

Lauri Jurvainen

# METSÄNLANNOITUS

## Forest Fertilization

Opinnäytetyö

Metsä- ja puutalouden markkinoinnin koulutusohjelma


Kesäkuu 2010



# KUVAILULEHTI

 <b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences		<b>Opinnäytetyön päivämäärä</b>  2.6.2010
<b>Tekijä</b> Lauri Jurvainen		<b>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</b>  Metsä- ja puutalouden markkinointi
<b>Nimeke</b>  Metsänlannoitus		
<b>Tiivistelmä</b> <p>Käsittelen opinnäytetyössäni metsänlannoituksen pääkohtia. Tärkeimmiksi niistä nousevat eri lannoitustavat sekä metsänlannoituksesta saatava taloudellinen hyöty.</p> <p>Suomessa metsänlannoitusmäärät ovat suhteellisesti ja määrällisesti olleet suuremmat kuin missään muualla maailmassa. Määrät ovat kuitenkin tasoittuneet vuositasolla 1970–1980-lukujen huippuvuosien jälkeen. Nyt myös lannoitusten hinnoittelu on palannut aiemmalle tasolle ja se antaa pohjaa lannoitusten jatkuvuudelle.</p> <p>Metsänlannoitushanke on suunniteltava hyvin tarkasti, koska toteutusvaihtoehtoja on monia. Tärkeintä on pitää huolta metsämaan ravinnetasapainosta. Ravinteiden epätasapaino ja puute voivat johtaa suuriin kasvutappioihin. Terveyslannoitukset tulee siis tehdä ajoissa metsän laadun ja elinvoimaisuuden vuoksi. Terveyslannoituksia myös tuetaan valtion puolesta kemera-varoin.</p> <p>Lannoituslaitteistoa on kehitetty lähiaikoina monien koneenvalmistajien puolesta. Suurin osa Suomessa levitettävästä lannoitteista levitetään edelleen helikopterilla. Yhteishankkeet, joita metsänhoitoyhdistykset ja metsäkeskus vetävät ovat erittäin hyvä vaihtoehto yksityisille metsänomistajille. Näissä hankkeissa on mahdollista saada tilan kasvatus- ja terveyslannoitukset kuntoon kerralla.</p> <p>Typpilannoitteet soveltuvat kivennäismaille antamaan lisäkasvua puustolle. Sopivimpia kohteita ovat nuoret 40–60-vuotiaat havupuuvaltaiset metsiköt, joiden kasvu on parhaassa vauhdissa. Tuoreiden ja kuivahkojen kankaiden mänty- ja kuusivaltaiset sekä lehtomaisten kankaiden kuusikot ovat parhaita lannoituskohteita. Niissä arvokkaan tukkipuusuuden nousu lisää kannattavuutta. Lannoitukset on hyvä jaksottaa hakkuiden kanssa, uudistushakkuuta lähestyvät metsät kannattaisi kohteesta riippuen lannoittaa 8-15 vuotta ennen hakkuuta.</p>		
<b>Asiasanat (avainsanat)</b> Metsänlannoitus, lannoitus, terveyslannoitus, kasvatuslannoitus		
<b>Sivumäärä</b>  24s. + 1 sivu liitteitä	<b>Kieli</b>  Suomi	<b>URN</b>  URN:NBN:fi:mamk-opinn201024791
<b>Huomautus (huomautukset liitteistä)</b>		
<b>Ohjaavan opettajan nimi</b> Pasi Pakkala		<b>Opinnäytetyön toimeksiantaja</b>

## DESCRIPTION

 <b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences		<b>Date of the bachelor's thesis</b>  June 2, 2010
<b>Author</b>  Lauri Jurvainen	<b>Degree programme and option</b>  Degree Programme in Forestry Forest Product Marketing	
<b>Name of the bachelor's thesis</b>  FOREST FERTILIZATION		
<b>Abstract</b>  <p>My diploma work handles the main points of forest fertilization. The most important things to know are types of fertilization and the economical profit of fertilization. You have to identify the nutrient content of the soil.</p> <p>The total areas which have been fertilized in Finland are comparable and quantative larger than any where else. The peak decades of fertilization were in 1970s and 1980s. Shortly the prizes of fertilizer have become lower and that gives profitability to fertilize the forests.</p> <p>There are many alternatives to accomplish the fertilization project. Forest health fertilization is needed when there is lack of nutrients. It can be discover by making the needle analysis. The health fertilization projects are supported by the government. It is has to be done otherwise the quality and growth of the trees is interrupted.</p> <p>The equipment for fertilization is developed by many producers. The helicopter is usual way of spreading fertilizers. It is easy to take part in co-operative activities. There are spread often both health and breeding fertilizers. The breeding fertilization is best for Scots pine (<i>Pinus sylvestris</i>) and Norway spruce (<i>Picea abies</i>) forests in the age of 40-60. The growth goes deep in to log part of the tree. The nitrogen fertilizers are made for that. The fertilizations should be considered in combination with loggins. The lakes and other watercourses have to be noticed when fertilize. The fertilization areas give better berry crops and the whole area becomes more entropic.</p>		
<b>Subject headings, (keywords)</b>  forest fertilization, fertilization, forest health fertilization		
<b>Pages</b> 24 p. + app. 1 p.	<b>Language</b> Finnish	<b>URN</b>  URN:NBN:fi:mamk-opinn201024791
<b>Remarks, notes on appendices</b>		
<b>Tutor</b> Pasi Pakkala	<b>Bachelor's thesis assigned by</b>	

# SISÄLTÖ

## KUVAILULEHDET

1 JOHDANTO.....	1
2 PERUSTEITA METSÄNLANNOITUKSELLE.....	2
3 LANNOITUSTARPEEN MÄÄRITYS .....	4
3.1 Ravinnetilan selvittäminen.....	4
3.2 Neulas- ja lehtianalyysi .....	6
3.3 Maa-analyysi .....	6
4 LANNOITUSKOHTEET.....	7
4.1 Lannoitus kangasmailla.....	7
4.1.1 Kasvatustarpeiden lannoitus .....	7
4.1.2 Terveystarpeiden lannoitus.....	9
4.2 Lannoitus turvemailla.....	9
5 LANNOITTEET .....	10
5.1 Kivennäismaille sopivat lannoitteet .....	11
5.2 Turvemailla käytettävät lannoitteet.....	11
6 LANNOITUKSEN SUUNNITTELU JA RAHOITUS .....	12
6.1 Suunnittelu .....	12
6.2 Rahoitus.....	13
7 LANNOITUKSEN TOTEUTUS .....	13
7.1 Lannoitteiden hankinta.....	13
7.2 Lannoitteiden varastointi.....	14
7.3 Lannoitteen levitys .....	14

8 LANNOITUKSEN VAIKUTUKSET.....	16
8.1 Puusto ja sahatavaran laatu .....	16
8.2 Ympäristö.....	17
9 LANNOITUKSEN KANNATTAVUUS.....	18
9.1 Lannoituksen tuottotekijät.....	18
9.2 Kangasmetsät .....	19
9.3 Suometsät .....	20
10 POHDINTA .....	23
LÄHTEET .....	25
LIITTEET.....	27

|

## 1 JOHDANTO

Metsänlannoituksen määrät ja innostus siihen ovat vaihdelleet aikojen saatossa hyvin paljon. Lannoituksen ”kulta-aikaa” elettiin 30–40 vuotta sitten, jolloin Suomessa lannoitettiin todella laajoja aloja verrattuna nykyisiin määriin.

Tähän aikaan Suomessa vallitsi jonkinasteinen puupula ja ajateltiin lannoituksen olevan ratkaisu tähän ongelmaan. Kuitenkaan ei oltu tietoisia lannoituksessa piilevistä ympäristöriskeistä ja epävarmuus näitä kohtaan vähensi lannoitusmääriä vähitellen pienemmiksi.

Suomessa metsänlannoitusalat alkoivat kasvaa 1950- ja 1960-luvuilla. Vuonna 1950 lannoitettiin muutamia hehtaareja, kun määrä oli vuonna 1964 jo 6 600 hehtaaria. Lannoituksen huippuvuosi osui vuodelle 1975 jolloin valtakunnassamme kasvatuslannoitettiin noin 130 000 ha kangasmaita. (Kukkola ym. 2000, 608–609.) Turvemaapohjaiset metsämaat mukaan luettuna ennätysvuonna lannoitettiin noin 240 000 hehtaaria metsää. (Metsätalastollinen vuosikirja 2009, 116.) Siirryttäessä -80 ja -90 luvuille hehtaarimäärät pienenevät 4 000–60 000 välille. Vuosien 1950 ja 1998 välillä lannoituksilla saavutettu kasvunlisäys oli arvion mukaan noin 16,2 miljoona kuutiometriä. (Kukkola ym. 2000, 608–609.)

Suomessa lannoituspinta-alat ovat suhteellisesti ja määrällisesti olleet suuremmat kuin missään muualla maailmassa (Salonen 1999, 101). Suomen metsäpinta-alasta noin 15 % on lannoitettu (Koskenniemi 2003, 110). Tähän tärkeänä syynä ollut metsien tuoton kohottaminen mihin muualla ei ole ollut niin suurta tarvetta. Turvemaiden lannoitus on monessa paikassa ollut metsää kasvavan maa-alan lisäämistä. Pohjoismaissa lannoitukset keskittyneet pääosin varttuneisiin metsiin, mutta muualla yleinen tapa lannoittaa on istutuksen yhteydessä tai taimikkovaiheessa. (Salonen 1999, 101.)

Tänä päivänä metsänlannoitus on kuitenkin taas lisääntymään päin. On pystytty kehittämään hidasliukoisempia lannoitteita ja tarvetta metsämaiden ravinnetasapainon ylläpitoon on hyvinkin paljon. On myös tiedostettu se kuinka hyvän tuoton oikeilla lannoitteilla ja sopivassa paikassa tehty toimenpide antaa. Metsänlannoitushankkeet olivat monin paikoin hyvin paljon jäljessä johtuen kalustopuutteista. Parin viime vuoden

aikana useat maantieteellisesti suuret alueet jäivät hankkeiden ulkopuolelle juuri vä-  
häisten helikopteriresurssien vuoksi. Hankkeiden jälkeenjääneisyyttä on kiritty kiinni  
hyvällä menestyksellä. Täten uusia projekteja on pystytty suunnittelemaan ja ne saa-  
daan toteutettua hyvällä menestyksellä myös tulevana vuosina. Lannoitteiden hinnat  
ovat myös laskeneet huomattavasti parin vuoden takaisesta hintapiikistä, joka myös  
osaltaan vaikutti hankkeiden toteutumiseen.

Opinnäytetyöni tarkoitus on parantaa ammattitaitoani metsänlannoituksen saralla.  
Metsäteollisuuden kasvava kotimaisen puun tarve sekä lisääntyvä bioenergian menek-  
ki omalta osaltaan kannustavat metsänomistajia tarttumaan tähän metsänkasvua no-  
peuttavaan toimenpiteeseen. Uskon, että tuontipuuvirran ehtyessä metsänomistaja  
kunta tajuaa metsäteollisuuden tekemät panostukset kotimaahan ja näin puuntuottoky-  
kyä yritetään entisestään parantaa ja täten turvata teollisuuden säilyminen kotimaassa.

## **2 PERUSTEITA METSÄNLANNOITUKSELLE**

Maaperän oleelliset kasvutekijät puuston kasvun kannalta ovat valo, lämpö, vesi  
ja ravinteet. Näistä tekijöistä ihminen voi vaikuttaa lähinnä vain vesi- ja ravinnetalou-  
teen. Metsien käsittelyllä ja maanmuokkauksella on myös mahdollista vaikuttaa välil-  
lisesti maan lämpötalouteen. (Hynönen ym. 2002, 5.)

Pitkäikäiset puut sitovat tuottamaansa biomassaan joka vuosi tietyn määrän ravinteita.  
Puiden maaperästä ottamien ravinteiden määrä on kuitenkin sitomaansa määrää suu-  
rempi. Osa puiden ottamista ravinteista palaa karikkeeseen mukana maaperään. Puulla on  
myös sisäinen ravinnekierto, jossa se siirtää ravinteita kasvin vanhoista osista nuo-  
rempiin osiin. Typeä lukuun ottamatta kasvualustan elolliseen kiertoon varastoitu-  
neet ravinteet ovat lähtöisin maaperän kiviaineksen eri mineraaleista. Maaperän typpi  
on peräisin ilmakehästä, josta se on siihen vuosituhansien aikana sitoutunut. (Manner-  
koski, 2002, 156.)

Ravinteita on yleensä kangasmaiden humuskerroksessa ja kivennäismaan pintakerrok-  
sissa riittävästi puiden normaalin kehityksen turvaamiseksi. Karuilla mailla erityisesti  
humuskerroksen ravinteet ja varsinkin typpi ovat hyvin tärkeitä. Puille käyttökelpoiset

ravinnevarat ovat muodostuneet mineraalien rapautuessa ja eloperäisen aineksen hajotessa maanesteeseen. Typpi vapautuu maaperän eloperäisestä aineksesta hyvin hitaasti johtuen Suomen viileästä ilmastosta ja se rajoittaa usein puuston kasvua. Kangasmailla vapautuvan fosforin määrä on usein riittävää, mutta turvemailla sen vapautuminen on hidasta ja sen määrä muutenkin vähäinen. Kivennäisravinteista maaperän pääravinteita ovat kalium, kalsium, magnesium ja rikki. Näistä on harvoin puutetta kivennäismailla. Maaperän hivenravinteita ovat rauta, mangaani, kupari, sinkki, molybdeeni, boori ja kloori. Turvemailla on tavallisimmin puutetta kaliumista ja boorista. (Mannerkoski 2002, 156–157.) Kuitenkin viljavimmillakin kangasmailla esiintyy joskus puutosta puuston kehityksen kannalta tärkeitä hivenravinteista kuten boorista, kuparista, sinkistä ja mangaanista (Hynönen ym. 2002, 5).

Ravinteiden tasapainoinen saatavuus on edellytys metsän hyvälle kasvulle ja elinvoimaisuudelle. Lannoittamalla metsää parannetaan metsän kasvua lisäämällä juuri niitä ravinteita joita maassa on vähän puiden tarpeeseen nähden. Lannoituksella voidaan myös korjata maan ravinne-epätasapainoa, joka aiheuttaa kasvutappioita, kasvuhäiriöitä tai pahimmillaan jopa puuston kuoleman. (Kaunisto ym. 2002, 196.)

Lannoituksella pystytään vaikuttamaan puustoon hyvin monella tavalla. Puuston määrälliseen ja laadulliseen kehitykseen sekä metsikön terveydentilaan ja kuntoon on lannoituksella mahdollista vaikuttaa. Lannoitus on kannattava metsänhoitotoimenpide varsinkin kun lannoitettava metsä on puustoltaan ja kasvupaikaltaan soveltuva toimenpiteelle. Puuston arvokasvu nopeutuu, koska lisääntynyt kasvu kohdistuu oikeastaan vain puiden tukkiosuuteen. (Hynönen ym. 2002, 4.)

Lannoitus vaatii tekijältään paljon tietämystä metsän ravinnevaroista, puuston ravinetarpeista ja maaperän ravinteisuuden ja kasvupaikkatekijöiden välillä olevista suhteista (Mälkönen 2003, 182). On todella tärkeää selvittää tekijät, jotka rajoittavat puuston kasvua ennen metsänhoitotoimenpiteitä. Ravinnemäärien lisääminen ei ole tarkoituksenmukaista, jos kasvua rajoittava tekijä onkin jokin muu kuten liiallinen veden määrä. (Hynönen ym. 2002, 5.) Maahan tulevat lisäravinteet vaikuttavat maaperän ravinnekiertoon ja tätä kautta koko metsäekosysteemiin. Tämän vuoksi lannoittajan täytyy olla perillä toimenpiteen vaikutuksista koko metsäekosysteemissä. (Mälkönen 2003, 182.)



### 3 LANNOITUSTARPEEN MÄÄRITYS

#### 3.1 Ravinnetilan selvittäminen

Puuston ravinnetarvetta arvioidaan metsätyyppin, puulajin sekä neulasista ja maaperästä otettavien näytteiden avulla. Kangasmailla voidaan useimmiten soveltaa tehtyihin lannoituskokeisiin perustuvia yleisohjeita, koska kangasmetsissä ravinteisuuden vaihtelut eivät ole alueellisesti kovinkaan suuria. Epäselvissä tapauksissa on syytä varmistaa puuston ravinnetarve tekemällä neulasanalyysi. (Aarnio ym. 1997, 110.)

Metsätyyppien mukaan saadaan käsitys maan ravinteisuudesta, mutta ravinneepätasapaino on luotettavin tunnistaa ravinneanalyysin avulla (Mätkönen ym. 2003, 182).

Metsikön ravinnetilaa pystytään selvittämään puissa näkyvien puutosoireiden perusteella. Tämä onnistuu parhaiten taimikkovaiheen metsissä, joissa neulasten värimuutokset sekä neulaskoon muuttuminen on helpoimmin nähtävissä. Varttuneemmissa metsissä aistinvaraisen ravinnetilan selville saamiseksi on otettava näytteitä puun latvuksen yläosasta. On myös mahdollista käyttää kiikaria apuna arvioinnissa. (Hynönen ym. 2002, 7.)

Typen puute on kangasmailla puiden kasvua rajoittava tekijä. Metsän luontainen typen tuotanto ja ilmasta sateen mukana laskeutuva typpi eivät korvaa hyvän kasvun edellyttämää lannoitustarvetta. (Farmit 2010.) Kaikilla kivennäismailla lehtoja lukuun ottamatta puille käyttökelpoista liukoista typpeä on liian vähän saatavilla. Maaperän viljavuus vaikuttaa koko metsäekosysteemin kykyyn sitoa ilmakehän typpeä. Typen määrä hehtaarilla vaihtelee karujen kivennäismaiden kymmenistä kiloista, parhaiden metsätyyppien yli 100 kilon välillä. (Päivinen 1999, 8–9.)

Fosforin, kaliumin ja boorin (kuva 1) puute on yleistä turvemailla, mutta myös typpi- vajeusta löytyy. Muutos luonnontilaisesta suosta turvekankaaksi lisää maaperän typpi- ja fosforimääriä. Tästä seuraa kuitenkin kaliumin määrän väheneminen kasvupaikalla. Näin syntyy ravinne-epätasapaino, joka vaatii kaliumlannoitusta. (Farmit 2010.)



**KUVA 1. Boorin puutos nuoressa kuusessa (Mhy Kalajokilaakso 2010).**

Turvemailla voidaan turpeen typpipitoisuutta arvioida von Postin menetelmällä (luokat 1–10). Turvenäytettä puristetaan kädessä samalla tarkkaillen sormien välistä tulevan vesipitoisen aineen väriä ja turpeen hajoamisastetta. Puristusnesteen ollessa kirkasta ja sen sisältämien kasvinosien tunnistaminen helppoa on turpeessa vähän puille käyttökelpoista typpeä. (Hynönen ym. 2002, 7.)

Typen puutos näkyy heikentyneenä kasvuna sekä neulasten ja lehtien haaleana värinä. Männyn pituuskasvun heikentyessä sekä kasvainten ollessa ohuita ja mutkaisia on todennäköistä fosforin puute. Kuusikoissa fosforinpuutos on harvinaisempi, koska puutosta on lähinnä karuhkoilla soilla. Kaliumin puutos näkyy männyllä neulasten kärkien kellastumisena syksyllä ja vuoden vanhoissa neulasissa keskikesällä. Kaliumin niukkuus näkyy kuusikoissa parhaiten elokuussa vuoden vanhojen neulasten kellastuessa muiden neulasten pysyessä vihreinä. Puutos magnesiumista taas näkyy männyn neulasten kärkiosan kirkkaan keltaisesta väristä. Kuusella on hyvin samanlaiset oireet magnesiumipuutostilassa. Boorin puutos aiheuttaa puustolle kasvupisteiden kuolemista, neulasten paksuuntumista ja käyristymistä. Lisäksi puut haaroittuvat ja

pensastuvat usein boorinpuutteen johdosta. (Hynönen ym. 2002, 9.) Boorin puutosta esiintyy erityisesti vanhoilla viljelysmailla. Pienikin kasvuhäiriö alentaa metsäntuottoa 10 %. Metsän tuottotappio nousee lähes 50 prosenttiin, jos kuusikon pohjapinta-alasta yli 80 prosenttia kärsii kasvuhäiriöstä. (Rikala 2004, 16.)

### 3.2 Neulas- ja lehtianalyysi

Neulas- ja lehtinäytteet on otettava lepotilassa olevista puista eli havupuista joulumaaliskuussa ja lehtipuista elokuun alkupuolella ennen kuin lehdet kellastuvat. Havupuista näyte otetaan vallitsevan latvuserroksen puiden ylimmästä oksakiehkurasta tai latvuksen yläkolmanneksesta edellisen kasvukauden neulasista. Näytteet, joita otetaan kuviolta 5-10 puusta, 1–2 vuosikasvainta kustakin kootaan yhdistelmänäytteeksi. Näytteet pyritään ottamaan vallitsevan latvuserroksen terveiltä näyttävistä puista. Lehtipuista näytteet otetaan latvuksen sisäosista viimeisimmän kasvukauden aikana syntyneistä versoista. Uusimpia ja vanhimpia lehtiä ei tulisi ottaa näytteiksi. Analyysillä tutkitaan yleensä näytteestä pää- ja sivuravinteet; typpi (N), fosfori (P), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg) ja hivenravinteista boori (B), kupari (Cu), mangaani (Mn), sinkki (Zn), ja rauta (Fe). (Hynönen ym. 2002, 7–8.)

### 3.3 Maa-analyysi

Kuviolta otetaan sen koosta ja yhtenäisyydestä riippuen vähintään yksi näyte. Näytteet kootaan noin kymmenestä eri puolilta kuviota kerätyistä osanäytteistä. Neulasanalyysi on osoittautunut tarkemmaksi kuin maa-analyysi, joten maa-analyysija tehdään oikeastaan vain, jos neulasanalyysin tekeminen ei jostain syystä onnistu. (Farmit 2010.)

Farmit (2010) internetsivustolla annetaan kattava ohje maa-analyysin tekemiseen ”Humuksen pinnalta poistetaan elävä sammal ja karike, minkä jälkeen otetaan näyteviipale kohtisuoraan 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. Peltometsitysalueilla näytteet otetaan muokkauskerroksesta. Oheen liitetään näytteen tunnistamis- ja metsikkötiedot sekä metsänomistajan yhteystiedot.”

## **4 LANNOITUSKOhteET**

### **4.1 Lannoitus kangasmailla**

Lannoitettavia kohteita ovat kangaspohjaisilla mailla pääasiassa kuivahkojen kankaiden männiköt ja tuoreiden kankaiden kuusikot. Näillä kasvatuslannoituksilla pyritään ravinteita, varsinkin typpeä, lisäämällä maksimoimaan puuston kasvu. Kangasmailla tärkeitä lannoituskohteita ovat myös metsät, joissa esiintyy selviä puutteita ravinteista. Tämä johtaa puuston kasvun hidastumiseen ja elinvoimaisuuden heikentymiseen. Puustossa on näissä tapauksissa huomattavissa usein selviä silmällä havaittavia oireita. Tällöin on metsikölle suunniteltava terveyslannoitus, jolla on mahdollista hoitaa maaperän ravinneisuutta pitkällä aikavälillä ja varmistaa puuston elpymisen sitä vaivavasta puutostilasta.

#### **4.1.1 Kasvatuslannoitus**

Kasvatuslannoitus on erittäin hyvä ja tuottava tapa tuottaa puuta. Lisäämällä typen määrää maassa voidaan sen tuotoskykyä huomattavasti parantaa verrattuna luontaiseen tuotokseen. Kasvatuslannoitus on lyhytaikainen vaikutukseltaan, yleensä vaikutus kestää 6–10 vuotta. Tehtyihin tutkimuksiin perustuen parhaimmat lannoituskohteet kivennäismailla ovat kuivahkojen kankaiden männiköt, tuoreiden kankaiden männiköt, tuoreiden kankaiden kuusikot ja lehtomaisten kankaiden kuusikot. (Hynönen ym. 2002, 17.)

Nuorehkoissa kasvatusmetsissä ravinteiden puute rajoittaa kasvua sen ollessa juuri parhaimmillaan. Lannoitukset voidaan aloittaa heti ensiharvennuksen jälkeen. Lannoitukset ja harvennukset on hyvä suunnitella siten, että lannoituksen tuottama puu voidaan korjata mahdollisimman nopeasti eli pitkiä viivästymisiä tulisi välttää. Nuorissa



ja keski-ikäisissä metsissä päästään suuriin kasvunlisäyksiin, mutta päätehakkuita lähellä olevissa metsissä kasvu keskittyy suurimmaksi osaksi arvokkaaseen tukkiosaan.(kuva 2) (Aarnio ym. 1997, 110.)

Kasvatustaloudellisuus voidaan toteuttaa metsän kiertoaikana useitakin kertoja riippuen puuston tilasta ja metsänomistajan tavoitteista. On kuitenkin varmistettava, että maan ravinnetasapaino ei häiriinny useista lannoituskerroista. Kasvatustaloudellisuuteen ei saa valtion tukea eli se on omavaraisista metsänomistajalle, mutta lannoitukset ovat vähennyskelpoisia puun myyntitulon verotuksessa. (Hynönen ym. 2002, 17.) Kasvun lisäyksen ollessa ensimmäisen lannoituskerran jälkeen ollessa hyvä reagoi puusto yleensä myös toiseen lannoituskertaan paremmin. (Aarnio ym. 1997, 110.)

Sopiva typen määrän lisäys lisää männyn kasvua yleensä paremmin kuin kuusen, jossa lannoitteen vaikutusaika kuitenkin on hieman pidempi. Typpilannoitus koivikossa on vaikutusajaltaan lyhyempi kuin havupuumetsiköissä ja myös kasvunlisäys jää myös pienemmäksi. (Aarnio ym. 1997, 110.)



**KUVA 2. Lannoitus kannattaa kohdentaa arvokkaaseen tukkiosaan (Ngophotos 2010).**

#### **4.1.2 Terveyslannoitus**

Terveyslannoitusten tarkoitus on nopeuttaa heikkokuntoisten tai vaurioituneiden metsien toipumista. Toinen tärkeä tarkoitus on jo ennalta vahvistaa puuston kestävyyttä erilaisia tuhoja vastaan. Kun puusto on jo huomattavasti heikentynyt, terveyslannoituksesta tuleva kasvun lisäys on selvästi pienempi kuin kasvatuslannoitetuissa terveissä metsissä. Menetettyä kasvua voidaan kuitenkin tällä tavalla tasoittaa. (Aarnio ym. 1997, 114–115.)

Viljavien maiden kuusivaltaiset metsät ovat kivennäismailla yleisimpiä lannoituskohteita. Nämä ovat yleisesti lehtipuuvaltaisille hakamaille tai entisille pellon pohjille istutettuja kuusikoita. Myös muita metsiköitä, joissa on selviä hivenaineiden puutoksia, on tarvittaessa lannoitettava. Terveyslannoitukset tehdään useimmiten nuorissa tai varttuneissa kasvatusmetsissä, mutta myös taimikoita voi lannoittaa, jos ne sijaitsevat terveyslannoitettavien alojen vieressä. Myös selvät alat, joissa kasvuhäiriötä on maaperän tai metsänkäytön historian kautta odotettavissa, tulisi lannoittaa. Lannoitus tulee ottaa huomioon vasta kun metsänkehityksen kannalta tarpeelliset metsähoitotyöt on hoidettu tai ne tullaan tekemään heti lannoituksen jälkeen. (Hynönen ym. 2002, 16.)

Metsäparannusvaroista on saatavissa tukea myös metsän terveyslannoitukseen. Kestävän metsätalouden rahoituslaki tarkoittaa näillä maan ravinne-epätasapainon korjaamiseksi tehtäviä lannoituksia. Tällä edellytetään, että puusto saadaan elpymään kohti normaalia kehitystä. (Kaunisto ym. 2002, 201.)

#### **4.2 Lannoitus turvemailla**

Ravinnetalous on turvemailla kivennäismaihin verrattuna hyvin erilainen. Turpeen sisältämän fosforin, kaliumin, boorin, sinkin ja kuparin määrä on huomattavasti niukempi kuin kangasmailla. Turvemailla typen määrä vaihtelee hyvinkin paljon ja sen riittävän suuri vapautuminen on elinehto puuston kasvulle. Soilla, joissa typpeä on runsaasti, löytyy muita ravinteita kuten fosforia, kaliumia ja booria niukemmin. (Aarnio ym. 1997, 116.)

Turvemailla lannoituskohteet saadaan selville neulasanalyysin avulla. Usein lannoitusta tarvitsevat alueet ovat parikymmentä vuotta sitten ojitettuja soita, joissa tehdään harvennushakkuu ja kunnostusojitus. Näiden yhteydessä on aina hyvä tehdä ravinnetilan tutkimus ja tarvittaessa terveyslannoitus, koska tällöin varmistetaan hyvä puuntuotannollinen tulos. (Farmit 2010.)

Ravinteiden epäsuhteet tai niiden niukkuus ovat soilla syy terveyslannoitusten tarpeeseen. Luonnontilaisten soiden muuttuessa turvekankaiksi typen määrä voi kasvaa, mutta usein alueilla esiintyy puutosta kaliumista ja hivenaineista. Suomessa yli miljoona hehtaaria soista kärsii kaliumin puutteesta ja näistä metsitetyt avosuot ja paksuturpeiset suot muodostavat suuren osan. (Farmit 2010.)

Suomessa yleisimpiä turvemaiden terveyslannoitus kohteita ovat luonnontilassa vähäpuustoiset nevaiset rämeet ja korvet, runsastyyppiset avosoiden metsitykset ja turvepeltojen metsitykset. Näillä paikoilla turpeen sisältämän typen määrä on korkea ja tämä antaisi hyvät mahdollisuudet kasvuun, mutta puutos kaliumista ja boorista aiheuttaa jopa huomattavia kasvutappiota. Boorin puutos on siis todella yleistä suometsissä ja tämän vuoksi kaikissa suomiin soveltuvissa lannoitteissa on mukana boori. Myös fosforin suhde typen määrään nähden verrattuna on usein liian niukka. Turvemaapelloilla lannoittaessa fosforia ei tarvita ja myös kaliumin tarve on pienempi johtuen lisäystä kivennäismaasta eli painomaasta. Tästä huolimatta boorilannoitus on usein tarpeen kuin myös kaliumlannoitus, jos kivennäismaata ei ole lisätty. (Kaunisto ym. 2002, 202.)

## **5 LANNOITTEET**

Metsälannoitteet ovat osittain samoja kuin maataloudessa käytettävät lannoitteet. Niiden raaka-aineena käytettävä apatiitin fosfori on veteen liukenematonta. (Yara 2008, 20.) Metsänlannoitteita on kehitetty sopiviksi eri kohteille ja niiden liukoisuutta on pyritty säätelemään siten, että ekosysteemi ehtii hyödyntämään ravinteet jolloin ympäristörasitus jää mahdollisimman pieneksi. Moniravinteisiin lannoitteisiin on pyritty sisällyttämään kaikki kohteen tarvitsemat ravinteet. (Päivinen 1999, 18.)

Vaikka lannoitteiden raaka-aineet saadaan luonnosta, ne eivät sellaisenaan sovi kasveille. Raaka-aineet saadaan valmistuksen aikana muokattua kasveille käyttökelpoiseen muotoon ja samalla ravinnesisältö eri kasveille ja kasvupaikoille sopivaksi. Lannoitesuolat muodostavat liuetessaan maahan samoja ioneja, joita kasvit pyrkivät saamaan lannoittamattomastakin maasta. Lannoitteet sisältävät paljon hivenaineita, kuten booria. Poikkeuksena urea, jossa booria ei ole. (Farmit 2010.)

### **5.1 Kivennäismaille sopivat lannoitteet**

Kivennäismaille on kehitetty eri kohteisiin soveltuvia kasvatus- ja terveyslannoitteita. Urea on puhdastyyppilannoite, joka sopii sekä kangasmaiden männiköihin että kuusikoihin. Ureaa voidaan käyttää myös Rauta PK:n kanssa vähätyppisten soiden lannoittamiseen. Metsän NP 1 on myös soveltuva kangasmaiden havupuuvaltaisiin metsiin ja näiden lisäksi myös koivikoihin. Lannoite sisältää myös hivenravinteita esimerkiksi booria, jonka on tutkittu ehkäisevän puiden latvavaurioita. Suomensalpietari on myös tyyppilannoite, joka soveltuu kivennäismaiden männiköihin sekä kuusikoihin. Metsän NP 2 on valmistettu erityisesti viljavien maiden boorinpuutosalueille ja niiden terveyslannoituksiin. Booriravinne on nimensä mukaan tehty myös boorin puutteesta kärsiville kivennäismaille. Se on kehitetty erityisesti taimikoihin ja pieniläpimittaisiin metsiin sekä peltojen metsityslannoituksiin. Lisäksi on Pellonmetsityksen PK 1, jossa on fosforin ja kaliumin ohella myös runsaasti hivenaineita kuten booria. Levitysjankohdat ovat muilla lannoitteilla paitsi urealla koko kasvukauden, urean levitys suositellaan aloitettavaksi alkusyksyllä (liite 1). (Yara 2008, 20–21.)

### **5.2 Turvemailla käytettävät lannoitteet**

Metsän PK 1 lannoitetta käytetään yhdessä tyyppilannoitteiden kanssa karuhkojen soiden elvyttämiseen. Suometsän Y 1 on erityisesti karuhkojen suometsien lannoitukseen, jos siellä on fosforin ja kaliumin puutteen lisäksi tarvetta typestä. Kun tarvitsee lannoitetta metsittäessä turvemaapeltoa, on Pellonmetsityksen PK 1 soveltuva siihen. Lannoite soveltuu myös kivennäismaiden kuusikoiden lannoittamiseen, jos hivenravinteiden ohella tarvitaan myös fosforia, mutta ei typpeä. (Hynynen ym. 2002, 19)



## 6 LANNOITUKSEN SUUNNITTELU JA RAHOITUS

### 6.1 Suunnittelu

Tuore metsäsuunnitelma, johon on merkitty valmiiksi lannoituskelpoiset kuviot on paras apuväline lannoituksia suunnitellessa. Jos kuitenkin niitä ei ole huomioitu, on metsäntuntemus, maastokäynti ja neulasanalyysitulokset tarpeellisia suunnitelmaa varten. Parhaat kasvatuslannoituskohteet löytyvät harvennetuista ja/tai päätehakkuuikää lähestyvistä hyväkuntoisista 2–4 kehitysluokan metsistä. (Farmit 2010.) Suunnitelmaa tehtäessä tulee myös kartoittaa mahdolliset terveyslannoitusta vaativat kohteet, jotta niiden puusto saadaan elpymään.

Lannoitus on yleensä kannattavaa toteuttaa yhteishankkeena, jossa useamman tilan lannoitusta tarvitsevat kohteet hoidetaan keskitetysti lannoitteiden hankinnan ja levityksen osalta. Tällä tavoin toimimalla säästetään kustannuksissa. Lannoitteiden levitys toteutetaan nykyisin lentolevityksellä, joka myös edellyttää suurempia lannoituskeskityksiä. (Hynönen ym. 2002, 21.)

Suunnittelu ja markkinointi on hyvä aloittaa mielellään jo vuotta aiemmin ennen lannoitusta. Lannoitusalojen ollessa mahdollisimman suuria ja lähempänä toisiaan kustannukset ovat pienempiä ja lannoitus entistä kannattavampaa. Metsäsuunnittelun tietoja voidaan käyttää apuna kohteiden suunnittelussa ja markkinoinnissa. Suunniteltaessa lannoitusalaa tulisi pyrkiä siihen, että lannoitettavan kuvion koko olisi vähintään yksi hehtaari ja se olisi muodoltaan mahdollisimman säännöllinen. (Hynönen ym. 2002, 21.)

Metsäalan toimijoista ainakin metsäkeskukset, metsänhoitoyhdistykset, metsähallitus ja metsäteollisuusyritykset toteuttavat lannoituksia. On hyvin tärkeää ja hyödyllistä, että näiden toimijoiden yhteistyö toimii. Näin saadaan mahdollisesti aikaan kustannussäästöjä tilauksessa, kuljetuksessa ja levityksessä. (Hynönen ym. 2002, 23.)

## 6.2 Rahoitus

Metsän terveyslannoitukseen myönnetään kestävän metsätalouden rahoituslain mukaista avustusta. Tuen määrä vaihtelee etelästä pohjoiseen vyöhykkeittäin porrastettuna 40–65 % välillä. Haettaessa avustusta on työn perustuttava valmiiksi laadittuun ja hyväksyttyyn suunnitelmaan. (Farmit 2010.) Suunnitelmasta tulee käydä ilmi ojien varsille ja vesien rannoille jätettävät suojakaistat sekä käytettävät lannoitteet, lannoitemäärät ja levitysajat. Tämän mukaan Metsäkeskus päättää rahoituksen myöntämisestä sillä olevien määrärahojen mukaan. Terveyslannoituksella tarkoitetaan ravinteiden epätasapainon vuoksi taantuvan kasvukunnon omaavien metsien elvyttämiseen tähtäävää lannoitusta. (Farmit 2010.)

Kasvatuslannoituksiin ei ole mahdollista saada valtion avustusta, joten metsänomistajan on kustannettava itse koko lannoitushanke. Tämä antaa totta kai vapauksia lannoitusalojen suunnitteluun ja toteutukseen. Omatoimisesti lannoittaessa mitkään säädökset eivät vaadi metsäammattilaisen tekemää lannoitussuunnitelmaa. Kohteiden valinta on oman päätösvallan alainen, kuten myös lannoitteiden hankinta ja levitystavasta päättäminen. Nykyisin myös metsäpalveluyrittäjät ovat laajentaneet toimintaansa lannoituksen piiriin, joten jos maanomistajalta puuttuvat välineet ja aika, niin hän voi kääntyä metsäpalveluyrittäjien puoleen. Lannoitteista ja vieraan tekemästä työstä on tällöin tehtävä arvonnäisäverotilitys veron palautusta varten. Lannoituskulut saat vähentää myyntiverotuksessa. Tämäkin pienentää kustannusta 28 %.

## 7 LANNOITUKSEN TOTEUTUS

### 7.1 Lannoitteiden hankinta

Metsälannoitteiden välittäjinä toimivat maatalouskaupat. Asiakas sopii hinnasta ja kuljetuksesta kauppiaan kanssa. Tavallisimpia lannoitteita on mahdollista saada pienempiä määriä suoraan kaupan varastosta, mutta usein toimitus kestää noin 10 päivää. Lannoitteita toimitetaan 40 kg:n säkeissä 1200 kg:n lavoilla tai 650 kg:n suursäkeissä. (Farmit 2010) On myös joitain lannoitelajeja, jotka tehdään vain tilauksesta ja nämä

on tilattava jo hyvissä ajoin huhtikuun loppuun mennessä. Tämä auttaa valmistajaa tuotannon suunnittelussa ja toteutuksessa. (Hynönen ym. 2002, 22.)

Lannoitteet välittävä liike kuljettaa lannoitteet sovitun aikataulun mukaisesti varastointipaikoille. Myös ne metsänomistajat, jotka hoitavat lannoituksen itse saavat lannoitteensa samalla kuljetuskerralla. Laadittuna on valmis jakelusuunnitelma ja kartta, jossa oikeat lannoitelajit on merkitty niille tarkoitettuihin varastopaikkoihin. Varastopaikat tulee myös merkitä maastoon. (Hynönen ym. 2002, 22.)

## **7.2 Lannoitteiden varastointi**

Varastopaikalla tulisi lannoitteet suojata huolellisesti sateelta, tuulelta ja auringolta. Paras varastopaikka lannoitteille olisi sisätiloissa, mutta oikein toimimalla voi niitä varastoida lyhyitä aikoja myös ulkona lähellä levityspaikkaa (Farmit 2010.) Lannoitevaraston koko tulisi vähintään olla 10 000 kg, jos levityksessä käytetään helikopteria. Kuitenkin pienemmätkin varastot ovat toimivia, jos ne sijaitsevat hyvin siirtymisreitien varrella. (Hynönen ym. 2002, 21.)

Varastoalueen on oltava tarpeeksi laaja, jotta raskas kuljetuskalusto pystyy jouhevasti liikkumaan siinä ja tilaa tulisi löytyä myös helikopterille. Myös lähialueen tiestön tulisi olla hyvässä kunnossa, että se kestää raskaan kuljetuskaluston. Lähellä olevat korkeat puustot, sähkölinjat ja muut liikkumista vaikeuttavat esteet on otettava huomioon. (Hynönen ym. 2002, 22.)

## **7.3 Lannoitteen levitys**

Lannoitus suoritetaan nykyään yleisimmin helikopterilla. Helikopterin käytön kannalta työmaiden suuruus ja sijoittelu on ratkaisevaa. Todella tärkeää on, että lannoitteet voidaan varastoida hyvin keskitetysti ja tällöin lentomatkat jäävät mahdollisimman lyhyiksi (Hynönen ym. 2002, 21.)

Lannoitettavat pinta-alat voivat olla hyvinkin pieniä, muutamia hehtaareja. Tärkeää on kuitenkin saada saman varaston lähistölle riittävä määrä hehtaareja. Yhteislevityksen ala tulisi olla vähintään noin 100 ha ja lannoitetta tulisi saada levitetyksi noin 50 000

kg. Käytännössä tämä tarkoittaa 3-5 varastopaikan valmistelua. Suunnittelussa on vain tärkeä miettiä juuri varastojen keskittämistä, jotta kaluston siirrosta tulevat kustannukset pysyvät kurissa. (Farmit 2010.) Lähialueella voidaan siis samalla kertaa hoitaa sekä metsänterveyslannoitukset että kasvatuslannoitukset (Hynönen ym. 2002, 21). Kaikki lannoitteet levitetään lumettomaan maahan. Urealla paras levitysaika on syksyllä, suomensalpietarilla keväisin ja kesällä. Muita lannoitteita voidaan levittää koko lumeton aika. (Farmit 2010.)

Hynönen ym.(2002, 21-22.) kertoo levityssuunnitelmaprojektin olevan seuraavanlainen ”Levityssuunnitelma on tehtävä peruskartalle (mittakaava 1:20 000). Lannoituskuviot rajataan peiteväreillä, kukin lannoitelaji omalla värillään. Karttaan merkitään kohteittain myös levitettävien lannoitteiden laatu ja määrä. Jos toimijoita on useita, on syytä sopia yhteiset merkinnot. Myös metsäluonnon arvokkaat elinympäristöt ja vesistöjen suojavyöhykkeet merkataan selvästi karttaan. Suoja-vyöhykkeenä on syytä käyttää vähintään 20 metrin kaistaa. Maastonmuodot vaikuttavat oleellisesti suojavyöhykkeen leveyteen”.

Lannoitteiden maalevitys on lisääntymässä ja varsinkin harvennuksen jälkeen tehtävä kasvatuslannoitus on käytännöllistä tehdä maalevityksenä. Tämä tapa on hyvin taloudellinen ja levitystarkkuus hyvä. Metsäkoneyrittäjille maalevitys tarjoaa kesälle työllisyyttä. Ajankohta ja paikalliset olosuhteet on tällä tavoin helpompi ottaa huomioon työtä suunnitellessa. (Yara 2008, 22.)

Levitettäessä lannoitteet käsin päästään noin 1 000 kg:n levitysmäärään päivässä. Maataloustraktori soveltuu keskipakoislevittimen kanssa hyvin varttuneempien ja hieman harvempien metsien lannoittamiseen sekä kangasmailla että roudan aikaan myös soilla. Tällä menetelmällä päästään noin 4 000 kg:n levitykseen päivässä. Suuremmissa lannoitushankkeissa käytetään helikopterin lisäksi metsätraktoreita, telamaastureita ja myös lentokoneita. Helikopterin tehokkuudesta kertoo sen 60–80 tonnin levitysmäärä päivässä. (Kaunisto ym. 2002, 197.)

Työn laadun seuraaminen on myös hyvin tärkeää lannoitusten yhteydessä. Lannoitemäärää ja levityksen tasaisuutta voi varmistaa mittasuppiloiden avulla. Kovalla tuulella tai muuten keuhkoissa sääoloissa lannoittaessa voi tarkkuus hieman kärsiä. Tehdyistä tarkistusmittauksista koostetaan muistio. (Hynönen ym. 2002, 23.)

## 8 LANNOITUKSEN VAIKUTUKSET

### 8.1 Puusto ja sahatavaran laatu

Terveyslannoitus on välttämätön ravinnehäiriökohteissa, jos aiotaan kasvattaa hyväpuustoinen ja -laatuinen metsikkö. Puuston tukkipuun osuus voi laskea alle puoleen normaalista, jos lannoitusta ei ole tehty ja näin hehtaariohtainen tappio voi olla tuhansia euroja. Puuston järeytymisen nopeutuminen ja varsinkin hyvälaatuisissa männiköissä arvokkaan oksattoman tukkiosuuden lisääntyminen parantaa parempien sahatavara laatujen saantoa. Pystykarsituissa metsissä lannoitus kiihdyttää kasvua ja näin kyljestymisen on tasaisempaa. (Yara 2008, 26.)

Puuaineen tiheyden on havaittu alenevan 2–5 prosentilla. Tämä on hyvinkin pieni muutos verrattuna siihen kuinka puuaineen tiheys vaihtelee eri kasvupaikkojen tai vaikkapa rungonosien välillä. Kertalannoituksella voidaan vuosilustoon saada lisäpaksuutta 0,3–1,5 mm ja tämä on helpoiten havaittavissa nuorissa puustoissa. Lannoitus lisää taimikoissa ja nuorissa metsissä myös oksien paksuutta. Taimikoita lannoitetaan kuitenkin vain terveyslannoitteilla ja silloin kun sitä uhkaa ravinne-epätasapainosta johtuva laadunaleneminen tai terveyden heikkeneminen. Kasvatyslannoitukset aloitetaan vasta ensiharvennuksen jälkeen, joten tässä ei hukata ravinteita ennen kasvatusta paikalla kasvaneisiin puihin. Latvus tuuheutuu ja näin karsii alaoksat tehokkaammin varjostuksen lisääntyessä. Tällöin saadaan enemmän arvokasta oksatonta pintapuuta ja tämän lisäksi terveoksaisten latvatukin osuus lisääntyy. Lannoitus myös nopeuttaa oksien kyljestymistä pystykarsituilla aloilla. (Farmit 2010.)

Puuston ollessa elinvoimainen ja hyväkuntoinen sen kestävyys sairauksia ja eri tuhoalaisia vastaan on huomattavasti parempi. Esimerkkinä typpilannoitus, joka kivennäismailla parantaa mäntypistiäisten ja surmakkatuhoista kärsivien puiden toipumista. (Yara 2008, 25.)

## 8.2 Ympäristö

Lannoittaessa kangasmetsiä on huolenaiheena ollut ravinteiden mahdollinen huuhtoutuminen ja maan happamoituminen. Suomensalpietarin ja Metsän NP 1:n sisältämä tyyppi on puoliksi ammonium- ja nitraattityppeä. Ammoniumtyyppi pidättyy hyvin maaperään, mutta nitraattityppi tahtoo huuhtoutua helposti pois. (Kaunisto ym. 2002, 202.) Maaperän happamuuden vaihtelu riippuu siitä millaista tyyppiyhdistettä lannoite sisältää ja millaisiin kemiallisiin ja mikrobiologisiin ilmiöihin se maaperässä osallistuu (Aarnio ym. 1997, 111). Huuhtoutuneiden ravinteiden menetys näkyy heti puun kasvussa ja lisää kuormitusta vesistöissä. Nitraattitypen huuhtoutuminen on mahdollista jos lisääntyneen typen määrä ylittää kasvillisuuden ja maamikrobioston tarpeen ja tällöin maa happamoituu. (Mätkönen ym. 2003, 188.)

Fosfori on haitallisin kuormittaja, kun puhutaan vesistönsuojelusta. Kivennäismailla tehtävät fosforilannoitukset eivät lisää valunnan fosforipitoisuutta mitenkään erityisesti (Hynönen ym. 2002, 24.) Suometsien lannoituksissa juuri fosforin huuhtoutuminen vesistöön on pahin ympäristöongelma. Runsastyyppisiltä soilta fosforin huuhtoutumismäärät ovat pienempiä kuin karuilta soilta. Tämä johtuu runsastyyppisten soiden turpeen suuremmasta raudan ja alumiinin määrästä, sillä nämä sitovat juuri fosforia. Oikealla kohdevalinnalla, käyttämällä hidasliukoisia apatiittipohjaisia lannoitteita tai puutuhkaa ja muistamalla jättää vesistöjen riittävät suojavyöhykkeet voidaan lannoitefosforin pääsyä vesistöön hyvin pitkälti estää. (Kaunisto ym. 2002, 203.)

Lannoitus vaikuttaa metsän hiilitaseeseen hyvin nopeasti. Lannoitukseen käytetyn energianmäärä on 15 kertaa pienempi kuin mitä saavutettu lisäkasvu pystyy sitomaan. (Yara 2008, 25.) Lannoitus saattaa parantaa puuston siemensatoa sopivissa olosuhteissa. Tätä lisäystä voidaan pitää tarkoituksenmukaisena vain siemenviljelmillä. Lannoituksen vaikutusaikana pintakasvillisuus rehevöityy. Tuhkalannoitetulla suolla voivat vaikutukset olla hyvinkin voimakkaita ja pitkäkestoisia. Tämä tarjoaa eläimistölle lisää ravintoa ja suojaa. (Hynönen ym. 2002, 25.) Typen kiihdyttämä kasvu tuo mukanaan myös nisäkästuhoja. Hirvet ja jänikset hyötyvät tilanteesta. (Hynönen ym. 82.) Riistaeläimet muun muassa hakeutuvat lannoitetuille aloille, koska kasveista saatavien ravinteiden määrä on siellä suurempi. Myös marja- ja sienisadot voivat lisääntyä lannoituksen johdosta. (Hynönen ym. 2002, 25.) Puolukkasadon on tutkittu kasva-

van keskimäärin 150 kiloa hehtaarilla ja parhaissa paikoissa jopa 350 kiloon hehtaarilla. (Yara 2008, 25.)

## **9 LANNOITUKSEN KANNATTAVUUS**

### **9.1 Lannoituksen tuottotekijät**

Puuntuotannon investoineista metsänlannoitus on kannattavin. Yleisesti lannoituksen saadaan 10–20 % tuotto. Tuotto lannoituksesta perustuu puuston kasvun ja laadun paranemiseen, arvokasvun nopeutumiseen, harvennustulojen aikaistumiseen ja kiertoajan lyhenemiseen. Riskit lannoitusinvestoinnissa perustuvat lähinnä puun kantohintojen muutokseen ja paikallisesti esiintyviin luonnontuhoihin. (Yara 2008, 16. )

Monet tekijät vaikuttavat lannoituksen kannattavuuteen. Esimerkkejä kannattavuuteen vaikuttavista tekijöistä ovat puun kantohinta, saatava kasvukehitys ja sen jakautuminen tukki- ja kuitupuuhun kesken sekä kasvunlisäykseen kulunut aika ja lannoituskustannukset. Näiden lisäksi kannattavuuteen vaikuttaa välillisesti puuston järeytymisen nopeutumisesta seuraava arvokasvu, harvennushakkuista saatavien tulojen aikaistuminen, metsikön kiertoajan lyheneminen ja leimikon hinnoittelutekijöiden paraneminen (Yara 2008, 16.)

Lannoituksella parannetaan puuston kasvuedellytyksiä lisäämällä maaperään ravinteita, joita maaperässä on puuston kasvun kannalta niukasti. Oikein suoritettuna kasvatyslannoitus on yksi puuntuotannon kannattavimmista investoinneista ja terveyslannoitus on jopa välttämätön metsän kasvun kannalta. (Myllylä 2009, 34-35.)

Lannoitus on hyvä sijoitusmuoto aktiiviselle metsänomistajalle, sillä paras tuottavuus lannoituksesta saadaan hyvin hoidetuissa metsissä. Lannoitusta aktiivisen metsäomistajan sijoitusmuotoa puoltaa myös se, että lannoitettavien metsien hoidon pitää olla suunniteltua, sillä paras hyöty lannoituksesta saadaan kytkemällä lannoitukset hakkuuohjelmaan. Metsälöissä, joissa hakkuita ei suoriteta ennakkosuunnitelman mukaan, lannoituksien kannattavuudesta ei saada selkeää kuvaa. Hakkuuohjelmaan kytketyissä lannoituksissa ravinnelisyksen aikaan saama kasvunlisäys saadaan realisoitua nope-

asti hakkuutuloina. Lannoitus lisää etenkin arvokkaan tukkipuun osuutta puustossa (Kukkola 1998.)

## 9.2 Kangasmetsät

Kangasmetsissä lannoituskohteet voidaan asettaa kannattavuus järjestykseen. 1. kuivahkonkankaan männiköt, 2. tuoreen kankaan männiköt, 3. tuoreen kankaan kuusikot ja 4. lehtomaisen kankaan kuusikot. Vielä kasvavat päätehakkuuikää lähestyvät kannervatyypin männiköt ovat myös hyviä lannoituskohteita. Etelä-Suomen kasvuolosuhteissa kertalannoituksessa investoinnin sisäinen korko vaihtelee tyypillisesti 10 ja 20 % välillä. Jos lannoituksia tehdään useasti kiertoajassa, kannattaa harvennusten ajankohta suunnitella siten, että osa lannoituksen tuottamasta lisäkasvusta saadaan realisoitua seuraavassa harvennuksessa. (Hynynen ym. 2005, 65.)

Lannoituksen kannattavuutta määritetään investoinnin sisäisenä korkokantana, joka osoittaa lannoitukseen sijoitetun pääoman saaman reaalikoron kyseisen investoinnin vaikutusaikana. Näissä tarkasteluissa käytetään keskiarvoista kantohintatasoa ja lannoituksen vaikutusajaksi kahdeksaa vuotta. (Kaunisto ym. 2002, 199.)

Kertalannoitus nykyisellä kustannustasolla maksaa kaiken noin 140–215 euroa ja tästä lannoitteen osuus on 90–130 euroa (Kaunisto ym. 2002, 199). Muut kulut kertyvät lannoituksen suunnittelusta, lannoitteiden kuljetuksesta, levityksestä ja työnjohdon kuluista.

Keski-ikäisissä kuivahkon kankaan männiköissä, jotka ovat iältään 45–65, saadaan lannoittamalla hehtaarikohtaisia hakkuutuloja lisättyä kahdeksan vuoden aikana noin 720–870 euron verran. Sisäinen korko kohoaa jopa yli 25 prosentin käytettäessä lannoitteena suomensalpietaria ja ureankin käytössä jää investoinnin tuotto vain muutamaa prosenttia pienemmäksi. Samanikäiset tuoreenkankaan männiköt ovat tuotoltaan hieman heikompia lannoituskohteita. Näitä vanhempien ja nuorempien männiköiden lannoitus on jo huomattavasti heikompia tuottoista. (Kaunisto ym. 2002, 199–200.)

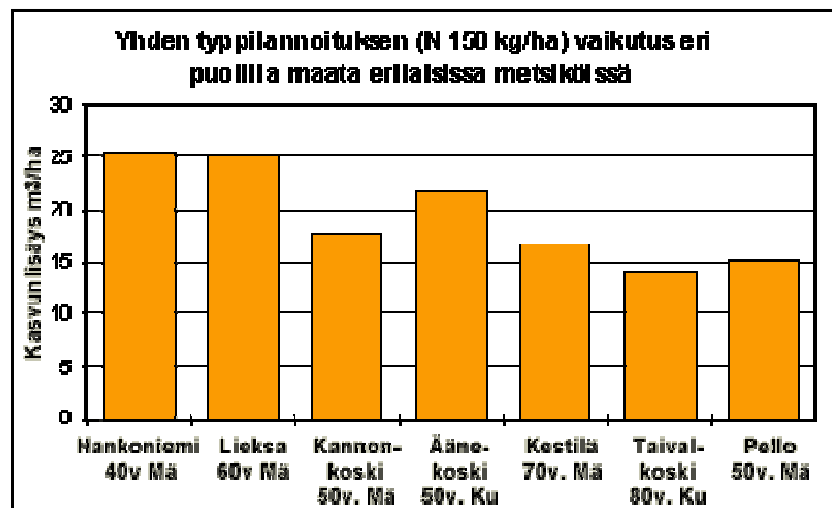
Kuusikoissa suomensalpietarin lisäksi voidaan käyttää Metsän NP-lannosta, joka antaa paremman kasvunlisäyksen kuin pelkät tyypilannoitteet. Kertalannoituksen tuotto



kahdeksan vuoden aikana on 700–850 euroa. Keski-ikäisen tuoreen kankaan kuusikon sisäinen korko nousee parhailla paikoilla yli 20 prosentin. OMT-kuusikoissa lannoittamisen kannattavuus on selvästi pienempi. (Kaunisto ym. 2002, 200.)

Typpilisäyksen vaikutus kestää kivennäis- ja turvemaidella reilun kymmenen vuotta. Etelä-Suomessa kangasmailla kertalannoituksella tuotetaan lisää puuta noin 12–20 m/ha. Kasvunlisäys Pohjois-Suomessa on vielä 60–80 % tästä suurempi. 6–10 vuoden välein toistettaessa lannoitus antaa puustolla ensilannoitukseen verrattavan kasvuvaiikutuksen, joka tosin puuston vanhetessa hieman pienenee. Paras tulos lannoituksella saadaan keskiviljavilla kasvupaikoilla, jossa typen niukkuus rajoittaa puuston kasvua. (Hynynen ym. 2005. 65.)

Kertalannoitus (kuva3) on osoittautunut kannattavammaksi kuin toistuvat lannoitukset. Kasvunlisäysten on odotettu realisoituvan vasta vaikutusajan päätyttyä. Toistuvien lannoitusten tarkastelujakso on ollut 18 vuotta. Tämän aikana tehtävät harvennushakkuut tasoittavat kannattavuuseroja toistuvien lannoitusten eduksi. (Kaunisto ym. 2002, 200.)



**KUVA 3. Kasvatustalannoituksen vaikutukset (Farmit 2010).**

### 9.3 Suometset

Tuottavimmiksi lannoituskohteiksi suometeissa on arvioitu rämemänniköt. Etelä-Suomessa rämemänniköiden perustalannoitus fosforilla ja kaliumilla tai jatkolannoitus kaliumilla tuottaa investoinnille noin 15 % sisäisen korkokannan. Edellytys edellä

mainitulle korkokannalle on, että kasvupaikka on runsastyyppinen ja lannoituksen avulla saatu kasvun lisäys on realisoitavissa harvennushakuissa varsin pian lannoitusvaihtuksen jälkeen. Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa soilla, joilla on puuston kasvuun runsaasti typpeä, päästään parhaimmillaan noin 10 % korkokantaan ja Lapissa vastavasti päästään noin 6 % korkokantaan. Päätehakkuikäisen suopuuston lannoituksesta ei ole saatavissa tarpeeksi tutkittua tietoa. (Hynynen ym. 2005, 66)

Ravinnevaihtelut turvemailla ovat suuret. Kasvua rajoittaa paksuturpeisilla ja alkujaan nevaisilla soilla fosforin (P) ja kaliumin (K) niukka saatavuus. Tätä ongelmaa ei ole aidoilla räme- ja korpityypeillä sekä ohut turpeisilla alueilla (turpeen paksuus alle 30 cm) ole, sillä tällaisilla alueilla puusto pystyy hyödyntämään kasvualustansa kivennäisravinteita. (Hynynen ym. 2005, 65)

Lannoituksen kannattavuutta suometsissä on selvitetty 1960-luvulta lähtien. Hämäläisen ja Laakkosen (1983), Hämäläisen ym. (1985) sekä Rantalan ja Moilasen (1993) tekemien selvitysten mukaan PK-lannoitteet ovat olleet kustannustehokkaampia lannoitteita korpikuusikoissa ja rämemänniköissä kuin NPK-lannoitteet. Etelä-Suomen kasvuolosuhteissa tehokkaimmaksi lannoitustoimenpiteeksi suometsissä on arvioitu PK-peruslannoitus tai lannoituksen uusiminen kaliumlannoitteella. Omakustanteinen lannoittaminen on kannattava investointi vielä Pohjois-Pohjanmaan ilmasto-olosuhteissa. Lähtökohta kannattavalle investoinnille on riittävän runsastyyppinen kasvupohja. Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun kasvuolosuhteissa päästään runsastyyppisillä soilla vielä 10 % korkokantaan. Lapissa saavutetaan noin 6 % korkokanta. Vähätyppisten kasvupohjien lannoitus PK-lannoitteella on kannattamaton toimenpide. (Ahti ym. 2005, 156.)

Puuston kasvun lisäykseen tähtäävä typpilannoitus runsastyyppisillä kasvupohjilla on kannattamaton ja tarpeeton investointi, sillä lisätyppi ei voimista riittävästi puuston kasvua. Niukkatyyppisillä karuilla kasvupaikoilla puusto taas reagoi vain NPK-lannoitteeseen. Karujen vähätyppisten kasvupaikkojen lannoittaminen on huonompi investointi kuin runsastyyppisten kasvupohjien PK-lannoitus. (Ahti ym. 2005, 156.)

Mänty hyötyy lannoituksesta kuusta ja hieskoivua paremmin. Myös männyn lannoitusinvestoinnit ovat kannattavampia verrattaessa investointien kannattavuutta kuuseen ja hieskoivuun. Etelä-Suomen kasvuolosuhteissa kuusikoihin tehtävät PK -

lannoitukset voivat olla metsäomistajalle kohtuullisia investointeja. (Ahti ym. 2005,156.)

Etelä- ja Keski-Suomen suopohjaisilla kasvupaikoilla lannoitus parantaa kasvua vuosi tasolla 1-2,5 m<sup>3</sup>/ha. Pohjois-Suomessa vastaavilla kasvupaikoilla kasvun lisäys on vastaavasti 0,5–1,5 m<sup>3</sup>/ha. Runsastyyppisillä soilla kasvunlisäys on vielä suurempi. Lannoituksen jälkeen suopuuston ravinnetila pysyy hyvänä seuraavat 15–20 vuotta ja puuston kasvu paranee 25–30 vuoden ajaksi lannoittamattomaan suometsään verrattaessa. Edellytys kasvun paranemiseen on puuston riittävä typen saanti turpeesta. Suometsiin kehitetyissä lannoitteissa fosforilannoitteen vaikutusaika on pidempi verrattuna kaliumlannoitteisiin. Pidempi vaikutusaika perustuu siihen, että fosfori on nykyisissä lannoitteissa hidasliukoisena apatiittina, kalium puolestaan vesiliukoisena ja herkemmin huuhtoutuvana kaliumkloridina. Turvemaiden lannoituksen uusiminen kerran tai kaksi kiertoajassa on kannattavaa. (Hynynen ym. 2005 65.)

Suometsien kertalannoituksen kokonaiskustannus hehtaaria kohti vaihtelee 105 ja 280 euron välillä ja tästä lannoitteen osuus on riippuen käytettävästä lannoitteesta 60–170 euroa. Kannattavuutta tarkastellessa on lannoituksen vaikutusaika ollut 15 vuotta. (Kaunisto ym. 2002, 200.)

Peruslannoitus tuottaa parhaimmillaan jopa yli 1500 euroa hehtaaria kohden. Runsastyyppisten rämemänniköiden PK-lannoituksessa tuotto investoinnille nousee lähes 20 prosenttiin. Väli-Suomessa vastaavilla kasvupaikoilla päästää PK- ja NPK-lannoksilla noin 10 prosentin tuottoon ja vielä Pohjois-Suomen parhaimmissa männiköissä 7- 8 prosentin tuottoon. Korpikuusikoissa kertalannoituksella PK- tai NPK- lannoitteilla on mahdollista saada vajaan 15 prosentin tuotto. Tulot hehtaaria kohden olisivat tällöin kasvaneet noin 1200 euroa. (Kaunisto ym. 2002, 200.)

Jatkolannoitus kaliumilla antaa Etelä-Suomen runsastyyppisillä soilla, joissa on puille riittävästi fosforia jopa 15 prosentin tuoton kun taas PK:lla tai NPK:lla lannoittaessa päästään noin 10 prosentin tuottoon. Väli-Suomessakin runsastyyppisten mäntyä kasvavien turvemaiden kaliumlannoituksella voidaan saada 10 prosentin tuotto investoinnille. (Kaunisto ym. 2002, 200- 201.)

## 10 POHDINTA

Kasvuhäiriöiden alustava tunnistaminen on todella tärkeää sekä metsäammattilaiselle että metsänomistajalle. Selvät maaperän ravinnepuutokset tulisi huomata jo hyvissä ajoin, jotta kasvu- ja laatutappioita pystyttäisiin näin minimoimaan. Turvemailla tulisi tehdä neulasanalyysi lähes aina ennen kunnostuslannoituksia. Tällä tavoin saataisiin tarkka tieto siitä mistä ravinteista maapohjassa on puutosta ja niihin päästäisiin puuttumaan hyvissä ajoin. Kunnostuslannoituksen tekeminen turvema-alueita harvennetaessa sekä kunnostusojittaessa olisi ehdottoman tärkeää puuston elinolojen parantamisen ketjussa. Suomen metsäpinta-alasta erilaisia turvemaapohjaisia alueita on huomattava määrä ja näillä ravinnetasapaino ei monessa tapauksessa ole optimaalinen. Metsä uudistamiseen saatavat tuet entisillä viljelysmailla myös lisäävät lannoitusaloja, koska usein myös näillä alueilla esiintyy erilaisia ravinnehäiriöitä. Nämä häiriöt alkavat ilmetä hyvin nopeasti jo metsikön taimikkokaudella ja niihin tulisi puuttua heti, jotta puusto saa hyvän kasvuun lähdön. Taimikolla on voitettavanaan nouseva heinä- ja muu kasviaines sekä havupuun taimilla alueen valtaavat lehtipuiden taimet, jotka tunnetusti kasvavat hurjiin mittoihin hyvinkin nopeassa tahdissa.

Kangasmailla päästään kasvatuslannoituksilla suuriin tuottoihin pienillä kustannuksilla ja tämä tulisi kaikkien metsänomistajien huomioida metsätaloutta suunnitellessa. Tämä toimii jo hyvin aktiivisten metsänomistajien parissa, mutta normaali metsänomistaja ei ole vielä tarpeeksi perillä lannoituksen antamista mahdollisuuksista. Metsäammattilaisten tulisi osata markkinoida lannoituksia paremmin. Metsäammattilaisten perehtyneisyys lannoitusasioihin on usein melko vähäistä ja koulutusta voisi tehostaa huomattavasti. Tämä auttaisi koko metsäalaa sekä puunkäyttäjiä että metsänomistajakuntaa.

Metsänterveyslannoituksilla voidaan metsä palauttaa normaaliin kasvurytmiin hyvin helposti. Tällöin saadaan puun kasvua ja laatua parannettua huomattavasti, joten se on myös taloudellisesti erittäin kannattavaa ja jopa elinehtona metsätaloutta harjoitettaessa. Terveyslannoituksiin myönnetään vielä valtion tukea, joten niiden toteutus ei tule maksamaan kovinkaan paljon metsänomistajalle. Yhteishankkeina toteutetut lannoitukset hoituvat todella vaivattomasti ja levittämällä lannoitteet helikopterilla saadaan todella suuria aloja lannoitettua nopeasti ja kustannustehokkaasti.

Metsäteollisuus tarvitsee tulevaisuudessakin järeää puuainesta mekaanisen metsäteollisuuden tuotteisiin ja lannoittamalla juuri tämän puuaineksen määrä lisääntyy. Metsänlannoitus vaatii todella paljon ammattitaitoa sen toteuttajalta. Toteuttajan on huomioitava päätöksiä tehdessään hyvin monia asioita maaperän ravinnetaloudesta vesien rehevöitymiseen ja paikan eläimistöön. Tämän vuoksi suurempia lannoitushankkeita suunniteltaessa tulee mukana olla alan erikoisosaaja, koska väärin toteutettuna saatava tulonlisäys jää helposti pieneksi.

Metsänhoitoyhdistysten rooli lannoitusten toteuttajana ja markkinoijana on tällä hetkellä erittäin suuri, mutta myös muut organisaatiot ovat hyvin aktiivisesti mukana toiminnassa. Metsäteollisuusyritysten palveluntarjonta metsänomistajille on laajentunut huomattavasti aiempaa verrattuna ja nykyään myös puunhankintayritykset markkinoivat lannoituspalveluja. Pääosa tästä työstä on lannoitteiden välittämistä asiakkaille ja laajempia hankkeita ei näillä organisaatioilla ole vielä mahdollista toteuttaa.

Metsäteollisuusyritykset omistavat huomattavia pinta-aloja metsämaata ympäri valtakuntamme ja näillä tiloilla metsiä on lannoitettu huomattavasti keskivertoa enemmän. Tämän lisäksi valtion metsiä hallinnoiva Metsähallitus lannoittaa myös vuosittain suuria aloja metsää. Tämä kertoo osaltaan lannoituksen kannattavuudesta.

## LÄHTEET

- Aarnio, Jukka, Kukkola, Mikko & Mälkönen, Eino. 1997. Lannoitus. Teos: Kannattava puuntuotanto 109- 126. Jyväskylä: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti.
- Ahti, Erkki, Kaunisto, Seppo, Moilanen, Mikko & Murtovaara, Irene. 2005. Suosta metsäksi: Suometsien ekologisesti ja taloudellisesti kestävä käyttö. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 947.
- Farmit. 2010. Metsänhoitosivusto, [www-dokumentti](http://www.farmit.net/farmit/fi/04_metsa/03_metsanhoito/03_metsanlannoitus/index.jsp). luettu 5.5.2010  
[http://www.farmit.net/farmit/fi/04\\_metsa/03\\_metsanhoito/03\\_metsanlannoitus/index.jsp](http://www.farmit.net/farmit/fi/04_metsa/03_metsanhoito/03_metsanlannoitus/index.jsp). päivitystieto. luettu.
- Hynynen, Jari, Valkonen, Sauli & Rantala, Satu. 2005. Tuottava metsänkasvatus. Metsäkustannus.
- Hynönen, Tenho, Hämäläinen, Tarja & Laukkanen, Hannu. 2002. Metsänlannoituskannattava sijoitus. Metsäkeskus Pohjois-Savon julkaisuja 1/2002.
- Kaunisto Seppo, Kukkola, Mikko, Aarnio, Jukka & Saarsalmi, Anna. 2002. Metsän lannoitus ja ravinnehäiriöt. Teoksessa Rantala Satu (toim). Tapion taskukirja. 24. uudistettu painos: 196-203. Jyväskylä: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti.
- Koskeniemi, Tuula 2003. Metsäkirjani Metsänomistajan Opas. Ws Bookwell Oy.
- Koistinen, Arto. 2009. KAMERA-opas ammatilaisille. [www-dokumentti](http://www.metsavastaa.net/files/metsavastaa/pdf/amm_kemeraj.pdf)  
[http://www.metsavastaa.net/files/metsavastaa/pdf/amm\\_kemeraj.pdf](http://www.metsavastaa.net/files/metsavastaa/pdf/amm_kemeraj.pdf). päivitystieto. Luettu 10.3.2010.
- Kukkola, Mikko. Metla Vantaa tutkimuskeskus. [www-dokumentti](http://www.forumlehdet.fi/METSATEEMA/lannoitus)  
<http://www.forumlehdet.fi/METSATEEMA/lannoitus>.
- Kukkola, Mikko & Nöjd, Pekka 2000. Kangasmetsien lannoitusten tuottama kasvunlisäys Suomessa 1950–1998. Metsätieteen aikakausikirja 4/2000 Vammala: Vammalan kirjapaino Oy.
- Mannerkoski, Hannu. 2002. Metsämaa. Teoksessa Tapion taskukirja. 24. uudistettu painos: 150–160. Jyväskylä. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti.
- Metsätilastollinen vuosikirja. 2009. METLA 2009, [www-dokumentti](http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/2009/vsk09_kokonaan_09.pdf),  
[http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/2009/vsk09\\_kokonaan\\_09.pdf](http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/2009/vsk09_kokonaan_09.pdf). luettu 15.3.2010.
- Mielikäinen, Kari & Riikilä, Mikko. 1997. Kannattava puuntuotanto. Metla ja Tapio. Metsälehtikustannus.
- Myllylä, Ismo, 2009. ”Lannoitus voi olla puuntuotannon kannattavin investointi” Metsäliiton viesti 1/2009 34-35. Metsäliitto Osuuskunta.
- Mälkönen, Eino. 2003. Metsämaa ja sen hoito. Hämeenlinna: Karisto Oy.

Päivinen, Lauri. 1999. Metsänlannoituksen tuloksia kivennäis- ja kangasmailla. Kemi-ra Agro Oy 1999.

Rikala, Risto 2004. Puiden kasvuhäiriöt viljavilla kivennäismailla ”Kaskialueen kuusikoiden kasvuhäiriöt”-hankkeen loppuraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 934. Vammalan kirjapaino

Salonen, Kalervo 1999. Metsän lannoitus. Teoksessa Kaija Kanninen (toim). Metsäteknologia muuttuvassa metsätaloudessa. METLA.

Valkonen Sauli, Ruuska Juha, Taneli Kolström, Kubin Eero & Saarinen Markku 2001. Onnistunut metsänuudistaminen. Metsäntutkimuslaitos: kustannusosakeyhtiöt Metsälehti.

Rikala, Risto 2004. Puiden kasvuhäiriöt viljavilla kivennäismailla ”Kaskialueen kuusikoiden kasvuhäiriöt”-hankkeen loppuraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 934. Vammalan kirjapaino.

Yara 2008, Metsänlannoitusopas. Forssan Kirjapaino 5/2008.

## LIITTEET

## LIITE 1. Metsälannoitteet (Yara 2008).

Lannoite (N-P-K)	Käyttökohteet	Määrä kg/ha	Jatkolannoitus	Aika
<b>Suometsän Y 1</b> (10-4-10)	Karuhkot suometsät	600–700	10-15 vuotta	Lumeton maa
<b>Metsän NP 1</b> (25-2-0)	Kangasmaat kuusi/mänty	400-800	6-8 vuotta	Lumeton maa
<b>Rauta-PK (0-8-16)</b>	Typpirikkaat suot	400-600	Ravinneanalyysi	Lumeton maa
<b>Pellonmetsityksen PK 1 (0-6-11)</b>	Peltojen metsitys	500-600	Ravinneanalyysi	Lumeton maa
<b>Booriravinne</b> (B 0,75)	Boorin puutos taimikot, riukuvaiheen metsät ja pellonmetsitys	250-350	Ravinneanalyysi	Lumeton maa
<b>Metsän NP 2</b> (19-4-0)	Kasvatusmetsien boorin puutos	450-550	Ravinneanalyysi	Lumeton maa
<b>Suomensalpietari</b> (27-0-1)	Kangasmaat kuusi/mänty	400-750	6-8 vuotta	kevätkäly
<b>Urea</b> (N 46,3)	Kangasmaiden kuusi- ja männiköt, typpiköyhät suot Rauta PK:n kanssa	Kangasmailla 250-430, soilla 150-200	Kangasmailla 6-8 vuotta Soilla 10-15 vuotta	Alkukälylumentulo