

Raija Laiho, Timo Penttilä ja Jukka Laine

Riittävätkö ravinteet suometsissä?



Turvemaiden ravinteisuuden kuvaaminen

Suotyyppihin ja ojituksen jälkeiseen puuston tuotokseen perustuva soiden kasvupaikkaluokitusme sisältää yksinkertaisessa muodossa valttavan määrän ekologista informaatiota. Suotyyppien perustana olevat kasviyhdykunnat kuvastavat yllättävänkin tarkasti eri kasvupaikkojen vesi- ja ravinnetilan vaihtelua ja historiaa. Ojituksen jälkeen kehittyvästä puustosta ja sen tuotostasosta voidaan puolestaan karkeasti johtaa kutakin suotyyppiä edustavan kasvupaikan puuntuotoskyky. Nämä tiedot yhdistettynä taloudellisiin odotusarvoihin ja maan eri osien ilmastoa kuvaavaan lämpösummaan muodostavat bonitointijärjestelmän, jonka avulla on varsin hyvin voitu ennustaa soidemme metsätaloudellinen käyttöarvo ja vertailla erilaisten ja eri puolilla maata sijaitsevien soiden ojitamisen taloudellista kannattavuutta.

Tietomme soiden metsänkasvatuskelpoisuudesta perustuvat pitkälti nimenomaan suotyyppitason puuntuotostutkimuksiin. Metsänkasvatuskelpoisuuden alaraja on pyritty määrittämään siten, että kasvupaikan luontaiset ravinnevarat riittäisivät vähintään yhden puusukupolven taloudellisesti kannattavaan kasvattamiseen.

Tiedot siitä, mitä maassa todella tapahtuu ojituksen jälkeen, ovat viime aikoihin asti olleet melko niukat. Taustalla lienee ollut hiljainen oletus siitä, että ojituksen jälkeen pintaturpeen hajoaminen vähitellen nopeutuu ja siihen sitoutuneet ravinnevarat vapautuvat puuston käyttöön. Uusimmat tulokset

ojituksen vaikutuksesta soiden hiilitaseeseen viittaavat kuitenkin siihen suuntaan, että vanhan turpeen hajoitus ei varsinkaan karuhkoilla soilla oleellisesti nopeudukaan ojituksen jälkeen, ja turpeen paksuuskasvu saattaa jopa jatkua vuosikymmeniä ojituksen jälkeen. Arvioitaessa turvemaiden kestävä metsätalouden harjoittamisen edellytyksiä pitkällä, useamman puusukupolven aikavälillä on turpeen tietää mitä muutoksia kasvupaikan ravinnetilassa ja siihen vaikuttavissa prosesseissa tapahtuu.

Turpeen¹⁾ ravinnetilaa voidaan tarkastella kahden erilaisen tunnuksen avulla: turpeen kuiva-aineen ravinnepitoisuuden (esim. mg g⁻¹ kuivaa turvetta) ja tietynpaksuisen turvekerroksen sisältämän ravinnemäärän (esim. kg ha⁻¹ 50 cm:n pintaturvekerroksessa). Nämä tunnuksat kuvaavat kahta eri asiaa, ja niissä ojituksen jälkeen tapahtuvat muutokset poikkeavat osin selvästi toisistaan. Pitoisuus kuvaa turveaineksen laatua, ja pitoisuuden muutokset kuvaavat ravinteita maasta poistavien ja niitä maahan lisäävien prosessien nettovaikutusta. Ravinnemäärä taas on käytännönläheisempi tunnus, joka kertoo turpeessa olevan ravinnevaraston suuruuden. Turpeen ravinnetilaa tarkasteltaessa on tärkeää kiinnittää huomiota siihen, kumpia tunnuksia käytetään. Tämä johtuu siitä, että turpeen tiheys vaihtelee, ja kasvaa ojituksen jälkeen suon pinnan painuessa ja

¹ Kirjoituksessa käytetään koko ajan termiä ”turve”. Vanhoilla ojitusalueilla ojitusta edeltävältä ajalta peräisin olevan turpeen päälle kertyy usein kivennäismaametsien humuskerrosta muistuttavaa ns. raakahumusta; se on tässä luettu myös ”turpeeksi”.

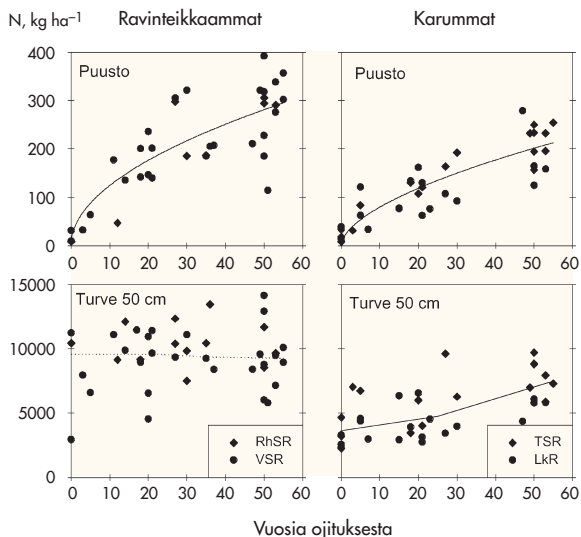
turpeen tiivistyessä. Toisin sanoen tietyn paksuinen turvekerros sisältää vaihtelevan määrän turvetta kuiva-aineena mitattuna, ja ojitetuilla soilla esimerkiksi 50 cm:n paksuinen kerros sisältää turvetta, joka oli 50 cm:n ”rajan” alapuolella ennen ojitusta. Tiheyden muuttuminen ei tietenkään vaikuta koko turvekerrostuman ravinnevaraston suuruuteen, mutta se voi vaikuttaa kasvien ravinteidenoton ulottuvilla olevan varaston suuruuteen.

Ravinteiden riittävyys ja metsänkasvatus

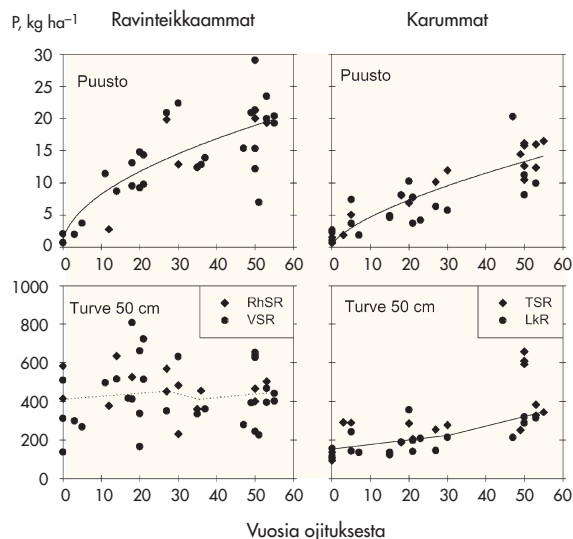
Suometsät poikkevat kivennäismaametsistä siinä, että metsänkasvatuskelpoisilla suotyypeillä typpi ei yleensä ole puuston kasvua rajoittava minimiravinne. Niillä hyvin karuilla turvemaidella, joilla tyypeistä on selkeästi puutetta, ei metsänkasvatus yleensä kannata. Muistettakoon kuitenkin, että pääpuulajeistamme mänty on sopeutunut niukatyyppiin oloihin; sen kasvu on ”tervettä” silloin kun tyypeistä on lievää niukkuutta. Vaikka puusto sitoo ravinteista eniten juuri tyypeä, sen varat maassa eivät hupene ojituksen jälkeenkään (kuva 1).

Fosforin niukkuus rajoittaa usein puuston kasvua turvemaidella. Fosforia kuten muitakin kivennäisravinteita on turpeessa niukasti verrattuna kivennäismaihin. Kuten kuvasta 2 näkyy, fosforia on kyllä pintaturpeessa runsaasti suhteessa puuston tarpeisiin; ongelmana on ennemminkin turpeeseen sitoutuneen fosforin hidas vapautuminen. Hajottajamikrobit voivat pidättää huomattavan osan hajotuksen yhteydessä turpeesta vapautuvasta fosforista. Karummilla rämeillä fosforin, kuten typenkin, määrä pintaturpeessa voi jopa lisääntyä ojituksen jälkeen, kun löyhähkö rahkaturve tiivistyy.

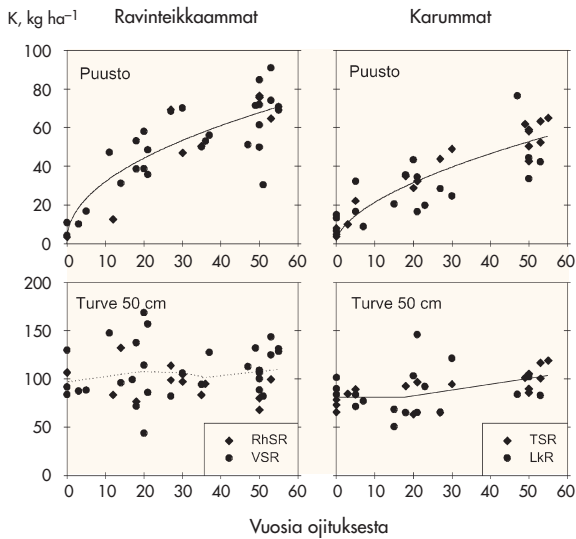
Kalium on fosforin ohella yleisimmin turvemaapuustojen kasvua rajoittava ravinne. Sen määrä pintaturpeessa on yleensä melko vähäinen. Kaliumia on eniten aivan pinnassa ja sen määrä pienenee voimakkaasti syvemmälle mennessä, lukuun ottamatta ohutturpeisia soita, joilla kaliumlisää tulee pohjamaasta. Lähes kaikki kalium on maassa liukoisessa ja periaatteessa helposti huuhtoutuvassa muodossa. Kalium pidättyy kuitenkin hyvin tehokkaasti kasvillisuuden biologiseen kiertoon eikä juuri huuhtoudu mikäli sitä ei ole tarjolla ylen määrin kasvillisuuden tarpeisiin nähden. Vaikka kasvava puusto ottaa



Kuva 1. Puuston (maanpäälliset osat) ja pintaturpeen (0–50 cm:n kerros) typpimäärät (kg ha^{-1}) eri aikoina ojitetuilla sararämeillä Pirkka-Hämeessä. Ravinteikkaamat = ruohoinen (RhSR) ja varsinainen (VSR) sararäme; karummat = tupasvillasararäme (TSR) ja lyhytkorsiräme (LkR). Nolla vuotta ojituksesta = luonnontilainen suo. Lähde: Laiho (1997).



Kuva 2. Puuston ja pintaturpeen fosforimäärät eri aikoina ojitetuilla sararämeillä Pirkka-Hämeessä. Selitykset ks. kuva 1.

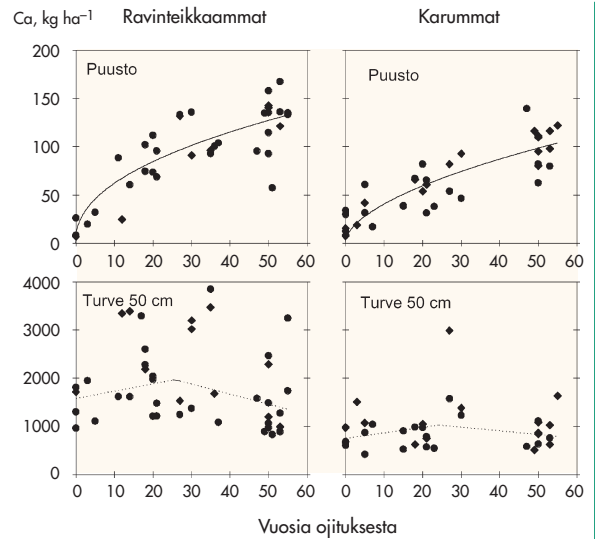


Kuva 3. Puuston ja pintaturpeen kaliummäärät eri aikoina ojitetuilla sararämeillä Pirkka-Hämeessä. Selitykset ks. kuva 1.

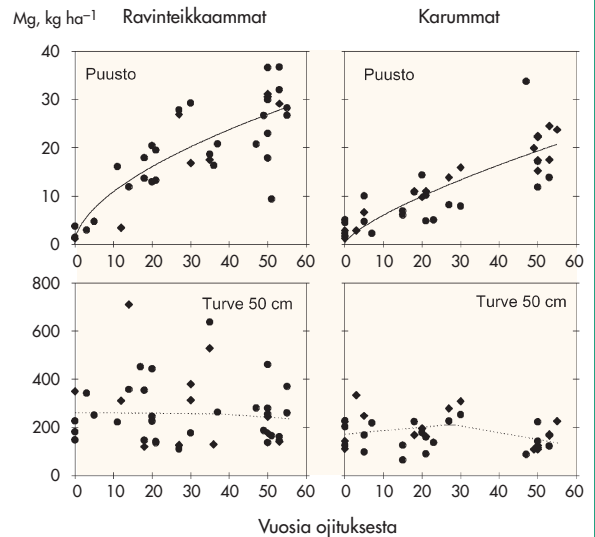
maasta kaliumia suuria määriä suhteessa maan alkuperäiseen varastoon, eivät alun perin puustoisten soiden maan kaliumvarat ole yleensä pienentyneet ojituksen jälkeenkään (kuva 3). Tämä jossakin määrin yllättävä havainto voi selittyä juuri tiukalla biologisella kierrolla: niukkaa kaliumia ei päästetä pakenemaan systeemistä, ja laskeuman mukana tuleva kaliumlisä pidättyy myös systeemiin. Eteläisessä Suomessa mitattu vuotuinen kaliumlaskeuma on samaa suuruusluokkaa kuin varttuvan puuston biomassansa pidättämä kaliumin nettomäärä. Metsikköön laskeuman mukana tulevat ainemäärät ovat suurempia kuin aukealle tulevat puuston ”siivilävaikutuksen” ansiosta.

Avosoiden turpeessa on vähemmän kaliumia kuin muuten vastaavan ravinteisuustason puustoisilla soilla. Avosuolähtöisissä (tai muuten alun perin hyvin märissä) suometsissä kaliumin määrä voi olla liian pieni puuston vartumiselle siihen vaiheeseen, että puuston pidätys ja kierrätys pitäisi yllä tyydyttävää kaliumvarantoa. Tällaisissa tapauksissa on havaittu kaliumin puutostiloja, jotka voivat ilmaantua hyvin äkillisesti ja dramaattisesti.

Kalsium- ja magnesiummäärät ovat pintaturpeessa yleensä moninkertaiset puuston yhden kiertoajan

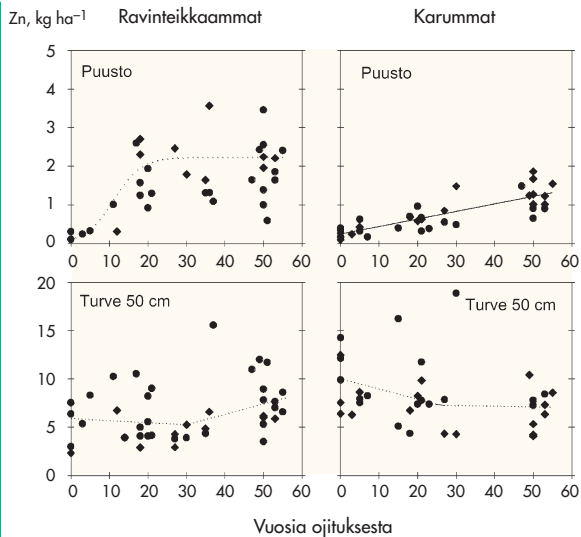


Kuva 4. Puuston ja pintaturpeen kalsiummäärät eri aikoina ojitetuilla sararämeillä Pirkka-Hämeessä. Selitykset ks. kuva 1.



Kuva 5. Puuston ja pintaturpeen magnesiummäärät eri aikoina ojitetuilla sararämeillä Pirkka-Hämeessä. Selitykset ks. kuva 1.

aikana tarvitsemiin määriin nähden (kuvat 4 ja 5). Ojitetuilla sararämeillä määrien on kuitenkin havaittu alkavan hieman pienetä ensimmäisen kiertoajan aikana.



Kuva 6. Puuston ja pintaturpeen sinkkimäärät eri aikoina ojitetuilla sararämeillä Pirkka-Hämeessä. Selitykset ks. kuva 1.

Hivenainemäärien kehityksestä ojituksen jälkeen on edelleen niukasti tietoja. Niitä on turpeessa alunperinkin vähän, mutta hyvin vaihtelevasti, joten tarkkojen arvioiden saanti on vaikeaa (esim. kuva 6). Erityisesti boori- ja sinkkivarojen tilanne pitäisi selvittää.

Yllä esitetyt tulokset perustuvat melko suppealla maantieteellisellä alueella (Pirkka-Hämeessä) tehtyyn tutkimukseen, ja rajalliseen määrään suotyypppejä. Kyseessä ovat kuitenkin yleisimmin metsänkasvatusta varten ojitetut suotyyppit, joiden yhteinen osuus ojitetusta pinta-alasta on noin 35 %. Juuri valmistumassa oleva laajempi työ tukee esitettyjä tuloksia.

Muuttuuko ravinteisuus tulevaisuudessa?

Juuriston lähiulottuvilla olevat ravinnemäärät eivät oleellisesti muutu ensimmäisen ojituksen jälkeisen puusukupolven aikana; karuilla soilla ne saattavat jopa lisääntyä. Suokasvupaikkojen puuntuotoskyvyn on todettu paranevan ainakin 40 vuoden ajan ojituksen jälkeen, jolloin Etelä-Suomessa on jo kyse päätehakkuikäisestä puustosta. Puuntuotoskyvyn paranemisesta on yllättävän paljon havaintoja juuri karuh-

koilta soilta. Siihen voi vaikuttaa myös se, että suon pinnan painumisen myötä juuriston ulottuville tuleva syvemmällä oleva turve on suon kehityshistorian vuoksi usein ravinteisempaa kuin pintakerrokset.

Ravinnepitoisuuksissa tapahtuu ojituksen ja puuston varttumisen myötä joitakin muutoksia, jotka kannattaa panna merkkeille. Koska turpeen tiivistyminen ei välttämättä jatku toisen kiertoaajan aikana, pitoisuuksissa havaittavat trendit ennakoivat tulevia muutoksia juuriston ulottuvilla olevissa määrissä.

Typen ja fosforin pitoisuuksien on yleensä havaittu kasvavan ojituksen jälkeen. Kaliumin pitoisuus pienenee aluksi ojituksen jälkeen. Myöhemmin puuston vartuttua pitoisuus pysyy kuitenkin kuta kuinkin vakiona. Tämä kuvaa metsäekosysteemin kykyä pitää yllä kaliumin tehokasta kiertoa. Mitä tapahtuu, jos biologista kiertoa häiritään eli puustoa hakataan? Hakuutähteet, erityisesti neulas, sisältävät runsaasti kaliumia, joka vapautuu niistä melko nopeasti. Kaliumia systeemissä pidättävän kasvillisuuden määrä on samaan aikaan oleellisesti pienentynyt, kun puustoa on poistettu. Tällöin on olemassa huuhtoutumisriski. Avohakkuualoilta onkin mitattu kohonneita kaliumhuuhtoumia. Toisaalta on joitakin viitteitä siitä, että häiriön jälkeen kasvupaikan kaliumtilanne saattaa aikaa myöten palautua kutakuinkin ennalleen.

Kalsiumin ja magnesiumin pitoisuuksien on havaittu alenevan ojituksen jälkeen, erityisesti vanhoilla ojitusalueilla. Ilmiö ei selity pelkästään puuston ravinteiden otolla, vaan liittyy luultavasti maaperän happamuuden puskurointiin. Pintaturpeen happamuus lisääntyy ojituksen jälkeen, erityisesti runsasravinteisilla soilla, jotka ovat vähemmän happamia ennen ojitusta. Happamuuden lisääntymisen seurauksena emäskationeja, erityisesti kalsiumia ja magnesiumia siirtyy maasta maanesteeseen, josta ne voivat huuhtoutua. Kalsiumia ja magnesiumia on havaittu huuhtoutuvan vanhoilta ojitusalueilta suhteellisesti enemmän kuin esim. kaliumia. Ilmiöstä on vielä melko vähän tietoa, mutta mikäli huuhtoutuminen on jatkuvaa, siitä voi aiheutua ongelmia pitkällä aikavälillä.

Sinkin pitoisuuden on havaittu olevan keskimäärin pienempi ojitetuilla kuin luonnontilaisilla soilla, mutta muutoksen jatkuvuus ja merkitys ei ole selvillä. Boorilla ei ole havaittu yhtä selvää eroa, ei myöskään kuparilla.

Tarvitaanko lannoitusta?

Metsänkasvatuskelpoiset ojituskohteet on pyritty valitsemaan siten, että lannoitus ei ole välttämätöntä puuston kasvatuksessa. Tosin alkuvaiheessa mukana oli joitakin suotyypejä, joita pidettiin ”lannoitteen ojituskelpoisina”. Pääsääntöisesti lannoituksen tulisi suhtautua keinona lisätä metsien tuottoa taloudellisesti kannattavalla tavalla. Erityisesti paksuruisilla sararämeillä, joilla tyyppiä on riittävästi, lannoituksella voidaan päästä huomattaviinkin puustotuotoksen lisäyksiin. Lannoitusta voidaan myös käyttää parantamaan puuston kasvua hyvin runsastyyppisillä kohteilla, joilla tyyppi ”ylitarjonta” voi johtaa epätasapainoon kivennäisravinteiden osalta. Näiden kohteiden tunnistaminen edellyttää usein erityisanalytiikkaa, jonka sovelluksia parhaillaan kehitellään.

Aiemmin mainituilla avosuolähtöisillä kohteilla on mahdollista oikein ajoitetulla kaliumlisäyksellä kasvattaa olemassa oleva puusto korjuukokoon.

Jatkotutkimustarpeet

Samoja suotyypejä edustavien kasvupaikkojen ravinnepitoisuuksissa ja -määrissä voi esiintyä alueellisia eroja sekä pohjois-eteläsuunnassa (ilmastollisten tekijöiden vaikutus) että itä-länsisuunnassa (kallio- ja maaperän ominaisuudet, geologinen historia). Parhaillaan on käynnissä Maa- ja metsätalousministeriön rahoittama tutkimushanke *Turvemaan ravinnevarat erilaisilla kasvupaikoilla maan eri osissa*, jossa ovat mukana Metsäntutkimuslaitos, Helsingin yliopiston metsäekologian laitos ja Geologian tutkimuskeskus. Hankkeessa pyritään kartoittamaan tarkemmin alueellista vaihtelua, ja tunnistamaan ne alueet, joilla ravinnepuutoksia tai -epätasapainoa todennäköisimmin esiintyy. Ongelmana on riittävän laajojen ja edustavien aineistojen saanti ja analysointi tulosten luotettavuuden varmistamiseksi.

Hakkuiden vaikutuksen selvittäminen on myös ensiarvoisen tärkeää, erityisesti sen niukkenevatko turvemaiden kaliumvarat hakkuiden seurauksena siinä määrin että sen pitäisi johtaa toimenpideohjeisiin. Myös muiden emäskationien (kalsiumin, magnesiumin) pitkän aikavälin kehitystä tulee seurata.

Kirjallisuutta

- Hökkä, H. & Penttilä, T. 1999. Modelling the dynamics of wood productivity on drained peatland sites in Finland. *Silva Fennica* 33: 25–39.
- Kaunisto, S. & Moilanen, M. 1998. Kasvualustan, puuston ja harvennuspoistuman sisältämät ravinnemäärät neljällä vanhalla ojitusalueella. *Metsätieteen aikakauskirja* 3/1998: 393–410.
- & Paavilainen, E. 1988. Nutrient stores in old drainage areas and growth of stands. *Communications Institutii Forestalis Fenniae* 145. 39 s.
- Laiho, R. 1997. Plant biomass dynamics in drained pine mires in southern Finland. Implications for carbon and nutrient balance. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 631. 54 + 52 s.
- & Laine, J. 1994. Nitrogen and phosphorus stores in peatlands drained for forestry in Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9: 251–260
- & Laine, J. 1995. Changes in mineral element concentrations in peat soils drained for forestry in Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 10: 218–224
- , Sallantausta, T. & Laine, J. 1999. The effect of forestry drainage on vertical distributions of major plant nutrients in peat soils. *Plant and Soil* 207: 169–181.
- Minkkinen, K. 1999. Effect of forestry drainage on the carbon balance and radiative forcing of peatlands in Finland. Väitöskirja. Helsingin yliopisto, metsäekologian laitos. 42 s.
- Penttilä, T., Alenius, V., Hökkä, H. & Laiho, R. Responses of tree growth and foliar nutrients to reduced competition in Scots pine on drained peatland. *Käsi- ja kirjallisuusjulkaisu*. Metsäntutkimuslaitos, Vantaan tutkimuskeskus.
- Sundström, E., Magnusson, T. & Hånell, B. 2000. Nutrient conditions in drained peatlands along a north-south climatic gradient in Sweden. *Forest Ecology and Management* 126: 149–161.
- Westman, C.J., Liu, C. & Laiho, R. Nutrient dynamics of drained peatland forests during the first rotation. *Käsi- ja kirjallisuusjulkaisu*. Helsingin yliopisto, metsäekologian laitos.

■ Dos. Raija Laiho (raija.laiho@helsinki.fi) ja dos. Jukka Laine (jukka.laine@helsinki.fi) toimivat tutkijoina Helsingin yliopiston metsäekologian laitoksella, MH Timo Penttilä (timo.penttila@metla.fi) Metsäntutkimuslaitoksen Vantaan tutkimuskeskuksessa.