

TAPIO 



Vastuullisella
metsälannoituksella
ilmastohyötyjä



Sisällysluettelo

1. Johdanto	2
2. Metsälannoitus on mahdollisuus	3
3. Metsälannoituksen käytännöt ja toimintamallit	5
4. Tuhkat metsälannoitteina	7
5. Metsälannoitteiden tuotannon ympäristövaikutukset	11
6. Lannoitus ilmastokestävänä metsänhoidon toimenpiteenä	14
Lisätietoa hankkeesta	17



Lannoittamaton (vasemmalla) ja lannoitettu (oikealla) suometsä. Tuhkalannoituksella saadaan aikaan hitaasti käynnistyvä, mutta pitkäkestoinen ja voimakas puuston kasvureaktio. Kuvat: Jorma Issakainen

Tässä julkaisussa kerrotaan metsälannoituksen mahdollisuuksista metsien kasvun ja hiilensidonnan lisäämisessä. Julkaisu on osa *Vastuullisella metsälannoituksella ilmastohyötyjä (VaMeLa)* -hanketta, jonka tavoitteena on kehittää lannoituskäytäntöjä ja tarkastella lannoitusten vaikutuksia erityisesti yksityismetsissä.

1. Johdanto

Metsälannoitus on nopea ja tehokas keino kasvattaa talousmetsien hiilinielua. Useimmissa tapauksissa lannoitus on myös metsänomistajan näkökulmasta erittäin kannattava sijoitus tulevaisuuden hakkuutulojen kasvattamiseksi.

Kivennäismailla puuston kasvua rajoittaa eniten typen puute, turvemilla puolestaan niukkuutta on usein kaliumista ja fosforista. Lannoituksella tavoitellaan puuston lisäkasvua lisäämällä niille tarpeellisten ravinteiden tarjontaa maaperässä.

Oikein tehty metsälannoitus on tehokas keino lisätä metsien kasvua ja vahvistaa hiilinielua

Plussat: oikein toteutettuna lannoitus

- + lisää puiden ja muun kasvillisuuden kasvua ja elinvoimaa
- + korjaa ravinnepuutoksista johtuvia kasvuhäiriöitä ja nopeuttaa tuhoista toipumista
- + lisää ojitettujen turvemaiden puustojen haihduntaa, mikä puolestaan pienentää kunnostusojitustarvetta
- + on kannattava investointi; suhteellisen nopea takaisinmaksuaika verrattuna muihin metsänkasvatuksen investointeihin
- + lisää hiilen sidontaa ja vahvistaa metsien hiilivarastojen kehitystä

Miinukset: väärin toteutettuna lannoitus

- tuo sinänsä oikeita ravinteita, mutta liikaa ja/ tai väärään aikaan tai tuo tarpeettomia ravinteita, ja siten lisää ravinteiden huuhtoutumista
- lisää haitallisten alkuaineiden ja/tai yhdisteiden määrää (esim. raskasmetallit)
- on kannattamaton investointi

2. Metsälannoitus on mahdollisuus

Lannoituskohteiden valinnan perusteet tunnetaan Suomessa varsin hyvin etenkin silloin, kun tavoitteet ovat puuntuotannollisia. Yleinen lähtökohta on, että lannoitettavan kohteen puuston määrä ja rakenne tarjoavat edellytykset sellaiselle lisäkasvulle, jonka turvin lannoitus muodostuu taloudellisesti kannattavaksi toimenpiteeksi.

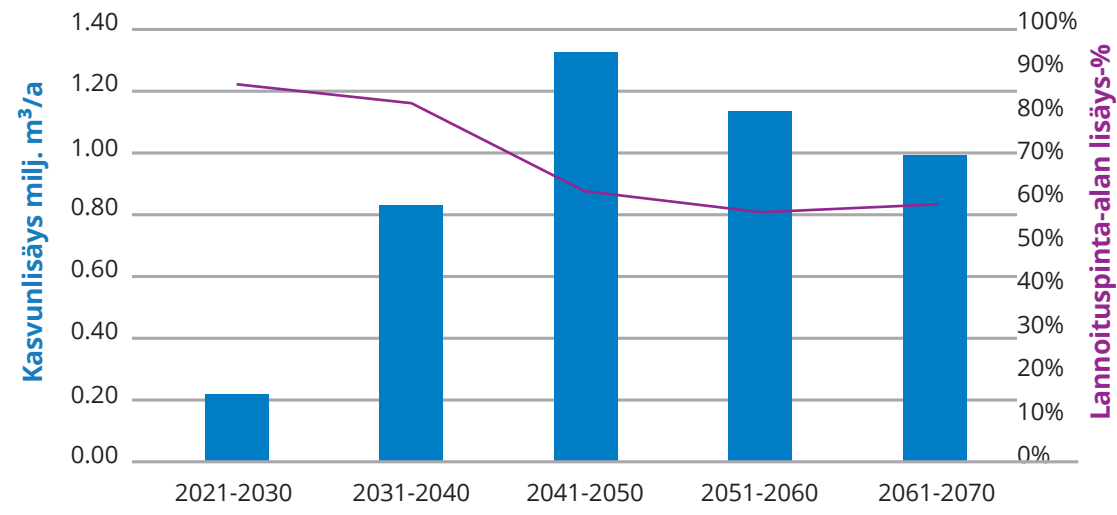
Typpilannoituksella saavutetaan hyvä tai tyydyttävä kasvunlisäys todennäköisimmin kivennäismaiden ravinteisuusluokkien keskivaiheilla. Paksuturpeilla turvekankailla on puutetta kaliumista ja fosforista, ja tuhkalannoitus tuottaa näillä kasvupaikoilla merkittävän lisäkasvun. Kasvupaikan ja pääpuulajin mukaan arvioituna selvästi yli puolet puuntuotannon metsämaan alasta on sellaista, jossa lannoitus olisi mahdollinen toimenpide ainakin jossakin puuston kehitysvaiheessa. Viime vuosien vuotuiset kasvatuslannoitusten pinta-alat ovat olleet 0,19 % puuntuotannon pinta-alasta ja 7 % harvennushakkuiden pinta-alasta, joten lannoituksen mahdollisuuksia hyödynnetään vain osittain.

Lannoitukset lisäävät puuston kasvua, minkä turvin on mahdollista kasvattaa puustopääomaa ja lisätä hakkuumääriä. Kaksinkertaistamalla lannoitusten pinta-alat, voitaisiin saada aikaan noin yhden prosentin suuruusluokkaa oleva lisäys

puuston kasvuun koko maan tasolla (**Kuva 1**). Hakkuiden lisääminen on puuntuotannon nettotulojen nykyarvolla mitattuna perusteltua, mutta sen käänköpuolena ovat hiilivarastojen pieneneminen ja mahdollisuus lisääntyvään vesistökuormitukseen. Jälkimmäisen riskejä voidaan pienentää hyvällä ennakkosuunnittelulla ja lannoituksen huolellisella toteutuksella. Vaikka hakkuut pienentävät välittömästi hiilivarastoja, ne lisäävät nuorten ja nopeakasvuisten ikäluokkien osuutta ja siten parantavat kasvua pidemmällä tähtäimellä. Puustopääomaa ylläpitävien pienempien hakkuumäärien strategia johtaa huonompaan puuntuotannon nettotuloilla mitattuun taloustulokseen, mutta pienempiin ympäristövaikutuksiin ja suotuisampaan hiilivarastojen kehitykseen, vaikka lannoituksia lisättäisiin nykytasoon verrattuna (**Kuva 2**).

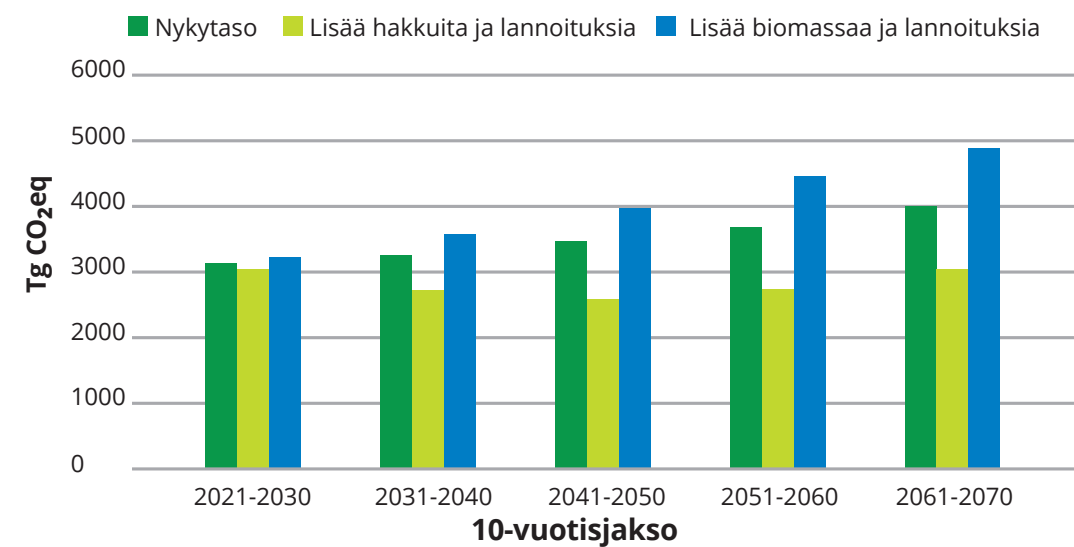
Mikäli lannoitusten avulla nostetaan ojitettujen turvemaiden puuston määrää ja kykyä haihduttaa siten, että kunnostusojituksia voidaan vähentää, on lannoituksella ennen kaikkea kiintoainekuormitusta pienentävä vaikutus. Koska metsälannoitus avaa lisämahdollisuuksia puuntuotannolle, voidaan sama raakapuumäärä tuottaa aiempaa pienemmällä pinta-alla. Lannoitus on siis yksi keino metsien kestävä kehityksen työkalupakissa. Se tarjoaa mahdollisuuksia, vaikka ei ole täysin ongelmaton.

Vuotuinen lisäkasvu lannoituspinta-alan 70% lisäyksen jälkeen



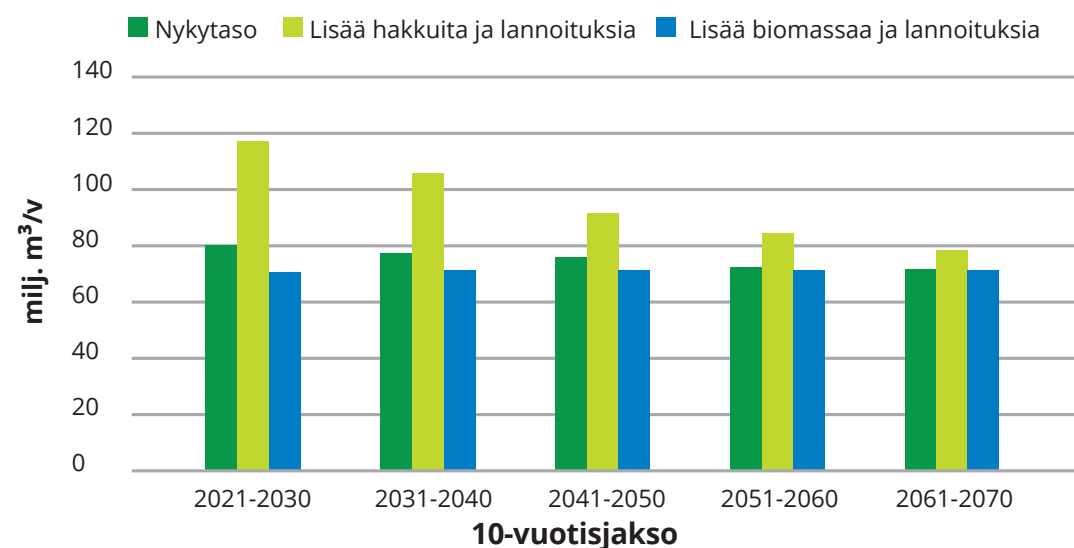
Kuva 1. Vuotuisen lannoituspinta-alan (viivakuvaaja) 70 prosentin lisäys tuottaa 50 vuoden jaksolla keskimäärin 0,9 milj. m³ lisäkasvun vuodessa (pylväskuvaaja).

Puustoon sitoutunut hiili



Kuva 2. Puustoon sitoutunut hiili ja vuotuiset hakkuukertymät 10-vuotijaksoin koko maan tasolla kolmessa eri skenaariossa; nykyinen toiminnan taso, lannoitusten ja hakkuiden lisääminen sekä ainespuutuotoksen ja lannoitusten lisääminen.

Vuotuiset hakkuukertymät



Helikopterilannoitus on nopea ja tehokas lannoitusmenetelmä, joka sopii monenlaisiin kohteisiin.

3. Metsälannoituksen käytännöt ja toimintamallit

Nykyisin lannoitetaan vuosittain noin 60 000–80 000 hehtaaria metsämaata (v. 2021 83 000 ha). Siitä suurin osa on kasvatuslannoitusta. Terveyslannoitusta on noin 15 000–17 000 hehtaaria ja tuhkalannoitusta 12 000–15 000 hehtaaria. Metsälannoituksen huippuvuonna 1975 lannoitettiin yhteensä 244 000 hehtaaria metsää. Siitä lannoitusinnostus hiipui vähitellen, ja pohja saavutettiin vuonna 1994. Lannoituslajista yksityismetsänomistajien osuus on vajaa kaksi kolmasosaa ja Metsähallituksen noin neljäsosa.

Metsälannoituksen keskimääräinen kustannus yksityismailla on ollut viime vuosina noin 350 €/ha, josta lannoitteen osuus on ollut noin kolmasosa tai jopa enemmän, sillä lannoitteiden hinnat ovat heilahdelleet voimakkaasti.

Lannoite voidaan levittää maalevityksenä tai helikopterin avulla

Lannoitteen levittämisessä maalevitys on kustannustehokas ja joustava menetelmä. Se soveltuu parhaiten kohteille, joissa ajourat ovat alle viisi vuotta vanhoja ja maapohjat kestävät. Kivennäismailla maalevitys tehdään useimmiten touko-syyskuun välisenä aikana.

Suometsien tuhkalannoitus maalevityksenä sen sijaan tehdään yleensä talvella, jolloin ajourat ovat jäässä ja maan kantavuus on hyvä. Kantavilla mailla levitys onnistuu myös sulan maan aikana. Parhaiten tähän soveltuvat samana talvena hakatut kohteet.

Maalevityksen etuina ovat edullisemmat kustannukset verrattuna lentolevitykseen ja se, että työalueesta on helppo rajata ulos kohdat, joihin lannoitetta ei haluta, esim. pienet suopainanteet, kalliot ja ojat.

Helikopterilannoitus on nopea ja tehokas lannoitusmenetelmä, joka sopii monenlaisiin kohteisiin, etenkin sinne, missä maalannoitusta ei voi tehdä kelirikon, heikosti kantavan maapohjan tai puuttuvan ajouraverkoston vuoksi. Se on myös GPS-ohjattuna tarkka, mutta sääherkkä menetelmä, eikä lannoitus tuulisina päivinä onnistu. Tuhkan lentolannoitusta voi tehdä ympäri vuoden. Laajakin lannoitus voidaan tehdä muutamassa tunnissa – päivässä voidaan levittää helposti 60–80 tonnia. Lentolevitys edellyttää laskeutumiskelpoisen ja kantavan tien varressa olevan varastopaikan alle 2 kilometrin päässä lannoitettavalta kuviolta.



Tuhkan lastausta varastopaikalta.

Kustannustehokasta on lannoittaa lentolevityksenä vähintään 10–20 hehtaaria yhdeltä varastopaikalta, mutta edullisinta se on, jos päästään yli 30 hehtaarin kohteisiin. Mitä useampi metsänomistaja on mukana yhteishankkeessa, sitä kustannustehokkaammin lentolannoitus voidaan tehdä.

Pienemmillä ja haastavimmilla kuvioilla ja varsinkin boorin terveyslannoituksessa voidaan käyttää apuna reppuruiskua.

Metsänomistaja voi itse tilata lannoitteet ja kilpailuttaa urakoitsijat. Helpointa lannoitus on kuitenkin joko metsänhoitoyhdistysten tai kokonaispalvelua tarjoavien yritysten kautta. Kokonaispalvelun etuna on vankka kokemus, hyvä suunnittelu ja organisointi yhdessä muiden kohteiden kanssa. Alalla on vain muutama suurempi yritys, jolta saa kaiken palvelun. Alueellisesti levitystyötä tekeviä yrittäjiä sen sijaan on useampia.

Metsälannoituksen yleistymistä haastaa vanhentuneet mielikuvat

Vaikka metsälannoitus on monilla mittareilla erittäin hyvä ja kannattava metsänparannustoimi, sen yleistymiselle on monia esteitä. Taustalla ovat aiemmin tehdyt virheet, ja siten pelko ympäristövaikutuksista. Metsänomistajien tavoitteet ovat moninaisia, eikä lannoitus ole kaikkien niiden keskiössä. Edelleen pieni tilakoko, tiedon ja rahoituksen puute sekä etämetsänomistajuus tuovat lisähaastetta.

Metsälannoitus olisi hyvä nähdä sekä tehokkaana ilmastotoimena että erinomaisen kannattavana sijoituksena omaan metsään. Mikään muu metsänparannustoimi ei ole yhtä tuottavaa. Siksi sitä tulisi tarkastella hyvänä ja varmana sijoitustuotteena. Metsän lisäkasvulla voidaan myös lisätä metsien hiilinielua. Markkinoilla on jo yrityksiä, jotka tarjoavat hiilidioksidin kompensatiopalveluja perustuen lannoituksella saatuun lisäkasvuun. Tarjolla on myös metsäpalvelusopimuksia, joissa lannoitus on mukana. Tällöin lannoituksen organisointi on helppoa ja kustannuksia on helppo hallita. Hyvänä rahoitusesimerkkinä toimii esimerkiksi metsänhoitotili, joka tarjoaa edullista lainaa metsänhoitoon.

4. Tuhkat metsälannoitteina

Fosforia, kaliumia ja kalsiumia sisältävät puutuhkat ovat tunnettuja ja hyväksi havaittuja turvemaametsien lannoitteita, joilla saadaan aikaan pitkäaikainen lannoitusvaikutus. Tuhkalannoitus onkin erinomainen tapa kierrättää puutuhkan sisältämät ravinteet takaisin metsään ja edistää näin metsien kasvua ja hiilensidontaa.

Kivennäismailla tuhkat eivät sellaisenaan sovi lannoitteeksi, koska ne eivät sisällä typpeä, jonka puute rajoittaa metsien kasvua kivennäismailla. Tuhkat ja muut kierrätyslannoitevalmisteet ovat entistä toivotumpia metsälannoitukseen, kun energian hinnan nousun myötä mineraalilannoitteiden valmistuskustannukset ja hinnat ovat nousseet, ja kivennäislannoitteiden täytyy ensisijaisesti vastata maatalouden tarpeisiin. Lannoitekäyttöön soveltuvat biomassan eli lähinnä puun ja turpeen poltosta muodostuvat tuhkat, jotka täyttävät lannoitelainsäädännön vaatimukset. Tuhkien täytyy sisältää riittävästi ravinteita ja raskasmetallipitoisuuksien täytyy alittaa lannoiteasetuksen raja-arvot.

Suomessa on viime vuosina muodostunut vuosittain noin 500 000 tonnia tuhkia puun ja turpeen poltosta eri kokoisilla laitoksilla ympäri maan. Tarkkoja tilastotietoja tuhkamääristä ei ole saatavilla, mutta määriä voidaan arvioida energiantuotannon polttoainekäytön pohjalta. Muodostuvien tuhkien määrään ja laatuun vaikuttavat etenkin käytetyt polttoaineet. Laatuun vaikuttaa merkittävästi myös käytetty polttotekniikka ja tuhkien talteenottotapa. Suuret ja keskikokoiset laitokset käyttävät yleensä leijupolttotekniikkaa, jolloin pääosa tuhkasta kerätään lentotuhkana ja pohjatuhka on lähinnä hiekkaa. Pienillä laitoksilla on yleisesti käytössä arinapolttotekniikka, jolloin suurin osa tuhkasta kerätään pohjatuhkana ja raskasmetallit kertyvät lentotuhkaan. Lannoitekäytössä hyödynnettäviä tuhkajakeita ovat siis leijupolton lentotuhkat ja arinapolton pohjatuhkat.



Rakeistettua tuhkalannoitetta.



Tuhkien saatavuushaasteet tulevaisuudessa

Sähkön- ja lämmöntuotannon polttoaineissa on tapahtunut isoja muutoksia viime vuosina. Muutokset käynnistyivät siirtymisellä turpeen ja kiinteiden biopolttoaineiden käyttöön, koska kivihiiltä ei saa käyttää sähkön- ja lämmöntuotannossa 1.5.2029 jälkeen. Päästöoikeuden hinnan nousun myötä turpeen käyttö on puolestaan nopeasti vähentynyt ja useat toimijat ovat ilmoittaneet luopuvansa kokonaan turpeen poltosta tietyn ajan kuluessa. Turve on yleisesti ajateltu korvattavan puupolttoaineilla, mutta myös puun saatavuudessa on tullut vastaan uusia haasteita. Muuttuneen maailmantilanteen myötä haketta ei tuoda enää Venäjältä ja puun käytölle energiantuotannossa voi tulla rajoituksia jatkossa. Haasteellisessa tilanteessa laitokset saattavat lisätä polttoainevalikoimaansa myös kierrätyspolttoaineet, minkä jälkeen tuhkien hyötykäyttö lannoitevalmisteina ei ole enää mahdollista.

Ravinnerikkaiden puutuhkien määrän pitäisi pysyä ennallaan tai jopa kasvaa jatkossa, mikäli turvetta korvataan puupolttoaineilla. Muodostuvien tuhkien kokonaismäärä sen sijaan laskee, koska puun tuhkapitoisuus on huomattavasti alhaisempi kuin turpeella.

Kaikki tuhkat eivät kuitenkaan tule täyttämään lannoitelainsäädännön vaatimuksia tai niiden lannoitekäyttö ei ole taloudellisesti kannattavaa sijainnin, määrän ja laadun näkökulmasta.

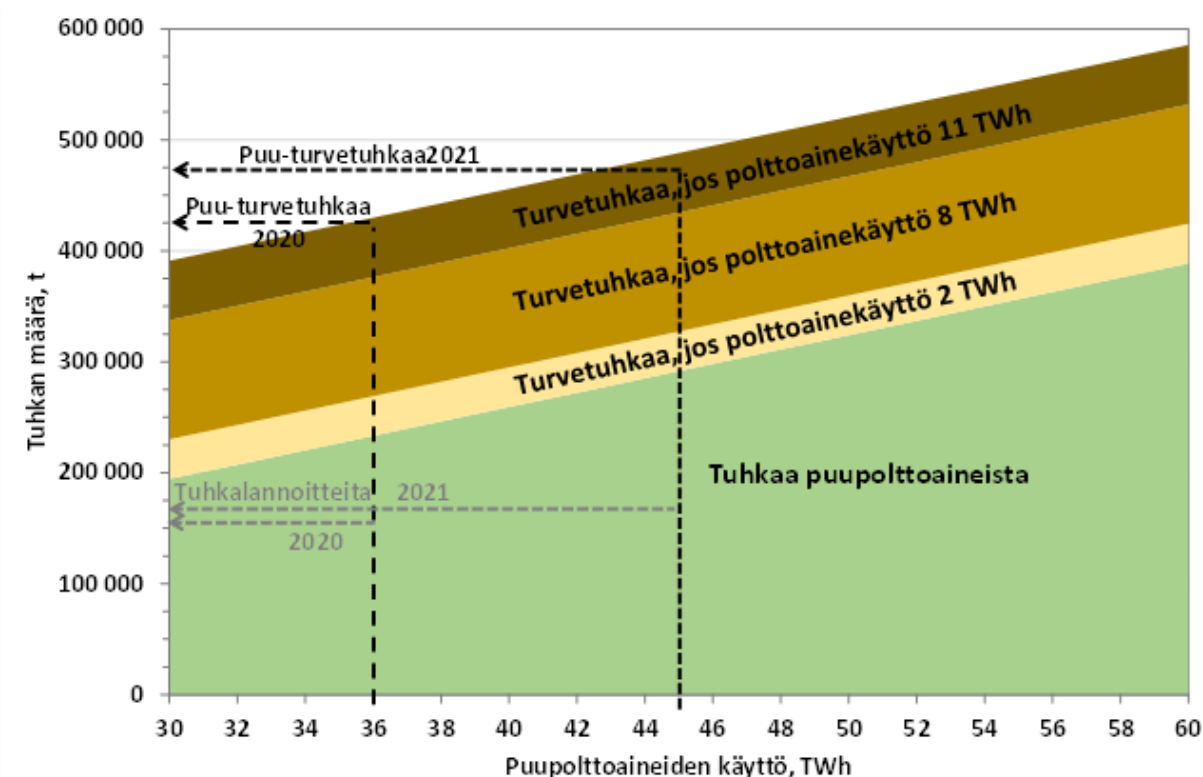
Hyödyntäminen lannoitevalmisteena edellyttää myös huolellista tuhkan laadun seurantaa ja tietoa polttoaineiden sekä niiden vaihtelun vaikutuksesta laatuun. Tuhkaa arvioidaan riittävän turvemaametsien lannoitukseen tulevaisuudessakin, mikäli puun polttoainekäyttöön ei tule merkittäviä rajoituksia ja tuhkien toimittaminen lannoitekäyttöön saadaan pysymään kilpailukykyisenä muihin hyötykäyttövaihtoehtoihin verrattuna.

Jalostuksella parempia tuhkalannoitteita

Mineraalilannoitteita lisätään yleisesti rakeistettuihin tuhkalannoitteisiin ravinnepitoisuuksien tasaamiseksi. Tuhkien houkuttelevuutta metsälannoituksessa voitaisiin lisätä myös kasvattamalla niiden ravinnepitoisuutta kierrätysravinteilla tai jalostamalla niistä tyypeä sisältäviä kivennäismaametsien lannoitteita. Orgaanisten kierrätyslannoitteiden levittäminen metsiin ei ole toistaiseksi sallittua, joten mahdollisia epäorgaanisten kierrätysravinteiden lähteitä kartoitettiin metsäteollisuuden sivu- ja jätevirroista.

Suurin osa fosforista ja kaliumista päättyy jo nykyisellään sivuvirtojen energiahyödyntämisen kautta tuhkaan. Näiden ravinteiden kierrätyksen tehostaminen olisi mahdollista ohjaamalla tuhkia lannoitekäyttöön maarakentamisen sijaan, mikäli tuhkat ovat laadultaan lannoitekelpoisia. Suurin osa sivuvirtojen sisältämästä tyypestä ohjautuu

polttoon kuoren, purun, hakkeen ja lietteiden mukana, josta tyyppi vapautuu kaasumaisena ilmaan. Typen talteenotto erilaisista kaasuvirroista vaatisikin uusia prosessivaiheita ja uutta teknologiaa, mikä tekisi kierrätysravinteen valmistuksesta kallista.



Kuva 3. Teoreettinen tarkastelu muodostuvien tuhkien määrästä puun ja turpeen polttoainekäytön mukaan. Esimerkkeinä puu-turvetuhkien arvioidut määrät vuosina 2020 ja 2021 verrattuna tuhkalannoitteiden valmistusmääriin. (Lähteet: Tilastokeskus, polttoaineiden kulutus sähkön ja lämmön tuotannossa & Ruokavirasto, lannoitteiden valmistustilastot)

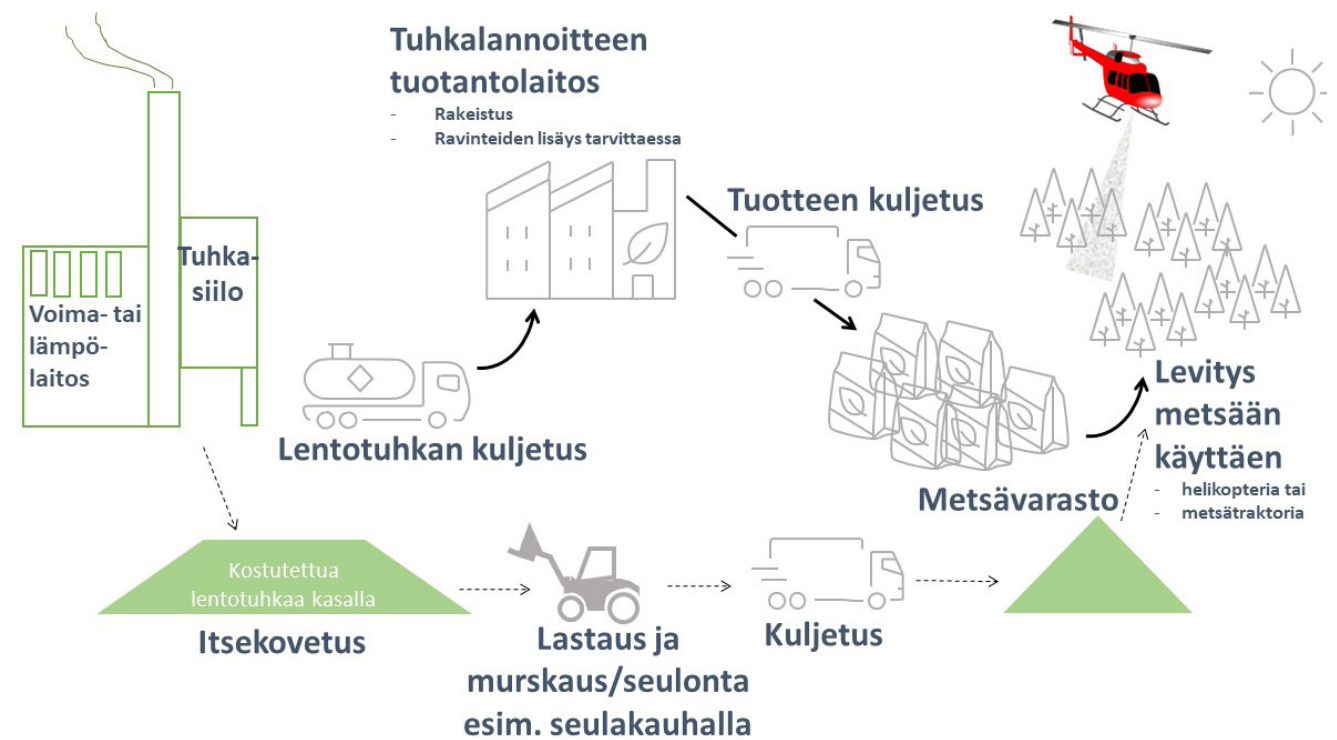


Boorin puutoksessa latvakasvaimen silmut vaurioituvat tai kuolevat kokonaan, mikä johtaa usein latvan haaroittumiseen ja puun pensastumiseen (Metsänhoidon suositukset, Tapio 2023). Kuva: Jorma Issakainen.

Fosforin puutoksen vaivaamissa männyissä neulaset jäävät lyhyiksi ja puissa on vain 1–2 neulaskertaa (Metsänhoidon suositukset, Tapio 2023). Kuva: Jorma Issakainen



Kaliumin puutosoireita männyllä (Metsänhoidon suositukset, Tapio 2023). Kuva: Jorma Issakainen.



Kuva 4. Tarkasteltavana olleet vaihtoehdot: itsekovetus sekä tuhkalannoitteen rakeistus tuotantolaitoksella.

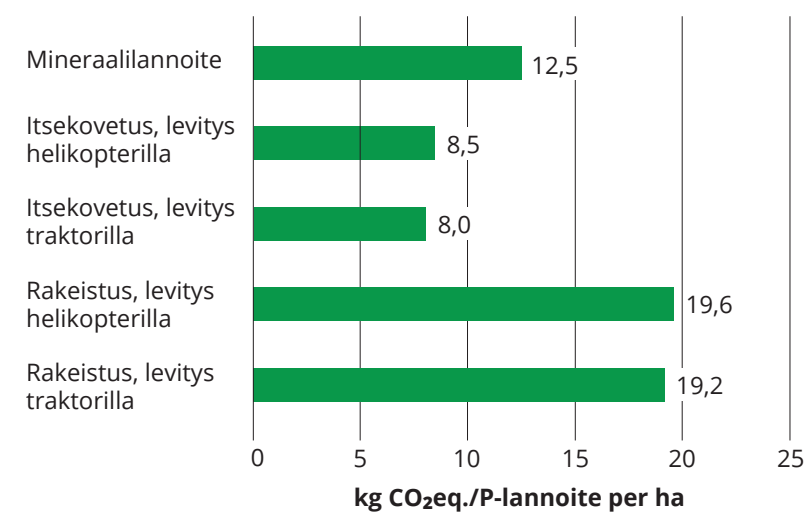
5. Metsälannoitteiden tuotannon ympäristövaikutukset

Vaikka tuhkalannoitteen raaka-aine, tuhka, on jäte, sen valmistuksesta lannoitetuotteeksi sekä kuljetuksesta ja levityksestä metsään aiheutuu silti ympäristövaikutuksia. Rakeistetun ja kovetun fosforia ja kaliumia sisältävän tuhkalannoitteen tuotannon, kuljetusten ja levityksen ympäristövaikutuksia suhteessa vastaaviin mineraalilannoitteisiin arvioitiin elinkaariarvioinnin (LCA) avulla.

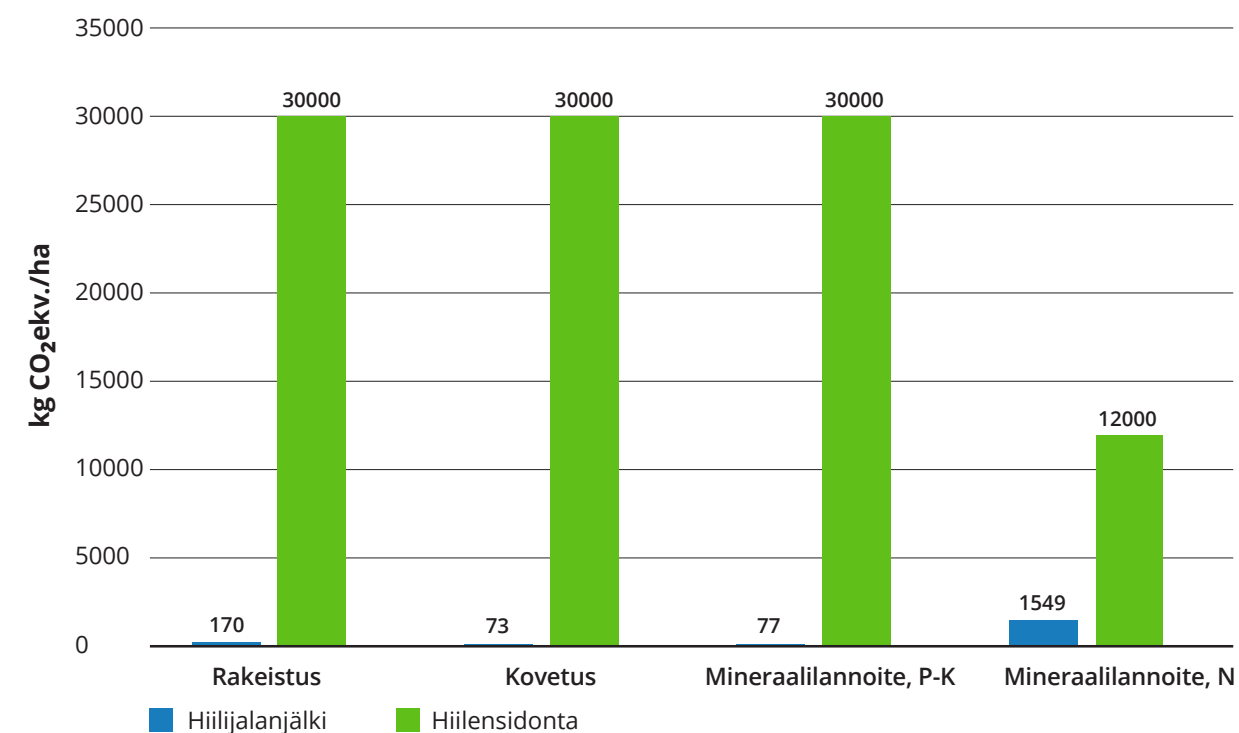
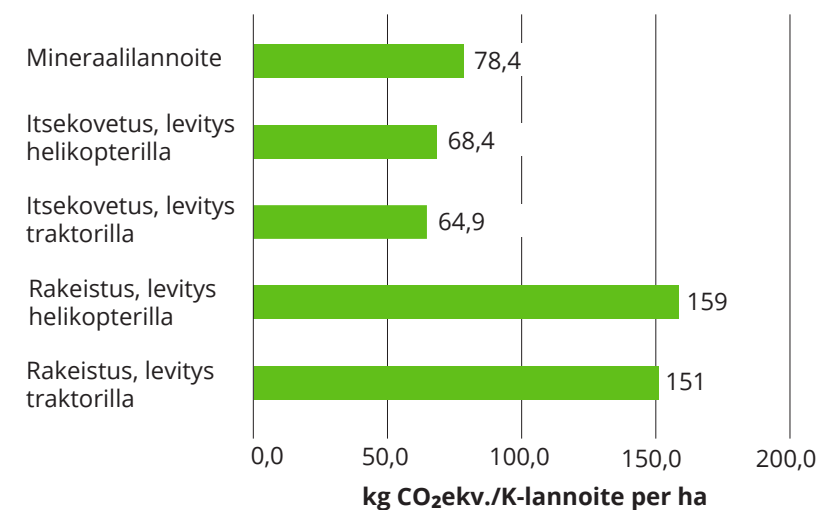
Elinkaariarviointi (LCA) on kokonaisvaltainen menetelmä tietyn tuotteen tai järjestelmän ympäristövaikutusten kvantitatiiviseen ja systemaattiseen arviointiin läpi koko sen elinkaaren. Menetelmä toimii pohjana myös esimerkiksi hiili- ja vesijalanjäljille sekä ympäristötuoteselosteille (Environmental Product Declaration, ISO 14025).

Tutkimuksessa verrattiin kahta erilaista tuhkalannoitteen tuotantotapaa: itsekovetusta ja rakeistusta tuotantolaitoksessa (**Kuva 4**). Molemmista vaihtoehdoista verrattiin tuhkan levitystä metsätraktorilla. Rakeistuksessa arvioitiin lisäksi levitystä helikopterilla.

Tuhkalannoitteiden tuotannon ympäristövaikutuksia verrattiin mineraalilannoitteisiin, joiden oletettiin vastaavan markkinoilla ollutta turvemaametsille tarkoitettua fosfori-kaliumlannoitetta. Mineraalilannoitteiden valmistusta koskevat tiedot otettiin kirjallisuudesta ja LCA-tietokannoista. Näitä käytettiin myös tuhkalannoitteiden energian ja raaka-aineiden tuotannon, sekä kaikkien lannoitteiden kuljetusta koskevien päästöjen arvioinnissa. Vaikutuksia tarkasteltiin tuotettua lannoitekiloa kohden fosforille ja kaliumille erikseen.



Kuva 5. Yhden suometsähehtaarin lannoitukseen tarvittavien fosfori- ja kaliumlannoitustuotteiden valmistuksen, kuljetusten ja levityksen hiilijalanjäljet. Tuhkalannoitteiden itsekovetusta ja rakeistusta eri levitysmenetelmillä on verrattu mineraalilannoitteisiin.



Kuva 6. Lannoitteiden tuotanto ja levitys aiheuttavat hyvin vähän päästöjä verrattuna niillä saavutettavaan lisäkasvuun ja hiilensidonnan lisäykseen.



Lentolevitys edellyttää laskeutumiskelpoisen ja kantavan tien varressa olevan varastopaikan alle kahden kilometrin päässä lannoitettavalta kuivilta.

Ympäristövaikutukset

Selvityksessä tarkasteltiin useita eri ympäristövaikutuksia, joista **kuvassa 5** esitetään tulokset ilmastovaikutuksille (hiilijalanjälki). Tämän tarkastelun perusteella itsekovetettujen tuhkalannoitteiden ympäristövaikutukset ovat muita vaihtoehtoja alhaisemmat. Rakeistettujen tuhkalannoitteiden aiheuttamat vaikutukset ovat korkeammat johtuen muun muassa tuhkan alhaisesta ravinnepitoisuudesta, jonka seurauksena käsittelyn ja kuljetuksen osuudet kokonaisvaikutuksista muodostuvat suuriksi suhteessa tuotteen ravinnepitoisuuteen.

Selvityksen perusteella rakeistetun tuhkalannoitteen ympäristövaikutukset ovat mineraalilannoitteiden valmistusta suuremmat, mutta on tärkeää huomata fosforivarantojen riittävyyteen ja saatavuuteen liittyvät näkökulmat. Fosfori on rajallinen luonnonvara, jota saadaan apatiittikaivoksista, joista suurin osa sijaitsee Euroopan ulkopuolella. Puutuhkan

ravinteet jäävät pääasiassa hyödyntämättä, ja ne ovat siksi järkevä raaka-aine metsälannoitukselle.

Vaikka tämän tarkastelun perusteella rakeistetun tuhkalannoitteen ympäristövaikutukset ovat itsekovetettuja suuremmat, on rakeistuksella useita käytännön hyötyjä. Itsekovetettuun tuhkalannoitteeseen verrattuna rakeistettu tuhka on tasalaatuisempaa ja helpompi levittää. Lisäksi rakeistuksella varmistetaan oikeat ravinnemäärät. Rakeistetun tuhkan valmistusta tulisi pyrkiä tehostamaan, jotta ympäristövaikutukset olisivat mahdollisimman matalat suhteessa tuotteen ravinnemäärään.

Traktori- ja helikopterilevityksen välinen ero on melko pieni. Helikopterilevityksen hiilijalanjälki on hiukan traktorilevitystä korkeampi johtuen kerosiinin korkeammista päästöistä, kun taas esimerkiksi rehevöitymisvaikutus on helikopterilevityksellä traktorilevitystä pienempi. Traktorin käytön muut ilmapäästöt, esimerkiksi typpioksidit, ovat helikopteripäästöjä suuremmat.



Tuhkaa levitetään 3000–5000 kg hehtaarille.



6. Lannoitus ilmastokestävänä metsänhoidon toimenpiteenä

Metsälannoitus on metsänhoitomenetelmistä tehokkain keino lisätä hiilensidontaa nopeasti ja edesauttaa saavuttamaan ilmastohyötyjä. Lannoitusta voidaan tehdä hyvin monenlaisilla metsäalueilla, koska lannoituksella voidaan parantaa jo entisestään hyvin kasvavan puuston kasvua tai poistaa puiden kasvun heikkenemistä aiheuttava ravinne-epätasapaino lisäämällä metsään niitä ravinteita, joita maapohjassa on niukasti puiden tarpeeseen nähden. Lannoituksia voidaan tehdä sekä kivennäis- että turvemaidella.

Metsälannoituksella saavutettava kasvun lisäys vahvistaa puuston hiilensidontaa ja auttaa siten ilmastomuutoksen hillinnässä. Lannoitus on nopein ja taloudellisesti kannattavin metsänhoidon toimenpide puuston kasvun lisäämiseksi sekä puuston järeytymisen nopeuttamiseksi.

Yhdellä lannoituskerralla varttuneissa kivennäismaa kuusikoissa ja männikoissä

voidaan lisätä puuston kasvua 1,5–3 m³ hehtaarilla vuodessa jopa 8 vuoden ajan, mikä hiilidioksidin sidontana on 1 125–2 250 kg/ha vuodessa vastaavana aikana. Turvemaiden tuhkalannoituksella voidaan lisätä puuston kasvua pitkäkestoisesti 1–3 m³ hehtaarilla vuodessa 20–30 vuoden ajan, mikä hiilidioksidin sidontana olisi 750–2250 kg/ha vuodessa. Kivennäismaiden lannoituksilla saavutetaan puuston kasvunlisäyksen ansiosta suurempi hiilinielu kuin lannoitteiden tuotannosta ja käytöstä aiheutuvat päästöt ovat (**Kuva 6**). On kuitenkin tärkeää muistaa, että lannoitukset tulee valita niille soveltuville kohteille ja tehdä oikeaan aikaan, jotta positiiviset vaikutukset saavutetaan. Turvemaidella puuston kasvunlisäyksestä johtuva hiilinielu on etenkin lyhyellä aikajänteellä suurempi kuin turpeen hajoamisen kiihtymisestä aiheutuva maaperän hiilivaraston pieneneminen. Pohjois-Suomessa puuston kasvunlisäys on suhteellisesti yhtä suurta kuin kasvukin Etelä-Suomeen verrattuna.

Puuston kasvureaktio on paras kuivahkoilla ja tuoreilla kankailla sekä vastaavaa ravinteisuustasoa olevilla turvemaidella. Luontaisesti hyvin kasvavilla ja tyypeä sisältävillä lehtomaisilla kankailla lannoituksella saatava kasvunlisäys on alhaisempi. Lannoitukset kivennäismailla ja turvemaidella eroavat toisistaan puuston käytössä olevien ravinteiden osalta. Kivennäismailla puiden kasvua rajoittaa eniten niukkuus tyypeistä (N). Turvemaidella ravinteisuus vaihtelee enemmän ja paksuturpeilla ja alkuaan nevaisilla soilla, jotka ojituksen vaikutuksesta ovat kehittyneet puolukka-, mustikka- tai ruohoturvekankaiden II-tyypeiksi, puiden kasvua rajoittaa yleensä fosforin (P) heikko saatavuus ja kaliumin (K) niukkuus. Ohutturpeilla soilla voi olla pulaa myös tyypeistä. Boorista (B) voi tulla pulaa niin kivennäis- kuin turvemaidella. Myös metsityskohteet ovat usein hyviä lannoituskohteita puuston kasvun turvaamiseksi, koska ravinnesuhteet voivat olla epäedulliset puustolle.

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 ja tarkempaa tietoa näistä löytyy kattavasti kaikille avoimissa metsänhoidon suosituksissa. Tärkeää on osata erottaa ohutturpeiset turvekankaat paksuturpeisista, koska niissä ravinnetarpeet poikkeavat toisistaan. Ravinneanalyysin avulla on mahdollisuus selvittää lannoituskohteen lannoitteen valinta kaikilta kohteilta.



Kivennäismailla lannoitusta tehdään pääasiassa kesäisin ja turvemailla talvisin. Lannoitteina kivennäismailla käytetään pääasiassa kemiallisia typpipohjaisia lannoitteita ja erilaisia boorilannoitteita nestemäisinä tai tuhkapohjaisina. Turvemaille on omat kemialliset lannoitteensa, mutta tuhkalannoitteita suositaan suometsiin, joko jatkojalostettuna lisäravinteilla tai käsiteltynä tai puhtaana tuhkana. Lannoitteen levitys tapahtuu joko maasta tai ilmasta käsin riippuen maasto-olosuhteista, puustosta, kasvupaikasta ja levitettävän lannoitteen määrästä.

Ympäristövaikutukset ja vesien laadun turvaaminen on tärkeää ottaa huomioon lannoituksissa mm. suojavyöhykkeiden avulla sekä kohde- ja lannoitevalinnoilla. Rajoitteita lannoitettaville kohteille asettaa myös sertifiointit. Lannoituksen jälkeen puiden neulasmassa ja rungon yläosan läpimitta kasvaa, mikä voi lisätä tuulituhoriskiä, mutta lisää haihdutusta, jonka avulla voidaan välttää ojien kunnostus turvemailla.

Vastuullisella metsälannoituksella ilmastohyötyjä (VaMeLa) -hankkeesta saadut tulokset lannoitusten ilmastovaikutuksista on viety metsänhoidon suosituksiin. Metsänhoidon suositukset on kaikille avoin palvelu, joka levittää tietoa kestävän metsänhoidon parhaista käytännöistä. Lue lisää: metsanhoidonsuositukset.fi

Lisätietoa hankkeesta

Vastuullisella metsälannoituksella ilmastohyötyjä (VaMeLa) -hanke on toteutettu yhteistyössä VTT:n, Luken ja Tapion kanssa. VaMeLa-hanke toteutettiin osana maa- ja metsätalousministeriön keväällä 2020 käynnistämää maankäyttösektorin Hiilestä kiinni -ilmastotoimenpidekokonaisuutta, jonka avulla pyritään vähentämään maa- ja metsätalouden ja muun maankäytön kasvihuonekaasupäästöjä ja vahvistamaan hiilinieluja ja -varastoja.

Lue lisää: tapio.fi/vamela



