.....	8
4.3 Käyttö vesakontorjunnassa.....	8
4.4 Riskit	9
5 TYÖN TOTEUTUS	10
5.1 Tavoite.....	10

5.2 Välineet	11
5.3 Koealat	13
5.3.1 Toteutustapa ja ajankohta.....	13
5.3.2 Mittaukset.....	14
5.3.3 Laskenta	15
5.4 Esimerkkiala.....	16
6 TULOKSET	17
6.1 Koealat	17
6.1.1 Jäävä puusto	17
6.1.2 Poistuma ja läpimitan vaikutus muutoksiin	19
6.1.3 Käsittelytapojen vaikutus kantojen muutoksiin	20
6.2 Esimerkkiala.....	21
7 POHDINTA	22
7.1 Toteutuksen onnistuminen	22
7.2 Johtopäätökset	24
LÄHTEET	26
LIITTEET.....	28

1 JOHDANTO

Kuusi on nykyään tärkein viljelty puulajimme ja sen merkitys kasvaa koko ajan. Tähän vaikuttaa erityisesti koneellisen istutuksen lisääntyminen, jonka avulla istutus-kautta on saatu pidennettyä. Kuusta viljellään uudistusaloille yksinomaan istuttamalla, koska kylvetty kuusensiemen taimettuu heikosti ja siemenmateriaali on kallista. (Luoränen & Kiljunen 2006, 7.)

Taimikonhoidon keskikustannukset ovat olleet tasaisessa nousussa viimeisten vuosikymmenten ajan (Metsätilastollinen vuosikirja 2013,145) ja on todennäköistä, että suunta jatkuu samana. Tämän vuoksi nykyistä paremmin vesomista hillitsevät taimikonhoitomenetelmät ovat tervetulleita.

Metlan vanhemman tutkijan Marja Poterin mukaan 1970 - 1980-luvulla Suomessa käytettiin kemiallisia torjunta-aineita vesakon torjunnassa. Hän kuitenkin arvioi niiden käytön loppuneen 1980-luvun lopulla. (Vesakkomyrkyt olivat kovia aineita 2013.) Vaikka kemiallinen vesakontorjunta myös nykyisellään olisi tehokas tapa hillitä uudelleenvesomista, ei se mahdollisten luonnolle haitallisten vaikutusten puolesta ole yleisesti hyväksyttyä, saati sallittua.

Tämän työn tarkoituksena on tarkastella purppuranahakkasientä (*Chondrostereum purpureum*) biologisena vesakontorjuntamenetelmänä. Purppuranahakan vaikutusten tutkimiseksi perustettiin Nikkarilan opetusmetsän Nenonpeltoon purppuranahakkakäsittelyn koekuvio. Kuviolle perustettiin koealoja sekä helposti tarkasteltava esimerkkiala, jonka avulla purppuranahakkakäsittelyn vaikutuksia kuusentaimikossa voidaan havainnoida ja tutkia. Verrokkina käsittelylle käytettiin tavallista samaan aikaan toteutettua taimikonperkausta.

2 LÄHTÖKOHDAT

2.1 Perustettavat taimikot

Kuuselle soveltuvat parhaiten viljyvät kasvupaikat, joihin luetaan tuoreet ja lehtomaiset kankaat, sekä niihin verrattavissa olevat turvemaat. Kasvupaikan vesitalouden on

oltava kunnossa, sillä kuusi kestää pinnallisen juuristonsa vuoksi huonosti kuivuutta. Vesitaloutta säätelevät pääosin maantieteelliset olosuhteet sekä maaperän vedenpidätyskyky. Näistä jälkimmäistä säätelee hyvin pitkälti maa-aineen raekoko, jonka perusteella ne voidaan jakaa karkeasti kolmeen eri luokkaan. Kuuselle riittävän vedenpidätyskyvyn omaavat hienot sekä keskikarkeat maalajit, joiden raekoot ovat alle 0,6 mm. Vastaavasti karkeat maalajit, joiden raekoot vaihtelevat välillä 0,6 - 20 mm, eivät sovellu kuuselle niiden huonon vedenpidätyskyvyn vuoksi. (Luoranen & Kiljunen 2006, 14.)

Maanmuokkauksella pyritään parantamaan taimien ensimmäisten vuosien selviytymistä sekä kasvua. Se auttaa hallitsemaan maan lämpötilaa, kosteutta sekä ilmatilaa. Lisäksi se vähentää tukkimiehentäituhojen riskiä sekä pintakasvillisuuden kilpailua. (Luoranen ym. 2012, 72 - 77.) Kuuselle suositeltavia maanmuokkausmenetelmiä ovat maalajista ja vesitaloudesta riippuen laikku-, kääntö-, navero- sekä ojitusmätästys. Myös äestystä tai laikutusta voidaan käyttää keskikarkeilla tai kivisillä tuoreilla kankeilla. (Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio 2006, 37.)

Istuttaminen suoritetaan joko miestyönä pottiputkella tai nykyään myös kasvavassa määrin koneistutuksena. Tavoiteltu istutustiheys on kuusella noin 1800 - 2200 tainta hehtaarille. Tärkeää on muistaa oikea istutussyvyys, jotta vältyttäisiin taimen kuivumiselta ja samalla roustetuhoriski vähenee. (Luoranen ym. 2012, 107 - 109.)

2.2 Taimikoiden heinittyminen ja vesoituminen

2.2.1 Vaikuttavat tekijät

Pintakasvillisuus valtaa uudistusalaan vähitellen ja sen voimakkuuteen vaikuttaa pääasiassa kasvupaikan rehevyys. Sen kasvu on huomattavasti heikompaa karuilla kasvupaikoilla. (Luoranen ym. 2012, 117.) Myös päätehakkuussa syntyneet hakkuutähteet nopeuttavat omalta osaltaan heinittymistä. Uudistusalalle jätetyt oksat ja latvukset maantuvat nopeasti ja palauttavat ravinteita takaisin kiertoön, jota kautta ne kuitenkin päätyvät ensisijaisesti pintakasvillisuuden käyttöön. (Riikilä 2010, 19.)

Lehtipuille on ominaista niiden kasvullinen uudistuminen eli vesominen. Vesoja muodostuu puun kaatamisen tai vaurioitumisen jälkeen sen juurien tai kantojen silmuista.

Niiden nopeaan alkukehitykseen vaikuttaa suurelta osin kaadon seurauksena muuttunut juuri-versosuhde. Tällöin vesoilla on käytävissä alkuperäisen puun juuristo. Vesomisen voimakkuuteen vaikuttavat myös muun muassa kaatoajankohta, puulaji, alkuperäisen puun ominaisuudet sekä kasvupaikan ravinteisuus. (Valkonen ym. 2001, 94 - 95.) Vesomisen ollessa erittäin voimakasta 4 - 5-vuotiaissa kuusentaimikoissa, saattaa lehtipuiden pohjapinta-ala jopa kaksinkertaistua yhden kasvukauden aikana. (Luoranen ym. 2012, 120).

Kaatomalla lehtipuut päätehakuuleimikosta noin 5 - 10 vuotta ennen varsinaista hakkuuta, voidaan uudistusalan vesomista vähentää merkittävästi (Riikilä 2010, 43 - 44).

2.2.2 Seuraukset

Pintakasvillisuus kilpailee taimikon ensivuosina sen kanssa samoista kasvutekijöistä ja täten hidastaa taimien kehitystä. Pahimmillaan se voi tukahduttaa taimet tai vaurioittaa niitä mekaanisesti talvisin painamalla niitä lumen kanssa. (Luoranen ym. 2012, 117.)

Vesakot aiheuttavat kilpailua kuusen taimikoissa, joissa ne varjostavat sekä mekaanisesti vioittavat istutustaimia. Tämän seurauksena metsänviljelyn tulos heikkenee ja ilman toimenpiteitä vesakko valtaa kasvupaikan. Vesakon torjuminen edellyttää taimikonhoidollisia toimenpiteitä, joka muodostaa huomattavia kustannuksia. (Valkonen ym. 2001, 94.)

3 TAIMIKONHOITO

3.1 Tavoitteet

Taimikonhoidon tavoitteena on torjua syntyvän vesakon ja heinäkasvien kuusentaimille aiheuttamaa varjostusta, joka ilman väliintuloa hidastaisi niiden kasvua. Kun taimikon alkukehitys turvataan oikein ajoitetuilla toimenpiteillä, jää taimikon varhaishoiton kokonaistarve huomattavasti pienemmäksi. Lisääntynyt kasvutila turvaa taimen pituuden ja paksuuden kasvun, jolloin taimet pääsevät parempaan asemaan suhteessa elintilasta kilpailevaan vesakkoon. (Riikilä 2010, 35 - 52.)

Lisäksi taimikonhoidolla vaikutetaan puiden tekniseen laatuun. Lämpimitan kasvunopeus vaikuttaa puun oksien läpimittaan, mutta laatu puuta kasvatettaessa oksista halutaan eroon mahdollisimman pieninä. Tätä varten taimikko tulisi pitää tiheänä, mikä puolestaan heikentää saatavia ainespuumääriä. (Valkonen ym. 2001, 170)

3.2 Varhaishoito

Heinäntorjunta on yleensä tarpeen äestetyillä ja laikutetuilla uudistusaloilla, koska näillä taimien alkukasvu on hitaampaa ja ne ovat alttiimpia pintakasvillisuuden kilpailulle. Erityisesti rehevillä mailla voi muodostua hyvinkin voimakasta kasvustoa, joka saattaa tukahduttaa taimet. Tämän vuoksi heinäntorjunta on ajankohtaista heti istuttamista seuraavina vuosina. (Riikilä 2010, 41 - 42.)

Varhaisperkaus suoritetaan yleensä, kun kuusen taimikko on 4 - 5 vuoden ikäistä. Tässä vaiheessa taimet ovat yleensä noin metrin mittaisia mätästetyillä aloilla, muilla aloilla hieman lyhyempiä. Riippuen maanmuokkauksesta ja kasvupaikan ravinteikkueudesta, voi vesominen aiheuttaa toimenpiteitä jo paljon aikaisemmin, mutta hyvässä tapauksessa myöhemmin tai ei ollenkaan. Jos taimien alkukehitys on edellä mainituista syistä johtuen erityisen hidasta, voidaan perkaus joutua suorittamaan jopa kahteen kertaan. (Riikilä 2010, 44 - 45.)

Paras työajankohta varhaisperkaukselle on keskikesä, jolloin suoritettun työn jälkeen lehtipuiden uudelleen vesominen on vähäisintä. Mikäli vesakko on kuitenkin poikkeuksellisen tiheää, voi olla perusteltu suorittaa työ lehdettömään aikaan, jolloin kuusen taimet erottuvat helpommin. Tällöin työn tekeminen on myös huomattavasti mukavampaa, koska sitä eivät haittaa helle eivätkä hyönteiset. (Riikilä 2010, 45 - 46.)

3.3 Taimikonperkaus

Vesakon poistamisella pyritään takaamaan kuusentaimikon häiriötön kehitys. Taimikko perataan sen ollessa 2 - 4 metrin pituudessa, jolloin kuusen pituuskasvu on jo niin voimakasta, että uusiutuva vesakko ei enää kasva siitä ohi. Hyvin rehevillä kasvupaikoilla perkaus voidaan joutua suorittamaan kahteen kertaan. Taimikko harvennetaan 1600 - 1800 runkoon hehtaarilla. Tiheyttä voidaan täydentää jättämällä aukkopaikkoihin ensisijaisesti siemensyntyistä rauduskoivua, joka on enintään jätettävien kuusten

pituista. Kuusentaimikoihin voidaan tutkimusten mukaan jättää noin 20 prosentin lehtipuusekoitus ilman, että kuusen kasvu alenee. Metsänhoitosuosituksen mukaisesti jätettävän lehtipuusekoituksen tulisi kuitenkin olla noin 10 prosenttia. (Riikilä & Mykkänen 2011, 102 - 103.)

3.4 Kustannukset

Taimikonhoito voidaan suorittaa joko metsänomistajan omana työnä tai teetättää muilla. Omatoimisen työn kustannukset koostuvat lähinnä matkakuluista, välinekustannuksista sekä työajan vaihtoehtokustannuksista. Matka- ja välinekustannuksiin luettaan polttoaineista, suojarusteista sekä raivaussahasta koituvat kustannukset. Vaihtoehtokustannukset tarkoittavat kustannusta, jonka metsänomistaja voisi ansaita samassa ajassa muualla työskentelemällä. Mikäli työ teetetään muilla, koituu metsänomistajalle maksettavaksi palkka, sen sivukustannukset sekä työvälinekorvaukset. (Valkonen ym. 2001, 178.)

Ajanmenekkiin ja tätä kautta kustannuksiin vaikuttavat hyvin pitkälti poistettavan vesakon määrä ja läpimitta. Näiden lisäksi vaikuttavia tekijöitä ovat maastonmuodot, kivisyys sekä vallitsevat olosuhteet. (Valkonen ym. 2001, 178.) Vuonna 2012 taimikonhoidon maantieteelliset hehtaariohtaiset keskikustannukset vaihtelivat Ahvenanmaan 269 eurosta, aina Pirkanmaan 470 euroon. Koko maan keskikustannukset olivat 399 €/ha, joka on 140 € enemmän kuin vielä kymmenen vuotta sitten. (Metsätilastollinen vuosikirja 2013, 143 - 145.)

Työ on sitä nopeampaa mitä aikaisemmin taimikonhoito toteutetaan, koska poistettavat vesat ovat pienempiä. Metsäteho on tutkinut poistettavien vesojen lukumäärän ja läpimitan vaikutusta työajanmenekkiin ja tätä kautta kustannuksiin (liite 4). (Riikilä 2011, 128 - 129.)

Valtio myöntää tukea metsänhoitotöihin KEMERA -lain eli kestävän metsätalouden rahoituslain nojalla. Tukea on mahdollista saada 2 - 8 metristen taimikoiden hoitamiseen sekä nuorten metsien harventamiseen. (Riikilä 2010, 26.)

4 PURPPURANAHAKKA

4.1 Biologia

Raynerin ja Boddyn (1986) mukaan purppuranahakkaa (*Chondrostereum purpureum*) esiintyy luontaisesti pohjoisen- ja eteläisenpallonpuoliskon leudoissa osissa ja se on laajalti patogeeninen useita lehtipuita kohtaan (Vartiamäki 2009, 11). Se onkin yleisin lehtipuutavaran lahottaja, mutta sitä esiintyy myös lehtipuiden kannoissa (Uotila & Kankaanhuhta 1999, 109).



KUVA 1. Purppuranahakan itiöemiä koivun kannossa (Metlan uutiskirje 2011)

Purppuranahakan itiöemän yläpuoli on vaaleanharmaanruskea ja violetin vivahteinen, kun taas alapuoli voi olla purppuranruskea tai ruskeanvioletti (Uotila & Kankaanhuhta 1999, 109). Itiöemät voivat Wallin (1997) mukaan tartunnan jälkeen levittää kantaitiöitä ilmateitse suotuisissa olosuhteissa jopa kahtena peräkkäisenä vuotena, Dyen (1974) mukaan useina kuukausina mikäli vettä on sen käytettävissä riittävästi. Kantaitiöt ovat herkkiä kuivumiselle sekä UV-säteilylle ja niiden elinaika on alle viisi tuntia Grosclauden (1969) mukaan. Löytäessään kostean haavoittuneen puunpinnan, ne saattavat itää ja rihmasto alkaa kasvaa puukudoksen sisään. (Vartiamäki 2009, 11 - 12.) Koska purppuranahakka vaatii kasvualustakseen tuoreesta kuoren rikkoumasta tai

paljastuneesta puuaineesta kärsivän lehtipuun, se ei ole vaaraksi havupuille tai vaurioitumattomille lehtipuille (Metlan uutiskirje 2009).

4.2 Aiemmat tutkimukset

4.2.1 Kotimaiset tutkimukset

Purppuranahakkaa on tutkittu vesakontorjunnassa Suomessa 2000-luvun alusta lähtien (Metlan uutiskirje 2011). Sienen on todettu olevan lupaava lähtökohta biologisen vesakontorjunnan kehittämiseksi Metlan ja Helsingin yliopiston yhteisissä tutkimuksissa. Ennen kuin sientä on mahdollista tuotteistaa, on löydettävä sienikanta, joka vaikuttaa mahdollisimman useaan puulajiin. Lisäksi vaaditaan mahdollisten riskien kartoittamista, sekä on selvitettävä eri käsittelyajankohtien vaikutus menetelmän tehokkuuteen. (Metlan uutiskirje 2009.)

Käsittelyn todettiin olevan tehokkaimmillaan, kun se toteutetaan toukokuusta heinäkuun puoleenväliin mennessä. Myöhäisemmällä käsittelyllä todettiin olevan vaikutusta aina syyskuun puoleenväliin saakka. (Metlan uutiskirje 2009.) Vaikka vaikutus ei yleensä näykään välittömästi, on sen kuitenkin todettu olevan huomattavasti nopeampaa suuremmissa kannoissa. Ennen kuin vaikutus alkaa näkyä on aivan normaalia, että kanton ehtii kasvaa lähes puolen metrin pituisia vesoja. Kuitenkin seuraavan 2 - 3 vuoden aikana kantojen vesominen vähenee ja kantojen kuolleisuus lisääntyy, kun lahotusprosessi vähitellen etenee. (Metlan uutiskirje 2011.)

Orivedellä 2005 ja Juupajoella 2006 toteutetuissa tutkimuksissa havaittiin, että purppuranahakkakäsittely vähensi tehokkaasti koivun vesomista. Elävien kantojen ja vesojen määrä väheni merkittävästi, mutta syntyvien vesojen pituuskasvuun käsittelyllä ei ollut vaikutusta. Tutkimustulosten perusteella ilman lämpötilalla, kuivuudella tai kevyellä sateella ei ollut selvää yhteyttä käsittelyn tehokkuuteen. (Vartiamäki 2009, 20 - 21.)

Metsäntutkimuslaitoksen tutkimuksissa vuonna 2007 tutkittiin sienikäsittelyn tehoa pihlaja- ja haapavesakoihin. Kokeiden tulosten perusteella purppuranahakalla käsitellyissä taimikoissa haavan kuolleisuus oli kahden kasvukauden jälkeen lähes 57 %, kun vastaavasti tavallisella mekaanisella käsittelyllä se oli 37 %. Pihlajalla sienikäsittelyn

seurauksena taimien kuolleisuus oli 27 %, sen ollessa tavallisella käsittelyllä 6 %. Lisäksi uusien kantovesojen lukumäärät olivat pienempiä ja pituudet lyhyempiä molemmilla puulajeilla sienikäsittelyn seurauksena. Juurivesojen määrään ja pituuteen käsittelyllä ei kuitenkaan ollut vaikutusta. (Löfström & Hamberg 2011, 51 - 52.)

4.2.2 Ulkomaiset tutkimukset

Purppuranahakkaa ja sen käyttöä vesomisen vähentämisessä lehtipuilla on tutkittu mm. Hollannissa ja Kanadassa jo 1980-luvulta lähtien. Sen on todettu olevan toimiva vaihtoehto vesakontorjunnassa ja sitä sisältäviä kaupallisia tuotteita on markkinoilla Kanadassa. Niiden sisältämä sienikanta ei kuitenkaan ole suomalaista alkuperää ja siksi niitä ei voida tuoda Suomeen. (Löfström & Hamberg 2011, 52.)

Spiers ja Hopcroft (1988) ovat tutkineet purppuranahakan tartunnan biologiaa Uudessa-Seelannissa. Tutkimuksissa todettiin, että sienen rihmatoon pohjautuva siirrosaine aiheutti suurempia vammoja pajuissa, verrattuna itiöpohjaiseen siirrosaineeseen. He havaitsivat myös, että sieni kasvoi paremmin tuoreissa vaurioissa kuin vanhoissa. (Uotila ym. 2006.)

4.3 Käyttö vesakontorjunnassa

Tutkimuksissa purppuranahakka on todettu tehokkaaksi menetelmäksi vesakontorjunnassa, mutta kehitystyö on vielä kesken. Näin ollen saatavilla ei ole vielä siihen perustuvia kotimaisia kaupallisia tuotteita. (Löfström & Hamberg 2011, 52.)

Kanadalainen MycoLogic -yhtiö valmistaa purppuranahakaan pohjautuvaa vesakontorjuntatahnaa Chontrol tuotenimellä (kuva 2). Tahna on tarkoitettu erityisesti vaihtoehdoksi kemiallisille torjunta-aineille eri haapa-lajien vesomisen torjunnassa. (Chontrol uutiskirje 2012.) Toinen kaupallinen kanadalainen purppuranahakkavalmiste on Myco-Tech -tahna, joka on kehitetty erityisesti linjanalusten vesakontorjuntaan. Siihen johtava kehitystyö aloitettiin 1990-luvun alkupuolella ja lopullinen tuote rekisteröitiin käyttöön vuonna 2002. (Vandenbroucke ym. 2005.) Kolmas kaupallinen purppuranahakkavalmiste on hollantilainen Biochon, jota käytettiin myös yhtenä sienikantana vuonna 2003 Orivedellä ja Ruovedellä toteutetuissa kokeissa (Uotila ym. 2006).



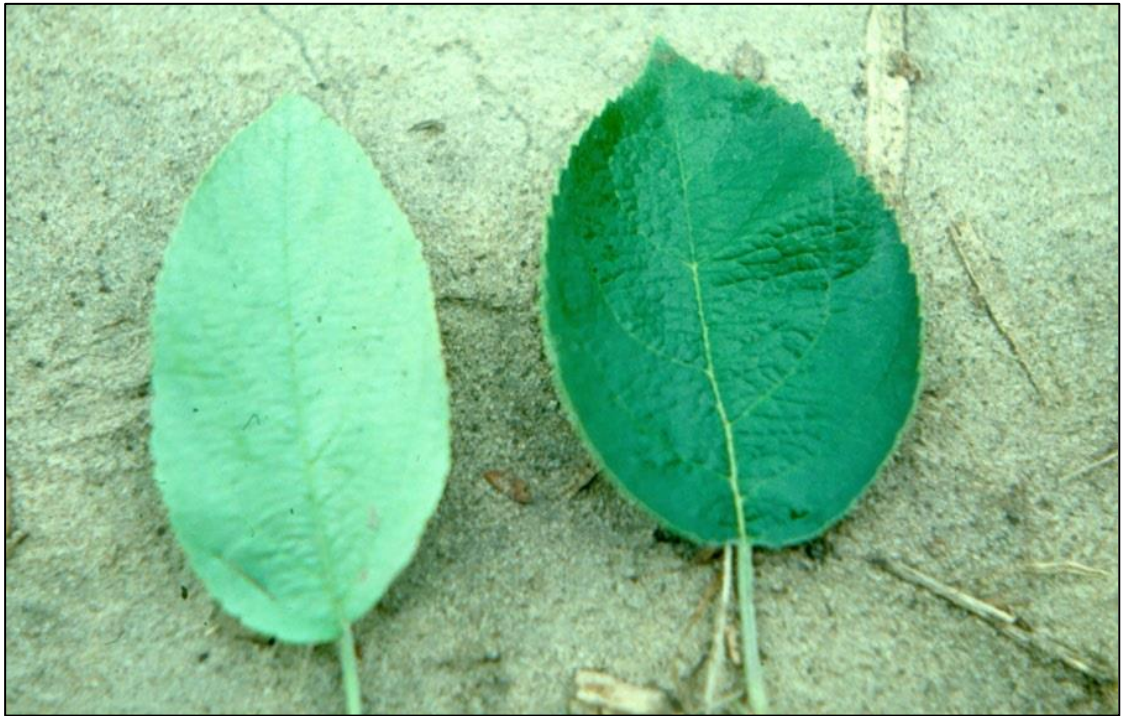
KUVA 2. Chontrol -tahnann levitystä punatammen kanton Kanadassa (BioControl 2012)

4.4 Riskit

Sieni saattaa infektoida vastaleikattuja hedelmäpuita aiheuttaen niillä harmaakiiltotautia (kuva 3). Tämän vuoksi sienen käyttöä on toistaiseksi rajoitettu ja sitä ei saa käyttää alle 500 metrin päässä asutuksesta. (Löfström & Hamberg 2011, 52.) Tauti ilmenee tartunnan saaneessa puussa aluksi yhdessä tai kahdessa oksassa, mutta sen levityksessä vähitellen koko puu saattaa muuttua hopean sävyiseksi. Tartunnan vakavuus on tapauskohtaista ja jotkin yksilöt saattavat palautua täysin ennalleen, kun taas pahimmassa tapauksessa koko puu kuolee vähitellen. Sieni voi kasvattaa itiöemiä puun kuolleisiin tai vakavasti infektoituneisiin osiin. (Ontario AppleIPM 2009.)

Burdon ja Silkin (1997) mukaan vierasperäisten purppuranahakkakantojen, kuten kanadalaisten tuotteiden käyttö Suomessa on kyseenalaista. Ne voivat sekoittua paikalliseen kantaan tuoden mukanaan uusia taudinaiheuttamiskykyisiä geenejä. Tämän seurauksena sienen yleinen taudinaiheuttamiskyky ja tarttuvuus saattaisivat kasvaa. (Vartiamaa 2009, 13.) Pysyvästi muita tehokkaamman sieniyksilön aikaansaaminen, joka sellaisenaan pystyisi leviämään luonnossa, ei ole kuitenkaan mahdollista. Täten suo-

malainen vesakontorjuntaan jalostettu purppuranahakka ei aiheuta vaaraa suvuttomasti leviävänä supertaudinaiheuttajana. (Metlan uutiskirje 2011.)



KUVA 3. Harmaakiiltotaudista kärsivän omenapuun lehti sekä terve lehti (Ontario AppleIPM 2009)

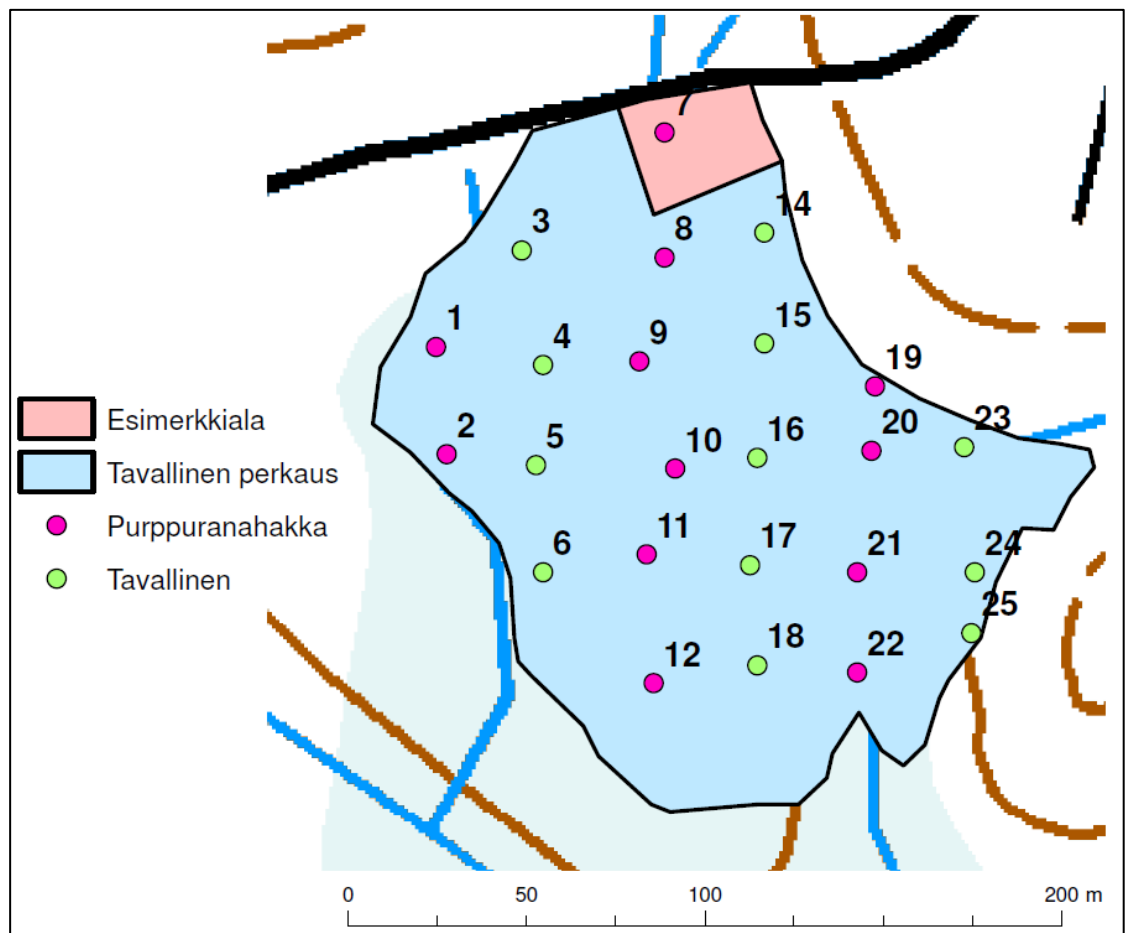
5 TYÖN TOTEUTUS

5.1 Tavoite

Tavoitteena oli toteuttaa taimikonperkaus kuusentaimikkoon käyttäen perinteistä mekaanista perkausta sekä purppuranahakkakäsittelyä. Tarkoituksena oli jakaa näiden kahden käsittelytavan alueet niin, että niiden kehitystä voidaan tarkkailla jatkossa silmämääräisesti ja kiinteiden koalojen mittaustulosten avulla.

Tutkimusalueena toimi Nikkarilan opetusmetsän Nenonpellon palsta 1, lohko 977, kuvio 22. Kuvio sijaitsi Suonenjoentien länsipuolella, Matinmäenlenkin varrella (liite 5,6 ja 7). Kuvio oli 2,5 hehtaarin kokoinen tuore kangas ja sillä kasvaa kuviotietojen mukaan 14 vuoden ikäistä istutuskuusta (liite 8), joiden joukossa on luontaisesti syntynyttä mäntyä sekä raudus- ja hieskoivua. Kuvio toimi edellisen uudistamisen aikana

kantojennostoon liittyvän tutkimuksen koalueena, mutta sen vaikutukset eivät näkyneet maastossa, joten sitä ei otettu huomioon koaloja tai esimerkkialaa sijoittaessa.



KUVA 4. Koalojen lopulliset sijainnit käsittelytavoittain

5.2 Välineet

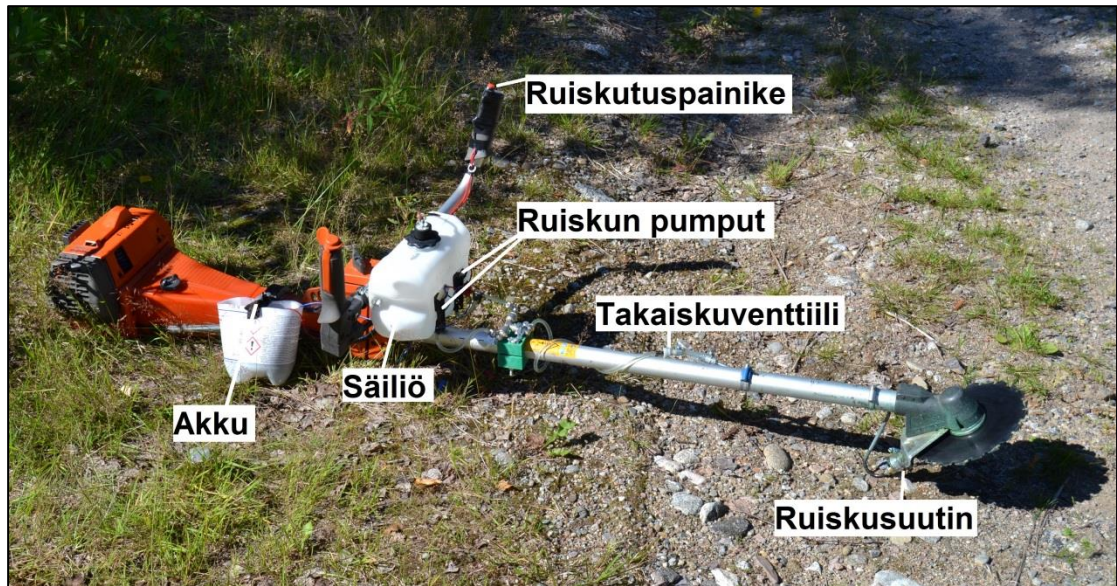
Levitettävä purppuranahakkakantaliuos koostui laboratorio-olosuhteissa kasvatetusta sienirihmastosta, joka oli pilkottuna ravinneliuokseen (kuva 5). Koska kyseessä oli elävä sieni, täytyi liuos säilyttää jääkaappilämpötilassa, jotta se ei jatkaisi kasvuaan säilytyksen aikana. Käyttöä varten kantaliuos laimennettiin vedellä käyttäen 1:10 sekoitussuhdetta ja liuokseen lisättiin yksi sininen TURF MARK väritabletti kymmenen litran muovikanisteria kohden. Perkausta suorittaessa liuosta täytyi ravistella jokaisen tankin täytön yhteydessä, koska liuos paakkuuntui todella nopeasti.



KUVA 5. Laimentamaton kantaliuos on paksua ja hyytelömäistä

Purppuranahakka levitettiin kantoihin perkauksen yhteydessä käyttäen Metlan kehittämää raivaussahaan kiinnitettyä ruiskutuslaitteistoa (kuva 6). Alustana ruiskutuslaitteistolla toimi Husqvarnan 252RX raivaussaha tavallisella 200 mm raivausterällä. Ruiskutuslaitteisto oli rakennettu käyttäen erilaisia LVI -osia sekä auton lasinpesujärjestelmän säiliötä pumppuineen. Säiliön tilavuus oli noin 2 litraa ja siinä oli kaksi sähkökäyttöistä pumppua, joista toinen oli ainoastaan varalla. Virran laitteisto sai 12 voltin jännitteellä toimivasta porakoneen akusta, jonka yksi lataus riitti ruiskuttamaan noin 10 litraa purppuranahakkaliuosta. Ruiskutus tapahtui painamalla peukalolla vasemman puoleisen kahvan päähän sijoitettua katkaisinta. Suihkusuutin oli sijoitettu teräsuojan alareunaan siten, että katkaisupintaan oli helppo osua sahauksen yhteydessä.

Kaikki purppuranahakalla käsitellyt koealat sekä esimerkkiala perattiin käyttäen edellä mainittua ruiskutuslaitteistolla varustettua Husqvarnan raivaussahaa. Muut käsitellyt alueet sahattiin käyttäen Husqvarnan 252RX ja Stihlin FS450 raivaussahoja. Sahatessa käytettiin tavanomaisia raivaamiseen tarkoitettuja suojavarusteita, kuten kypärää, kuulosuojaimia, suojalaseja, hansikkaita ja saappaita. Purppuranahakkaliuoksen käsittelyä varten ei käytetty erillisiä suojavarusteita.



KUVA 6. Sieniliuoksen levityksessä käytetyn sahan ruiskutuslaitteiston tärkeimmät osat

Purppuranahakan mittaamisessa ja säilytyksessä käytetyt astiat puhdistettiin aina ennen käyttöä astianpesuaineella ja huuhdeltiin vielä lopuksi kiehuvalle vedelle. Saha puhdistettiin ennen käyttöä ja sen jälkeen käyttäen sen lävitse useita litroja vettä.

5.3 Koealat

5.3.1 Toteutustapa ja ajankohta

Kuviolle jaettiin tasaisesti 24 koealaa, joista 12 perattiin käsittellen kannot purppuranahakalla ja 12 perattiin ilman purppuranahakkaa. Koeala- ja linjaväli olivat 30 metriä ja koealoja varten perattiin ympyrän muotoiset alueet, joiden säde oli 5 metriä. Käsittelytavat jaettiin siten, että joka toinen pohjois-eteläsuuntainen linja käsiteltiin purppuranahakalla. Koealat jaettiin tasaiseksi ruudukoksi käyttäen MapInfo -ohjelmistoa ja alueen ilmakuvaa. Ohjelmasta valmiit pisteet siirrettiin KML-tiedostona Googlen Maps -palveluun. Maastossa pisteet luettiin Android -puhelimella käyttäen Googlen Maps -sovellusta ja koealojen keskipisteet merkattiin lasikuitusauvoilla. Mikäli koealan keskipiste osui kohtaan jossa lasikuitusauvaa ei saanut pystyyn tai ilmakuvan perusteella katsottu piste olikin toisen kuvion puolella, siirrettiin koealaa pohjois-etelä suunnassa lyhin mahdollinen matka sopivaan kohtaan.

Kaikki koealat perattiin 20.7.2013. Ilman lämpötila oli tuolloin noin 19 astetta ja sää oli muuten puolipilvinen ja kevyesti tuulinen. Perkaamalla kaikki koealat saman päivän aikana pyrittiin varmistamaan, että ajankohdan ja sään vaihtelut eivät vaikuttaisi lopputulokseen. Perattaessa purppuranahakkakoealoja pidettiin huoli, että jokainen katkaisupinta peittyi vähintään puoliksi tasaisella kerroksella purppuranahakkaliuosta (kuva 7).



KUVA 7. Sininen väriaine kertoo, mihin sieniliuosta on levitetty

5.3.2 Mittaukset

Koealat mitattiin 12.10.2013. Perkauksesta annettiin kuluja mittauksiin mahdollisimman pitkä aika, jotta purppuranahakan mahdollisia vaikutuksia olisi mahdollista havaita jo saman kasvukauden aikana. Ennen mittausten aloittamista koealoilla kaadetut rungot siirrettiin sivuun mittausalueen kantojen päältä ja mittausten aloituskohta merkittiin punaisella kuitunauhalla. Mittauksia varten koostettiin maastolomake (liitteet 1 ja 2), johon kirjattiin päivämäärä, koealanumero, koordinaatit ETRS-TM35FIN muodossa sekä käsittelytapa. Lisäksi kirjattiin ylös sijaitsiko koeala kivennäis- vai turve- maalla. Myös kasvupaikan rehevyys luokiteltiin joko lehdoksi, lehtomaiseksi, tuoreeksi, kuivahkoksi tai kuivaksi.

Koealoilta mitattiin jäävän puuston runkoluku, keskipituus ja keskiläpimitta sekä poistuman runkoluku ja keskiläpimitta. Lisäksi kaadettujen lehtipuiden kannoista tarkasteltiin silmämääräisesti kaadon jälkeen tapahtuneita muutoksia, kuten vesomista, tummumista sekä esiin tulleita purppuranahakan itiöemiä. Mittauksissa jäävä puusto mitattiin käyttäen 3,99 metrin koealasädettä ja poistuma käyttäen 1,78 metrin sädettä.

Jääväksi puustoksi laskettiin kaikki kuuset, männyt, koivut sekä muut lehtipuut, jotka olivat pituudeltaan vähintään puolet koealan puiden valtapituudesta. Koealalla yksi runko vastasi aina 200 runkoa hehtaarilla. Raudus- ja hieskoivua ei eroteltu. Keskipituus ja -läpimitta mitattiin rinnankorkeudelta (1,3 m) kohtisuoraan koealan keskipistettä kohti ja ne laskettiin kullekin puulajille koealan toiseksi suurimman ja toiseksi pienimmän rungon keskiarvona. Pituus kirjattiin ylös 0,1 m ja läpimitta 0,5 cm tarkkuudella.

Poistumaa mitattaessa yksi kanto koealalla vastasi aina 1000 kantoa hehtaarilla ja mukaan laskettiin kaikki yli 0,5 cm paksut kannot. Läpimitta mitattiin jokaiselta koealalta aina kohtisuoraan koealan keskipistettä kohti viidestä sitä lähimpänä olevasta kannosta. Läpimitta mitattiin katkaisupinnan päältä 0,5 cm tarkkuudella. Mitatuista läpimitoista koealalle laskettiin poistuman läpimitan keskiarvo. Kaikista poistuman koealan kannoista eriteltiin havu- ja lehtipuukannot, sekä jälkimmäisistä tarkasteltiin puuainessa tapahtuneita muutoksia. Lehtipuukannoista eriteltiin normaalit, tummuneet, vesoneet ja itiöemiä kasvavat yksilöt. Sama kanto oli mahdollista laskea kaikkiin kolmeen luokkaan, mikäli kyseisiä muutoksia oli siinä havaittavissa. Kannot, joissa muutoksia ei näkynyt, kirjattiin normaaleiksi.

5.3.3 Laskenta

Mitatuista tuloksista kuviolle laskettiin hehtaariohtainen jäävä puusto sekä sen keskipituus ja läpimitta (liite 3). Poistuman mittauksista saadut tulokset muutettiin myös hehtaariohtaisiksi ja koekantojen läpimitoista laskettiin poistuman keskiläpimitta. Koealojen kannoissa tapahtuneiden muutosten lukumäärät suhteutettiin kunkin koealan lehtipuiden kokonaispoistumaan. Koska itiöemiä ei havaittu yhdessäkään kannossa, jätettiin ne laskennasta pois.

Mittaustulokset kirjattiin Excel-taulukkoon, jossa koealakohtaiset luvut muutettiin hehtaariohittaiseksi. Pituuksille ja läpimitoille laskettiin keskiarvot. Kannoissa tapahtuneiden muutosten lukumäärät suhteutettiin kummallakin käsittelytavalla koealojen lehtipuiden kokonaispoistumaan. Tulosten merkitsevyyttä analysoitiin käyttäen PASW Statistics 18 tilastolaskentaohjelmaa. Merkitsevyyttä tutkittiin käyttäen Studentin T-testiä ja Mann-Whitneyn U-testiä riippuen noudattivatko tulokset normaali-jakaumaa.

5.4 Esimerkkiala

Esimerkkialaksi rajattiin kuvion pohjoisen puoleisesta kulmasta, Matinmäenlenkin varresta alue, jonka sisälle osui yksi purppuranahakalla käsitelty koeala. Rajaus käsittelemättömän alueen kanssa tehtiin niin, että sitä ja purppuranahakalla käsiteltyä aluetta pystytään jatkossa tarkkailemaan suoraan tieltä käsin. Alueen kulmapisteet merkittiin lasikuitusauvoin ja niiden koordinaatit otettiin ylös käyttäen GPS-paikanninta. Sivut rajattiin punaisella kuitunauhalla ja koko esimerkkiala käsiteltiin purppuranahakalla. Perattaessa pidettiin huoli, että esimerkkiala ei tullut 5 metriä lähemmäksi tavallisella taimikonperkauksella käsiteltyjä koealoja.

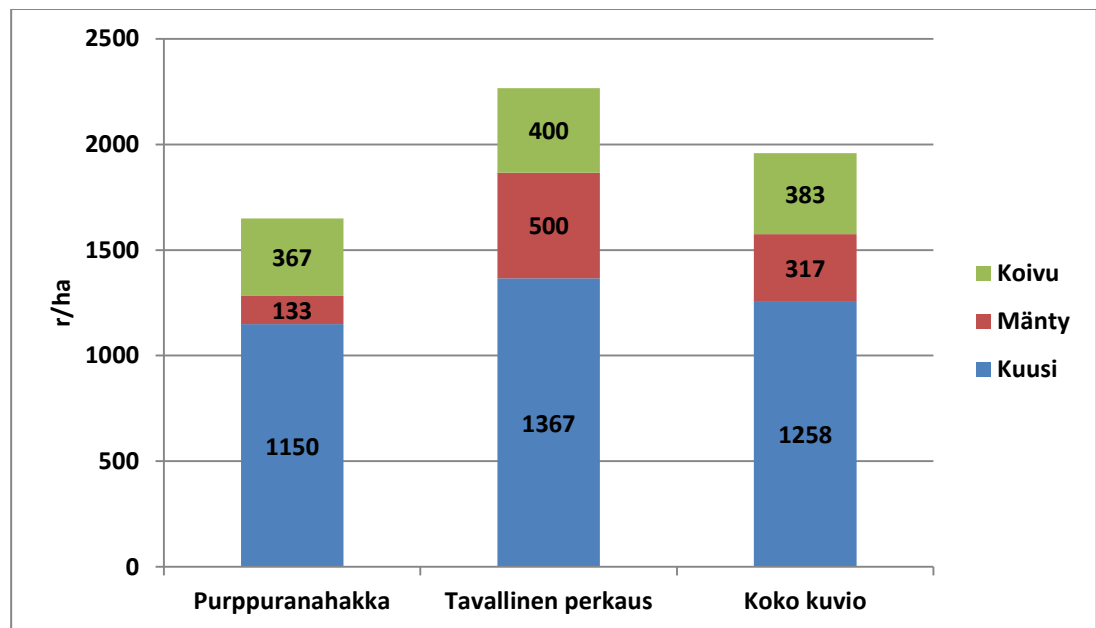
Esimerkkiala perattiin 26.7.2013 ja sää oli tällöin tyyni ja aurinkoinen. Ilman lämpötila nousi perkauksen aikana 22 asteesta 25 asteeseen. Samalla perattiin esimerkkialan viereinen osa kuvioista tavallisena taimikonperkauksena, jotta ajankohta ja vallitseva sää eivät vaikuttaisi lopputulokseen. Näin ollen on todennäköistä, että kahden alueen uudelleen vesomisen erot johtuvat pääosin käsittelytapojen eroista. Loput kuvioista perattiin elokuun lopulla.

6 TULOKSET

6.1 Koealat

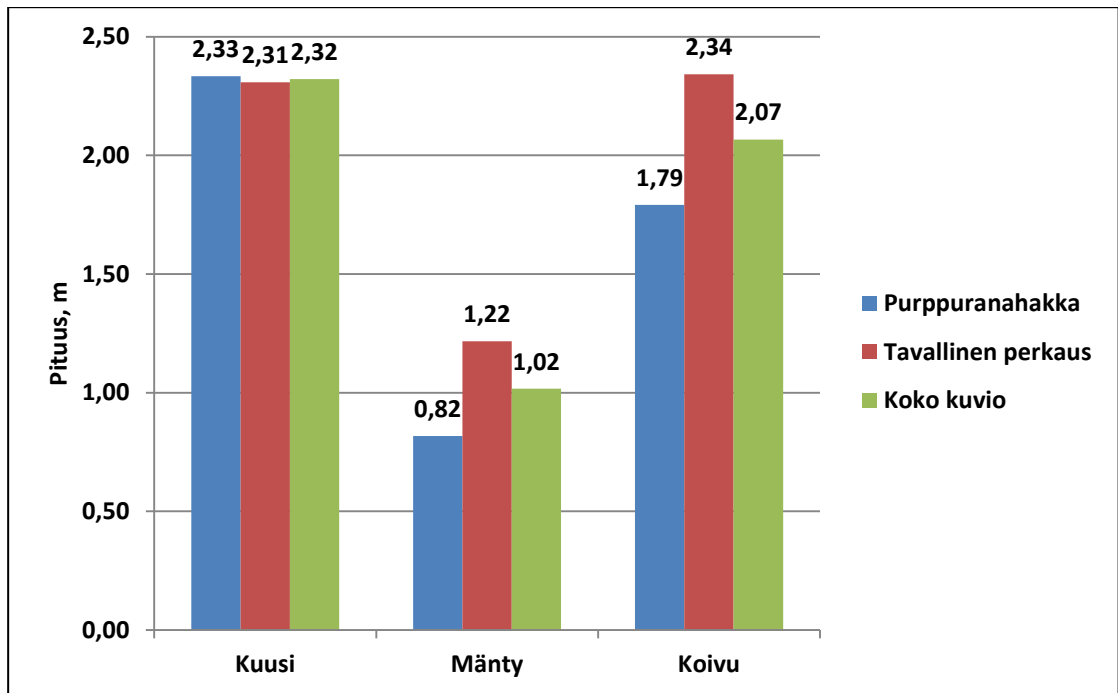
6.1.1 Jäävä puusto

Jäävän puuston tiheystavoitteena oli perkausta toteutettaessa 1800 - 2000 runkoa hehtaarille. Pääpuulajina oli kuusi, jota tarvittaessa täydennettiin mänyllä tai koivulla. Puuston rakenne alueella oli hyvin vaihtelevaa (kuvio 1) ja paikoin tavoiteltuun tiheyteen oli mahdotonta päästä. Alueelle jäi paikoin mänty- ja koivuvaltaisia kohtia, joissa istutetut kuuset olivat kuolleet tai jääneet kasvussa jälkeen parhaimmillaan lähes kaksi metriä alueen kuusten keskipituudesta.

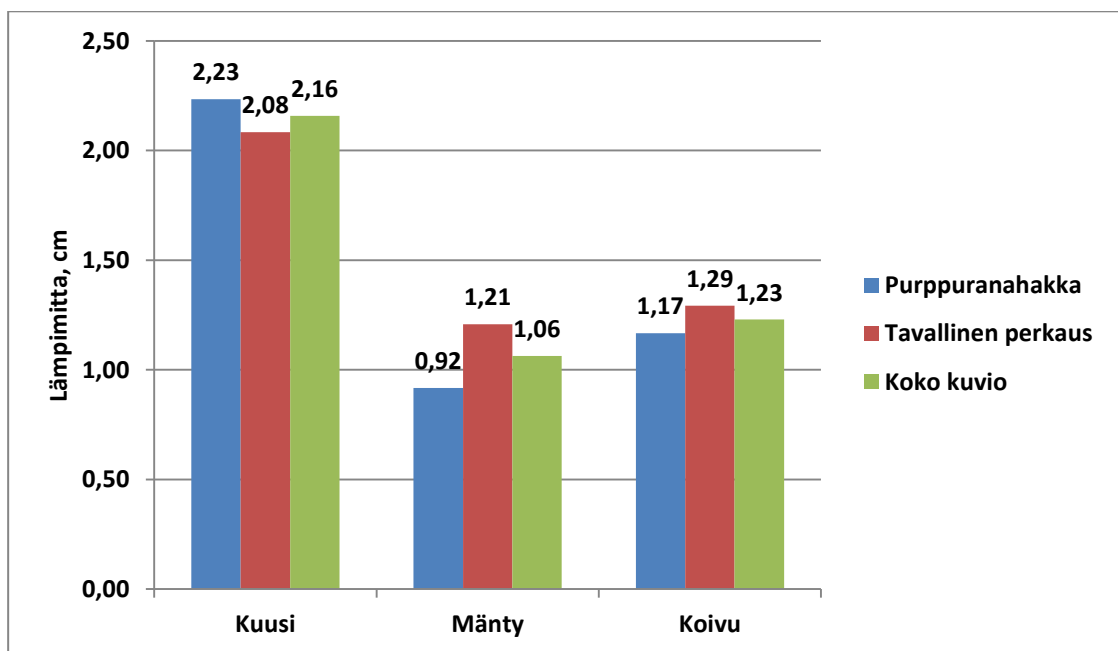


KUVIO 1. Jäävä puusto käsittelytavoittain sekä kuvion keskiarvo

Käsittelytapojen väliset keskipituuksien ja -läpimittojen erot kuusella eivät ole kovin suuret (kuviot 2 ja 3), joka on hyvä ajatellen mahdollisia jatkotutkimuksia. Näin ollen lähtökohdat koealojen välillä ovat hyvin samanlaiset ja käsittelytapojen mahdolliset vaikutukset kasvuun pääsevät tulemaan paremmin esille.



KUVIO 2. Jäävän puuston pituudet käsittelytavoittain sekä kuvion keskiarvo

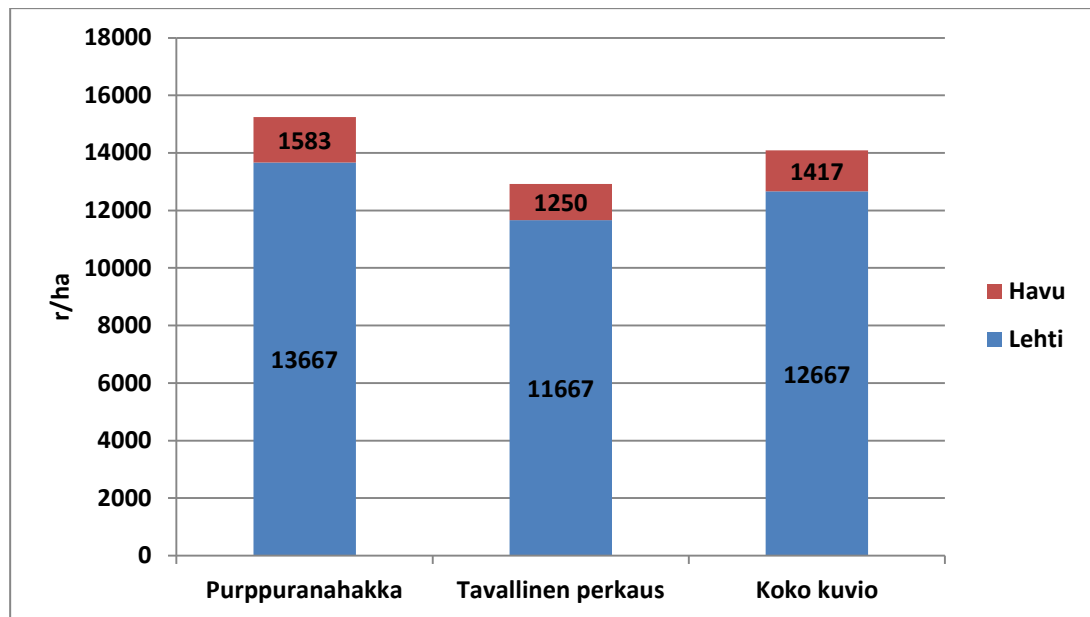


KUVIO 3. Jäävän puuston läpimitat käsittelytavoittain sekä kuvion keskiarvo

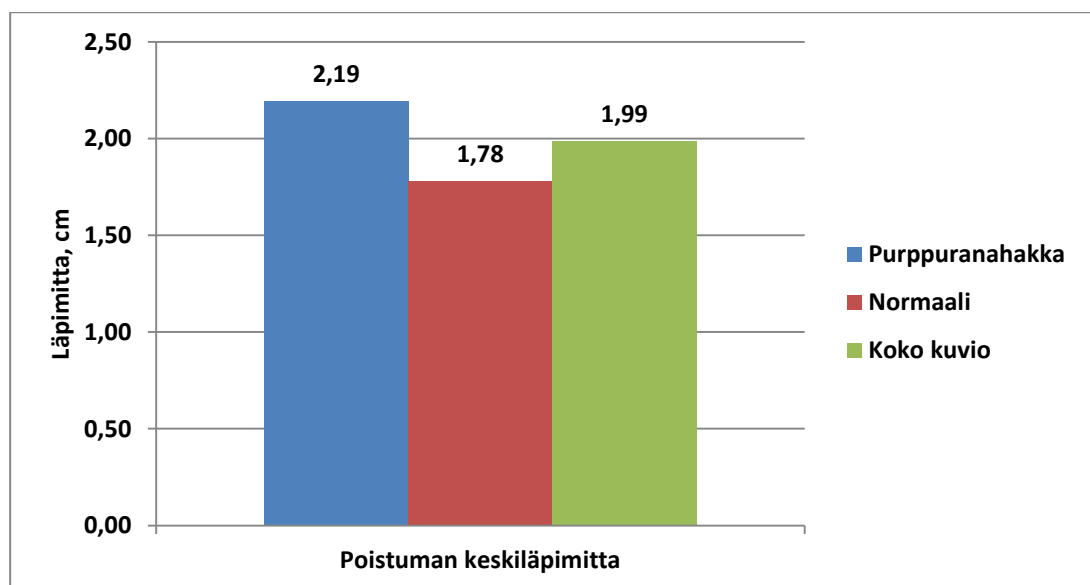
Koealojen erot käsittelytapojen välillä näkyvät lähinnä jäävän puuston tiheydessä, joka voi osaltaan vaikuttaa puiden kasvuun jatkotutkimuksia ajatellen. Koska purppuranahakalla käsiteltyjen alueiden puut kasvavat väljemmässä, kasvavat ne todennäköisesti enemmän paksuutta kuin puut tavallisen perkauksen koealoilla. Mahdollisia jatkotutkimuksia tehdessä tämä tulee ottaa huomioon vertailtaessa käsittelytapojen vaikutusta puuston kasvuun.

6.1.2 Poistuma ja läpimitan vaikutus muutoksiin

Koealan kannoissa tapahtuneita muutoksia ei eritelty mittauksissa kantokohtaisesti, vaan niitä tarkasteltiin koko poistuman mittaukseen käytetyn ympyräkoealan alueelta (1,78 m). Viidestä koealan keskipistettä lähinnä olevasta koekannosta tarkasteltiin ainoastaan niiden läpimittaa, jonka perusteella koaloille laskettiin poistuman läpimitan keskiarvo (kuvio 5). Tämän vuoksi kaadettujen lehtipuiden läpimittaa ja kannoissa tapahtuneita muutoksia ei voida luotettavasti vertailla keskenään.



KUVIO 4. Poistuma käsittelytavoittain sekä kuvion keskiarvo



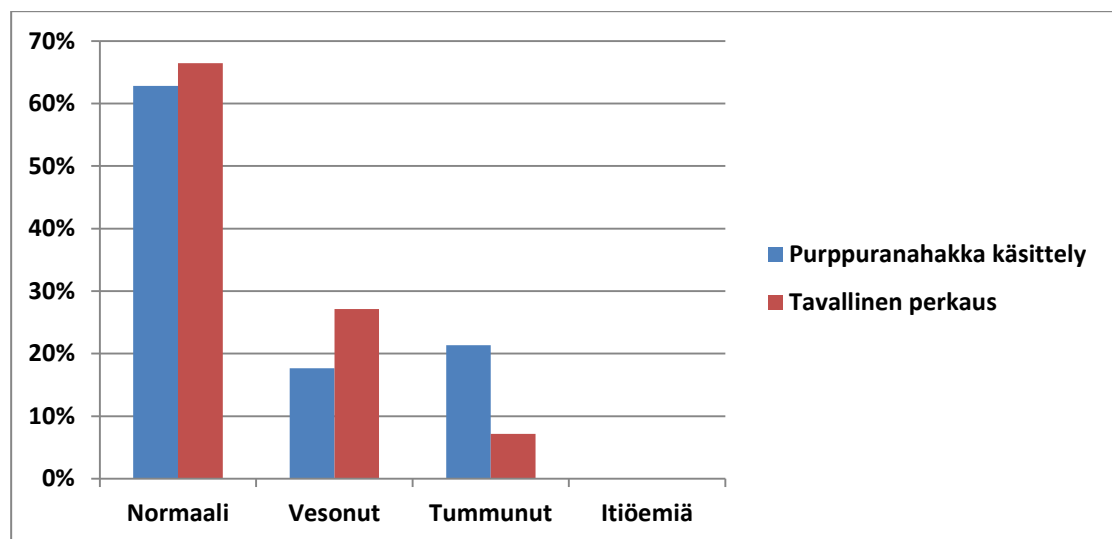
KUVIO 5. Poistuman keskiläpimitta käsittelytavoittain sekä kuvion keskiarvo

Aikaisemmissa tutkimuksissa on kuitenkin todettu, että purppuranahakkakäsittely tehoa paremmin suurempiin kantoihin (Metlan uutiskirje 2011). Mikäli oletetaan, että purppuranahakkatartunnalla ja tummumisella on yhteys, pätee sama myös omalta osaltaan tässä tutkimuksessa. Silmämääräisiin havaintoihin nojaten, lähestulkoon kaikki halkaisijaltaan noin 3 cm ja sitä suuremmat kannot olivat tummuneet purppuranahakkakäsittelyn koealoilla.

6.1.3 Käsittelytapojen vaikutus kantojen muutoksiin

Lehtipuukannoissa tapahtuneita muutoksia tarkasteltiin suhteuttamalla havaintojen määrä kullakin koealalla poistuman lehtipuukantojen kokonaismäärään. Normaalien ja vesoneiden kantojen havainnot noudattivat normaalijakaumaa, joten niitä tarkasteltiin Studentin T-testillä. Testin perusteella käsittelytapa ei aiheuttanut tilastollisesti merkitseviä eroja ($p=0,199$) normaaleina säilyneiden kantojen lukumäärään saman kasvukauden aikana. Myös vesoneiden kantojen lukumääriä tarkasteltaessa tulokset olivat samankaltaiset ($p=0,199$).

Tummuneiden kantojen havainnot eivät noudattaneet normaalijakaumaa ja niiden tuloksia analysoitiin käyttäen Mann-Whitneyn U-testiä. Testin perusteella käsittelytapojen väliset erot tummuneiden kantojen lukumäärässä eivät myöskään olleet tilastollisesti merkitseviä ($p=0,815$).



KUVIO 6. Lehtipuukantojen muutoksista tehty havainnot suhteutettuna lehtipuukantojen kokonaispoistumaan

Vaikka kannoissa tapahtuneissa muutoksissa oli pieniä eroja havaittavissa käsittelytapojen välillä, eivät tulokset kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä. Tämä tukee oletusta, että sienen vaikutukset eivät näy heti käsittelyn jälkeen, vaan vesominen vähenee ja kantojen kuolleisuus lisääntyy seuraavina vuosina vähitellen. Mahdollista seuraavaa mittausta ei kannata näin ollen suorittaa heti seuraavana vuonna, vaan vasta 2 - 3 vuoden jälkeen käsittelystä. Tällöin purppuranahakka on saanut lahottaa sen vaikutukselle alttiita kantoja tarvittavan ajan, jotta käsittelytapojen väliset erot alkavat korostua.

Jatkotutkimusten kannalta oleellisinta on seurata kaadettujen lehtipuiden uudelleen vesomista ja sen vaikutusta kasvatettavan puuston kehitykseen. Alueen täysin havupuuvaltaisissa osissa on hyvä tarkastella purppuranahakkakäsittelyn vaikutusta uudelleen vesomiseen. Kuitenkin alueella on myös kohtia, joissa koivua on jätetty täydentäväksi puustoksi parhaimmillaan 1000 runkoa hehtaarille. Näissä osissa on tärkeää tarkkailla kyseisten yksilöiden menestystä ja alttiutta purppuranahakan aiheuttamalle laholle, joka on saattanut levitä niihin kaadettujen yksilöiden kannoista.

6.2 Esimerkkiala

Esimerkkialan lopulliseksi kooksi tuli noin 0,1 hehtaaria, jonka käsittelyyn meni noin 20 litraa purppuranahakkaliuosta. Myös tienreunan ja ojan pienet vesasyntyiset lehtipuut kaadettiin ja käsiteltiin purppuranahakalla esimerkkialan reunan pituudelta. Samalla kertaan esimerkkialan perkauksen kanssa perattiin myös kuvion pohjoispuolen tavallisen taimikonperkauksen osa. Alueiden välinen linja osui kohtaan, jossa puusto on kuusivaltaista, joukossa hieman koivua sekä mäntyä (kuva 8).

Linjan viereiset osat kummastakin alueesta jäivät kohtalaisen samankaltaisiksi ja mahdolliset eroavaisuudet alueiden kehityksessä tulevat varmasti silmin nähtäviksi tulevina vuosina. Oletuksena kuitenkin, että purppuranahakkakäsittely on onnistunut ja sieni on alkanut lahottaa kaadettujen lehtipuiden kantoja. Koska purppuranahakkakäsittelyn vaikutus ei ole välitön, saattaa alueiden vesominen jatkua yhtä voimakkaana ainakin seuraavan kasvukauden ajan. Sienen vaikutus voi kuitenkin tänä aikana alkaa näkyä isommissa kannoissa. Mahdollisten suurempien muutosten pitäisi tulla näkyviin

seuraavien 2 - 3 vuoden aikana, kun sienen aikaansaama lahotusprosessi etenee ja kantojen kuolleisuus lisääntyy.



KUVA 8. Käsittelyalueet rajattiin perkauksen yhteydessä punaisella kuitunauhalla

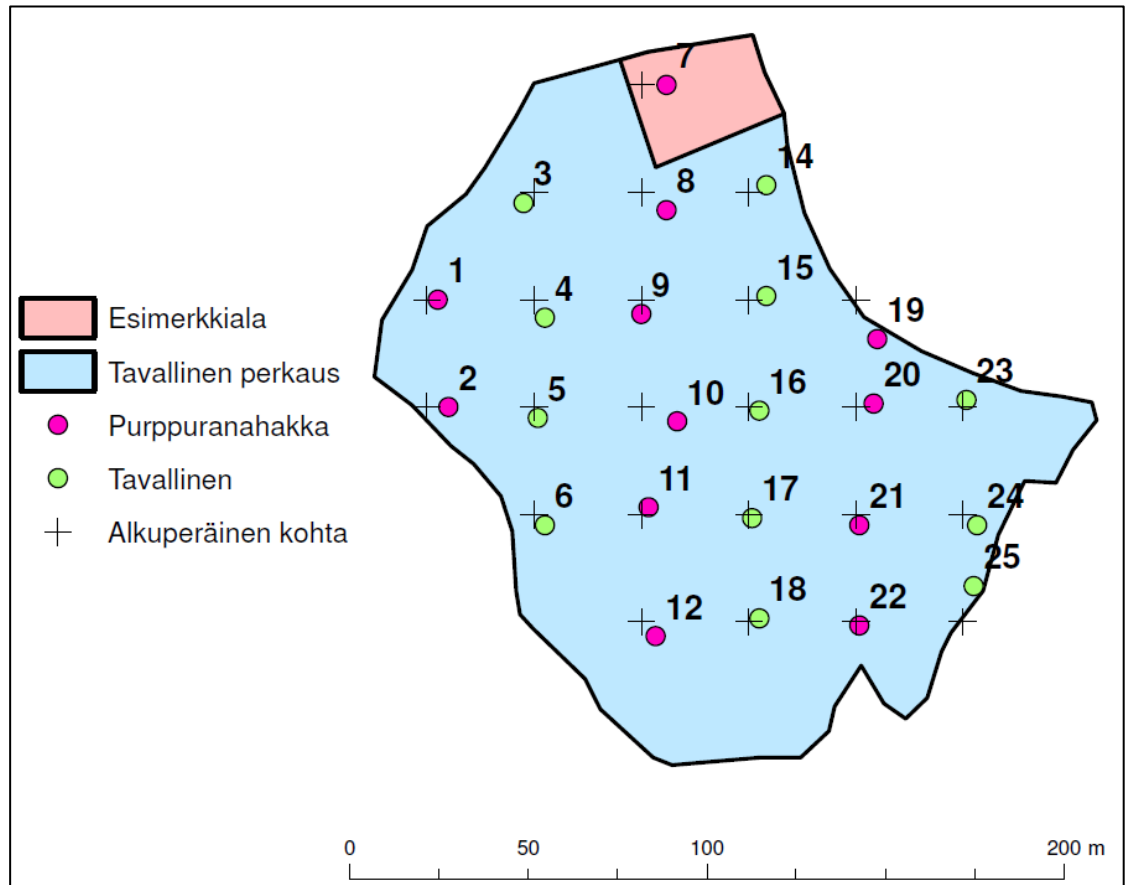
Esimerkkialan sisällä käsiteltiin useita samasta emopuusta vesoneista koivuja siten, että sopivin yksilö jätettiin täydentämään muuten harvaa taimikkoa. Jää nähtäväksi, vaikuttaako purppuranahakka myös pystyyn jätettyihin yksilöihin jaetun juuriyhteyden kautta ja onnistuuko sieni esimerkiksi tappamaan kyseiset yksilöt. Koska alueet erotettiin toisistaan suoran linjan avulla, voidaan seuraavien kasvukausien aikana tarkkailla myös purppuranahakkakäsittelyn reunavaikutusta tavallisen taimikonperkauksen alueeseen.

7 POHDINTA

7.1 Toteutuksen onnistuminen

Koalojen ja esimerkkialan sijoittaminen suunniteltiin etukäteen alueen ilmakuvaa käyttäen, minkä vuoksi kuvion reunoilla sijaitsevien pisteiden sijoittaminen osoittautui hankalaksi. Maastossa pisteitä merkittäessä alkuperäisistä pisteistä jäi pois kolme, jotka olisivat maastossa jääneet alueen ulkopuolelle tai säästöpuukuvion sisälle ja nii-

den siirtäminen olisi tuonut ne päällekkäin viereisten pisteiden kanssa. Koealapistettä tuli kuitenkin alueelle riittävän tiheä verkosto, jotta ne kattoivat kuvion sisäiset vaihtelut ravinteikkuuden ja kosteuden suhteen. Kantojen muutoksia tarkasteltaessa muuttaman koealapisteen kantomäärät jäivät alle viiden kappaleen, joiden perusteella koealojen poistuman keskilämpömitta laskettiin.



KUVA 9. Lopulliset pisteiden kohdat eroavat alkuperäisistä esteiden ja huonon GPS -signaalin vuoksi

Pisteiden sijoittaminen ilmakuvan perusteella oli kuitenkin käytännössä ainoa toteutuskelpoinen ratkaisu, huolimatta älypuhelimien GPS-paikannuksen epätarkkuudesta. Maastossa tapahtuva pisteiden sijoittaminen luotettavasti esimerkiksi bussolin ja langamittalaitteen kanssa olisi ollut tiheän vesakon vuoksi paikoin mahdotonta.

Esimerkkiala onnistuttiin sijoittamaan hyvin tien varteen, josta purppuranahakan vaikutusta on helppo vertailla tavalliseen taimikonperkausalaan nähden. Alueesta tuli riittävän kokoinen ja kahden käsittelytavan rajasta tuli suora linja kohtisuoraan tielle päin. Mikäli alueiden välille muodostuu merkittäviä eroja seuraavien kasvukausien aikana, pitäisi ne olla helposti todettavissa nopealla vilkaisulla tieltä käsin.

Ajankohdallisesti purppuranahakan vaikutus olisi merkittävämpi, mikäli se olisi levitetty alkukesästä. Tällöin myös sienien itiöemien havaitseminen mittauksia tehtäessä olisi ollut todennäköisempää. Itse sienien levittämisessä ei ollut suuria vaikeuksia liuoksen paakkuuntumista lukuun ottamatta, mikä ei kuitenkaan häirinnyt työskentelyä mikäli kanisteria muisti ravistaa säännöllisesti. Sienen levitystyön suurimmaksi haasteeksi osoittautui itse ruiskutuslaitteisto. Sahan noin kahden litran tankkia sai täyttää usein ja sen pienestä kapasiteetistä huolimatta se teki sijoituksensa vuoksi sahasta hyvin etupainoisen. Lisäksi käytössä olevat kaksi porakoneen akkua jaksoivat antaa virtaa riittävällä teholla pumpulle ainoastaan 20 litran levitystä varten.

Purppuranahakan levitys olisi varmasti ollut huomattavasti nopeampaa esimerkiksi selkäreppuun sijoitetulla suuremmalla säiliöllä ja isomman kapasiteetin akuilla. Työn sujuvuuden kannalta tehokkainta olisi, että liuos- ja polttoainesäiliö täytettäisiin aina yhtä aikaa. Tämä kuitenkin edellyttäisi yli 10 litran liuossäiliötä, jolloin työntekijän fyysisen jaksamisen rajat saattaisivat tulla vastaan, erityisesti kuumina kesäpäivinä.

Mittauksissa kantoja olisi tullut tarkastella yksittäin suuremmalla volyymilla ja niissä tapahtuneet muutokset olisi pitänyt määritellä kantokohtaisesti. Tällöin laskennassa olisi voinut tarkastella paremmin kannon läpimitan vaikutusta siinä tapahtuviin muutoksiin. Tämä olisi kuitenkin edellyttänyt kantojen merkitsemistä, mikä olisi puolestaan kasvattanut ajan menekkiä huomattavasti.

7.2 Johtopäätökset

Purppuranahakan teho vesakontorjunnassa on todettu vuosien saatossa hyväksi useilla kokeilla. Vaikka sieni on ulkomailla päätynyt jo kaupalliseksi tuotteeksi asti, on sen kotoperäisen kannan tuotteistaminen todennäköisesti vielä kaukana. Koska kyseessä on lehtipuiden taudinaiheuttajasieni, on sen käyttö vielä rajoitettua, eikä rajoituksia varmasti tulla vähentämään ennen kattavampaa testausta. Nykyinen kanta on toteutettujen tutkimusten perusteella tehokas erityisesti koivu- ja haapavesakon torjunnassa, mutta jalostamalla sitä edelleen voidaan sen vaikutusta tehostaa myös muilla lehtipuilla, kuten raidalla ja pihlajalla.

Vaikka mittauksissa havaitut eroavaisuudet käsittelytapojen välillä eivät olleet tilastollisesti merkitseviä, tukivat ne yhdessä silmämääräisten havaintojen kanssa aikaisempien tutkimusten tuloksia. Koska itiöemiä ei ollut havaittavissa, ainoana sienitartunnan indikaattorina toimi kantojen voimakas tummuminen. Vaikka tummuminen onkin vain mahdollinen seuraus tartunnasta, oli se kuitenkin yleisempää juuri purppuranahakalla käsitellyissä kannoissa ja erityisesti läpimitaltaan suuremmissa yksilöissä. Tämä on myös tulos, jota aikaisempien tutkimusten perusteella osattiin odottaa.

Työssä käytetty laitteisto on kaupalliseen käyttöön sopimatonta, vaikka konsepti on muuten toimiva. Mikäli purppuranahakka jossain vaiheessa päättyy Suomessakin kaupalliseksi tuotteeksi, tulee myös käytettävissä oleva laitteisto kehittymään sen levitykseen sopivaksi. Kun työssä käytettyä Metlan prototyypilaitetta katsoo, voi todeta, kuinka yksinkertaisista osista ruiskutuslaitteiston voi rakentaa. Lähestulkoon samalla periaatteella universaali kaikkiin raivaussahoihin sopivan ruiskutuslaitteiston kehittäminen ei olisi mikään mahdoton ajatus.

Kehitystyön vauhti on kuitenkin vahvasti kytkettynä tarpeeseen, joka tulee varmasti kasvamaan taimikonhoitokustannusten noustessa. Tällöin kahden taimikonperkauksen sijaan erittäin rehevillä alueilla yksi purppuranahakkakäsittely saattaa olla metsänomistajalle mieluisampi vaihtoehto.

LÄHTEET

BioControl 2012. MygoLogic Inc. WWW-dokumentti. <http://mycologic.ca/newsite/biocontrol/>. Ei päivitystietoja. Luettu 10.2.2014.

Chontrol uutiskirje 2012. PDF-dokumentti. <http://mycologic.ca/newsite/wp-content/uploads/2012/04/Chontrol-Newsletter-Spring-2012.pdf>. Päivitetty 17.4.2012. Luettu 21.1.2014.

Luoranen, Jaana & Kiljunen, Nuutti 2006. Kuusen paakkutaimien viljelyopas. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.

Luoranen, Jaana, Saksa, Timo & Uotila, Karri 2012. Metsän uudistaminen. Hämeenlinna: Kariston kirjapaino Oy.

Löfström, Irja & Hamberg, Leena 2011. Purppuranahakka torjuu tehokkaasti pihlaja- ja haapavesakoita. Metsätieteen aikakauskirja 1/2011, 50 - 52.

Metlan uutiskirje 2009. WWW-dokumentti. <http://www.metla.fi/uutiskirje/metpro/2009-01/uutinen-5.html>. Päivitetty 20.5.2009. Luettu 21.1.2014.

Metlan uutiskirje 2011. Onko purppuranahakkasienestä biologiseksi aseeksi vesakon-torjuntaan? WWW-dokumentti. <http://www.metla.fi/uutiskirje/taimitarha/2011-04/uutissivu3-taimitieto.html>. Päivitetty 3.1.2012. Luettu 9.2.2014.

Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio 2006. Hyvän metsänhoidon suositukset. Helsinki: F.G. Lönnberg.

Metsätilastollinen vuosikirja 2013. PDF-dokumentti. http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/2013/vsk13_03.pdf. Päivitetty 16.12.2013. Luettu 6.2.2014.

Ontario AppleIPM. 2009. Ontario Ministry of agriculture food and rural affairs. WWW-dokumentti. <http://www.omafr.gov.on.ca/IPM/english/apples/diseases-and-disorders/silver-leaf.html>. Päivitetty 12.3.2009. Luettu 14.2.2014.

Riikilä, Mikko 2010. Taimikonhoito. Metsäkustannus Oy.

Riikilä, Mikko & Mykkänen, Risto 2011. Raivaamaan. Hämeenlinna: Kariston kirjapaino Oy.

Uotila, Antti & Kankaanhuhta, Ville 1999. Metsätuhojen tunnistus ja torjunta. Hämeenlinna: Karisto Oy:n kirjapaino.

Uotila, Antti, Penttinen, Henna & Salingre, Gunnar 2006. *Chondrostereum purpureum* a potential biocontrol agent of sprouting. PDF-dokumentti. <http://test.skoglandskap.c.bitbit.net/filearchive/uotilaa-2006-1-4.pdf>. Päivitetty 1.11.2007. Luettu 21.1.2014.

Valkonen, Sauli, Ruuska, Juha, Kolström, Taneli, Kubin, Eero & Saarinen, Markku 2001. Onnistunut metsänuudistaminen. Hämeenlinna: Karisto Oy.

Vandenbroucke, Jack Eric, Gaucher, Catherine & Major, Norbert 2005. Biological vegetation management: an alternative to chemical pesticides. PDF -dokumentti. <http://auf.isa-arbor.com/request.asp?JournalID=1&ArticleID=207&Type=2>. Luettu 21.1.2014.

Vartiamäki, Henna 2009. The efficacy and potential risks of controlling sprouting in Finnish birches (*Betula spp.*) with the fungal decomposer *Chondrostereum purpureum*. Dissertationes Forestales 93.

Vesakkomyrkyt olivat kovia aineita. 2013. WWW-dokumentti. <http://www.ts.fi/uutiset/kotimaa/504839/Vesakkomyrkyt+olivat+kovia+aineita>. Päivitetty 1.7.2013. Luettu 9.2.2014.

LIITTEET

LIITE 1. Maastolomake.

Maastolomake

Päivämäärä	<input type="text"/>
Koeala	<input type="text"/>
Koordinaatit	<input type="text"/>
Maalaji	<input type="text"/>
Kasvupaikka	<input type="text"/>
Käsittelytapa	<input type="text"/>

Jäävä Puusto	r/ha	Pituus	Läpimitta
Kuusi	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Mänty	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Koivu	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Muu lehtipuu	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Poistuma	r/ha
	<input type="text"/>

5 lähimmän kannon lpm	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
-----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

lpm kesiarvo	<input type="text"/>
--------------	----------------------

Havupuukannot	<input type="text"/>
---------------	----------------------

Lehtipuukannot:	
Normaalit	<input type="text"/>
Vesoneet	<input type="text"/>
Tummuneet	<input type="text"/>
Itiöemiä	<input type="text"/>

Lisätietoa	<input type="text"/>
------------	----------------------

LIITE 2. Maastolomakkeen ohje.

Päivämäärä: Mittauspäivä
Koeala: Koealan numero
Koordinaatit: Koordinaatit kirjataan ETRS-TM35FIN muodossa
Maalaji: 1=Kivennäismaa 2=Turvemaa
Kasvupaikka: 1=Lehto 2=Lehtomainen 3=Tuore 4=Kuivahko 5=Kuiva
Käsittelytapa: 1=Purppuranahakka 2=Tavallinen

Koealan jäävä puusto mitataan käyttäen 3,99 m sädettä.
Mukaan luetaan rungot jotka ovat vähintään puolet jäävän puuston valtapituudesta
1 puu koealalla vastaa 200 runkoa hehtaarilla.
Keskipituus ja -läpimitta ovat toiseksi suurimman ja toiseksi pienimmän puun keskiarvo
Pituus arvidoidaan onkivapaa apuna käyttäen ja kirjataan 0,5 m tarkkuudella
Läpimitta mitataan rinnan korkeudelta (1,3 m) ja kirjataan 0,5 cm tarkkuudella

Poistuma mitataan käyttäen 1,78 m sädettä, jolloin 1 kanto vastaa 1000 kpl hehtaarilla

Keskiläpimitta lasketaan 5 lähimmän lehtipuukannon läpimitan keskiarvona
0,5 cm tarkkuudella. Alle 0,5 cm kantoja ei lueta mukaan.

Kannoista eritellään havupuu- ja lehtipuukannot.

Lehtipuukannoista tarkastellaan silmämääräisesti vesomista sekä
purppuranahakan vaikutusta.

Normaalit - Ei huomattavaa tummimista, vesomista tai itiöemiä

Vesoneet - Kannossa havaittavissa vesomista

Tummuneet - Kannoissa purppuranahakasta tai muusta syystä johtuvaa tummumista

Itiöemiä - Kannossa havaittavissa purppuranahakan itiöemiä

LIITE 3. Maastomittausten tulokset.

	Koordinaatit		Maalaji	Kasvupaikka	Käsittelytapa	Kuusi		Mänty		Koivu		Poistuma			5 lähimmän kannon lpm, cm					Lehtipuukannot				Lisätietoja	
	P	L				200 r/ha	Pituus, m	Lpm, cm	200 r/ha	Pituus, m	Lpm, cm	200 r/ha	Pituus, m	Lpm, cm	Yht 1000 r/ha	Lehti 1000 r/ha	Havu 1000 r/ha	Kanto 1	Kanto 2	Kanto 3	Kanto 4	Kanto 5	Keskiarvo		Norm.
1	504928	6914256	1	3	1	9	3,7	4	0	0	0	18	16	2	2,5	1	3,5	4,5	5	3,3	7	1	8	0	Isot tummuneita
2	504931	6914226	1	3	1	9	3,7	3,5	1	1,8	1,5	18	17	1	1	2	1	3	2,5	1,9	12	3	2	0	Isot tummuneita
3	504952	6914283	1	4	2	6	2,6	2,5	5	1,8	2	17	17	0	1	0,5	1	1	1,5	1	16	1	0	0	
4	504958	6914251	1	4	2	8	2,4	2	4	2	2	21	17	4	1	1,5	4,5	3,5	1,5	2,4	15	2	0	0	
5	504956	6914223	2	3	2	10	3	3,5	0	0	0	11	10	1	0,5	1	1	1	1	0,8	6	1	3	0	Isot tummuneita
6	504958	6914193	1	3	2	6	2,2	2	1	1,6	1,5	10	10	0	1	0,5	1,5	2,5	1	1,3	5	5	1	0	Pihajaj ei tummu
7	504992	6914316	1	3	1	1	2,3	2	0	0	5	8	6	2							2	1	3	0	
8	504992	6914281	1	3	1	7	3	3	1	2,3	3,5	27	26	1	1	1	1	1	1	1	23	3	2	0	
9	504985	6914252	1	3	1	6	1,4	1	3	1,6	2	19	18	1	2	1	1	1	1	1,2	12	4	2	0	Isot tummuneita
10	504995	6914222	1	3	1	9	2,7	2,5	0	0	0	23	20	3	1,5	3,5	1,5	1	2	1,9	13	6	1	0	Tummunut iso
11	504987	6914198	1	3	1	10	2,3	2,3	0	0	0	5	2	3	1	2,5				1,8	2	0	0	0	
12	504989	6914162	1	3	1	7	2,6	2,5	1	1,9	2	19	13	6	3	4	2	2	3	2,8	5	0	8	0	
14	505020	6914288	1	3	2	3	3,6	3,5	5	1,9	2,5	22	20	2							13	6	1	0	
15	505020	6914257	1	3	2	4	1,6	1	7	2	2	20	20	0	1,5	3	2	2	2	2,1	13	7	0	0	
16	505018	6914225	1	3	2	9	3,1	2,5	0	0	1	5	3,5	2	1	5				5	0	0	1	0	
17	505016	6914195	2	4	2	8	1,7	1,5	1	1,6	1	2	1	1	1					1	1	0	0	0	
18	505018	6914167	1	4	2	1	1,4	1	6	2	2	11	7	4	2	1	1	1	0,5	0,5	4	3	0	0	
19	505051	6914245	1	3	1	2	2,7	2,5	2	2,2	2	26	26	0	2,5	1	2,5	0,5	0,5	1,4	17	7	2	0	
20	505050	6914227	1	3	1	0	0	0	0	0	7	7	7	0	7	3,5	3	1,5	1	3,2	3	3	1	0	
21	505046	6914193	1	3	1	2	1,7	1,5	0	0	3	3	3	0	3	4,5	2		3,2	1	0	2	0	0	
22	505046	6914165	1	3	1	7	1,9	2	0	0	0	10	10	0	3,5	3,5	0,5	3	2	2,5	6	1	4	0	Isot tummuneita
23	505076	6914228	1	3	2	8	1,4	1	0	0	5	16	15	1	1	1	2	0,5	0,5	1	12	3	0	0	
24	505079	6914193	1	3	2	11	2,6	2,5	0	0	2	9	8	1	1,5	4,5	5,5	1	1	2,7	3	2	3	0	Isot tummuneita
25	505078	6914176	1	3	2	8	2,1	2	1	1,7	1,5	14	14	0	1	0,5	3	1	1	1,3	5	8	1	0	Tummunut iso

LIITE 4. Taimikonhoidon kustannustaulukko (Riikilä & Mykkänen 2011).

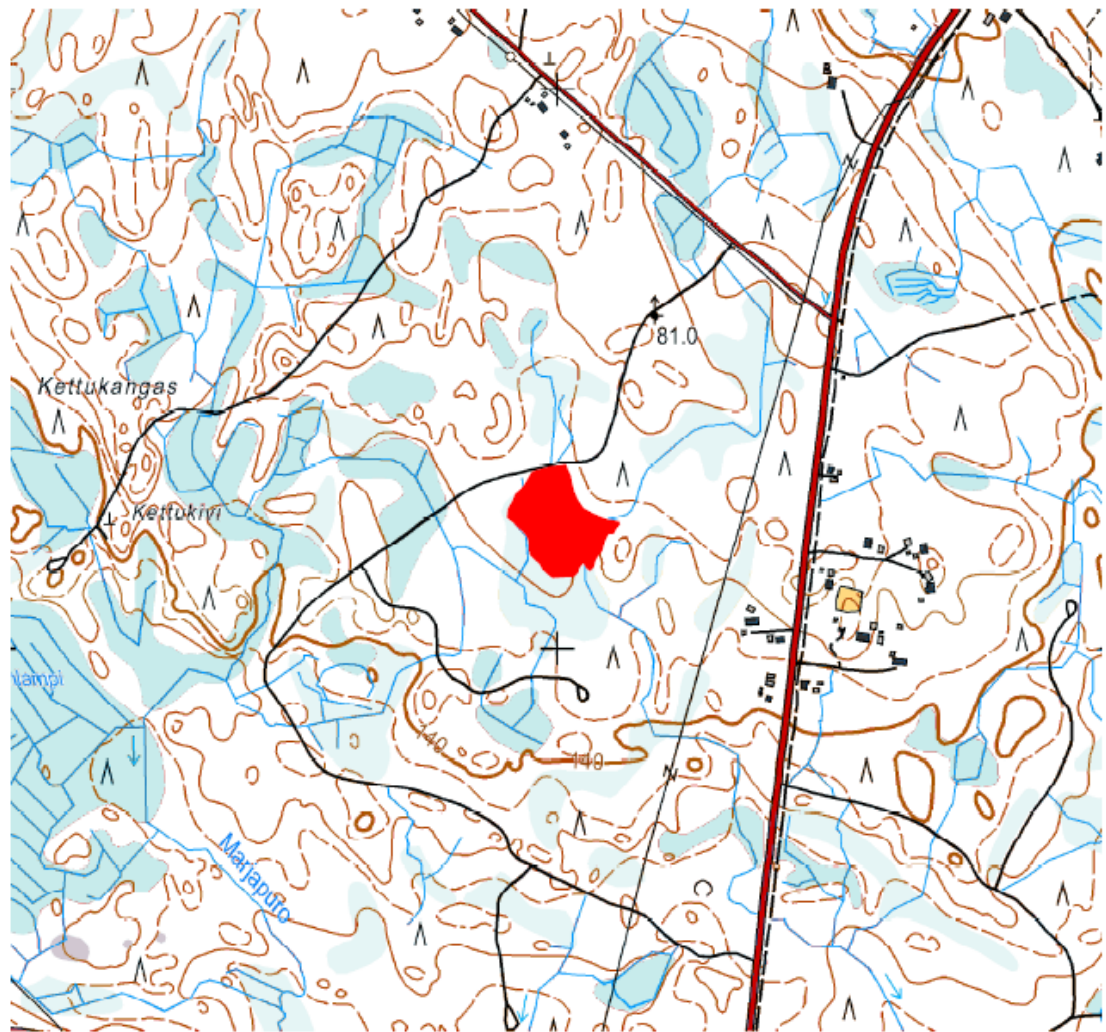
Taimikonhoidon kustannus, €/ha, kun metsurin päivän hinnaksi oletetaan 250 euroa. Perustuu Metsätehon tekemiin raivaussahatyön aikatutkimuksiin. Vesojen määrä ei lisääny, vaikka taimikonhoito viivästyy. Vesojen kantoläpimitta sen sijaan kasvaa nopeasti, joten taimikonhoidon kustannus kohoaa jyrkästi.

POISTETTAVIA PUITA, KPL/HA	POISTETTAVIEN PUIDEN KANTOLÄPIMITTA, CM						
	0,5-1,5	1,6-2,5	2,6-3,5	3,6-4,5	4,6-5,5	5,6-6,5	6,6-
1 500-3 000	98	116	136	171	250	341	429
3 001-5 000	120	153	181	240	294	543	694
5 001-7 000	143	184	231	321	543	781	1 042
7 001-10 000	169	227	294	424	758	1 087	1 471
10 001-14 000	203	287	385	568	1 042	1 563	2 119
14 001-18 000	240	352	481	735	1 389	2 083	
18 001-22 000	275	417	581	893	1 748		
22 001-28 000	329	490	714	1 087	2 273		
28 001-34 000	368	581	862	1 389			
34 001-40 000	410	676	1 000	1 563			
40 001-50 000	472	806	1 190	1 923			
50 001-60 000	543	962	1 471	2 273			
60 001-70 000	610	1 087	1 667				
70 001-80 000	676	1 250	1 923				
80 001-90 000	758	1 389	2 083				
90 001-	806	1 515	2 500				

LIITE 5. Kuvion sijainti. © Maanmittauslaitos



LIITE 6. Kuvion sijainti. © Maanmittauslaitos



0 250 500 1 000 m

LIITE 7. Alueen ilmakekuva. © Maanmittauslaitos

0 50 100 200 m

LIITE 8. Kuvion tiedot.

PIEKSÄMÄKI / Alue 977 / Metsäsunnitelma 978 / NENONPELTO

30.04.2013 Sivü 19/1

Kuvionluettelo

Kuvio	Pinta- ala, ha	Kasvupaikka ja kehitysluokka	puulaji	ikä, v	tilavuus		Puuototiedot						
					m ³ /kuvio	m ³ /ha	tukkaa, m ³ /ha	kuitua, m ³ /ha	lapinmitta, cm	pituus, m	runkoluok, kpl/ha	ppa, m ³ /ha	kasvu, m ³ /hav
22	2,5	Tuore kangas Ojitetu kangas Taimikko yli 1,3 m	Yhteensä	14	25	10			5	5	1680	3	4,1
			Mänty	14	10	4		6	6	340	1	1,5	
			Kuusi	14	15	6		5	4	1340	2	2,6	

Pienialaiset erityispiirteetErikoismetsä
Erikoismetsä
Erikoismetsä**Lisätiedot**

Energiaapuun koijuun tutkimuskohde.