

Metsät muuttuvat



METLA
Suomen metsien tilaa seurataan

Metsät muuttuvat

Päivi Merilä & Marjatta Joutsimäki (toim.)

METLA

Suomen metsien tilaa seurataan

Päivi Merilä & Marjatta Joutsimäki (toim.)

Metsät Muuttuvat. Suomen metsien tilaa seurataan.

Toimituskunta: Päivi Merilä, Marjatta Joutsimäki, Liisa Ukonmaanaho, Maija Salemaa ja Seppo Nevalainen

Ulkoasu ja taitto: Irene Murtovaara

Valokuvat: Metla/Erkki Oksanen, ellei toisin ole mainittu

Kannen kuvat: Iso kuva: Metla/Erkki Oksanen. Pienet kuvat vasemmalta oikealle:
Metla/Pekka Välikangas, Metla/Hannu Nousiainen ja Metla/Erkki Oksanen.

Suuri osa tässä julkaisussa mukana olevista seurannoista on saanut rahoitusta EU:n Life+ FutMon- tai Forest Focus- (Asetus (EY) N:o 2152/2003) ohjelmista.

Lisätietoja

www.metla.fi/ohjelma/myt/

www.futmon.org/

www.icp-forests.org/

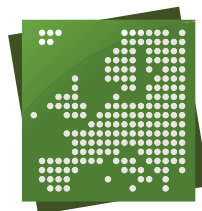
Tämä julkaisu on saatavilla myös osoitteessa: <http://www.metla.fi/julkaisut/seuranta>

ISBN 978-951-40-2301-9 (nid.)

ISBN 978-951-40-2302-6 (PDF)

Julkaisija: Metsäntutkimuslaitos

Painopaikka: Kopijyvä, Jyväskylä 2011



FUTMON
Metsien seuranta tulevaisuuden tarpeisiin

Sisällys

Metsien tilan muutokset paljastuvat seurannoissa	5
<i>Päivi Merilä, Liisa Ukonmaanaho, Seppo Nevalainen ja Pasi Rautio</i>	
Tuhot aiheuttavat äkillisiä muutoksia metsien kuntoon	8
<i>Seppo Nevalainen, Martti Lindgren, Antti Pouttu ja Jaakko Heinonen</i>	
Metsien terveyttä seurataan myös metsien inventoinnin yhteydessä.....	10
<i>Kari T. Korhonen</i>	
Ilmastonmuutos lisää pohjoisten kangasmetsien hiilivarastoa	12
<i>Hannu Ilvesniemi, Pekka Tamminen, Jaakko Heikkinen, Tiina Tonteri ja Leila Korpela</i>	
Lahopuusto toimii monimuotoisuuden mittarina.....	14
<i>Juha Siitonen</i>	
Metsät ovat keskeisiä pohjaveden suojelussa.....	16
<i>Antti-Jussi Lindroos, Kirsti Derome ja Tiina M. Nieminen</i>	
Raskasmetallilaskeuma on vähentynyt Suomessa	18
<i>Jarmo Poikolainen</i>	
Puiden vuosirytmää seurataan kasvupantojen ja fenologisten havaintojen avulla	20
<i>Pentti Niemistö ja Egbert Beuker</i>	
Mitä olisi metsä ilman mustikkaa?	22
<i>Maija Salemaa, Tiina Tonteri, Pasi Rautio, Leila Korpela, Markku Tamminen ja Hannu Ilvesniemi</i>	

Metsien tilan muutokset paljastuvat seurannoissa

Päivi Merilä, Liisa Ukonmaanaho, Seppo Nevalainen ja Pasi Rautio

Oikea metsätieto on välttämätön perusta hyvälle metsä- ja ympäristöpolitiikalle, päätöksenteolle ja järkevälle käytännön toiminnalle. Ainoa luotettava keino metsissä tapahtuvien muutosten havaitsemiseen on aikasarjoja tuottava seuranta. Suomessa Metsäntutkimuslaitos (Metla) vastaa valtakunnallisista metsäseurannoista.

Metsäluontoa muokkaavat sekä luontaiset prosessit että ihmisen toiminta, kuten saasteet, metsien pirstoutuminen ja kuluminen sekä ilmastonmuutos. Ne ovat jo aiheuttaneet tai voivat tulevaisuudessa aiheuttaa lajistomuutoksia, tautien ja tuholaisien lisääntymistä, myrsky- ja lumituhoja sekä muutoksia metsien ravinnetilassa, kasvussa ja hiilen sidonnassa.

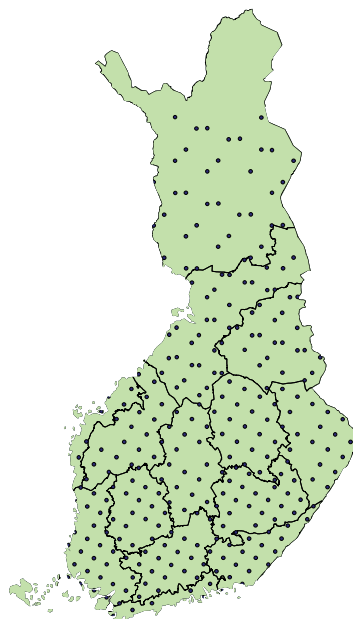
Laadukas seurantajärjestelmä

Metlassa metsäseurantoja toteutetaan kahdella tasolla. Valtakunnallisesti edustava, systemaattiseen otokseen perustuva laaja-alainen seurantaverkko tuottaa vuosittain tietoa metsien kunnan ja erilaisten metsätuhojen alueellisesta ja ajallisesta vaihtelusta Suomessa. Laaja-alainen seuranta toteutetaan Valtakunnan metsien inventoinnin yhteydessä noin 800 pysyvällä koealalla (Kuva 1).

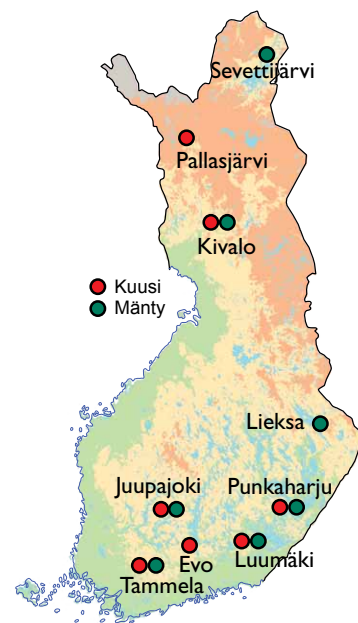


Seurantaverkkoa käytetään myös maaperä- ja kasvillisuusinventoinneissa sekä raskasmetallikartoituksissa.

Lisäksi tehdään metsien intensiiviseuranta havaintoaloilla, jotka sijaitsevat eri puolilla Suomea (Kuva 2). Näillä aloilla metsien tilaa ja toimintaa seurataan monipuolisesti – tavoitteena on havaittujen muutosten syy-seuraussuhteiden selvittäminen. Aloilla seurataan muun muassa ilmansaastelaskuun, ravinnekiertoa ja -huuhtoumia sekä puiden kuntoa, kasvua ja ravinnetilaa. Lisäksi seurataan puiden vuodenaikaisrytmiä. Meteorologisia mittauksia tehdään yhteistyössä Ilmatieteen laitoksen kanssa.



Kuva 1. Metsien terveydentilan laaja-alainen seuranta toteutetaan osalla valtakunnan metsien inventoinnin pysyviä koelajoja.



Kuva 2. Intensiiviseuranta-alat (14 kpl) sijaitsevat eri puolilla Suomea kuusikoissa ja männikoissä. Havaintoalat ovat pääosin talousmetsissä.

Pitkäaikaista seuranta tarvitaan

Metsissä tapahtuvat muutokset ovat hitaita ja ilmenevät viiveellä. Pitkäaikaisen seurannan etuja ovat:

Aikasarjat

Mahdollistavat trenditarkastelut, joita voidaan käyttää myös ennusteiden laatimiseen

Otannan edustavuus

Edustava seurantaverkko tuottaa luotettavaa tietoa (laaja-alainen seuranta)

Samapaikkainen ja samanaikainen monipuolinen havaintotoiminta

Mahdollistaa syy-seuraussuhteiden tarkastelun (intensiiviseuranta)

Jatkuvuus ja säännöllisyys

Myös satunnaisten ja ennakoimattomien ilmiöiden, kuten radioaktiivisen laskeuman tai myrskytuhojen dokumentointi ja vaikutustarkastelu onnistuu

Standardoidut menetelmät ja laadunvarmistusjärjestelmä

Parantavat tulosten vertailtavuutta

Meta/Hannu Nousiainen





Kansainväliset sopimukset velvoittavat ympäristön tilan seurantoihin



Ympäristön tilan seurantaan velvoittavat useat kansainväliset sopimukset. Laillisesti sitoviksi voidaan katsoa YK:n puitteissa solmitut ilmastopopimus (Kioton pöytäkirja) ja biologista monimuotoisuutta koskeva yleissopimus (CBD, Convention on Biological Diversity), koska niiden määräysten voimaansaattamiseksi on laadittu kansalliset asetukset.

Laillista sitoumusta vailla ovat esimerkiksi Kaukokulkeumasopimus (CLRTAP, Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution) sekä Forest Europe (MCPFE-sopimus, Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe). YK:n Euroopan talouskomission alaisuudessa toimiva Kaukokulkeumasopimus velvoittaa jäsenmaita raportoimaan ilmansaasteiden vaikutuksista metsiin ja tätä työtä tehdään ICP Forests -ohjelman puitteissa. Useat ICP Forests -ohjelman seuraamista indikaattoreista sisältyvät myös MCPFE-sopimukseen.

Tuhot aiheuttavat äkillisiä muutoksia metsien kuntoon

Seppo Nevalainen, Martti Lindgren, Antti Pouttu ja Jaakko Heinonen



Metla/Pekka Pietiläinen

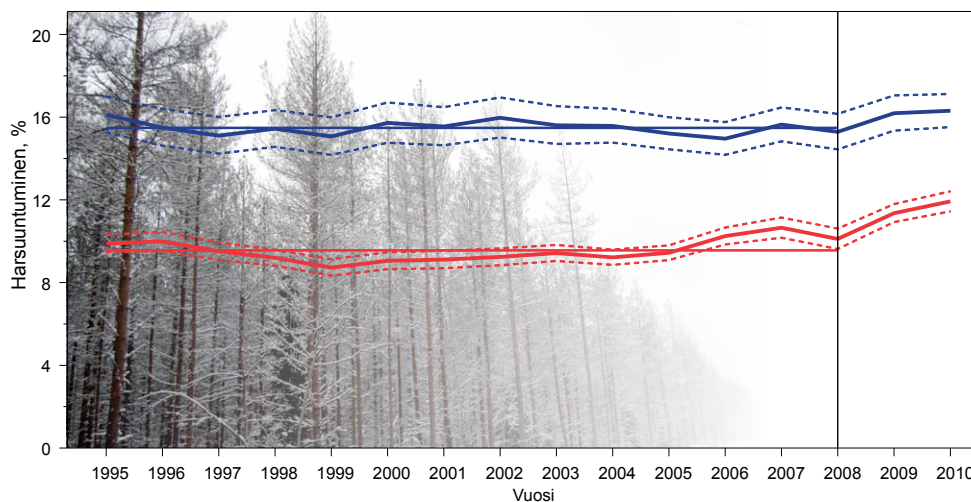
Sieni- ja hyönteistuhot aiheuttavat suurimmat välittömät uhat metsien terveydelle. Ilmaston muuttuessa myrsky- ja kuivuustuhojen sekä uusien tuholaisten riskien odotetaan kasvavan. Metsien terveydentilan säännöllinen seuranta on tärkeää, jotta muutoksista tiedetään ajoissa. Merkittävimmät laaja-alaiset tuhoepidemiat ovatkin paljastuneet Metlan seurannoissa.

Äkillisiä alueellisia muutoksia ovat viime vuosina aiheuttaneet erityisesti ruskomäntypistiäiset. Pahimmat niiden aiheuttamat männyn neulaskatoalueet ovat Pohjanmaalla. Männiköissä ovat olleet yleisiä myös versosurma-sienitaudin aiheuttamat tuhot maan länsiosissa vuosina 1988–89 sekä kuivuuden aiheuttamat väriviat ja neulaskato vuosina 2006–07.

Harsuuntumista eli neulaskatoa määriteltäessä tarkastellaan etenkin puiden latvuskuntoa. Puiden latvuskuntoa ja siinä tapahtuvia muutoksia on valtakunnallisella tasolla seurattu 25 vuoden ajan. Koko maata tarkastellen muutokset harsuuntumisessa ovat olleet melko pieniä. Noin puolet harsuuntumisen eroista metsiköiden välillä johtuu puiden ikävaihtelusta.

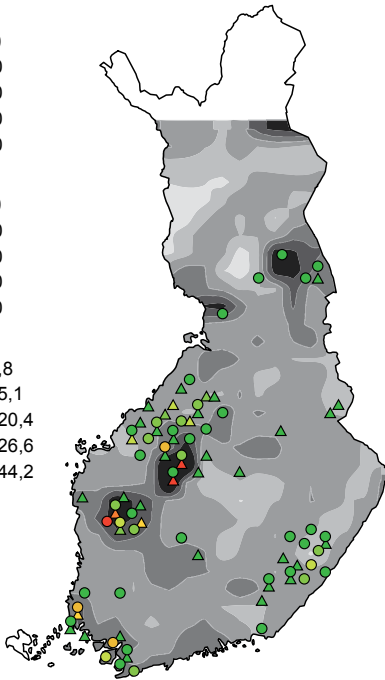
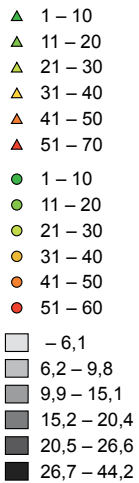
Männyn keskimääräinen harsuuntuminen on ollut lievä, joskin se on lisääntynyt vuodesta 2006 alkaen. Sellaisia männiköitä, joiden harsuuntuminen lisääntyi trendinomaisesti vuosina 1995–2008 oli selvästi enemmän Etelä-Suomessa kuin pohjoisessa, joskin vaihtelu lähikäistenkin koealojen välillä oli suurta

Seurannan alkuvuosina kuusien keskimääräinen harsuuntuminen lisääntyi selvästi muutaman vuoden ajan, minkä jälkeen latvuskunto parani ja on pysynyt viime vuodet melko vakaana. Kuusien harsuuntuminen oli vuonna 2010 suurinta maan pohjoisosissa ja toisaalta aivan etelärannikolla.



Kuusien (sininen) ja männyn (punainen) ikäkorjattu keskimääräinen harsuuntumisaste luottamusväleeseen 1995–2010. Kuvassa näkyy myös harsuuntumisen yleiskeskiarvo 1995–2008. Eri otoksista johtuen viimeisimmät tulokset vuosina 2009 ja 2010 eivät ole suoraan vertailukelpoisia keskenään tai aikaisempien vuosien tulosten kanssa. Kuva: Metla/Pekka Pietiläinen.

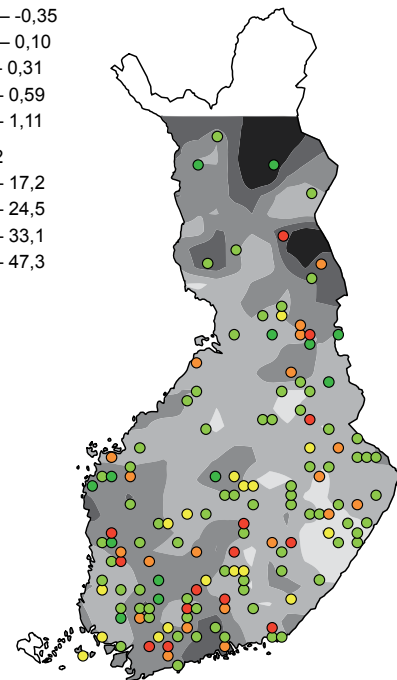
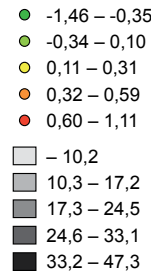
Männyn harsuuntuminen 2010 ja mäntypistiäistuhot 2009–2010



Männyt ovat harsuuntuneimpia Pohjanmaalla. Kartassa näkyy myös mäntypistiäistuhojen painopisteen siirtyminen vuosien 2009 (ympyrät) ja 2010 (kolmiot) välillä. Värit ilmaisevat tuhonaalaisten mäntysten määrän arviointilohkolla.

Puiden vuotuinen kuolleisuus seurantakoealoilla on ollut keskimäärin 0,18 %. Tuuli, lumi ja lahottajasienet, erityisesti juurikäpää, ovat yleisimmät tunnistetut kuolinsyyt. Suurimmat vuotuiset kuolleisuusarvot johtuvat myrskytuhoista.

Kuusen harsuuntuminen 2010 ja mediaanitrendi 1995–2008



Kuuset ovat harsuuntuneimpia maan pohjoisosissa ja toisaalta aivan etelärannikolla. Harsuuntuminen on lisääntynyt (punasävyiset ympyrät) enemmän maan etelä- kuin pohjoisosissa.

Valtakunnan tasolla harsuuntumisen ja rikki- tai typpilaskeuman välillä ei ole löytynyt selvää yhteyttä. Toisaalta harsuuntuminen ei ole vähentynyt alueilla, missä rikkilaskeumat ovat eniten vähentyneet.



A photograph of a person in a forest, wearing a green long-sleeved shirt, a dark vest, and blue jeans. The person is holding a long, red measuring tool (a diameter tape) against a tree trunk, looking up at the top of the tool. The forest is filled with tall, thin trees, likely pines or spruces, with a dense canopy of green needles. The ground is covered with green grass and small plants.

Metsien terveyttä seurataan myös metsien inventoinnin yhteydessä

Kari T. Korhonen

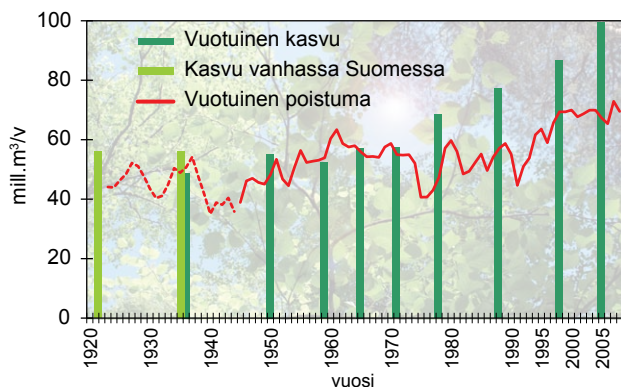
Suomen metsien terveydentilan ja monimuotoisuuden seuranta sekä uusimpana kasvihuonekaasujen raportointi ovat tulleet keskeiseksi osaksi valtakunnan metsien inventoinnin (VMI) tehtävää. Yleiseurooppalainen metsien terveydentilan seuranta on toteutettu osana valtakunnan metsien inventointia vuodesta 2009 lähtien.

VMI:n tulokset kertovat, että puuston kasvu on kaksinkertaistunut 1920-luvulta nykyhetkeen. Nykyinen puuston kasvu on noin 100 miljoonaa kuutiometriä vuodessa. Hyvä kasvu selittyy sillä, että metsät ovat täyspuustoisia, nuoret metsät metsänhoitorästien vuoksi jopa ylitieheitä, ja hyväkasvuisten nuorien metsien osuus on suuri.

Metsävarat ovat lisääntyneet viime vuosisadan alkuun verrattuna yli 50 %:lla. Puuston kokonaistilavuus oli 1920-luvun alussa nykyisen Suomen alueella 1,4 miljardia kuutiometriä, kun se tänään on 2,2 miljardia kuutiometriä. Puuston määrä lisääntyy, koska kasvu on suurempaa kuin hakkuista ja puuston luontaisesta kuolemasta aiheutuva poistuma (kuva 1).

Puuston määrän ja kasvun lisäys on tapahtunut pääasiassa 1970-luvun alun jälkeen ja selittyy 1960-luvulla aloitetulla määrätietoisella metsienparannustoiminnalla – harsintahakkuista luovuttiin jo 1950-luvun alussa, metsäojitus on muuttanut puuttomia ja vähäpuustoisia soita metsämaaksi ja vähäpuustoisten, vajaatuottoisten metsien ala on pienentynyt.

Monimuotoisuuden seurannoissa merkittävin havainto on lahoppuuston lisääntyminen. Etelä-Suomessa lahoppuuston määrä on lisääntynyt 2000-luvulla (kuva 2). Muutos selittyy osittain sillä, että 1990-luvun lopulta lähtien metsänhoito-ohjeissa on suositeltu jättämään lahoppuut ja monimuotoisuuspuustoa uudistushakkuiden yhteydessä. Osittain tulos selittyy myös ensiharvennusrästeistä johtuvalla metsien ylitieheydellä ja vuoden 2000 myrskytuhoilla.



Kuva 1. Puuston kasvu ja poistuma 1920-luvulta lähtien. Viime vuosina hakkuupoistuma ja puiden luontainen kuoleminen on ollut noin 70 % kasvusta. Kuva: Eeva Pudas.

Puuston kasvu on kaksinkertaistunut 1920-luvulta nykyhetkeen

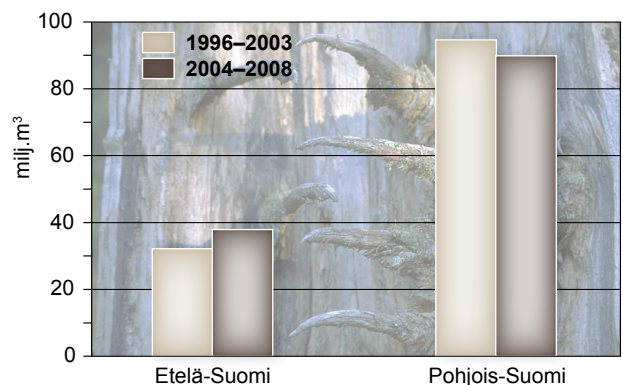


Suomen metsävarat jatkuvassa seurannassa

Metla on seurannut Suomen metsien tilaa 1920-luvulla lähtien tilastolliseen otantaan perustuvalla **valtakunnan metsien inventoinnilla (VMI)**. Inventoinnit käynnistettiin, koska kaskitalouden, tervanpolton, poimintahakkuiden ja nousevan metsäteollisuuden epäiltiin johtavan metsien häviämiseen. 1920-luvun ensimmäisen inventoinnin jälkeen VMI on toistettu noin 10 vuoden välein. Nykyisin yksi inventointikierto on 5 vuotta ja seuranta on jatkuvaa eli mittauksia tehdään vuosittain koko maassa.

Lisätietoa: www.metla.fi/ohjelma/vmi/info.htm

Metsätuhojen seuranta osoittaa, että vakavimpia tuhoja, jotka aiheuttavat metsän välittömän uudistustarpeen, on havaittavissa vain 0,5 prosentilla metsämaan alasta. Vakavia, metsän laatuun selvästi vaikuttavia tuhoja on 9 prosentilla metsämaan alasta. Merkittävin tuhonaiheuttaja on hirvi.



Kuva 2. Kuolleen puuston määrä on 2000-luvulla lisääntynyt Etelä-Suomessa.

Ilmastonmuutos

lisää pohjoisten kangasmetsien hiilivarastoa

Hannu Ilvesniemi, Pekka Tamminen, Jaakko Heikkinen, Tiina Tonteri ja Leila Korpela

Ilmaston lämmetessä Suomen metsien hiilivarasto mitä todennäköisimmin lisääntyy, sillä nykytilanteessa Etelä-Suomessa on hiiltä sekä maassa että puustossa enemmän kuin Pohjois-Suomessa.



Eteläsuomalaisella metsäneliömetrillä on keskimäärin 10 kiloa hiiltä, Pohjois-Suomessa noin 20 % vähemmän. Etelä-Suomessa puuston maanpäälliseen ja maanalaiseen osaan sitoutuneen hiilen määrä on hieman suurempi kuin kivennäismaa- (ylin 40 cm) ja humuskerroksissa yhteensä. Pohjois-Suomessa metsämaa on puustoa merkittävämpi hiilivarasto.

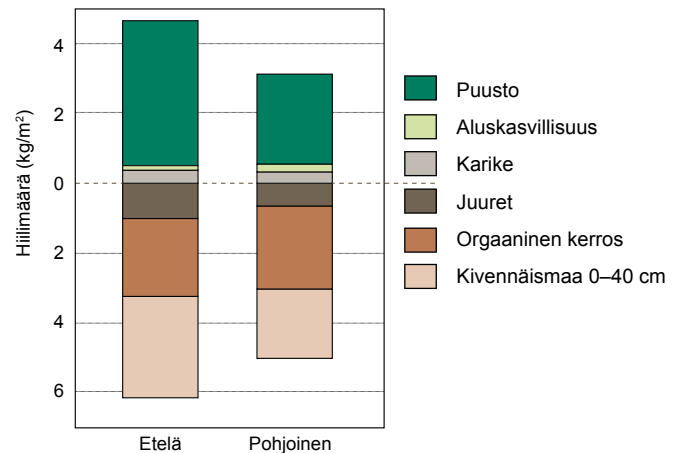
Tulokset ovat EU-rahoitteen BioSoil-hankkeen satoa, jossa kehitettiin koko Euroopan alueelle soveltuvia maaperän seuranta- ja tutkimusmenetelmiä tulevaisuuden tarpeita silmällä pitäen.

Miksi tieto metsien hiilivarastoista ja metsämaasta on tärkeää?

Metsä ovat osa kansallista hiilitasetta. Nykyisten ilmastomuutoksen ehkäisyyn tähtäävien sopimusten osana sopimuksen allekirjoittaneiden valtioiden tulee raportoida kaikki alueellaan tapahtuvat merkittävät kasvihuonekaasujen päästöt ja nielut.

Suomessa metsiä koskeva raportointi perustuu valtakunnan metsien inventoinnin yhteydessä tehtäviin puustomittauksiin, sekä näistä tiedoista laskettaviin metsä-

maan hiilivaraston koon muutoksiin. Niin kauan kuin raportointi ei perustu suoriin maasta tehtäviin mittauksiin, laskennan alkuarvojen määrittämistä varten tarvitaan luotettavaa tietoa maan hiilivaraston koosta erilaisilla kasvupaikoilla maan eri osissa.



Koaloilta määritettiin kasvillisuuteen ja maaperään sitoutuneen hiilen määrä. Hiiltä oli sekä maassa että puustossa enemmän Etelä-Suomessa kuin Pohjois-Suomessa. Etelä-Suomessa puuston maanpäälliseen ja maanalaiseen osaan sitoutuneen hiilen määrä oli hieman suurempi kuin 40 cm paksuisessa kivennäismaakerroksessa ja humuskerroksessa yhteensä, pohjoisessa tilanne oli päinvastainen eli maassa oli hiiltä jonkin verran enemmän kuin puustossa.



Lahopuusto toimii monimuotoisuuden mittarina

Juha Siitonen

Lahopuun lisääminen – esimerkiksi arvokkaiden elinympäristöjen säästämisen sekä säästöpuuston avulla – on ollut keskeinen talousmetsien luonnonhoidon tavoite.

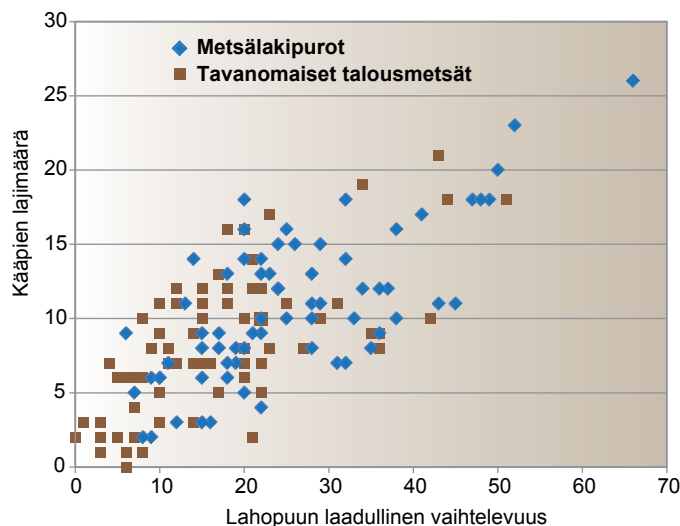
Kuollut ja lahoava puusto on monimuotoisuudelle tärkeä metsikön rakennepiirre. *Lahopuusta riippuvaisia lajeja eli saproksyylejä*, etupäässä lahottajasieniä ja selkärangattomia eläimiä, on Suomessa yhteensä noin 4000–5000 lajia, mikä tarkoittaa vähintään viidesosaa koko metsälajistostamme. Lahopuun alhainen määrä talousmetsissä on tärkein yksittäinen metsälajiston uhanalaistumisen syy, se on arvioitu uhanalaisuuden syyksi 523 metsälajille.

Euroopan metsäekosysteemien tilaa seuraavan Forest Focus -toimintaohjelman pilottihankkeessa selvitettiin, missä määrin metsikkötunnuksia, kuten puuston ikää, elävän puuston tilavuutta ja puulajisuhteita sekä lahopuustoa, voidaan käyttää lajiston monimuotoisuuden indikaattoreina. Lahopuuston tilavuus ja vaihtelevuus selittää yleensä huomattavan osan metsikön saproksyyli-lajiston lajirikkaudesta.

Useimmiten lahopuuston diversiteetti, eli laadullinen vaihtelevuus, selittää lajimäärää paremmin kuin lahopuuston tilavuus (kuva 1). Riippuvuusuhde on helpos-ti ymmärrettävä: mitä enemmän erilaisia lahopuulaatuja (eri puulajit, lahoasteet, läpimitat jne.) metsikössä on, sitä useampi laji voi löytää paikalta lisääntymiseensä sopivia isäntäpuita.

Mahdolliset muutokset lahopuustossa, sen lisääntyminen tai väheneminen, heijastuvat ajan mittaan myös lajistoon. Lajien taantuminen tai elpyminen tapahtuu

kuitenkin aikaviiveellä. Tämä ilmenee muun muassa siten, että Etelä-Suomen alueella on huomattavia alueellisia eroja lahopuulajiston lajirikkaudessa ja etenkin uhanalaisten lajien esiintymisessä. Vähiten uhanalaista lajistoa esiintyy lounaisimmassa ja eteläisimmässä Suomessa, missä metsien käyttö on ollut pisimpään voimaperäistä, ja eniten Itä-Suomessa alueilla, missä metsänkäyttöhistoria on lyhyempi. Puustoltaan samanlaisella kohteella voi siis olla erilainen lajisto alueesta riippuen.

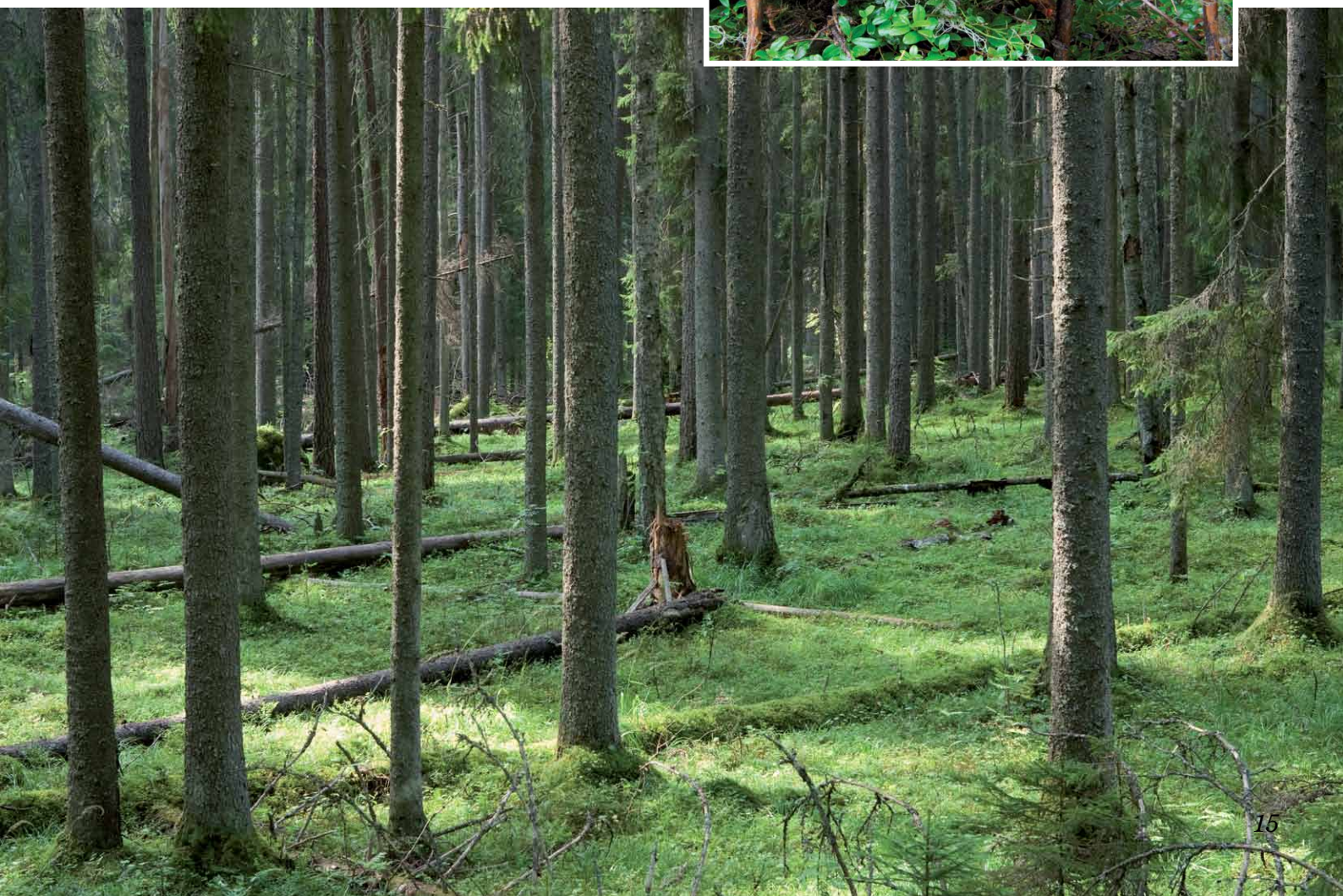


Kuva 1. Kääpien lajimäärä oli suurempi metsälakikohteilla kuin tavanomaisissa talousmetsissä, mikä johtui metsälakikohteiden suuremmasta lahopuuston tilavuudesta ja suuremmasta lahopuuston laadullisesta vaihtelevuudesta.

Lahopuun määristä ja laadusta Suomen metsissä on kerätty kattavasti tietoa vuodesta 1996 lähtien valtakunnan metsien inventoinnin (VMI) yhteydessä. Myös suoraan metsälajistoon kohdistuvia seurantoja on järkevää ja tehokasta liittää VMI:n pysyvään koelaverkkoon. Tästä esimerkkinä ovat kolme kertaa toteutettu aluskasvillisuuden inventointi.

Ruostekääpä kasvaa vielä melko kovien kuusimaapuiden alapinoilla. Ruostekääpä on yleinen vanhoissa luonnonmetsissä, mutta se tulee toimeen myös vanhoissa talousmetsissä, jos vain lajille sopivia maapuita on riittävästi. Kuva: Metla/Reijo Penttilä.

Kääpälajisto on inventoitu kerran vuonna 1995 pysyville koelaloille. Vastaavan inventoinnin toistaminen tuottaisi arvokasta, laajaan ja systemaattiseen otokseen perustuvaa tietoa lahoppulajistostamme.



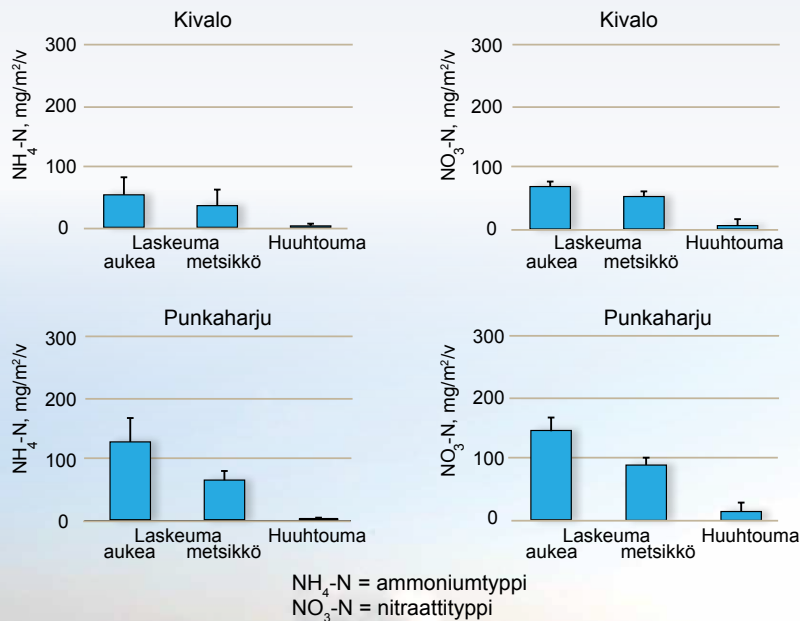
Metsät ovat keskeisiä pohjaveden suojelussa

Antti-Jussi Lindroos, Kirsti Derome ja Tiina M. Nieminen

Metsät tarjoavat yhteiskunnan kannalta tärkeän ekosysteemipalvelun jarruttamalla ja estämällä typpilaskeuman huuhtoutumista pohjavesiin. Kun metsät tekevät suodatuksen tehokkaasti ei typpi pääse heikentämään pohjaveden laatua.

Suomessa metsäekosysteemien typenkierto on erittäin tehokasta. Etelä-Suomessa metsiin kohdistuvasta vuotuisesta typpilaskeumasta, joka on noin 3–4 kg hehtaaria kohden, huuhtoutuu pohjavesiin kangasmetsissä alle 0,5 kg hehtaarille. Pohjois-Suomessa laskeuma on 1–2 kg hehtaarille ja huuhtouma Etelä-Suomen tapaan erittäin vähäistä.

Tilanne on toinen Keski-Euroopan kuormitetuilla metsämailla, joissa typen huuhtoutuminen pohjavesiin voi olla huomattavan suurta. Typpilaskeuma voi Keski-Euroopassa olla suurimmillaan yli kymmenkertainen Etelä-Suomen tilanteeseen nähden, ja suuren laskeuman alueilla ja typen kyllästämillä metsämailla huuhtoutumi-



sen on mitattu olevan jopa kymmeniä kiloja typpeä hehtaarilta. Tilanteen korjaamiseksi onkin esitetty typpipäästöjen selvää vähentämistä.

Metsämaihin kohdistuvaa rikkilaskeumaa on onnistuttu vähentämään tehokkaasti ilmansuojelutoimien ansiosta viimeisten vuosikymmenien aikana, ja laskeuma Etelä-Suomessa onkin vain kolmannes huippuvuosista

*Typpilaskeumia
on
seurattava*



1980-luvulla. Typpilaskeumassa ei vastaavaa selvää vähenemistä ole tapahtunut, eikä ole odotettavissa lähivuosina.

Euroopan tasolla typen huuhtoutumien seuraaminen erilaisilla laskeumakuormitusalueilla on tulevaisuudessa erityisen tärkeää. Näin voidaan varmistua metsien typen pidättämiseen perustuvan suojavaikutuksen säilymisestä Suomen kaltaisilla alueilla sekä toisaalta arvioida riskejä ja pohjavesihaittojen ehkäisykeinoja kuormitetuilla alueilla.



Raskasmetallilaskeuma on vähentynyt Suomessa

Jarmo Poikolainen

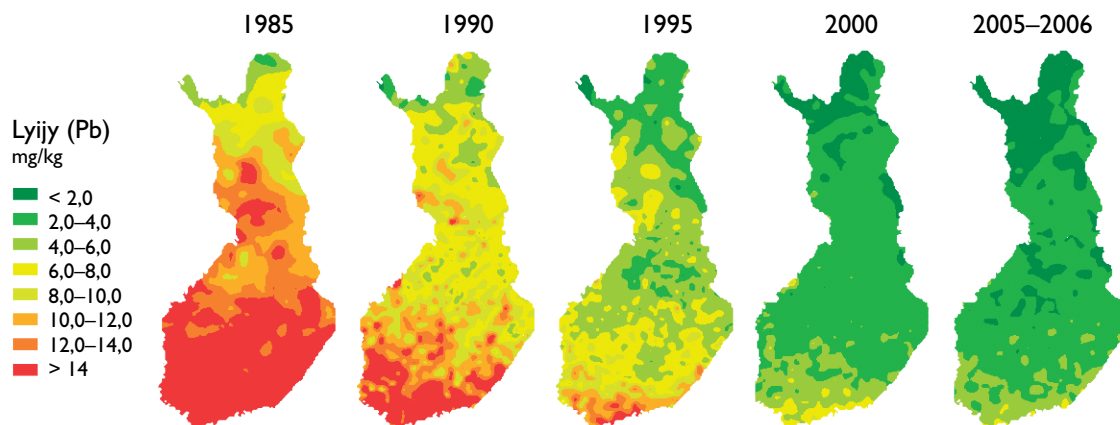
Nykyisin raskasmetallien laskeuma on Suomessa Luoteis-Lappia ja muutamien suurten teollisuuslaitosten ympäristöjä lukuunottamatta Euroopan alhaisimpia. Metla on kartoittanut raskasmetallilaskeumaa sammalten pitoisuuksien perusteella viiden vuoden välein vuodesta 1985 lähtien valtakunnan metsien inventoinnin koelaloilla.

Lyijy, kadmium ja vanadiini leviävät helposti kaukokulkeumana. Niiden pitoisuudet sammalissa ovat alentuneet seurantajaksolla tutkituista metalleista kaikkein eniten ja pitoisuudet vähenevät selvästi etelästä pohjoiseen. Pitoisuuksien väheneminen on ilahduttavaa, sillä lyijy ja kadmium ovat elohopean ohella elollisen luonnon kannalta myrkyllisimpiä raskasmetalleja. Niiden myrkyllisyyttä lisää kerääntyminen ravintoketjuissa.

Lyijylaskeuman vähenemiseen on vaikuttanut ennen kaikkea lyijyttömään bensiiniin siirtyminen 1990-luvulla. Kun sammalten lyijypitoisuus oli vuonna 1985 keskimäärin Suomessa noin 15 mg/kg ja korkeimmat pitoisuudet lähellä 50 mg/kg, niin vuonna 2005 keskimääräinen pitoisuus oli vain noin 3 mg/kg ja maksimipitoisuudetkin 10 mg/kg tienoilla (Kuva 1).

Kadmiumin suurimpia päästölähteitä ovat metalliteollisuus ja jätteenpolttolaitokset, *vanadiinin* metalliteollisuus ja öljynjalostamot. Kadmiumin keskimääräinen pitoisuus sammalissa on laskenut seurantajaksolla noin 0,40 mg:sta 0,10 mg:aan kilossa ja vanadiinin noin 5 mg:sta 1,5 mg:aan kilossa.

Elohopea poikkeaa muista raskasmetalleista siinä suhteessa, että se esiintyy ilmakehässä pääosin kaasumaisessa muodossa ja saattaa kulkeutua jopa tuhansien kilometrien päähän päästölähteistä. Sammalten elohopeapitoisuudet ovat yleisesti ottaen Suomessa alhaisia, keskimäärin noin 0,050 mg/kg. Pitoisuudet ovat seurantajaksolla alentuneet hiukan.



Kuva 1. Sammalten lyijypitoisuus on vähentynyt Suomessa vuosina 1985-2006.

Kupari, nikkeli ja kromi ovat raskasmetalleja, joiden pitoisuudet ovat olleet koko seurantajakson ajan alhaisia tausta-alueilla. Muutamien suurten päästölähteiden ympäristössä pitoisuudet ovat kuitenkin kohonneet suhteellisen korkeiksi (kuva 2). Koillis-Lapissa kupari- ja nikkelipitoisuudet ovat vaihdelleet suuresti Kuolan niemimaalla sijaitsevien metallisulattojen päästömääristä ja tuulen suunnista riippuen. Harjavallan ympäristössä pitoisuudet ovat laske-

neet ja päästöjen vaikutusalue on selvästi pienentynyt. Tornion jaloterästehtaan päästöt ovat näkyneet samalla selvästi kohonneina kromipitoisuuksina Lounais-Lapissa. Pitoisuudet ovat laskeneet terästehtaan päästövähennysten myötä.

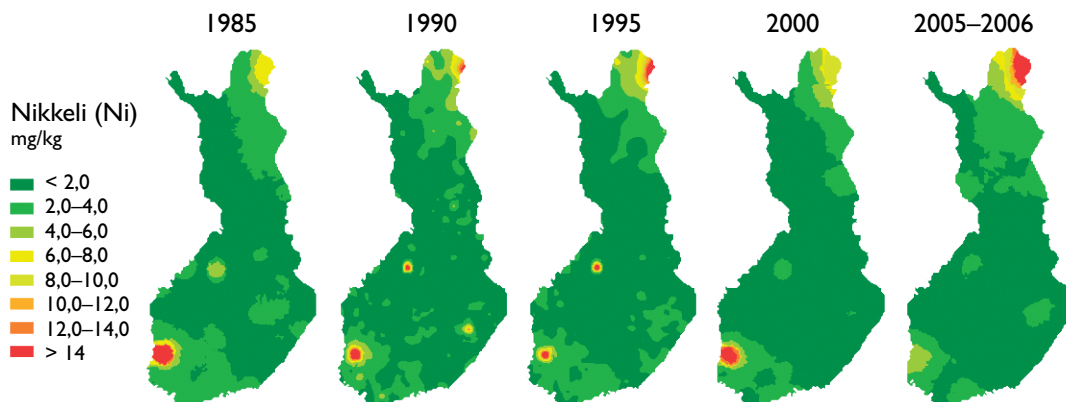


Rauta ja sinkki ovat eläville eliöille vähäisinä määrinä tarpeellisia. Molempia pääsee ilmaan muun muassa metalliteollisuudesta, mutta myös kasvuympäristöllä on jonkin verran vaikutusta niiden pitoisuuksiin sammalissa. Teollisuuden päästöistä johtuvia keskimääräistä korkeampia pitoisuuksia todettiin paikoin Etelä- ja Keski-Suomessa. Kummankin pitoisuudet ovat laskeneet, myös teollisuusalueilla.

Raskasmetallien laskeuman vähene- mistä on edesauttanut tiukentunut lainsäädäntö ja sen myötä päästöjen vähentämiseen sovellettu uusi tek- nologia. Kehitys on ollut samansuuntaista myös muual- la Euroopassa, mikä on vähentänyt ilman epäpuhtauksi- en kaukokulkeumaa Suomeen.



Metlan tutkimukset ovat nykyisin osa Euroopan laajuista kartoitusta. Lisätietoa: www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/raskasmetalli/index.htm



Kuva 2. Korkeita nikkeli- ja kuparipitoisuuksia todettiin Koillis-Lapissa sekä Harjavallassa metalleja jalostavien teollisuuslaitosten ympäristössä.



Puiden vuosirytmää seurataan kasvupannojen ja fenologisten havaintojen avulla

Pentti Niemistö ja Egbert Beuker

Fenologisten havaintojen, kuten puiden vuotuisen kasvun, silmujen puhkeamisen, kukinnan ja lehtien kellastumisen avulla tutkitaan säävaihtelujen ja ilmaston muutoksen vaikutuksia metsäluonnossa. Tulosten perusteella voidaan saada todisteita ilmaston pitkäaikaisista muutoksista ja mahdollisesti myös ennakoida eri puulajien sopeutumista ja kasvupotentiaalia muuttuvissa olosuhteissa.

Puiden kasvukauden käynnistyminen keväällä riippuu lämmistä lämpötiloista, kun taas kasvun päättymistä säätelee yön pituuden lisääntyminen syyskesällä. Ensin päättyy pituuskasvu, sitten rungon paksuuskasvu. Juurten kasvu jatkuu pitkälle syksyyn.

Vuosina 2009 ja 2010 rauduskoivun kukinta alkoi Etelä-Suomessa jo vapun tienoilla ja lehtisilmut alkoivat aue-ta pian sen jälkeen. Paksuuskasvun on havaittu alkavan silloin, kun lehdet kasvavat selvästi ohi hiirenkorvavaiheen.

Vuonna 2010 kuusen paksuuskasvu alkoi Etelä-Suomessa jo 15.–17.5. Syynä oli todennäköisesti erittäin lämmin jaks 14.–22.5. Lapissa kuusten paksuuskasvu päättyi vuonna 2009 jo heinäkuun 9. päivä, vuonna 2010 lähes kuukautta myöhemmin. Koivun ja kuusen paksuuskasvu näyttää yleensä loppuvan heinäkuun lopussa tai elokuun alussa.

Kasvupannat ovat hyvä menetelmä puiden kasvun tarkkaan seurantaan, mutta eivät yksinään riitä. Täydennettynä muilla fenologisilla havainnoilla, jatkuvalla sääseurannalla ja solutason kasvunäytteiden analysoinnilla niillä on mahdollista päästä luotettaviin tuloksiin, kun kaikki olennaiset mittauksiin ja puun paksuuteen vaikuttavat ilmiöt opitaan tuntemaan.



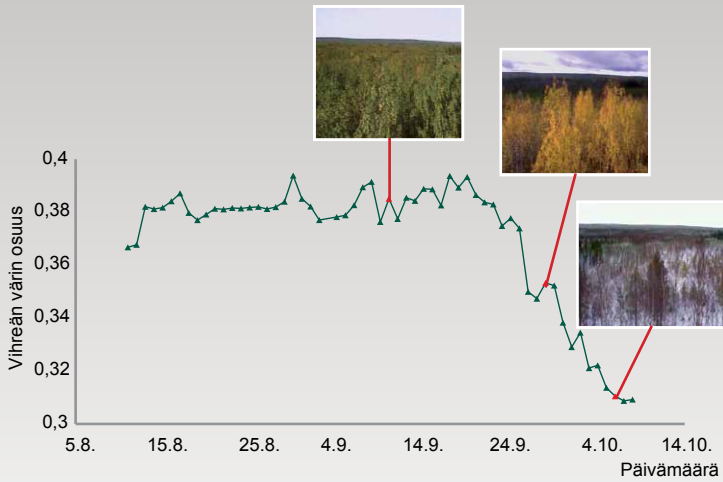
Automaattisesti rungon ympärysmittaan muutoksia mittaavat kasvupannat rekisteröivät puiden paksuuskasvua tunnin välein ja näiden havaintojen perusteella voi päätellä kasvun alkamisen ja päättymisen ajankohdan. Paksuuskasvua seurataan myös manuaalisesti luettavilla kasvupannoilla.

Koivun ja kuusen fenologisia havaintoja ja paksuuskasvun seuranta neljällä paikkakunnalla vuosina 2009 ja 2010.

	Vuosi	Kukinta alkoi	Silmut puhkesivat	Paksuuskasvu alkoi	Lämpösumma	Paksuuskasvu päättyi	Lehdet varisivat
Raudus, Punkaharju	2009	4.5.	4.5.-11.5.	25.5.*		5.8.	24.8.-14.10.
	2010	29.4.	3.5.-12.5.	15.5.	61 dd	25.7.	25.8.-20.10.
Kuusi, Punkaharju	2009		25.5.-1.6.	20.5.	105 dd	5.8.	
	2010	21.5.	19.5.-26.5.	17.5.	90 dd	25.7.	
Kuusi, Tammela	2009			19.5.	104 dd	3.8.	
	2010			16.5.	64 dd	25.7.	
Kuusi, Juupajoki	2009			30.5.*		1.8.	
	2010			16.5.	67 dd	11.8.	
Kuusi, Kivalo	2009			3.6.	105 dd	9.7.	
	2010			4.6.	164 dd	6.8.	

* Kasvu oli jo käynnistynyt, kun pannat asennettiin keväällä 2009

Fenologista seuranta digitaalikameroilla



Kivalon koivikosta päivittäin syksyllä 2009 otetuista kuvista on helposti määritettävissä ajanjakso jolloin lehdet alkavat kellastumaan ja putoavat.

Kuudelle intensiiviseuranta-alalle on asennettu automaattiset digitaalikamerat, joilla seurataan lehvästön kehittymistä kasvukauden aikana päivittäin. Menetelmä perustuu vihreän värin määrään kuvissa tai niiden osissa. Suhteellisen vihreän värin käytön etuna on se, että varsinaisilla valaistusolosuhteilla ei ole niin suurta merkitystä. Tällä hetkellä menetelmä toimii lehtipuille (koivu), mutta suunnitelmassa on kehittää se soveltuvaksi myös havupuille.



Digitaalikamera kiinnitettynä sääsemaan eli säätorniin.

Rauduskoivun lehtisilmut puhkeavat nykyisin keväällä keskimäärin kahdeksan päivää aikaisemmin kuin sata vuotta sitten.

Fenologia on tieteenala, joka tutkii biologisten ilmiöiden rytmikkäitä – kuten silmujen puhkeamista – ja eri tekijöiden vaikutusta siihen.

Mitä olisi metsä ilman mustikkaa?

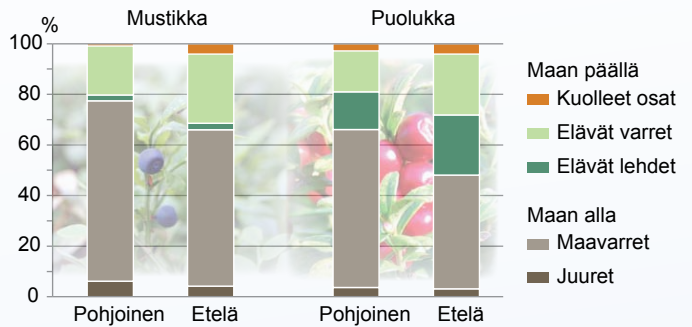
Maija Salemaa, Tiina Tonteri, Pasi Rautio, Leila Korpela,
Markku Tamminen ja Hannu Ilvesniemi



Pelkästään puulajien lukumäärän perusteella Suomen havumetsät ovat melko vähälajisia. Varvut, ruohot ja heinät sekä pohjakerroksen sammalat ja jäkälät luovat kuitenkin metsään monilajisen ja vaihtelevan aluskasvillisuuden. Metsäluontomme olisi yksitoikkoinen ilman keväisten vuokkojen kukkaloistoa, marjamättäitä ja vihreästä sammalpeitteestä pilkistäviä jäkäläitä. Aluskasvillisuus indikoi hyvin kasvupaikan ravinteisuutta ja metsän puuntuotoskykyä. Se suojaa ja ruokkii suuren joukon eläimiä ja rakentaa näin perustaa koko metsän biodiversiteetille.

Aluskasvillisuus antaa vauhtia metsien ravinnekierrolle, säätää vesitaloutta ja vaikuttaa puuston uudistumiseen. Metsämaan orgaaninen pintakerros syntyy aluskasvillisuuden – etenkin sammalten ja varpujen – kuolleista osista ja puiden tuottamasta lehti- ja neulaskarikkeesta. Mustikka tiputtaa lehtensä joka syksy, ja niiden ravinteet palautuvat maassa nopeasti ekosysteemin ainekiertoon. Pohjoisissa metsissä aluskasvillisuus sitoo myös suuren määrän hiiltä. Varsinkin puuvartisten varpujen laajat maanalaiset maavarsiverkostot toimivat pitkäaikaisina hiilivarastoina. Jopa 80 % mustikan biomassasta voi olla maan alla (kuva1).

Suomen metsäkasvillisuuden yleisyys- ja runsaussuhteet tunnetaan poikkeuksellisen hyvin valtakunnan metsien inventointien ja niihin liittyneiden kasvillisuustutkimus-



Kuva 1. Mustikan ja puolukan biomassan jakautuminen prosentteina maan päälle ja alle. Sekä pohjoisessa että etelässä kuusi intensiivitasen koelaa.

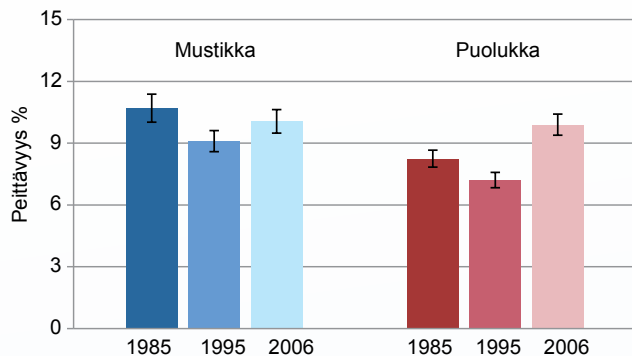
ten ansiosta. Pysyvät seurantakoealat tuottavat tietoa niin kasvillisuuden muutoksesta kuin muutoksien syistä. Näiden tietojen avulla voidaan ennustaa miten ilmasto-
muutos vaikuttaa puustoon ja metsäkasvillisuuteen.



Meda/Hannu Nousiainen

Metsätalous muuttaa kasvillisuutta eniten

Intensiivisellä metsänkasvatuksella on ollut suurempi merkitys aluskasvillisuuden runsaussuhteille kuin millään muulla tekijällä. Suomen metsien ikärakenne ja puulajisuhteet ovat muuttuneet 1950-luvun jälkeen niin voimakkaasti, että esimerkiksi valtavarpujemme puolukan ja mustikan peittävyudet ovat pienentyneet joillakin alueilla jopa puolella. Viime vuosikymmeninä (1985–



Kuva 2. Mustikan ja puolukan keskimääräiset peittävydet koko Suomessa ajanjaksolla 1985–2006. Aineistossa on 443 kangasmet-sien koealaa, joista osa on hakkaamattomia ja osa metsänhakkuihin käsiteltyjä. Kaikilla koealoilla tutkittiin kolmena ajankohtana samo-jen neljän näyteruudun (4 x 2m²) kasvilajisto ja arvioitiin lajien peit-tävydet prosentteina.

2006) mustikan keskimääräinen peittävyys kangasmet-sissä on kuitenkin pysynyt melko vakaana eli keskimää-rin 10 prosentin suuruisena (kuva 2). Puolukan peittä-vyys on kääntynyt jo lievään nousuun, 8 prosentista 10 prosenttiin. Keskiarvot on laskettu pysyvien koealojen verkostolta, mukana on sekä hakkaamattomia että ha-kattuja metsiä.

Aluskasvillisuuden muutokset hakkaamattomissa metsissä pieniä

Kun varvikot saavat kehittyä rauhassa, niiden peittävy-ydet ovat suurimmillaan vanhoissa metsissä. Mustikan peittävyys on pysynyt melko tasaisesti 20 prosentin tun-tumassa tuoreissa ja 10 prosentin tasolla kuivissa, hak-kaamattomissa yli 60-vuotiaissa metsissä vuosien 1985 ja 2006 välillä (kuva 3). Puolukan peittävyys on lievästi pienentynyt tuoreilla, mutta lisääntynyt kuivilla kas-vupaikoilla. Puolukan väheneminen hakkaamat-tomissa tuoreissa metsissä on ymmärrettävää, sillä nämä ovat pääasiassa kuusikoita, joissa varjostus lisääntyy puiden ikääntyessä.



Puolukka sen sijaan usein runsastuu valoisissa kuivis-sa männiköissä sukkession edetessä. Hakkaamattomi-en metsien muutoksissa on vielä vaikea nähdä mitään sel-laista, mitä ei voisi selittää säätekijöillä, puuston kasvul-la tai luontaisella sukkessiolla. Jakson 2001–2006 kohon-nut lämpösumma on kuitenkin voinut vaikuttaa puuston ja maaperän kautta varpujen menestymiseen.

Puolukka toipuu uudistushakkuun jälkeen nopeammin kuin mustikka

Metsien uudistaminen avohak-kuilla ja uudistusalojen maan-muokkaus mullistavat var-pujen elinympäristön perin-pohjaisesti. Nykyisin harjoitet-tavalla energiapuun korjuulla, jo-hon usein liittyy kantojen nosto ja hakkuutähteiden poisto, on vielä suu-remmat vaikutukset aluskasvillisuuteen kuin perinteisillä uudistushakkuilla.



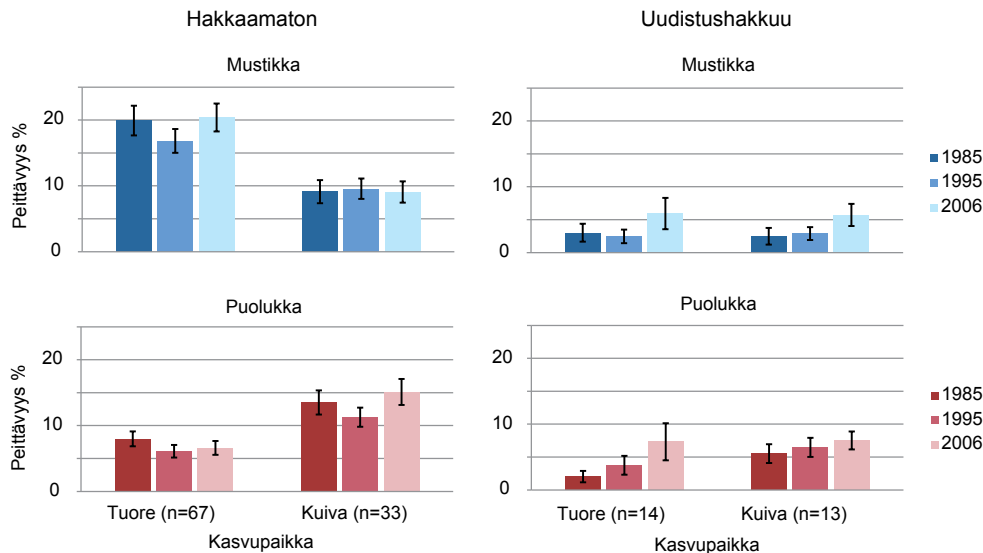
Mustikka kärsii uudistushakkuusta enemmän kuin puolukka (kuva 3). Tuoreissa kuusimetsissä mustikan peittävyys on vielä 20 vuotta uudistushakkuun jälkeen vain 5 % kun se varttuneissa metsissä on 20 %. Vastaavassa ajassa puolukan peittävyys sen sijaan palautuu lähelle hakkuuta edeltävää tasoa. Ohutlehtisenä varjoisten metsien kasvina mustikka kärsii avohakkuualueilla kuivuudesta ja suorasta auringonpaah-teesta. Nahkealehtinen puolukka sen sijaan pystyy hyödyntämään kasvussaan lisääntyneen valon määrän mustikkaa tehokkaammin. Molemmilla varpu-lajeilla maanmuokkaus on tuhoisaa maavarsille, ja kestää kymmeniä vuosia ennen kuin niiden maanalainen biomassa saavuttaa vanhan metsän mit-tasuhteet.

Suomi häikäisee sammalten ja jäkäläien lajimäärissä

Suomen havupuuvaltaiset koealat eivät yllä putkilokasvien (varvut, ruohot ja heinät) lajimäärissä samalle tasolle Euroopan lauhkeampien vyöhykkeiden kanssa. Suomi sen sijaan ohittaa kirkaasti eteläisemmät maat metsien sammal- ja jäkälälajien määrissä. Esimerkiksi Utsjoen mättykoealalla 400 m²:n suuruisella alueella kasvoi vain 9 putkilokasvilajia, mutta maksasammal-, lehtisammal-, torvijäkälä-, poronjäkälä- ja muita jäkälälajeja löytyi yhteensä 54.

Mennäänkö mustikkaan?

Vanhoille marjamaille ei kannata suunnata heti uudistushakkuun jälkeen, ei ainakaan mustikkaan. Mustikkasadot pienentyvät uudistusaloilla jopa kymmenesosaan hakkuuta edeltäneistä määristä. Joskus aukoista saattaa kuitenkin löytyä sopivan kosteita pienympäristöjä, jossa mustikka innostuu marjomaan runsaasti. Puolukka toipuu uudistushakkuusta nopeammin kuin mustikka ja se näkyy myös runsaana kukkimisena ja marjasatojen palautumisena jo muutaman vuoden kuluessa. Harvennushakatuissa metsissä marjasadot lisääntyvät valon määrän kasvaessa.



Kuva 3. Mustikan ja puolukan keskimääräiset peittävydet hakkaamattomissa yli 60-vuotiaissa metsissä (ei hakkuuta jaksolla 1975–2006) ja avohakatuilla uudistusaloilla (uudistushakkuu jaksolla 1975–1985). Kasvupaikat: tuore = lehtomaiset ja tuoret kankaat, kuiva = kuivahkot ja kuivat kankaat. n = koealojen lukumäärä.

METSÄT MUUTTUVAT on tiivis katsaus metsäympäristömme tilaan. Suomen metsien tilan seuranta on välttämätöntä kestävänsä metsien hyödyntämisen, ilmastonmuutokseen sopeutumisen sekä monimuotoisuuden säilyttämisen kannalta.

Metsäntutkimuslaitoksen metsäseurannat tuottavat meitä kaikkia koskevaa, luotettavaa tietoa metsissä tapahtuvista muutoksista.

Lisätietoja: www.metla.fi/ohjelma/myt/index.htm

ISBN 978-951-40-2301-9 (nid.)

ISBN 978-951-40-2302-6 (PDF)

