

Sirpa Salmela

Liete-tuhkalannoituksen vaikutus pintakasvillisuuteen

OPINNÄYTETYÖ

Kevät 2013

Maa- ja metsätalouden yksikkö

Metsätalouden koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Maa- ja metsätalouden yksikkö

Koulutusohjelma: Metsätalouden koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Metsätaloustuotanto

Tekijä: Sirpa Salmela

Työn nimi: Liete-tuhkalannoituksen vaikutus pintakasvillisuuteen

Ohjaajat: Sirpa Välilehto ja Risto Lauhanen

Vuosi: 2013

Sivumäärä: 30

Liitteiden lukumäärä: 4

Työn tavoitteena oli tutkia pintakasvillisuutta kolmelta vuosina 2001-2002 perusteltua tuhkalannoituskokeelta, jotka sijaitsevat Ähtärissä Tuomarniemen metsäoppilaitoksen opetusmetsässä. Koska aikaisemmissa tutkimuksissa ei ole pintakasvillisuutta otettu huomioon, oli tämän työn tarkoituksena tutkia ja vertailla eri lannoitusten vaikutuksia pintakasvillisuuteen. Jokaisella kokeella oli 12 koealaa, joissa lannoitusvaihtoehtoja oli kolme, neljäntenä lannoittamaton vertailukohde.

Kokeilla olevilta koealoilta valittiin viisi yhden neliönmetrin näyteruutua, joista kenttäkerroksen heinät ja ruohot sekä pohjakerroksen sammalet ja jäkälät tunnistettiin lajilleen, sekä arvioitiin lajien, karikkeen sekä mahdollisten kivien ja kantojen peittävydet.

Turvemaan sekä käenkaali-mustikkatyypin kokeella voitiin tilastollisesti osoittaa lannoituksen vaikutuksia kasvillisuuteen ja karikkeen määrään. Kivennäismaan mustikkatyypillä ei tilastollisia eroja voitu osoittaa. Tuloksista voitiin päätellä osan kasveista hyötynneen lannoituksista ja osan vähentyneen lannoituksen vaikutuksesta.

Avainsanat: kasvillisuus, puulajit, tuhka, liete, metsänparannus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Agriculture and Forestry

Degree programme: Forestry

Specialisation: Forestry Production

Author: Sirpa Salmela

Title of thesis: Effect of ash-sludge fertilization on forest ground vegetation

Supervisors: Sirpa Välilehto ja Risto Lauhanen

Year: 2013

Number of pages: 30

Number of appendices: 4

The aim of the work was to examine ground vegetation from 3 ash fertilization experiment sites established in 2001-2002 which are located in the teaching forest of the forest educational institution in Ähtäri Tuomarniemi. Because in earlier studies ground vegetation has not been investigated, the purpose of this study was to examine the effects of fertilization on the forest ground vegetation. In each of the 3 experiments there were 12 experiment areas which included three fertilization alternatives and a fourth unfertilized control area.

From each of the 12 experiment areas 5 sample plot were analyzed. The area of each sample plot was one square meter. On every sample plot the hays, grasses, mosses and lichens were identified. The coverage on the plant species, forest litter, stones and stumps were estimated

The effects of the fertilization on vegetation and the amount of forest litter were statistically significant in the peat-land forest with Scots pine stand, and in the Oxalis-Myrtillus forest site type in Norway spruce stand. No statistical differences were found in the Myrtillus forest type in Norway spruce stand. The results showed that the fertilization increased part of the plants while the fertilization had negative impacts on some vegetation.

Keywords: vegetation, tree species, ash, sludge, forest improvement

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuvio- ja taulukkoluetelo.....	5
1 JOHDANTO	6
2 LANNOITUS.....	7
2.1 Metsälannoitus.....	7
2.2 Tuhkalannoitus.....	7
2.3 Lannoituksen vaikutuksia.....	8
2.4 Lannoitus ja vesiensuojelu.....	9
3 PUULAJIN VAIKUTUS	11
3.1 Yleistä	11
3.2 Puulajin vaikutus metsäkasveihin	12
3.2.1 Puulaji ja varvut.....	12
3.2.2 Puulaji ja heinämäiset kasvit	13
3.2.3 Puulaji ja ruohot	13
3.2.4 Puulaji ja sammalet	14
4 KASVILLISUUDEN KEHITYS.....	15
5 AINEISTO JA MENETELMÄT	16
6 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU	18
6.1 Koealueiden yleiskuvaus	18
6.2 Lannoituksen vaikutukset kasvipeitteisyyteen.....	21
6.2.1 Turvemaan männikkö.....	21
6.2.2 Kivennäismaan männikkö	22
6.2.3 Kivennäismaan kuusikko.....	23
7 LOPUKSI.....	26
LÄHTEET	27
LIITTEET.....	30

Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Kasvillisuusnäyteruutujen sijoittuminen koealalle.....	17
Kuvio 2. Puolukkaturvekankaan männikkö	18
Kuvio 3. Kivennäismaan mustikkatyypin männikkö	19
Kuvio 4. Kivennäismaan mustikkatyypin männikön pintakasvillisuutta.....	19
Kuvio 5. Kivennäismaan käenkaali-mustikkatyypin kuusikko koe 3A.....	20
Kuvio 6. Suopursua turvemaan männikössä.....	21
Kuvio 7. Kivennäismaan käenkaali-mustikkatyypin kuusikko koe 3B.....	23
Kuvio 8. Käenkaali-mustikkatyypin kuusikon pintakasvillisuutta	24
Taulukko 1. Lannoituksen vaikutus suopursuun	21
Taulukko 2. Lannoituksen vaikutus seinäsammalen esiintymiseen	22
Taulukko 3. Lannoituksen vaikutukset käenkaali-mustikkatyypin kuusikossa	25

1 JOHDANTO

Työn taustana on Ari Niemelän vuosina 2001 - 2002 amk-opinnäytetyönään perustamat tuhkalannoituskokeet. Viiden vuoden kuluttua ensimmäisistä mittauksista tehtiin koealoille seurantamittaukset. Esa Eloranta keskittyi vuonna 2008 yamk-opinnäytetyönä tekemässään seurantatutkimuksessa lähinnä lannoituksen vaikutuksiin puuston kasvussa sekä muutoksiin maaperän ja neulasten ravinnepitoisuuksissa. Lannoituksen vaikutusta maaperän happamuuden muutoksiin tutkittiin myös.

Lannoituksen vaikutuksia metsiin on tutkittu runsaasti, mutta tutkimukset ovat lähinnä keskittyneet puuston kasvuun sekä sieni- ja marjasatoihin. Vaikutuksia pintakasvillisuuteen on tutkittu vähemmän. Issakainen ja Moilanen (1998) ovat tutkimuksessaan keskittyneet lähinnä lannoituksen vaikutuksiin puolukka- ja mustikkasatoihin sekä marjojen ravinnepitoisuuksiin. Tämän työn tavoitteena oli tutkia koealueiden pintakasvillisuutta sekä tutkia ja vertailla eri lannoitusten vaikutuksia pintakasvillisuuteen.

Tämän työn tilaajana toimii Humuspehtoori Oy, joka on jätteiden kompostoinnin ja peltojen maanparannuksen asiantuntijayritys ja on perustettu vuonna 1984. Yritys toimii Pälkäneellä. Raaka-aineena yritys käyttää mm. metsäteollisuuden puulietteitä. (Eloranta 2008.)

2 LANNOITUS

2.1 Metsälannoitus

Metsälannoitus yleistyi nopeasti Suomessa 1960-luvulla ja sillä oli tärkeä asema myös silloisissa puuntuotanto-ohjelmissa. Vuosi 1975 oli ennätysellinen lannoituksen suhteen. Silloin levitettiin lannoitteita kangas- ja suometsiin yhteensä 250 000 hehtaarille. Metsätalouden suhdanteiden muuttuminen, lannoituksen valtionavun lopettaminen ja metsätuhojen lisääntymistä ennustava happosadekeskustelu lopettivat metsälannoituksen lähes tyystin 1990-luvulla. Nykyisin on mahdollista saada julkista rahoitusta ns. Kemera-tukena vain terveyslannoituksiin.

Tällä hetkellä metsien lannoitus on lisääntymässä mm. hidasliukoisten lannoitteiden kehittymisen ansiosta sekä ravinteiden epätasapainon aiheuttamien kasvuhäiriöiden vuoksi. Lisäksi lannoituksen alkuperäinen tavoite, puuston tuotoksen lisääminen, on uudelleen huomattu. (Aarnio, Kukkola, Moilanen & Saarsalmi 2008, 197 - 198.)

Kivennäis- ja turvemailla tehdään kasvatus- sekä terveyslannoituksia. Kasvatuslannoituksen tavoitteena on puuston kasvun parantaminen lisäämällä niitä ravinteita, joita maassa on niukasti puiden tarpeisiin nähden. Terveyslannoituksilla vastaavasti korjataan metsämaan ravinne-epätasapainoa, joka aiheuttaa kasvun taantumaa, kasvuhäiriöitä tai jopa puuston kuolemaa. (Aarnio ym. 2008, 197.) Kivennäismailla puiden kasvua rajoittaa käyttökelpoisen typen puute. Turvemailla typen määrä vaihtelee erittäin paljon. Sen riittävä vapautuminen on perusehtona metsänkasvatukselle turvemailla. Turvemailla vastaavasti on puutetta fosforista, kaliumista, boorista, sinkistä ja kuparista.

2.2 Tuhkalannoitus

Puuntuhka sisältää typpeä lukuun ottamatta muita ravinteita likimain yhtä paljon kuin niitä sitoutuu puuston biomassaan eli fosforia F, kaliumia K, kalsiumia Ca, magnesiumia Mg, rautaa Fe, mangaania Mn, kuparia Cu, sinkkiä Zn, booria B, molybdeenia Mo ja klooria Cl. Typpi sekä suurin osa rikistä poistuvat poltossa savukaasujen mukana ilmakehään. Palaut-

tamalla puun poltosta syntyvä tuhka metsämaille korvataan puunkorjuussa ja ravinteiden huuhtoutuessa syntyvää ravinnemenetystä ja estetään maan happamoitumista. Samalla tuhka saadaan hyötykäyttöön ja vähennetään jätteeksi menevän tuhkan määrää.

Tuhkalannoitus parantaa puuston kasvua ojitettujen turvemaiden havupuuvaltaisissa metsiköissä. Puuntuhkan vaikutus on voimakas ja pitkäaikainen etenkin runsastyppisillä turveilla. Kangasmailla, joilla puiden kasvua rajoittaa ensisijaisesti typpi, tuhkan puustovaiikutukset jäävät vähäisiksi. Tuhkalannoituksella voi kangasmailla kuitenkin olla ravinnekiertoa vilkastuttava ja puiden kasvua lisäävä vaikutus, jos tuhkan ohella käytetään typpeä. Tuhkan ja typpilannoitteen yhteisvaikutus voi kestää kauemmin kuin typpilannoitteen yksittäisvaikutus. (Aarnio ym. 2008, 205.)

Puuta poltettaessa sen sisältämät kivennäis- ja hivenaineet sekä raskasmetallit rikastuvat tuhkaan. Puuntuhkan sisältämistä raskasmetalleista haitallisimpana pidetään kadmiumia. Lannoitevalmisteista annetun asetuksen (12/2007) mukaan metsätaloudessa käytettävässä puuntuhkassa saa olla kadmiumia enintään 17,5 mg kuiva-ainekilogrammaa kohti ja enimmäiskuormitus saa olla 40 vuoden aikana 60 g hehtaarille. (Aarnio ym. 2008, 205 - 206.) Raskasmetallien aiheuttama haitta riippuu paljolti siitä, kuinka suuria tuhka-annoksia käytetään lannoitettaessa.

Kangasmaiden ravinteisuuden hoidon kannalta puuntuhkan heikkoutena on se, ettei tuhka sisällä typpeä. Lisäksi tuhkan ravinnepitoisuuksien huomattava vaihtelu hankaloittaa sen käyttöä lannoitteena. Helppoliukoinen irtotuhka aiheuttaa äkillisiä muutoksia maan kemiallisissa ominaisuuksissa, tuhkan rakeistus onkin välttämätön edellytys sen laajamittaiselle käytölle lannoitteena tai maanparannusaineena. Mikäli rakeista saataisiin samalla hidasliukoisia, tuhkan aiheuttamat shokkivaikutukset kasvillisuudessa ja maassa lievenisivät ja ravinteiden huuhtoutumisriski vähenisi. (Mälkönen 2003, 190 - 191.)

2.3 Lannoituksen vaikutuksia

Puuntuhkan sekä PK-lannoitteiden vaikutuksia on tutkittu lähinnä puuston kasvuun liittyen. Niiden vaikutusta pintakasvillisuuteen on tutkittu hyvin vähän. Tutkimukset ovat käsi-

telleet lähinnä vaikutusta sieni- ja marjasatoihin sekä puuntuhkassa olevien raskasmetallien ja myrkkyjen kertymistä niihin.

Raskasmetalleista varsinkin kadmium on myrkyllinen. Tuhkassa se on enimmäkseen oksidina ja liukenee maassa hitaasti tuhkan aiheuttaman pH:n nousun vuoksi. Tuhkan sisältämistä raskasmetalleista voi olla haittaa erityisesti maamikrobiston hajotustoiminnalle ja ravinnekierrolle sekä keräilytuotteiden, kuten marjojen ja sienien hyväksikäytölle. (Mälkönen 2003, 193 - 194.)

Kangasmetsien lannoituksessa käytetään joko typpeä (N) tai typpi-fosforia (NP) sisältäviä lannoitteita. Typpilisäyksen seurauksena on todettu metsäkasvillisuuden pohjakerroksessa olevien sammal- ja jäkälälajien usein taantuvan ja vastaavasti kenttäkerroksen varpu- ja heinälajien rehevöityneen. Tietoa lannoituksen vaikutuksesta marjojen ravinnepitoisuuksiin on hyvin vähän. (Issakainen & Moilanen 1998.)

Gebhardin ja Kellnerin (1986) tutkimuksessa ammoniumnitraatti ja urea vähensivät kangasmaan männikössä ja kuusikossa sammalien ja jäkälien ohessa myös mustikan ja puolukan peittävyttä. Heinien, etenkin metsälauhan peittävyys lisääntyi. Urean vaikutus pinta- kasvillisuuteen oli ammoniumnitraatin vaikutusta voimakkaampi. (Issakainen & Moilanen 1998.)

2.4 Lannoitus ja vesiensuojelu

Lannoitteina annettujen ravinteiden huuhtoutuminen merkitsee menetystä puuston kasvussa ja kuormitusta vesistöissä. Helppoliukoisten lannoitteiden ravinteet ovat nopeasti kasvien käytettävissä, mutta ne voivat myös helposti huuhtoutua puiden ulottumattomiin. Ravinteiden huuhtoutumisriskiä voidaan vähentää käyttämällä hidasliukoisia lannoitteita ja kohtuullisia lannoitemääriä, valitsemalla lannoituskohteet huolella ja levittämällä lannoitteet sopivana ajankohtana. Lannoitteiden tasainen levitys ja niiden pääsyn estäminen puroihin ja ojiin on ehdottoman tärkeä. (Mälkönen 2003, 188.) Varsinkin fosforin pääsy vesistöihin olisi estettävä, koska se on haitallisin vesistöjen kuormittajana.

Lannoitteiden joutuminen suoraan vesistöihin voidaan välttää jättämällä purojen reunoille 10 - 15 metriä ja muiden vesistöjen rannoilla vähintään 50 metriä leveä lannoittamaton kaista estämään ravinteiden huuhtoutumista vesistöön. Suojakaistan leveyteen vaikuttavat maaston kaltevuus ja maalaji. Lentolevityksessä on käytettävä 50 metristä suojakaistaa. Lannoitteiden joutumista ojiin vältetään jättämällä lannoittamaton kaista. Lannoitteet levitetään sulaan maahan. Tärkeillä pohjavesialueilla (I-luokka) tai muilla vedenhankintaan soveltuvilla pohjavesialueilla (II-luokka) ei tehdä typpi- ja fosforilannoituksia. Ureapohjaisia typpilannoitteita voidaan käyttää soilla vain, jos lannoite levitetään sulaan maahan. (Jonsuu, Makkonen & Matila 2007, 37.)

3 PUULAJIN VAIKUTUS

3.1 Yleistä

Kunkin kasvilajin menestymismahdollisuuksiin vaikuttavat erilaiset kemialliset ja mekaaniset tekijät kuten lämpö, vesi ja valo, joiden suhteen kasvilajeilla (myös puilla) on omat vaatimus- ja sietoalueensa (Tonteri ym. 2005, 36). Puulaji vaikuttaa sekä suoraan että välillisesti moniin kasvupaikan ominaisuuksiin eli sekundaarisiin kasvupaikkatekijöihin. Metsikön valaistus- ja lämpöolot sekä metsikkösadannan määrä ja laatu määräytyvät osaksi puulajin mukaan. Lisäksi puulaji vaikuttaa karikkeen koostumuksen ja juurten toiminnan kautta välillisesti maaperän ominaisuuksiin. (Smolander ja Priha 2003, 155.)

Puulaji, puuston latvuspeittävyys ja latvuston kerroksellisuus vaikuttavat suoraan aluskasvillisuuden käytettävissä olevan säteilyn määrään ja laatuun. Varttuneissa mäntyvaltaisissa metsissä käytettävissä olevan valon määrä ei yleensä ole aluskasvillisuuden kasvua rajoittava tekijä, mutta kuusikoissa valon puute voi olla ilmeinen. (Tonteri ym. 2005.)

Puulaji vaikuttaa myös metsikön pienilmastoon. Latvuston rakenteen vuoksi lumipeitteen antama suoja jää kuusikoissa epätasaiseksi, minkä vuoksi maa routaantuu voimakkaasti (Smolander ja Priha 2003, 155.) Lisäksi kuusikoiden epätasainen lumipeite jättää puiden läheisyydessä kasvavan aluskasvillisuuden alttiiksi talven kuivattaville ja koetteleville oloille. Vaikutusta korostaa vielä keväinen vedenpuute, kun maan päällä on valoa ja lämpöä riittävästi kasvun aloittamiseen, mutta maa on jäässä estäen veden saannin. (Tonteri ym. 2005, 38.)

Puuston latvuseros vaikuttaa myös aluskasvillisuuden käytettävissä olevan veden määrään ja laatuun pidättämällä osan sadevedestä ja vaikuttamalla sen ravinnepitoisuuksiin. Kuusen latvusto pidättää sateesta suuremman osan kuin mänty tai koivu. Lisäksi kuusikossa metsikkösadannan määrä vaihtelee voimakkaasti puiden sijainnista riippuen (Päivänen 1966). Myös maan vedenpidätyskyky vaihtelee puulajeittain; havupuut muodostavat löyhempää ja vähemmän vettä pidättävää humusta (kangashumus) kuin lehtipuut (mullas) (Heiskanen 2003, 62).

Puulaji vaikuttaa aluskasvillisuuden käytettävissä olevien ravinteiden määrään sekä met-sikkösadannan ainepitoisuuksien kautta että tuottamansa karikkeen laadun välityksellä. Puulaji voi vaikuttaa myös maan mikrobiologiseen aktiivisuuteen juurieritteidensä ja my-korritsasienten välityksellä. (Tonteri ym. 2005, 38.)

3.2 Puulajin vaikutus metsäkasveihin

Puulajin vaikutus voi näkyä kasvilajien esiintymisessä ja niiden runsaussuhteissa. Kuusi-koissa kenttäkerroksen kokonaispeittävyys on yleensä pienempi kuin männiköissä ja lehtimetsissä. Kangasmaiden kuusikoissa on yleensä vähemmän ruohoja ja heiniä kuin män-niköissä ja lehtimetsissä. Vastaavasti varpujen peittävyys on pienin lehtimetsissä. (Tonteri ym. 2005, 26.) Kaikkien tässä työssä esiintyvien kasvilajien luettelo on liitteessä 4.

3.2.1 Puulaji ja varvut

Männiköissä varpujen keskimääräiset peittävyydet ovat hiukan suurempia kuin kuusikoissa ja lehtimetsissä. Mustikka (*Vaccinium myrtillus*) on pääpuulajista riippumatta tuoreilla kankailla runsaimpina esiintyvä varpulaji. Sen peittävyys on hieman pienempi männiköis-sä kuin kuusikoissa. Kanervaa (*Calluna vulgaris*) esiintyy kuusikoissa paljon niukemmin kuin männiköissä. Tuoreen kankaan männiköissä kanervaa kasvaa huomattavasti useam-min kuin kuusikoissa. Variksenmarja (*Empetrum nigrum*) kasvaa runsaimpina kuivahkon kankaan männiköissä ja lehtimetsissä. Kuusikoissa sitä tavataan vasta pohjoisessa. Juoluk-kaa (*Vaccinium uliginosum*) on eteläisissä kangasmetsissä hyvin niukalti, mutta pohjoisen männiköillä ja lehtimetsissä sitä tavataan runsaimmin tuoreilla kankailla ja kuusikoissa puolestaan kuivahkoilla kankailla. Suopursua (*Ledum palustre*) tavataan hyvin usein kui-villa kankailla, jossa sitä saattaa olla runsaastikin. Vanamo (*Linnea borealis*) on kuusikois-sa yleensä runsaampi kuin männiköissä. Männiköissä ja lehtimetsissä vanamo on runsain tuoreilla kankailla, mutta kuusikoissa se menestyy parhaiten lehtomaisilla kankailla. (Ton-teri ym. 2005, 27.)

3.2.2 Puulaji ja heinämäiset kasvit

Vallitsevasta puulajista riippumatta heinämäisten kasvien peittävyys on suurin lehtomaisilla kankailla. Kuusikot ovat heinille epäsuotuisan varjoisia kasvupaikkoja. Metsälauha (*Deschampsia flexuosa*) on ekologisesti laaja-alainen heinälaji, joka niukkaravinteisilla kasvupaikoillaan menestyy erityisesti lehtimetsissä. (Tonteri ym. 2005, 28.)

3.2.3 Puulaji ja ruohot

Ruohot menestyvät parhaiten lehtomaisilla kankailla ja lehdoissa, missä niiden kokonaispeittävyys on pääpuulajista riippumatta yli 15 %. Puulajin vaikutus ruohojen kokonaismäärään näkyy parhaiten tuoreilla ja kuivahkoilla kankailla, joista ruohoja on eniten lehtimetsissä.

Käenkaali (*Oxalis acetosella*) on eteläinen laji, ja se on eteläboreaalisisissa metsissä pääpuulajista riippumatta hyvä kasvupaikkatyyppi erottava indikaattori. Se kasvaa suhteellisen runsaana lehdoissa ja lehtomaisilla kankailla, mutta hyvin niukasti näitä karuimmilla kasvupaikoilla. Sitä tavataan myös tuoreen kankaan kuusikoissa, mutta sen peittävyys on hyvin pieni. Oravanmarja (*Maianthemum bifolium*) on käenkaalia selvästi laaja-alaisempi kuuluen myös tuoreiden ja kuivahkojen kankaiden kasvilajistoon.

Metsämaitikka (*Melampyrum sylvaticum*) on kuusikoissa ja lehtimetsissä erityisesti lehtomaisien kankaiden kasvilaji. Tuoreilla kankailla peittävyydet ovat jo selvästi pienempiä. Männiköissä metsämaitikkaa on selvästi vähemmän kuin kuusikoissa ja lehtimetsissä. Kangasmaitikka (*Melampyrum pratense*) on puolestaan männiköissä runsain tuoreilla kankailla, mutta kuusikoissa ja lehtimetsissä se menestyy yhtä hyvin lehtomaisilla kankailla. Se kasvaa myös kuivahkoilla ja kuivillakin kankailla erityisesti männiköissä.

Metsätähti (*Trientalis europaea*) on kasvupaikkansa suhteen laaja-alainen ruoho, jonka runsauteen puulajisuhteet eivät kuivahkoilla ja tuoreilla kankailla juurikaan vaikuta. Lillukan (*Rubus saxatilis*) esiintyminen on pitkälti samankaltainen kuin metsätähden; se on lehtomaisen kankaan kuusikoissa selvästi niukempi kuin männiköissä ja lehtimetsissä. Kielon (*Convallaria majalis*) puolestaan menestyy parhaiten lehtipuuvaltaisissa lehdoissa. Sitä

tavataan vielä kuivahkoilla kankailla ja jopa kuivilla kankailla, mutta ei enää kukkivana. (Tonteri ym. 2005, 29 - 30.)

3.2.4 Puulaji ja sammalet

Pohjakerroksen kokonaispeittävyys on runsasravinteisissa kuusikoissa selvästi korkeampi kuin muiden puulajien alla. Erityisesti aitosammalten peittävyys on kuusivaltaisissa lehdissä ja lehtomaisilla kankailla selvästi korkeampi kuin vastaavissa lehtimetsissä. Rahkasammalia on yleensä runsaimmin kuusikoissa kuin vastaavan kasvupaikkatyypin männiköissä ja lehtimetsissä. Keskiporeaalisessa alavyöhykkeessä rahkasammaleet menestyvät hyvin myös kuivahkoilla ja kuivilla männikkökankailla. Jäkälien kokonaispeittävyys on suurin männiköissä. (Tonteri ym. 2005, 31.)

Suomen yleisin sammallaji on seinäsammal (*Pleurozium schreberi*), jota tavataan hyvin runsaana tuoreilla kankailla ja sitä karuimmilla kasvupaikoilla. Metsäkerrossammal (*Hylacomium splendens*) on vastaavasti tuoreiden kankaiden valtalaji riippumatta puulajista. Kuivahkon kankaan kuusikoissa metsäkerrossammal on seinäsammalen jälkeen toiseksi runsain kasvilaji. (Tonteri ym. 2005, 31.)

4 KASVILLISUUDEN KEHITYS

Metsäkasvillisuuden kehitystä uudelleen esim. kulon, myrskyn tai hakkuun jälkeen sanotaan sekundaarisuknessioksi. Kasvipeitteen kehitys on erilaista riippuen tuhon laadusta. Paljastuneeseen maahan ilmestyvät erilaiset heinät ja ruohot. Tuoreilla kankailla monien heinien ja ruohojen kasvu on nopeaa ja niiden biomassa suuri avohakkuualoilla. Myös vanamo, joka on varttuneen metsän laji, saattaa hetkellisesti runsastua ennen kuin taantuu valon, kuivuuden tai kilpailun vuoksi. Varsinkin metsälauha, metsäkastikka (*Calamagrostis arundinacea*), kevätpiippo (*Luzula pilosa*) ja maitohorsma (*Epilobium angustifolium*) runsastuessaan tukahduttavat vanamon valoisalla aukolla. Parin vuoden kuluttua paikalle ilmaantunut vesakko alkaa tukahduttaa valoa vaativan avomaalajiston. Sukkession edetessä taimikkovaiheeseen uudistettavan puulajin rinnalle ilmestyy myös muita kangasmetsän puita sekä pensasmaista pihlajaa (*Sorbus aucuparia*), raitaa (*Salix caprea*), pajua (*Salix ssp.*) ja katajaa (*Juniperus communis*). Kasvuston ollessa tiheää aluskasvillisuutta ei välttämättä ole näkyvissä. Tuhon keskellä säilyneiden kivien ja kantojen tyvillä sekä mättäillä säilyneiden metsäkasvien rippeet alkavat laajentaa alaansa rönsymäisillä maavarsilla. Aukokovaiheen valoa vaativat heinät ja ruohot alkavat taantua.

Harvennetussa nuoressa metsässä ovat metsälajit esim. puolukka ja mustikka ottamassa vallan. Kasvipeite on kuitenkin laikuittainen ja sammalkerros ohut. Heinistä metsälauhaa ja metsäkastikkaa saattaa olla vielä runsaasti. Keski-ikäisissä metsissä metsän varvut, ruohot ja heinät muodostavat kasvipeitteen, jonka alla on melko yhtenäinen sammalkerros. Varttuneessa metsässä on varpujen, heinien ja ruohojen määrä vähentynyt ja vastaavasti pohjakerroksen sammalpeite on paksuuntunut kosteamman pienilmaston vuoksi. (Vuokko 2005, 21 - 23.)

Valon määrällä ja mikroilmastolla on suuri merkitys varttuneiden metsien aluskasvillisuuden lajistolle ja sen runsaussuhteille. Monet hentolehtiset ruohot, kuten käenkaali ja oravanmarja viihtyvät varjoisissa metsissä, joissa kilpailu on vähäistä. Useimmat suurikokoiset metsäsammalet, kuten kangaskynsisammal (*Dicranum polysetum*) ja seinäsammal (*Pleurozium schreberi*), sekä varvut viihtyvät parhaiten metsissä, joissa on ainakin kohtalaisesti valoa. (Tonteri ym. 2005, 35 - 36.)

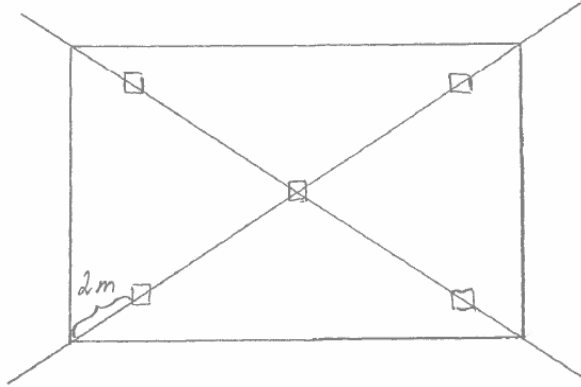
5 AINEISTO JA MENETELMÄT

Elorannan (2008) tutkimuksen aineisto on kerätty vuosina 2001 - 2002 perustetuilta kolmelta lannoituskokeelta, jotka sijaitsivat Ähtärissä, Tuomarniemen opetusmetsässä. (Liite 1) Kokeet jakaantuivat neljään erilliseen koekenttään. (Liite 2) Ensimmäisen kokeen muodostaneet turvemaan männikön koeruudut sijaitsivat yhtenäisellä puolukkaturvekangasalueella. Toisen kokeen, kivennäismaan männikön, koeruudut sijoituivat koekentälle, joka oli ravinteisuudeltaan mustikkatyyppejä. Kolmannen kokeen kivennäismaan kuusikon koe oli jaettu kahdelle koekentälle, joilla maapohjan ravinteisuus edusti molemmilla alueilla käenkaali-mustikkatyyppejä. (Niemelä 2001.) Kaikilla kokeilla puusto oli tutkimuksen aloituksen aikaan varttunutta kasvatusmetsää.

Kaikissa kenttäkokeissa käytettiin kolmea eri lannoitusvaihtoehtoa, joiden lisäksi jokaiselle kokeelle perustettiin vertailualat, joita ei lannoitettu. Koejäsenet olivat: I Vertailu (ei lannoitusta), II Kasvupaikan ja puuston mukainen väkilannoitus, III Liete-tuhkalannoitus, IV Liete-tuhkalannoitus lisätypellä. (Niemelä 2001) Koejärjestelynä käytettiin arvottuja koealoja. Suorakaiteen muotoisten koealojen koko oli kivennäismaan männikkökokeella 0,09 ha ja muilla 0,06 ha. Koealat rajattiin toisistaan erilleen vähintään viiden metrin suojakaitoin. (Eloranta 2008, 16 - 18.)

Jokaiselta koe-alalta otettiin viisi kasvipeitteisyyttä kuvaavaa näyteruutua (Liite 4). Neljä näyteruutua oli jokaisen koealan kulmista kaksi metriä kohti keskustaa ja viides ruutu otettiin keskeltä koealaa. Näyteruutua siirrettiin eteenpäin vain siinä tapauksessa, jos kohdalle osui puu, kivi, kanto tai iso mätäs. (Kuvio 1.)

Näyteruudun koko oli 1 m² (1 m x 1 m). Apuna käytettiin kehikkoa. Kehikon sisään jäänyt kasvillisuus arvioitiin silmämääräisesti prosentein 0,2, 0,5, 1, 2, 3,... 97, 98, 100 %. Myös karikkeen määrä sekä kivet ja kannot arvioitiin. Kenttäkerroksen putkilokasvit, alle 0,5 m pensaat ja puut sekä pohjakerroksen sammaleet tunnistettiin lajilleen.



Kuvio 1. Kasvillisuusnäyteruutujen sijoittuminen koelalle

Kasvien esiintymistä tarkasteltiin koekohtaisesti. Lannoituksen vaikutusta kasvien esiintymiseen voitiin päätellä suuntaa antavasti keskimääräisten kasvipeittävyksien ja lajien esiintymisen osalta.

Lannoituksen vaikutusta kasvipeitteisyyteen koetasolla voitiin valtalajeilla tilastollisesti tutkia yksisuuntaisen varianssianalyysin avulla, mikäli kasveja esiintyi riittävästi. Laskelmat tehtiin SPSS20-tilasto-ohjelmalla Risto Lauhasen avustamana. Mikäli lannoitus vaikutti kasvipeitteisyyteen, analyysin (ANOVA) tuloksissa F-arvon itseisarvo oli ≥ 2 ja F-arvon testi-suure oli $< 0,05$. Tällöin esim. valtalajin, mustikan, keskimääräiset peittävydet eri lannoituskäsittelyjen välillä poikkesivat toisistaan.

Tukeyn testillä tutkittiin, miten kukin lannoituskäsittely vaikutti keskimääräiseen kasvipeitteisyyteen lannoittamattomaan vertailuun verrattuna.

Laskentaa tehdessä ja tuloksia tarkasteltaessa on huomattava, ettei kasvipeiteinventointeja tehty ennen kokeiden perustamista.

6 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

6.1 Koealueiden yleiskuvaus

Tuoreilla kankailla pintakasvillisuus lisääntyy 2 - 3 vuotta avohakkuun jälkeen, mutta taantuu 5 - 7 vuoden jälkeen. Tässä metsän kehitysvaiheessa pintakasvillisuus koostuu pääasiassa heinistä ja ruohoista. Heinien ja ruohojen määrä vähenee nopeasti, kun puusto sulkeutuu ja varvut ja sammalet runsastuvat. Puuston määrä vaikuttaa merkittävästi eri lajien runsaussuhteisiin. Harvan puuston alla on runsaammin heiniä ja ruohoja kuin tiheän puuston alla, missä kasvu jää pieneksi ja edustaa pääasiassa sammalia ja varpuja. Myös puulajisuhteet vaikuttavat pintakasvillisuuteen. Lehtipuuvaltaisissa metsissä on runsaammin heiniä ja ruohoja kuin havupuuvaltaisissa metsissä, joissa sammalet ja varvut muodostavat pääosan pintakasvillisuudesta. (Kellomäki 2005, 238.)

Koe 1 oli puolukkaturvekankaan männikkö. Pääpuulajina on mänty, alikasvoksena paikoin hieskoivu. Kenttäkerroksessa on paikoin runsaasti reheväkasvuista suopursua. Pohjakerroksessa valtalajeina olivat lähinnä erilaiset rahkasammalet sekä seinäsammal. Kenttäkerroksessa tupasvilla (*Eriophorum vaginatum*), muurain (*Rubus chamaemorus*) ja metsäalvejuuri (*Dryopteris carthusiana*) olivat paikoitellen runsaslukuisia. Myös mustikan ja puolukan osuus oli suuri. (Kuvio 2)



Kuvio 2. Puolukkaturvekankaan männikkö

Koe 2 oli mustikkatyypin männikkö. Pääpuulajina on mänty (*Pinus sylvestris*) ja alikasvoksena kuusi (*Picea abies*), jota oli paikoitellen runsaasti. (Kuvio 3)



Kuvio 3. Kivennäismaan mustikkatyypin männikkö

Kenttäkerroksessa olivat valtalajeina yleisesti mustikka tai puolukka. Pohjakerroksessa valtalajeina olivat seinä- ja kerrossammal sekä kynsisammalet. Kasvipeite koealoilla oli yleensä hyvin peittävä. (Kuvio 4)



Kuvio 4. Kivennäismaan mustikkatyypin männikön pintakasvillisuutta

Poikkeuksena oli koealueen viereisen kuvion avohakkuun aiheuttama vaikutus, joka näkyi muutamilla näyteruuduilla kasvillisuuden peittävydessä. Koska avohakkuu oli lisännyt valon ja lämmön määrää, kasvillisuus oli osin kuivunutta tai hävinnyt kokonaan. Alikasvoskuusten läheisyyteen sijoittuvien koeruutujen kenttäkerroksen kasvilajisto oli hyvinkin niukkaa, jolloin pohjakerroksen sammaleet oli hyvin edustettuina.

Koe 3 oli käenkaali-mustikkatyypin kuusikko. Pääpuulajina kuusi. Kenttäkerroksessa valtalajina oli pääsääntöisesti mustikka. Suurikokoisten kuusien alla valon määrän vähäisyyden johdosta kenttäkerroksen osuus oli paikoin hyvin niukka. Valtaa pitivät lähinnä pohjakerroksen sammallajit seinä- ja kerrossammal. Valon määrän lisääntyminen lisäsi selvästi kenttäkerroksen kasvillisuuden sekä eri kasvilajien määrää. (Kuvio 5)



Kuvio 5. Kivennäismaan käenkaali-mustikkatyypin kuusikko koe 3A

Tuoreen kankaan koealat olivat jaettu kahteen eri kohteeseen. Koeala 3 A:n viereinen kuvio oli avohakattu, mutta koealueen kasvillisuus ei ollut kuitenkaan kärsinyt lisääntyneestä valon ja lämmön määrästä. Muutamilla koeruuduilla, jotka sijoittuivat aukon reunaan, oli metsätähti runsastunut ja rehevöitynyt. Koealue 3 B:n viereen sijoittunut avohakkuu oli kuivattanut kasvillisuutta.

6.2 Lannoituksen vaikutukset kasvipeitteisyyteen

6.2.1 Turvemaan männikkö

Turvemaan kokeella mustikka näyttäisi hyötyvän lannoituksesta. Kuitenkaan mustikan esiintymisessä ei voitu osoittaa tilastollisia eroja. Suopursun peittävyttä lannoitus ei lisännyt, päinvastoin lannoitus näytti suuntaa antavasti vähentävän suopursun esiintymistä (Taulukko 1). Erityisesti liete-tuhkalannoituksen käyttö näytti vähentävän suopursun määrää. Suopursua oli eniten lannoittamattomalla koealalla (Kuvio 6). Suometsissä suoritettujen toimenpiteet, ojitukset, hakkuut ja lannoitukset ovat voineet jouduttaa suopursun vähene- mistä (Reinikainen 2000, 119).



Kuvio 6. Suopursua turvemaan männikössä

Taulukko 1. Lannoituksen vaikutus suopursuun

	Lannoitustaso			
	1	2	3	4
Peittävyys %	30,4	27,5	9,2	19,7

Lannoitus vähensi turvemaalla seinäsammalen esiintymistä lähes merkitsevästi (F-arvo = 5.5, $p < 0,024$). (Taulukko 2) Tilastollisesti voitiin osoittaa suonihuopasammalen hyötyvän merkitsevästi lannoituksesta. Suonihuopasammaleen on todettu selviävän hyvin metsäojituksista ja lannoituksista. Lannoitetulla rämeellä se voi yhdessä seinäsammalen kanssa syrjäyttää rahkasammalet. (Korpela 2000, 237.) Turvemaalla lannoitus ei vaikuttanut kynsisammalen esiintymiseen.

Taulukko 2. Lannoituksen vaikutus seinäsammalen esiintymiseen

	Lannoitustaso			
	1	2	3	4
Peittävyys %	54,2	46,8	26,9	32,3

Lannoitus ei myöskään lisännyt karikemäärää. Vaikka lannoitus ei välttämättä aina lisännyt lajien peittävyttä kenttä- ja pohjakerroksessa, se kuitenkin toi lisää lajeja.

6.2.2 Kivennäismaan männikkö

Kivennäismaan mustikkatyypin kokeella kenttäkerroksen valtalajien eli mustikan ja puolukan esiintymisessä ei voitu osoittaa tilastoeroja lannoituksen vaikutuksesta. Myöskään karikkeen määrässä ei ollut eroja eri lannoituskäsittelyjen välillä.

Yksi mielenkiintoinen kasvilöytö oli valkolehdokki. Sitä löytyi yhdeltä kivennäismaan mustikkatyypin näyteruudulta. Se ei kuitenkaan ollut ainoa havainto kasvista. Valkolehdokki karttaa hapanta metsähumusta. Tyypillisesti valkolehdokkia on rehevänpuoleisissa kangasmetsissä ahomansikan ja muiden ruohojen seurassa. Seuralaiskasvit eivät kuitenkaan viitanneet siihen että kyseessä olisi rehevä kangasmetsä. Valkolehdokki on hyötynyt aikoinaan metsäpaloista ja kaskista. Koeruutu, josta valkolehdokki löytyi, on lannoitettu liete-tuhkalannoitteella. Tiedossa ei ole sitä, onko valkolehdokkia aiemmin esiintynyt alueella. Saattaa olla, että lannoitteen tuhka on alentanut maan happamuutta ja liete lisännyt ravinteisuutta ja näin ollen ne ovat lisänneet valkolehdokin kasvumahdollisuuksia.

6.2.3 Kivennäismaan kuusikko

Kivennäismaan käenkaali-mustikkatyypin kokeella kasvoi suurikokoisia kuusia ja vähäisen valon määrän vuoksi kasvipeite oli paikoin hyvinkin niukka, valtaa pitivät lähinnä pohjakerroksen seinä- ja kynsisammalet. (Kuvio 7)



Kuvio 7. Kivennäismaan käenkaali-mustikkatyypin kuusikko koe 3B

Sammalkerros oli hyvin ohut ja osin kuivahtanut puiden alla. Kuten jo aiemmin Smolanderin ja Prihan (2003) tutkimuksessa on todettu, kuusikoiden vähäisen lumipeitteen vuoksi aluskasvillisuus on hyvin altis talven kuivattaville ja koetteleville oloille. Valon lisääntyminen koealan eri osissa lisäsi huomattavasti kenttäkerroksen kasvillisuuden sekä eri kasvilajien määrää. (Kuvio 8)



Kuvio 8. Käenkaali-mustikkatyypin kuusikon pintakasvillisuutta

Valtalajien mustikan ja puolukan peittävyyksissä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja. Lannoituskäsittelyjen välillä erot olivat kuitenkin suuntaa antavia. Vanamo ja käenkaali hyötyivät lannoituksesta, erot lannoituskäsittelyjen välillä olivat suuntaa antavia. Vanamo runsastuu yleensä metsien vanhetessa (Salemaa 2000, 121). Pohjakerroksen sammaleiden peittävyyksissä ei voitu todeta tilastollisesti merkitseviä muutoksia. (Taulukko 3)

Kivennäismaan käenkaali-mustikkatyypin kuusikossa lannoitus lisäsi lähes merkitsevästi karikkeen määrää (F-arvo = 5.9, $p < 0,02$). Tuoreilla kankailla pintakasvillisuuden tuottaman karikkeen määrä lisääntyy metsän vanhetessa. Karikkeiden kokonaismäärä kuitenkin kulminoituu puuston sulkeutuessa, heinät ja ruohot väistyvät varpujen ja sammalien tieltä ja karikkeen määrä vähenee puuston varjostuksen kasvaessa. (Kellomäki 2005, 247.)

Taulukko 3. Lannoituksen vaikutukset käenkaali-mustikkatyypin kuusikossa

Peittävyys %	Lannoitustaso			
	1	2	3	4
Mustikka	33,3	23	23,7	30,9
Puolukka	5,7	13,2	7	11,6
Seinäsammal	35,9	43	44	36,9
Kynsisammal	11,7	19,2	11,4	9,5
Karikeri	6,8	5,3	12,7	11,7

Koska kokeille ei ole tehty kasvillisuusanalyyskejä ennen kokeiden perustamista pysyville koealoille, niin aiempaa tietoa kasvien peittävydestä tai eri kasvilajien runsaudesta ei ole käytettävissä. Vertailu on tehty kokeen sisällä eri lannoitusvaihtoehtojen välillä. Tutkimus on kuitenkin perustettu tällä tavoin uuden tiedon hankkimisen kannalta, koska kokeilla on lannoittamattomat ja käsittelyt useana koeruutuna.

7 LOPUKSI

Koetta perustettaessa koealoilla ei perustettu pysyviä näyteruutuja kasvillisuudelle. Tälläkään kertaa ei näyteruutuja perustettu. Se hankaloittaa hieman tulevaisuudessa mahdollisesti tehtäviä tutkimuksia. Jossakin vaiheessa voisi harkita pysyvien kasvillisuusnäyteruutujen perustamista. Myöhemmin voisi koealoilta myös ottaa neulasnäytteet sekä mitata karikkeen määrää.

Koealoilla oli jo nyt nähtävissä muutoksia pintakasvillisuudessa. Varsinkin kohteissa, joissa muut tekijät kuten valo-, lämpö- ja kosteusolot olivat suotuisia pintakasvillisuuden kehitykselle, pintakasvillisuudessa oli merkkejä rehevöitymisestä sekä lajiston runsastumisesta. Valon määrällä oli hyvin ratkaiseva merkitys varsinkin käenkaali-mustikkatyypin kuusikossa. Tulevaisuudessa olisi tarpeellista selvittää, miten lannoitus muuttaa pintakasvillisuutta.

LÄHTEET

Aarnio, J., Kukkola, M., Moilanen, M. & Saarsalmi, A. 2008. Metsänlannoitus. Teoksessa: S. Rantala (toim.) Tapion taskukirja. Helsinki: Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio, Metsäkustannus Oy.

Eloranta, E. 2008. Lieite-tuhkalannoituksen vaikutus puuston kasvuun ja ravinnetalouteen. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Maa- ja metsätalouden yksikkö, Maaseudun kehittämisen koulutusohjelma. Opinnäytetyö ylempi amk.

Eurola, S., Bendiksen, K. & Rönkä, A. 1992. Suokasviopas. Oulu: Oulun yliopisto. Oulanka Reports 11.

Gerhardt, K. & Kellner, O. 1986. Effects of nitrogen fertilizers on the field and bottom layer species in some Swedish coniferous forests. Meddelanden från växtbiologiska Institutionen 1. Uppsala.

Haikonen, V., Vuokko, S. & Meriluoto, M. 1999. Karhuruohosta sudenmarjaan: Metsäkasviopas. Helsinki: Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio.

Heiskanen, J. 2003. Maaperän ominaisuudet. Teoksessa: E. Mälkönen (toim.) Metsämaa ja sen hoito. Helsinki: Metsäntutkimuslaitos, Kustannusosakeyhtiö Metsälehti, 39-62.

Issakainen, J. & Moilanen, M. 1998. Lannoituksen vaikutus puolukka ja mustikkasatoihin ja marjojen ravinnepitoisuuksiin kangasmailla. [Verkkoartikkeli]. Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen toimintayksikkö. [Viitattu 14.5.2013]. Saatavana: <http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff98/ff983379.pdf>

Joensuu, S., Makkonen, T. & Matila, A. 2007. Metsätalouden vesiensuojelu. Helsinki: Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio, Metsäkustannus Oy.

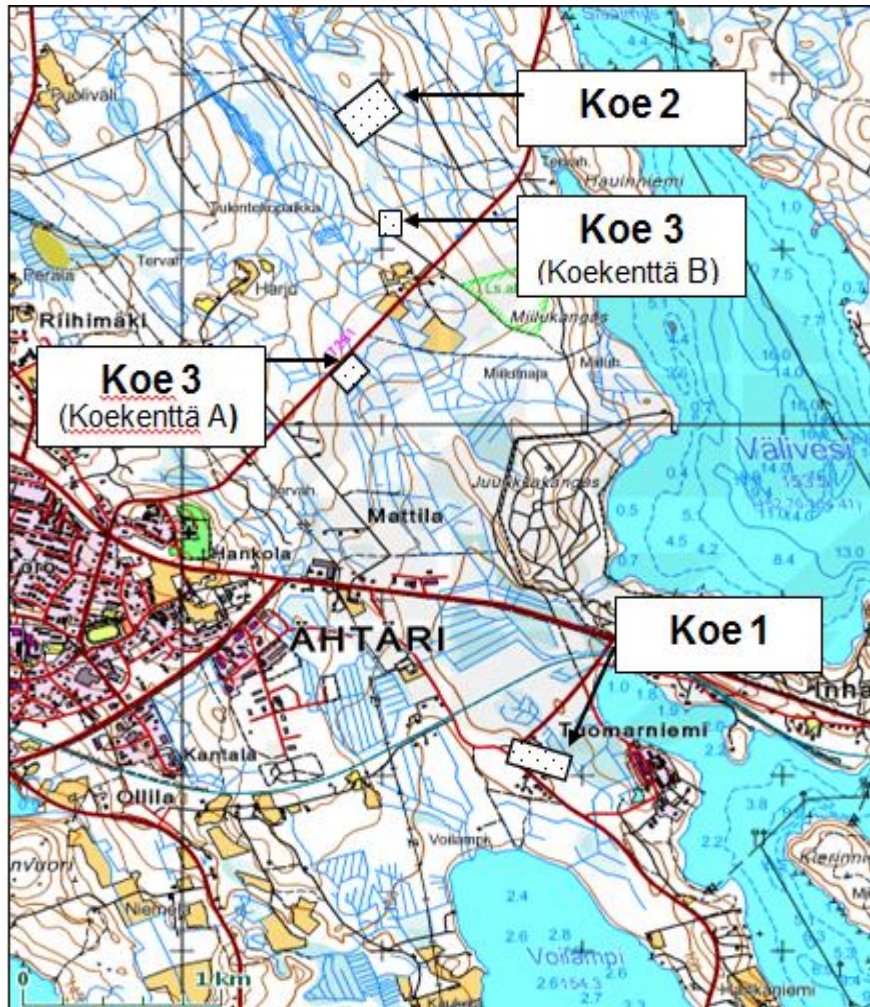
Kellomäki, S. 2005. Metsäekologia. 3. uudistettu painos. Joensuu: Joensuun yliopisto. Silva Carelica 7.

- Korpela, L. 2000. Suonihuopasammal. Teoksessa: E. Reinikainen, R. Mäkipää, I. Vanha-Majamaa, J-P. Halonen (toim.) Kasvit muuttuvassa metsäluonnossa. Helsinki: Tammi.
- Moilanen, M. & Issakainen, J. 2003. Puu- ja turvetuhkien vaikutus maaperään, metsäkasvillisuuden alkuainepitoisuuksiin ja puuston kasvuun. Helsinki: Metsäteho Oy. Metsätehon raportti 162.
- Mälkönen, E. 2003. Metsämaan ravinteisuuden hoito. Teoksessa: E. Mälkönen (toim.) Metsämaa ja sen hoito. Helsinki: Metsäntutkimuslaitos, Kustannusosakeyhtiö Metsälehti, 175-197.
- Niemelä, A. 2001. Liette-tuhkalannoitus: Tutkimussuunnitelma Tuomarniemen metsäoppilaitoksen havaintometsään vuonna 2001 perustetusta kokeesta. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Metsäalan yksikkö. Opinnäytetyö. Ei saatavilla.
- Päivänen, J. 1966. Sateen jakaantuminen erilaisissa metsiköissä. Helsinki: Helsingin yliopisto suometsätieteen laitos.
- Reinikainen, A. 2000. Suopursu. Teoksessa: E. Reinikainen, R. Mäkipää, I. Vanha-Majamaa, J-P. Halonen (toim.) Kasvit muuttuvassa metsäluonnossa. Helsinki: Tammi
- Rikkinen, J. 2008. Jäkälät & sammalet suomen luonnossa. Helsinki: Otava.
- Salemaa, M. 2000. Vanamo. Teoksessa: E. Reinikainen, R. Mäkipää, I. Vanha-Majamaa, J-P. Halonen (toim.) Kasvit muuttuvassa metsäluonnossa. Helsinki: Tammi.
- Smolander, A. & Priha, O. 2003. Puulajin merkitys metsämaan viljavuuden hoidossa. Teoksessa: E. Mälkönen (toim.) Metsämaa ja sen hoito. Helsinki: Metsäntutkimuslaitos, Kustannusosakeyhtiö Metsälehti, 155-158.
- Tonteri, T., Hotanen, J-P., Mäkipää, R., Nousiainen, H., Reinikainen, A., Tamminen, M. 2005. Metsäkasvit kasvupaikoillaan: kasvupaikkatyyppin, kasvillisuusvyöhykkeen, puuston kehitysluokan ja puulajin yhteys kasvilajien runsaussuhteisiin. Vantaa: Metsäntutkimuslaitos, Vantaan toimintayksikkö. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 946.

Vuokko, S. 2005. Metsien yleiset kasvit: Opas kasvupaikkojen tunnistamiseen. Helsinki: Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio.

LIITTEET

LIITE 1 Liete-tuhkalannoituskokeiden sijaintikartta



Mittakaava: 1: 40 000 © Maanmittauslaitos Lupa nro: 51 MML/08

Koe 1: Turvemaan männikkö

Koe 2: Kangasmaan männikkö

Koe 3: Kangasmaan kuusikko (Koekentät A ja B)

LIITE 2 Koelakartat

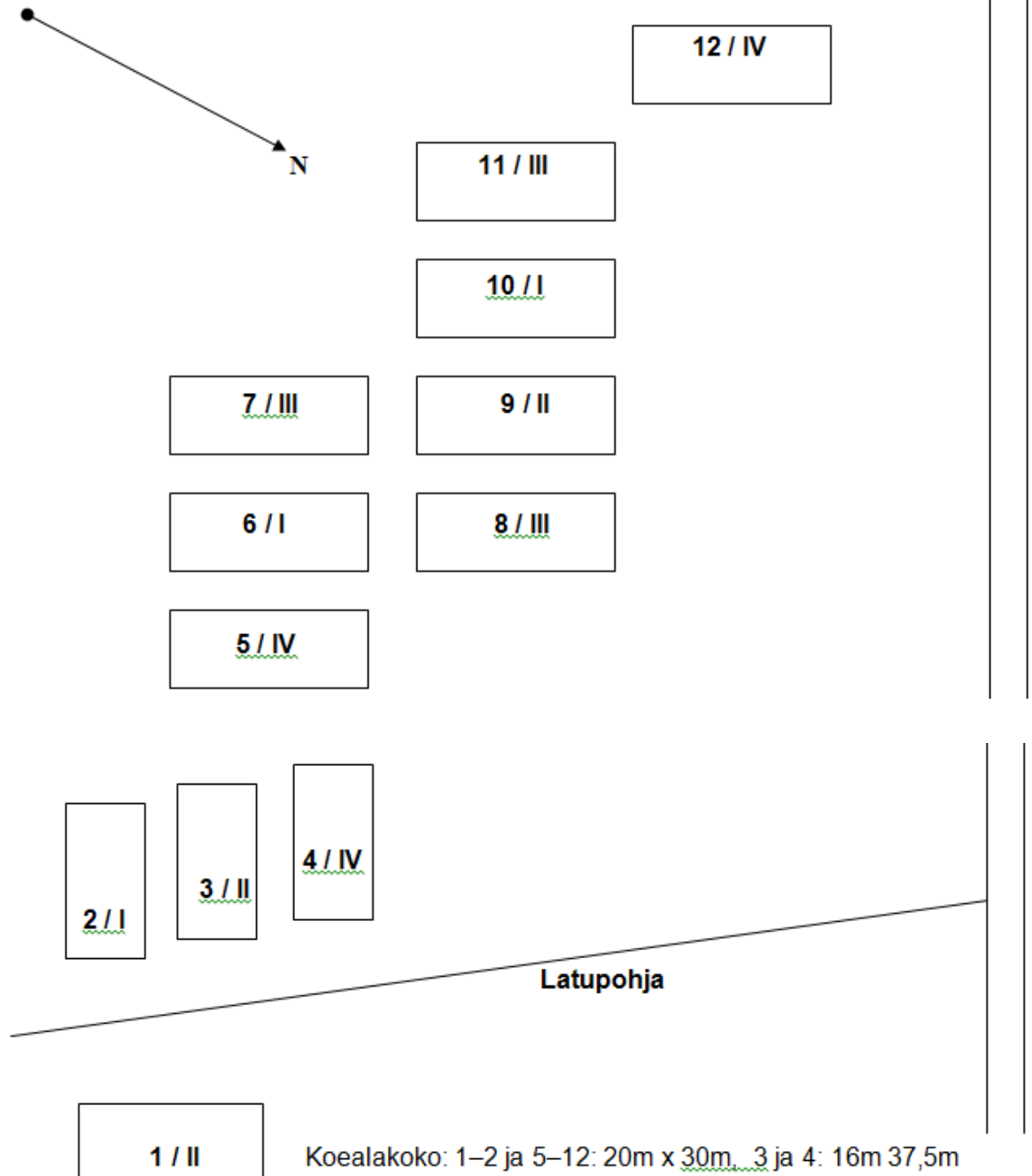
a) Koe 1. Turvemaan männikkö

Koelakan numero / Käsittely

I = käsittelemätön, II = väkilannoitettu

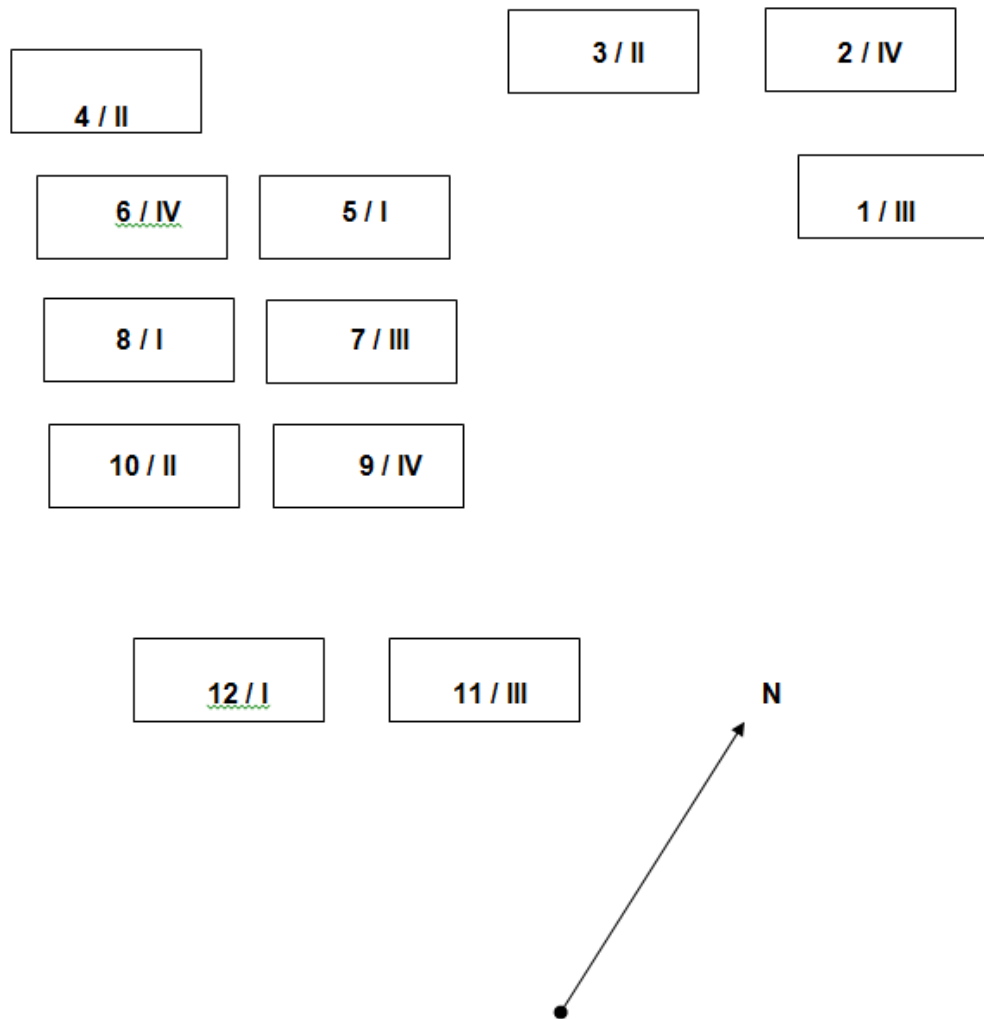
III = lietetuhkalannoitus, IV = liete-tuhka+typpilannoitus

Ähtäriin



b) Koe 2. Kivennäismaan männikkö
(Selitykset kuten kokeen 1 kartassa)

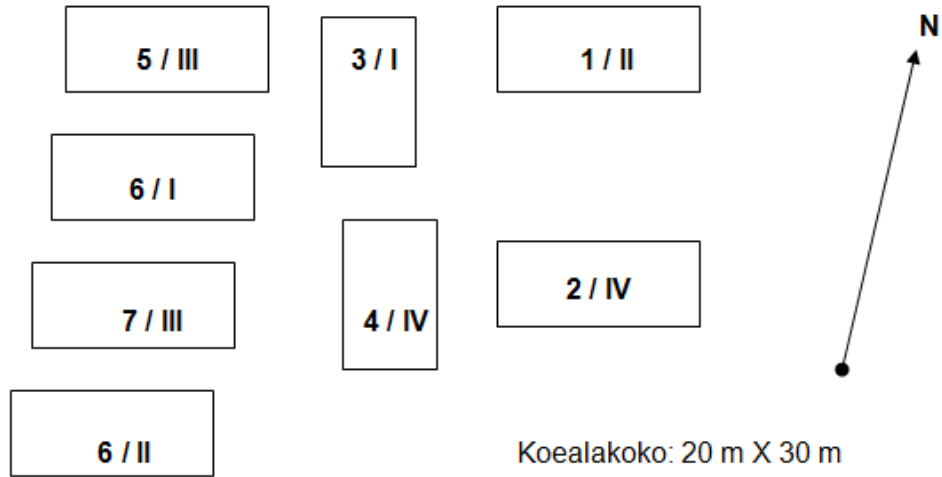
2(3)



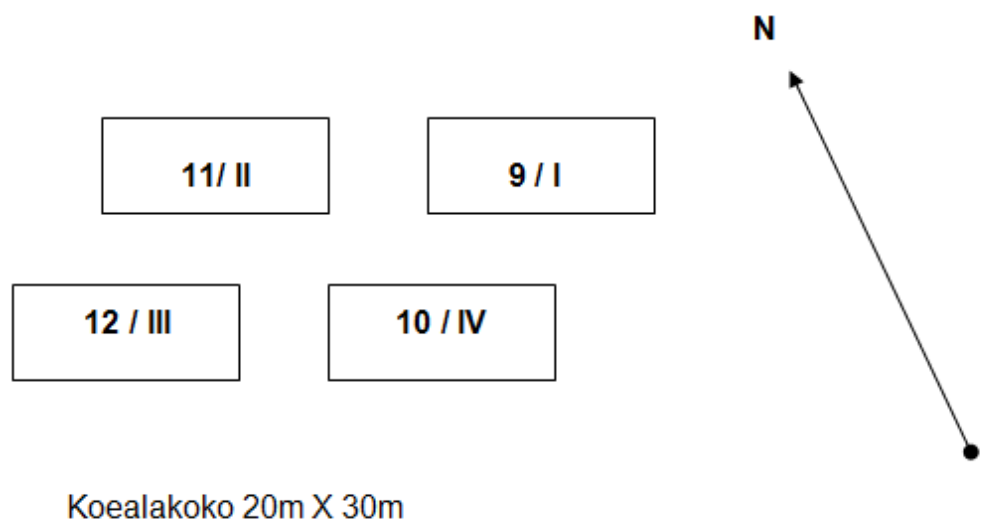
Koelakoko: 20 m X 45 m

1

Koekenttä A:



Koekenttä B:



Heinät, ruohot ja varvut

isoalvejuuri	<i>Dryopteris expansa</i>
isotalvikki	<i>Pyrola rotundifolia</i>
juolukka	<i>Vaccinium uliginosum</i>
kanerva	<i>Calluna vulgaris</i>
kangasmaitikka	<i>Melampyrum pratense</i>
karhunputki	<i>Angelica sylvestris</i>
keltalieko	<i>Diphasiastrum complanatum</i>
kevätpiippo	<i>Luzula pilosa</i>
koivu	<i>Betula sp.</i>
-hieskoivu	<i>Betula pendula</i>
-rauduskoivu	<i>Betula pubescens</i>
korpiälvejuuri	<i>Dryopteris cristata</i>
korpikestikka	<i>Calamagrostis purpurea</i>
kultapiisku	<i>Solidago virgaurea</i>
kuusi	<i>Picea abies</i>
käenkaali	<i>Oxalis acetosella</i>
lillukka	<i>Rubus saxatilis</i>
maitohorsma	<i>Epilobium angustifolium</i>

metsäalvejuuri	<i>Dryopteris carthusiana</i>	2(4)
metsäimarre	<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	
metsäkorte	<i>Equisetum sylvaticum</i>	
metsälauha	<i>Deschampsia flexuosa</i>	
metsämaitikka	<i>Melampyrium sylvaticum</i>	
metsätähti	<i>Trientalis seuropaea</i>	
mustikka	<i>Vaccinium myrtillus</i>	
muurain	<i>Rubus chamaemorus</i>	
mänty	<i>Pinus sylvestris</i>	
nuokkotalvikki	<i>Orthilia secunda</i>	
pallosara	<i>Carex globularis</i>	
pihlaja	<i>Sorbus aucuparia</i>	
puolukka	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	
oravanmarja	<i>Maianthemum bifolium</i>	
raita	<i>Salix caprea</i>	
riidenlieko	<i>Lycopodium annotinum</i>	
sormisara	<i>Carex digitata</i>	
suokukka	<i>Andromeda polifolia</i>	
suopursu	<i>Ledum palustre</i>	
tupasvilla	<i>Eriophorum vaginatum</i>	

vadelma	<i>Rubus idaeus</i>	3(4)
vaivaiskoivu	<i>Betula nana</i>	
valkolehdokki	<i>Platanthera bifolia</i>	
vanamo	<i>Linnea borealis</i>	
variksenmarja	<i>Empetrum nigrum</i>	
yövilkka	<i>Goodyera repens</i>	

Sammalet ja jäkälät

isokastesammal	<i>Plagiochila asplenioides</i>
kangasraikasammal	<i>Sphagnum capillifolium</i>
kantosuikerosammal	<i>Sciuro-hypnum starkei</i>
kiiltosuikerosammal	<i>Brachythecium salebrosum</i>
korpikarhunsammal	<i>Polytrichum commune</i>
korpirahkasammal	<i>Sphagnum girgensohnii</i>
kynsisammal	<i>Dicranum sp.</i>
- isokynsisammal	<i>Dicranum bonjeanii</i>
- kangaskynsisammal	<i>Dicranum polysetum</i>
metsäkerrossammal	<i>Hylocomium splendens</i>
metsälehväsammal	<i>Plagiomnium cuspidatum</i>
metsäsuikerosammal	<i>Sciuro-hypnum oedipodium</i>

punarahkasammal *Sphagnum magellanicum* 4(4)

rämekehrunsammal *Polytrichum strictum*

rämerahkasammal *Sphagnum angustifolium*

seinäsammal *Pleurozium schreberi*

sulkasammal *Ptilium crista-castrensis*

suonihuopasammal *Aulacomnium palustre*

varvikkorahkasammal *Sphagnum russowii*

harmaa poronjäkäli *Cladina rangiferina*

palleroporonjäkäli *Cladina stellaris*

Muut

kangasrousku *Lactarius rufus*

LIITE 4. MAASTOLOMAKE

1(1)

MAASTOLOMAKE										
KASVILLISUUSKARTOITUS ÄHTÄRIN LIETE-TUHKALANNOITUSKOHTE										
PÄIVÄMÄÄRÄ			TEKIJÄ							
KOE		KOEALA			LANNOITE					
METSÄTYYPPI			PUULAJI							
KENTTÄKERROS										
KASVILAJIT	1 Peitt. %	2 Peitt. %	3 Peitt. %	4 Peitt. %	5 Peitt. %					
POHJAKERROS	1 Peitt. %	2 Peitt. %	3 Peitt. %	4 Peitt. %	5 Peitt. %					
MUUT	1 Peitt. %	2 Peitt. %	3 Peitt. %	4 Peitt. %	5 Peitt. %					
MUUTA HUOMIOITAVAA										