

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

MIL-kotisivu

Loppuraportti

Raportin sisältö

## Metsänjalostuksella edistetään metsäpuiden sopeutumista muuttuvaan ilmastoon

Ilmastoennusteiden mukaan vuoden keskilämpötila voi nousta Suomessa vuosisadan loppuun mennessä jopa yli 7 °C ja sadanta lähes 40 % ajanjaksoon 1961–1990 verrattuna. Lämpötilan nousun ja sateisuuden lisääntymisen arvioidaan olevan suurin talviaikaan. Kasvukautta puolestaan uhkaavat ilmastolliset ääri-ilmiöt, kuten pidentyvät helle- ja kuivuusjaksot sekä rankkasateet.

Metsäpuumme ovat pitkäikäisiä, joten menestyäkseen niiden tulee sopeutua vaihteleviin ja muuttuviin ympäristöoloihin. Metsätalouden kannalta tärkeitä kysymyksiä ovat: Millainen on puulajiemme ja eri alkuperien sopeutumiskyky tulevaisuuden ilmastossa? Mitä kriteereitä tulisi käyttää puu- ja puulajivalinnoissa tulevaisuuden metsänviljelyä varten? Voidaanko esimerkiksi rakenteellisia erityispiirteitä, kuten kapealatvaisuutta käyttää valintakriteerinä hyvästä sopeutumiskyvystä tuulituhojen välttämiseksi?

### Eteläistä alkuperää olevat taimet vaurioituvat herkemmin kuin paikalliset

Suomessa metsien kasvun on arvioitu lisääntyvän merkittävästi, etelässä 12 %:lla ja pohjoisessa jopa 109 %:lla nykyiseen verrattuna. Kasvuhyödyt jäävät saamatta, jos puut kuolevat jo taimivaiheessa heikon talveentumisen, talvilevon purkautumisen tai liian aikaisen kasvuunlähdon vuoksi.

Selvitimme kuuden metsäpuun taimilla niiden sopeutumista A1B-skenaarioiden mukaisiin olosuhteisiin 2100-luvulla. Tutkimme kokeellisesti, miten lämpötilan nosto, sadantamuutokset ja kohotettu hiilidioksidipitoisuus vaikuttavat taimien pakkaskestävyyden kehittymiseen syksyllä, miten edellisen kasvukauden olosuhteet muuttavat taimien talvilevon purkautumisherkkyyttä talviaikaisen lämpöjakson yllättäessä sekä suveentumiseen keväällä. Kokeissa oli yhteensä noin 170 000 tainta. Koemateriaalina olivat eteläsuomalaiset ja lähinnä Baltian maista, Etelä-Ruotsista, Tanskasta, Puolasta sekä Saksasta peräisin olevat männyt, kuuset, koivut, tammet ja metsälehmukset. Kaikki testatut haavat olivat Etelä-Suomesta.

Tutkimustulosten mukaan taimien selviytymismahdollisuuksiin vaikuttavat kasvuolosuhteet ja niiden alkuperä. Sekä kotimaisten että eteläisten alkuperien talveentumisnopeus hidastui kasvatusolosuhteiden lämmitessä, talvilevon purkautumisalttius kasvoi ja kasvuunlähde siirtyi hieman myöhemmäksi.

Eteläiset alkuperät vaurioituivat enemmän kuin kotimaiset, kun kasvukauden lämpötilat nousivat. Tämä johtui siitä, että tutkimuksessa käytettiin eteläsuomalaisia valaistusolosuhteita, joihin Suomea eteläisemmät alkuperät eivät ole sopeutuneet. Valo mahdollisesti eteläisten alkuperien kasvun jatkumisen pitkälle syksyyn. Ne myös aloittivat kasvun hieman aikaisemmin kuin paikalliset alkuperät.

Tutkimuksessa verrattiin myös metsikkösiemenestä ja



Kuva: Metla/Erkki Oksanen

#### Koetuloksia taimien sopeutumisesta tulevaisuuden ilmastoon:

- Kasvukauden kohonneet lämpötilat hidastivat talveentumista selkeästi. Männyllä ja kuusella talveentuminen myöhästyi viikosta kahteen, ja haapa saattoi jäädä talveentumatta. Alttius jälkikasvulle lisääntyi ja oli herkin haavalla ja tammella.
- Korkeissa kasvulämpötiloissa hiilidioksidi nopeutti talveentumista tutkituilla havupuulajeilla.
- Kuivuus yhdessä korkeiden lämpötilojen kanssa hidasti nopeakasvuisten lehtipuiden talveentumista.
- Kasvukauden aikaisten kasvatuslämpötilojen nousu nopeutti talvilevon purkautumista sydäntalvella lehtipuilla, mutta havupuilla vauriotaso jäi vähäiseksi.
- Lämpimien kasvuolosuhteiden johdosta heikosti talveentuneilla lehtipuilla lyhytkin lämpöjakso talvella aiheutti mittavia vaurioita ja korkeat kasvukauden aikaiset lämpötilat yhdistettynä kuivuuteen aikaistivat ja voimistivat vahinkoja.
- Edellisen kasvukauden olosuhteet vaikuttivat nuorten

jalostetuista siemeneristä kasvatettujen männyn taimien menestymistä muuttuvissa oloissa. Alustavien tulosten perusteella eroja ei ollut eli talveentuminen, talvilevon purkautumisriski ja suveentuminen oli samanlaisia siemenlaadusta riippumatta.

taimien kasvunlähdtöön seuraavana keväänä: mitä kylmemmät olosuhteet edellisenä kasvukautena sen aikaisemmin taimet lähtivät kasvamaan seuraavana keväänä. Kosteus ja korkea hiilidioksidipitoisuus korkeammassa kasvatuslämpötiloissa näytti jonkin verran hidastavan kasvuunlähdtöä.

Tulevaisuuden olosuhteet vaikuttavat merkittävästi myös puiden lisääntymiseen. Eri puulajit reagoivat eri tavoin ja eri aikaan ympäristöolosuhteisiin, mikä saattaa vaikuttaa eri lajien ja alkuperien lisääntymispotentialiin. Esimerkiksi hybridihaapa saattaa hyötyä lämpenevästä ilmastosta enemmän kuin kotimainen haapa. Männyn geenivirran havaittiin olevan varsin voimakasta ja siitepölyn alkuperä- ja genotyyppi näyttävät vaikuttavan myös siementuotantoon.

## Metsänjalostusta tarvitaan: Suomen tulevaisuuden olosuhteita ei löydy muualta

Suomi on on siinä mielessä erikoinen maa, että mistään ei löydy olosuhteista, jotka vastaavat Suomen tulevaisuuden olosuhteita. Tämä johtuu siitä, että päivänpituudeltaan Suomea vastaavat alueet ovat joko selvästi kylmempiä tai erittäin mereisiä alueita. Etelän lämpimimmillä alueilla päivänpituus on kasvukauden aikana lyhyempi kuin Suomessa.

Metsänjalostuksen perinteiset menetelmät ovat hitaita ja valinta perustuu aina menneisyyden olosuhteissa tehtyihin mittauksiin. Uusien valintamenetelmien kehittäminen on välttämätöntä, kun pyritään turvaamaan parhaiten soveltuvan viljelymateriaalin saatavuus myös tulevaisuudessa.

Sopeutuneen materiaalin varhaisvalinnan kehittämiseksi tutkimme, miten syysvärin kehittyminen ja silmunmuodostus kuvaavat talveentumista. Tuloksemme osoittivat, että mitään selkeää yhteyttä päätesilmun muodostumisen ja talveentumisen välillä ei ole. Syysvärin yhteys talveentumiseen oli sen sijaan selvä. Myös yli 10 vuotta jatkuneiden kenttäkokeiden tulokset osoittavat, että taimitarhalla aikaisemmin syysvärjäytyneet taimet selviävät maastossa paremmin hengissä kuin siemenerän vihreänä pysyneet taimet.

Toisena keskeisenä tutkimusaiheena valintamenetelmien kehittämisessä arvioimme, miten eri tavoin saatuja tuloksia voidaan yleistää. Yleishavainto on, että lyhytkestoisten ”pikakokeiden” tuloksiin tulee suhtautua varovaisesti ja parhaimmillaankin yleistettävyyksi liittyy lähinnä selviytymiseen liittyviin ominaisuuksiin. Käytännössä tämä viittaa siihen, että pyrittäessä valitsemaan materiaalia jonkun ominaisuuden suhteen muuttuviin ja/tai vaihteleviin ympäristöolosuhteisiin pitäisi myös selvittää käytettävien valintamenetelmien tarkkuus ja tehokkuus riittävän monipuolisesti.

## Kapeanlatvainen kuusi soveltuu tehokkaaseen biomassan tuotantoon

Puiden hyvä sopeutumiskyky on olennaisen tärkeää, jotta ne selviävät tulevaisuuden ilmastossa. Tuleviin olosuhteriskeihin voidaan varautua myös viljelytekniikalla. Yksi vaihtoehto on kiertoaikojen lyhentäminen ja muutokset metsänhoidon toimenpiteissä ja niiden ajoituksessa.

Pitkäaikaisten kenttäkokeiden perusteella näyttää siltä, että perinnöllisesti kapealattvaisen kuusen (*Picea abies f. pendula*) kiertoaikaa voitaisiin lyhentää ja sitä kautta alentaa muun muassa tauti- ja tuuliturhoriskii. Tuho- ja tuuliriskii vähentää myös se, että kapealattvaisella kuusella harvennushakkuuta ei tarvita, vaan puusto korjataan avohakkuuna kiertoajan jälkeen.

Tuotteena olisi tällöin lähinnä kuitupuuta, jolla voitaisiin päästä varsin korkeisiin hehtaarikohtaisiin tuotoksiin puuaineksen rakenteenkin pysyessä varsin korkeatasoisena. Myös männnyllä pienioksaainen puutyyppi voisi mahdollistaa nykyistä jonkin verran lyhyemmän kiertoajan.

## Miten metsänhoidossa pitäisi varautua ilmastomuutokseen?

Tutkimuksen perusteella näyttää siltä, että tuulipölytteisesti lisääntyvät puulajit pystyvät varsin nopeasti sopeutumaan jopa suhteellisen nopeisiin muutoksiin. Tästä huolimatta metsänviljelyssä pitää kiinnittää huomiota erityisesti siihen, millä puulajeilla ja erityisesti millä alkuperillä Suomen metsät tulevaisuudessa uudistetaan.

Tutkimuksen tulokset viittaavat vahvasti siihen, että suorilla siemensiirroilla Keski-Euroopasta, eli lämpöolosuhteista, jotka Suomessa voivat vallita 2080–2100 paikkeilla, ei ainakaan sopeutumisen suhteen voiteta mitään, vaan pikemminkin päinvastoin. Nykyisin käytössä olevat taimialkuperät näyttävät selviävän selvästi paremmin myös tulevaisuuden olosuhteissa kuin etelämmästä tuodut alkuperät. Jonkin verran eteläisempää – Viro, Latvia, ehkä Etelä-Ruotsi – siemenmateriaalia voitaneen tulevaisuudessa ehkä käyttää.

Myös kiertoaikojen ja istutustiheyksien muutoksilla voidaan rajoitetusti lieventää ilmastomuutoksen vaikutuksia. Yksi mahdollisuus olisi käyttää varsinkin lajien sisäisiä hybridejä, joista hybridihaapa on hyvä esimerkki. Se tuottaa nykyisissä olosuhteissa paremmin kuin kumpikaan sen peruslajeista eikä sen sopeutuminen tulevaisuudenkaan olosuhteisiin näytä olevan huonompi kuin paikallisella haavalla.

Soveltuvien hybridien tuottaminen ja testaaminen varsinkin lajeilla, joissa kasvullinen lisäys on mahdollista, pitäisikin ottaa keskeiseksi tutkimus- ja kehittämiskohteeksi, kun pohditaan tulevaisuuden

metsänviljelymateriaaleja. Muita keskeisiä tutkimus- ja kehittämiskohteita pitäisi olla korkea plastisuus eli käytännössä genotyyppien ja alkuperien kyky hyödyntää muuttuvia olosuhteita, sekä hyvä stabiliteetti, joka auttaisi ennustamaan miten puut reagoivat muuttuviin olosuhteisiin.

Kirjoittaja: *Pertti Pulkkinen*

- Hankkeen vetäjä: erikoistutkija [Pertti Pulkkinen](#)
- Muut tutkijat: Anne Pakkanen, Sinikka Salonen, Eira-Maija Savonen, Lu-Min Vaario ja Saira Varis
- Hanke 3439: [Metsät 2050](#)
- [Hankkeen julkaisut](#)

[Takaisin raportin sisältöön](#)

[Sivun alkuun](#)

Tämän artikkelin pysyvä osoite on  
<http://urn.fi/URN:NBN:fi:metla-201210036202>

Päivitetty: 05.10.2012 /KPB/SJor

| Copyright Metla | [Palaute](#)