Konsortiohanke

Monimuotoisuus talousmetsän uudistamisessa -hankkeen väliraportit (MONTA-hanke)

Koonnut

Simo Kaila

Metsätehon raportti 62
11.9.1998

Monimuotoisuus talousmetsän uudistamisessa -hankkeen väliraportit (MONTA-hanke)

Koonnut Simo Kaila

Metsätehon raportti 62
11.9.1998

Konsortiohanke: A. Ahlström Osakeyhtiö, Aureskoski Oy, Enso Oyj, Koskitukki Oy, Kuhmo Oy, Metsähallitus, Metsäliitto Osuuskunta, Metsäteollisuus ry, Pölkky Oy, UPM-Kymmene Oyj, Vapo Timber Oy, Visuvesi Oy

Asiasanat: metsien käsittely, metsänuudistaminen, monimuotoisuus

© Metsäteho Oy

Helsinki 1998

SISÄLLYS

ALKUSANAT.....3

TUTKIMUKSEN KYSYMYKSENASETTELU JA KOEJÄRJESTELYT MML Simo Kaila, Metsäteho Oy 4

Väliraportit:

MAAPERÄMIKROBISTO
FM Janna Pietikäinen ja dos. Hannu Fritze, Metsäntutkimuslaitos 9

MAAPERÄN HAJOTTAJAELÄIMET
FT Jari Haimi, Jyväskylän yliopisto ja
MMM Anne Siira-Pietikäinen, Metsäntutkimuslaitos.....10

KARIKKEEN MAANILVIÄISLAJISTO
Professori Jari Niemelä ja FM Minna Kuusipalo, Helsingin yliopisto.....13

MAAPERÄN MAKRONIVELJALKAISET
Professori Jari Niemelä ja FM Matti Koivula, Helsingin yliopisto.....14

MAAKIITÄJÄISTEN ESIINTYMINEN AVOHAKKUUN REUNAVYÖHYKKEELLÄ
Professori Jari Niemelä ja fil. yo. Janne Heliölä, Helsingin yliopisto 17

METSÄNKÄSITTELYIDEN VAIKUTUKSET LAHOPUUN HYÖNTEISLAJISTOON
MMK Juha Siitonen, Metsäntutkimuslaitos 20

BIOTOOPPIKARTOITUS, ALUSKASVILLISUUS JA LAJIBIOLOGISET TUTKIMUKSET
FK Ilkka Vanha-Majamaa ja FM Jyrki Jalonen, Metsäntutkimuslaitos.....22

TAIMI-INVENTOINNIT
FK Ilkka Vanha-Majamaa, Metsäntutkimuslaitos ja MML Simo Kaila, Metsäteho Oy 27

PUUSTOMITTAUKSET
FK Ilkka Vanha-Majamaa, FM Jyrki Jalonen ja metsätal.ins. Jaakko Rokkonen, Metsäntutkimuslaitos.....28

PUUNKORJUUN TUOTOS JA KUSTANNUKSET
MMK Risto Lilleberg, Metsäteho Oy.....29

METSÄNUUDISTAMISTYÖT
MML Simo Kaila, Metsäteho Oy 33

ALKUSANAT

MONTA-hanke käynnistyi syksyllä 1994. Siinä selvitetään maastokokein, miten kuusikon uudistushakkuun erilaiset muunnelmat toimivat sekä teknis-taloudelliselta että biologisen monimuotoisuuden kannalta. Metsätehon lisäksi hankkeessa mukana on tutkijoita Metsäntutkimuslaitokselta, Helsingin yliopiston ekologian ja systematiikan laitokselta sekä Jyväskylän yliopiston bio- ja ympäristötieteiden laitokselta.

Julkista rahoitusta hankkeen eri osatutkimukset saavat maa- ja metsätalousministeriöstä, Metsämiesten Säätiöstä, Maj ja Tor Nesslingin säätiöstä sekä Suomen Akatemiasta. Vuodesta 1997 maa- ja metsätalousministeriön rahoitus on tullut Suomen Akatemian biodiversiteettitutkimusohjelman kautta.

Tutkimuksen maastokokeet sijaitsevat Enso Oyj:n, Metsähallituksen, Metsä-Serla Oyj:n sekä UPM-Kymmene Oyj:n mailla. Hankkeen rahoitussuunnitelma kattaa neljä vuotta kestävän kenttätutkimuskauden. Biologisia osatutkimuksia varten tullaan hakemaan vuodeksi jatkorahoitusta, jotta aineistot saadaan käsitellyiksi. Tämän jälkeen alueet on tarkoitus pitää tutkimuskäytössä, ja uusintamittauksia tullee tehtäväksi eri hankkeina.

Helsingissä 7.9.1998

Simo Kaila

TUTKIMUKSEN KYSYMYKSENASETTELU JA KOEJÄRJESTELYT

MML Simo Kaila
Metsäteho Oy, PL 194, 00131 Helsinki

LÄHTÖKOHDAT

Viime vuosina metsänhoitosuosituksia on pyritty uudistamaan siten, että luonnonarvot otetaan entistä painokkaammin huomioon. Uudet ohjeet on yleisesti omaksuttu metsänkäsittelyyn. Muutosten soveltamisen yksityiskohtia kehitellään. Metsälakiin on sisällytetty vaatimuksia metsien käsittelyn ekologisesta ja sosiaalisesta kestävyydestä, ja laatu- ja ympäristöjärjestelmät edellyttävät asioiden täsmentämistä.

Metsien käyttöön ja metsätalouden menetelmiin esitetään julkisessa keskustelussa ajoittain uusia muutosvaatimuksia. Samalla metsätalouden piirissä kysellään uuden metsänkäsittelyn todellisesta vaikuttavuudesta ja kustannuksista. Yksityiskohtaista tutkimustietoa metsänkäsittelyn muutosten kustannuksista eikä varsinkaan biologisen tason vaikuttavuudesta ei kuitenkaan ole. Tutkimustiedon puuttuessa eri osapuolet voivat perustella voimakkaitakin, vastakkaisia näkemyksiä.

Metsäntutkimuksen perinteisesti omaksuma tehtävä on ratkaista, millainen metsänkäsittely antaa optimaalisen taloudellisen tuloksen. Ratkaisu on periaatteessa mahdollinen esimerkiksi operaatioanalyyttisin menetelmin, kun optimoinnin rajoitteet on määritelty ja kaikki ongelmaan liittyvä olennainen informaatio on käsillä.

Käytännössä tavoitteenasettelu ei kuitenkaan ole täysin selkeä. Sitä on mutkistanut vielä se, että metsien käsittelyyn ja käyttöön kohdistuu yhä enemmän eritasoisia odotuksia, tavoitteita sekä hallinnollisia rajoituksia. Ne ovat lisäksi osin päällekkäisiä, osin ristiriitaisia. Myös tuotteiden, puun ja rinnakkaistuotteiden, sekä tuotannontekijöiden arvot suhteessa toisiinsa pitkällä aikavälillä ovat vaikeasti ennustettavia.

Kokonaisvaltaisessa tutkimuksessa metsänkäsittelyn ongelmia ei voida lähestyä optimoinnin tai pelkästään kokeellisen tutkimuksen menetelmin. Metsänkäsittelyn, samoin kuin metsävarojen hyödyntämisen ongelmat ylei-

sestikin, ovat entistä selväpiirteisemmin tulleet taloudellisiksi ja yhteiskunnallisiksi kysymyksiksi, joita koskevia päätöksiä tehdään käsitteellisesti hajanaisen ja epätäsmällisen informaation varassa.

Tutkimuksessa objektiivista otetta metsänkäsittelyn ongelmiin voidaan tavoitella eriyttämällä informaation tuottaminen ongelmien ratkaisemisesta. Tässä tutkimuksessa toteutetaan joukko osatutkimuksia samassa koejärjestelyssä, joka toimii niiden yhteisenä tarkastelukehikkona. Tarkoitus on informaation, ei valmiiden ratkaisujen tuottaminen.

KONSORTIOHANKE

Monimuotoisuus talousmetsien uudistamisessa -konsortiohankkeessa otettiin selvitettäviksi erilaisten päätehakkuu- ja uudistamisvaihtoehtojen biologiset sekä teknis-taloudelliset vaikutukset. Lähtökohtana ovat päätehakkuuikäisen metsän käsittelyvaihtoehtojen ominaispiirteitä ilmentävät maastokokeet.

Tutkimus tarkastelee kokeelliselta pohjalta lähtien sitä, miten toimivia ja kustannustehokkaita metsänkäsittelyn muunnelmat metsien monimuotoisuuden ylläpitämisen välineenä ovat. Käsittelyt ovat koejärjestelysyistä kaavamaisia. Kustannussyistä kokeet rajoittuvat tuoreen kankaan kuusikoihin. Nämä ovat tärkeä teollisuuden raaka-ainelähde, niiden eliölajisto on monimuotoinen, ja niiden metsänuudistamisessa etenkin luontaisin menetelmin on ongelmia.

Tutkimuksen toteutus kattaa neljän vuoden jakson. Tarkoituksena ei ole, että päätelmät metsänkäsittelyjen vaikuttavuudesta tehdään lyhyen ajan tulosten perusteella, eikä myöskään, että metsänkäsittelyjä verrataan pelkästään käsittelemättömään metsään. Tulokset tullaan ulottamaan pitemmälle aikavälille, ja vaikutukset puunhankintaan ja puuraaka-ainepohjaan arvioidaan metsikkötasoa laajempina yhteyksinä aluetason puuhuoltoon.

Tutkimuksen hahmottamista, koejärjestelyjen ideointia ja hankkeen suunnittelua varten kutsuttiin keväällä 1994 koolle asiantuntijaryhmä. Siinä oli mukana yhteensä kymmenkunta tutkijaa biologista ja metsäntutkimusta harjoittavista yliopistoista ja tutkimuslaitoksista.

Rahoitus varmistui loppusyksystä 1994, ja kolmen metsäteollisuusyrityksen sekä Metsähallituksen osoitettua tutkimuksen käyttöön maitaan tutkimushanke käynnistettiin. Tutkimukselle kutsuttiin samalla johtoryhmä asiantuntija-, soveltaja- ja rahoittajatahojen edustajista. Osatutkimusten rahoitukseen tulivat mukaan **maa- ja metsätalousministeriö**, **Metsämiesten Säätiö**, **Maj ja Tor Nesslingin säätiö** sekä **Suomen Akatemia**.

KOEJÄRJESTELYT

Tutkimuksessa haetaan vastauksia neljään ekologiseen ja teknis-taloudelliseen pääkysymykseen. **Ekologisissa tarkasteluissa** näitä kysymyksiä ovat (1) eliöstön reagointi metsänuudistamisessa erityyppisiin hakkuu- ja maankäsittelytapoihin, ja (2) eliöstön kehitys hakkuiden jälkeen. **Teknis-taloudellisissa tarkasteluissa** pääkysymykset ovat (3) metsänkäsittelyvaihtoehdoista aiheutuvat korjuukustannukset ja niiden pitemmän aikavälin seuraukset puunhankintaan sekä puuraaka-aineen määrään ja laatuun, sekä (4) uudistamisen kustannukset ja taimikoiden laatu eri päätehakkuu- ja maankäsittelytapojen perusteella.

Projektin maastotyöt toteutetaan kahdella alueella. **Itäisellä tutkimusalueella** kokeet sijaitsevat Kerimäellä, Heinävedellä ja Savonrannassa (Enso Oyj). **Läntisellä tutkimusalueella** kokeet ovat Keuruulla, Juupajoella, Orivedellä ja Längelmäellä (Metsämannut Oy, Metsähallitus, UPM-Kymmene Oyj). Sekä läntiset että itäiset kokeet muodostuvat neljästä lohkosta, joista kukin jakaantuu edelleen useampiin, eri uudistamistavoin käsiteltyihin koeruutuihin. Koeruudut ovat enintään kahden - kolmen kilometrin etäisyydellä toisistaan, mutta lohkojen välillä etäisyyttä voi olla useitakin kilometrejä. Koeruutujen koko on yleensä 100 x 100 m. Koeruutu ja vaippa huomioon ottaen käsittelyjen pinta-ala on noin 3 ha. Tämä on lähellä metsäyhtiöiden omissa metsissä Etelä-Suomessa soveltamaa uudistusalan kokoa.

Lohkojen koeruudut kuvaavat

(1) *perinteistä avohakkuuta*,
(2) ns. *uusimuotoista avohakkuuta*, jossa jätetään pieniä puuryhmiä,
(3) *harsintaluonteista hakkuuta*, jossa metsikköä pyritään ohjaamaan eri-ikäisrakenteiseksi, sekä
(4) *pienaukkoina tehtävää hakkuuta*, jossa hakataan 10 - 15 aarin kokoisia aukkoja taimettumaan luontaisesti, sekä
(5) *pienaukkoina tehtävää hakkuuta*, jossa aukot on lisäksi *muokattu*. Perinteisen ja uusimuotoisen avohakkuun ruuduilla uudistaminen toteutetaan muokaten ja viljellen.

Kaikilla lohkoilla on lisäksi *kontrolliruutu* (0), jolla ei tehdä minkäänlaista metsänkäsittelyä. Itäisellä tutkimusalueella ei ole lainkaan pienaukkohakkuuta ja maanmuokkausta [käsittely (5)], ja se puuttuu myös yhdeltä läntiseltä lohkolta. Kaikkiaan hehtaarin ruutuja on 43. Toistoja on yleensä kahdeksan, paitsi käsittelyssä 5, jossa niitä on kolme.

Käsittelyillä on tarkoitus tuoda esiin uudistamisen erilaisiin vaihtoehtoihin liittyvät olennaiset piirteet, eikä niitä sellaisenaan ole tarkoitettu vastaamaan käytännössä sovellettavia metsänkäsittelyn menetelmiä.

Koealueiksi valittiin noin sadan vuoden ikäisiä, hakkuin käsiteltyjä kuusikoita, joissa edellisistä hakkuista on kulunut yleensä muutama vuosikymmen. Joissain metsiköissä harvennushakkuu on suoritettu jo 1950-luvulla. Koeruudut pyrittiin rajaamaan niin homogeenisiksi kuin mahdollista, mutta sekä maaperä että puusto vaihtelevat niillä. Ruuduilla oli yleensä lahopuuta sekä maa- että pystypuina ja paikoin vähän sekapuustoa, lähinnä mäntyä ja koivua.

OSATUTKIMUKSET

Tutkimuksen **teknis-taloudellisessa osassa** selvitetään eri metsänkäsittelytapojen vaikutuksia puuntuotannon ja -hankinnan kustannuksiin, puunkorjuukalustolle asetettaviin vaatimuksiin, hakkuumahdollisuuksiin sekä metsäteollisuuden raaka-ainepohjaan ja sen kehittymiseen. Lisätavoitteina on tuottaa tietoa metsäteknologiseen kehittämiseen sekä kansantaloudellisiin tarkasteluihin.

Teknis-taloudellisissa tutkimuksissa koeruuduilta on kuvattu kunkin toimenpiteen työtekniikka, työmaajärjestelyt ja tulos sekä tehty aikatutkimuksia eri käsittelyjen ajanmenekeistä.

Tietoperustaa metsänuudistamisen ja puunhankinnan vaihtoehtojen tarkasteluun kootaan paljolti muista tutkimuksista ja käsitellään laskennallisesti.

Tutkimuksen **ekologisessa osassa** selvitetään puuston, aluskasvillisuuden, maaperämikrobiston, maaperän hajottajaeläinten, maan makroniveljalkaisten, maanilviäisten, lahopuun hyönteislajiston sekä pikkunisäkkäiden ja niiden endoparasiittien tilaa ja kehitystä käsittelyjen jälkeen. Analysoinnin kohteena ovat mm. lajien runsaussuhteet. Tuloksia tarkastellaan muun ekologisen tutkimuksen, kuten paloekologisten tutkimusten tulosten pohjalta.

Tutkittava eliölajisto on valittu niin, että aineistonkeruu voidaan toteuttaa yleisesti käytössä olevin pyynti- ja näytteenottomenetelmin ja että elinympäristövalinta toimii sellaisessa mittakaavassa, että sitä voidaan tutkia metsikkötason ruuduilla. Lisäksi kasvillisuus ja tutkittavat eläinryhmät reagoivat melko nopeasti ympäristön muutoksiin, ja useilla lajeilla esiintyvän korkeintaan yhden vuoden sukupolviajan ansiosta jo muutaman vuoden seurannalla voidaan selvittää muutoksia yhtä monen sukupolven ajan.

Tutkimuksen ekologisessa osassa pienehkön toistojen määrän ja metsi-köiden vaihtelevuuden nähtiin tulevan ongelmaksi, jota koejärjestelyn keinoin on pyrittävä eliminoimaan. Ekologiseen osaan kuuluvat mittaukset aloitettiin siksi jo hakkuita edeltäneellä kasvukaudella, jotta analysoinnissa voitaisiin eliminoida ruutujen vaihtelusta aiheutuvaa tulosten vaihtelua yhtäältä kontrolliruutujen, toisaalta koeruutujen lähtötilanteen pohjalta.

TUTKIMUKSEN ETENEMINEN

Tutkimus on käynnistyttyään syksyllä 1994 edennyt seuraavasti:

- syyskuu - marraskuu 1994: tutkimusalueiden ja lohkojen valinta
- huhtikuu - toukokuu 1995: koeruutujen rajaaminen ja metsänkäsittelyjen vaatimat maastomerkinnät
- toukokuu - syyskuu 1995: käsittelyjä edeltävät biologiset mittaukset, biotooppikartoitus, puustotietojen keruu, taimi-inventointi
- tammikuu - maaliskuu 1996: hakkuut
- toukokuu - syyskuu 1996: hakkuuta seuraavat biologiset mittaukset, elokuussa muokattavien koeruutujen äestys, korjuuvaurioiden inventointi, taimi-inventointi
- toukokuu - syyskuu 1997: hakkuuta seuraavan ensimmäisen kasvukauden biologiset mittaukset, touko-kesäkuussa perinteisen ja uusimuotoisen avohakkuun koeruutujen istutus
- toukokuu - syyskuu 1998: hakkuuta seuraavan toisen kasvukauden biologiset mittaukset

Hankkeen rahoitussuunnitelma kattaa vuodet 1995-1998. Biologisia osatutkimuksia varten tullaan hakemaan vuodeksi jatkorahoitusta, jotta kertyvät aineistot saadaan kokonaisuudessaan käsitellyiksi. Hankkeen on määrä päättyä loppuvuodesta 1999. Maanomistajat ovat luvanneet säilyttää tutkimusalueet tämänkin jälkeen tutkimuskäytössä, ja kokeiden uusintamittaukset tullevat eri tutkimushankkeina toteutettaviksi muutaman vuoden kuluttua.

Väliraportit

MAAPERÄMIKROBISTO

FM Janna Pietikäinen ja dos. Hannu Fritze (työn ohjaaja)
Metsäntutkimuslaitos, PL 18, 01301 Vantaa
email: Janna.Pietikainen@metla.fi ja Hannu.Fritze@metla.fi

Tavoitteet ja näytteenotto

Avohakkuusta tiedetään, että se mullistaa maaperän mikrobien elämän.

Avohakkuun seurauksena sekä neulaskarikkeen että maanalaisen juurikarikkeen tuotanto loppuu, jolloin hajottajamikrobit joutuvat ravintopulaan. Suuret hakkuutähdemäärät aluksi korvaavat puuttuvan karikkeenmuodostuksen, joten hajottajamikrobien määrä voi jopa nousta ensimmäisenä hakkuun jälkeisenä kasvukautena. Myöhemmin kuitenkin helposti hajotettavan ravinnon loputtua mikrobien määrä laskee alemmaksi kuin se oli ennen hakkuuta. Myös hakkuun jälkeinen maan tiivistyminen vaikeuttaa hajotusta, koska maassa ei ole tällöin riittävästi happea.

Perinteistä avohakkuuta kevyempien korjuumenetelmien vaikutuksista maaperämikrobeihin ei ole toistaiseksi tietoa. Tässä tutkimuksessa on tarkoitus verrata erilaisten puunkorjuumenetelmien vaikutusta maaperämikrobien määrään ja hajotusaktiivisuuteen.

Humusnäytteitä otetaan yhtenä kasvukautena ennen käsittelyjä ja jatkamme näytteiden ottoa käsittelyjen jälkeen. Näytteet kerätään Länsi-Suomen tutkimusalueelta 15 ruudulta kahdesti kesässä.

Humusnäytteistä mitataan mikrobiologisten tekijöiden lisäksi maan pH:n, tärkeimpien liukoisten ravinteiden määrät ja hiilen ja typen pitoisuudet. Mikrobien määrä mitataan mikrobien hiilidioksidin tuotannon kautta tarjoamalla mikrobeille sopivasti glukoosi-sokeria, lämpöä ja kosteutta. Tällöin mikrobien hiilidioksidituotanto on suoraan verrannollinen niiden määrään.

Näytteestä mitataan laboratoriossa myös maahengitys, joka kuvaa mikrobien kykyä hajottaa orgaanista ainetta. Siinä mikrobeille ei anneta ravintolisää, vaan ne tuottavat hiilidioksidia maan omista hiilenlähteistä. Mikrobiyhteisön rakenteen jäljille päästään uuttamalla liuottimilla maasta mikrobien solukalvojen lipidit. Lipidikoostumus vaihtelee eri lajien ja eri ympäristöolosuhteiden välillä. Mahdolliset muutokset lipidisuhteissa osoittavat hakkuumenetelmien vaikutuksen mikrobeihin.

Koska metsikön ravinteiden kierron edellytyksenä on hyvin toimiva maaperän mikrobisto, selvitämme myös mikrobien kyvyn hajottaa erilaisia hiilenlähteitä. Biolog-testissä on 95 eri hiilenlähdettä, joiden hajoamista seurataan värireaktion avulla. Selvitettävänä on, kaventavatko metsänkäsittelyt hajotettavien hiilenlähteiden joukkoa.

Ensimmäisiä tuloksia

Hakkuiden jälkeisenä kasvukautena todettiin, että avohakkuu oli aiheuttanut pH:n nousun 0,3 pH-yksiköllä. Mikrobimäärät olivat avohakatuilla koeruuduilla yhtä suuret tai suuremmat kuin kontrollissa. Muilla metsänkäsittelyillä ei ollut vielä havaittavaa vaikutusta mikrobimääriin tai hajotusaktiivisuuteen. Koealoilla todettiin normaali vuodenaikaisvaihtelu, jolloin suurimmat mikrobimäärät löytyvät myöhään syksyllä kosteasta ja karikepitoisesta maasta.

MAAPERÄN HAJOTTAJAELÄIMET

FT Jari Haimi (työn ohjaaja)
Jyväskylän yliopisto, Bio- ja ympäristötieteiden laitos, PL 35, 40351 Jyväskylä
email: jhaimi@dodo.jyu.fi

MMM Anne Siira-Pietikäinen
Metsäntutkimuslaitos, PL 18, 01301 Vantaa
email: anne.siira-pietikainen@metla.fi

Tavoitteet ja näytteenotto

Kuolleen eloperäisen aineen hajoaminen metsämaassa on monimutkainen tapahtuma, johon osallistuu mikrobien ohella monimuotoinen joukko hajottajaeläimiä. Puuston poisto ja maanmuokkaus muuttavat voimakkaasti näiden eläinten elinympäristöä, kuten lämpötila- ja kosteusoloja sekä tarjolla olevien ravintoresurssien laatua ja määrää. Tässä osatutkimuksessa selvitetään erilaisten metsänuudistamismenetelmien vaikutuksia maaperän eläimistöön ja seurataan eläimistön kehittymistä käsittelyjä seuraavina vuosina.

Maaperän monimuotoisesta eläimistöstä tarkastellaan erityisesti änkyrimatoja (*Enchytraeidae*) ja hyppyhäntäisiä (*Collembola*) sekä isokokoisia niveljalkaisia (makroniveljalkaisia), kuten hyönteistoukkia, hämähäkkejä, kirvoja ja luteita. Näytteitä otetaan ainoastaan Länsi-Suomen koealoilta.

Änkyrimatoja ja hyppyhäntäisiä varten otetaan maaperästä putkikairalla 25 cm^2:n kokoisia näytteitä maan eloperäisestä kerroksesta, isommat eläimet

tutkitaan 625 cm²:n näytteistä. Näytteet (änkyrimato- ja hyppyhäntäisnäytteitä kumpiakin 5 ja makroniveljalkaisnäytteitä 4) otetaan satunnaisesti kultakin hehtaarin koealalta tutkimuksen alussa valitulta pienemmältä osaruudulta. Koealoilta, joilla on tehty maanmuokkaus, näytteet otetaan ehjältä maanpinnalta. Näytteitä otetaan kahdesti vuodessa, touko- ja syyskuussa, jolloin maaperän eläimistö on runsaimmillaan. Alkutilanäytteet kerättiin ennen metsien hakkuita syksyllä 1995. Käsittelyiden jälkeen eläimistössä tapahtuvia muutoksia seurataan syksyyn 1998 saakka ja resurssien antamissa puitteissa pitempäänkin eläimistön palautumisen selvittämiseksi.

Laboratoriossa hyppyhäntäiset erotellaan maanäytteistä ns. high gradient -erottelulaitteella (kuivasuppilomenetelmä) ja änkyrimadot vastaavasti märkäsuppiloilla. Makroniveljalkaisten erotteluun on oma kuivasuppilolaitteisto. Eläinten erottuminen näytteistä perustuu niiden omaan liikkumiseen pois lämpenevästä ja/tai kuivuvasta näytteestä. Erottelun jälkeen eläimet säilötään, lasketaan ja määritetään mikroskoopin avulla.

Alustavia tuloksia ja jatkosuunnitelma

Syksyllä 1995 ennen metsänkäsittelyjä otetut näytteet osoittivat kaikkien tutkittujen eläinten yksilömäärien vaihtelevan huomattavasti koealojen välillä ja myös kunkin koealan sisällä. Tämä metsämaan heterogeenisyydestä johtuva vaihtelu (eläinten vahvasti laikuittainen esiintyminen) vaikeuttaa aineiston käsittelyä ja tulosten tulkintaa. Ainoastaan voimakkaat käsittelyiden aiheuttamat muutokset on mahdollista erottaa tuloksissa tilastollisesti merkitsevinä.

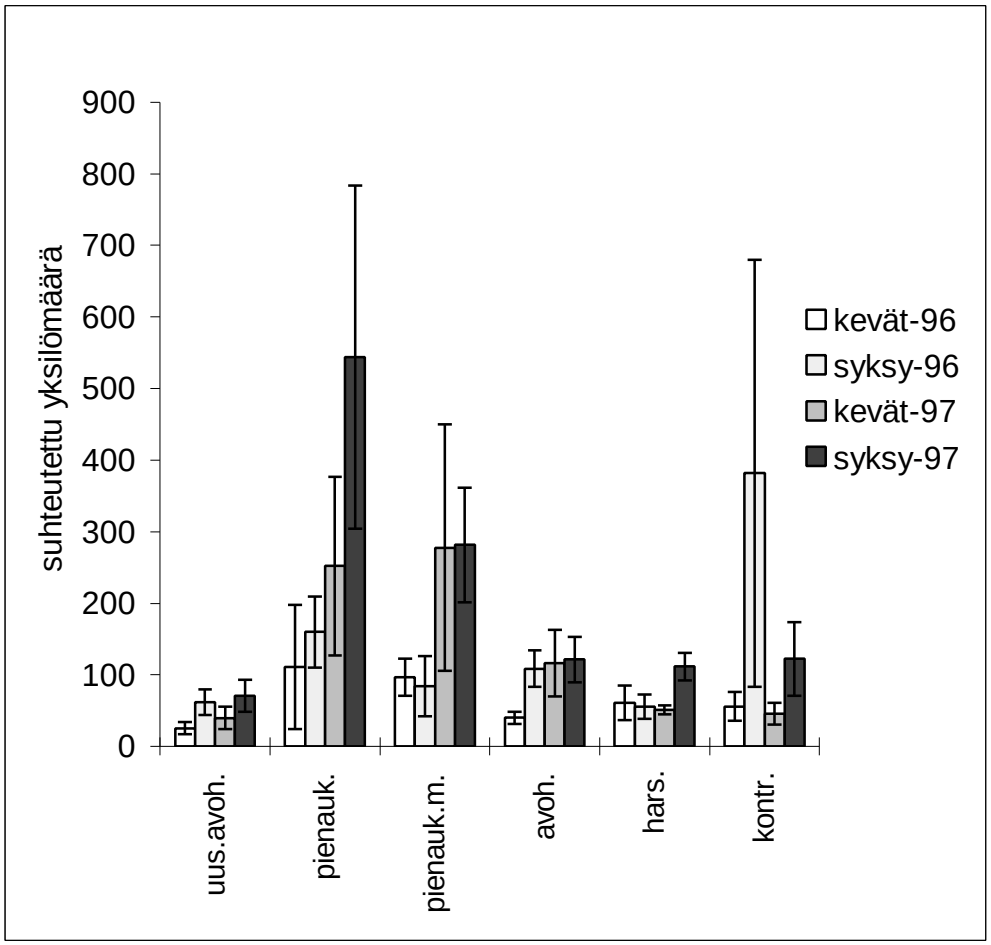
Vuonna 1996 ja 1997 kerätyt näytteet on pääosin käsitelty. Alustavasti niiden pohjalta voidaan todeta, etteivät maaperän eläimistön yksilömäärät eivätkä biomassat olleet merkittävästi muuttuneet hakkuiden jälkeen kuluneena kahden vuoden aikana (kuva). Koealoilta ennen käsittelyjä todetut eläinlajit/-ryhmät ja pääpiirteittäin myös niiden suhteelliset osuudet ovat säilyneet ennallaan käsittelyiden aiheuttamista elinympäristömuutoksista huolimatta. Tulokset poikkevat jossain määrin aiempien Suomessa ja Ruotsissa tehtyjen tutkimusten tuloksista. Tämä johtunee ainakin osaltaan käsittelyiden jälkeisten vuosien varsin suotuisista lämpötila- ja kosteusoloista.

Tarkentavat kokeet

MONTAn koealoilta otettujen näytteiden lisäksi metsänkäsittelyjen vaikutusta on tutkittu keväällä 1997 Hyytiälään MONTAn koealojen läheisyyteen perustetulla kokeella. Kokeen tavoitteena on selvittää hakkuutähteiden tuoman energia- ja ravinnelisän sekä metsikön juuri-mykoritsa-verkoston maanmuokkauksessa tapahtuvan katkeamisen vaikutuksia hajottajaeliöstöön. Hyytiälän metsikön maaperä on lajittunutta ja siten juuri-mykoritsa-verkoston katkaisu on ollut mahdollista, toisin kuin MONTAn koealojen moreenimailla. Muilta kuin maatyypin osalta Hyytiälän metsikkö on vastaavanlainen kuin MONTAn metsiköt. Hakkuutähteiden lisäys ja juuri-myko-ritsa-verkoston katkaiseminen toistettiin yhden neliömetrin koealoilla viisi kertaa.

Syksyllä 1997 koeruuduilta otettujen näytteiden alustavat tulokset osoittavat hakkuutähteiden lisäävän metsämaan hajotusprosesseille tärkeiden änkyrimatojen määrää. Myös muussa maaperäeläimistössä on todettavissa muutoksia jo käsittelyjä seuraavana kasvukautena.

Vuoden 1998 aikana tullaan vielä perustamaan lisäkokeita maastoon/laboratorion kasvukammioihin, jotta asetettuihin kysymyksiin pystyttäisiin vastaamaan perusteellisesti ja löytämään syy-seuraus-suhteita.



Kuva. Änkyrimatojen yksilömäärät Länsi-Suomen koealoilla suhteutettuna ennen metsänkäsittelyjä syksyllä 1995 vallinneeseen tilanteeseen (yksilömäärät ennen käsittelyjä = 100). Hajontatikut kuvaavat keskiarvon keskivirhettä. Uusimuotoisessa avohakkuussa näytteet on otettu säästöpuuryhmistä ja pienaukkohakkuissa aukoista. Yksilömäärät eri uudistamismenetelmien koealoilla eivät eroa toisistaan tilastollisesti merkitsevästi.

KARIKKEEN MAANILVIÄISLAJISTO

Professori Jari Niemelä (työn ohjaaja) ja FM Minna Kuusipalo
Ekologian ja systematiikan laitos, PL 17, 00014 Helsingin yliopisto

Tavoitteet ja näytteenotto

Maanilviäiset ovat herkkiä sekä elollisen että elottoman elinympäristönsä pienipiirteiselle vaihtelulle. Niissä on myös paljon spesialistilajeja. Maanilviäisten voidaan siis olettaa reagoivan nopeasti ja voimakkaasti metsänkäsittelyihin ja ne ovat siksi käyttökelpoinen eliöryhmä tutkimushankkeessa. Maanilviäistutkimuksessa ovat mukana sekä maakotilot että etanat.

Maastotutkimukset on toteutettu Länsi-Suomen tutkimusalueella karikeseulonnalla ja kuoppapyydysten avulla. Karikenäytteitä on kerätty kullakin näytteenottokerralla kolmelta eri lohkolta viidestä koeruudusta kuusi näytettä kustakin (3*5*6=90 näytettä). Karikenäytteet kerättiin ensimmäisen kerran syyskuussa 1995, minkä jälkeisen talven aikana metsät käsiteltiin. Metsänkäsittelyiden jälkeen karikenäytteitä on kerätty kasvukauden 1996 aikana kahdesti. Karikenäytteet seulotaan koneellisesti laboratoriossa ja kotilot poimitaan karikkeesta, jonka jälkeen lajit määritetään ja yksilömäärät lasketaan. Lisäksi karikenäytteiden pH-arvot mitataan.

Etanat on poimittu kolmesti kasvukauden aikana samoista kuoppapyydysnäytteistä, joilla kerätään karikkeen makroniveljalkaisia. Etanat säilötään alkoholiin ja määritetään.

Alustavia tuloksia ja jatkosuunnitelmia

Maakotiloita on löytynyt karikenäytteistä seuraavasti:

Aineisto	Yksilöä	Litrassa kariketta	yksilöä	lajeja
syyskuu 1995	629	8,0	13	
kesäkuu 1996	439			
elokuu 1996	353	3,7	11 (yht. kesä- ja elokuu)	

Vaikka vuosien välinen vaihtelu kotilomäärissä on melkoista johtuen esimerkiksi kesän kosteusoloista, näyttää alustavien tulosten perusteella siltä, että kotilot ovat vähentyneet hakkuita edeltäneeseen vuoteen verrattuna. Näytekarikkeen määrään suhteutettuna kotiloiden määrä on pudonnut alle puoleen syksystä 1995 ja syksyyn 1996, kuten yllä olevasta taulukosta ilmenee. Maaperä on jonkin verran happamoitunut vuosien välillä erityisesti niissä näytepaikoissa, joissa kotilot ovat eniten vähentyneet. Aineiston käsittelyn ollessa vielä kesken on aikaista sanoa, liittyykö happamuuden muutos suoranaisesti metsänkäsittelytoimenpiteisiin. Lisäksi kotiloiden yksilömäärät ovat

vielä suhteellisen pieniä, joten tässä vaiheessa on vaikea arvioida, kuinka suuri vaikutus metsänkäsittelyillä ja eri abioottisilla tekijöillä on tuloksiin.

Etanoita löytyi vuonna 1995 kahta lajia yhteensä 195 yksilöä. Kesän 1996 etana-aineiston määritys on vielä kesken. Kun tämä työ on saatu päätökseen, voidaan ryhtyä tarkemmin selvittämään, miten metsänkäsittelyt ja esimerkiksi happamuus vaikuttavat maanilviäisten laji- ja yksilömääriin. Vuosien 1997 ja 1998 näytteet tulevat antamaan varmempaa tietoa eri tekijöiden vaikutuksista maanilviäisissä havaittuihin muutoksiin. Näytteet kerätään jatkossa samoin kuin kesällä 1996.

MAAPERÄN MAKRONIVELJALKAISET

Professori Jari Niemelä (työn ohjaaja) ja FM Matti Koivula
Ekologian ja systematiikan laitos, PL 17, 00014 Helsingin yliopisto

Tavoitteet ja näytteenotto

Työssä selvitetään metsänkäsittelytapojen vaikutuksia maan pintakerroksissa eläviin niveljalkaisiin, erityisesti kovakuoriaisiin kuuluviin maakiitäjäisiin (*Coleoptera, Carabidae*). Myös hämähäkit ja muurahaiset on sisällytetty tutkimuksiin mahdollisuuksien mukaan. Nämä eliöryhmät soveltuvat oivallisesti tutkimushankkeeseen, koska niiden taksonomia ja ekologia tunnetaan melko hyvin ja niistä on aiempaa tutkimustietoa suomalaisista metsäekosysteemeistä, mikä tarjoaa käyttökelpoista taustatietoa ja vertailuaineistoa.

Näiden niveljalkaisten etu on, että niistä saadaan näytteet samalla kuoppapyyntimenetelmällä. Pyydyksinä toimivat muovipurkit kaivetaan suuaukkoaan myöten maahan ja täytetään puolilleen säilytysnesteellä. Ne sijoitetaan kullekin koealalle kuuteen neljän pyydyksen neliöön (yhteensä 24 pyydystä), jonka sivun pituus on neljä metriä. Neliöiden etäisyys toisistaan on 25 - 35 metriä. Koska lajiston runsaussuhteet muuttuvat merkittävästi kasvukauden aikana, kerätään näytteet touko-syyskuun kattavana pyyntinä, ja pyydykset koetaan kuukauden välein.

Alustavat tulokset ja jatkosuunnitelma

Länsi-Suomen tutkimusalueen maakiitäjäisaineisto on kesäkuun 1998 lopussa määritetty kokonaan vuosilta 1995-1997. Vuonna 1995 maakiitäjäisiä saatiin 4 167 yksilöä ja 19 lajia, kun vuonna 1996 vastaavat luvut olivat 2 149 ja 30. Yksilömäärien rajut vuotuiset vaihtelut ovat ryhmälle tyypillisiä johtuen mm. kesien ja talvien sääoloista sekä eri lajien eriaikaisista esiintymishuipuista.

Varsinaisiksi avomaalajeiksi luokiteltavia lajeja saatiin vuonna 1995 yksi yksilö, ja seuraavana kesänä 17 yksilöä. Lajimäärä tässä ryhmässä oli tuolloin yhdeksän. Avomaalajien ryhmä muodosti vain muutaman prosentin kokonaissaaliista, mutta ryhmä näyttää alkaneen vallata uutta, avointa ympäristöä välittömästi hakkuiden jälkeen.

Metsiä elinympäristönään suosivien lajien ryhmä oli luonnollisesti suurin molempina kesinä 1995-96. Niiden osuus kokonaissaaliista oli 80 - 90 %, ja edelleen kaksi runsainta lajia muodosti peräti 60 % kaikista saaduista yksilöistä. Hakkuita huonosti sietävää lajia *Agonum mannerheimii* saatiin hakkuiden jälkeisenä kesänä 15 yksilöä, huomattava osa hakkuilta.

Alustavia analyysejä varten näytteet jaettiin karkeasti lajien pääelinympäristön mukaan avomaa-, metsä- ja yleislajeihin. Avomaalajit olivat vielä 1996 liian vähälukuisia analyysejä ajatellen. Tarkastelussa oli kolme kysymystä, menetelmänä toistettujen mittauksien varianssianalyysi (repeated measures ANOVA).

1. Jätetyn (tai hakatun) puun määrän suhde maakiitäjäissaaliiseen. Vertailtiin kontrolli-, jatkuva kasvatus- ja perinteinen avohakkuu -käsittelyitä toisiinsa. Vuosien (1995, 1996) välinen ero oli tilastollisesti merkitsevä metsälajien ryhmässä, ja lisäksi avohakkuilta saatiin runsaammin yksilöitä 1996 kuin vertailluilta käsittelyiltä (kuva 1).

2. Pienten aukkojen (0.16 ha) vertailu perinteiseen avohakkuuseen. Vertailussa olivat pienaukoilta saadut näytteet, perinteisen avohakkuun näytteet ja kontrolliruutujen näytteet. Jälleen metsälajeilla vuodet erosivat toisistaan, mutta käsittelyiden välillä ei ollut eroja (kuva 2).

3. Säästöpuuryhmien merkitys. Vertailtiin uusimuotoisen avohakkuun säästöpuuryhmien saaliita samojen ruutujen hakatuilta osilta saatuihin. Jälleen metsälajeilla vuodet erosivat, mutta aukkopaikkojen ja puuryhmien näytteet eivät eronneet toisistaan (kuva 3).

Kaikkia kolmea kysymystä tarkasteltiin myös lajitasolla kolmella lajilla, joilla usein todettiin vuosien välinen ero, mutta käsittelyt eivät eronneet toisistaan.

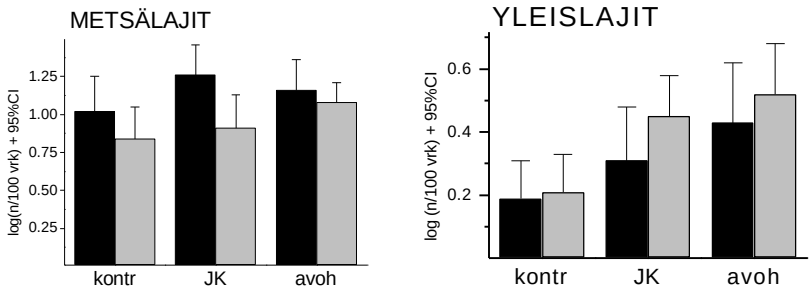
Länsi-Suomen tutkimusalueilla tehtiin kesällä 1997 ns. Reunavaikutusta selvittävä koe, josta Janne Heliölä valmistelee pro gradu -työtään. Työssä tarkastellaan maakiitäjäisten esiintymistä metsä - metsänreuna - aukko - gradientilla. Lisäksi kesällä 1997 kerättiin tietoja muurahaisten esiintymisestä eri käsittelyillä. Muurahaisista valmistelee pro gradu -työtään Kaarle Heinilä.

Jatkosuunnitelmat

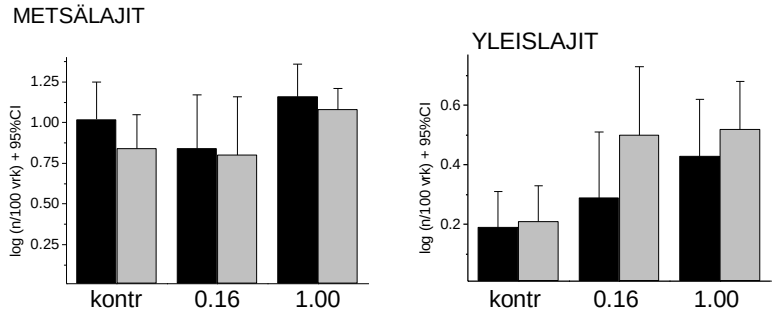
Itä-Suomen näytteet vuodelta 1995 on jatkokäsitelty ja maakiitäjäiset määritetty. Alueen näytteet 1996-97 pyritään käsittelemään tämän vuoden loppuun mennessä Metlan toimesta. Koko vuoden 1995 maakiitäjäisaineisto analysoidaan suhteessa pyydyspaikoilta kerättyihin ympäristömuuttujiin. Tämän jälkeen hakkuiden vaikutuksia selvittäviin analyyseihin voidaan sisällyttää kaikki tutkimusalueet.

Kesällä 1998 pyynnit jatkuvat edelliskesien tapaan vanhoilla pyyntipaikoilla. Itä-Suomen koealueiden osalta pyydyksien koennassa tehdään yhteistyötä Juha Siitosen (Metla) kanssa. Pyydyksien välittömästä läheisyydestä kerätään jälleen ympäristömuuttujatietoa. Aineistoa pyritään käsittelemään kesän ja syksyn 1998 mittaan mahdollisimman pitkälle. Aineiston eri osista tehdään analyysejä ja laaditaan käsikirjoituksia alan julkaisuja varten.

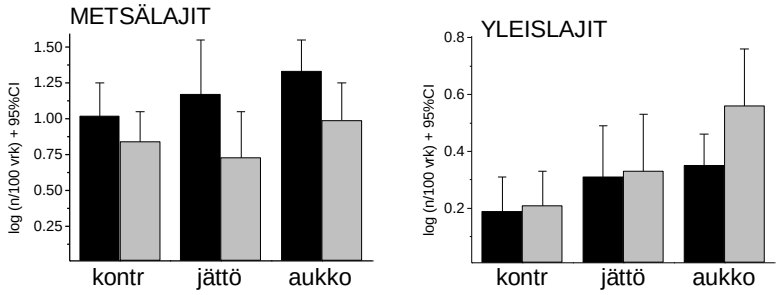
Kesällä 1998 selvitetään mikroympäristötasolla, miten maanmuokkaus vaikuttaa maakiitäjäisten esiintymiseen. Tästä osatyöstä tekee pro gradu -työtään Marjo Kuronen.



Kuva 1. Kontrolli-, jatkuva kasvatus (JK) – ja perinteisen avohakkuun näytteiden vertailu. Mustat pylväät = 1995, harmaat = 1996.



Kuva 2. Pienten aukkojen (0.16), perinteisen avohakkuun (1.00) ja kontrolliruutujen näytteiden vertailu. Mustat pylväät = 1995, harmaat = 1996.



Kuva 3. Uusimuotoisen avohakkuun puuryhmien (jättö), hakatun osan (aukko) ja kontrolliruutujen näytteiden vertailu. Mustat pylväät = 1995, harmaat = 1996.

MAAKIITÄJÄISTEN ESIINTYMINEN AVOHAKKUUN REUNAVYÖHYKKEELLÄ

Professori Jari Niemelä (työn ohjaaja) ja fil. yo. Janne Heliölä
Ekologian ja systematiikan laitos, PL 17, 00014 Helsingin yliopisto

Tavoitteet ja menetelmät

Työn pääkysymyksenä oli selvittää, leviävätkö avomaan lajit hakkuulta metsiin ja esiintyykö metsänreunoilla niille erikoistunutta lajistoa. Toisaalta haluttiin tietää, esiintyvätkö vaateliaammat metsälajit myös avohakkuun reunoilla. Myös hämähäkit ja lyhytsiipiset on otettu aineistosta talteen, mutta niitä ei tässä työssä käsitellä.

Aineisto kerättiin kuoppapyyntimenetelmällä. Tutkimukseen valittiin kuusi koeruutua. Kolme niistä edusti perinteistä avohakkuuta, toiset uusimuotoista avohakkuuta säästöpuuryhmineen. Identtisillä pyyntijärjestelyillä pystyttiin vertaamaan käsittelyjen välisiä mahdollisia eroja. Ensisijainen syy uusimuotoisten avohakkuiden mukaan ottamiseen oli kuitenkin lisäaineiston saaminen reunavaikutuksen arvioimiseen.

Pyydykset olivat maastossa kasvukauden 1997. Tuona aikana näytteet käytiin keräämässä kahdesti. Kuoppapyydykset sijoitettiin koeruuduille neljän pyydyksen riveiksi, jotka olivat aukon reunan suuntaisia. Pyydysrivejä oli kullakin ruudulla yhdeksän siten, että yksi sijaitsi välittömästi hakkuun reunalla. Loput asetettiin 15 metrin välein sekä aukolle että metsään päin, jolloin viimeiset näytteet saatiin 60 metrin etäisyydeltä reunasta. Tämän oletettiin riittävän mahdollisen reunavaikutuksen vaimenemiseen.

Päätulokset

Kuoppapyynnin tuloksena saatiin kaikkiaan 5 609 maakiitäjäistä 34 lajista. Perinteisen ja uusimuotoisen avohakkuun välillä ei ilmennyt eroa yksilö- tai lajimäärissä. Käytetyt säästöpuuryhmät ovat ilmeisesti liian pieniä vaikuttaakseen hakkuun maakiitäjäisten elinoloihin.

Sekä maakiitäjäisten yksilö- että lajimäärät olivat korkeampia avohakkuulla (kuva 1). Yksilömäärien vaihtelu oli suurta, mutta yhdistäen aineisto kolmeen ryhmään (60 - 15 m, 15 - 15 m ja 15 - 60 m) ne erosivat merkitsevästi. Pyyntilinjojen lajimäärät erosivat merkitsevästi toisistaan. Metsän puolella lajimäärä pysytteli tasaisen alhaisena reunaan asti, mutta kohosi nopeasti aukon puolella. Yksilömäärät olivat pienimmät reunalla, samoin myös lajimäärä.

Kuva 1. Maakiitäjäisten yksilö- ja lajimäärät kuudella pyyntilinjalla sekä keskiarvon keskivirhe.

Lajitasolla aineisto oli kahden lajin dominoima; *Calathus micropterus* (60,1 % kokonaissaaliista) ja *Pterostichus oblongopunctatus* (24,3 %). Runsain laji *C. micropterus* esiintyi jokseenkin tasaisesti metsässä sekä aukolla reunaan reagoimatta. *P. oblongopunctatus* puolestaan oli runsaampi avohakkuulla, vaikka onkin luonteeltaan metsägeneralisti. Pääosa lajeista oli hyvin harvalukuisia. Vain avohakkuulta tavattiin 11 lajia. Yhtä lajia lukuun ottamatta (*Dyschirius globosus*, 1 yks.) kaikkia metsän puolelta tavattuja lajeja esiintyi myös aukolla.

Hakkuita edeltäneiden pyyntien ja kirjallisuuden perusteella avomaan lajeiksi luokiteltiin kaikkiaan 15 lajia. Ne välttivät metsänreunan ylittämistä; vain muutamia yksilöitä tavattiin metsän sisältä (kuva 2). Vastaavasti niiden yksilömäärät vähenivät aukolla jo ennen hakkuun reunaa. Aineistossa esiintyi myös kuutta vaateliaana pidettyä metsälajia. Niitä tavattiin kuitenkin lähes yhtä runsaina aukon puoleltakin, eikä nähtävää reunavaikutusta ilmennyt (kuva 2).

Kuva 2. Avomaan lajien (16) ja metsälajien (6) esiintyminen kuudella pyyntilinjalla sekä keskiarvon keskivirhe.

METSÄNKÄSITTELYIDEN VAIKUTUKSET LAHOPUUN HYÖNTEISLAJISTOON

MMK Juha Siitonen
Metsäntutkimuslaitos, PL 18, 01301 Vantaa

Tavoitteet ja näytteenotto

Lahopuusta riippuvaisia lajeja (saproksyylejä) kuuluu mm. lahottajasieniin, epiksyylisammaliin ja moniin hyönteisryhmiin. Koska hoidetuissa talousmetsissä on usein niukasti lahopuuta - varsinkin järeäläpimittaista ja pitkälle lahonnutta maapuuta - monet saproksyylilajit ovat taantuneet metsätalouden seurauksena. Tästä syystä uusiin metsänhoitosuosituksiin on sisällytetty ohje lahopuiden säästämisestä hakkuiden yhteydessä. Myös päätehakkuussa säästettyjen elävien jättöpuiden yksi tarkoitus on tuottaa myöhemmin kuollessaan järeäläpimittaista lahopuuta ja turvata metsikön lahopuujatkumo. Osatutkimuksen tavoitteena on selvittää metsänuudistamisvaihtoehtojen vaikutuksia lahopuulla elävään lajistoon. Tutkimuksen kohderyhmänä ovat kovakuoriaiset, joihin kuuluu Suomessa yli 800 lahopuulla elävää lajia.

Näytteenotto on toteutettu sekä Länsi- että Itä-Suomen tutkimusalueilla kaikilla muilla käsittelyruuduilla paitsi pienaukkohakkuu-maanmuokkaus- ja harsintahakkuuruuduilta. Näytteenotto aloitettiin kesällä 1995 ennen hakkuita, ja lajistossa tapahtuvia muutoksia seurataan kolme vuotta käsittelyjen jälkeen syksyyn 1998 asti.

Näytteenottomenetelmänä on käytetty kuolleisiin pystypuihin tai pökkelöihin kiinnitettyjä runkoikkunapyydyksiä. Pyydys muodostuu kahdesta läpinäkyvästä pleksilevystä, jotka on asetettu ristikkäin, ja niiden alle kiinnitetystä suppilosta, joka johtaa suolavedellä täytettyyn keräyspurkkiin. Kullakin koealalla on viisi pyydystä, ja pyyntijakso kestää koko kesän.

Kun uudistamisvaihtoehtoja verrataan keskenään ja käsittelemättömiin kontrolliruutuihin, ovat pääkysymykset: (i) Säilyvätkö vanhassa metsässä esiintyvät saproksyylilajit hakkuun jälkeen, kunhan hakkuussa säästetään niille sopivat mikrohabitaatit eli lahopuut? (ii) Kuinka paljon ja mitä uusia, metsän varhaisiin sukkessiovaiheisiin mahdollisesti erikoistuneita lajeja hakeutuu hakkuussa säästettyihin lahopuihin?

Lisäksi uusimuotoisen avohakkuun ruuduilla on selvitetty tekopökkelöiden merkitystä saproksyylilajiston kannalta. Kullakin ruudulla on hakkuun yhteydessä katkaistu vähintään kaksi isoa, elävää koivua ja kaksi kuusta noin neljä metriä korkeiksi pökkelöiksi. Näitä pökkelöitä hyödyntävää lajistoa on selvitetty tarkoitusta varten kehitettyjen kuoriutumispyydysten eli eklektorien avulla.

Eklektorit keräävät rungosta kuoriutuvia yksilöitä, jotka siten ovat käyttäneet tekopökkelöä lisääntymispaikkanaan. Tavallisista hakkuukannoista kuoriutuvaa lajistoa on selvitetty vastaavasti kantoeklektorien avulla. Kullakin uusimuotoisen avohakkuun ruudulla on neljä runko- ja neljä kantoeklektoria. Pääkysymykset tutkimuksen tässä osassa ovat: (i) Onko tekopökkelöissä oleellisesti erilainen lajisto kuin tavallisissa hakkuukannoissa? (ii) Voivatko tekopökkelöt toimia harvinaisten ja taantuneiden ("kriittisten") saproksyylilajien lisääntymispaikkoina?

Alustavia tuloksia ja jatkosuunnitelma

Suuri osa hakkuita edeltävän kesän 1995 aineistosta on määritetty, ja ensimmäisen hakkuun jälkeisen kesän 1996 aineiston määritys on aloitettu. Tähän mennessä määritetyn aineiston koko on 12 220 yksilöä, jotka kuu-luvat 160 lajiin. Neljän vuoden aineiston arvioitu koko tulee olemaan noin 200 000 kovakuoriaisyksilöä.

Koska koko aineiston määritys käytettävissä olevien resurssien puitteissa ei ole todennäköisesti mahdollista eikä tarkoituksenmukaistakaan, määritetään aluksi Itä-Suomen koealoilta koko ensimmäisen ja toisen kesän aineisto, ja valitaan tällä perusteella koko aineistosta jatkokäsittelyyn osa kovakuoriaisheimoista (ts. joitain vaikeasti määritettäviä ryhmiä, joiden käsittely vie suhteettoman paljon aikaa, voidaan jättää pois ilman että se vaikuttaisi tuloksiin).

Ikkunapyydysaineisto on yksi laajimmista selkärangatonaineistoista, mitä talousmetsistä on systemaattisella näytteenotolla tähän mennessä kerätty. Uudistamisvaihtoehtojen vertailun lisäksi aineisto lisää oleellisesti tietoja vanhoissa talousmetsissä esiintyvästä lajistosta.

Aineistosta on löytynyt yllättävän paljon harvinaisia lajeja sekä myös muutamia uhanalaisiksi luokiteltuja lajeja. Yllättävin löytö on Savonrannan kontrolliruudulta tavattu mustahälvekäs (*Cyllodes ater*) -yksilö. Laji on luokiteltu erittäin uhanalaiseksi (luokka E), ja löytö on viime vuosikymmeninä toinen Suomessa. Muita uhanalaisiksi luokiteltuja lajeja ovat pohjanjäärä (*Evodinus borealis*) (Etelä-Suomessa luokka V), pulskahelysieniäinen (*Triplax rufipes*) (luokka Sh) sekä vyöpiiloseppä (*Lacon fasciatus*) (luokka St).

BIOTOOPPIKARTOITUS, ALUSKASVILLISUUS JA LAJIBIOLOGISET TUTKIMUKSET

FK Ilkka Vanha-Majamaa ja FM Jyrki Jalonen
Metsäntutkimuslaitos, PL 18, 01301 Vantaa

BIOTOOPPIKARTOITUS

Tavoitteet ja menetelmät

Koeruutujen sisäisen ja niiden välisen vaihtelun selvittämiseksi koeruutujen biotoopit kartoitettiin kasvillisuusinventoinnin yhteydessä. Kartoituksessa määritettiin biotoopeittain mm. metsä- ja suotyypit, maan laatu, topografia, elävän pystypuuston tiheys ja tilarakenne, pensaskerroksen lajit, tuhot, tuhojen syyt, sekä tehtiin huomioita palohistoriasta, lahopuustosta ym. Lisäksi kartoitettiin aluskasvillisuustutkimuksen näytealojen ulkopuolinen lajisto. Kustakin koeruudusta piirrettiin biotooppien sijaintikartat.

Tuloksia

Koeruuduilta kirjattiin kaikkiaan kahtatoista metsä- ja suotyyppiä, jotka esiintyivät koeruuduilla 17:nä eri kombinaationa. Puhtaita mustikkatyypin koeruutuja, joilla muita kasvupaikkoja ei ollut, oli puolet koeruuduista. Koeruutujen sisäinen vaihtelu oli muutamissa tapauksissa varsin suurta, vaikka koeruudut oli valikoitu samankaltaisista metsiköistä ja pyritty rajaamaan homogeenisiksi. Hehtaarin kokoista biotooppia on pidettävä Etelä-Suomessa jo suurena: tämän kokoisilla aloilla esiintyy yleensä vaihtelua puustorakenteesta, topografiasta, maaperästä, kosteusoloista ym. johtuen. Kasvillisuustutkimuksen näytealat ovat 50×50 m alalla koeruudun keskellä, jolloin koeruudun reunalle jää riittävän suuri vaippa-alue ja vaihtelua on vähemmän – näytealat ovat yleensä koeruutua hallitsevalla metsä- tai suotyypillä. Koeruutujen välillä on myös vaihtelua. Harsintahakkuualat sisälsivät paljon soita, kun taas esim. uusimuotoiset avohakkuualat olivat yhtä lukuun ottamatta kivennäismaalla.

Käsittelyjen vaikutusten vertaamiseksi koeruutujen tulisi edustaa samaa metsätyyppiä, koska kasvillisuuden sukkessio ja sukkessionopeus vaihtelevat metsätyypeittäin, ja lajisto eri metsätyypeillä on erilainen. Tutkimukseen sisältyy suhteellisen vähän muita kuin mustikkatyypin metsiä, joten vertailukelpoiset tulokset koskevat lähinnä tätä tyyppiä.

ALUSKASVILLISUUSTUTKIMUS

Tavoitteet ja menetelmät

Aluskasvillisuustutkimuksen tavoitteena on selvittää metsänkäsittelyistä johtuvat muutokset kasvillisuuden lajimäärissä ja lajirunsaussuhteissa.

Aluskasvillisuus inventoidaan vuosittain peittävyysarviointimenetelmällä. Esitutkimuksella selvitettiin optimaalisin näytealakoko ja riittävä näytealamäärä kuvaamaan kasvupaikkatyypin kasvillisuutta. Tutkimuksen tulosten perusteella päädyttiin käyttämään kahtatoista 2 m² näytealaa/ koeruutu, jolla tavoitetaan suurin osa koeruudun kasvilajistosta. Suurempi näytealamäärä tai -koko ei todennäköisesti mainittavasti parantaisi inventoinnin tarkkuutta.

Kasvillisuusnäytealat satunnaistettiin koeruudulle siten, että myöhemmin tehtävät metsänkäsittelyt otettiin huomioon. Pienaukkohakkuissa, joissa puolet koeruudun puustosta poistettiin, kasvillisuusnäytealoista puolet tuli avohakatulle osalle ja puolet käsittelemättömään osaan. Vastaavasti uusimuotoisen avohakkuun koeruuduilla käsittelemättömällä ja käsitellyllä osalla sijaitsee niiden pinta-alaa vastaava määrä näytealoja. Kasvillisuusnäytealojen keskipisteet merkittiin pysyvästi ja kasvillisuus inventoidaan samoilla näytealoilla vuosittain samaan aikaan kasvukaudesta kaikilla koeruuduilla.

Tuloksia

Keskimääräinen aluskasvillisuuden peittävyys ja lajimäärä oli käsittelyä seuranneena kasvukautena kaikissa käsittelyissä alempi kuin ennen käsittelyjä. Aluskasvillisuuden lajimäärä aleni tilastollisesti merkitsevästi uusimuotoisessa ja perinteisessä avohakkuussa; peittävyys odotetusti pieneni kaikissa käsittelyissä (kuva 1). Koeruutujen lajistoon ja lajien runsauksiin perustuvan ordinaation (GNMDS) mukaan uusimuotoisen ja perinteisen avohakkuun vaikutukset kasvillisuuteen ovat kaikkein suurimmat, ja ne eroavat tässä suhteessa kaikista muista käsittelyistä. Toisistaan uusimuotoinen ja perinteinen avohakkuu eivät eroa merkittävästi, koska uusimuotoisen avohakkuun säästöpuuryhmät ovat ilmeisesti liian pieniä suojaamaan kasvillisuutta hakkuiden vaikutuksilta. Harsinnan ja pienaukkohakkuiden väliset erot kasvillisuusmuutosten suhteen ovat vähäisiä, mutta ne eroavat keskimäärin kontrollista (kuva 2). Käsittelyjen väliset erot johtuvat lajien katoamisesta ja peittävyyksien alenemisesta, koska "uutta" sukkession alkuvaiheiden lajistoa ei ensimmäisenä käsittelyjen jälkeisenä kasvukautena vielä ollut, eivätkä paikalla olleet lajit runsastuneet.

Koeruutujen metsä- ja suotyypeillä esiintyy kullekin tyypille ominaista lajistoa, mistä aiheutuva vaihtelu vaikeuttaa käsittelyjen vaikutusten vertaamista. Noin 35 % koeruutujen lajistosta ei esiintynyt ympyräaloilla. Näiden pienialaisilla mikrohabitaateilla esiintyvien harvinaisimpien lajien runsauksien luotettavaksi arvioimiseksi näytealamäärä ja/tai koko olisi pitänyt nostaa hyvin suureksi, mikä olisi lisännyt kustannuksia eikä olisi ollut tarkoituksenmukaista.

LAJIBIOLOGINEN TUTKIMUS

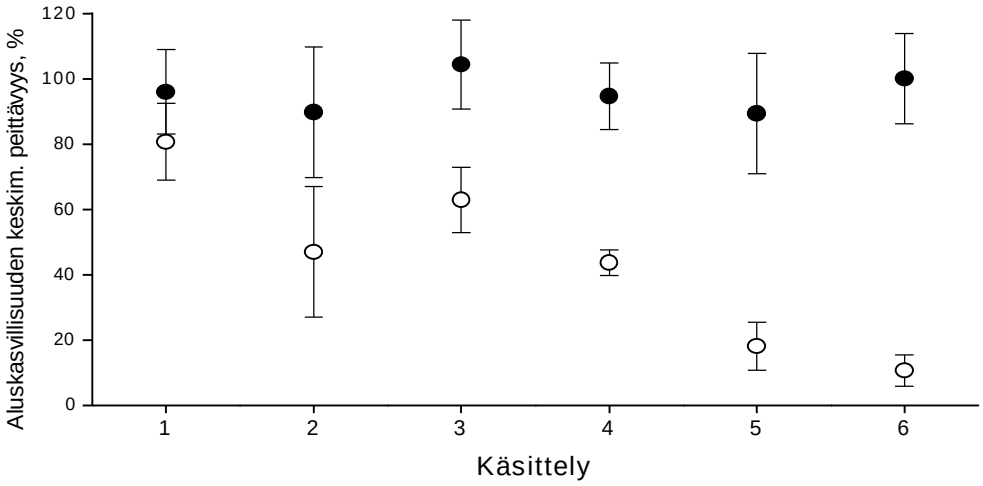
Tavoitteet ja menetelmät

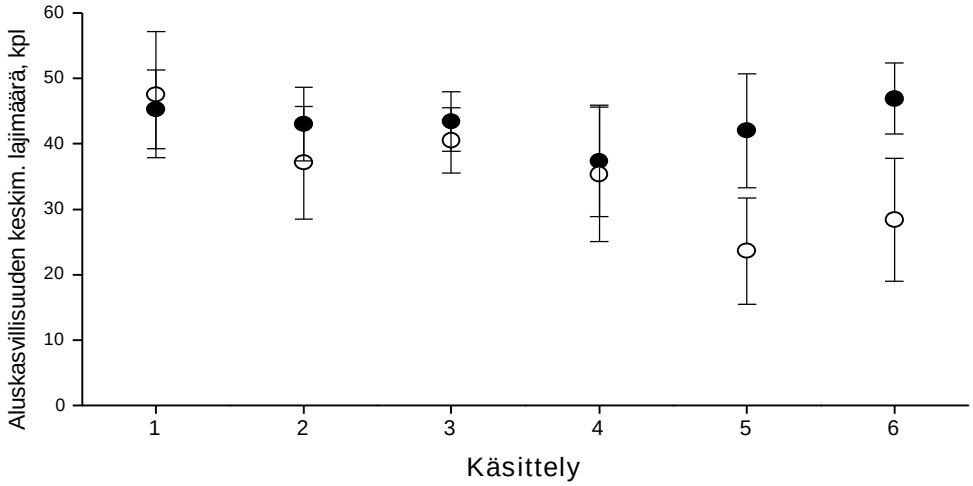
Lajibiologisen tutkimuksen tavoitteena on selvittää hakkuun (ilman maanmuokkausta) vaikutus eräiden yleisten lajien runsauteen. Tutkimus aloitettiin vuonna 1995 ennen käsittelyjä yhdellä koeruudulla sekä Itä- että Länsi-Suomessa ja seurantaa jatketaan vuoteen 1998. Tutkittavat lajit ovat mustikkatyypin metsien yleisin varpu ja marjojensa vuoksi taloudellisestikin merkittävä laji mustikka (*Vaccinium myrtillus*), sekä metsäkastikka *(Calamagrostis arundinacea*) ja metsälauha *(Deschampsia flexuosa*). Kyseiset heinäkasvit runsastuvat usein hakkuiden jälkeen vaikeuttaen taimettumista.

Mustikan versokohtaista seurantaa varten merkittiin kummaltakin koeruudulta yhteensä 160 kpl 4 - 6-vuotiaita versoja, joista laskettiin vuosikasvainten määrä ja mitattiin niiden pituus. Metsäkastikkatutkimuksessa laskettiin mm. kaikkien mättäiden lukumäärä ja läpimitta 10x40 m alalla. Metsälauhan peittävyyttä ja biomassaa seurataan kahdeksassa mittauspisteessä kummallakin koeruudulta. Mittauspisteet on lisäksi valokuvattu vuosittain.

Koeruutujen ympäristömuuttujista kootaan tietoa automaattisin tallentimin sekä Itä- että Länsi-Suomessa. Koeruuduille asennetussa mittausasemassa on yhteensä 6 maankosteuden mittausanturia ja 24 + 2 anturia lämpötilamittauksiin. Maankosteudesta saadaan suuntaa-antavaa tietoa mm. vaihtelusta puustoisen osan (3 mittauspistettä) ja avohakatun osan (3 mittauspistettä) välillä. Esim. taimettumiseen olennaisesti vaikuttavista lämpötilaoloista saadaan kattavammat mittaukset. Yksi anturi sijoitettiin noin 180 cm:n korkeuteen avohakatulle ja yksi puustoiselle osalle lämpösumman mittausta varten. Loput 24 anturia sijoitettiin linjana koeruudun puustoiselta osalta avohakatulle osalle 5 ja 10 cm:n syvyyteen maahan ja 15 cm:n korkeudelle maan pinnasta.

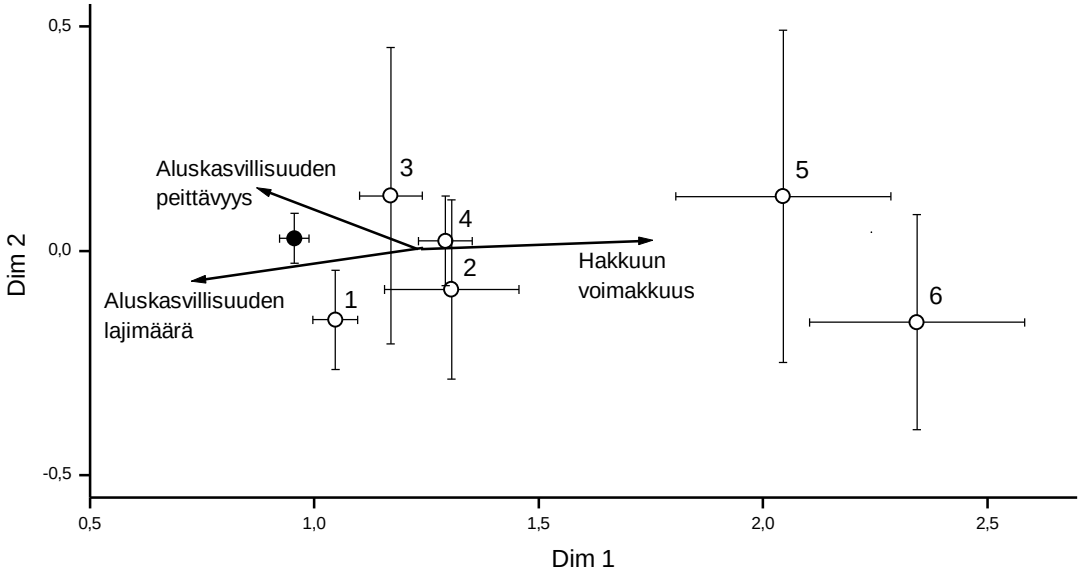
Lajibiologisen tutkimuksen aineistot ja tähänastinen ympäristömuuttuja-aineisto on tallennettu, mutta niitä ei ole analysoitu.





o 1995
o 1996
Käsittelyt:
1: Kontrolli, *n*=8
2: Harsintaluonteinen hakkuu, *n*=8
3: Pienaukkohakkuu, *n*=8
4: Pienaukkohakkuu, maanmuokk., *n*=3
5: Uusimuotoinen avohakkuu, *n*=8
6: Perinteinen avohakkuu, *n*=8

Kuva 1. Aluskasvillisuuden keskimääräinen peittävyys ja lajimäärä MONTA-tutkimuksen koealoilla ennen käsittelyjä (1995) ja ensimmäisenä käsittelyjen jälkeisenä kasvukautena (1996). Janat osoittavat ±2 keskiarvon keskivirhettä.



o 1995, *n*=43
o 1996:
1: Kontrolli, *n*=8
2: Harsintaluonteinen hakkuu, *n*=8
3: Pienaukkohakkuu, *n*=8
4: Pienaukkohakkuu, maanmuokk., *n*=3
5: Uusimuotoinen avohakkuu, *n*=8
6: Perinteinen avohakkuu, *n*=8

Kuva 2. MONTA-tutkimuksen koealojen aluskasvillisuuden lajistoon ja lajien runsauksiin perustuva ordinaatio (GNMDS) ennen käsittelyjä (1995) ja ensimmäisenä kasvukautena käsittelyjen jälkeen (1996). Nuolet (P<0.001) osoittavat ympäristömuuttujien vaihtelusuuntia. Janat osoittavat ±2 keskiarvon keskivirhettä.

TAIMI-INVENTOINNIT

FK Ilkka Vanha-Majamaa, Metsäntutkimuslaitos, PL 18, 01301 Vantaa
MML Simo Kaila, Metsäteho Oy, PL 194, 00131 Helsinki

Tavoitteet ja menetelmät

Taimettumistutkimuksen tarkoituksena on selvittää tutkimuksen lähtötilanteessa keskimääräiset taimimäärät kullakin koeruudulla ja käsittelyllä, sekä mahdolliset erot taimien spatiaalisessa sijoittumisessa koeruuduilla. Taimi-inventoinnin tavoitteena on lisäksi seurata eri puulajien taimien kuolleisuutta eri metsänkäsittelyissä, taimien toipumista, sekä luontaisen taimettumisen käynnistymistä ja viljelytaimien eloonjääntiä.

Taimet inventoitiin kasvillisuusinventointien päätyttyä elo-syyskuussa kaikilla koeruuduilla ennen käsittelyjä ja käsittelyjen jälkeen vuosittain. Koko koeruudun taimettumistilanteen kuvaamiseksi taimet inventoitiin systemaattisella otannalla koko hehtaarin koeruudulta. Ympyräaloja sijoitettiin 6 kpl kuudelle linjalle yhtä etäälle toisistaan, yhteensä 36 kpl kullekin koeruudulle. Ympyräalojen keskipisteet merkittiin pysyvästi, mikä mahdollistaa ympyräalojen paikallistamisen myöhempää taimikohtaista seurantaa varten.

Vaihtuva taimiaines ja alle 10 cm:n taimet laskettiin 2 m^2:n ympyräalalta (säde 0.8 m). Kaikki taimet inventoitiin 10 m^2:n ympyräaloilta (säde 1.78). Alikasvos inventoitiin $D_{1.3}$ 5 cm:iin saakka puulajeittain. Puusto mitattiin relaskoopilla kaikilta taimialoilta. Kultakin taimialalta arvioitiin lahopuun pintaala lahoasteittain, sekä rikkoutuneen maanpinnan osuus (0 – 100 %). Myös kuolleet taimet ja alikasvos mitattiin puulajeittain $D_{1.3}$ 10 cm:iin saakka. Havupuiden 3 vuoden kasvu mitattiin. Taimien kunto arvioitiin niin ikään vain havupuilta asteikolla 1. normaali, 2. heikentynyt, 3. kuollut ja kasvuhäiriöisyys asteikolla 1. normaali, 2. lievästi häiriöinen (enemmän kuin yksi vuosikasvu menetetty 5 vuoden aikana tms.), 3. häiriintynyt (esim. pensastava kasvutapa, useita latvoja ym.).

Jatkosuunnitelma

Tarkempi taimikohtainen seuranta ja taimettumistutkimus on aloitettu uusimuotoisen avohakkuun koeruuduilla erillisen tutkimussuunnitelman mukaisesti yhteistyössä Metlan Parkanon tutkimusaseman tutkijan, Markku Saarisen kanssa. Tutkimuksessa selvitetään säästöpuuryhmien vaikutusta taimettumiseen ja aluskasvillisuuden kehitykseen. Tutkimuksessa ympäristömuuttujat (valo, lämpö, kosteus) mitataan automaattisten tallentimien avulla.

Taimi-inventointiaineistot ennen ja jälkeen käsittelyn on tallennettu. Hakkuiden välittömistä vaikutuksista eri puulajien erikokoisiin taimiin saadaan tietoa jo olemassa olevan aineiston perusteella.

PUUSTOMITTAUKSET

FK Ilkka Vanha-Majamaa, FM Jyrki Jalonen ja
metsätal.ins. Jaakko Rokkonen
Metsäntutkimuslaitos, PL 18, 01301 Vantaa

Tavoitteet ja menetelmät

Puustonmittausten tarkoituksena oli hankkia tarvittavat tiedot puun korjuuta ja metsänhoitotöitä koskeviin ns. teknis-taloudellisiin laskelmiin, sekä käytettäviksi ympäristömuuttujina eri osahankkeiden myöhemmissä analyyseissä selvitettäessä käsittelymenetelmien vaikutusta eliölajistoon.

Elävä pystypuusto mitattiin ennen metsänkäsittelyjä koko hehtaarin koeruudulta. Kaikki puut, joiden rinnankorkeusläpimitta oli yli 5 cm mitattiin tasaavaa luokitusta käyttäen. Koeruudun puustosta otettiin koepuita kaikista läpimittaluokista puulajeittain, ja niistä mitattiin läpimitan lisäksi pituus, laatu, elävän latvuksen alaraja, sekä alimman kuolleen oksan korkeus maasta. Metsänkäsittelyjen jälkeen jäljelle jäänyt puusto mitataan vastaavalla tavalla. Mittaustuloksista on laskettu tarvittavia tunnuksia Metsäntutkimuslaitoksessa KPL-ohjelmalla (puulajikoostumus, kuutiomäärä, pohjapinta-ala, runkoluku ym. puulajeittain).

Puustonmittausten yhteydessä mitattiin myös koeruutujen lahopuusto. Tarkoituksena oli selvittää lähtötilanteen mahdolliset erot lahopuuston määrässä eri koeruuduilla ja käsittelyillä. Mittaukset toistettiin käsittelyjen jälkeen, jolloin tavoitteena oli selvittää mikä osuus lahopuustosta tuhoutui tai poistettiin käsittelyjen yhteydessä.

Kaikki kuolleet pystypuut ($D_{1.3}$ > 10 cm) ja kaatuneet näkyvissä olleet maapuut ($D_{1.3}$ > 10 cm) mitattiin koko hehtaarin koeruudulta. Pystypuuston lahoasteen luokituksessa käytettiin asteikkoa 1 - 3 äskettäin kuolleesta kuivettuneisiin rankoihin (havupuut) ja pehmenneisiin ja oksattomiin rankoihin (lehtipuut) saakka. Maapuiden maatumisasteen luokituksessa käytettiin 1 - 6 luokitusta äskettäin kaatuneesta lähes kokonaan maatuneeseen runkoon saakka. Käsittelyjen jälkeen luokitusta tarkennettiin hakkuissa syntyneen uuden lahopuuston erottamiseksi vanhasta lahopuustosta.

Tuloksia

Koeruutujen puuston ikä on keskimäärin 107 ±7 (2×SE) vuotta. Ennen käsittelyjä olivat käsittelyjen väliset erot elävässä puustossa suhteellisen pieniä. Runkoluvut (koko aineistossa keskimäärin 753 kpl/ha), runkotilavuudet (keskimäärin 313 m^3/ha) ja elävän puuston pohjapinta-alat (keskimäärin 29 m^2/ha) eivät eronneet tilastollisesti merkitsevästi. Käsittelyjen sisäinen vaihtelu oli melko pientä, eikä eri metsänkäsittelyjen sisäinen puustotunnusten vaihtelu ollut tilastollisesti merkitsevää. Käsittelyjen välillä ei ollut suuria eroja elävän puuston keskimääräisessä jakautumisessa eri läpimittaluokkiin, ainoastaan järeimpien puiden esiintymisessä oli eroja.

Tutkimusalueiden välinen vaihtelu oli suurempaa, runkoluvut, runkotilavuudet ja elävän puuston pohjapinta-alat erosivat tilastollisesti merkitsevästi, ja elävän puuston keskimääräisessä jakautumisessa eri läpimittaluokkiin oli koeruutujen välillä selvähköjä eroja. Tutkimusalueiden välillä vaihtelua aiheuttaa maanomistusoloista johtuva erilainen metsikköhistoria. Tutkimusalueiden väliset erot eivät estä käsittelyjen vertaamista, koska käsittelyt jakautuvat tasaisesti niille.

Koeruuduilla oli lahopuuta keskimäärin alle 10 m^3/ha, joka jakautui melko tasan pysty- ja maapuitten välillä. Käsittelyjen välillä ei lahopuumäärissä ollut tilastollisesti merkitseviä eroja, toisin kuin yksittäisten koeruutujen, joiden välillä oli jopa kymmenkertainen ero lahopuun määrässä. Suurin osa koeruutujen lahopuusta oli läpimitaltaan pientä, koska se oli peräisin lähinnä harvennuksissa jääneistä latvuksista ym., 10 - 15 cm läpimittaluokissa oli havaintoja enemmän kuin tätä suuremmissa läpimittaluokissa yhteensä. Järeän lahopuun määrän vaihtelu aiheuttaa lajistollisia eroja erityisesti lahopuulla kasvavien sammalten kohdalla.

PUUNKORJUUN TUOTOS JA KUSTANNUKSET

MMK Risto Lilleberg
Metsäteho Oy, PL 194, 00131 Helsinki

Tavoitteet ja menetelmät

Tutkimuksen teknis-taloudellisen osan ensi vaiheen tavoitteena oli selvittää mukana olevien päätehakkuutapojen väliset erot puunkorjuussa. Siinä tehtiin kelloaikatutkimukset koeruutujen hakkuusta. Hakkuuvaiheen ajanmenekkitiedon pohjalta laadittiin päätehakkuutavoittaiset puunkorjuun tuotosperusteet. Ajanmenekki- ja puustotiedon avulla laadittiin hakkuun ajanmenekkifunktiot.

Aikatutkimus tehtiin vain hakkuuvaiheesta, joka on korjuun talouden kannalta herkempi ja merkityksellisempi työnvaihe kuin metsäkuljetus. Hakkuuvaiheen työn tuottavuus myös reagoi herkemmin hakkuutavassa tapahtuneisiin muutoksiin kuin metsäkuljetus.

Metsäkuljetusvaiheen tarkastelussa käytettiin Metsätehon aiempia metsäkuljetustutkimuksia ja niiden tuloksia. Hankkeessa kerätyn aineiston tukena tutkimuksen analyysivaiheessa käytettiin muutoinkin Metsäteho Oy:n puunkorjuun maksuperustetutkimuksissa saamia tuloksia sekä hakkuun että metsäkuljetuksen ajanmenekistä ja tuotoksesta vaihtelevissa olosuhteissa.

Puunkorjuun kustannusten määrittämisessä käytettiin Metsätehon kustannuslaskentamalleja. Tarkastelua varten tuotososat uusittiin tässä projektissa hankitun tuotostiedon avulla. Hakkuutapakohtaiset tuotosfunktiot laadittiin koealojen tulosten pohjalta käyttäen tukiaineistona maksuperustetutkimuksen tuloksia.

Koneellisen hakkuun ajankäyttöä tutkittiin työnvaiheittaisella, vertailevan aikatutkimuksen periaatteiden mukaisella kelloaikatutkimuksella. Koealojen vaipat käsiteltiin koealojen tapaan, mutta aikatutkimusta ei ulotettu vaippa-alueelle.

Aikatutkimuksessa mukana olleet koneet olivat paikkakunnalla käytössä olevia yksiotehakkuukoneita. Kone ja kuljettaja olivat koesarjoittain samat. Työskentelymenetelmä oli kuljettajan normaalissa työssään käyttämä.

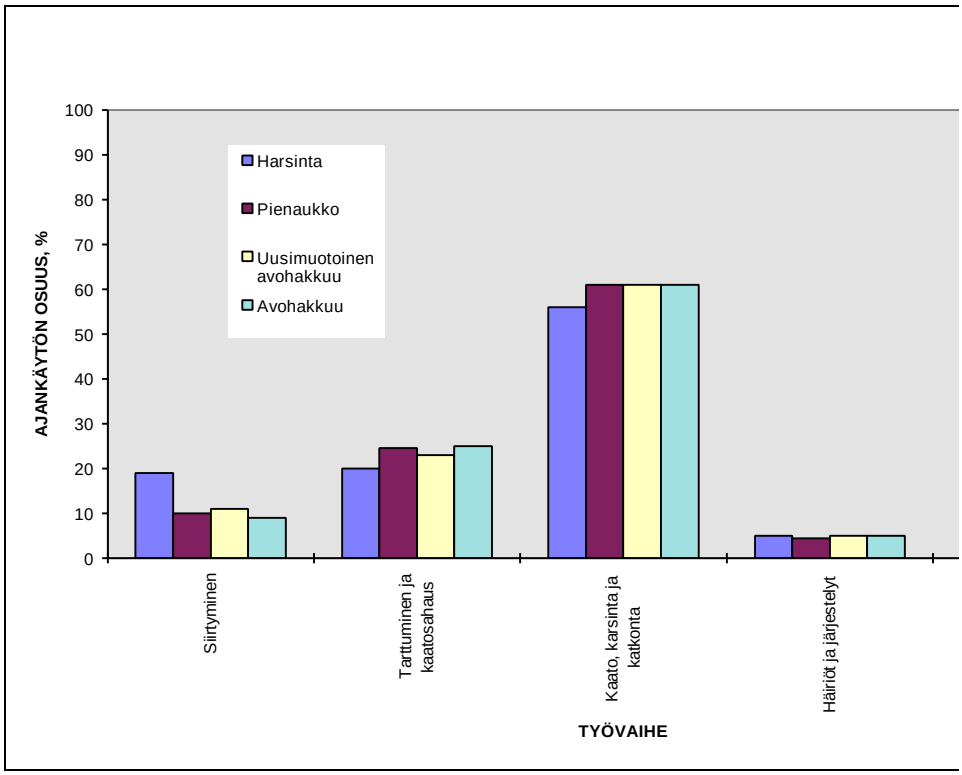
Hakkuuta edeltävä korjuun suunnittelu tehtiin normaalin korjuun toteutuksen mukaisena. Harsintakoealoilla leimattiin kaikki poistettavat puut ja muilla koealoilla koealan rajapuut merkittiin näkyvästi. Pienaukkokohteilla yhdysajourat suunniteltiin niin, että niiltä poistettavien puiden määrä jäi mahdollisimman vähäiseksi.

Harsintakoealojen leimaustavan määrittelyssä käytettiin apuna Metlan asiantuntijoita, ja yksityiskohtainen leimaussuunnitelma tehtiin yhteistyössä heidän kanssaan. Koealojen valmistelussa hakkuuvaihetta varten ja siihen liittyvissä tehtävissä toimittiin yhteistyössä hakkuun toteuttavan puunhankintaorganisaation kanssa.

Alustavia tuloksia ja jatkosuunnitelma

Ajankäytön rakenteessa ei hakkuutapojen välillä ollut erityisen suuria eroja (kuva 1), vaan päätyönvaiheisiin käytetty aika jakaantui samalla tavoin. Merkittävimmin muista poikkesi harsintahakkuuvaihtoehto, jossa koneen siirtymisten osuus oli odotetusti suurempi kuin muilla päätehakkuutavoilla.

Keskeytyksiin käytetty aika kuvaa koneen ja olosuhteiden vuorovaikutusta yleensä varsin hyvin. Kun olosuhteet käyvät koneen työskentelyn kannalta vaikeiksi, niin erilaisista syistä johtuvien keskeytysten osuus nousee.



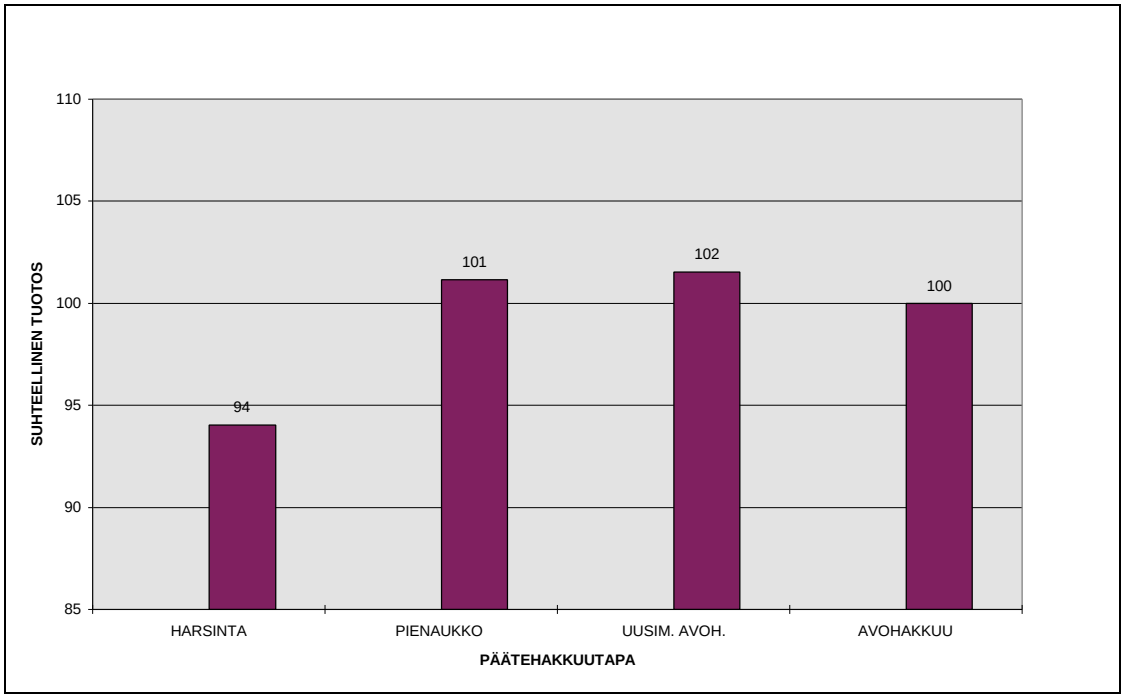
Kuva 1. Tehoajankäytön rakenne eri hakkuutavoilla.

Harsintahakkuussa ja pienaukkohakkuussa palstalla ajoa oli selvästi enemmän kuin muissa hakkuutavoissa. Näiden päätehakkuumenetelmien hakkuussa hakkuukone joutuu liikkumaan enemmän ja joutuu toistuvasti peruuttamaan tai vaihtamaan suuntaa. Keskeytysten syiden ja päätehakkuutapojen välisten riippuvuuksien tarkempi selvittäminen edellyttäisi seurantatutkimuksia.

Puukohtaiset tehoajanmenekit eri hakkuutavoissa ovat hyvin samanlaisia lukuun ottamatta harsintaa, jossa tehoajanmenekki runkoa kohden oli selvästi suurempi kuin muissa päätehakkuuvaihtoehdoissa. Suurempi ajanmenekki johtuu jäävän puuston työskentelyä hidastavasta vaikutuksesta. Koska puut oli etukäteen leimattu ja koneen kuljettajalle oli annettu tehtäväksi hakata kaikki leimatut puut, merkitsi se käytännössä, että myös hyvin hankalatkin puut tuli hakata. Jos kuljettaja saa itse valita hakattavat puut, ajanmenekki ilmeisesti hiukan pienenee.

Harsinnassa ajanmenekki oli keskimäärin 20 - 40 % suurempi kuin perinteisessä avohakkuussa. Erot olivat suurimmillaan pienten runkojen käsittelyssä. Ero on selvästi suurempi kuin esim. päätehakkuiden ja tavanomaisten harvennushakkuiden välinen ero.

Suuremmasta ajanmenekistä huolimatta ei tuotos harsinnassa ole kuin hiukan huonompi verrattuna esim. perinteiseen avohakkuuseen. Eron pienuus johtuu siitä, että harsintahakkuussa hakataan vain metsikön suurimpia runkoja, joiden käsittelyssä tuotos on korkea.



Kuva 2. Suhteellinen tuotos eri hakkuutavoilla.

Erot päätehakkuuvaihtoehtojen välillä tuotostasolla olivat pienet. Tässä kohdin on kuitenkin todettava, että todellisessa harsintametsässä hakattava puujoukko on todennäköisesti jonkin verran erilainen kuin nyt tutkimuksessa olleissa kohteissa. Esimerkiksi suurten runkojen suhteellinen lukumäärä tulee todennäköisesti olemaan jonkin verran pienempi ja vastaavasti keskikokoisten ja pienten runkojen osuus suurempi. Valitettavasti harsintametsätalouden mukaisesti jo vuosikymmeniä käsiteltyjä metsiköitä ei ole juurikaan tutkimuskäyttöön saatavissa, jotta tämä asia voitaisiin korjuukokeilla selvittää.

Teknis-taloudellisessa osassa tullaan rakentamaan päätehakkuuvaihtoehdoille korjuumallit, joiden avulla voidaan tehdä alueellisia tarkasteluja puunkorjuussa ja -hankinnassa olevien kustannuserojen määrittelemiseksi.

METSÄNUUDISTAMISTYÖT

MML Simo Kaila
Metsäteho Oy, PL 194, 00131 Helsinki

Tavoitteet ja menetelmät

Hakkuuta seuranneen kasvukauden jälkipuoliskolla tutkimusalueilla aloitettiin metsänuudistamistyövaihe, maanmuokkaus ensimmäisenä työnä. Työ tehtiin äestämällä, itäisellä tutkimusalueella se ajoittui elokuun alkuun ja läntisellä elokuun puoliväliin. Maanmuokkauksen tehoajanmenekkiä tutkittiin työn aikana kelloaikatutkimuksena. Tavoitteena oli selvittää, onko työn ajanmenekissä eroja eri hakkuukäsittelyjen välillä.

Kummallakin tutkimusalueella muokkaukset tekivät samat koneyksiköt. Itä-Suomessa muokkaukset hoiti Enso Oyj:n yrittäjä TTS Delta vm. -90:llä vetokoneenaan Valmet 862 vm. -90, ja Länsi-Suomessa Metsähallituksen urakoitsija TTS Delta vm. -86:lla, vetokoneena Kockums vm. -79.

Kummallakin koneella oli kaksi kuljettajaa. Heidän kanssaan käytiin läpi koejärjestelyt ja annettiin ohjeet välttää vahingoittamasta säästöpuuryhmiä sekä niistä hakkuun jälkeen kaatuneita laho- ja muita tuulenkaatopuita. Ohjeena oli jättää säästöpuuryhmien ympärille ja pienaukkojen reunaan noin kahden metrin muokkaamaton vyöhyke ja välttää muokkausvakojen suuntaamista niin, että valumavedet suuressa määrin kulkeutuisivat säästöpuuryhmiin. Muuten ohjeena oli valita ajosuunnat ja -reitit työn suorittamisen kannalta parhaalla mahdollisella tavalla.

Länsi-Suomessa perinteisen avohakkuun ruuduille jätettiin lisäksi muokkaamatta pieniä maastoon merkittyjä maaperämikrobitutkimuksen koealoja. Uusmuotoisen avohakkuun säästöpuuryhmien ympäristössä valmisteltiin lisäksi metsänuudistamistutkimuksen yhteydessä perustettavia kokeita erityisen huolellisella ajolla. Kuljettajat arvioivat erikoisjärjestelyjen lisänneen ajanmenekkiä vain vähän.

Muokkausvuotta seuranneen toukokuun ja kesäkuun puolenvälin välisenä aikana istutettiin metsänuudistamistyövaiheen toisena työnä perinteisen ja uusimuotoisen avohakkuun koeruudut. Istutus tehtiin pottiputkella hyvän käytännön mukaiseen työjälkeen pyrkien kuusen Vh 608 Paperpot -taimin tavoitetiheytenä 1 800 tainta/ha. Istutuksen tekivät metsänhoito-organisaatioiden paikalliset metsurit, jotka eri tutkimusalueilla olivat pääsääntöisesti eri työntekijöitä.

Työntekijäin välillä odotettavissa olevien työskentelytapa- ja tuottavuuserojen takia itse istutustyötä ei tutkittu. Sen sijaan mitattiin, millaiseen viljelykohtien jakaumaan koeruuduilla voidaan päästä. Mittaus tehtiin mm. Metsätehon maanmuokkaustutkimuksissa käytetyn koeistutuksen tekniikalla.

Koealoille sijoitettiin viljelykohtia vastaaviin kohtiin merkkitikkuja koealan pinta-alan mukainen, tavoiteviljelytiheyttä vastaava määrä. Mittatikkujen kohdat valittiin metsänistutuksen yleisiä työohjeita noudattaen ja ottaen huomioon viljelykohtien sijoittelu myös koealojen ympärillä. Koealat olivat 50 m^2:n ympyräkoealoja, ja niitä mitattiin systemaattista koealaverkostoa käyttäen koeruudulta kymmenen. Perinteisen ja uusimuotoisen avohakkuun koeruutujen lisäksi myös Länsi-Suomen muokattujen pienaukkohakkuun koeruutujen muokkausjälki tutkittiin vastaavalla tavalla.

Tarkoituksena oli, että viljelykohtien jakauman ja maan kivisyyden perusteella voidaan määrittää istutuksen yleisten palkkaperusteiden mukaiset viljelyn kustannukset ja selvittää koeruutukohtaiset mahdolliset maanmuokkausjäljen erot ja vaikutus viljelykustannuksiin.

Alustavat tulokset ja jatkosuunnitelma

Maanmuokkauksen tehoajanmenekki ei näyttänyt juurikaan riippuneen hakkuukäsittelystä, kun maanmuokkauspinta-alaan lasketaan uusmuotoisen avohakkuun tapauksessa säästöpuu- ja alikasvosryhmät ja pienaukkohakkuussa muokattu pinta-ala. Perinteisen ja uusmuotoisen avohakkuun ajanmenekkiero oli odotetusti vähäinen, ja ruutujen väliset erot näyttivät riippuvan lähinnä maaston vaikeudesta.

Länsi-Suomen kolmella koeruudulla tehdyssä pienaukkohakkuun äestyksessä muokatulle alalle laskettu ajanmenekki oli yllättävän alhainen, ja yksi koeruutu oli maastoltaan lisäksi muita hankalampi. Tulos johtunee pienaukkohakkuun muokkaamatta jätettävästä reunavyöhykkeestä, metsän reunaa kertyy siinä muokattavaa hehtaaria kohti yli 800 m. Erot hakkuutapojen välillä eivät olleet tilastollisesti (T-testi) merkitseviä.

Maanmuokkauksen keskimääräinen tehoajanmenekki
eri tavoin hakatuilla koeruuduilla

Tutkimusalue	Perinteinen avohakkuu	Uusimuotoinen avohakkuu	Pienaukkohakkuu
	Muokkauksen tehoajanmenekki, h / ha		
Itäinen	1,35	1,33	
Läntinen	1,19	1,16	1,16

Koeistutuksessa viljelykohtien jakaumien välillä koeruuduilla ei näyttänyt olevan muita kuin maan kivisyydestä aiheutuneita eroja. Maanmuokkausjälki vaihteli koeruutujen välillä melkoisesti, ja sen huononeminen maan kivisyyden kasvaessa vastasi aiempia tutkimustuloksia.

Uusimuotoisen avohakkuun koeruuduilla maanmuokkausjälki oli muita parempaa ilmeisesti vähäisemmän kivisyyden takia. Itä-Suomen koeruuduilla oli päästy parempaan maanmuokkausjälkeen kuin Länsi-Suomen koeruuduilla. Länsi-Suomen kolmella maanmuokkauksen kohteena olleella pienaukkohakkuun koeruudulla tulos jäi hieman huonommaksi kuin muilla koeruuduilla, mutta ero voi aiheutua vähäisestä aineistosta.

Kivennäismaahan saatujen viljelykohtien keskimääräinen osuus ja maan kivisyys

Tutkimus-alue	Perinteinen avohakkuu		Uusimuotoinen avohakkuu		Pienaukkohakkuu	
	Koeruutujen kivisyys ja kivennäismaan viljelykohdat					
	kivisyys, %	osuus, %	kivisyys, %	osuus, %	kivisyys, %	osuus, %
Itäinen	61	71	50	87		
Läntinen	63	66	45	81	60	59

Istutuksen yleisten palkkaperusteiden mukaiset työkustannuserot erityyppisillä koeruuduilla olivat lähes merkityksettömät. Kaikki koeruudut kuuluvat samaan maaperäluokkaan (MP 2), mutta uusimuotoisen avohakkuun koeruudut paremman muokkausjäljen takia helpompaan muokkausjälkiluokkaan (MJ 1) kuin muut.

Maanmuokkaus- ja viljelyvaiheen kokonaiskustannukset tullaan ottamaan huomioon yhteistutkimuksen teknis-taloudellisesta osasta tehtävässä yhdistelmässä. Odotettavissa olevia metsänuudistamistuloksia tullaan arvioimaan muun tutkimustiedon perusteella teknis-taloudellisen osan tulosten tarkastelun yhteydessä.