



Annamari Laurén<sup>1</sup>, Raija Laiho<sup>2</sup> ja Marjo Palviainen<sup>1</sup>

## Metsänhoidon keinot käyttöön ilmastonmuutoksen hillinnässä ja siihen sopeutumisessa

Laurén A., Laiho R., Palviainen M. (2024). Metsänhoidon keinot käyttöön ilmastonmuutoksen hillinnässä ja siihen sopeutumisessa. Metsätieteen aikakauskirja 2024-24006. Tieteen tori. 6 s. <https://doi.org/10.14214/ma.24006>

**Yhteystiedot** <sup>1</sup>Helsingin yliopisto, Metsätieteiden osasto, Helsinki; <sup>2</sup>Luonnonvarakeskus (Luke), Luonnonvarat, Helsinki

**Sähköposti** [annamari.lauren@helsinki.fi](mailto:annamari.lauren@helsinki.fi)

**Hyväksytty** 28.3.2024

### Ojitetut suometsät kaipaavat ratkaisuja

Suomessa on miljoonia hehtaareja metsätalousmielessä hyvin onnistuneita ojituksia. Näillä alueilla puun tuotos on samaa tasoa kuin kasvupaikkatyypeiltään vastaavilla kangasmailla. Puustoltaan ja pintakasvillisuudeltaan näitä alueita ei enää välttämättä erota kangasmetsistä (kuva 1). Suometsillä on merkittävä rooli puun tuotannossa, sillä neljäsosa metsävaroista ja puuston vuotuisesta kasvusta on keskittynyt ojitetuille turvemaille. Lisäksi noin miljoona hehtaaria suometsiä on tulossa



**Kuva 1.** Puolukkaturvekangasta ei puuston ja pintakasvillisuuden perusteella enää juuri erota puolukkatyyppin kangasmetsästä.

uudistusikään seuraavien 10 vuoden aikana ja niiden tulevaisuuden hoitotoimenpiteistä on tehtävä päätökset pian. Nykyaikaisessa monitavoitteisessa metsänhoidossa suometsienkin odotetaan tuottavan useita ekosysteemipalveluita, kuten puuta, hiilen sidontaa, monimuotoisuutta, puhdasta vettä, keruutuotteita ja virkistyspalveluita, samanaikaisesti. Turvemaat ojitettuina ovat ominaisuuksiltaan laajasti vaihteleva kokonaisuus, joten sama ratkaisu ei sovellu kaikkialle. Yhtälö ei ole helppo, erityisesti kun ilmasto, turvemaan ominaisuudet ja metsänomistajan ja yhteiskunnan tavoitteet jatkuvasti muuttuvat. Uudessa tilanteessa vanhat opit eivät enää päde. Metsänhoidon suunnittelu vaatiikin entistä parempaa systeemitason ymmärrystä ja eri vaihtoehdoille avointa keskusteluilmapiiriä.

## **Tehtäväksi ilmastonmuutokseen sopeutuminen**

Suometsien ympärillä käytyä julkista keskustelua on leimannut ilmastonmuutoksen hillinnän näkökulma ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen. Ilmastonmuutoksen hillinnän kannalta suometsien ongelma on, että vaikka metsikkö kokonaisuudessaan olisi hiilinielu, hiiltä karkaa maaperästä ilmakehään. Hiilen reitti on siis maasta puuhun ja lopulta puutuotteista ilmakehään. Ilmastonmuutoksen hillintä ei kuitenkaan ole metsänhoidossa irrallinen asia, vaan yksi monista tavoitteista. Suometsissä useat systeemin osat, esimerkiksi puusto, maaperä, vesi ja ravinteet ovat monimutkaisissa vuorovaikutus- ja takaisinkytkentäsuhteissa toisiinsa, ja siksi vain yhteen asiaan keskittyvä joutuu helposti eksyksiin etsiessään ratkaisua todellisuudessa moniulotteiseen ongelmaan. Ilmastonmuutoksen hillintäkeinoja etsittäessä on pitkälti unohdettu ilmastonmuutokseen sopeutumisen suunnittelu. Molemmille voidaan kuitenkin tunnistaa yhteisiä tavoitteita, ja molempien huomioon ottaminen voi johtaa voittaviin yhdistelmiin sekä ilmaston että metsänomistajan kannalta.

## **Vedenpinta ja ravinnetase ovat suometsien toiminnan ydin**

Suometsien prosessit ja ekosysteemipalvelut, kuten myös suometsätalouden haitalliset ympäristövaikutukset, perustuvat pohjimmiltaan vedenpinnan korkeuteen, lämpötilaan ja ravinnetaseeseen. Nämä tekijät ovat avainasemassa myös ilmastonmuutokseen sopeutumisessa. Vedenpinnan taso ja ravinnetase ovat myös tekijöitä, joihin voimme metsänhoidolla vaikuttaa. Vedenpinnan yläpuolinen turvekerros on alttiina tehokkaalle hajotustoiminnalle, jonka seurauksena vapautuu ravinteita ja hiilidioksidia. Kun vedenpinta laskee, ravinteiden vapautuminen ja puuston kasvu lisääntyvät, mutta samalla turpeen hiilipäästöt kasvavat ja ravinteiden huuhtoutuminen vesistöön voi lisääntyä. Puuston kasvaessa vedenpinta edelleen laskee, mutta myös karikesyöte maahan lisääntyy. Ojitetuilla turvemailla puuston kasvun lisääntymistä tosin rajoittaa kaliumin ja fosforin niukka saatavuus.

Ilmaston lämmitessä veden pinta ojitetuissa suometsissä laskee entistä syvemmälle ja vedenpinnan yläpuolisen turvekerroksen hajotus kiihtyy, mikäli sadanta ei oleellisesti lisäännä. Ilmastoskenaariot ovat yksimielisiä siitä, että lämpötila nousee, mutta epävarmuus sademäärän muutoksesta ja sen jakautumisesta vuoden sisällä on huomattavasti suurempi. Mikään yksittäinen tekijä ei kuitenkaan ole suometsien tulevaisuudelle merkittävämpi kysymys kuin se, että sataako, ja milloin? Kuivien hellejaksojen yleistyessä eteemme hiipii suometsissä kohtaamattomaksi luultu paha: puuston kasvua ja jopa elinvoimaisuutta vähentävä kuivuus. Mikä on kuivatuksen rooli tulevaisuuden suometsätaloudessa?

## Kuivatus uudessa maailmassa

Vanhoilla ojitusalueilla puuston kasvu ei välttämättä kärsi, vaan saattaa jopa hyötyä aiempaa korkeammasta vedenpinnan tasosta. Samalla tavalla kuin kangasmetsiin, tuottaville turvekankaille muodostuu ajan myötä metsäkarikkeista kangashumuskerros. Samoin kuin kangasmetsissä, pääosa hienojuurista, ravinteista ja siten ravinteiden ostopaikoista on keskittynyt tähän pintakerrokseen. Kangashumuskerros on ilmava, eikä helposti vety hapettomaksi ja sen ilmavuus ei suurikokoisten huokosten vuoksi myöskään riipu voimakkaasti vedenpinnan korkeudesta. Toisaalta veden kapillaarinen nousu kangashumuskerroksen alapintaan pitää juuristokerroksen kosteuden riittävänä, kunhan vedenpintaa ei lasketa tarpeettoman intensiivisellä kuivatuksella liian alas.

## Kohti korkeampia vedenpintoja – lääkkeitä metsänhoidosta

Suometsien jatkuvan kasvatuksen perusteluksi on esitetty, että pitämällä haihduttavan puuston määrää pienempänä, saadaan nostettua vedenpintaa korkeammalle ja samalla vähennettyä maaperän hiilipäästöjä. Vedenpinnan säätely pelkästään puuston määrää vähentämällä on kuitenkin melko tehontonta. Mikäli vedenpinta halutaan pitää koko ajan kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen kannalta riittävän korkealla, puustopääoma joudutaan jatkuvasti pitämään puuntuotantotavoitteisiin nähden kovin pieninä.

Vedenpinnan tasoa koskevaan keskusteluun on syytä tuoda syvälinen metsänhoidollinen näkökulma. Metsänhoito tarjoaa monipuolisen menetelmäpaletin vedenpinnan säätelyyn – niin laskemiseen kuin nostoonkin. Ojien syvyys, ojaväli, ravinteiden saatavuus, puuston määrä ja puulajisuhteet vaikuttavat kaikki vedenpinnan tasoon. Näitä tekijöitä voidaan säädellä ajassa ja tilassa vaihtelevina yhdistelminä. Kun näitä keinoja käytetään yhdessä, erilaisia mahdollisuuksia on lukematon määrä ja voittava yhdistelmä voi yhtä hyvin löytyä niin jatkuvasta kuin jaksollisestakin kasvatuksesta. Meidän ei tule siis pitäytyä yhteen ratkaisumalliin - joko jatkuva tai jaksollinen kasvatusta – vaan soveltaa joustavasti eri menetelmiä paikallisiin olosuhteisiin ja metsänomistajan tavoitteisiin mukautuen.

## Metsänhoidon keinot käyttöön

### Puulaji

Ojitetut ravinteikkaat kuusikot aiheuttavat suurimmat ilmasto- ja vesistöongelmat. Kuusi on vesi- ja ravinnesyöppö ja lisäksi altis tuhoille. Kuusikon lehtimassa on kolminkertainen verrattuna runkotilavuudeltaan samankokoiseen männikköön. Lehtimassa vaikuttaa suoraan latvuspäntään ja haihduntaan, jotka puolestaan vaikuttavat vedenpinnan tasoon: mitä enemmän latvuspäntää ja haihduntaa, sitä alemmas vedenpinta vajoaa. Kuusi kärsii puulajeistamme eniten jos kuivuuskaudet yleistyvät. Tätä artikkelia varten Suosimulaattorilla laskemamme esimerkki osoittaa, että ojitetussa kuusikossa veden pinnan korkeus on keskimäärin seitsemästä kymmeneen senttimetriä alempana kuin runkotilavuudeltaan samankokoisessa männikössä. Lisäksi jo runkotilavuudeltaan 70 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> kuusikossa vedenpinta on alempana kuin 350 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> männikössä. Tällä erolla on jo merkittävä vaikutus maaperän kasvihuonekaasupäästöihin. Voitaisiko harkita kuusen vallitsemien mustikka- ja ruohoturvekankaiden uudistamista männylle? Perinteisesti on ajateltu, että näillä ravinteikkailla kasvupaikoilla männystä tulee huonolaatuista. Näin ei kuitenkaan tarvitse olla. Nykyisin metsänuudistamista ymmärretään aiempaa paremmin, menetelmät ovat kehittyneet,

ja tarjolla on jalostettua taimimateriaalia. Mahdollisia etuja puulajin vaihdosta olisivat korkeampi vedenpinta ja pienemmät maaperän kasvihuonekaasupäästöt, suurempi puustopääoma ja siten parempi kasvupaikan puuntuottokyvyn hyödyntäminen, sekä pienemmät tuhoriskit. Männikkö vaatii myös kasvaakseen vähemmän ravinteita.

### **Tarvitaanko ojia?**

Ojia tarvitaan, mutta ei kaikkia, eikä niin syviä. Ojien tärkein tehtävä on johtaa keväiset sulamisvedet pois ja tähän tarkoitukseen riittävät matalatkin ja sammalia kasvavat ojat. Palautetaan vielä mieleen, että puuston kasvu vanhoilla ojitusalueilla ei välttämättä kärsi aiempaa korkeammasta vedenpinnan tasosta. Onkin aika kääntää näkökulmaa kuivatuksesta vesien hallintaan, jossa voidaan myös nostaa vedenpinnan tasoa. Suosimulaattorilaskelmamme osoittaa edelleen, että ojan madaltaminen 10 senttimetrillä nostaa vedenpintaa 5–8 senttimetriä. Ojia voidaan madaltaa pohjapadoilla tai säätää virtausta putkipadoilla, osa sarkaojista voidaan kokonaan tai osittain tukkia, ja näin säästää vettä puiden käyttöön. Aktiivinen metsänomistaja voi lisäksi säätöpatorakenteilla alentaa vedenpintaa hakkuiden ajaksi ja nostaa vedenpintaa hiilipäästöjen vähentämiseksi silloin, kun taimet ovat vielä pieniä ja niiden juuristo rajoittuu istutusmättäisiin.

Suomi on pitkä maa ja kosteusolosuhteet poikkeavat Pohjois- ja Etelä-Suomen välillä merkittävästi. Suometsätalouden sopeuttaminen muuttuvaan ilmastoon pitää aloittaa Etelä-Suomesta, jossa ilmastonmuutos on jo lisännyt kasvukauden aikaista kuivuusriskiä. Myös riski erittäin vaikeasti sammutettaviin turvepaloihin metsäpalojen yhteydessä lisääntyy kuivumisen myötä. Pohjois-Suomen kosteammassa ilmastossa ojien tärkeä merkitys kokonaiskuivatuksessa tulee säilymään vielä pitkään.

### **Ravinteiden hallinta**

Kaliumin niukkuus ja fosforin saatavuus ovat tällä hetkellä eniten puuston kasvua rajoittavia tekijöitä turvemailla. Ravinteita poistuu puunkorjuukertojen myötä, mikä edelleen heikentää ravinnetilaa. Typpeä kuitenkin riittää ja muiden ravinteiden saatavuutta voidaan helposti parantaa tuhkalannoituksella. Tuhkalannoitus parantaa puiden ravinnetilaa ja lisää kasvua vuosikymmeniksi, eikä sen ole todettu lisäävän vesistöön kohdistuvaa ravinnekuormitusta. Tuhka vähentää maan happamuutta ja on mahdollista, että se nopeuttaa orgaanisen aineen hajotusta. Tuhkalannoitusta tulisikin käyttää yhdessä vesienhallinnan kanssa. Vedenpinnan nosto pienentää hajotukselle alttiin turvekerroksen paksuutta, mikä kompensoi kiihtyvää hajotusta. Näin ollen maan hiilipäästö ei välttämättä lisäännä, kun toisaalta lisääntynyt metsän kasvu myös tuottaa maahan enemmän hiiltä karikkeen muodossa. Koska tuhkalannoituksen seurauksena ravinteiden saatavuus paranee ja ravinteita on tarjolla puun kannalta oikeissa suhteissa, ohutkin kerros kangashumusta ja pinta-turvetta riittää kattamaan puuston ravinnetarpeen.

### **Monitavoitteinen suometsänhoito on rakettitiedettä**

Prosessipohjaiset ekosysteemimallit ovat avainasemassa suometsien hoidon suunnittelussa. Kaikkia mahdollisia metsänkäsittelyvaihtoehtoja eri kasvupaikoilla eri puolilla Suomea erilaisilla ojasyvyyksillä ei voida mitenkään testata ja kuvata maastokokeilla. Malleissa sen sijaan voidaan ottaa samanaikaisesti huomioon prosessien vuorovaikutukset ja takaisinkytkennät mm. puuston, pintakasvillisuuden, orgaanisen kerroksen, pohjaveden ja ravinteiden välillä ja metsänhoitotoimenpiteiden vaikutus näihin ja lopulta erilaisiin tavoitteisiin. Jotta tämä voidaan tehdä johdonmukaisella tavalla,

on välttämätöntä, että toisiinsa kytkeytyneitä prosesseja ei simuloida erikseen erillisillä malleilla, vaan niitä käsitellään aidosti samassa laskennassa vuorovaikutukset huomioiden. Ajantasaiset paikkatiedot yhdessä prosessipohjaisten ekosysteemimallien ja osavien metsäammattilasten kanssa tekevät mahdolliseksi eri metsänkäsittelyvaihtoehtojen vertailun ja erilaisten tavoitteiden yhteensovittamisen. Toisaalta tämä edellyttää uuden oppimista meiltä kaikilta suometsien parissa työskenteleviltä, mutta toisaalta tämä luo toivoa tärkeän luonnonvaramme vastuullisen käytön tulevaisuuteen.

## Lähteitä

- Finér L, Lepistö A, Karlsson K, Räike A, Härkönen L, Huttunen M, Joensuu S, Kortelainen P, Mattsson T, Piirainen S, Sallantausta T (2021) Drainage for forestry increases N, P and TOC export to boreal surface waters. *Sci Tot Environ* 762, article id 144098. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144098>.
- Huotari N, Tillman-Sutela E, Moilanen M, Laiho R (2015) Recycling of ash - for the good of the environment? *For Ecol Manage* 348: 226–240. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.03.008>.
- Hytönen J, Hökkä H, Saarinen M (2020) The effect of planting, seeding and soil preparation on the regeneration success of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) on drained peatlands – 10-year results. *Forestry Studies* 72: 91–106. <https://doi.org/10.2478/fsmu-2020-0008>.
- Hökkä H, Repola J, Moilanen M (2012) Modelling volume growth response of young Scots pine (*Pinus sylvestris*) stands to N, P, and K fertilization in drained peatland sites in Finland. *Can J For Res* 42: 1359–1370. <https://doi.org/10.1139/x2012-086>.
- Kaunisto S, Moilanen M (1998) Kasvualustan, puuston ja harvennuspoistuman sisältämät ravinnemäärät neljällä vanhalla ojitusalueella. *Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia* 3/1998: 393–410. <https://doi.org/10.14214/ma.6570>.
- Laiho R, Laine J (1995) Changes in mineral element concentrations in peat soils drained for forestry in Finland. *Scand J For Res* 10: 218–224. <https://doi.org/10.1080/02827589509382887>.
- Laurén A (1999) Hydraulic, thermal and aeration properties of mor layers in Finland. University of Joensuu, Faculty of Forestry, Finland.
- Laurén A, Palviainen M, Launiainen S, Leppä K, Stenberg L, Urzainki I, Nieminen M, Laiho R, Hökkä H (2021) Drainage and stand growth response in peatland forests. Description, testing, and application of mechanistic Peatland simulator SUSI. *Forests* 12, article id 293; <https://doi.org/10.3390/f12030293>.
- Moilanen M, Silfverberg K, Hokkanen T (2002) Effects of wood ash on the growth, vegetation and substrate quality of a drained mire: a case study. *For Ecol Manage* 171: 321–338. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(01\)00789-7](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00789-7).
- Moilanen M; Saarinen K, Silfverberg K (2010) Foliar nitrogen, phosphorus and potassium concentrations of Scots pine in drained mires in Finland. *Silva Fenn* 44: 583–601. <https://doi.org/10.14214/sf.129>.
- Palviainen M, Finér L (2012) Estimation of nutrient removals in stem-only and whole-tree harvesting of Scots pine, Norway spruce, and birch stands with generalized nutrient equations. *European J For Res* 131: 945–964. <https://doi.org/10.1007/s10342-011-0567-4>.
- Peltoniemi M, Li Q, Turunen P, Tupek B, Mäkiranta P, Leppä, K, Müller M, Rissanen AJ, Laiho R, Anttila J, Jauhiainen J, Koskinen M, Lehtonen A, Ojanen P, Pihlatie M, Sarkkola S, Vainio E, Mäkipää R (2023) Soil GHG dynamics after water level rise – impacts of selection harvesting in peatland forests. *Sci Tot Environ* 901, article id 165421. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.165421>.

Päivänen J, Hånell B (2012) Peatland ecology and forestry – a sound approach. Helsingin yliopiston metsätieteiden laitos. ISBN 978-952-10-4531-8.

Sarkkola S, Ukonmaanaho L, Nieminen TM, Laiho R, Laurén A, Finér L, Nieminen M (2016) Should harvest residues be left on site in peatland forests to decrease the risk of potassium depletion? For Ecol Manage 374: 136–145. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.05.004>.