



MAASEUTU 2020



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



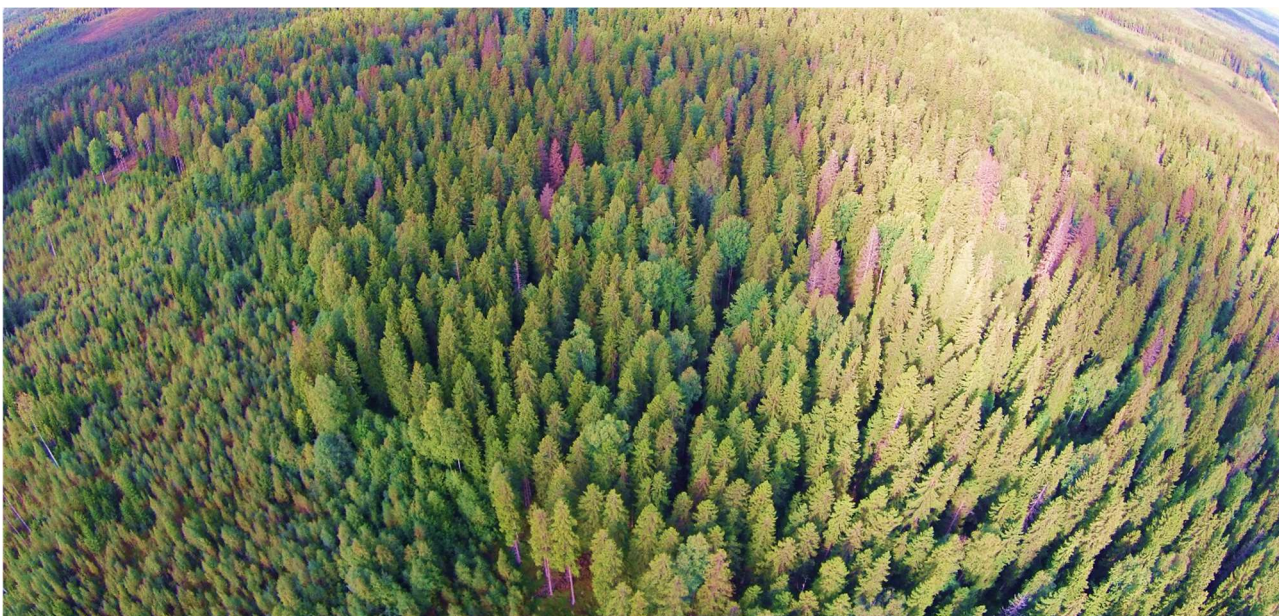
metsänhoitoyhdistys  
KARHU



metsänhoitoyhdistys  
KIHNIÖ-PARKANO

# Kangasmaiden kasvatuslannoitukset ilmastonäkökuulmasta

Kirjoittaja: Anne Haukkovaara,  
Metsänhoitoyhdistys Karhu



Metsälannoituksella pyritään parantamaan puuston kasvua lisäämällä niitä ravinteita, joita maaperässä on puuston tarpeeseen nähden niukasti. Ravinteiden lisääminen vaikuttaa koko metsäekosysteemiin, joten lannoituskohteiden ja lannoitteen valintaan sekä määrään tulee kiinnittää huomiota. Kangasmetsien parhaita lannoituskohteita ovat varttuneet kuivahkojen ja tuoreiden kankaiden havupuumetsiköt. (Mälkönen 2003, 182 – 183.)

Kangasmetsien maaperässä on runsaasti typpeä, mutta se on sitoutuneena orgaanisiin proteiinityypisiin yhdisteisiin, joiden molekyylit on liian isoja mikrobien sekä kasvien otettavaksi ja ne hajoavat hyvin hitaasti. Vain pieni osa, yleensä alle 2 % metsämaan typestä on puille käyttökelpoisessa pienimolekyylisessä muodossa. Myös epäorgaaniset ammonium- ja nitraattityppi ovat puille käyttökelpoisia. Näin ollen typpi rajoittaa eniten kangasmetsien kasvua. (Smolander 2018, 1.)

Metsämaan pieneliöt hajottavat karikkeen isokokoisia orgaanisia tyyppiyhdisteitä molekyylikooltaan pienemmiksi orgaanisiksi yhdisteiksi ja lopulta ammoniumtypeksi. Nitrifikaatiossa se voidaan muuttaa nitraattitypeksi, jota taas denitrifikaatiossa muutetaan kaasumaiseen muotoon dityppioksidiksi tai molekulaariseksi typeksi. Biologisessa typen sidonnassa eräät bakteerit sitovat ilmakehän molekulaarista typpeä ammoniumtypeksi. Orgaaninen typpi on siis metsämaassa kompleksisina rakenteina





MAASEUTU 2020



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahoitus:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



metsänhoitoyhdistys  
KARHU



metsänhoitoyhdistys  
KIHNIÖ-PARKANO

ja sen kierto on monimutkaista. Puiden ravinteiden saannin kannalta olennaista on käyttökelpoisten ravinteiden jatkuva saavuuus eikä niiden pitoisuus maassa. Jos ravinnelisän määrä olisi kullakin hetkellä yhtä suuri kuin ravinteiden otto, olisi puuston kasvu suurinta ja ravinnepäästöt ympäristöön pienimpiä. Usein toistuvat lannoitukset eivät kuitenkaan käytännön toiminnassa ole mahdollisia. (Smolander 2018, 1 – 2.)

Lannoitteen hidasliukoisuus antaa sille monia etuja nopealiukoiseen verrattuna. Puustolle ei ole hyötyä hetkellisestä korkeasta typpipitoisuudesta maanesteessä, vaan typen jatkuva saanti kasvukauden aikana on oleellista. Kuitenkin valtaosa metsien typpilannoitustutkimuksista on tehty käyttäen nopealiukoisia lannoitteita. Puusto ottaa heti vain pienen osan nopealiukoisesta typpilisästä. Kokeissa osuudet ovat olleet usein alle 10 % lisätystä tpeestä. Osa tpeestä päättyy aluskasvillisuuteen, maamikrobeihin tai sitoutuu maahan ja etenkin humuskerrokseen kemiallisesti. (Smolander 2018, 2 – 3.) Lannoitetyypeä voi myös huuhtoutua ja haihtua ilmakehään (Mälkönen 2003, 184). Metsäekosysteemiin jäänyt typpilisäys vapautuu kuitenkin pidemmällä tähtäimellä hajotustoiminnan seurauksena kiertoon ja puustokin käyttöön. (Smolander 2018, 2 – 3.)

Typpilannoituksen johdosta puuston neulasmassa lisääntyy ja myös pintakasvillisuuden kariketuoanto lisääntyy (Mälkönen 2003, 185). Biomassan tuotoksen ja karikesadon lisääntyessä orgaanista ainetta kertyy maahan enemmän (Smolander 2018, 3). Tutkimuksissa on myös havaittu typpilannoituksen hidastavan hajotustoimintaa ja orgaanisen aineen hiilen mineralisaatiota (Smolander 2018, 3; Mälkönen 2003, 185). Pitkäaikainen typpilannoitus muuttaa mikrobiyhteisöä ja typen puutteen sijaan mikrobeille syntyy puutetta käyttökelpoisesta hiilestä. Mikrobibiomassa kaiken kaikkiaan vähenee. Tämän perusteella typpilannoitus lisää metsien hiilen sitomiskykyä myös maaperään. (Smolander 2018, 3.)

Karikesato siis kasvaa lannoituksen myötä ja lisäksi karikkeeseen hiili sekä maassa ennestään oleva hiili hajoaa yleensä hitaammin. Vaikutuksen on havaittu olevan pitkäkestoinen. Lannoituksen aikaan saaman hiilen sitoutumisen on arvioitu olevan kymmenkertainen verrattuna lannoituksen valmistuksen, kuljettamisen ja levityksen päästöihin. Typpilisäys 100 kg/ha on arvioitu lisäävän hiiltä 1000 kg/ha eli noin 2000 kg/ha lisää orgaanista ainetta. (Smolander 2018, 3.)

Typen nitrifikaatiossa muodostuu sivutuotteena voimakasta kasvihuonekaasua dityppioksidia ( $N_2O$ ). Lisäksi siinä muodostuu helposti vesistöihin huuhtoutuvaa nitraattityppeä. Osassa typpilannoituskohteita on havaittu nitrifikaation kiihtymistä ja nitraattitypen kohonneita pitoisuuksia maassa. (Smolander ym. 2020, 2.) Typpilannoituksen aiheuttamia  $N_2O$ -päästöjä ei ole tutkittu tarpeeksi, jotta voitaisiin varmuudella määrittää niiden suuruutta. Kangasmetsien merkitys Suomen  $N_2O$ -päästöistä on kaiken kaikkiaan huomattavasti pienempi kuin maatalouden tai soiden. Lannoitus ei näytä nostavan päästöjä maatalouden tai soiden tasolle, mutta erityisesti happamilla mailla (alhainen pH) dityppioksidin osuus suhteessa ilmakehän





MAASEUTU 2020



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



metsänhoitoyhdistys  
KARHU



metsänhoitoyhdistys  
KIHNIÖ-PARKANO

harmittomaan molekulaariseen tyypeen lisääntyä. Typpilannoitusta tulisikin välttää kohteilla, joissa se saattaa lisätä nitrifikaatiota. (Smolander 2018, 5.)

Kangasmetsien typpilannoituksissa käytetään yleisimmin suomensalpietaria ja metsän NP-lannoitetta (Hynynen 2020, 163). Yaran Metsäsalpietari sisältää 12,2 % nitraattityyppiä ja 14,6 % ammoniumtyyppiä (Yara 2020a) ja Metsän NP vastaavat luvut ovat 12 % ja 13 % (Yara 2020b). Kummakin nitraatti- sekä ammoniumtyyppi on nopealiukoisia kuten myös urea (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO (Smolander 2018, 2). Kemialliset lannoitteet sisältävät myös hivenravinteita kuten fosforia, kalsiumia, magnesiumia ja booria (Yara 2020b).

Suomessa tutkittiin 1970-luvulla myös hidasliukoisien urean ja formaldehydin polymeerin, amerikkalaisen Nitroformin, käyttöä metsälannoitteena. Se osoittautui monessa suhteessa paremmaksi kuin vertailukohteena olleet nopealiukoiset urea ja ammoniumnitraatti. Typpilannoitusten vähetessä rajusti 1980-luvun jälkeen kiinnostus Nitroformin tutkimiseen ja käyttöön kuitenkin hiipui. (Smolander 2018, 2.)

Ureaformaldehydilannoitteen vaikutuksia on tarkasteltu nyt vuonna 2020 uudelleen aiemmin julkaisemattoman aineiston ja julkaistujen tutkimusten perusteella (Smolander ym. 2020, 1). Metsätieteen aikakauskirjassa julkaistun *Hitaasti tyyppiä vapauttavan ureaformaldehydinvaikutuksista puuston kasvuun, maaperään ja ympäristöön* (Smolander ym. 2020) katsauksen tärkeimpiä tuloksia on kertalannoituksen pitkäaikainen jopa yli 15 vuotta kestävä kasvunlisäys sekä typen pysyminen maassa vapautuen hitaasti ilman häviöiden lisääntynyttä riskiä. Nykyäänkin pääosin käytössä olevilla nopealiukoisilla lannoitteilla vaikutus puuston kasvuun on nopeampi, mutta vaikutuksen kesto jää lyhyemmäksi. (Smolander ym. 2020, 1.) Kaiken kaikkiaan tutkimustulokset vaikuttavat ureaformaldehydin osalta lupaavilta erityisesti ympäristö- ja maaperähaittojen osalta. Jatkotutkimuksia tarvitaan vielä muun muassa lannoitelajien elinkaaren ja taloudellisen kannattavuuden vertailuun. (Smolander ym. 2020, 15.) Myöskään ureaformaldehydin vaikutusta maan hiilivarastoon, sen syvyysjakaumaan ja pysyvemmän hiilen määrään ei tiedetä vielä. (Solander ym. 2020, 14.)





MAASEUTU 2020



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



metsänhoitoyhdistys  
KARHU



metsänhoitoyhdistys  
KIHNIÖ-PARKANO

## Pohdintaa

Kangasmaiden typpilannoitus näyttää tutkimusten perusteella olevan nopea keino lisätä puuston kasvua ja metsikön biomassaa. Myös maaperän hiilivarasto kasvaa lisääntyneen kariketuotannon ja hidastuneen hajoamisen vaikutuksesta. Näin ollen voidaan todeta, että kangasmetsien typpilannoituksella oikeilla kohteilla on ilmaston kannalta edullinen vaikutus.

Puuttumista luonnon monimutkaisiin prosesseihin kuten typen kiertoon metsäekosysteemeissä, on kuitenkin tutkittava tarkasti ja käytettävä harkintaa niin kohteiden valinnan kuin lannoitusannosten ja -kertojen määrittämisessä. Kuten useiden muiden metsänhoidon toimenpiteiden kohdalla, typpilannoituksenkin osalta tarvitaan vielä lisää tutkimuksia etenkin dityppioksidipäästöjen ja pitkäaikaisvaikutusten osalta. Lisäksi tutkimustarpeita on hidasliukoisten typpilannoitteiden ilmasto- ja ympäristövaikutusten sekä kannattavuuden arviointiin liittyen.

Kangasmaiden typpilannoituksen vaikutuksia voidaan pohtia myös osana kasvatusmetsien hoitotoimenpiteiden ketjua, jolloin seuraavassa hakkuussa poistuu lannoituksen aikaansaama puuston kasvunlisäystä. Harvennuksissa osittain ja päätehakuussa kokonaan. Lopputulos riippuu siitä miten suuri osa puusta päättyy pitkäikäisiin puutuotteisiin ja toisaalta kuinka maaperän hiili säilyy hakkuun jälkeen.

Kuitenkin, jos metsänkasvatuksen tavoitteena on saada mahdollisimman hyvä tuotto investoidulle pääomalle, on lannoitus hyvä keino nostaa etenkin tukkipuun osuutta 10-15 vuotta ennen päätehakuuta. Intensiivisessä metsänkasvatuksessa lannoituksilla voisi ehkä kompensoida hakkuissa poistettua puu – ja metsäbiomassaa. Tämä ei kuitenkaan todennäköisesti nostaisi metsikköön sitoutuneen hiilen määrää, koska voimakkaissa hakkuissa hiiltä poistuu puuston mukana. Maaperän ja karikkeen hiilen määrä saattaisi lisääntyä, mutta avohakuun jälkeen olosuhteet muuttuvat rajusti vaikuttaen hajotustoimintaan ja mahdollisen hakkuutähteiden keruun yhteydessä metsästä viedään myös hiiltä pois.





MAASEUTU 2020



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



metsänhoitoyhdistys  
KARHU



metsänhoitoyhdistys  
KIHNIÖ-PARKANO

## Lähteet

Hynynen, J. 2020. Metsänlannoitus. Artikkeliteoksessa: Ruuska, J. (toim.). 2020. Metsäkoulu. Metsäkustannus Oy. Keuruu.

Mälkönen, E. 2003. Metsänlannoitus. Teoksessa: Mälkönen, E. (toim.) 2003. Metsämaa ja sen hoito. Metsäntutkimuslaitos. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Hämeenlinna.

Smolander, A. 2018. Typpilannoitus metsämaan viljavuuden parantajana – kestävyysnäkökohtia maan ja ympäristön kannalta. Metsätieteen aikakauskirja 2018-10080. Tieteen tori. 8 s. <https://doi.org/10.14214/ma.10080>

Smolander, A., Henttonen H.M. & Martikainen P.J. 2020. Hitaasti typpeä vapauttavan ureaformaldehydin vaikutuksista puuston kasvuun, maaperään ja ympäristöön. Metsätieteen aikakauskirja 2020-10219. Katsaus. 17 s. <https://doi.org/10.14214/ma.10219>

Yara. 2020a. YaraBela Metsäsalpietari. Tuotetiedot. Sähköisesti: <https://www.yara.fi/lannoitus/lannoitteet/yarabela/yarabela-metsasalpietari/>

Yara. 2020b. YaraMila Metsän NP. Tuotetiedot. Sähköisesti: <https://www.yara.fi/lannoitus/lannoitteet/yaramila/yaramila-metsan-np/>

