

Jussi Seppänen

METSÄNLANNOITUS

Tuottava sijoitus


Opinnäytetyö
Metsätalouden koulutusohjelma




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>	<p>Opinnäytetyön päivämäärä</p> <p>4.5.2011</p>	
<p>Tekijä</p> <p>Jussi Seppänen</p>	<p>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</p> <p>Metsätalouden koulutusohjelma Metsätalous</p>	
<p>Nimeke Metsänlannoitus – Tuottava sijoitus</p>		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Työn tavoitteena on tuoda esille metsänlannoituksen kannattavuutta Suomen metsissä ja kertoa lannoituskohteista, lannoitteiden levityksestä, lannoitteista ja metsien ravinnepuutoksista.</p> <p>Metsänlannoitus Suomessa voidaan jakaa kasvatyslannoitukseen ja terveyslannoitukseen. Kasvatyslannoituksen tavoitteena on saada lannoituksen avulla lisää kasvua puustolle terveissä ja hyväkuntoisissa metsiköissä. Kasvatyslannoituksista saadaan paras tuotto tuoreen ja lehtomaisen kankaan kuusikoissa sekä kuivahkon ja tuoreen kankaan männiköissä. Kasvatyslannoitus on kannattavinta tehdä puuston ollessa 40–60 -vuotiasta, jolloin arvokas tukkipuun osuus lisääntyy nopeasti.</p> <p>Terveyslannoituksen tavoitteena on lisätä puustoon niitä ravinteita, jotka ovat terveellisen kasvun edellytyksenä. Oikeanlaisella lannoituksella estetään puiden kasvuhäiriöt ja mahdolliset kuolemat. Terveyslannoitukseen saa kestävän metsätalouden rahoituslain tukea.</p> <p>Metsänlannoitukset tehdään nykyään yleisimmin helikopterilannoituksella. Lannoituksista valtaosa toteutetaan yhteishankkeina, jolloin säästetään kustannuksissa ja saadaan lannoitettua laajempi alue tehokkaasti. Lannoituksia tehdään myös metsätraktorilevityksinä ja pienissä määrin käsipelissä.</p> <p>Nyky-yhteiskunnassa ympäristö ja luonnonarvot ovat tärkeässä roolissa. Se on huomioitu ympäristöstävällisissä ja hidasliukoisissa lannoitteissa. Metsänlannoituksen ympäristöhaitat ovatkin nykyään erittäin vähäiset verrattuna vuosikymmeniä taaksepäin. Metsänlannoituksesta on jopa monia hyödyllisiä asioita ympäristölle.</p>		
<p>Asiasanat (avainsanat) Metsänlannoitus, terveyslannoitus, kasvatyslannoitus.</p>		
<p>Sivumäärä 27s.</p>	<p>Kieli suomi</p>	<p>URN URN:NBN:fi:mamk-opinn201183765</p>
<p>Huomautus (huomautukset liitteistä)</p>		
<p>Ohjaavan opettajan nimi Pasi Pakkala</p>	<p>Opinnäytetyön toimeksiantaja</p>	

DESCRIPTION

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences		Date of the bachelor's thesis May 4,2011
Author Jussi Seppänen	Degree programme and option Degree Programme in Forestry	
Name of the bachelor's thesis Forest Fertilization-Productive investment		
Abstract <p>The aim of this thesis was is to raise the profitability of forest fertilization in Finnish forests and tell about fertilization sites, fertilizer distribution, fertilizers and forest nutrient deficiencies .</p> <p>Forest Fertilization in Finland can be divided into growth-enhancing fertilization and corrective fertilization. The goal of growth-enhancing fertilization is to increase the growth of tree stock. Growth-enhancing fertilization should be done when the tree is 40-60 years old.</p> <p>The aim of the corrective of fertilization is to increase the nutrients in trees, which are required for healthy growth. With proper fertilization of trees it is possible to prevent growth disturbances and possible tree losses. You can get financial support (kemera) for health fertilization.</p> <p>Forest fertilization is usually done by a helicopter. Fertilization is carried out in vast majority of joint projects, thereby saving the costs and larger areas can be fertilized effectively. Fertilization can also be done by tractor or by hand. There are many useful things for the environment due to forest fertilization.</p> <p>In today's society, environment and natural values have an important role. Environmentally-friendly fertilizers are taken into account. The environmental damage of forest fertilization is now very low compared to several decades back. The environment benefits from forest fertilization in many ways.</p>		
Subject headings, (keywords) Forest fertilization, Corrective fertilization, Growth-enhancing fertilization		
Pages 27p.	Language Finnish	URN URN:NBN:fi:mamk-opinn201183765
Remarks, notes on appendices		
Tutor Pasi Pakkala	Employer of the bachelor's thesis	

SISÄLTÖ

KUVAILULEHDET

1	JOHDANTO	1
2	METSÄMAAN RAVINTEET.....	2
2.1	Pääravinteet.....	2
2.2	Hivenravinteet.....	4
2.3	Puiden ravinnetarve	5
2.4	Ravinneanalyysi.....	6
2.5	Neulasanalyysi.....	6
2.6	Maa-analyysi.....	7
3	LANNOITUKSEN TAVOITTEET	7
3.1	Tavoitteet kasvatus- ja terveyslannoituksissa.....	7
3.2	Lannoituskohteen valinta.....	8
3.3	Lannoituskohteet kangasmailla	9
3.4	Lannoitus turvemailla	10
4	LANNOITUKSEN KANNATTAVUUS.....	12
4.1	Lannoituksella lisää puuta	12
4.2	Terveyslannoitus.....	14
4.3	Kasvatuslannoitus	15
4.4	Metsityslannoitus	16
5	METSÄLANNOITTEET.....	16
5.1	Yleistä lannoitteista	16
5.2	Kangasmetsien lannoitteet.....	17
5.3	Suometsien lannoitteet.....	18
5.4	Tuhkalannoite	18

6	LANNOITUKSEN TOTEUTUS	19
6.1	Suunnittelu	19
6.2	Yhteishankkeet	20
6.3	Lannoitteiden levitys	21
6.3.1	Levitystavat	21
6.3.2	Levitysajan vaikutus	22
6.4	Varastointi.....	22
7	LANNOITUKSEN VAIKUTUKSET	23
7.1	Puun laatuun	23
7.2	Vaikutukset ympäristöön	24
8	POHDINTA	26
	LÄHTEET	28

1 JOHDANTO

Suomessa lannoitustutkimuksen käynnistäjänä voitaneen pitää O.J. Lukkalaa, joka perusti ensimmäiset turvemaiden lannoituskoalueet vuonna 1926. Ensimmäinen käytännön metsänlannoittaja oli Martti Suntela, joka lannoitti 10 hehtaaria mäntytaimikkoa Asikkalassa, vuonna 1936 ja jatkoi lannoituksia vuosittain. 1950- luvulla metsäyhtiöt näkivät lannoituksessa mahdollisuuden metsän nopeampaan kasvuun ja ensimmäiset laajat lannoituskokeet saivat alkunsa. 1960- luvulla Metsähallitus ja metsäyhtiöt vauhdittivat lannoitustoimintaa. Markkinoille tuli ensimmäinen erityisesti metsänlannoitukseen tarkoitettu lannoite ja yksityismetsien lannoitusmahdollisuuksia pyrittiin saamaan metsänomistajien tietoon. Lannoituksen huippuvuosi saavutettiin vuonna 1975, jolloin metsää lannoitettiin jopa 244 000 hehtaaria. Lannoitusmäärät laskivat nopeasti ollen 1990- luvun alussa noin 5 000 hehtaaria vuodessa, mutta ovat sen jälkeen nousseet tasaisesti ja vuonna 2007 lannoitettiin noin 35 000 hehtaaria. (Salonen 1999, 98 - 100 ; Lassila 2007, 8.)

Metsien lannoituksesta on hyödyllistä olla selvillä. Ravinnepuutokset aiheuttavat metsissä paljon laatuviikoja ja kasvutappioita. Metsäammattilaisten onkin syytä tietää metsien ravinneongelmista, jotta he osaavat neuvoa metsänomistajia tekemään terveyslannoituksia ajallaan ja oikeilla lannoitteilla. Mitä kauemmin puusto kärsii ravinneongelmista, sitä pienemmäksi tukkipuun osuus jää ja taloudelliset tappiot kasvavat. Metsänomistajia tulee myös neuvoa ja rohkaista tekemään kasvatuslannoituksia. Moni metsänomistaja ei luultavasti ole tietoinen kasvatuslannoituksella saatavasta kasvunlisäyksestä ja rahallisesta tuotosta. Oikeita kohteita lannoitettaessa rahallinen hyöty voi olla useita satoja euroja hehtaarilta. Tuottavimmilla kohteilla lannoituksesta saatava rahallinen hyöty kattaa lannoitteen hinnan ja levityksen metsään ja siitä saadaan vielä 15 prosenttia voittoa.

Käsittelen työssäni metsämaiden ravinteita, puiden ravinteiden tarvetta ja ravinteiden niukkuudesta johtuvia kasvuhäiriöitä puissa. Kerron kuinka metsämaan ravinteiden puutokset saadaan selville. Työni tärkein asia on kertoa metsien lannoituksesta. Tavoitteenani on tuoda esille terveyslannoituksen tarpeellisuus ja kasvatuslannoituksen hyödyllisyys ja niiden tavoitteet. Kerron lannoituskohteista turve- ja kangasmailla.

Lannoituksen käytännön toteutus on myös tärkeä ja ajankohtainen asia tuoda esille. Metsänomistajia varmasti kiinnostaa, millaisia lannoitteita voi levittää kullekin kohteelle, kuinka lannoituksen levitys tehdään ja mitä se tulee maanomistajalle maksamaan. Nämä asiat tulen työssäni selvittämään.

Nykyaikana luontoarvot ja metsien monimuotoisuus ovat tärkeässä roolissa. Lannoituksen ympäristövaikutukset on hyvä tuoda esille ja varsinkin metsäammattilaisten on niistä oltava tietoisia. Lannoituksella on puun laatuun myönteisiä vaikutuksia ja luontoon vaikutukset ovat osittain myönteisiä ja osittain kielteisiä. Nykyaikaiset lannoitteet on kuitenkin tehty mahdollisimman ympäristöystävällisiksi ja haittavaikutukset ympäristöön ovat pienet, toisin kuin 30 vuotta sitten.

2 METSÄMAAN RAVINTEET

2.1 Pääravinteet

Ravinteiden monipuolinen saatavuus takaa metsämaalla hyvän kasvun ja on metsän elinvoimaisuuden kannalta tärkeää. Puut tarvitsevat jopa 16 erilaista ravinnetta, joista tärkeimmät ovat typpi, fosfori ja kalium. Puiden tarvitsemat ravinteet voidaan jakaa pää- ja hivenravinteisiin. Puiden pääravinteita ovat typpi, fosfori, kalium, kalsium, magnesium ja rikki. Hivenravinteita ovat rauta, mangaani, kupari, sinkki, boori, molybdeeni ja kloori. (Metsänlannoitusopas 2004, 4.)

Typpi on yleisin ravinne kasveissa. Typpi kuuluu kasvisolujen rakenneaineisiin ja se vaikuttaa kasvissa koko kasvun ajan. Kasvu määräytyy maan typpitilan mukaan. Puu ottaa ravinteita ammonium-, nitraatti- ja ureatyyppinä. Typen puute hidastaa puiden kasvua kivennäismailla karukkokankaista aina lehtomaisiin kankaisiin saakka. Soilla puutetta tyypistä on piensaraisilla, tupasvillaisilla, isovarpuisilla ja sitä karummilla soilla. Näitä viljavimmilla soilla tarvitaan typen jatkolannoitusta puuston ollessa täystiheää. Typen puute on vaikea tunnistaa. Neulaset ovat kellertäviä ja kasvu on heikkoa. (Metsänlannoitusopas 2004, 4; Suometsien ravinteet 1991, 2.)

Fosfori on elintärkeää kasvien aineenvaihdunnan ja energiatalouden kannalta. Fosforia on oltava runsaasti, jotta siemenet itävät ja juuristo kehittyy. Puuston fosforipitoisuus

on noin kymmenesosa typen määrästä. Fosforin puutteen voi havaita metsässä puuston huonosta kasvusta sekä hennosta ja mutkaisesta vuosikasvaimesta. Myös lyhyeksi jääneet neulaset varisevat ennen aikaisesti (kuva 1). Suoalueilla fosforin puute liittyy yleensä kaliumin puutokseen. Fosforin puutetta esiintyy myös kivennäismailla. Tuoreissa ja lehtomaisissa kuusikoissa fosforilannoitus on hyödyllisintä. Männiköiden lannoituksissa fosforilisäys pitää yllä hyvää ravinnetasapainoa. (Metsänlannoitusopas 2004, 4 - 5.)



KUVA1. Yksi neulaskerta on ominaista fosforin puutoksessa (Farmit 2011).

Kalium on typen ja kalsiumin jälkeen tärkein puiden tarvitsema ravinne. Maaperässä kaliumin pääasiallisia lähteitä ovat kalimaasälpä ja kiillemineraalit. Näitä mineraaleja on runsaasti graniittisessa maaperässä varsinkin rapakivessä. Kalium on puiden aineiden kuljetusta ja vesitaloutta säätelevä tekijä. Kun kaliumia on riittävästi, se parantaa puiden pakkasen- ja kuivuudenkestävyyttä ja auttaa puiden asettumista talvilepoon. Kaliumin puutteen (kuva 2) erottaa selvimmin yleensä rämeillä alikasvoskuusissa. Uusimman vuosikasvaimen neulaset ovat vihreitä, mutta vanhemmat neulaset ovat keltaisia. Männyllä kaliumin puute muuttaa kaikki neulaset keltaisiksi ja ne varisevat pois. Kaliumin puutetta esiintyy yleensä märillä, nevaisilla ja paksuturpeisilla soilla. Ruohoisilla ja paksuturpeisilla soilla kaliumin puutetta on yleensä 10 - 15 vuotta ojituksen ja/tai lannoituksen jälkeen. Myös metsitetyillä turvepelloilla kaliumin puute on tavallista. (Metsänlannoitusopas 2004, 5; Mälkönen 2003, 176.)



KUVA2. Kaliumin puutos rämeellä (Farmit 2011).

Kalsium on solukkojen toimintojen säätelijä ja seinämien ainesosa solussa. Puut käyttävät paljon kalsiumia ja yleensä sitä on riittävästi puuston kasvun turvaamiseksi. Magnesium on lehtivihreän ainesosa. Puut tarvitsevat sitä yhteyttämiseen. Magnesiumin puutosta Suomessa saattaa olla karuilla ja lajittuneilla harjualueilla. Magnesiumin puutteen voi erottaa neulasten kärkien kellastumisena. Viimeisin puiden tarvitsema pääravinne on rikki, jota on maaperässä runsaasti. Rikin puutteesta johtuvia kasvuhäiriöitä ei ole Suomessa tunnistettu. (Metsänlannoitusopas 2004, 5; Suometsien ravinteet 1991, 4.)

2.2 Hivenravinteet

Hivenravinteet toimivat puussa elintoimintojen säätelijänä ja ovat osallisena aineenvaihdunnassa. Kangasmetsissä hivenravinteiden puutoksesta johtuvat oireet ovat yleensä boorin puutosta. Boorin puutos on yleistä kuusikoissa Keski- ja Itä-Suomessa, ja sitä voi olla yksittäisissä puissa sekä suuremmalla alueella. Tyypillisiä kohteita ovat metsitetyt turvepellot ja turvemaat. Myös kaski- ja laidunmaille, peltoheitoille ja rantaniityille istutetut kuusikot ovat yleisiä boorin puutos alueita. Boorin puutoksen tunnusmerkkejä ovat latvan kärkisilmujen kuoleminen, litistyneet versot, lukuisat sivusilmut ja toistuvista latvakadoista aiheutuva monilativaisuus (kuva 3). Kuparista ja sinkistä johtuvat kasvuhäiriöt ovat harvinaisia ja niitä saattaa esiintyä soilla ja metsitetyillä turvepelloilla. Kuparin puute aiheuttaa puun vuosikasvaimessa spiraalimaista kiertymistä ja taipumista alaspäin. Puille tärkeitä hivenaineita ovat myös mangaani, molybdeeni, kloori ja rauta mutta niiden tarpeellisuudesta tiedetään vähän. (Metsänlannoitusopas 2004, 5; Mälkönen 2003, 176; Suometsien ravinteet 1991, 4.)



KUVA3. Boorin puute aiheuttaa pensastumista kuusen latvassa (Farmit 2011).

2.3 Puiden ravinnetarve

Metsikön ravinnetarvetta voidaan arvioida ravinnetaseen avulla. Tärkein puiden kasvua rajoittava ravinne on typpi, jonka vähyys rajoittaa puiden kasvua kangasmetsissä viljavimpia kasvupaikkoja lukuun ottamatta. Ravinteiden vähäinen saatavuus vaikuttaa puiden ravinteiden käyttöön. Osa neulasissa olevista ravinteista siirtyy neulasten kellastuessa puun sisäisen ravinnekierron välityksellä varastoitavaksi ja uudelleen käytettäväksi seuraavana keväänä. Tällainen ravinnonsiirtyminen on mahdollista ainostaan tyrellä, fosforilla, kaliumilla ja magnesiumilla, sillä ne voivat siirtyä puun niilassa. Keväisin kasvun alkaessa puun sisäisellä ravinnekierrolla on tärkeä tehtävä ravinnekierron tasapainottamisessa. (Mälkönen 2003, 177,179.)

Metsikön kehitysvaihe määrittelee puuston ravinteiden saannin ja ravinnetarpeen. Taimikoissa ravinteita on yleensä riittävästi, johtuen tehdystä maanmuokkauksesta ja hakkuutähteistä vapautuvista ravinteista. Puustossa ravinnontarve on suurimmillaan metsikön ollessa 30 - 60 vuoden ikäistä. Myöhemmällä iällä puuston ravinnontarve ei ole enää niin suuri, vaikka runkopuun tilavuuskasvu on korkeaa. (Mälkönen 2003, 179.)

Eri puulajeillakin on suuria eroja ravinteiden käytössä, johtuen siitä kuinka paljon puun sisäinen ravinnekierto kattaa puun vuotuisesta ravinnetarpeesta. Havupuut käyttävät lehtipuita tehokkaammin ravinteita, johtuen neulasten sisältämistä ravinteista, jotka ovat puun käytettävissä usean kasvukauden ajan. (Mälkönen 2003, 179.)

Osa ravinteista palautuu maahan karikkeen mukana ja osa sitoutuu pitkäksi aikaa biomassaan. Tämä on ravinteiden biologista kiertoa ja sillä on suuri merkitys metsämaan tuotoskyvylle. Puuston elinvoimaisuuden ja hyvän kasvun edellytyksenä on ravinteiden tasapainoinen saatavuus, joten ravinteisuuden hoito metsämaissa on tuottavan puuntuotannon avaintekijöitä. (Mälkönen 2003, 179.)

2.4 Ravinneanalyysi

Neulas- tai ravinneanalyysin avulla määritetään kuviokohtaisesti kasvupaikan ravinnetila. Ravinneanalyysillä saadaan selvitettyä luotettavasti puiden ravinnetarve, kun näytteet on otettu ohjeiden mukaan. Analyysitulosten ohella ravinnetarpeen määrittämiseen tarvitaan tiedot puuston kunnosta, kehitysluokasta, puulajista, kasvupaikasta, sijainnista ja mahdollisesta aikaisemmasta lannoituksesta. (Metsänkasvuohjelma 2001, 22.)

Ravinneanalyysien tarve korostuu etenkin peltojen metsityksissä ja kasvuhäiriökohteissa. Lannoitussuositus annetaan analyysitulosten perusteella, jos siihen on aihetta. Analyysi on suositeltavaa tehdä ennen havaittavien oireiden ilmaantumista, mikäli on aihetta epäillä ravinnehäiriöitä. Neulasanalyysi on tutkimusten mukaan tarkempi kuin maa-analyysi, joten se on suositeltavampi menetelmä. Neulas- ja maa-analyysin hinnat viljavuuspalvelulla ovat tällä hetkellä 70,60 euroa sisältäen arvonlisäveron 23 %. (Metsänkasvuohjelma 2001, 22; Viljavuuspalvelu OY 2011.)

2.5 Neulasanalyysi

Neulasnäytteet tulee kerätä joulukuun alun ja maaliskuun lopun välisenä aikana ja lehtinäytteet elokuussa. Näytteet kannattaa kerätä harvennushakkuiden yhteydessä, jolloin se on helpointa. Kyseisinä aikoina otetut näytteet antavat parhaat tulokset puiden edellisen kesän ravinteiden otosta. Ravinnepitoisuudet vaihtelevat kasvukauden aikana ja ne voivat olla riippuvaisia säävaihtelusta. (Farnit 2011.)

Neulasanalyysissä kerätään näytteet 5 - 10 tutkittavan tai vallitsevan latvuskerroksen puista ottamalla etelänpuoleisesta oksankärjestä 1 - 2 ylintä oksakiehkuraa. Mikäli näytteen ottaminen ylimmistä oksista on mahdotonta, se tulee ottaa latvuksen ylim-

mästä kolmanneksesta. Taustatietoihin tehdään merkintä jos näytteistä löytyy poikkeavuutta. (Farmit 2011.)

Lehtinäytteet otetaan latvuksesta oksan keskivaiheilta kesän aikana syntyneiden oksien lehdistä. Näytteestä poistetaan verson uusimmat ja vanhimmat lehdet. Eri puulajien näytteitä ei saa sekoittaa keskenään. (Farmit 2011.)

2.6 Maa-analyysi

Kuviolta otetaan vähintään yksi, mutta mieluummin useampia näytteitä. Analysoitavat näytteet kootaan noin kymmenestä osanäytteestä eri puolelta kuviota. Näyte otetaan kivennäismaalla humuskerroksesta ja sen alapuolelta n. 10 - 15 cm paksuisesta kivennäismaa kerroksesta. (Farmit 2011.)

Farmit (2011) määrittelee maa-analyysin ottamisen seuraavalla tavalla. ”Humuksen pinnalta poistetaan elävä sammal ja karike, minkä jälkeen otetaan näyteviipale koh-tisuoraan maanpinnasta 20 cm syvyyteen saakka. Viipaleesta humus erotetaan toiseen ja kivennäismaa toiseen astiaan. Näin kootaan osanäytteet, joista sekoituksen jälkeen otetaan lopullinen vähintään 0,5 litran humus- ja 0,5 litran kivennäismaanäyte analyysiä varten. Näytteet merkitään selkeästi esim. kuvio 5/kivennäis, kuvio 5/humus.

Turvemaasta näyte otetaan poistamalla karike ja sammalkerros, sekä 5 cm:n paksuudelta pintaturvetta. Osanäytteet kerätään 5 - 15 cm:n kerroksesta yhteen astiaan. Sekoituksen jälkeen otetaan lopullinen 0,5 litran näyte analysoitavaksi. Pellonmetsitys-alueilla näytteet otetaan muokkauskerroksesta. Oheen liitetään näytteen tunnistamis- ja metsikkötiedot, sekä metsänomistajan yhteystiedot.”

3 LANNOITUKSEN TAVOITTEET

3.1 Tavoitteet kasvatus- ja terveyslannoituksissa

Kasvatuslannoituksen tavoitteena on parantaa puuston kasvua lisäämällä maaperään niitä ravinteita, joita siellä on niukasti puuston tarpeeseen nähden. Terveyslannoituksella pyritään korjaamaan maan ravinne-epätasapainoa ja samalla lisäämään puuston

kasvua. Puuntuotannon lisäämisen ohella oikeanlaisella lannoituksella edistetään vaurioituneiden tai heikkokuntoisten metsiköiden toipumista ja vahvistetaan puuston kestävyyttä mahdollisia tuhoja vastaan. (Mälkönen. 2003, 182; Kukkola & Moilanen 2005, 65.)

Kasvatuslannoituksella on tavoitteena lisätä puuston kasvua, joten lannoituskohteiksi tulee valita terveitä metsiä. hyviä kohteita ovat keski-ikäiset hyvin hoidetut kuivahkojen ja tuoreiden kankaiden männiköt ja tuoreiden ja lehtomaisen kankaan kuusikot. Terveyslannoituskohteet taas selvitetään ravinneanalyysin perusteella, jotta tiedetään mitä ravinnehäiriöitä kohteella on ja mitä ravinteita sisältäviä lannoitteita sinne tarvitaan. (Makkonen & Häggman 2008, 6.)

Ennen lannoituksen toteuttamista on tiedettävä riittävästi metsämaan metsämaiden ravinnevaroista, puuston ravinnetarpeesta ja maan ravinteisuuden sekä muiden kasvupaikkatekijöiden välisistä suhteista. Koska ravinteiden lisäämisellä on vaikutusta koko metsikön ravinnekiertoon ja koko metsäekosysteemiin, tulisi ravinnelisäyksen vaikutuksista olla selvillä metsäekosysteemin tasolla. Ympäristönsuojelu on otettava myös huomioon huolellisella lannoituskohteen valinnalla ja käyttämällä sopivia lannoitteita ja lannoitemääriä kullakin kohteella. (Mälkönen. 2003, 182.)

3.2 Lannoituskohteen valinta

Lannoituskohteen valinta ratkaisee, kuinka hyvään taloudelliseen ja puuntuotannolliseen tulokseen lannoituksella päästään, ja millaisia mahdollisia haittavaikutuksia sillä voi olla luonnolle. Lannoituskohteet valitaan kangasmetsissä metsätyypin, puulajin ja puuston kehitysvaiheen perusteella. Jos puustossa ilmenee kasvuhäiriöitä, on silloin tehtävä neulasanalyysi. (Mälkönen 2003, 182.)

Yleinen käsitys metsämaan ravinteisuudesta saadaan metsätyyppien perusteella, mutta mahdolliset ravinne-epätasapainot puissa on hankalaa tunnistaa ilman ravinneanalyysia. Lannoituksella saatavaa kasvunlisäystä on vaikea ennustaa neulasten ravinnepitoisuuksien perusteella. (Mälkönen 2003, 182.)

Ravinteiden niukkuus rajoittaa puiden kasvua eniten kuivahkoilla ja tuoreilla kankaila. Karuilla kasvupaikoilla puustolla on käytettävissä niukkojen ravinnevarastojen lisäksi myös niukasti vettä. Viljavimmilla mailla taas ilmastotekijät rajoittavat kasvua.

Lannoitteiden avulla saatavasta ravinteisuuden korjaamisesta on hyötyä vain, jos maaperän vesiolot ovat kunnossa. Puusto tarvitsee myös riittävästi tilaa kasvaakseen, sillä lannoituksella saatava kasvunlisäys kasvattaa suureksi osaksi neulasmassaa. (Mälkönen 2003, 182.)

3.3 Lannoituskohteet kangasmailla

Lannoituskohteet tulee valita tuottotavoitteiden ja metsän tarpeen mukaan (taulukko1). Yleisin tavoite on metsätulojen lisääminen puiden kasvua parantamalla. Tällaisia kohteita ovat hoidetut, hyväkuntoiset tuoreen ja kuivahkon kankaan havupuuvallaiset metsiköt. Lannoituksella suurin tilavuuskasvunlisäys kasvatusmetsissä saadaan puuston ollessa keski-ikäistä. Kuivien kankaiden männiköt ja varsinkin pystykarsitut männiköt ovat myös hyviä lannoituskohteita. Kannattavia lannoituskohteita ovat myös nuoren metsän kunnostuskohteet, joissa lannoituksella saadaan nopeutettua kuitupuiden järeytymistä tukeiksi. (Farmit 2011; Mälkönen 2003, 182 - 183.)

Kangasmetsissä puusto on lannoituskelpoista ensiharvennuksen jälkeen. Tässä vaiheessa lannoitus ei enää heikennä puun laatua lisäämällä oksaisuutta. Nuorenmetsän lannoitus lisää kuitenkin lumituho- ja myrskyriskiä, varsinkin jos harvennuksessa puusto on jätetty väljäksi. (Mälkönen 2003, 183.)

Kangasmailla typpi rajoittaa eniten puiden kasvua. Typen ohella kasvua rajoittava ravinne on fosfori, varsinkin kuusikoissa. Kivennäismailla voi olla pulaa myös boorista, josta aiheutuu kasvuhäiriöitä. Nykyisin metsälannoitteissa on mukana booria, joka ennaltaehkäisee boorinpuutoksen vähintään 20 vuoden ajaksi. (Kukkola & Moilanen 2005, 65.)

TAULUKKO1. Kangasmetsien lannoitustarve (Farmit 2011).

Kangasmetsien lannoitustarve		
Kasvupaikka	Lannoitustarve kg/ha	
	Typpi N	Fosfori P
Lehtokangas	ei lannoitustarvetta	
Lehtomainen kangas		
- kuusikko	120-200	10-30
- männikkö	ei lannoitustarvetta	ei lannoitustarvetta
Tuore ja kuivahko kangas		
- kuusikko	120-200	10-30
- männikkö	120-200	(10-30)
Kuiva kangas		
- kuusikko	(vain terveyslannoituksia)	(vain terveyslannoituksia)
- männikkö	120-200	
Karukko kangas	(vain terveyslannoituksia)	

()= jatkolannoituksessa

[]= jatkolannoituksessa, mutta suositellaan myös ensimmäisellä lannoituskerralla

3.4 Lannoitus turvemilla

Suometsissä on usein kysymys lannoituksista, jotka turvaavat metsänparannustöiden tuloksia. Lannoitusta tarvitsevat ravinnehäiriöistä kärsivät viljavat suot ja ravinnonpuutteessa olevat ojitusalueet. Kunnostusojituksen yhteydessä kannattaa selvittää puuston ravinnetila ja tarvittaessa lannoittaa. Ilman sitä nuorenmetsän kunnostukseen ja ojitukseen käytetyt rahat saattavat mennä hukkaan. (Metsänkasvuohjelma 2001, 25.)

Hyviä lannoituskohteita ojitetuilla turvemilla ovat runsastyyppisten kasvupaikkojen männiköt ja kuusikot. Parhaita kohteita ovat kunnostusojituskelpoiset runsastyyppiset ja hyväkuntoiset mustikka- ja puolukkaturvekangastyypien mäntyvaltaiset metsiköt (taulukko 2). (Makkonen & Häggman 2008, 9.)

Turvemaat ovat ravinnetaloudeltaan erilaisia kuin kangasmaat. Turvemaisissa typen määrä vaihtelee erittäin paljon ja sen niukkuus rajoittaa puuston kasvua. Turvemaisilla metsänkasvatuksen edellytyksenä on typen riittävä vapautuminen turpeesta. Siihen vaikuttavat turpeen ominaisuudet, sademäärä ja lämpösumma. (Makkonen & Häggman 2008, 9.)

Turpeen typpipitoisuutta voidaan arvioida turvelajin ja turpeen maatuneisuuden perusteella. Typpeä on sitä enemmän mitä maatuneempaa turve on. Käyttökelpoisen typen määrää puustolle kuvaa parhaiten alueen lämpösumma ja turpeen typpipitoisuus. Etelä- ja Keski-Suomessa typpeä on yleensä tarpeeksi puiden käytettävissä, kun turpeen typpipitoisuus pintakerroksessa on vähintään 1,5 prosenttia. Pohjois-Suomessa typen puutos rajoittaa enemmän puuston kasvua varsinkin viileinä kesinä, jos turpeen typpipitoisuus pintakerroksessa on alle 2 prosenttia. (Makkonen & Häggman 2008, 9.)

Turvemaisissa on yleensä vähemmän kivennäisravinteita kuin kangasmaissa, kuten fosforia, kaliumia, booria, sinkkiä ja kuparia. Eritoten runsastyppisillä soilla puuston kasvua hidastaa fosforin, boorin ja kaliumin vähäinen määrä. (Makkonen & Häggman 2008, 9.)

Jos ojitettu suo on ollut puustoinen jo uudistushetkellä, niin se on ravinteisuudeltaan tasapainoisempi kuin vähäpuustoiset suot tai avosuot. Myös turvekerroksen paksuudella on vaikutusta. Ohutturpeisilla soilla kasvuhäiriöt ovat harvinaisempia kuin paksaturpeisilla soilla. Ohutturpeisuuden rajana pidetään, jos turvekerrosta on alle 0,3 - 0,4 metriä. (Makkonen & Häggman 2008, 10.)

Fosforin ja kaliumin määrää arvioidaan suotyypin ja sen lisämääreiden, kuten turvekerroksen paksuuden, siniheinäisyyden ja nevaisuuden perusteella. Terveyslannoituskohteissa on paljon typpeä suhteessa kaliumiin ja fosforiin. Yleisimpiä terveyslannoituskohteita ovat paksaturpeiset mustikka- ja II-tyypin puolukkaturvekankaat. (Makkonen & Häggman 2008, 10.)

TAULUKKO2. Suometsien lannoitustarve (Farmit 2011).

Suometsien lannoitustarve			
Kasvupaikka	Lannoitustarve kg/ha		
	Typpi	Fosfori	Kalium
Muuttumat ja turvekankaat			
- lehtoturvekangas/muuttuma	ei lannoitustarvetta		
- ruoho- ja mustikkaturve- kangas/muuttuma	(100)	35-40	85
- puolukka- ja varputurve- kangas/muuttuma	100	35-40	85
- jäkäläturvekangas/muuttuma	ei lannoituskelpoinen		
Korvet ja rämeet			
- lehtokorpi	ei lannoitustarvetta		
- letto- ja ruohoräme		35-40	85
- ruohokorpi	ei lannoitustarvetta		
- mustikkakorpi, suursararäme		30-40	60-85
- puolukka- ja tupasvillakorpi, sekä pien- sararäme	[100]	30-40	60-85
- tupasvilla- ja iso- varpuinenräme	100	30-40	60-85

()= jatkolannoituksessa

[]= jatkolannoituksessa, mutta suositellaan myös ensimmäisellä lannoituskerralla

4 LANNOITUKSEN KANNATTAVUUS

4.1 Lannoituksella lisää puuta

Tähänastisen metsänlannoituksen on arvioitu tuottavan puuta jopa 50 miljoonaa kuutiometriä, mikä vastaa lähes metsäteollisuuden käyttämää vuosittaista määrää. Lannoituksella tuotetun puun kantorahaksi arvioidaan noin 1,5 miljoona euroa. (Salonen 1999, 102.)

Metsänlannoitus on tuottavin puuntuotannon sijoitus. Metsänlannoitus kannattaakin kantorahatulosten sijoitusvaihtoehtoja arvioitaessa nostaa yhdeksi varteenotettavaksi vaihtoehdoksi. Parhaista lannoituskohteista saadaan jopa 15 - 25 prosentin tuotto, mikä on hehtaarikohtaisesti useita satoja euroja. (Kemira GrowHow.)

Lannoitus on suunnitelmallisen ja aktiivisen metsänomistajan sijoitusmuoto, sillä se tuottaa parhaiten hyvin hoidetuissa metsissä. Lannoitus saattaa olla hyvin kannattavaa etenkin silloin, kun saadaan ravinnelisäyksen avulla paremmat hakkuutulot ja saadaan lannoituksella lisättyä arvokkaan tukkipuun osuutta puustossa. Lannoitus onkin parasta kytkeä hakkuuohjelmaan. Jos metsiköiden hakkuissa ei edetä suunnitelmallisesti, saattaa myös lannoituksen kannattavuus jäädä epävarmaksi. Kangasmetsissä on järkevää lannoittaa sellaisia kohteita, jotka hakataan noin kymmenen vuoden kuluttua. Turvemaidella hakkuu kannattaa kohdentaa sellaisille kasvupaikoille, joilla on pahimmat ravinneongelmat, mutta metsänkasvatus on kuitenkin kannattavaa. (Kukkola & Moilanen 2005, 66.)

Normaalilla typpiannoksella (150 kg/ha) lannoittaessa vaikutus kestää kivennäismailla männikössä 6 - 8 vuotta ja kuusikoissa 8 - 10 vuotta. Kuivahkolla kankaalla männikössä suomensalpietarin (550 kg/ha) lannoituksella saadaan kasvun lisäystä jopa 13 - 19 kuutiota hehtaarilla 8 vuoden ajan. Tällöin lannoituksella saatava sisäinen korko on jopa 24 prosenttia. (Hynönen ym. 2002, 11.)

Taloudellisesti erittäin hyviä kohteita ovat viljavien kivennäismaiden kuusikot, jotka kärsivät hivenravinteiden puutoksesta. Jos kyseisiä kohteita ei lannoiteta, ne jäävät aukkoisiksi ja vajaatuottoisiksi metsiksi. Myös puiden laatu kehittyy huonoksi ja taloudelliset tappiot ovat suuret. Tällaisissa kohteissa lannoitus kannattaa tehdä mahdollisimman nopeasti, kun on havaittu kasvuhäiriöitä puissa. Tukkiisuuden määrä saattaa jäädä alle puoleen ja taloudellinen tulos hehtaaria kohden voi olla tuhansia euroja alhaisempi, kuin normaalisti kehittyvissä metsissä kiertoajan aikana. Harvennushakkuutulot jäävät myös alhaisemmiksi. (Hynönen ym. 2002, 12.)

4.2 Terveyslannoitus

Terveyslannoituksen tavoitteena on parantaa ja ylläpitää puuston normaalia kehitystä silloin, kun puustossa on ravinne-epätasapainosta aiheutuvia kasvuhäiriöitä tai puiden kuolemisia. Terveyslannoituksen avulla mahdollistetaan puiden tasapainoinen ravinteiden saanti. (Hynönen ym. 2002, 16; Kukkola & Moilanen 2005, 67.)

Yleisimpiä kohteita kivennäismailla ovat viljavien maiden kuusivaltaiset metsät. Useimmiten ne ovat pelloille tai lehtipuuvaltaisille hakamaille perustettuja istutuskuusikoita. Myös kaikki muut hivenravinteista kärsivät kohteet tulevat kyseeseen. Turvemailla yleisimpiä kohteita ovat runsastyyppisten soiden puustot ja turvemaapeltojen metsitysalueet, jotka ovat alun perin olleet märkiä ja vähäpuustoisia paksaturpeisia soita. (Hynönen ym. 2002, 16.)

Terveyslannoitusta tehdään yleensä nuorissa tai varttuneissa kasvatusmetsissä. Myös taimikot ovat hyviä kohteita, jos niissä on ravinnehäiriöitä tai ne sijaitsevat lähellä terveyslannoitettavaa kasvatusmetsää. Lannoitus kannattaa tehdä vasta silloin, kun metsän kehityksen kannalta tarpeelliset metsänhoitotoimenpiteet on tehty tai ne tul- laan tekemään heti lannoituksen jälkeen. (Hynönen ym. 2002, 16.)

Metsänterveyslannoitukseen voi saada kestävän metsätalouden rahoituslain mukaista avustusta eli Kemera-avustusta. Lannoituskohteen on oltava vähintään yhden hehtaarin kokoinen ja puuston on oltava kehitysluokaltaan T1, T2, O2 tai O3 eli taimikoista varttuneisiin kasvatusmetsiin. Lannoituskohteen on lisäksi oltava havupuuvaltaisilla kangas- tai turvemailla, lehtipuuvaltaisilla entisillä maatalousmailla tai ravinnetasolta vähintään suursaraisilla soilla. Metsänterveyslannoitukseen ei saa rahoitusta alueilla, joilla lämpösumma jää alle 800 d.d. eikä alueilla, joiden maaperä on vettä läpäisevätöntä savimaata. (Farmit 2011; Kemera-opas 2007.)

Kemera-avustus on I-vyöhykkeellä 40 %, II-vyöhykkeellä 55 % ja III-vyöhykkeellä 65 % lannoituskustannuksesta ja avustuksen määrä on etelästä pohjoiseen vyöhykkeittäin porrastettuna (taulukko 3). Lannoitteen levityksen avustus määräytyy levitystyön keskimääräisen kustannuksen perusteella. Avustus on 0,11 euroa/kg. Jos kiinteistöllä ei ole voimassa olevaa metsäsuunnitelmaa, niin avustusta alennetaan 10 prosenttiyksiköllä. Avustus myönnetään toteutuneiden kustannusten perusteella ja kaukokuljetuskustannukset sisältyvät lannoitekustannuksiin. Lannoitustyön on perustuttava ennalta

laadittuun ja hyväksytyyn suunnitelmaan. Metsäkeskus tekee päätöksen rahoituksen myöntämisestä. Metsän kasvatuslannoitukseen avustusta ei myönnetä. (Metsäkeskus 2008; Kemira-opas 2007.)

TAULUKKO 3. Esimerkki: Kemera-avustuksen määrä vyöhykkeittäin käytettäessä Boori-NP lannoitusta 500 kg/ha, tilalla on metsäsuunnitelma (Koistinen 2011).

	Vyöhyke		
	1	2	3
	€/ha		
Lannoite	54	74	88
Levitys	22	30	36
Yhteensä	76	104	124



4.3 Kasvatuslannoitus

Kasvatuslannoituksella voidaan tuottaa puuta nopeammin ja taloudellisesti kannattavammin. Kivennäismailla typpilannoituksella saadaan puu kasvamaan nopeammin kuin kasvupaikan luontainen tuotoskyky edellyttää. Lannoituksen vaikutusaika on 6–10 vuotta, joten se ei ole kovin pitkäkestoinen. Turvemaidella kasvatuslannoituksen vaikutusajat ovat huomattavasti pidempiä. Soilla käytettävät lannoitusravinteet ovat yleensä kalium ja fosfori. (Hynönen ym. 2002, 17.)

Kasvatuslannoituksia on kannattavinta tehdä vain terveissä ja hyväkasvuisissa metsissä. Kasvatuslannoituksista saadaan paras tuotto tuoreen ja lehtomaisen kankaan kuusikoissa sekä kuivahkon ja tuoreen kankaan männiköissä. Kivennäismaalla puuston kasvua hidastaa yleensä typen puute. Nykytietämyksen mukaan koivuvaltaisia metsiköitä ei ole järkevää lannoittaa, mikäli maan ravinnetalous on tasapainossa. (Hynönen ym. 2002, 17; Metsälehtimakasiini 2007.)

Lannoittaessa metsää kaksi kertaa kiertoaajan aikana, kannattaa ensimmäinen lannoitus tehdä ensiharvennusvaiheessa ja toinen metsän lähestyessä uudistuskypsyttä. Ensimmäisen lannoituksen ansiosta puusto järeytyy nopeammin kuiduksi ja toisella lannoituksella tukiksi. (Metsälehtimakasiini 2007.)

Lannoituksesta saatava taloudellinen hyöty riippuu kasvupaikasta. Parhaimmillaan lannoituksella saadaan 15 - 22 kuutiometrin kasvunlisäys hehtaarilla 8 - 10 vuoden aikana. Lannoituksesta saatava vuotuinen korko on silloin 15 - 25 prosenttia. Tämän lisäksi jokainen lannoituskerta lyhentää puuston kiertoaikaa arviolta 2 - 3 vuodella. Lannoituskustannukset ovat myös vähennyskelpoisia puun myyntitulon verotuksessa. (Hynönen ym. 2002, 17; Metsälehtimakasiini 2007.)

4.4 Metsityslannoitus

Metsityslannoitus tulee kysymykseen silloin, kun ennestään puuttomien alueiden metsitysten yhteydessä korjataan maan epävakaata ravinnetaloutta. Yleisimpiä kohteita ovat metsitettävät pellot ja entiset turvetuotantoalueet. Myös normaalin uudistamisalueen yhteydessä saatetaan joutua käyttämään lähinnä hivenravinteita silloin, kun alueella on aikaisemmassa puusukupolvessa ilmennyt epänormaalia kehitystä puissa. (Hynönen ym. 2002, 15.)

Peltojen metsityksen yhteydessä käytetään lannoitteita useimmiten turvemaista raiva-
tuilla pelloilla. Kivennäismaapeltojakin voidaan lannoittaa, jos alueella on merkkejä maan epätasapainoisesta ravinnetaloudesta tai maasta tehdyn ravianalyysin perusteella. Turvemaapelloilla on niukkuutta hivenravinteiden ohella yleensä myös kaliumista. (Hynönen ym. 2002, 15.)

5 METSÄLANNOITTEET

5.1 Yleistä lannoitteista

Lannoitteiden raaka-aineet tulevat luonnosta. Sellaisenaan ne ovat heikosti liukenevia ja siksi sopivat huonosti kasvien käyttöön. Lannoitteiden valmistuksessa raaka-aineet jalostetaan kasveille sopivammiksi ja räätälöidään eri kasvupaikoille ja kasveille sopiviksi. (Metsänkasvuohjelma 2001, 30.)

Lannoitteet valmistetaan käytettävän kohteen tarpeita vastaavista puhtaista raaka-aineista. Lannoitesuolat ovat kemiallisesti lähes samanlaista kuin ruokasuola, mutta ne

eivät ole ravintoaineita. Lannoitteet muodostavat liuetessaan ioneja, joita kasvit käyttävät kasvuun. Kasvit ottavat samoja ioneja ilman lannoitustakin. Metsälannoitteet ovat osaksi samoja kuin peltolannoitteetkin. Metsälannoitteissa käytetään raaka-aineena veteen liukenematonta apatiitin fosforia. Metsän erikoislannoitteissa yli kaksi kolmasosaa tyypeistä on pitkäaikaisesti vaikuttavaa. Metsälannoitteissa on paljon hivenravinteita muun muassa booria. (Metsänkasvuohjelma 2001, 30.)

Päätehakkuuikää lähestyvissä metsissä on suotavaa käyttää nopeavaikutteisia lannoitteita. Pitkävaikutteiset lannoitteet soveltuvat paremmin terveyslannoituksiin ja nuorten metsien lannoituksiin. Käyttörajoitusten alarajoilla olevat lannoitemäärät sopivat Pohjois-Suomeen ja ylärajoilla olevat Etelä-Suomeen. (Metsänkasvuohjelma 2001, 30.)

5.2 Kangasmetsien lannoitteet

Metsän NP 1 on kangasmaiden kuusikoissa ja männiköissä käytettävä lannoite. Lannoite sopii myös koivikoihin. Käyttösuositus lannoitteella on 450 - 800 kg/ha 6 - 8 vuoden välein. Lannoite sisältää hivenravinteista mm. booria, joka ehkäisee puiden latvavaurioita, sekä hapansateiden huuhtomia magnesiumia ja kalsiumia. Metsän NP 2 on tehty kivennäismaiden boorin puutteesta kärsivien kasvatusmetsien terveyslannoituksiin. Käyttösuositus on 450 - 550 kg/ha tai tehdyn ravinneanalyysin mukaan. NP1 ja NP2 lannoitteiden levitys tulee tehdä lumettomaan maahan. (Yara 2011.)

Suomensalpietari on typpilannoite, joka soveltuu parhaiten käytettäväksi kangasmaiden männiköihin, mutta sitä voidaan käyttää myös kuusikoissa. Käyttösuositus on 400 - 750 kg/ha 6 - 8 vuoden välein. Levitysjankohta on kevästä alkusyksyyn. (Yara 2011.)

Booriravinne on tehty kivennäismaiden boorin puutteesta kärsivien taimikoiden ja riukuvaiheen metsiköiden lannoitukseen ja metsityslannoitukseen kivennäismaapelloilla. Lannoitetta suositellaan käytettäväksi 250 - 300 kg/ha tai ravinneanalyysin mukaan. Levitys tehdään lumettomaan maahan. (Yara 2011.)

PK 1 on pellonmetsityksen erikoislannoite, joka on tarkoitettu pellonmetsitys alueiden lannoituksiin. Lannoitteelle ominaista ovat korkeat hivenpitoisuudet (mm. boori 0,67 %), jotka on syytä huomioida annostelussa. Käyttömäärä määritetään ravinneanalyysi-

sin perusteella tai 500 - 600 kg/ha. Levitys on tehtävä lumettomaan maahan. (Yara 2011.)

Urea on puhdas typpilannoite, joka sopii parhaiten kangasmaiden mäntymetsiin, mutta sitä voidaan käyttää myös kuusikoissa. Urea sopii myös typenpuutteesta kärsiville soille yhdessä Rauta PK:n kanssa. Lannoitteen käyttösuositus kangasmailla on 250 - 430 kg/ha 6 - 8 vuoden välein ja soilla 150 - 200 kg/ha 10 - 15 vuoden välein. Levitys voidaan tehdä alkusyksystä pysyvän lumen tuloon saakka. (Yara 2011.)

5.3 Suometsien lannoitteet

Rauta-PK soveltuu typpipitoisille soille, sekä yhdessä typen kanssa myös karujen soiden lannoitukseen. Lannoitetta suositellaan käytettäväksi 400 - 600 kg/ha. Mahdollinen jatkolannoitus tehdään ravinneanalyysin mukaan. (Yara 2011.)

Suometsän Y 1 on karuhkojen suometsien lannoite, joissa tarvitaan myös typpeä fosforin ja kaliumin lisäksi. Käyttösuositus lannoitteella on 600 - 700 kg/ha 10 - 15 vuoden välein tai ravinneanalyysin mukaan. (Yara 2011.)

Metsän Kalium-hiven on lannoite, joka sopii typpirikkkaiden suometsien jatkolannoitukseen, kun fosforilisäystä ei tarvita. Lannoite sisältää mm. booria. Käyttösuositus on 250 - 350 kg/ha 15 - 25 vuoden välein. Kaikki suometsien lannoitteet tulee levittää lumettomana aikana. (Yara 2011.)

5.4 Tuhkalannoite

Tuhka on erittäin hyvä ravinnelähde ja kierrätysaine mm. typpirikkkaiden turvemaiden lannoituksessa. Tuhka sisältää kaikkia puiden tarvitsemia ravinteita paitsi typpeä. Typpirikkailla paksuturpeisilla soilla on usein vaivaa kaliumin ja fosforin niukkuudesta suhteessa käyttökelpoiseen typpeen. Yhdistämällä tuhkalannoitus typpirikkaaseen maaperään saadaan puille ravinnesuhteiltaan tasapainoinen kasvualusta. (Metsätuotto 2011.)

Tuhkalannoituksen on huomattu tuottavan turvemaidella samoilla ravinnemäärillä vähintään teollisesti valmistettujen epäorgaanisten lannoitteiden kasvunlisäyksen ja vaiku-

tuksen kestävän jopa vuosikymmeniä. Parhaita käyttökohteita ovat ojitetut ja harvennetut turvemaiden metsät. (Metsätuotto 2011.)

Koska kangasmaiden kasvua rajoittaa eniten typen puute, ei pelkällä tuhkalla saada kasvunlisäystä muualla kuin parhailla lehtomaisilla kankailla. Nopea ja voimakas pH-luvun nousu voi myös häiritä kangasmailla maan mikrobitoimintaa ja lisätä typen huuhtoutumista. (Metsätuotto 2011.)

Tuhkalannoitteita on puutuhkaa, jota voidaan käyttää turvemailla PK- lannoitteen sijasta ja turvetuhkaa korvaamaan fosforilannoitusta. Käytettävän tuhkalannoitteen ravinteet on kuitenkin analysoitava ennen levitystä. (Hynönen ym. 2002, 19.)

6 LANNOITUKSEN TOTEUTUS

6.1 Suunnittelu

Tuore metsäsuunnitelma toimii parhaana apuvälineenä lannoituksen suunnittelussa, kunhan siihen on merkitty lannoituksen tarpeessa olevat kuviot. Jos näin ei ole tehty niin metsän tuntemus ja maastokäynti ovat suunnittelussa tarpeen. Suunnitelmassa olevat kuviot on helppo koota lannoitushankkeeksi. Jos lannoituskohteita ei ole merkitty, niin parhaat kohteet löytyvät harvennetuista ja/tai päätehakkuuikää lähestyvistä terveistä 2-4 kehitysluokan metsistä. Terveyslannoituskohteet selvitetään ravinneanalyysin avulla, jonka tulosten perusteella tehdään lannoitussuunnitelma. (Metsänkasvuohjelma 2001, 27.)

Lannoituksen suunnittelu ja markkinointi kannattaa aloittaa hyvissä ajoin ja mielellään toteutusta edeltävänä vuotena. Mitä enemmän lannoitusalueita on ja mitä keskitetymin lannoitusalueet sijaitsevat sitä edullisemmaksi lannoitus tulee. Lannoitettavien kuvioiden tavoite koko on vähintään yksi hehtaari. (Hynönen ym. 2002, 21.)

Levityssuunnitelma tehdään peruskartalle, jonka mittakaava on 1:20 000. Lannoitettavat kuviot rajataan peiteväreillä ja lannoitteet omalla värillään. Levitettävien lannoitteiden laatu ja määrä merkitään myös karttaan. Karttaan merkitään selvästi luonnon-suojelukohteet ja vesistöjen suojavyöhykkeet. Suojavyöhykkeeksi on jätettävä vähintään 20 metrin kaistale. Levityssuunnitelman koostamisen jälkeen pyydetään tarjoukset lannoituksen toteuttamisesta. Tilaus lannoitetta välittäväälle liikkeelle tehdään vii-

meistään huhtikuun loppuun mennessä, sillä joitakin lannoitelajeja tehdään vain tilauksesta. (Hynönen ym. 2002, 23.)

Lannoituksen onnistumista seurataan tarkkailemalla työn laatua. Lannoitustarkkuutta heikentävät huonot sääolosuhteet, erityisesti kova tuuli. Lannoitemäärän levitystä kuviolla voidaan seurata mittasuppiloiden avulla. Tarkistusmittaukset merkitään muistiin. (Hynönen ym. 2002, 23.)

Lannoitusta toteuttavien tahojen, kuten metsäkeskuksen, metsänhoitoyhdistyksen, metsähallituksen ja metsäteollisuusyritysten, on hyödyllistä tehdä yhteistyötä. Tällöin lannoitteiden tilauksessa, kuljetuksessa ja levityksessä säästetään kustannuksissa. Lannoituksista tiedottaminen ihmisille on myös tärkeää, jotta vältetään väärinkäsityksiltä. Erityisesti vesistöjen läheisyydessä toimittaessa on asukkaille ja kesämökkiläisille hyvä tiedottaa lentolevityksestä ja mahdollisista ympäristövaikutuksista. (Hynönen ym. 2002, 23.)

6.2 Yhteishankkeet

Metsäkeskukset ja metsänhoitoyhdistykset toteuttavat lannoitussuunnitelmia yhteishankkeena. Nämä hankkeet on hyvä suunnitella ajoissa ja sopia levitysurakoinnista jo talvella. Suunnitelmasta ilmenee karttaan merkityt lannoituskohteet, käytettävät lannoitteet ja määrät sekä, ohjeiden mukaisen levitysjankohdan. Hankkeesta tehdään etukäteen kustannusarvio ja suunnitelma käydään läpi metsänomistajan kanssa. (Metsänkasvuohjelma 2001, 27 - 28.)

Yhteishankkeessa lannoituksen toteutus on suunnitelman tekijän vastuulla. Hän hankkii lannoitteet, sopii levitysurakasta, valvoo levityksen ja hoitaa tilitykset. Yhteishanke on helppo tapa hoitaa lannoitus ja se on yleensä metsänomistajalle edullisin vaihtoehto. Yhteishankkeessa säästetään kustannuksissa, sillä voidaan hoitaa useamman metsänomistajan lannoitukset samalla levityskerralla. (Hynönen ym. 2002, 21; Metsänkasvuohjelma 2001, 28.)

Lannoituskustannukset vaihtelevat 150 eurosta noin 250 euroon riippuen lannoitteesta ja levitystavasta. Levityksen osuus on tästä noin 30 - 40 prosenttia, missä metsänomistaja voi säästää tekemällä levitystyön itse. (Metsänlannoitusopas 2004, 18)

6.3 Lannoitteiden levitys

6.3.1 Levitystavat

Lannoituksen levitys tehdään yleisimmin helikopterilla (kuva 4), jonka käyttöön vaikuttavat työmaiden suuruus ja sijainti. Lannoitevarastojen tavoitekoko on vähintään 10 000 kg. Pienempiäkin varastoja voi olla, jos ne sijaitsevat siirtymäreittien varrella. Suositeltava lentomatka varastolta lannoituspaikalle on alle 2 kilometriä. Levittimiin mahtuu yhdellä kertaa 650 kilon lannoitesäkin sisältö. Kun varastolla on runsaasti säkkejä, keli suosii ja välineet ovat kunnossa, työ sujuu nopeasti. Parhaimmillaan helikopterilla voidaan levittää noin 50 tonnia lannoitteita päivässä. Metsälannoitus tehdään helikopterilla noin 20 - 30 metrin korkeudesta. Yhden lannoitussuihkun leveys on tällöin noin 40 metriä. (Hynönen ym. 2002,21; Makkonen & Häggman 2008, 14; Kaurala 2007.)



KUVA4. Helikopterilannoitus on yleisin levitystapa (Kaurala 2007).

Lannoitus voidaan tehdä myös metsä- tai maataloustraktorilla, joka sopii erityisesti kangasmaiden männiköiden lannoitukseen. Metsätraktorilla on myös hyvä tehdä tuhkan talvilevitys suometsissä. Talvilannoitus on helpompi tehdä heti hakkuun jälkeen valmiita ajouria hyväksikäyttäen. (Makkonen & Häggman 2008, 14.)

Lannoituksen voi hoitaa myös itse, jolloin ei tarvita ammattilaisen tekemää suunnitelmaa. Tarvitsee vain valita lannoitettavat kohteet, hankkia lannoitteet ja levittää ne metsään. Terveyslannoituskohteisiin tarvitaan metsäammattilaisen tekemä suunnitelma, jos siihen haetaan avustusta Kemeran perusteella. Omatoiminen lannoittaminen voidaan suorittaa maataloustraktorilla tai käsityönä kylvövakan avulla. Käsityönä lan-

noitetta voidaan levittää noin 1000 kg päivässä, mikä vastaa noin kahden hehtaarin alaa. (Metsänlannoitusopas 2004, 23.)

6.3.2 Levitysajan vaikutus

Puut ottavat ravinteita koko ajan kun maa on sula. Ravinteita tulisikin olla riittävästi saatavilla koko kasvukauden ajan. Routaantuminen estää ravinteiden ottamisen ja ravinteiden liikkumisen maassa. Metsälannoitteita levitetään ainoastaan sulan maan aikana, vaikka joidenkin lannoitteiden levitys lumelle olisi mahdollista. Talvilannoituksista on kuitenkin luovuttu suuren huuhtoutumisriskin vuoksi. Suomessa ja Ruotsissa tehdyissä ympärivuotuisissa lannoituskokeissa ureaa lumenpäälle levitettynä on saatu yhtä suuria kasvunlisäyksiä kuin syyskesän lannoituksissa ja selvästi suurempia kuin esim. kevätlevityksissä. Urea sitoutuu keväällä levitettynä tehokkaasti mikrobistoon ja osa siitä haihtuu kosteasta ja lämpimästä maasta ammoniakkinä. Nitraattityppeä sisältäviä lannoitteita ei kannata käyttää loppusyksystä nopean huuhtoutumisen vuoksi, sillä ekosysteemi ei kerkeä käyttämään sitä ennen talvea. (Päivinen 1999, 22.)

6.4 Varastointi

Lannoitteet tulee varastoida kuivalle ja ympäristöään ylemmälle paikalle, joka on varjoisa ja suojassa tuulelta. Varastopaikan on oltava riittävän avara, jotta sinne pääsee kuorma-autolla ja tarvittavalla lannoituskalustolla esim. helikopterilla. Säkit ja lavat täytyy varastoida yhteen kerrokseen tasaiselle alustalle, jossa ei ole teräviä kiviä. Pitkäaikaisessa varastoinnissa säkit on lastattava irti maasta lavojen tai aluspuiden päälle ja ne on peitettävä kuormapeitteellä. (Makkonen & Häggman 2008, 15.)

7 LANNOITUKSEN VAIKUTUKSET

7.1 Puun laatuun

Lannoituksen vaikutus puun laatuun ei ole merkittävä. Lannoituksen seurauksena puussa vaalean kevätpuun osuus lisääntyy hieman verrattuna kesäpuuhun (kuva 5). Tämän seurauksena puuaineen tiheys alenee 2 - 5 prosentilla, mikä on hyvin pieni muutos muiden kasvutekijöiden, kuten kasvupaikan, puun iän, säätekijöiden tai rungon eri osien vaikutukseen verrattuna. Puun vuosikasvaimet eivät lannoituksella välttämättä levene, koska lustot kasvavat vuosittain suurenevan kehän päälle. Kasvunlisäystä kuitenkin syntyy, kun läpimitan kasvaessa muuten kapeneva lusto ei kapene lannoituksen seurauksena. Lannoituksella ei ole vaikutusta ennen lannoitusta syntyneeseen puuainekseen. (Metsänkasvuohjelma 2001, 44.)



KUVA5. (Lassila 2007, 2).

Oksaisuus on laatuun vaikuttava tekijä varsinkin mäntytukissa. Nuoria metsiä ja taimikoita lannoitetaan kuitenkin vain silloin, jos kohteissa on kasvuhäiriöitä ja ravinneepätasapaino tarvitsee korjaamista lannoituksella. Lannoitus tuuheuttaa latvustoa, joka lisää varjostusta ja nopeuttaa alaoksien karsiutumista. Sen seurauksena terveoksisen latvatukin ja oksattoman pintapuun osuus lisääntyy. Kuivaoksisen välitukin osuus sen sijaan vähenee. Kun lannoitusta tehdään pystykarsinnan yhteydessä, nopeutetaan oksien kyljestymistä ja saadaan lisättyä oksattoman puun tuottoa. Pystykarsitut metsiköt ovatkin kannattavampia lannoituskohteita. (Farmit 2011)

Metsäntutkimuslaitoksen tutkimuksissa on havaittu kuivahkon kankaan päätehakkui-
käsissä männikössä kahden lannoituskerran lisäävän ykkösluokan tyvitukin osuutta

ja kakkosluokan terveoksaisen tukin osuutta. Lisäksi lannoitus on vähentänyt kolmannen luokan kuivaoksaisen tukin osuutta. (Metsänkasvuohjelma 2001, 44.)

7.2 Vaikutukset ympäristöön

Lannoituksella on puiden kasvun lisäksi myös sivuvaikutuksia, joista osa on myönteisiä ja osa kielteisiä. Ympäristön kannalta kielteisintä on, jos lannoitteista huuhtoutuvia ravinteita menee vesistöihin ja pohjaveteen. Vesistöjen kannalta pelätty aine on fosfori, jota käytetään soiden lannoituksissa. Fosforia huuhtoutuu ojaverkoston pitkin vesistöihin, jossa se rehevöittää kasvillisuutta ja heikentää kalakannan elinehtoja. Huuhtoutumista tapahtuu eniten karuilla rahkaturpeisilla soilla. Nykyisin käytettävät lannoitteet ovat hidasliukoisia, joten huuhtoutumismäärät eivät ole kovin merkittäviä. Mahdolliset huuhtoutumisriskit on kuitenkin otettava huomioon vesistöjen läheisyydessä. Kangasmailla sitoutuminen alumiinin ja raudan kanssa estää huuhtoutumisen. (Hynönen ym. 2002, 24; Vuokila 1987, 225.)

Lannoituksen aiheuttamia huuhtoutumisia vesistöihin voidaan vähentää hyvällä ennakosuunnittelulla ja töiden huolellisella toteutuksella. Turvemaiilla lannoituskohteiden ravinteisuustason tulee olla vähintään puolukkaturvekankaan luokkaa. Vesistöjen lähelle on jätettävä 20 - 50 metriä leveät suojavyöhykkeet lannoituksen levityksessä. Lentolevityksessä suojakaistaleen on hyvä olla vähintään 50 metriä. Talvilevityksiä soilla ja lannoitteiden joutumista ojiin tulee välttää ja kangasmaillakin helppoliukoiset lannoitteet tulee levittää sulan maan aikana. Tärkeillä pohjavesialueilla, joissa hankitaan vettä, ei lannoitusta saa tehdä. (Hynönen ym. 2002, 24.)

Hiilen sitoutuminen puustoon vähentää haitallisia kasvihuonekaasuja ilmacehästä. Puusto sitoo hiilidioksidia pois ilmacehästä ja varastoi sitä itseensä. Hiili sitoutuu pitkäksi aikaa puusta tehtyihin tuotteisiin. Yhdellä typpilannoituksella tuleva kasvunlisäys sitoo noin 10 000kg hiilidioksidia ainespuuhun, oksiin, kanton, juuriin ja karikkeena maaperään. Lannoituksen valmistuksessa ja levityksessä syntyvät hiilidioksidipäästöt kotimaisella lannoitteella ovat noin 600 kg hehtaarilta. Lannoituksen päästöt sitoutuvat jopa 15 kertaisesti lisäkasvuun. Kasvatuslannoitus on merkittävä menetelmä metsän hiilensidonnan lisäämiseen. (Farmit 2011.)

Pitkäaikaisissa kokeissa on lannoituksen seurauksena todettu humuksen lisääntyneen. Metlan tutkimuksissa 3 - 4 kertaa toistettu typpilannoitus on lisännyt humuksen määrää kuusikoissa 28 % ja männiköissä 26 %. Ohuthumuksisilla metsämaillamme tämä on yleensä eduksi. Typen määrä samana aikana on myös lisääntynyt yli 30 %. (Farmit 2011.)

Hyväkuntoinen puusto kestää paremmin sairauksia ja metsätuholaisia. Oikein tehdystä lannoituksessa puut saavat oikean määrän ravinteita. Sen ansiosta puiden kasvu lisääntyy ja niiden vastustuskyky erilaisia tuholaisia vastaan paranee. Ero lannoitetun ja lannoittamattomien metsien välillä ei ole kuitenkaan kovin suuri. Lannoitus estää juurikäävän leviämisen terveeseen metsään. Toisaalta juurikäpää sisältävät metsät ovat huonoja lannoituskohteita, sillä sairaat puut eivät pysty hyödyntämään annettuja ravinteita ja lannoitetussa puussa laho voi edetä nopeammin. Lahopuustoiset kuviot onkin syytä rajata pois lannoituskuvioiden joukosta. Tervettä metsää ei kuitenkaan kannata jättää lannoittamatta juurikäävän leviämistä peläten. (Metsänkasvuohjelma 2001, 47.)

Lannoituksen seurauksena puiden latvuksien tuuheetuessa mahdolliset lumituhoriskit lisääntyvät märän lumen tarttuessa oksille, varsinkin nuorissa männiköissä. Myös myrskytuho riskit lisääntyvät muutaman vuoden ajaksi avointen alueiden reunoilla. Pakkasvauriot saattavat lisääntyä kuusen taimikoissa, joihin on tehty boorilannoitus. (Metsänkasvuohjelma 2001, 47 - 48.)

Lannoitus rehevöittää pintakasvillisuutta. Typpi lisää valkuaispitoisuutta pintakasvillisuudessa ja muut ravinteet kivennäisaineiden määrää. Pintakasvillisuudessa ruoho ja yrttikasvit lisääntyvät, mutta sammalen määrä vähenee. Urean levitys räntäiseen kasvustoon saattaa ruskettaa neulasia ja pintakasvillisuutta. Muut hidasliukoiset lannoitteet eivät vastaavaa aiheuta. (Farmit 2011.)

Lannoitus lisää suotuisissa oloissa marjasatoja. Puolukan määrä lisääntyi kokeilualueella runsaasti jopa 350 kg hehtaarille vuoden aikana. Mustikan määrä lisääntyi karuilla paikoilla, mutta rehevillä alueilla heinittyminen voi estää marjasadon lisäyksen. Vuosittaiseen sieni- ja marjasatoon mm. sääolot vaikuttavat paljon enemmän kuin lannoitus tai muut metsänhoitotyöt. (Farmit 2011.)

Mikrobit hyötyvät yleensä ravinnelisäyksestä. Lannoitus vaikuttaa aluksi lisäävästi tai vähentävästi eliölajista riippuen, mutta vaikutus on ohimenevä. Orgaanisen aineen

hajottamisessa tärkeät bakteerit hyötyvät terveyslannoitteiden hyvistä ominaisuuksista. Pintakasvillisuuden lisääntyessä eläimistöille on enemmän ruokaa ja suojaa. Riistaeläinten on huomattu hakeutuvan metsissä lannoitetuille alueille. Lisääntynyt marjasto houkuttelee riistaa mm. lintuja, ja rehevöitynyt pintakasvillisuus jäniksiä. (Farmit 2011; Metsänkasvuohjelma 2001, 47.)

8 POHDINTA

Metsän kasvatuslannoitus on tuottava sijoitus, kun lannoitetaan oikeita kohteita. Kasvatuslannoituksista saadaan taloudellista hyötyä tuoreen ja lehtomaisen kankaan kuusikoissa sekä kuivahkon ja tuoreen kankaan männiköissä. Suotuisia lannoituskohteita löytyy runsaasti metsistämme. Kasvatuslannoituksia tekevät enimmäkseen kokeneimmat metsänomistajat ja monet metsänomistajat eivät ole edes tietoisia tästä mahdollisuudesta. Nuorten metsien kasvatuslannoituksella saadaan puu järeytymään nopeammin kuitupuuksi ja mahdollisella toisella lannoituskerralla kuitupuusta saadaan nopeammin arvokasta tukkipuuta. Ilman lannoitusta puutavaraa menisi enemmän kuitupuuksi ja tuotto jäisi huonommaksi. Lannoituksella voidaan saada puustosta 25 prosentin sisäinen korko ja lannoituskustannukset vähennettynä tuotto jää vieläkin 15 prosenttiin. Metsänkasvatuslannoitusta tulisikin markkinoida enemmän metsänomistajille, sillä hyvälaatuiselle tukkipuulle riittää kysyntää.

Metsämaiden ravinnehäiriöt on tärkeää tunnistaa, sillä puusto voidaan saada elvytettyä oikeanlaisella terveyslannoituksella. Kun puustossa on havaittu kasvuhäiriöitä, on ravinnepuutos selvitettävä neulasanalyysin avulla. Jos esim. boorinpuutteesta kärsivälle kuusikolle ei tehdä terveyslannoitusta hyvissä ajoin, sen mahdollinen elpyminen ei enää onnistu. Ja vaikka se elpyisi, niin sitä enemmän kasvutappioita tulee, mitä kauemmin puuston annetaan kärsiä ravinteiden puutuksesta. Kivennäismailla olevat ravinnepuutokset ovat yleensä viljavien maiden kuusikoissa, joissa oikea-aikaisella terveyslannoituksella puuston arvokasvu saadaan pelastettua. Metsien terveyslannoitukseen saatava Kemera-avustus lisää lannoituksen kannattavuutta. Kemera-avustuksen mahdollisuus tuleekin olla metsänomistajien tiedossa, ettei terveyslannoituksia jäisi tekemättä sen takia, että kustannukset ovat liian kalliit.

Lannoituksia toteutetaan paljon yhteishankkeina, jolloin lannoitukset hoituvat parhaiten. Helikopterilla tehtävien lannoitushankkeiden kannattaa olla mahdollisimman laajoja, sillä kustannukset ovat pienemmät, mitä useampi lannoitettava kuvio saadaan lannoitettua yhden varastopaikan lannoitteista.

1970- luvulla metsänlannoituksesta aiheutui paljon ympäristöhaittoja, etenkin vesistöjen rehevöitymistä. Ihmisillä saattaa vieläkin olla ennakkoluuloja metsänlannoituksen suhteen. Nykyisin lannoitteet ovat hidasliukoisia ja ne kuormittavat vesistöä hyvin vähän. Lannoituksella on jopa monia hyödyllisiä ympäristövaikutuksia, mm. hiilen sitoutuminen puustoon lisääntyy, mikä vähentää haitallisia kasvihuonekaasuja.

Olen mielestäni onnistunut tuomaan opinnäytetyössäni haluamani asiat selkeästi esille. Olen perustellusti kertonut kasvatus- ja terveyslannoitusta kannattavuudesta ja miksi ravinnepuutokset on hyödyllistä tunnistaa. Olen lisäksi oppinut paljon lannoituksesta, mistä voi olla minulle tulevaisuudessa paljon hyötyä.

LÄHTEET

- Farmit 2011. Metsänlannoitus. www-dokumentti.
<http://www.farmit.net/metsae/metsaenlannoitus>. Ei päivitystietoja. Luettu 20.2.2011.
- Kaurala, Hanna 2007. Metsälannoituksen kysyntä on huimassa kasvussa. www-dokumentti.
<http://www.forest.fi/smyforest/forest.nsf/allbyid/763683B1723A161AC225735A00289AAF?OpenDocument#popupPic>. Päivitetty 18.9.2007. Luettu 4.4.2011.
- Hynönen, Tenho, Hämäläinen, Tarja & Laukkanen, Hannu. 2002. Metsänlannoitus - kannattava sijoitus. pdf-dokumentti.
<http://www.metsakeskus.fi/NR/rdonlyres/042A24F6-9A2B-4B07-BEF1-8EB36C23A516/0/metsanlannoitus.pdf>. Ei päivitystietoja. Luettu 16.3.2011.
- Kemira GrowHow. Metsänlannoitus on tuottava sijoitus. pdf-dokumentti.
[http://www.paijannemhy.fi/?action\[\]=IMediaFile::showFile%285944%29](http://www.paijannemhy.fi/?action[]=IMediaFile::showFile%285944%29). Ei päivitystietoja. Luettu 15.3.2011.
- Koistinen, Arto. 2011. Metsänterveyslannoitus. www-dokumentti.
<http://www.metsavastaa.net/metsanterveyslannoitus>. Luettu 5.4.2011. Päivitetty 14.1.2011.
- Kukkola, Mikko & Moilanen, Mikko 2005. Tuottava metsänkasvatus. Hämeenlinna: Karisto OY
- Lassila, Seppo 2007. Laatu puuta lannoittaen. pdf-dokumentti.
http://www.metsakeskus.fi/NR/rdonlyres/22C42C98-58CB-448E-97DB-22DEE0766524/8100/04_LaatuPuutaLannoittaen_Kemira_SeppoLassila.pdf. Päivitetty 22.11.2007. Luettu 5.4.2011.
- Makkonen, Timo & Häggman, Bjarne 2008. Metsänlannoitus. Helsinki: Lönnberg Print.
- Metsäkeskus 2008. Tuki teihin, ojiin ja lannoitukseen. www-dokumentti.
http://www.metsakeskus.fi/web/fin/palvelut/viranomaispalvelut/tuki_tiet_ja_ojat/etusivu.htm. Päivitetty 19.2.2008. Luettu 14.3.2011.
- Kemera-opas 2007. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio ja metsäkeskus Pirkanmaa 2007. Pdf-dokumentti.
http://www.metsavastaa.net/files/metsavastaa/Kemerakuvat/Kemera_opas_010907.pdf. Päivitetty 1.9.2007. Luettu 10.4.2011.
- Metsälehtimakasiini 2007. Metsänhoito: Lannoitus takaa tukkisadon. www-dokumentti. <http://www.metsalehti.fi/metsalehti/juttu.aspx?ID=5171>. Päivitetty 7.12.2007. Luettu 22.3.2011.
- Metsänkasvuohjelma 2001. Kemira GrowHow Oy.
- Metsänlannoitusopas 2004. Kemira GrowHow Oy.

Metsätuotto 2011. Lannoitustietoa. www.dokumentti.fi.

<http://www.metsatuotto.fi/lannoitustietoa.html>. Ei päivitystietoja. Luettu 4.4.2011.

Mälkönen, Eino 2003. Metsämaa ja sen hoito. Hämeenlinna: Karisto Oy.

Päivinen, Lauri 1999. Metsänlannoituksen tuloksia kivennäis- ja turvemailla. Kemira Agro OY.

Salonen, Kalervo 1999. Metsänlannoitus. Teoksessa Kaija Kanninen (toim). Metsäteknologia muuttuvassa metsätaloudessa. Lahti: Esa Print Oy.

Suometsien ravinteet 1991. Kemira.

Viljavuuspalvelu OY 2011. [www-dokumentti. http://www.viljavuuspalvelu.fi/](http://www.viljavuuspalvelu.fi/). Ei päivitystietoja. Luettu 21.2.2011.

Vuokila, Yrjö 1987. Metsänkasvatuksen perusteet ja menetelmät. Porvoo: Werner Söderström OY.

Yara 2011. Metsälannoitteet. [www-dokumentti.](http://www.dokumentti.fi)

http://www.yara.fi/fertilizer/products/the_forest_fertilizers/metsan_np_1.aspx. Ei päivitystietoja. Luettu 22.3.2011

LIITE 1.

Yksisivuinen liite

LIITE 2(1).

Monisivuinen liite

LIITE 2(2).

Monisivuinen liite

LIITE 2(3).

Monisivuinen liite