

# Lannoitus kivennäismaalla



Lannoitusta kivennäismailla voidaan tehdä maasta tai ilmasta. Maasta tehtynä kohdevalinnassa on huomioitava kantavuus sekä varottava puiden vaurioitumista.

## Kuvaus

Puuston kasvu riippuu ympäristöolosuhteista sekä maaperän ominaisuuksista. Metsän lannoituksen tavoitteena on parantaa puuston kasvua ja korjata puuston kasvuhäiriöitä lisäämällä niitä ravinteita, joita maapohjassa on niukasti puiden tarpeeseen nähden.

## Lannoituksen mahdollisuudet metsissä

Lannoitus on nopea ja kustannustehokas keino nopeuttaa nuoren tai varttuneen hoidetun havupuuvaltaisen kasvatusmetsän järeytymistä. Lannoituksella voidaan parantaa jo entisestään hyvin kasvavan puuston kasvua, jolloin puhutaan **kasvatuslannoituksesta**, tai poistaa puiden kasvun heikkenemistä aiheuttava ravinne-epätasapaino, jolloin kyseessä on **terveyslannoitus**.

Metsänomistaja voi lannoittamalla lisätä hiilensidontaa ja puuntuotosta sekä metsätalouden kannattavuutta. Lannoituksia voidaan toteuttaa kiertoajan aikana useamman kerran.

## Vaikutus puuston kasvuun

- Kivennäismailla puiden kasvua rajoittaa eniten niukkuus typestä (N), jolloin typpilannoituksella lisätään sekä puiden kasvua että arvokasvua.
- Boorista (B) voi tulla pulaa niin kivennäis- kuin turvemaidilla. Ravinne-epätasapainon korjaamisella saadaan parannettua puuston pituuskasvua.

## Lannoitevaikutuksen kesto

**Kasvatuslannoitus** kivennäismailla toteutetaan typpilannoituksena, jonka vaikutusaika on männiköissä 6–8 vuotta ja kuusikoissa 8–10 vuotta. Hidasliukoisten typpilannoitteiden vaikutus voi kestää paljon tätäkin pidempään [\[1\]](#).

## Lannoituksella tavoiteltava lisäkasvu kivennäismailla

### Kivennäismaat

Etelä- ja Väli-Suomen kivennäismailla saadaan varttuneissa metsissä yhdellä typpilannoituksella (150-250 kgN/ha) tuotettua lisäpuuta yleensä 12–20 kuutiota hehtaarilla. Kasvuennusteissa käytetty lisäkasvu on Etelä-Suomen havupuilla noin 1,5 m<sup>3</sup>/ha/v kymmenenvuoden ajan. Suurimmat kasvunlisäykset saadaan männille kuivahkoilla kasvupaikoilla ja kuuselle kuivahkoilla tai tuoreilla kankailla.

Kivennaismailla lannoitusvaikutus on suurimmillaan 3–5 vuoden kuluttua lannoituksesta ja hiipui noin 10 vuodessa. Pohjois-Suomessa lannoituksen kasvunlisäys on noin kolmanneksen pienempi kuin Etelä-Suomessa. Kasvunlisäys on suurimmillaan nuorissa metsiköissä ja heikkenee hitaasti metsikön ikääntyessä. Typpilannoitus lisää läpimitan kasvua enemmän kuin pituuskasvua. Peräkkäisissä typpilannoituksissa on saatu kerrasta toiseen melko samanlainen lisäkasvu.<sup>[2]</sup>

Boorin puutoksen korjaaminen lannoituksella vähentää kasvuhäiriöiden määrää, josta pituuskasvun lisäys on selvin kasvuvaikutus. Läpimitan kasvu taas ei yleensä muutu.<sup>[3][4][5]</sup>

Lannoitushyötyjen voidaan odottaa paranevan ilmaston lämpenemisen myötä etenkin Pohjois-Suomessa, jossa maaperän alhaisemmat lämpötilat rajoittavat myös puuston kasvua.

Metsien lannoitusta tulisi välttää pahimmilla lumituhoalueilla, jotka sijaitsevat tyypillisesti korkeammalla kuin 200 m merenpinnan yläpuolella<sup>[6]</sup>.

# Päätöksenteko

## Lannoitus - Talous

Metsänlannoitus on taloudellisesti yksi kannattavimmista metsätalouden investoinneista. Lannoituksilla voidaan tuottaa enemmän käyttöpuuta, nopeuttaa puiden järeytymistä. Nopeampi järeytyminen mahdollistaa lyhyemmän kiertoajan eli hakkuiden aikaistamisen. Investointi on muihin metsänhoitotöihin verrattuna suhteellisen lyhytaikainen, sillä lisätuotto realisoituu pääosin jo seuraavassa hakkuussa.

## Lisätuottoa nopeasti

Lannoituksilla lisätään puuston kasvua, nopeutetaan puiden järeytymistä, jolloin hakkuiden aikaistaminen mahdollistuu.

Lannoitukseen liittyy myös taloudellisia riskejä. Puuston kasvureaktion määrää ei voi ennustaa kuten ei myöskään tulevaa raakapuun hintatasoa. Lannoitteen ja lannoituksen hinta vaikuttaa myös kannattavuuteen. Lannoituksen aikaansaama, lisääntynyt puuston neulasmassa voi joissakin tapauksissa lisätä puuston tuuli- ja lumituhoriskiä.

## Ravinnepuutoksista kärsiviä puustoja kannattaa lannoittaa jo varhain

Ravinne-epätasapainoisilla turvemaidella ja kivennaismailla terveyslannoitus tarvittaessa jo taimikkovaiheessa ehkäisee kasvun taantumista sekä puuaineksen vikaisuutta. Näitä ovat esimerkiksi boorinpuutoksesta kärsivät kuusen taimikot<sup>[7]</sup>. Myös turvemaidella lannoittaminen on kannattavaa taimikoista ja heikoimmista kasvupaikoista eli varputurvekankaista lähtien.<sup>[8]</sup>

## Yhteishankkeet parantavat kannattavuutta

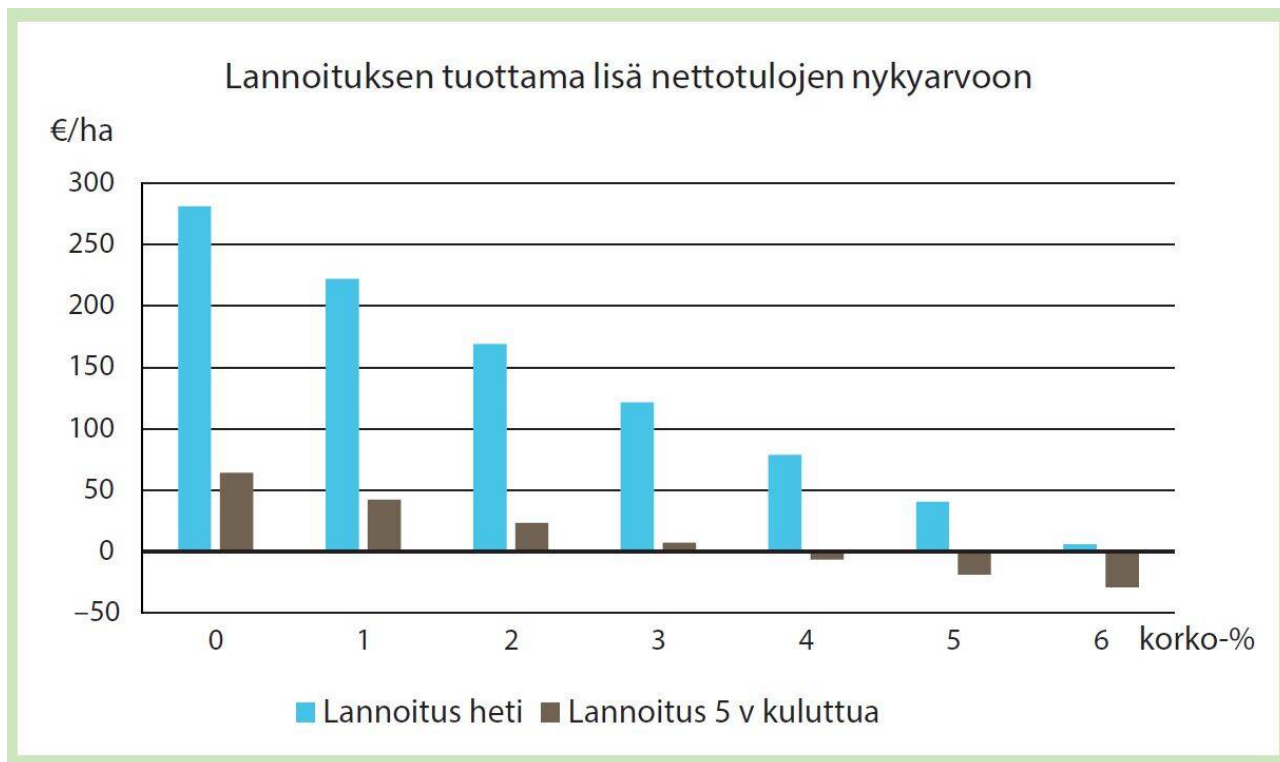
Lannoitukset on kannattavinta toteuttaa yhteishankkeina tai suurialaisina erillishankkeina, jolloin lannoitteiden hehtaariohaiset hankkimis- ja levityskustannukset pysyvät kohtuullisina. Omatoiminen metsänomistaja voi toteuttaa lannoituksia myös pienemmillä aloilla itse.

## Kivennäismaiden lannoitus - Talous

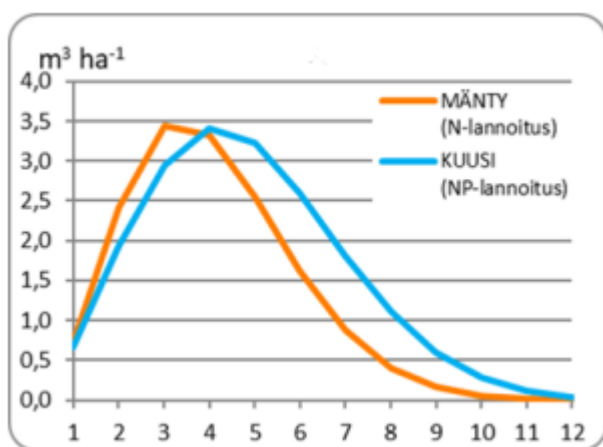
Kivennaismailla lannoituksella voidaan kertainvestointina saavuttaa 10–20 prosentin sisäinen korko. Paras tuotto lannoitusinvestoinnista saadaan, kun tukkipuun osuutta lisäävä lannoitus tehdään noin 6–10 vuotta ennen uudistushakkuuta.

<b>Kohde</b>	Tuoreen kankaan istutuskuusikko Keski-Suomessa, päätehakkuu puuston ollessa 70-vuotias
<b>Puusto</b>	60-vuotias kuusikko Runkoluku: 530 kpl/ha Pohjapinta-ala: 22,3 m <sup>2</sup> /ha Keskiläpimitta: 23,7 cm Valtapituus: 20,4 m Tilavuus: 197 m <sup>3</sup> /ha
<b>Käsittelyvaihtoehto 1</b>	Ei lannoitusta
<b>Käsittelyvaihtoehto 2</b>	Typpilannoitus 10 vuotta ennen päätehakkuuta
<b>Tulos käsittelyvaihtoehto 1</b>	Ainespuukertymä: tukkipuuta 235 m <sup>3</sup> /ha ja kuitupuuta 56 m <sup>3</sup> /ha
<b>Tulos käsittelyvaihtoehto 2</b>	Ainespuukertymä: tukkipuuta 246 m <sup>3</sup> /ha ja kuitupuuta 57 m <sup>3</sup> /ha

Kun lannoitus tehdään kyseisessä kuusikossa 10 vuotta ennen päätehakkuuta, nettotulojen nykyarvo on lannoituksen ansiosta suurempi kaikilla esimerkin korkokannoilla. Jos lannoitus tehdään vasta viisi vuotta ennen päätehakkuuta, osa lannoitusvaikutuksena saatavasta kasvun lisäyksestä jää hyödyntämättä ja kannattavuus heikkenee.



Lannoituksen tuottama lisä nettotulojen nykyarvoon, €/ha, kun korkokanta on 0–6%. Vertailussa lannoitus heti tai 5 vuoden kuluttua.



Kertalannoituksen aikaansaama kasvunlisäys lannoituksen jälkeen. Lähde: Luke synteesiraportti 2023, Metsänlannoitus nyt ja tulevaisuudessa.

## **Lannoitus - Luonto**

Lannoituksen ympäristöriskejä ovat ravinteiden huuhtoutuminen vesistöihin tai pohjavesiin ja kivennaismailla lisäksi maan happamoituminen. Näitä riskejä minimoidaan huolellisella työn suunnittelulla ja toteutuksella. Tämä tarkoittaa lannoituskohteen, käytettävän lannoitteen ja levittämistavan sekä ajoituksen tarkoituksenmukaista valintaa.

### **Kivennaismailla huuhtoumariski heti lannoituksen jälkeen**

Kivennaismailla typpilannoituksen aiheuttama huuhtoumariski on suurin kahtena ensimmäisenä vuotena lannoituksen jälkeen. Vesistöjen rehevyyttä säätelevistä ravinteista merkittävin on fosfori. Fosforilannoitteiden käyttö kivennaismailla ei merkittävästi lisää vesistöjen fosforikuormitusta, koska fosfaatti sitoutuu kemiallisesti maaperään.

### **Turvemailla huolehditaan vesistöistä suojavyöhykkeillä**

Turvemailla lannoitusten kohdistaminen parhaan kasvunlisän tuottaville kohteille on erityisen tärkeää niin taloudellisista kuin ympäristöhoidollisista syistä. Runsastypisille soille tehtävät lannoitukset fosforilla ja kaliumilla ovat selvästi kannattavimpia, eivätkä ne aiheuta merkittävää riskiä ravinteiden huuhtoutumisesta vesistöön tai pohjaveteen. Lannoitusosalta huuhtoutuvien ravinteiden pääsy ojitetuilta kohteilta vesistöihin estetään tehokkaimmin käyttämällä pintavalutukseen perustuvia vesiensuojelumenetelmiä.

Metsälannoituksessa käytettävällä tuhkalla on oltava lannoiteasetuksen edellyttämä tuoteseloste, jotta suositeltavia ja ympäristön kannalta turvallisiksi arvioituja raskasmetallipitoisuuksia ei ylitetä. Tuhkalannoitteen sisältämät ravinteet ja raskasmetallipitoisuudet on tiedettävä aina ennen levitystä myös oikean levitysmäärän arvioimiseksi.

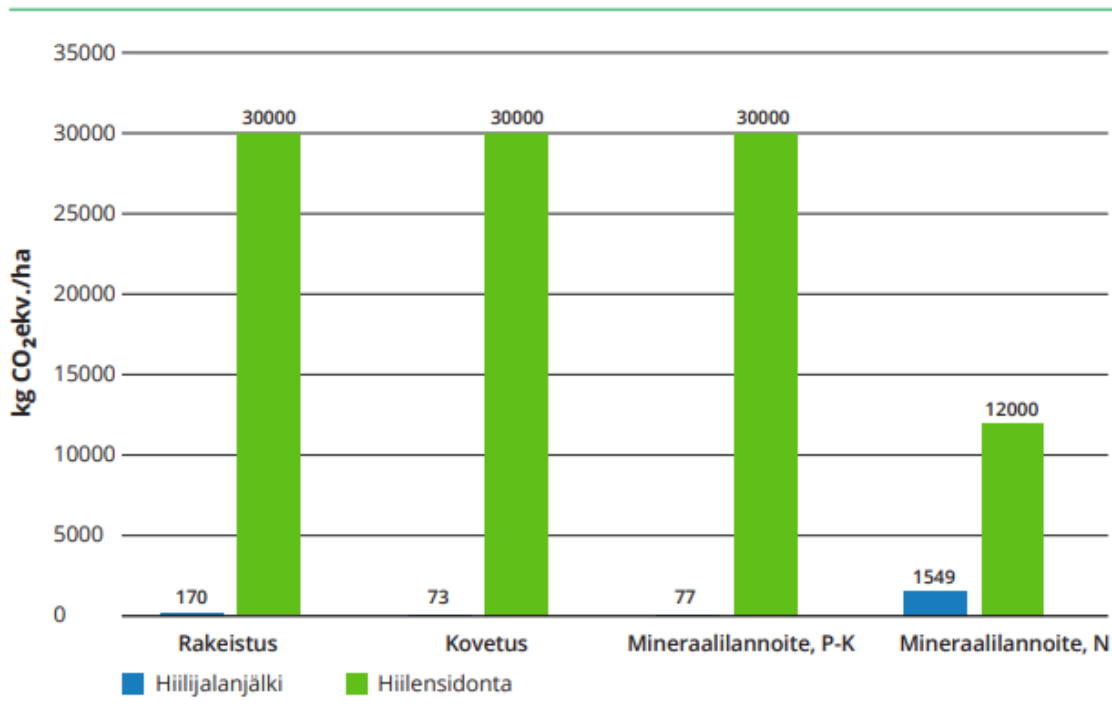
## Lannoitus kivennäismaalla - Ilmastonmuutoksen hillintä

Metsänlannoituksella saavutettava kasvun lisäys vahvistaa puuston hiilensidontaa ja auttaa siten ilmastonmuutoksen hillinnässä. Lannoitus on nopein ja taloudellisesti kannattavin metsanhoidon toimenpide puuston kasvun lisäämiseksi.

### Vaikutukset hiilen määrään puustossa ja puutuotteissa

Lannoituksella lisätään puuston kasvua ja hiilensidontaa.<sup>[9]</sup> Yhdellä lannoituskerralla varttuneissa kuusikoissa ja männiköissä voidaan lisätä puuston kasvua 1,5–3 m<sup>3</sup> hehtaarilla vuodessa 6–8 vuoden ajan.

Lannoitteiden tuotannon, kuljetuksen ja levityksen yhteenlaskettu hiilijalanjälki on huomattavasti pienempi kuin puustoon sitoutuvan hiilen määrä. Laskennassa ei kuitenkaan ole huomioitu maaperän hiilitasetta.



Lannoitteiden tuotannon ja levityksen elinkaariset kasvihuonekaasupäästöt ovat pieniä verrattuna niillä aikaansaatuun hiilensidontaan lisäykseen puustossa yhdellä lannoituskerralla turve- ja kivennäismaalla. Kuvaajassa esitetään lannoituksen hiilijalanjälki ja puuston lisääntynyt hiilensidonta, kun turvemaille lannoitus on tehty rakeistetulla (Rakeistettu) tai itsekovetetulla (Kovetus) tuhkalannoitteella, turvemaille aiemmin käytössä olleella Suometsän Y1 mineraalilannoitteella (Mineraalilannoitus, P-K) tai kivennäismailla käytetyllä typpilannoituksella (mineraalilannoitus, N). Rakeistetun ja kovetetun tuhkalannoitteen käyttömäärä tarkastelussa oli 3500 kg/ha ja mineraalilannoite, P-K:na käytetty

Suometsän Y1 lannoitteen käyttömäärä 600 kg/ha turvemaidella ja kivennaismailla käytetty mineraalilannoite, N, sisälsi typpeä 150 kg/ha. Turvemaiden lannoituksen vaikutusaika on laskennallisesti ollut 20 vuotta ja kivennaismaan typpilannoituksen vaikutusaika 8 vuotta. Kuvan perusteena olevassa laskennassa ei ole huomioitu maaperän hiilitasetta.

Lähde: VaMeLa-hanke

Lannoituksia voidaan toteuttaa kiertoajan aikana useamman kerran. Puuston kasvureaktio lannoitukseen on paras kuivahkoilla ja tuoreilla kankailla [\[10\]](#) ja vastaavaa ravinteisuustasoa olevilla turvemaidella. Luontaisesti hyvin kasvavilla ja typpeä sisältävillä lehtomaisilla kankailla lannoituksella saatava kasvunlisäys on alhaisempi.

Kun kivennaismaiden typpilannoitus tehdään oikea-aikaisesti lannoitukseen soveltuvilla kohteilla välttämättä dityppioksidipäästöt, on puuston kasvunlisäyksestä johtuva hiilinielu suurempi kuin lannoitetuotannon ja käytön aiheuttamat päästöt. [\[11\]](#)

## Vaikutukset maaperän hiilivaraston kehitykseen

Kivennaismaiden typpilannoitus lisää hiilen sitoutumista ja varastoitumista metsämaahan [\[12\]](#) [\[13\]](#)[\[14\]](#)[\[9\]](#). Maanpäällinen biomassan tuotos ja karikesato kasvavat, joten orgaanista ainetta tulee maahan enemmän. Typpilannoituksen on havaittu hidastavan pitkäkestoisesti karikkeen hiilen ja metsämaassa olevan hiilen hajoamista. Tällöin orgaanista ainesta ja hiiltä alkaa kertymään paksuuntuvaan humuskerrokseen. [\[15\]](#) Lannoitus voi vähentää maanalaista mikrobibiomassaa. Tämä johtunee kasvun ja hiilen ohjautumisesta kasvien maanpäälliseen osaan. [\[16\]](#)

## Kasvihuonekaasut

Typpilannoitus voi muuttaa metsämaan typenkiertoa ja typen muotoa jollain kasvupaikoilla. Tämä voi lisätä riskiä voimakkaan kasvihuonekaasun typpioksiduulin muodostumiselle kivennaismailla [\[16\]](#)[\[17\]](#).

# Toteutus

## Kivennäismaiden lannoituskohteen valinta

Kivennäismailla typpi on tärkein puuston kasvua rajoittava ravinne. Havupuuvaltaisessa puustossa parhaat kasvunlisäykset saadaan typpeä ja fosforia sisältävillä lannoitteilla. Keski-, Itä-, ja Pohjois-Suomessa voidaan tarpeen mukaan lisätä myös booria. Typpilannoitustarvetta ei ole metsitettäessä entisiä peltomaita.

## Lannoituskohteiden kohdentaminen kivennäismailla (typpilannoitus + tarvittaessa fosfori + boori).

### Parhaan tuoton antavat lannoituskohteet

- Tuoreiden kankaiden männiköt
- Tuoreiden kankaiden kuusikot
- Kuivahkojen kankaiden männiköt
- Boorinpuutoksesta kärsivät kuusikot
- Pystykarsitut metsiköt

### Muut soveltuvat kohteet

- Kuivahkojen kankaiden tukkipuukokoa lähellä olevat kuusikot
- Kuivan kankaan kasvuisimmat, päätehakkuukää lähestyvät männiköt
- Lehtomaisen kankaan kuusikot, jos kasvu on alle 12 m<sup>3</sup>/ha ja kuvio liittyy hankealueeseen

## Kasvua varttuneista metsistä

Kivennäismailla taloudellisesti parhaita lannoituskohteita ovat kuivahkojen ja tuoreiden kankaiden hoidetut männiköt ja kuusikot, jotka ovat kehitysluokaltaan varttuneita kasvatusmetsiä tai uudistushakkuuta lähestyviä metsiä. Lannoitus lisää kasvua eniten varttuneissa metsiköissä. Metsikön vesitalous tulee olla kunnossa ennen lannoitusta myös

kivennaismailla.

Koivikoissa lannoituksen vaikutus on lyhytaikainen ja kasvureaktio jää havupuustoa pienemmäksi.

## **Typpi lisää kasvua**

Puuston kasvu paranee lisäämällä typpeä kerta-annoksena 100–200 kg hehtaaria kohden. Jos annos on suurempi, puusto ei kykene hyödyntämään kaikkea typpilannoitetta. Käyttösuosituksia noudattaen kivennaismailla voidaan toistaa lannoituksia 6–10 vuoden välein ja lannoittaa 1–4 kertaa kiertoajan aikana. Harvennuksen ja lannoituksen välillä kannattaa pitää muutama vuosi eroa, jotta tuuli- ja lumituhoriski ei kasva liiaksi.

## **Boorista on puutetta metsitysaloilla ja entisillä kaskialueilla**

Kaikilla metsitysaloilla, jotka ovat entistä peltomaata, boorilannoitus on välttämätöntä puuston kehityksen turvaamiseksi. Puutos aiheuttaa kasvuhäiriöitä ja alentaa puuntuotosta.

Boorinpuutos on tyypillistä entisillä kaskialueilla ja viljavimmilla kivennaismailla erityisesti Itä- ja Pohjois-Suomessa. Näillä alueilla typpi ei ole kasvua rajoittava tekijä. [\[18\]](#)[\[19\]](#)



Viljavien kivennaismaiden kuusikot etenkin entisillä kaskialueilla itäisen Suomen alueella kärsivät yleisesti boorinpuutoksen aiheuttamista kasvuhäiriöistä. Boorin lisäys vaikuttaa jo yhden kasvukauden jälkeen, ja puuston kasvu palautuu normaaliksi. Runkoon syntyneitä vikoja lannoitus ei kuitenkaan korjaa. Kuva: © Pentti Väisänen.

## Ravinne- ja lannoitemäärät kivennäismailla

Oikea lannoitemäärä takaa onnistuneen tuloksen. Käyttösuositusten ylärajalla olevat lannoitemäärät sopivat Etelä-Suomeen ja alarajalla olevat Pohjois-Suomeen. Suosituksissa esitetyt lannoitteiden tuotemerkit ovat esimerkkejä Suomessa yleisimmin käytetyistä metsälannoitteista.

### Kangasmaiden metsälannoitteet

Kangasmaiden lannoitteet ovat pääsääntöisesti typpilannoitteita (N), joista osa sisältää myös muita ravinteita, kuten fosforia (P), kaliumia (K) ja booria (B). Niille yhteistä on se, että levitys tehdään lumettomaan maahan. Mänty- ja kuusivaltaiset kohteet lannoitetaan usein muutama vuosi toisen harvennuksen jälkeen joko ilmasta tai maasta.

### Boorilannoitteet kangasmaille ja metsitetyille pelloille

Boorilannoitteita on monia erilaisia niin nestemäisinä, kiteisinä kuin tuhkapohjaisina lannoitteina. Tuhkapohjaiset boorilannoitteet soveltuvat hitaampi liukoisina erityisesti taimikoiden ja nuorten harventamattomien puustojen terveyslannoituksiin niin kivennäis- ja turvemaidella. Boorilannoitteiden moninaisuuden takia tutustu niiden käyttösuosituksiin ja levitysohjeisiin sekä tukiehtoihin ennen lannoitusta ja noudata käyttöohjeita.

Tavoiteltavat ravinnelisäykset kivennäismaiden lannoituksessa sekä esimerkit lannoitetyypeistä ja lannoitteiden suositeltavista käyttömääristä.

Lannoituskohde	Tavoiteltava ravinnelisäys kg/ha	Lannoitetyypit, suluissa typen, fosforin ja kaliumin sekä boorin %-osuudet (NPKB)	Käyttösuositus kg/ha
Lehtomaisen kankaat kuusikot	N 150 <sup>1</sup> P 10–30 B 0,5–2	Metsän NP (25-2-0-0,3)	500–800
Tuoreen kankaan kuusikot	N 150 <sup>1</sup> P 10–30 B 0,5–2	Metsän NP (25-2-0-0,3) Metsäsalpietari (27-0-1-0,15) Urea <sup>2</sup> (46-0-0)	500–800 500–800 270–430

Lannoituskohde	Tavoiteltava ravinnelisäys kg/ha	Lannoitetyypit, suluissa typen, fosforin ja kaliumin sekä boorin %-osuudet (NPKB)	Käyttösuositus kg/ha
Tuoreen tai kuivahkon kankaan männiköt	N 150 <sup>1</sup>	Metsän NP (25-2-0-0,3)	500–800
		Metsäsalpietari (27-0-1-0,15)	500–800
		Urea** (46-0-0-0)	270–430
Boorinpuutteesta kärsivät puustot (neulasanalyysi suositeltavaa)	B 2,0–3,0 <sup>3</sup>	Metsän NP (25-2-0-0,3)	450–550
		Boorilannoite, useita tuotemerkkejä	Tuotemerkki kohtainen levitysmäärä
		Nestemäiset boorilannoitteet <sup>4</sup> (B 150 g/l). Levitetään ruiskulla 15–20 litraa/ha veteen sekoitettuna.	

rivi:lannoituskohde

sarake: Lannoitetyypit ja käyttösuositukset valmistajien ilmoittamina

<sup>1</sup>Vaihteluväli 100–200 kg/ha. Käyttösuositusten ylärajaa lähempänä olevat lannoitemäärät sopivat Etelä-Suomeen ja lähempänä alarajaa olevat Pohjois-Suomeen.

<sup>2</sup>Urea levitetään kosteaan maastoon alkusyksystä ensilumen tuloon asti.

<sup>3</sup>Pelkkä boorin lisäys soveltuu parhaiten taimikoiden ravinnehäiriöihin. Boorilannoitteita on syytä käyttää tarkoin suositusten ja tuotteen oman ohjeen mukaisesti. Selvä yliannostus (jo runsas 10 kg B/ha) voi aiheuttaa vakavia puustovaurioita.

<sup>4</sup>Nestemäisiä boorilannoitteita on useita markkinoilla. Niiden käytössä on huomioita tuotteiden omat ohjeet.

## Lannoituksen toteutus



Lannoitteen levitys helikopterilla. Kuva: © Pentti Väisänen.

Lannoitteita voidaan levittää ilmasta, yleisimmin helikopterilla, tai maasta levityksenä, tavallisimmin kuormatraktorilla.

### Lannoituksen toteutuksessa huomioitavaa

Havupuuvaltaiset paksuturpeiset kohteet varputurvekankaista ruohoturvekankaisiin, eritoten kakkostyyppin turvekankaat, tarvitsevat yleisesti viimeistään ojituksen jälkeiselle toiselle puusukupolvelle terveyslannoitusta. Lannoituksen voi suorittaa missä puuston kasvuvaiheessa tahansa.

Maalevitys vaatii ajourat, joten se onnistuu parhaiten välittömästi puunajon jälkeen, kun ajourat ovat jäätyneet kantaviksi talvella.

Lentolevitys onnistuu niin puuston kehitysluokasta kuin vuodenajasta riippumatta. Matkan varastopaikalle, jolla helikopteria täydennetään lannoitteella, tulee olla tarpeeksi lyhyt, enintään noin 2 km. Lannoitus vaatii myös käytettävälle lannoitteelle sopivan varastopaikan.

Tuhkalannoituksessa lannoitetta levitetään huomattavasti enemmän kuin kemiallisia lannoitevalmisteita käytettäessä. Tällöin varastopaikan on oltava suurempi. Käytettäessä irtonaisena tuotavaa tuhkalannoitetta on varaston oltava myös melko tasainen ja kivetön.

Ojien kunnostuskohteella turvemaan lannoitus on suositeltavinta ajoittaa puunkorjuun ja ojien kunnostuksen väliin.

Maasta tehtynä lannoitteiden levitys on ilmalevitystä edullisempaa. Ero korostuu metsätuhkalannoitteilla, joiden hehtaariannostus (kg/ha) voi olla 5–10-kertainen kemiallisiin lannoitteisiin verrattuna.



Lannoitteiden ja tuhkan helikopterilevityksessä lyhyt lentomatka sekä hyvin suunnitellut varasto-, laskeutumis- ja kuormausjärjestelyt säästävät lannoituskustannuksia. Kuva: © Pentti Väisänen.



Tuhkalannoitus maalevityksenä kannattaa toteuttaa heti hakkuun jälkeen, jolloin ajourien kantavuus on yleensä hyvä. Kuva: © Tatu Viitasaari.

## Lannoitteiden levitys ilmasta tai maasta, etuja ja haittoja

### Levitys ilmasta (helikopteri tai lentokone)

- + lannoitus onnistuu eri vuodenaikoina, maaston kantavuus ei rajoita levitystä
- + lannoituksen ajankohta ei ole sidottu hakkuisiin tai ajouraverkostoon
- + yksittäiset kauempana tiestä sijaitsevat kuviot helpompi ottaa mukaan
- + lannoitteiden levitystasaisuus hyvä ja lannoitetta saadaan koko alueelle
- hankekokonaisuus oltava isohko, vaatii usein yhteishankkeen

### Levitys maasta (levittimellä varustettu alustakone, kuten kuormatraktori tai vastaava)

- + pienempien kokonaisuuksien lannoitus onnistuu helpommin
- + levityskaluston saatavuus
- levitysalueella oltava valmis ajouraverkosto

- levitysjankohtana maaston oltava riittävän kantavaa, työkausi jää lyhyeksi
- lannoitteiden levitystasaisuus ajourilta tehdyssä levityksessä tyydyttävä, urien välialueille voi jäädä kaistoja ilman lannoitetta

Parhaimmillaankin turvemaiden lannoituksista alle puolet on mahdollista tehdä kuormatraktoreilla maalevityksenä.

## Vesien turvaaminen lannoituksessa

Lannoituksissa ympäristöriskit liittyvät ravinteiden huuhtoutumiseen vesistöihin tai pohjavesiin ja kivennaismailla lisäksi maan happamoitumiseen. Haitalliset ympäristövaikutukset voidaan minimoida huolellisella työn suunnittelulla ja toteutuksella. Tämä edellyttää lannoituskohteen, käytettävän lannoitteen ja levittämistavan tarkoituksenmukaista valintaa.

## Huuhtoumariski heti lannoituksen jälkeen

Typpilannoituksen aiheuttama huuhtoumariski on suurin kahtena ensimmäisenä vuotena lannoituksen jälkeen. Vesistöjen rehevyyttä säätelevistä ravinteista merkittävin on fosfori. Fosforilannoitteiden käyttö kivennaismailla ei merkittävästi lisää vesistöjen fosforikuormitusta, koska fosfaatti sitoutuu kemiallisesti maaperään.

Turvemailla lannoitusten kohdistaminen parhaan kasvunlisän tuottaville kohteille on erityisen tärkeää niin taloudellisista kuin ympäristöhoidollisista syistä. Runsastyypisille soille tehtävät lannoitukset fosforilla ja kaliumilla ovat selvästi kannattavimpia, eivätkä ne aiheuta merkittävää riskiä ravinteiden huuhtoutumisesta vesistöön tai pohjaveteen. Lannoitusosalta huuhtoutuvien ravinteiden pääsy ojitetuilta kohteilta vesistöihin estetään tehokkaimmin käyttämällä pintavalutukseen perustuvia vesiensuojelumenetelmiä.

Metsälannoituksessa käytettävällä tuhalla on oltava lannoiteasetuksen edellyttämä tuoteseloste, jotta suositeltavia ja ympäristön kannalta turvallisiksi arvioituja raskasmetallipitoisuuksia ei ylitetä. Tuhkalannoitteen sisältämät ravinteet ja raskasmetallipitoisuudet on tiedettävä aina ennen levitystä myös oikean levitysmäärän arvioimiseksi.

## Ei lannoitusta kaikkialle

Ympäristösyistä lannoitukset eivät sovellu näille kohteille:

- Vesistöjen ja pienvesien varsille jätettävät suojavyöhykkeet, joiden riittävä leveys riippuu maaston kaltevuudesta ja maalajista. Kosteusindeksi- ja virtausverkkokarttoja hyödynnetään vältettävien kohteiden paikantamiseen.
- Luokan 1, 1E, 2, 2E ja E pohjavesialueet. Mikäli ravinne-epätasapainon korjaamiseksi kuitenkin tarvitaan lannoitusta, sen pohjavesivaikutukset on arvioitava erikseen.

Tarvittaessa tulee olla yhteydessä ELY-keskukseen lannoitusedellytysten selvittämiseksi.

- Karut, tyypeä vaativat suot, joiden turve sisältää vain vähän rautaa ja alumiinia. Heikosti maatunut rahkaturve sisältää niukasti rauta- ja alumiiniyhdisteitä, minkä vuoksi sen kyky pidättää itseensä fosforia on huono ja huuhtoutumisriski suuri.
- Karut, lajittuneet ja helposti vettä läpäisevät kivennaismaat.
- Soiden ja kankaiden väliset vaihettumisvyöhykkeet.

Muut lannoituksen ympäristövaatimukset:

- Lannoitetaan puuston todetun tarpeen mukaan, tarvittaessa teetetään ravinneanalyysi.
- Lannoitteita ei levitetä vesistöihin, pienvesiin tai arvokkaisiin elinympäristöihin.
- Levitystyössä vältetään lannoitteiden joutumista ojiin.
- Levitystä tehdään ainoastaan lumettomaan aikaan. Tuhkapohjaisia lannoitteita ja puutuhkaa voidaan levittää myös talvella. Urealla oikea lannoitusajankohta on syyskesä ja syksy.
- Turvemaidella ei käytetä vesiliukoista fosforia sisältäviä lannoitteita.
- Käytetään vain sellaisia tuhkalannoitteita, jotka täyttävät lannoiteasetuksen mukaiset raja-arvot raskasmetallien osalta.
- Turvemaiden hoidon yhteydessä on hyvä tehdä samassa hankkeessa ensin hakkuut, sitten lannoitus ja viimeisenä mahdollinen kunnostusojitus.
- Levitystyön laatua valvotaan mittaamalla levityksen tasaisuutta. Laatua valvotaan myös tarkastelemalla, ettei ojiin ja suojavyöhykkeisiin ole päätynyt lannoitetta.

**Muistilista lannoituksen ympäristövaatimuksista:**

- Lannoita vain puuston todennetun tarpeen mukaan. Valitse lannoitettavat kohteet huolella.
- Käytä turvemaidella vain niiden lannoitukseen suositeltavia lannoite- ja maanparannusvalmisteita.
- Levitä lannoitteita ainoastaan sulan maan aikana tuhkaa lukuun ottamatta. Nitraattityppeä sisältävät lannoitteet levitetään kevätkesällä.

- Valvo lannoitteiden leviämisen tasaisuutta ja tarkkuutta. Valvonta on suositeltavaa tehdä näytesuppiloiden avulla punnitusmenetelmää käyttäen.
- Tee lannoitus ennen ojien kunnostusta.
- Lentolevityksessä levitys suoritetaan tyynellä säällä ojien suuntaisesti. Huomioi sivutuuli.

## Ilmastonmuutokseen sopeutumisen näkökulma lannoituksissa

Oikein toteutettu lannoitus ei kasvun lisäämistä lukuun ottamatta juuri muuta metsän ja puuston muita ominaisuuksia, joten sillä ei ole muuta suurta vaikutusta ilmastonmuutokseen sopeutumiseen.

Lannoituksen jälkeen puiden neulasmassa ja rungon yläosan läpimitta kasvaa, mikä voi lisätä tuuli- ja lumituhoriskiä<sup>[9]</sup>. Lannoitus voi hyödyttää sieni-infektion, kuten juurikäävän, kasvua puustossa<sup>[20]</sup>. Tutkimustietoa lannoituksen hyödyistä puuston vastustuskyvyn lisäämiseksi elollisia ja elottomia tuhonaiheuttajia vastaan on vasta vähän<sup>[2]</sup>.

Kun lämpötilat nousevat ilmastonmuutoksen myötä, juuristo ottaa tehokkaammin käyttöön ravinteita, varsinkin typpeä<sup>[21]</sup>. Kuivuus rajoittaa fosforin saantia maaperästä enemmän kuin lämpötila ja maan jäätyminen ja sulaminen voi lisätä käyttökelpoisen fosforin määrää maassa. Ilmaston lämpeneminen, kuivuuden lisääntyminen ja typpilaskeuma voivat siis kaikki vaikuttaa siihen suuntaan, että typen saatavuus lisääntyy suhteessa fosforin saatavuuteen. Toisaalta kasvun lisääntyessä kaikkia ravinteita tarvitaan suurempia määriä pitämään yllä puiden ja muiden kasvien ja eliöiden välttämättömiä ravinnepitoisuuksia.<sup>[2]</sup>

## **Metsäsertifiointin vaatimukset toimittaessa pohjavesialueilla (FSC® ja PEFC™)**

Metsäsertifiointit (FSC® ja PEFC™) asettavat vaatimuksia toimittaessa pohjavesialueilla.

### **FSC®-sertifiointi**

Organisaatio turvaa pohjavesien laadun säilymisen pidättäytymällä tärkeillä pohjavesialueilla (I ja II luokka) kunnostus- ja täydennysojituksista, kemiallisten torjunta-aineiden käytöstä (ei koske juurikäävän torjuntaa urealla), kantojen korjuusta sekä kulotuksista. Pohjavesialueilla voidaan toteuttaa kulotuksia, mikäli tähän on olemassa ympäristöviranomaisen lupa.

Organisaatio ei käytä tyypipitoisia lannoitteita 1- tai 2 luokan pohjavesialueilla.

Polttoaineiden säilytys pohjavesialueilla on sallittu väliaikaisesti ainoastaan säiliöissä, joilla on tarvittava tyyppihyväksyntä ja jotka ovat lukittavissa polttoainevarkauksien ja ilkvallan estämiseksi sekä ovat varustettuja vuodon hallintaan tarkoitettulla valuma-altaalla, kaksoisvaipalla tai kaksoispohjalla. Nestemäisten voiteluaineiden väliaikainen säilytys on sallittua ilkvallalta suojattuna.

### **PEFC™-sertifiointi**

PEFC-kriteeristön mukaan pohjavesien laatu turvataan metsätalouden toimenpiteissä. Vedenhankintaa varten tärkeillä (1-luokka, 1E-luokka) ja soveltuvilla (2-luokka, 2E-luokka) pohjavesialueilla ei käytetä kemiallisia kasvinsuojeluaineita eikä lannoitteita eikä korjata kantoja. Turvemaiden tuhkalannoitus on sallittua, mikäli se ei vaaranna pohjaveden laatua. E-luokan pohjavesialueilla lannoitus on sallittua, mikäli se ei vaaranna E-luokitukseen johtanutta pohjavedestä riippuvaista pinta- tai maaekosysteemiä. E-luokan pohjavesialueilla ei käytetä kemiallisia kasvinsuojeluaineita. Kasvinsuojeluaineiden käytöllä ei tarkoiteta taimitarhoilla tukkimiehentäin torjunta-aineella käsiteltyjen taimien istutusta pohjavesialueella eikä kantokäsittelyaineiden käyttöä, kun käytössä noudatetaan Turvallisuus- ja kemikaaliviraston kasvinsuojelurekisterissä antamia ohjeita ja rajoituksia. Tuhkalannoitteiden, joihin on lisätty booria, käyttö pohjavesialueilla on kielletty.

## **Metsäsertifiointin vaatimukset toimittaessa vesistöjen suojakaistoilla (FSC® ja PEFC™)**

Metsäsertifiointit (FSC® ja PEFC™) asettavat vaatimuksia toimittaessa vesistöjen suojavyöhykkeille. PEFC sertifikaatissa niitä nimitetään suojakaistoiksi.

### **FSC®-sertifiointi**

FSC-standardi edellyttää aina suojavyöhykkeiden käyttöä puunkorjuun ja metsänhoitotoimien yhteydessä. Vesistöjen ja pienvesien suojavyöhykkeen leveys arvioidaan tapauskohtaisesti maaston pinnanmuotojen ja maalajin perusteella. Suojavyöhyke koostuu metsätalouden ulkopuolelle jätettävästä ja/tai peitteisenä hoidettavasta suojavyöhykkeestä.

- Suojavyöhykkeen leveys on kaikilla lammilla ja järvillä vähintään 10 metriä.
- Suojavyöhykkeen leveys on joilla ja merenrannoilla vähintään 15 metriä.
- Suojavyöhykkeen leveys on fladoilla ja kluuvijärvillä vähintään 30 metriä.
- Suojavyöhykkeet jätetään metsän käsittelyn ulkopuolelle. Lisäksi niihin rajautuvan kuvion reunaosassa säästetään ainespuustoa pienempi puusto sekä mahdollisuuksien mukaan kookkaampaa lehtipuustoa.

Lannoituksen suojavyöhykkeiden vähimmäisleveydet riippuvat vesistö- tai pienivesikohteesta ja lannoitteiden levitystavasta.

Lisäksi FSC:n mukaan tietyt määritellyt arvokkaat elinympäristöt ja eräät lajiensuojelun kannalta erityisen tärkeät kohteet tulee jättää käsittelyn ulkopuolelle. Ainoastaan suojelutavoitteita edistävät hoitotoimenpiteet ovat alueilla mahdollisia. Näihin kohteisiin kuuluu mm.:

- Uomiltaan luonnontilaiset tai luonnontilaisen kaltaiset joet ja purot sekä purot, joissa aiemman uoman käsittelyn jälkeen on jäljellä luontaista mutkittelua ja veden paineen vaihtelua sekä lähteet; ranta-alueineen. Näillä kohteilla jätetään vähintään 20 metriä käsittelemätön ja noin 10 metriä peitteisenä hoidettava suojavyöhyke.
- Valtapuustoltaan vähintään varttuneet, eri-ikäisrakenteiset, näkyvästi (vähintään 5 m<sup>3</sup>/ha) lahoppuuta sisältävät vesistöjen ja pienvesien reunametsät. Ei koske kanavien eikä kaivettujen vesialtaiden reunametsiä. Näillä kohteilla jätetään vähintään 30

metriä käsittelemätön suojavyöhyke, joka sisältää itse kohteen.

- Luonnontilaiset ja luonnontilaisen kaltaiset fladat ja kluuvijärvet ranta-alueineen.

## **PEFC™-sertifiointi**

PEFC-kriteerien mukaan vesistöjen ja pienvesien läheisyydessä toimittaessa huolehditaan vesiensuojelusta ja luonnonhoidosta. Kriteeri edellyttää, että vesistöjen ja lähteiden varteen jätetään kiintoaine- ja ravinnekuormitusta sitova sekä varjostusta ja monimuotoisuutta turvaava suojavyöhyke, jossa säilytetään kasvillisuuden kerroksellisuus ja pienpuusto. Suojavyöhykkeen leveys on keskimäärin vähintään 10 metriä, mutta kaikkialla vähintään 5 metriä. Suojavyöhykkeellä tehdään vain poimintahakkuita, joissa säilytetään monipuolisesti erikokoista puustoa lehtipuustoa suosien.

Suojavyöhykkeellä ei tehdä maanmuokkausta, lannoitusta, kantojen korjuuta, pensaskerroksen kasvillisuuden raivausta eikä kemiallista torjuntaa kasvinsuojeluvälineillä. Latvusmassan jättämistä suojavyöhykkeelle vältetään.

Uomaltaan alle 2 m leveiden ojamaisten, suoristettujen ja perattujen purojen suojavyöhyke on vähintään 5 m. Suojavyöhykkeiltä runkopuut voidaan poistaa. Poikkeukset eivät koske uomia, joissa on Suomen luontaiseen lajistoon kuuluva lohikalakanta.

## Sanasto

### Lannoitus



Runsastyyppisten kaliumin ja fosforin puutoksesta kärsivien turvemaiden tuhkalannoitus on erityisen kannattavaa. Taloudellisin levitys on maastalevitys, mikä onnistuu varmimmin maan ollessa roudassa. Kuva: © Pentti Väisänen.

Metsänlannoituksen tavoitteena on parantaa puuston kasvua ja elinvoimaisuutta lisäämällä niitä ravinteita, joita maapohjassa on niukasti puiden tarpeeseen nähden.

Metsänlannoitusta voidaan tehdä kasvatus- ja terveyslannoituksena.

Lannoitus on nopea ja kustannustehokas keino nopeuttaa nuoren tai varttuneen hoidetun havupuuvaltaisen kasvatusmetsän järeytymistä. Metsänlannoituksella voidaan parantaa jo entisestään hyvin kasvavan puuston kasvua tai poistaa puiden kasvun heikkenemistä aiheuttava ravinne-epätasapaino. Metsänomistaja voi lannoittamalla lisätä puuntuotosta ja metsätalouden kannattavuutta.

## Kirjallisuus

1. Smolander, A., Henttonen, H.M. & Martikainen, P. 2020. Hitaasti tyypeä vapauttavan ureaformaldehydin vaikutuksista puuston kasvuun, maaperään ja ympäristöön. Metsätieteen aikakauskirja 2020: 10219.  
<https://doi.org/10.14214/ma.10219>
2. Lehto, T. & Ilvesniemi, H. (toim.) 2023. Metsänlannoitus nyt ja tulevaisuudessa : Synteesiraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 56/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 146 s.  
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-714-3>
3. Hynönen, T. 2004. Booripitoiset lannoitteet ja nuoren kuusikon toipuminen häiriöstä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 934: 58–61.
4. Kilpeläinen, J., Räisänen, M., Mehtätalo, L., et al. 2013. The longevity of Norway spruce responses to boron fertilisation. Forest Ecology and Management 307: 90–100.  
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.06.054>
5. Rikala R, Vuorinen M. 2004. Boorilannoitteen syyslevitys kuusikossa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 934: 62–63.
6. Venäläinen A., ym. 2020a. Ilmastonmuutos lisää metsätuhojen riskejä Suomessa. Metsätieteen aikakauskirja 2020-10454. Tieteen tori. 9 s.  
<https://doi.org/10.14214/ma.10454>
7. Riikonen, J., Lehto, T. & Rikala, R. 2013. Effects of boron fertilization in the nursery of after planting on the performance of Norway spruce seedlings on boron-poor sites. New Forests 44: 671–685.
8. Hökkä, H., Ahtikoski, A., Sarkkola, S., Väänänen, P. 2024. Ash fertilization increases long-term timber production in drained nitrogen-poor Scots pine peatlands. Canadian Journal of Forest Research.  
<https://doi.org/10.1139/cjfr-2024-0003>
9. Saarsalmi, A. ja Mälkönen, E. 2001. Forest Fertilization Research in Finland: A Literature Review, Scandinavian Journal of Forest Research, 16:6, 514-535.
10. Ilvesniemi, H. & Kukkola, M. 2017. Kivennaismalla lisäkasvua typpilisäyksellä. Julkaisussa: Hynynen, J., Huuskonen, S. & Kojola, S. (toim.). Metsä 150 –

Metsänkasvatuksen keinot lisätä metsien puuntuotosta kestävästi ja kannattavasti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 16/2017. Luonnonvarakeskus, Verkkojulkaisu ISBN 978-952-326-377-2. s. 39– 45.

11. Routa ym. 2012. Routa, J., Kellomaki, S. & Peltola, H. 2012. Impacts of intensive management and landscape structure on timber and energy wood production and net CO<sub>2</sub> emissions from energy wood use of Norway spruce. *BioEnergy Research* 5: 106–123.
12. Prescott, C.E. 2010. Litter decomposition: what controls is and how can we alter it to sequester more carbon in forest soils? *Biogeochemistry* 101: 133–149.
13. Hedwall, P.-O., Gong, P., Ingerslev, M. & Bergh, J. 2014. Fertilization in northern forests – biological, economic and environmental constraints and possibilities. *Scandinavian Journal of Forest Research* 29: 301–311.
14. Mayer, M. ym., 2020. Tamm Review: Influence of forest management activities on soil organic carbon stocks: A knowledge synthesis. *Forest Ecology and Management* 466, 118127.
15. Lehtonen, A. et al. 2021. Maankäyttösektorin ilmastotoimenpiteet: Arvio päästövähennysmahdollisuuksista. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 65/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 122 s.
16. Smolander 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](https://doi.org/10.14214/ma.10080)
17. Rütting, T, et al. 2021. Low Nitrous Oxide Emissions in a Boreal Spruce Forest Soil, Despite Long-Term Fertilization. *Front. For. Glob. Change*, 710574.
18. Rikala, R. & Vuorinen, M. 2005. Boorin levitysjankohdan vaikutus kivennäismaan kuusikon neulasten booripitoisuuteen. *Metsätieteen aikakauskirja* 1/2005: 51–56.
19. Lehto, T., Ruuhola, T. & Dell, B. 2010. Boron in forest trees and forest ecosystems. Review. *Forest Ecology and Management* 260: 2053–2069.  
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.09.028>
20. Piri, T. 2003. Silvicultural control of *Heterobasidion* root rot in Norway spruce forests in southern Finland: regeneration and vitality fertilization of infected stands. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 898: 1–64.

Aphalo, P.J., Lahti, M., Lehto, T., Repo, T., Rummukainen, A., Mannerkoski, H. & Finér, L. 2006. Responses of silver birch saplings to low soil temperature. *Silva Fennica* 40: 429–442.