

## Voiko metsämaan vesitaseen simuloineilla selittää ja ennustaa metsän kuivuusvaurioiden esiintymistä?

Tapio Linkosalo<sup>1\*</sup>, Petteri Muukkonen<sup>1</sup> ja Annikki Mäkelä<sup>2</sup>

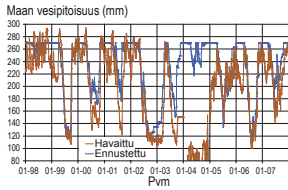
Tutkimuksessa simuloitiin maan vesipitoisuutta yksinkertaisella maavesimallilla, ja verrattiin simuloituja kuivuuspäiviä havaittuihin kuivuusvaurioihin.

### Maavesi-malli

- Yksinkertainen ”ämpäri”-malli
- Sadanta meteorologisesta datasta
- Potentiaalista evapotranspiraatiota  $E_0$  skaalataan säteilystä (PAR), lämpötilasta (T) ja ilmankosteudesta (D) riippuvilla funktioilla:

$$E_t = (E_0 \cdot f(PAR) \cdot f(T) \cdot f(VPD) + a_1 \cdot PAR + a_2) \cdot f(\theta)$$

- Lisäksi mallissa on maaperän vesipitoisuudesta riippuva rajoitinfunktio  $f(\theta)$

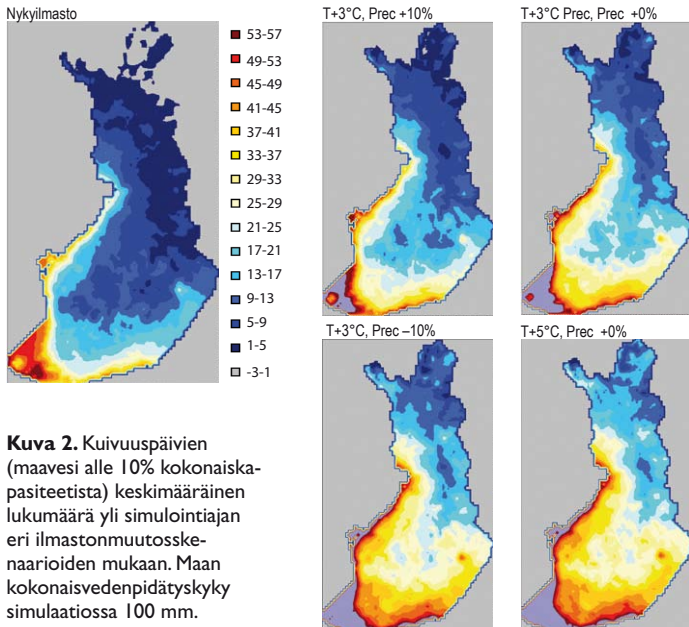


**Kuva 1.** Maavesimallin testaukseen käytettiin SMEAR-ase-malla tensiometreillä mitattuja maan vesipitoisuuksia.



### Kuivuuspäivä-simulaatio

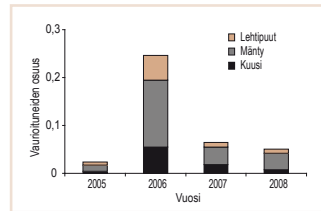
- Ilmastonmuutosta simuloitiin muokkaamalla päivittäistä säädätaa
- Lämpötilaa nostettiin 3°C tai 5°C
- Sadannan intensiteettiä muutettiin -10%, ±0% tai 10%
- Nykyilmastossa kuivuuspäivät ovat varsin harvinaisia, paitsi kuivimmilla kasvupaikoilla, rannikolla ja Ahvenanmaalla
- Ilmaston muuttuessa kuivuuspäivien määrä kasvaa, mutta muutos ei ole dramaattinen



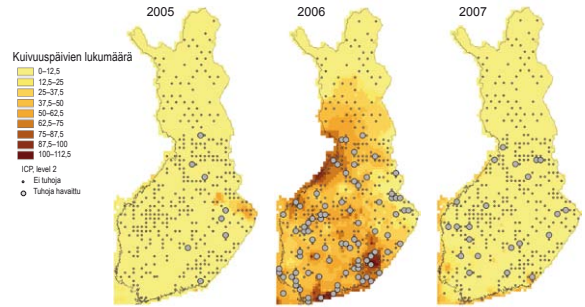
**Kuva 2.** Kuivuuspäivien (maavesi alle 10% kokonaiskapasiteetista) keskimääräinen lukumäärä yli simuloitujen eri ilmastonmuutoskenaarioiden mukaan. Maan kokonaisvedenpidätyskyky simulaatiossa 100 mm.

### Kuivuusvaurio-havainnot

- Havainnot ICP Level 1 -koaloilta (valtakunnallinen metsien kunnon ja terveydentilan seuranta) Metsäntutkimuslaitoksen toimesta
- Aineistossa n. 600 koelaa, jotka mitataan vuosittain
- Koealat mitataan vain kerran kesässä, joten vuoden havaintoajankohta voi olla myös ennen mahdollista kuivuusjaksoa



**Kuva 3.** Kuivuusvaurioita kärsineiden koalojen osuus eri vuosina, koalan pääpuulajin mukaan. Vauriot ovat yleisimpiä männyllä, mutta vuosien välillä on suurta vaihtelua.



**Kuva 4.** Visuaalisesti tarkastellen kuivuuspäivien määrällä ja havaituilla vaurioilla näyttäisi olevan yhteyttä; osassa tapauksista vauriohavaintoja edeltävän vuoden kuivuuspäivillä.

**Taulukko 1.** Yksinkertaisilla numeerisilla menetelmillä (korrelaatiot ja nelikentät) ei vauriohavaintoja kuitenkaan pysty selittämään.

|                        | 2005                |                           | 2006                |                           | 2007                |                           |
|------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------|
|                        | ei kuivuusvaurioita | kuivuusvaurioita havaittu | ei kuivuusvaurioita | kuivuusvaurioita havaittu | ei kuivuusvaurioita | kuivuusvaurioita havaittu |
| ei kuivuuspäiviä       | 97,2                | 2,5                       | 73,6                | 23,4                      | 16,5                | 0,5                       |
| kuivuuspäiviä > 25 kpl | 0,3                 | 0,0                       | 1,8                 | 1,2                       | 77,1                | 5,9                       |

Ilmiön kuvaamiseen tarvitaan mutkikkaampia malleja. Maaperän vedenpidätyskyvyn vaihtelu lienee merkittävin vaurioita selittävä tekijä, jota ei tässä mallissa ole otettu huomioon?