

Lannoitus turvemaalla



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

Kuvaus

Puuston kasvu riippuu ympäristöolosuhteista sekä maaperän ominaisuuksista. Metsänlannoituksen tavoitteena on parantaa puuston kasvua ja elinvoimaisuutta lisäämällä niitä ravinteita, joita maapohjassa on niukasti puiden tarpeeseen nähden, ja samalla lisätä metsätalouden kannattavuutta. Terveyslannoituksella korjataan ravinne-epätasapainoa, jota turvemailla esiintyy laajasti.

Lannoitus on kustannustehokas keino nopeuttaa nuoren tai varttuneen hoidetun havupuuvaltaisen kasvatusmetsän kasvua ja järeytymistä. Metsänomistaja voi lannoittamalla lisätä puuston hiilensidontaa ja puuntuotosta sekä parantaa metsätalouden kannattavuutta. Lannoituksia voidaan toteuttaa kiertoajan aikana useamman kerran.

Ojitetuilla turvemailla voidaan vähentää ojien kunnostuksen tarvetta tuhkalannoituksella, sillä se lisää puuston kasvua ja haihduntaa^[1].

Turvemailla käytetään lannoituksessa yleisesti tuhkaa, koska lannoitekelpoiset tuhkatuotteet sisältävät turvemailta puuttuvaa fosforia ja kaliumia.

Turvemaiden ravinne-epätasapaino on yleistä

Puut käyttävät kasvaessaan ravinteita tietyissä suhteissa. Mikäli kasvualustassa on käyttökelpoisessa muodossa olevia ravinteita eri suhteissa puiden tarpeeseen nähden, puhutaan kasvualustan ravinne-epätasapainosta. Se haittaa puiden kasvua.

Turvemailla ravinne-epätasapainossa on useimmiten kyse siitä, että fosforia (P), kaliumia (K) ja myös booria (B) on liian vähän turpeen typen (N) määrään verrattuna. Varsinkin kaliumia ja fosforia tarvitaan lisää, jotta puusto pystyy saavuttamaan kasvupaikalle ominaisen ja puille käyttökelpoisessa muodossa olevan typen mahdollistaman kasvun tason.

Tyypilliset kohteet ovat paksuturpeisia

Kaliumin ja fosforin niukkuus on yleisintä paksuturpeisilla II-tyypin turvekankailla, jotka ovat ojituksen jälkeen kehittyneet alun perin märistä avosoista tai niin sanotuista vähäpuustoisista sekatyypin soista. Seuraavassa taulukossa^[2] on kuvattu ravinnepuutosten yleisyyttä erilaisilla turvemaiden kasvupaikoilla.

Ravinnepuutosten yleisyys (neulasanalyysin perusteella % havainnoista, n=494) mäntyvaltaisilla ei peruslannoitetuilla turvekankailla 30–40 vuotta ojituksen jälkeen. Aikanaan PK-lannoitetuilla soilla ei pääsääntöisesti ole tarvetta fosforin lisäämiseen kiertoajan aikana, mutta kaliumista voi olla ankara pula.

Alkuperäinen suotyyppi	Turvekangastyyppi	Kohteet, joilla puutosta, %		
		Fosfori	Kalium	Boori
Aito räme	Ptkg I, Vtkg	36	7	2
Sekatyyppin räme	Mtkg II, Ptkg II	55	38	10
	(Vtkg)	50	18	4
Entinen avosuo	Mtkg II	76	54	5
	Ptkg II, (Vtkg)	68	34	3

Ravinnepuutosten yleisyys (neulasanalyysin perusteella % havainnoista, n=494) mäntyvaltaisilla ei peruslannoitetuilla turvekankailla 30–40 vuotta ojituksen jälkeen. Aikanaan PK-peruslannoitetuilla soilla ei pääsääntöisesti ole tarvetta fosforin lisäämiseen kiertoajan aikana, mutta kaliumista voi olla ankara pula.

Jos suo on ollut jo ennen ojitusta puustoinen, ravinne-epätasapaino on harvinaisempaa kuin alkujaan vähäpuustoisilla soilla tai avosoilla. Kohteilla missä ravinnepuutoksen oireita ei ole, lannoituksen tuoma hyöty jää vähäisemmäksi.

Terveyslannoitus on kaliumin saatavuuden ja siten puuntuotannon varmistamiseksi yleisesti tarpeen paksuturpeisilla turvemailla^[3]. Koska puut kierrättävät ravinteita eri osissaan varsin tehokkaasti^[4], puiden kasvu ei aina kärsi, vaikka turpeessa olisi vain vähän kaliumia. Kun puusto uudistetaan, niin samalla poistuu ravinteita. Hakkuutähteistä kasvualustaan liukeneva kalium auttaa uutta puusukupolvea, mutta huuhtoutuu herkästi pois, mikä lisää ravinne-epätasapainon riskiä.^[5] Siksi melko pian uudistamisen jälkeen uudella puusukupolvella voi ilmetä kaliumin puutosoireita. Tämä saattaa koskea kaikkia paksuturpeisia kohteita, myös ykköstyypin.^[6]

Lue lisää [turvekankaista ja niiden tyypeistä ja kasvupaikkaluokista](#).

Lannoitevaikutuksen kesto turvemailla

Terveyslannoituksen lannoitusvaikutus ojitetuilla turvemailla tuhkalannoituksena on kivennäismaiden lannoituksia pidempi, lannoitteesta riippuen 15–30 vuotta tai jopa pidempi, riippuen eritoten kaliumin määrästä [\[7\]\[3\]\[8\]](#). Yhdellä lannoituksella saadaan puustolle tarvittu fosforin määrä vuosikymmeniksi kuntoon. Puiden kaliumin saannin turvaaminen voi edellyttää uusintalannoitusta puuston kiertoaikana. Kaliumin riittävyys on viljavien ojitusalueiden puunkasvatuksen suurin ravinnetaloudellinen haaste. [\[3\]](#)

Turvemaiden lannoitusvaikutus ilmenee aluksi hitaasti, ja lisäkasvun maksimi ajoittuu 10–20 vuoden päähän lannoituksesta. Pohjois-Suomessa tämä tapahtuu hitaammin [\[9\]](#).

Boorilannoitteen vaikutus

Terveyslannoituksissa voidaan korjata myös boorin puute, joko erillisellä boorilannoituksella tai osana muuta lannoitusta. Puhdas puuntuhka sisältää myös booria. Neulasten booripitoisuudet nousevat lannoituksen jälkeen nopeasti ja kasvuvaikutuksia saadaan jo 2–4 vuoden kuluttua. Boorilannoituksen vaikutusaika on pidempi kuin kivennäismaille tehtävän typpilannoituksen, mutta eri kasvupaikkojen vasteita ei tunneta kovin tarkasti, eikä siten boorilannoituksen toistoväliä [\[10\]](#).

Lannoituksella tavoiteltava lisäkasvu turvemailla

Turvemailla keskimääräinen PK- tai tuhkalannoituksen tuottaman pitkän ajan kasvunlisäys runsastyyppisen turvemaiden MtkgII, PtkgII-männikoissä on 1–3 m³/ha/v kasvupaikasta riippuen [\[11\]\[7\]\[11\]\[12\]\[13\]](#). Kasvunlisäyksen vaihtelu riippuu myös ennen lannoitusta vallinneista ravinnesuhteista. Lisäkasvu on vähäinen, kun kaliumin ja fosforin pitoisuus neulasissa ennen lannoitusta on hyvä tai tyydyttävä.

Suurimmat kasvunlisäykset lannoituksesta saavutetaan silloin, kun kaliumista ja fosforista on ankara puutos (ks. Taulukko otsikon Turvemaiden ravinne-epätasapaino on yleistä alta). Tällöin kasvupaikan ravinnetilan muutos vastaa kasvupaikan paranemista yhdellä tai kahdella luokalla.

Yleisesti ottaen, mitä runsastyyppisempi suo on ja mitä epätasapainoisempi puuston ravinnetila on tyyppien ja muiden ravinteiden suhteen, sitä suurempi on lannoituksen tuottama absoluuttinen ja suhteellinen lisäkasvu [\[14\]](#).

Boorin puutoksen korjaaminen lannoituksella vähentää puun latvan kasvuhäiriöiden määrää, joten sillä on selvin vaikutus pituuskasvun lisäykseen. Lämpimän kasvu taas ei yleensä muutu. [\[15\]](#)[\[16\]](#)[\[17\]](#)

Lannoitusyhötyjen 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 [\[18\]](#).

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 turvemailla ja kivennäismailla terveyslannoitus tarvittaessa jo taimikkovaiheessa ehkäisee kasvun taantumista sekä puuaineksen vikaisuutta. Näitä ovat esimerkiksi boorinpuutoksesta kärsivät kuusen taimikot^[19]. Myös turvemailla lannoittaminen on kannattavaa taimikoista ja heikoimmista kasvupaikoista eli varputurvekankaista lähtien.^[8]

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.

Turvemaiden lannoitus - Talous

Ravinnepuutokset ovat turvemailla kivennäismaita yleisempiä. Niiden korjaaminen on keskeinen keino taata ojitettujen turvemaiden puustojen suotuisa kehitys ja lisätä tuottoa. Suometsien terveyslannoituksella sisäinen korko vaihtelee 5-20 prosentin välillä maan tyyppitasosta ja ravinne-epätasapainon voimakkuudesta riippuen. Fosforin, kaliumin ja boorin puutteen korjaava lannoitus on tällöin hyvin kannattavaa. Eritoten paksuturpeisilla turvemailla terveyslannoitus on yleisesti tarpeen ojituksen jälkeisen toisen sukupolven puustolle, mikäli puuntuotanto on ensisijainen tavoite.

Odotettava tuotto

Turvemaiden lannoitukset ovat taloudellisesti kannattavia oikein valituilla kohteilla. Esimerkiksi varttuneen suometsän PK-lannoitus (fosfori ja kalium) tai tuhkalannoitus tuottaa 15–20 vuodessa parhaimmillaan yli 10 prosentin sisäisen koron.

Taloudelliseen tuottoon vaikuttaa keskeisesti lannoituksen tuoton realisoitumiseen eli seuraaviin hakkuisiin kuluva aika. Tuottoon vaikuttaa myös lannoituksen hinta ja kohteen lähtötilanne sekä lannoitusvaikutus puustoon ja sen kasvuun. Terveyslannoituksiin on saatavilla metsätalouden kannustejärjestelmän tukia, jotka parantavat kannattavuutta.

Nuorten puustojen lannoitus turvemaalla voi olla kannattavaa

Lannoitus on kannattavaa tehdä heti, kun kohteen ravinnepuutoksen riski on korostunut. Turvemaalla puustot jo varttuneista taimikoista lähtien, eritoten II-tyypin turvekankailla (MtkgII-VatkgII^[8]), hyötyvät lannoituksesta. Joillakin turvemaakasvupaikoilla kaliumin puutosta voi esiintyä jo pienissä taimikoissa, mikä voi jopa pysäyttää varsinkin kuusen taimikon varttumisen. Turvemaan taimikon tuhkalannoitus voikin olla taloudellisesti järkevä toimenpide, sillä se lisää kasvua voimakkaasti ja vaikutus kestää vuosikymmeniä.^{[10][8]}

Kohde	Runsastyyppinen, fosforin ja kaliumin puutoksesta kärsivä ojitettu puolukkaturvekangas Keski-Pohjanmaalla
Puusto	Mäntyvaltainen, 55-vuotias kasvatusmetsä Valtapituus: 14,5 metriä Pohjapinta-ala: 27,5 m³/ha
Käsittelyvaihtoehto 1	Harvennus ja PK-lannoitus 55 v. + harvennus 70 v. + päätehakkuu 90 v. Päätehakkuukeskiläpimitta 23 cm

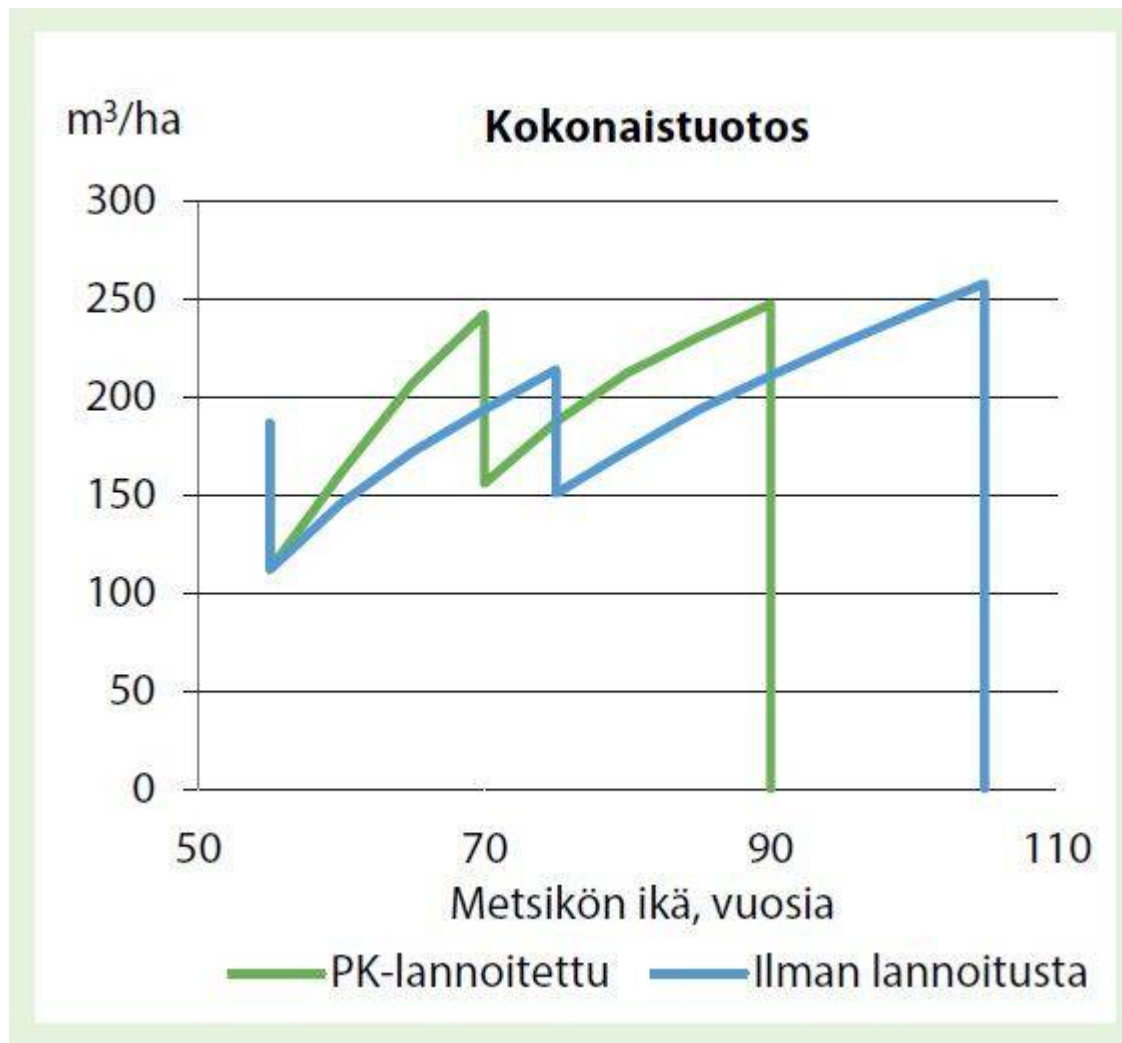
Käsittelyvaihtoehto 2	Harvennus 55 v. + harvennus 75 v. + päätehakkuu 105 v. Päätehakkuukeskiläpimitta 23 cm
Tulos käsittelyvaihtoehto 1	Ainespuukertymä: 400 m ³ /ha, josta tukkipuuta 175 m ³ /ha
Tulos käsittelyvaihtoehto 2	Ainespuukertymä: 390 m ³ /ha, josta tukkipuuta 165 m ³ /ha

Esimerkin taloustulokset - nettotulojen nykyarvot (NPV) - on laskettu kahdella korkokannalla (3 % ja 5 %) käyttäen tilastoituja toteutuneita kantohintoja ja lannoituskustannusta 400 €/ha. Lannoitus paransi merkittävästi nettotulojen nykyarvoa eli oli molemmilla korkokannoilla tarkasteltuna hyvin kannattavaa. Oikein valituilla kohteilla käytettynä suometsän lannoitus on siis erittäin kilpailukykyinen investointivaihtoehto.

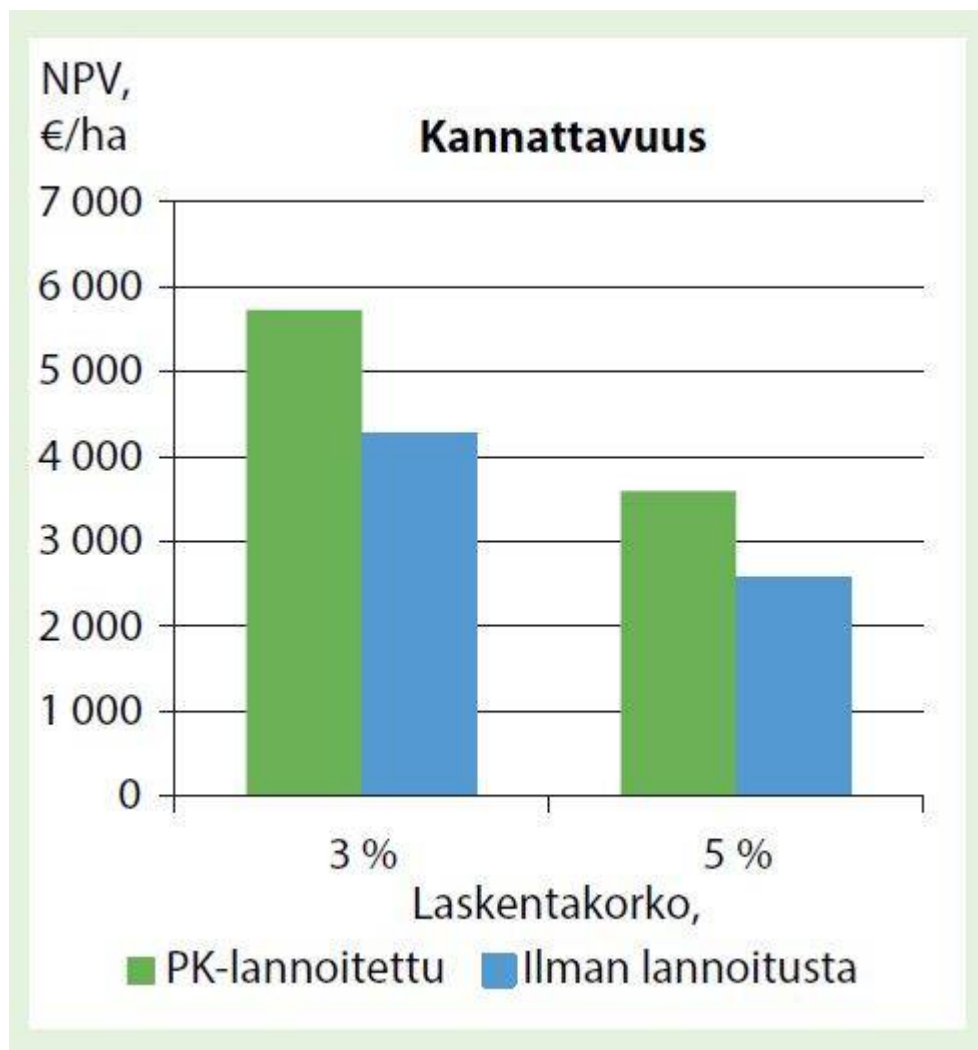
Päätelmiä:

- Oikea kohdevalinta on lannoituksen kannattavuuden ja sen aikaansaaman lisäkasvun kannalta kaiken a ja o.
- Suometsien kannattavimpia lannoituskohteita ovat ravinne-epätasapainosta kärsivät, runsastyypisillä ojitetuilla turvekankailla kasvavat havupuuvaltaiset metsät.
- Suometsän lannoituksella voi lyhentää metsikön kiertoaikaa ja saada samalla runsaammat ja enemmän tukkipuuta sisältävät hakkuukertymät.
- Hyvillä kohteilla suometsien lannoituksen kannattavuus kestää varsin paljon puun hinnan ja lannoituskustannusten vaihtelua. Toisin sanoen investointiin sisältyvä riski on kohtuullisen vähäinen.

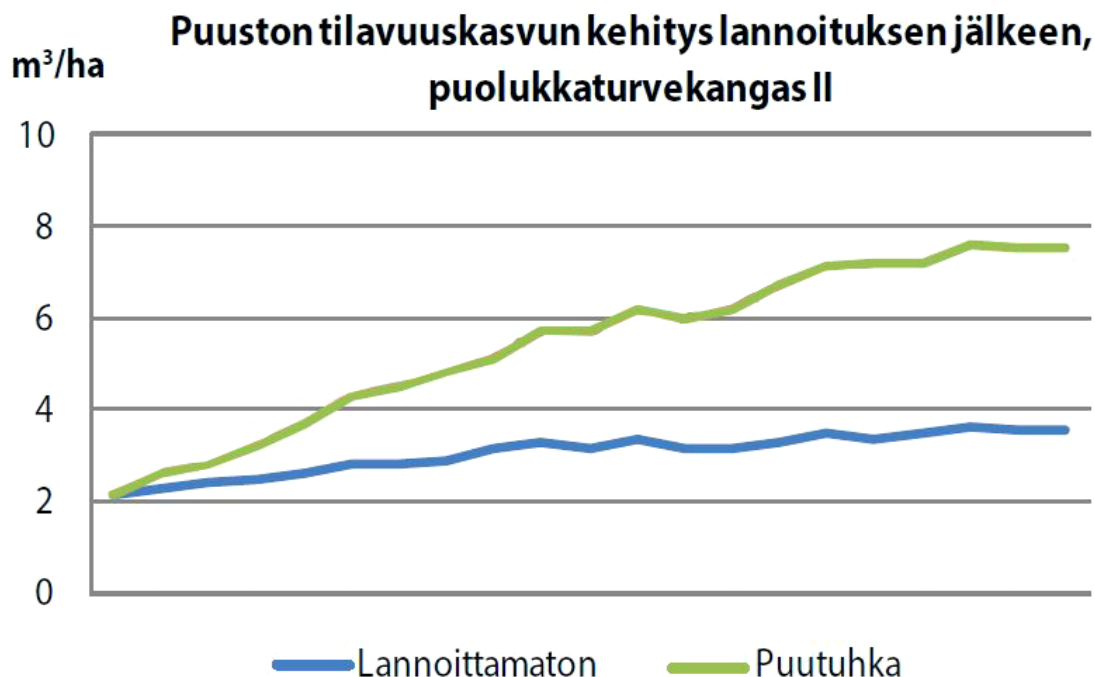
Lähde: Ahtikoski, A., Luke



PK-lannoituksella ja ilman lannoitusta kasvatettavan puuston ennustettu tilavuuskehitys ja kasvatusaika.



Nettotulojen nykyarvo, € / ha, laskettuna 55 ikävuodesta päätehakkuuikään (lannoittaen 90 v, ilman lannoitusta 105 v). Laskentakorkona on käytetty 3 % ja 5 %.



Esimerkki puuston vuotuisen tilavuuskasvun kehityksestä lannoituksen jälkeen, puolukkaturvekangas II (Pohjois-Pohjanmaa). Ravinnelisäys on molemmissa lannoitusvaihtoehdoissa sama: fosfori 45 kg/ha ja kalium 90 kg/ha. Kasvulisäyksillä saadaan lannoitusinvestoinnille 20 vuoden aikana lähes 10 prosentin korko. Puiden ravinnetilan ja kasvun säilyminen maksimissa edellyttää jatkolannoitusta noin 15–25 vuoden kuluttua ensimmäisestä lannoituksesta. Silloin kaliumlannoitus yleensä riittää ja antaa merkittävän lisäkasvun verrattuna siihen, että metsikköä ei jatkolannoiteta. I-typin turvekankailla lannoitusvaikutus ja taloustulos jäävät kuvan esimerkkiä pienemmiksi (Lähde: Metsäntutkimuslaitos. Aineisto vuonna 1985 perustetusta lannoituskokeesta Ruukissa. Julkaisematon.)

Typpilannoitus harvoin kannattavaa turvemailla

Typpilannoituksella saadut kasvureaktiot ovat turvemailla melko vaatimattomia, vaikka puiden ravinnetila typen osalta olisi välttävä tai heikohko. Typpilannoituksen vaikutus jää myös varsin lyhytaikaiseksi, 6–10 vuoteen. Sen vuoksi typpilannoituksen kannattavuus suometsien puunkasvatuksessa on yleensä huono. Typpilannoitus voi olla taloudellisesti perusteltua vain karuhkoilla ohutturpeisilla puolukka- ja varputurvekankailla noin kymmenen vuotta ennen päätehakkuuta.

Lannoitus - Luonto

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

Kivennäismailla huuhtoumariski heti lannoituksen jälkeen

Kivennäismailla typpilannoituksen aiheuttama huuhtoumariski on suurin kahtena ensimmäisenä vuotena lannoituksen jälkeen. Vesistöjen rehevyyttä säätelevistä ravinteista merkittävin on fosfori. Fosforilannoitteiden käyttö kivennäismailla 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 ympäristönhoidollisista syistä. Runsastyyppisille 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.

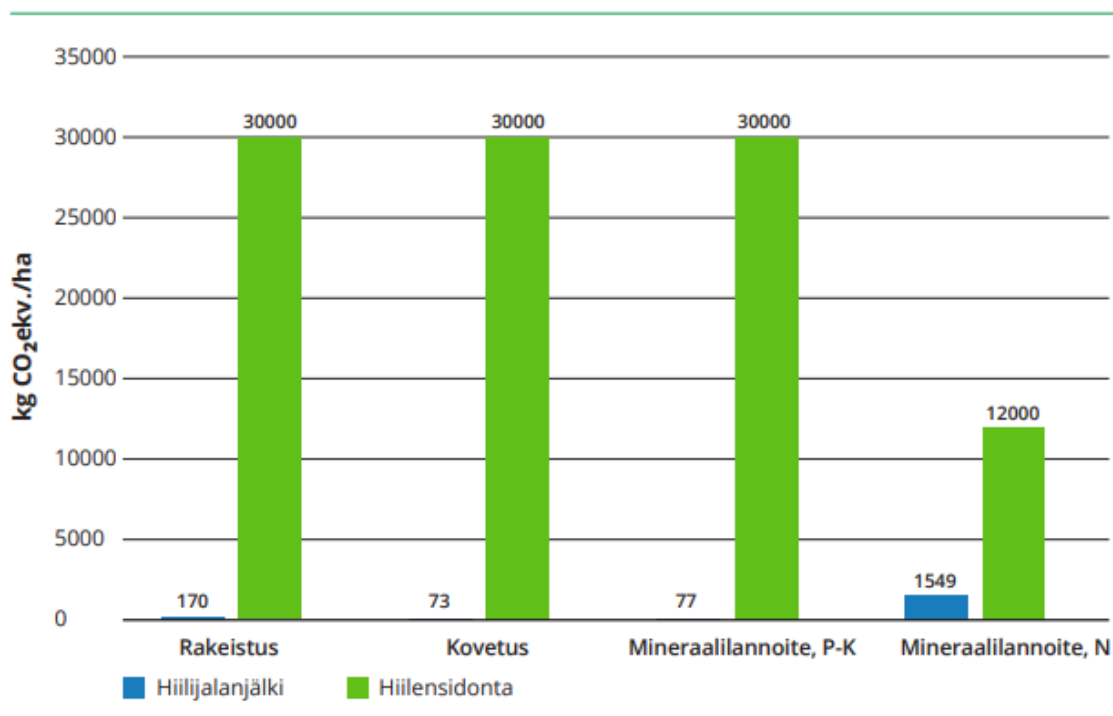
Lannoitus turvemaalla - Ilmastonmuutoksen hillintä

Turvemaiden lannoituksilla parannetaan puuston kasvua, joka kärsii ravinneepätasapainosta. Puusto reagoi lannoitukseen lisäämällä neulasmäärää, jolloin yhteyttäminen lisääntyy ja puuston kasvu paranee, samalla puusto haihduttaa enemmän vettä, jolloin ojien kunnostuksen tarve vähenee. Turvemailla lannoituksen vaikutukset eivät ole ilmastonmuutoksen hillinnän kannalta yksiselitteiset.

Vaikutukset hiilen määrään puustossa ja puutuotteissa

Lannoituksella lisätään puuston kasvua ja hiilensidontaa.^[20] Turvemaiden tuhkalannoituksella voidaan lisätä puuston kasvua pitkäkestoisesti 1–3 m³ hehtaarilla vuodessa 20–30 vuoden ajan.^[21] Lannoituskokeissa tuhkan käytöllä on voitu nostaa puuston kasvun tasoa 1,3–9-kertaiseksi 25–50 vuoden ajaksi^[22].

Lannoitteiden tuotannon, kuljetuksen ja levityksen yhteenlaskettu hiilijalanjälki on huomattavasti pienempi kuin maanpäällisen biomassan eli käytettävään puustoon sitoutuvan hiilen määrä. Alla olevassa laskennassa ei kuitenkaan ole huomioitu maaperän hiilitasetta. Varsinkin turvemaalla lannoitus voi vähentää maaperän hiilinielua.^[23]



Lannoitteiden tuotannon ja levityksen elinkaariset kasvihuonekaasupäästöt ovat pieniä verrattuna niillä aikaansaatuun hiilensidontaan lisäyksen puustossa yhdellä lannoituskerralla turve- ja kivennäismaalla. Rakeistus ja Kovetus (tuhkalannoitus 3500 kg/ha) ja Mineraalilannoite, P-K (esim. aiemmin Suometsän Y1

600kg/ha) ovat turvemaille toteutettuja lannoituksia, joiden vaikutusaika on yli 20 vuotta. Mineraalilannoite, N (tyypeä 150 kg/ha) on kivennäismaa lannoitus, jonka vaikutusaika on tuhkalannoituksia lyhyempi noin 8 vuotta. Kuvan perusteena olevassa laskennassa ei ole huomioitu maaperän hiilitasetta. Lähde: VaMeLa-hanke

Vaikutukset maaperän hiilivaraston kehitykseen

Turvemailla suurin hiilivarasto sijaitsee maaperässä eli turpeessa. Turvekerroksen paksuuden kasvaessa myös hiilen määrä on suurempi. Soiden ojittaminen ja siitä seurannut vedenpinnan lasku on kiihdyttänyt turpeen hajoamista.

Lannoituksen vaikutuksesta maanpäällinen biomassan tuotos ja karikesato kasvavat, joten orgaanista ainetta tulee maahan enemmän. Lannoitus voi kiihdyttää turpeen hajoamista, kun voimistunut puusto haihduttaa aiempaa enemmän vettä, mikä kuivattaa turvekerrosta aiempaa syvemmälle.

Lannoituskokeissa on turvemaiden maaperän hiilivaraston hajoamisesta vaihtelevia tuloksia, johtuen mahdollisesti enemmän vedenpinnan tasosta kuin lannoituksen vaikutuksesta. Eri tekijöiden vaikutusta turvemaiden hiilitaseeseen selvitetään käynnissä olevissa tutkimuksissa.

Turvemailla lannoituksen aikaansaama puuston kasvunlisäys on kuitenkin suurempi kuin maaperän hiilidioksidipäästöt lyhyellä aikavälillä. Tämä viittaa siihen, että lannoituksella on ilmastonmuutosta hillitsevä vaikutus ainakin lyhyellä vuosikymmenen aika-asteikolla.^[24]

Kasvihuonekaasut

Turvemailla käytetään typettömiä lannoitteita, eikä lannoituksen ole havaittu aiheuttavan typpioksiduulipäästöjä. Koska tuhkalannoitus alentaa vedenpinnantasoja turpeessa, vaikuttaa se yleensä maaperän metaanipäästöihin vähentävästi. Kuitenkin turpeen hajoamisesta aiheutuvien hiilidioksidipäästöjen on havaittu usein lisääntyvän.^[24]

Toteutus

Turvemaiden lannoituskohteen valinta



Nuorta männikköä tuhkalannoituksen jälkeen. Kasvu on parantunut huomattavasti ja vaikutus kestää vuosikymmeniä. Kuva: © Pentti Väisänen.

Ojitettujen turvemaiden ravinnetalous poikkeaa kivennäismaista, ja niillä puuston kasvua rajoittavaa ravinne-epätasapainoa esiintyy laajasti. Turvemailla puuston kasvua rajoittavat ensisijaisesti fosforin, kaliumin ja hivenaineista boorin puute. Typen määrä vaihtelee turvemaissa paljon jopa samalla alueella.

Lannoituskohteen valinta turvemailla

Turvemailla yleisesti esiintyvän ravinne-epätasapainon vuoksi tuhkalannoituksella voidaan lisätä puuston kasvua ja hiilensidontaa. Turvemaan lannoitus voidaan tehdä kaikissa puuston kehitysvaiheissa.

Ravinne-epätasapaino on yleistä erityisesti paksuturpeisilla II-tyyppin puolukka- ja mustikkaturvekankailla sekä joskus myös paksuturpeisilla ruohoturvekankailla.

Ohutturpeisilla kohteilla voi myös esiintyä ravinne-epätasapainoa, mikäli turpeen alla oleva pohjamaa on karkeaa. Myös varputurvekankailla terveyslannoitus kannattaa.

- **Paksuturpeisilla turvekankailla**, jotka ovat kehittyneet alkujaan vähäpuustoisista tai avoimista soista ojituksen jälkeen, on hyvät edellytykset tuhkalannoituksille.
- **Ohutturpeiset turvekankaat** vastaavat pikemminkin kivennäismaita, sillä puuston juuret ulottuvat pohjamaahan. Ohutturpeisilla kohteilla voi kuitenkin esiintyä kaliumin puutosta.
- **Aiemmin lannoitettuja kohteita** voi olla tarpeen lannoittaa uudelleen ravinteiden saatavuuden varmistamiseksi. Esimerkiksi kaliumin puutos voi alkaa rajoittaa puiden kasvua 20–30 vuoden kuluttua lannoituksesta etenkin avosoista tai sekatyypin soista kehittyneillä turvekankailla.

Turvemaiden lannoituksen edellytykset ja muut huomioitavat tekijät

Pääpuulaji	Mänty, Kuusi
Kasvupaikkatyyppi	Rhtkg, Mtkg, Ptkg, Vatk, eritoten II-tyypit
Turvekerroksen paksuus	Paksuturpeiset >30 cm turvetta
Kehitysluokka	Puusto pienestä taimikosta ¹ varttuneeseen kasvatusmetsään, myös kasvatettava alikasvos voi tarvita lannoitusta
Puuston määrä	Puusto pientä tai varttunutta taimikkoa: kasvatuskelpoisen taimikon runkomäärä suosituksen mukainen. Puusto nuorta tai varttunutta metsää: >70 m ³ /ha
Ojaston kunto	Hyvä – välttävä. Vähimmäisojasyvyys >30 cm. Ojaston heikentynyt kunto ei haittaa, jos haihduttavaa puustoa on riittävästi.
Metsikön laatu	Ravinnehäiriöt, joiden lisäksi muita laatua haittaavia tekijöitä ei ole syytä olla. Tarpeelliset taimikonhoitotyöt ja harvennukset tehdään ennen lannoitusta.

Muut huomioitavat tekijät	- näkyvät ravinnehäiriöt - turpeen maatuneisuus/typpipitoisuus - lannoitusalueen koko - etäisyys käytettävissä olevalta lannoitevarastolta - puuston hakkuumahdollisuudet - ojienkunnostustarve - pohjavesialueelle kuuluminen - vesistöt ja vesiensuojelusuojavyöhykkeet - ennen ojitusta ollut alkuperäinen suotyyppi - metsätalouden kannustejärjestelmän tukiehdot; hakemus tehdään ennen lannoitusta - paksuturpeisilla kohteilla lannoitus voi tulla ajankohtaiseksi toisen puusukupolven kohdalla, vaikka ensimmäinen olisikin kasvanut ilman ongelmia
----------------------------------	---

1 Taimikon tulee olla kasvatuskelpoisia, taimikonpituus vähintään 0,7 m ja varhaishoito tehtynä.

Riittävä ojaston kunto ja puuston määrä sekä laatu

Lannoituskohteen puusto ja ojaston kunto on arvioitava ennen lannoitusta. Nykytiedon mukaan yli 70 m³/ha puusto riittää ylläpitämään yli 30 cm syvien hieman jo umpeutuneiden ojien kanssa puuston hyvää kasvua mahdollistavan vedenpinnan tason. Ojaston ollessa < 30 cm syvyistä puuston määräksi tarvitaan noin 130 m³/ha. Runsastyyppisillä turvemailla kovasta kaliumin tai fosforin puutteesta riutuvan puuston latvus voimistuu viidessä vuodessa niin, että sen kyky haihduttaa on huomattavasti parempi kuin ennen lannoitusta.

Puusto pystyy hyödyntämään lannoitusta tehokkaimmin, jos sillä on riittävästi kasvutilaa. Sen vuoksi on tärkeää, että ylitieheä metsikkö harvennetaan ennen lannoitusta. Puuston on oltava laadultaan riittävän hyvää, kasvupaikalle sopivaa ja muutoinkin kasvatuskelpoista, pitäen mielessä, että ravinnehäiriön korjaantuessa puusto voimistuu. Myös turvemailla lannoitus voi hieman lisätä myrsky- ja lumituhojen riskiä. Se ei kuitenkaan ole niin merkittävä, että olisi syytä välttää esimerkiksi maasta tehtävää lannoitteiden levitystä tuoreita ajouria hyödyntäen.

Runsastyyppisillä turvemailla fosforilla ja kaliumilla tehtävän lannoituksen vaikutus on kangasmaiden typpilannoitukseen verrattuna selvästi pitkäaikaisempi. Vaikutusaika vaihtelee ravinnetilanteen, käytetyn lannoitetyypin sekä levitetyn ravinnemäärän mukaan. Kaliumin riittävyys usein määrittelee vaikutusajan ja sen määrään onkin kiinnitettävä huomiota. Vaikutusaika on pidempi kuin esimerkiksi kivennäismailla, joten lannoitettavan

puuston ikä tai kehitysluokka eivät ole tärkeitä kriteereitä. Lannoitusalue voi sisältää hyvin erikokoisia ja -ikäisiä puustoja taimikoista varttuneisiin kasvatusmetsiin. Lannoituskohteiksi sopivimpia ovat hyvälaatuiset, riittävästi kasvatettavia puita sisältävät havupuuvaltaiset metsiköt. [\[25\]](#)

Lannoitusten kohdentaminen turvemailla

Parhaan tuoton antavat lannoituskohteet	Muut lannoitukseen soveltuvat kohteet:
Havupuuvaltaiset, paksuturpeisista soista ojituksen jälkeen kehittyneet turvekankaat, joissa pintakerroksen turve on jo 10–20 cm syvyydessä tummaa, pitkälle maatunutta ja sisältää runsaasti typpeä. Fosfori-kalium-boorilannoitus.	Metsitettävät ja aiemmin metsitetyt pellot - paksuturpeiset. Kalium-boori-lannoitus, tarvittaessa myös fosforia. - ohutturpeiset. Tarvittaessa boorilannoitus.
Aiemmin PK-lannoitetut, paksuturpeisista soista ojituksen jälkeen kehittyneet turvekankaat, joissa pintakerroksen vyöhykkeellä 5–15 cm turve on tummaa ja pitkälle maatunutta. Jatkolannoitus 20–25 vuoden kuluttua kaliumilla ja boorilla varmistaa metsikön tuotoksen hyvänä kasvatusajan loppuun.	Ohutturpeisten soiden hyvälaatuiset männiköt noin 10 vuotta ennen uudistushakkuuta. Typpilannoitus. Paksuturpeiset, avosoista syntyneet varputurvekankaat, jos pintakerroksen alla on kohtalaisesti maatunutta, typpipitoisuudeltaan riittävän hyvää turvetta. Tuhkalannoituksella tyydyttävä kasvunlisä.

Lannoitus turvemaan metsityksen yhteydessä

Metsityksessä on huomioitava, että viljeltyjä suopeltoja on lannoitettu toistuvasti, jolloin maan ravinnevarat ovat kasvaneet verrattuna vastaaviin metsämaihin. Ravinnesuhteet saattavat kuitenkin olla epäedulliset puiden kasvulle. Ravinteiden epätasapaino on yleistä etenkin turvemailla. Suopelloilla booria on yleensä niukasti puuston tarpeeseen nähden, joten boorilannoitus on tarpeen kasvuhäiriöiden välttämiseksi. [\[26\]](#)

Turvetuotannosta vapautuneet suonpohjat vaativat lannoitusta ravinnetilan tasapainon korjaamiseksi. Poikkeuksena ovat ohutturpeiset, hienojakoisten pohjamaiden suonpohjat, joilla kivennäismaahan ulottuva maanmuokkaus voi ainakin osin korvata lannoitusta. Suonpohjien lannoitukseen sopii puuntuhka. Paksuturpeisilla kohteilla lannoitus on aina välttämätöntä ja myös jatkolannoitukset voivat olla tarpeen. [\[27\]](#)



Nevalähtöisen suon puusto ei ankaran kaliumin ja fosforin puutteen vuoksi lähtenyt normaaliin kasvuun ojitusta seuraavan 40 vuoden aikana. Sen sijaan 11 vuotta sitten tehty tuhkalannoitus sai mäntyjen kasvun vahvasti elpymään. Lisäksi lannoitetulle alueelle on noussut elinvoimainen luontaisesti syntynyt kuusentaimikko. Kuva Ristijärveltä. Kuva : © Pentti Väisänen.

Ravinnetilan selvittäminen lannoitusta varten



Neulasanalyysiä varten näytteeseen otetaan oksankärkiä puun eteläiseltä puolelta, mieluiten ylimmistä oksakiehkuroista, mutta aina latvuksen ylimmästä neljänneksestä, noin kuudesta puusta. Suometsissä näytteet otetaan ojan reunavyöhykkeen ja ojamaiden vaikutusalueen ulkopuolelta, saran keskivaiheilta. Oikea näytteenoton ajankohta on puiden lepovaihe lokakuun lopusta maaliskuun loppuun. Näyte pakataan paperipussiin ja sitä käsitellään hansikkaat kädessä. Kuva: © Jorma Issakainen.

Maan ravinnetilaa voidaan arvioida silmämääräisesti kasvupaikan viljavuuden, puuston ulkoisten tunnusmerkkien ja käyttöhistorian perusteella. Soilla myös turpeen paksuus ja maatuneisuus vaikuttavat ravinnetilaan. Puuston näkyvien puutosoireiden tunnistaminen ja soilla maaperän tutkiminen on kohtalaisen helppoa. Tärkeää on osata erottaa ohutturpeiset turvekankaat paksuturpeisista, koska niissä ravinnetarpeet poikkeavat toisistaan.

Ravinne-epätasapainon selvittäminen

Maan ravinnetilaa turvemailla voi arvioida silmämääräisesti puustosta nähtävien puutosoireiden sekä turvekerroksen paksuuden ja maatuneisuuden perusteella. Tärkeää on osata erottaa ohutturpeiset (< 30 cm turvekerros) turvekankaat paksuturpeisista (> 30 cm turvekerros), koska niissä ravinteiden saatavuus puiden kannalta poikkeaa merkittävästi toisistaan. Turvekerroksen paksuutta voi arvioida silmämääräisesti ojien reunasta, tai mitata tarkoitukseen sopivalla turverassilla tai metallitangolla, jollaisena toimii esimerkiksi harjateräksen 1-1,5m pätkä.

Jos kohde on ohutturpeinen eli turvekerros on alle 30 cm, puut saavat fosforin ja kaliumin pohjamaasta ja kasvua rajoittaa todennäköisimmin typen niukkuus. Kuitenkin myös ohutturpeisilla kohteilla voi esiintyä ravinne-epätasapainoa, mikäli turpeen alla oleva pohjamaa on karkeaa. Ravinnepuutosten todennäköisyys kasvaa, kun turpeen paksuus ylittää 40 cm.

Myös ojitusalueen alkuperäinen suotyyppi, aikaisemmat mahdollisesti tehdyt hakkuut ja PK-lannoitus vaikuttavat ravinnetilaan.



Kaliuminpuutoksen voi havainnoida loppukesällä alikasvoskuusten edellisvuoden kasvaimien neulasten kellertävän vihreäksi tai kokonaan keltaiseksi muuttuneesta väristä, kun uusimmat ja yleensä myös

vuotta vanhemmat neulaset säilyvät vihreinä. Kuusella ankara kaliuminpuutos voi aiheuttaa kasvupisteiden tuhoutumista, mikä aiheuttaa monilatvaisuutta ja ääritapauksissa puun kuolemista. Kuva:
© Päivi Väänänen, Luonnonvarakeskus.

Tunnista ravinnepuutos

Lannoitustarpeen arvioinnissa on ensimmäiseksi tarpeen arvioida silmin nähtävät puutosoireet puiden latvuksissa. Lievä ravinnepuutos ei aina näy oireina puustossa, mutta ankara puutos näkyy. Ankara puutos on vähentänyt kasvua tai ehtinyt jo aiheuttamaan kasvuhäiriöitä. Tyypilliset kaliumin, fosforin ja boorin puutoksen oireet männyllä ja kuusella on kuvattu alla. Ravinnetilan tarkempi selvitys voidaan tehdä maa- tai neulasanalyysillä, joista neulasanalyysi on tarkempi ja suositeltavampi vaihtoehto. Turvemailla maa-analyysi on käyttökelpoinen, koska näytteenotto voidaan tehdä myös kasvukauden aikana maastosuunnittelun yhteydessä.

Ravinneanalyysiä on syytä tehdä aina ennen hakkuisiin tai kunnostaviin toimenpiteisiin ryhtymistä ravinne-epätasapainosta kärsivillä kohteilla ja ojienkunnostushankkeissa. Analyysin avulla voidaan valita tarvittava lannoite ja sen käyttömäärä. Analyysi tarvitaan erityisesti epäselvissä kasvuhäiriökohteissa, peltojen metsityksessä sekä paksuturpeisilla turvemailla oikean lannoitustavan valitsemiseksi.

Yleisimpien ravinnepuutosoireiden tunnistaminen turvemaalla puiden ulkoasun perusteella

Fosforin puutos:

- mäntyjen pituuskasvu on heikkoa
- kasvaimet ovat ohuita, osin mutkaisia ja paljaan oloisia, oksien pinta muistuttaa kynityn kanan pintaa ennen aikojaan varisseiden neulasten vuoksi
- neulaset ovat lyhyitä ja neulaskertoja vähän, äärimmillään vain uusimmat jäljellä
- kylmänkestävyys alentuu, minkä seurauksena neulasten kärjet voivat ruskettua
- ääritapauksissa ja yhdessä kaliumin puutoksen kanssa kärkisilmut kuolevat, mistä seuraa latvanvaihtoa.

Kaliumin puutos:

loppukesällä alikasvoskuusten edellisvuoden kasvaimissa olevat neulaset muuttuvat kellertävän vihreiksi tai kokonaan keltaisiksi. Uusimmat ja yleensä myös vuotta vanhemmat neulaset säilyvät vihreinä

- kuusella kasvupisteitä voi tuhoutua, mikä aiheuttaa monilatvaisuutta, ääritapauksissa kuuset voivat muutamassa vuodessa jopa kuolla
- syyskesällä mäntyjen edellisvuoden kasvaimissa neulasten kärjet muuttuvat kellertäviksi tai ruskettuvat tai syksyllä uusimpien kasvaimien neulaset kellastuvat kärkiosistaan
- männyissä kaliumin oireet näkyvät vasta ankaran kaliumin puutostilan seurauksena.

Boorin puutos:

- puiden kasvupisteitä ja päätesilmuja kuolee, ne paksuuntuvat ja käyristyvät
- puiden latvat haaroittuvat ja pensastuvat (oireet esiintyvät männyllä, kuusella ja koivulla)
- puiden pituuskasvu tyrehtyy pensastumisen seurauksena.



Fosforin puutoksen vaivaamissa männyissä neulasen neulasen jäävät lyhyiksi ja puissa on vain 1–2 neulasen kertaa.

Kuva: © Jorma Issakainen.



Fosforin puutos näkyy kuvan männyissä harsuuntumisena, kun puissa on vain 1-2 neulaskertaa. Kuva: © Tatu Viitasaari.



Boorin puutoksessa latvakasvaimen silmut vaurioituvat tai kuolevat kokonaan, mikä johtaa usein latvan haaroittumiseen ja puun pensastumiseen. Kuva: © Jorma Issakainen.



Boorinpuutoksesta kärsivä kuusi on pensasmainen eikä pituuskasvua juurikaan ole latvakasvaimen silmujen vaurioitumisen takia. Kuva: © Varpu Kuutti.



Kaliumin näkyvät puutosoireet ovat selvimpiä alikasvoskuusissa. Kuva: © Jorma Issakainen.



Kaliumin puustosoireita männyllä. Kuva: © Jorma Issakainen.

Ravinneanalyysit

Puuston ravinnetila ja mahdolliset ravinnepuutokset voidaan selvittää lehti- ja neulasanalyysillä, jossa analysoidaan lehtien ja nuorimman neulasvuosikerran ravinnepitoisuudet.

Näytteiden otto, yleistä:

- näytteet otetaan kultakin kuviolta 5–10 vallitsevaan latvuserrokseen kuuluvasta puusta
- suometsissä näytteitä ei oteta ojanvarsipuista
- sekametsissä näytteet otetaan siitä puulajista, jonka ravinnepuutos kiinnostaa ensisijaisesti
- yhteen näytepussiin vain yhden puulajin näytteet
- vuosikasvaimia kerätään noin kaksi litraa paperipussiin
- vuosikasvaimet kuivataan avoimessa paperipussissa huoneenlämmössä, koska homeinen näyte ei anna luotettavaa tulosta
- näytepusseihin merkitään näytteenottoaika ja -paikka kuvion tarkkuudella
- lisäksi laboratoriolähetyskseen liitetään taustatiedot metsiköstä, puustosta, ojitustilanteesta sekä pyyntö tehtävästä analyysistä.

Havupuilla:

- puiden ollessa talvilevossa lokakuun lopun ja huhtikuun alun välisenä aikana
- latvuksen ylimmästä kolmanneksesta etelän puolelta ja mahdollisimman korkealta
- viimeisimmästä vuosikasvaimesta.

Lehtipuilla:

- täysikasvuisista lehdistä elokuun alkupuoliskolla
- latvuksen yläosasta, kuluneen kesän aikana syntyneen oksan keskivaiheilta
- vanhimmat ja nuorimmat lehden poistetaan näytteestä.

Turpeen typpipitoisuuden määrittäminen

Turpeen typpipitoisuus voidaan arvioida turpeen maatuneisuuden ja turvelajin perusteella. Mitä maatuneempaa (tumman väristä) turve on, sitä enemmän siinä on typpeä.



Pintaturpeen typpipitoisuutta on suhteellisen helppoa arvioida puristusmenetelmällä. Kun turvenäyte pursuaa sormien läpi sitä puristettaessa, maaperässä on yleensä typpeä yllin kyllin puiden tarpeisiin. Sen sijaan kaliumista voi olla ankara puute, samoin boorin ja fosforin vähäinen saanti voi rajoittaa puiden kasvua. Kuva: © Pentti Väisänen.

Turpeen maatuneisuusaste vaikuttaa ravinnetilanteeseen. Turpeen ominaisuudet määräytyvät erilaisten kasvien jäännösten ja niiden maatuneisuuden mukaan.

Turpeen maatuneisuusaste arvioidaan puristamalla juuristokerroksesta (raakahumuksen alapuolelta noin 5–10 cm:n syvyydeltä) otettua turvenäytettä. Arvio tehdään turvenäytteen ulkonäön, puristejäännöksen kimmoisuuden ja sormien välistä pursuavan veden perusteella.

Turpeen maatuneisuuden arviointi.

Luokka 1	Maatuneisuusaste	Turpeen ominaisuus	Ulkonäkö	Ravinnetilanne
-------------	------------------	--------------------	----------	----------------

1-3	Maatumattomat	Vesi väritöntä ja kirkasta, näyte kimmoisa, ei puuomainen.	Kasvinosat tunnistettavissa	Rahkaturpeessa kaikkia ravinteita niukasti
4-5	Kohtalaisesti maatonut	Puristettaessa lähtee sameaa vettä. Puristejäänös puuromaista ja puristettaessa alle puolet turveaineesta pursuaa sormien välistä.	Kasvirakenne jonkin verran tunnistettavissa	Tyypitilanne hyvä tai tyydyttävä, paksuturpeisissa oloissa ravinne-epätasapaino yleinen
6-10	Pitkälle maatonut	Puristettaessa kaikki turveaines pursuaa sormien lävitse. Jos vettä erottuu, se on vellimäistä ja hyvin tummaa.	Kasvirakennetta ei enää tunnistettavissa	Tyypitilanne hyvä, paksuturpeisissa oloissa ravinne-epätasapaino yleinen

Turpeen maatuneisuuden arviointi.

¹von Postin maatuneisuusasteikon mukaan

Sopivat ravinnesuhteet varmistavat häiriöttömän kasvun

Tasapainoinen ravinnetila on puiden hyvän kasvun edellytys. Neulasten ravinnepitoisuuksien suhde kuvaa ravinnetilan tasapainoa ja osoittaa, mikä on puiden kasvua eniten rajoittava ravinne. Tasapainoista ravinnetilaa osoittavat typen ja kaliumin suhde (N/K) noin 2,5–3,5 sekä typen ja fosforin suhde (N/P) noin 8–11. Jos N/K-suhde on yli 3,5, niin kalium on typpeen nähden kasvun minimitekijä. Jos N/P-suhde on yli 11, niin fosfori on typpeen nähden minimitekijä. Mänty on ravinteiden käyttäjänä taloudellinen ja kasvaa tukkikokoon kuusta vähäisemmillä ravinteilla.

Neulasanalyysin tulosten tulkinta ojitettujen soiden männiköissä ja kuusikoissa.

	Mänty			Kuusi		
Ravinnepitoisuus neulasten kuiva-aineesta	Merkittävä ravinnepuutos	Tyydyttävä ravinnetaso	Optimaalinen ravinnetaso	Merkittävä ravinnepuutos	Tyydyttävä ravinnetaso	Optimaalinen ravinnetaso
Typpi, N g/kg	<12	12–15	15–18	<12	12–15	15–19
Fosfori, P g/kg	<1,3	1,3–1,7	1,7–2,3	<1,7	1,7–2,3	2,3–3,5
Kalium, K g/kg	<4,0	4,0–5,0	5,0–6,0	<5,0	5,0–6,0	6,0–7,0
Boori, B mg/kg	<7,0	7,0–10,0	10–25	<8,0	8,0–12,0	12,0–30

Neulasanalyysin tulosten tulkinta ojitettujen soiden männiköissä ja kuusikoissa.

Yläotsikot: kolme ensimmäistä mänty, kolme viimeistä kuusi.

Tasapainottava lannoitus ajoissa

Jos neulasanalyysi osoittaa boorin tai kaliumin lievähköäkin epätasapainoa muihin ravinteisiin nähden, on tasapainottava lannoitus suositeltavaa tehdä ajoissa, mieluiten hieman ennakoiden. Kun suometsää uudistetaan, on erityisen tärkeää varmistaa ajoissa uuden puuston ravinteiden saanti. Se tehdään tarvittaessa sopivalla ravinteiden lisäyksellä. Jos uudistettavassa puustossa on merkkejä ravinne-epätasapainosta, ravinnetäydennys uudelle puusukupolvelle voidaan antaa jo taimikkovaiheessa, metsänuudistamisen yhteydessä tai jopa uudistettavan puuston vielä kasvaessa.

Tämä ennalta varmistus soveltuu erityisen hyvin tehtäväksi hidasliukoisilla ja hyvin pitkävaikutteisilla tuhka- ja kivalmisteilla. Uudistamisen yhteydessä lannoitteen levitys voidaan tehdä myös maasta ja se sopii hyvin osaksi suometsäalueen hoitohanketta. Näin voi välttyä puuston tulevilta kasvu- ja laatutappioilta. Ravinteiden lisäys uudistamisen yhteydessä voimistaa uudistusalan pintakasvillisuutta ja koivuvesakon kasvua, mikä on syytä ottaa huomioon päätettäessä uudistusmenetelmästä ja mahdollisesta lannoituksesta. Terveyslannoituksiin on saatavilla metsätalouden kannustejärjestelmän tukea, jonka ehdot on syytä käydä läpi nuorta puustoa lannoittaessa.

Ravinne- ja lannoitemäärät turvemailla



Koneellista tuhkalannoitusta mäntyvaltaisessa suometsikössä. Kuva: © Pentti Väisänen.

Lannoituksella lisätään oikea ravinnemäärä, joka saavutetaan sopivalla lannoitteella ja lannoitemäärällä. Tuhkalannoitus sopii paksuturpeisille, avo- tai vähäpuustoisista soista syntyneille turvekankaille. Se korjaa fosforin, kaliumin ja hivenravinteiden puutoksia sekä kalkitsee maaperän.

Tuhkalannoitus

Metsätuhkalannoitteet ovat biopohjaisia polttotuhkia. Riippuen poltetusta biomassasta tuhkat voivat sisältää vaihtelevan määrän tavoiteltavia ravinteita fosforia ja kaliumia. Tuhkaa yleensä esikäsittellään ennen lannoitekäyttöä. Lannoitelainsäädäntö velvoittaa selvittämään tuhkan ravinne- ja haitta-ainepitoisuudet ennen lannoitekäyttöä sen laadun varmistamiseksi.

Tuhkalannoitetta levitetään riittävä määrä sopivan kalium ja fosforimäärän saavuttamiseksi.

Tuhkalannoituksen sopiva annosmäärä lasketaan tuhkan ja lannoitettavan kohteen ravinteikkuuden mukaan. Tavoitteena on 40–50 kg fosforia ja vähintään 80 kg/ha kaliumia tai pidemmän vaikutusajan (>20 v) saavuttamiseksi vähintään 100 kg kaliumia hehtaarille. Tällöin tuhkan käyttömäärät vaihtelevat lannoitteen ravinnesisällöstä riippuen 3 000–8 000 kg hehtaarilla.

- Neulasanalyysillä voidaan varmistua levitysalueen todellisesta ravinnetilasta.

Mikäli lannoitteita käytetään luomusertifioiduilla alueilla, asiasta tulee ilmoittaa luomuvalvontaan, ja lannoitettu alue poistuu luomukeruualueesta kolmeksi vuodeksi. Puhdasta puutuhkaa voidaan käyttää luomukeruualueella, jolloin alue säilyy luomusertifioinnin piirissä.

Tavoiteltavat ravinnelisykset suometsien lannoituksessa sekä esimerkit lannoitetyypeistä ja lannoitteiden suositeltavista käyttömääristä.

Lannoituskohde	Tavoiteltava ravinnelisyys kg/ha	Lannoitetyypit
Paksuturpeiset ja runsastyyppiset ruoho-, mustikka- ja puolukkaturvekankaat sekä paksuturpeiset varputurvekankaat	P 40–50 ¹ K 80–120 B 1,5–2,0	Metsätuhkalannoitteet
Niukatyyppiset puolukka- ja varputurvekankaat	N 100 ² , P 30–40 ¹ , K 60–90, B 1,0–1,5	Metsätuhkalannoitteet ja typpilannoitteet
Metsitetyt turvemaapelot	P 30–40 ¹ K 60–90 B 1,5–2,5	Metsätuhkalannoitteet , ravinneanalyysin mukaisesti ravinteita
Ohutturpeiset (< 30 cm) kohteet, jotka eivät tarvitse PK-lisäystä	N 100 ²	Erilaiset typpilannoitteet, jotka voivat sisältää myös muita ravinteita

rivit: lannoituskohde

sarakkeet: Lannoitetyypit ja käyttösuositukset valmistajien ilmoittamina

¹Aiemmin lannoitetuissa kohteissa fosforilisäys ei aina ole tarpeen. Ravinnetila on suositeltavaa varmistaa ravinneanalyysillä.

²Turvemailla typpilannoituksen vaikutusaika jää lyhyehköksi, alle kymmeneen vuoteen.

Typen käyttö suometsissä on taloudellisesti perusteltua vain ohutturpeisilla turvemailla sekä karuhkoilla kohteilla, joissa puiden kasvua rajoittaa ennen kaikkea typen saatavuus. Neulasanalyysillä tulee varmistaa, riittääkö pelkkä typen lisäys vai tarvitaanko myös fosforia ja kaliumia. Ohutturpeisilla kohteilla, joissa puut saavat pohjamaasta fosforin ja kaliumin, ainoastaan typen lisäys on tarpeen. Lannoitus on paras ajoittaa metsikön arvokasvuvaiheeseen kasvatusajan loppupuolelle noin 10 vuotta ennen päätehakkuuta. Levitys lumettomaan maahan.

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 hakkuihin 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.

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 typpipitoisia 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 m³/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 kasvinsuojeluaineilla. 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.

Vesien turvaaminen lannoituksessa

Lannoituksissa ympäristöriskit liittyvät ravinteiden huuhtoutumiseen vesistöihin tai pohjavesiin ja kivennäismailla 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 kivennäismailla ei merkittävästi lisää vesistöjen fosforikuormitusta, koska fosfaatti sitoutuu kemiallisesti maaperään.

Turvemailla lannoitusten kohdistaminen parhaan kasvunlisän tuottaville kohteille on erityisen tärkeää niin taloudellisista kuin ympäristönhoidollisista syistä. Runsastyyppisille 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, typpeä 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 kivennäismaat.
- Soiden ja kankaiden väliset vaihtumisvyöhykkeet.

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.
- Turvemailla 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 turvemailla 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^[20]. Lannoitus voi hyödyttää sieni-infektion, kuten juurikäävän, kasvua puustossa^[28]. Tutkimustietoa lannoituksen hyödyistä puuston vastustuskyvyn lisäämiseksi elollisia ja elottomia tuhonaiheuttajia vastaan on vasta vähän^[10].

Kun lämpötilat nousevat ilmastonmuutoksen myötä, juuristo ottaa tehokkaammin käyttöön ravinteita, varsinkin typpeä^[29]. 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.^[10]

Sanasto

Hiilinielu



Kuva: © Erkki Oksanen / Luke.

Metsä on hiilinielu, mikäli puustoon ja maaperään sitoutuvan hiilen määrä ylittää siitä poistuvan hiilen määrän. Tällöin metsän hiilivarasto kasvaa. Metsissä tapahtuu sekä hiilen sitoutumista yhteyttämisen seurauksena että vapautumista lahoamisen ja maahengityksen seurauksena. Jos hiiltä vapautuu enemmän kuin sitä sitoutuu, on metsä hiilen lähde. Metsät ja puutuotteet ovat yhteensä hiilinielu, jos niiden yhteenlaskettu hiilivarasto kasvaa ja hiilen lähde, jos niiden hiilivarasto pienenee.

Hiilivarasto



Turvemailla orgaaniseen kerrokseen on varastoitunut paljon hiiltä. Kuva: © Markku Saarinen.

Ekosysteemiin tai sen osaan varastoitunut hiili. Metsän hiilivarasto koostuu maanpäällisen ja -alaisen elävän ja kuolleen biomassan hiilestä. Hiilivarastoina toimivat puut, muu kasvillisuus, maaperäeliöstö mukaan lukien mikrobit, kuollut puuaines ja karike. Hiiltä on varastoituneena myös metsämaan hiilipitoisissa yhdisteissä. Metsän lisäksi hiilivarastoja ovat puusta valmistetut tuotteet. Hiilivaraston muutosta kuvaa vuosittainen hiilitase.

Kasvatyslannoitus

Kasvatyslannoituksella voidaan parantaa jo entisestään hyvin kasvavan puuston kasvua. Kivennäismailla typpi on tärkein puuston kasvua rajoittava ravinne. Havupuuvaltaisessa puustossa parhaat kasvunlisäykset saadaan typpeä ja fosforia sisältävillä lannoitteilla. Ojitettujen turvemaiden ravinnetalous poikkeaa kivennäismaista, ja niillä puuston kasvua rajoittavaa ravinne-epätasapainoa esiintyy yleisimmin. Turvemailla puuston kasvua rajoittavat ensisijaisesti fosforin, kaliumin ja hivenaineista boorin puute.

Kasvihuonekaasut

Merkittävimmät ilmaston lämpenemiseen vaikuttavat kasvihuonekaasut ovat hiilidioksidi (CO₂), metaani (CH₄) ja typpioksiduuli (N₂O). Muita merkittäviä kasvihuonekaasuja ovat vesihöyry (H₂O), otsoni (O₃) sekä freonit. Kasvihuonekaasut aiheuttavat ilmaston lämpenemistä haittaamalla maan pinnalta lähtevän lämpösäteilyn siirtymistä avaruuteen.

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.

Puuston ravinnehäiriö



Fosforin puutoksen vaivaamissa männyissä neulaset jäävät lyhyiksi ja puissa on vain 1–2 neulaskertaa.

Kuva: © Jorma Issakainen.

Puuston ravinnehäiriöllä tarkoitetaan ravinteiden epätasapainoa, jolloin maaperässä on ravinteita epätasaisesti suhteessa puuston tarpeeseen. Tämä voi aiheuttaa näkyviä oireita puun lehdissä, neulasissa tai kasvutavassa. Oireita voivat olla värimuutokset neulasissa ja lehdissä, tai erilaiset kasvuhäiriöoireet (latvuksen oireet). Ravinnetalouden epätasapainoja voidaan korjata lannoituksella.

Terveyslannoitus



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

Kuva: © Pentti Väisänen.

Terveyslannoituksella tarkoitetaan sellaisten metsien lannoitusta, joiden kehitys metsanhoidollisista toimenpiteistä huolimatta on taantuvaa maaperän ravinteiden epätasapainon vuoksi ja jotka voidaan saada elpymään lannoittamalla.

Metsän terveyslannoitus tarkoittaa suometsien tuhkalannoitusta sekä lannoitusta kohteella, jonka maaperässä esiintyy boorinpuutosta. Metsän terveyslannoitukseen on yksityisten metsänomistajien mahdollista saada tukea.

Tuhkalannoitus



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

Kuva: © Pentti Väisänen.

Tuhkalannoitus soveltuu erityisesti turvemaiden ravinteisuuden hoitoon, jossa sillä saadaan pitkäkestoinen maanparannusvaikutus. Tuhkapohjaisten kierrätyslannoitteiden valmistuksessa käytetään bioenergian tuotannossa syntyviä tuhkia. Tuhkan lannoitekäyttökelpoisuutta valvotaan lannoiteasetuksen edellyttämällä analyysillä.

Kirjallisuus

1. Smolander, A., Väänänen, P., Laiho, R. ym. 2023. Vaikutukset maaperään ja vesistökuormitukseen Julkaisussa: 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>
2. Ahtikoski, A., Hökkä, H., Joensuu, S., Kojola, S., Kuusela, M., Moilanen, M., Penttilä, T., Ruotsalainen, M. & Saarinen, M. 2007. Turvemaiden käsittely ja hoito. Laskelmia ja tutkimustietoa taustamateriaaliksi turvemaiden metsänhoitosuositusten kehittämis
3. Silfverberg, K., Moilanen, M. 2008. Long-term nutrient status of PK fertilized Scots pine stands on drained peatlands in North-Central Finland. Suo 59(3): 71–88.
4. Helmisaari, Heljä-Sisko. 1992. Nutrient Retranslocation in Three Pinus Sylvestris Stands. Forest Ecology and Management 51 (4): 347–67.
[https://doi.org/10.1016/0378-1127\(92\)90334-6](https://doi.org/10.1016/0378-1127(92)90334-6).
5. Sarkkola, S., Ukonmaanaho, L., Nieminen, T. M. etc. 2016. Should Harvest Residues Be Left on Site in Peatland Forests to Decrease the Risk of Potassium Depletion? Forest Ecology and Management 374 (elokuuta):136–45.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.05.004>.
6. Moilanen, M., Issakainen, J. ja Vesala, H. 2011. Metsän uudistaminen mustikkaturvekankaalla – luontaisesti vai viljellen? Metlan työraportteja 192:30.
7. Moilanen ym 2015. Fertilization increased growth of Scots pine and financial performance of forest management in a drained peatland in Finland. Silva Fennica 49(3): id 1301. 18 p.
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. Rautio, P. & Hökkä, H. 2016. Teollisuuden ja yhteiskunnan sivuvirrat metsälannoitteina – mahdollisuudet ja haasteet. Acta Lapponica Fenniae 27: 17-27.
10. 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>

11. Hökkä ym. 2012. Modelling volume growth response of young Scots pine (*Pinus sylvestris*) stands to N, P, and K fertilization in drained peatland sites in Finland. *Canadian Journal of Forest Research* 42(7): 1359–1370.
12. Moilanen, M., Hytönen, J., and Leppälä, M. 2012. Application of wood ash accelerates soil respiration and tree growth on drained peatland. *Eur. J. Soil Sci.* 63(4): 467–475.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.2012.01467.x>
13. Sikström U., Almquist C., Jansson G. 2010. Growth of *Pinus sylvestris* after the application of wood ash or P and K fertilizer to a peatland in southern Sweden. *Silva Fenn.* 44(3): 411–425.
<http://dx.doi.org/10.14214/sf.139>.
14. Moilanen, M. & Hökkä, H. 2009. PK-lannoituksella aikaansaadun kasvureaktion suuruus riippuu ojitusaluemännikön ravinnetilasta. *Suo* 60 (3–4).
15. Hynönen, T. 2004. Booripitoiset lannoitteet ja nuoren kuusikon toipuminen häiriöstä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 934: 58–61.
16. 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>
17. Rikala R, Vuorinen M. 2004. Boorilannoitteen syyslevitys kuusikossa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 934: 62–63.
18. Venäläinen A., ym. 2020a. Ilmastomuutos lisää metsätuhojen riskejä Suomessa. *Metsätieteen aikakauskirja* 2020-10454. Tieteen tori. 9 s.
<https://doi.org/10.14214/ma.10454>
19. 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.
20. Saarsalmi, A. ja Mälkönen, E. 2001. Forest Fertilization Research in Finland: A Literature Review, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 16:6, 514-535.
21. Hynynen, J., Huuskonen, S., Kojola, S. (toim.) 2017. Luonnonvara- ja biotalouden

tutkimus 16/2017 METSÄ 150 – Metsänkasvatuksen keinot lisätä puuntuotantoa kestävästi ja kannattavasti.

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-377-2>

22. Moilanen, M., Silfverberg, K., Hökkä, H. & Issakainen, J. 2004. Comparing effects of wood ash and commercial PK fertiliser on the nutrient status and stand growth of Scots pine on drained mires. *Baltic Forestry* 10(2): 2–10.
23. Vastuullisella metsälannoituksella ilmastohyötyjä hanke-esite
https://tapio.fi/wp-content/uploads/2023/03/Tapio-VaMeLa-esite_FINAL.pdf
24. Ojanen, P., Penttilä, T., Tolvanen, A., etc. 2019. Long-Term Effect of Fertilization on the Greenhouse Gas Exchange of Low-Productive Peatland Forests. *Forest Ecology and Management* 432 (2019): 786–98.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.10.015>.
25. Huotari, N. 2012. Tuhkan käyttö metsälannoitteena. Metsäntutkimuslaitos.
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-40-2371-2>
26. Hynönen, T. 2000. Pellonmetsityksen onnistuminen Itä-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 957.
<http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-1725-0>
27. Aro, L. & Hytönen, J. 2019. Suonpohjasta metsäksi. Luonnonvarakeskus ja Suomen metsäkeskus.
<https://www.slideshare.net/Metsakeskus/suonpohjan-metsitysopas-188911137>
28. 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.
29. 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.