

Metsäekosysteemien toiminta ja metsien käyttö muuttuvassa ilmastossa (MIL) -tutkimusohjelman loppuraportti

MIL-kotisivu

Loppuraportti

Raportin sisältö

Fenologiset seurannat antavat tietoa ilmaston muuttumisesta

Ilman keskilämpötila on kohonnut maailmanlaajuisesti 1900-luvulla (IPCC 2001). Lämpeneminen on ollut voimakkainta pohjoisilla leveysasteilla, ja ilmiön on ennustettu voimistuvan. Tätä vahvistaa kaukana teollisista päästölähteistä Mauna Loa -vuoren huipulta Havajilta vuodesta 1958 alkaen mitattu ilman hiilidioksidipitoisuuden yhtäjaksoinen ja edelleen jatkuva kohoaminen.

Boreaalisella vyöhykkeellä ilman lämpötilan nousun vaikutus kasvien vuosirytmiiin eli fenologiaan on merkittävimpiä metsäekosysteemeihin vaikuttavia tekijöitä. Pitkät fenologiset aikasarjat ja mallintaminen ovat yksi keino saada tietoa metsäekosysteemeissä tapahtuvista muutoksista.



Kuva: Jouni Hyvärinen

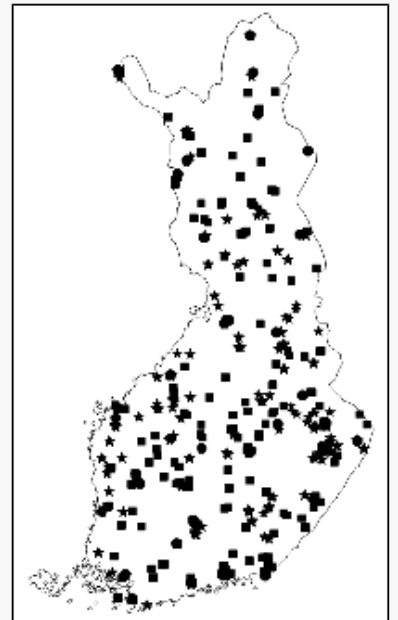
Metla perusti valtakunnallisen fenologisen havaintoverkon vuonna 1996 yhteistyössä valtion muiden tutkimuslaitosten, yliopistojen ja Metsähallituksen kanssa (Kuva 1). Valtakunnallinen havaintoverkko liittyy Euroopan laajuiseen PEP-ohjelmaan.

Seurantaverkon avulla tutkitaan metsäpuilla ja -marjoilla vuosittain toistuvia kasvutapahtumia kuten lehteentuloa, kukintaa ja pituuskasvua. Havainnot tehdään kahdesti viikossa koko kasvukauden ajan. Seurattavat ilmiöt vaihtelevat kasvilajeittain ([feno-opas 2007](#), pdf). Vuodesta 2007 lähtien havainnointi on tapahtunut puukohtaisesti tai kasvuruuduittain, jotta tulosten analysointi olisi riittävän luotettavaa. Havaintojen lisäksi tehdään kokeellista tutkimusta, josta saadaan tietoa muutosten taustalla vaikuttavista tekijöistä.

Kasvifenologinen seurantatutkimus: keväiset kasvutapahtumat aikaistuneet

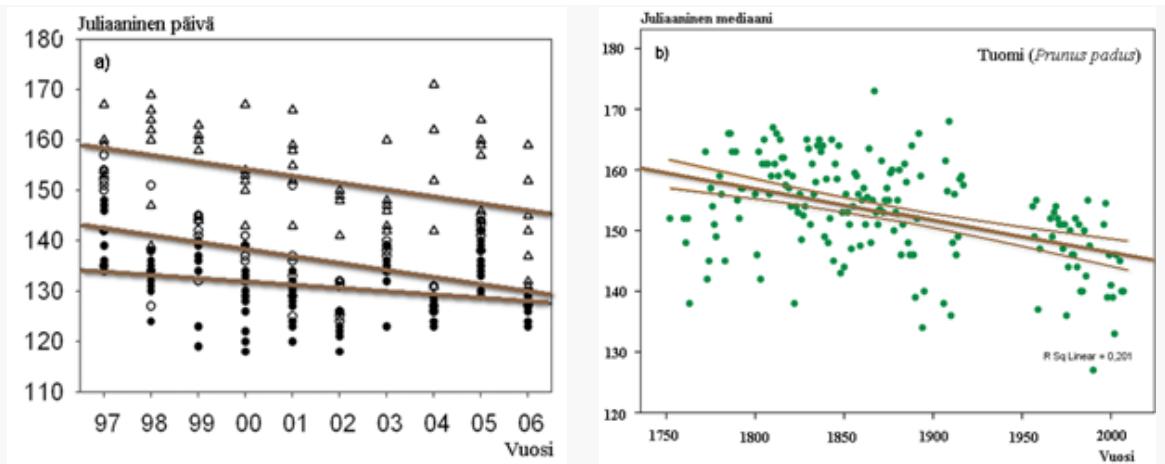
Fenologisen havaintoverkon tulosten mukaan esimerkiksi hieskoivun lehteentulo aikaistui selvästi Suomessa vuosina 1997–2006 (Kuva 2a). Myös muiden seurannassa mukana olevien puulajien monet keväiset kasvutapahtumat aikaistuivat saman seurantajakson aikana.

Esimerkiksi tuomen kukinta aikaistui keskimäärin 1,1 vrk/vuosi, ja muutoksen suunta oli tilastollisesti merkitsevä. Kukinnan aikaistuminen oli voimakkainta maan keski- ja pohjoisosissa. Tuomen kukinnan ajoittumista säätelevät pääasiassa huhti- ja toukokuun keskilämpötilat. Esimerkiksi Pohjois-Suomessa huhtikuun keskilämpötila kohosi tutkimusjaksolla 5,3 astetta. Pitkän aikavälin tarkastelussa, joka ulottuu vuodesta 1752 viime vuosiin (Kuva 2b), tuomen kukkimisen on havaittu aikaistuneen viisi vuorokautta sataa vuotta kohti.



Kuva 1. Kasvifenologinen havaintoverkko, marja- ja sienisatojen seurantametsiköt ja metsäpuiden siemensatojen tarkkailumetsiköt tutkimuksen alkuvaiheessa.

Metlan fenologisesta havaintoverkostosta koostettujen tulosten seuranta-aika oli lyhyt eli vähän yli kymmenen vuotta, mutta sen tulokset ovat yhteneviä edellä mainitun pitkän havaintojakson havaintojen kanssa. Vastaavanlaisia tuloksia on raportoitu myös muista Euroopan maista.



Kuva 2. a) Vasemmassa kuvassa hieskoivun lehteentulon aikaistuminen vuosina 1997–2006. b) Oikeassa kuvassa tuomen (*Prunus padus*) kukinnan ajoittuminen 1752–2007.

Kasvifenologisen seurannan ohessa on analysoitu myös työttötiaisen pesintäfenologian ajallista ja paikallista vaihtelua yhteistyössä Turun ja Helsingin yliopistojen kanssa. Tulosten perusteella työttötiainen, joka on yksi tyypillisimpiä havumetsälintujamme, munii nykyään yhdeksän vuorokautta aikaisemmin kuin 1960-luvulla ja kuusi vuorokautta aikaisemmin kuin 1920- ja 1930-luvuilla. Muutos selittyy pitkälti maalisi- ja huhtikuun kohoilla lämpötiloilla.

Marja- ja sienisatoennusteet pohjautuvat eri puolilla Suomea sijaitseviin havaintoruutuihin



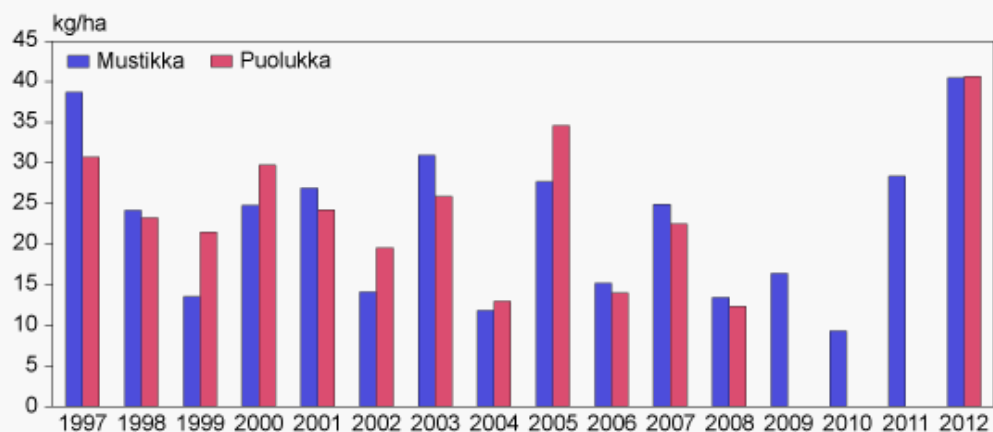
Kuva: Metla/Erkki Oksanen

Marja- ja sienisatojen seurannassa ovat mukana taloudellisesti tärkeimmät marjalajit, puolukka, mustikka ja suomuurain, sekä 30 kauppasienilajia. Viime vuosina mustikan ja puolukan tutkimusmetsiä on ollut 100 ja niissä yhteensä 500 neliömetrin kokoista koeruutua, joilta mustikan ja puolukan kukat, raakileet ja kypsät marjat on laskettu kolme kertaa kasvukauden aikana. Suomuuraimen tutkimussoita on noin 30 (150 koeruutua).

Maastossa laskettu tieto lähetetään välittömästi internetin tai puhelimen välityksellä tietokantaan ja tieto käsitellään Joensuussa. Laskennan pohjalta laaditaan 3–4 valtakunnallista [marja- ja sienisatotiedotetta](#), joissa arvioidaan marjalajien kukinnan ja kypsymisen aikataulu, marjalajien satotasot, määrään vaikuttavat tekijät ja minkälaisille kasvupaikoille parhaat sadot muodostuvat. [Marja- ja sienisatoennusteet](#) on koottu Metinfoon.

Tiedotteiden avulla pyritään lisäämään marjojen ja kauppasienten poimintaa sekä rohkaisemaan suomalaisia marjojen ja sienten käyttöön. Marjojen- ja sienten poiminta on myös hyvä liikuntaharrastus ja edistää terveellisiä elämäntapoja. Lisäksi lapsille ja nuorille se on oiva tapa oppia ymmärtämään oman marja- ja sienimetsän ominaisuudet osana ympäristökasvatusta.

Eri puolille maata perustetun koelaverkoston avulla on selvitetty vuosina 1997–2008 mustikan ja puolukan valtakunnalliset keskiarvosadot (kg/ha) eri metsätyyppien koelaloilla (Kuva 3) sekä valtakunnalliset ja alueelliset kokonaissadot. Tutkimuksen mukaan mustikan vuotuinen sato vuosina 1997–2008 on vaihdellut 92 miljoonasta kilosta 312 miljoonaan kiloon ja puolukan vuotuinen sato 129 miljoonasta kilosta 386 miljoonaan kiloon.



Kuva 3. Valtakunnalliset mustikkasadot (kg/ha) 1997–2011 ja puolukkasadot 1997–2008 eri metsätyyppien koelaloilla.

Seurantojen ohella on tutkittu myös marjasatoja ja niiden hyötyarvoja erityyppisissä metsissä. Monimuuttujamallin avulla on selvitetty tasaikäisrakenteisen ja eri-ikäisrakenteisen mustikka- ja puolukkatyyppin talousmetsän hyötyjä optimoimalla puutavaran, mustikkasatojen ja hiilen hintoja ja hyötyarvoja. Eri-ikäisrakenteisen metsän hyödyt olivat suuremmat kaikilla kolmella osa-alueella (mustikkasadot, puutavara, hiili) kuusi- ja mäntymetsässä, paitsi hiilen hyötyarvo mäntymetsissä. On myös osoitettu, että mustikan poimintatulot voivat vaikuttaa optimaaliseen hakkuuohjelmaan.

Puiden siemensatoennusteista apua metsänuudistamisen suunnitteluun



Kuva: Metla/Essi Puranen

Puiden siemensatoseurannan tutkimusaineistot perustuvat professori Risto Sarvaksen vuonna 1958 käynnistämiin siemen- ja karikesatotutkimuksiin sekä vuodesta 1979 lähtien siemensadon tarkkailumetsiköissä tehtäviin havaintoihin. Siemensatoennusteita varten tehdään vuosittain eri puolilta Suomea kukinta- ja käpyhavainnot sekä kerätään silmu- ja käpynäytteitä.

Männyn ja kuusen siemensatojen ennustaminen perustuu kolmeen eri vaiheeseen: syystalvella mikroskooppisesti tutkittaviin silmunäytteisiin, keväällä tarkkailumetsissä tehtäviin kukintahavaintoihin ja syyskesällä samojen puiden käpyjen määrän laskentaan. Hies- ja rauduskoivulla ennusteet perustuvat syksyllä tehtäviin hedekukkahavaintoihin. Metsäpuiden ajallisia ja paikallisia siemensadon vaihteluita sekä niiden yhteyttä ilmaston lämpenemiseen tutkitaan edellä mainittujen siemen- ja karikesatoaineistojen avulla. Analyysien perusteella laaditaan empiiriset mallit, joilla pystytään laskemaan ennusteita männyn ja kuusen siemensadoille.

Kuuselle ja männylle on laadittu kolme koko maan kattavaa siemensadon ennustemallia, jotka perustuvat kukkimista edeltävien kahden kasvukauden säätunnuksiin. Mallien avulla on mahdollista laatia alustava, ensimmäisen vaiheen siemensatoennuste, joka ulottuu kuusella 1,5 ja männyllä 2,5 vuoden päähän. Uudet, säätekijöihin perustuvat ennustemallit tarjoavat merkittävän lisän metsäpuiden siemensatojen ennustamiseen. Ennusteet helpottavat siemenkeräyksen ja niiden rahoituksen suunnittelua sekä toimivat apuvälineenä metsänuudistamisratkaisuja tehtäessä. Ennusteita voidaan hyödyntää tehtäessä päätöksiä metsänuudistamistavasta tai luontaisen uudistamisen ajoittamisesta siemensatojen perusteella.

Pohjois-Suomessa esiintyy harvoin, noin kerran kymmenessä vuodessa sellaisia vuosia, jolloin männyn siemensato on samanaikaisesti sekä määrällisesti että laadullisesti hyvä. Jos kasvukauden lämpöolot tulevaisuudessa kohoavat, laadullisesti hyvät männyn siemenvuodet voivat yleistyä Pohjois-Suomessa, koska lämpötila on siellä tärkein siementen tuleentumiseen vaikuttava tekijä. Vuodesta 1960 alkaneissa siemensatosarjoissa ei ollut havaittavissa trendinomaisia piirteitä.

Kirjoittajat: *Eero Kubin, Jarmo Poikolainen, Kauko Salo, Tatu Hokkanen, Jorma Pasanen ja Anne Tolvanen*

- Hankkeen vetäjä: erikoistutkija [Eero Kubin](#)
- Muut tutkijat: Jaakko Heinonen, Tatu Hokkanen, Risto Häkkinen, Outi Manninen, Jarmo Poikolainen, Kauko Salo, Eira-Maija Savonen, Eila Tillman-Sutela ja Anne Tolvanen
- Hanke 3517: [Metsäkasvien fenologia ja satoennusteet muuttuvassa ilmastossa](#)
- [Hankkeen julkaisut](#)

- [Metinfo - Fenologia](#)
- [Marjojen ja sienten satoennusteet](#)

[Takaisin raportin sisältöön](#)

[Sivun alkuun](#)

Tämän artikkelin pysyvä osoite on
<http://urn.fi/URN:NBN:fi:metla-201210036206>