

# Taimikon kehityksen ja käsittelyiden simulointi

- Projektiryhmä
  - Tapio Räsänen, Simo Kaila, Mika Lehtonen ja Markus Strandström
- Rahoittajat
  - A. Ahlström Osakeyhtiö, Koskitukki Oy, Kuhmo Oy, Metsähallitus, Metsäliitto Osuuskunta, Metsäteollisuus ry, Pölkky Oy, Stora Enso Oyj ja Vapo Timber Oy
- Kumppanit
  - Tero Kokkila, Annikki Mäkelä ja Eero Nikinmaa (Helsingin yliopiston metsäekologian laitos)
  - Juha Ruuska ja Sauli Valkonen (Metsäntutkimuslaitos)

## Projektin tavoite ja tehdyt raportit

- **Tavoite**
  - Tavoitteena oli koota tärkeimmät suomalaiset taimikoiden kasvua ja kehitystä kuvaavat mallit yhdeksi sovellukseksi, jolla voidaan simuloida taimikoiden kehitystä ja käsittelyvaihtoehtojen vaikutuksia puustoon.
- **Raportit**
  - Metsätehon raportti 174, 11.6.2004:  
Taimikon kehityksen ja käsittelyiden simulointi
  - Metsätehon katsaus 2/2004:  
Taimikon kehityksen ennustaminen
  - Taimikkosimulaattorin käyttöohje, 17.9.2004

## Mihin Taimikkosimulaattori on tarkoitettu?

- Käytännön metsänhoidon kehittämisen apuvälineeksi
  - taimikoiden käsittelyvaihtoehtojen vertailuun
  - taimikonhoito-ohjeiden laatimiseen
  - koulutuksen tueksi
  - kehitettynä liitettäväksi metsätalouden suunnittelun ja seurannan tietojärjestelmiin
- Tutkimus- ja kehitystyöhön
  - kasvumallien laadintaan ja testauksiin
  - taimikoiden kasvatusvaihtoehtojen vertailuihin
  - taimikonhoidon työmenetelmien kehittämiseen

## Taimikoiden hoitoa ja kehittymistä koskevat tietotarpeet (1)

- Tietämystä siitä, kuinka taimikot kehittyvät luonnostaan ja kuinka eri toimenpiteet vaikuttavat, tarvitaan metsänhoidon ohjeistuksen ja koulutuksen sekä käytännön päätöksenteon tueksi.
- Puuston kehitystä pitäisi voida ennustaa toimenpidevaihtoehtojen vertailemiseksi.
- Ennustamiselle asettavat haasteita monipuolistuneet metsänuudistamiskäytännöt ja niiden aiheuttama sekapuulajisten ja eri-ikäisrakenteisten taimikoiden lisääntyminen.
- Taimikoiden käsittelyt vaikuttavat ensiharvennuksen ajoitukseen, hakkuukertymiin ja kannattavuuteen sekä energiapuun hankintamahdollisuuksiin nuorista metsistä
  - käsittelyillä vaikutetaan puulajisuhteisiin ja järeyskehitykseen
  - ensiharvennusta haittaavan alikasvoksen tiheys ja pituus

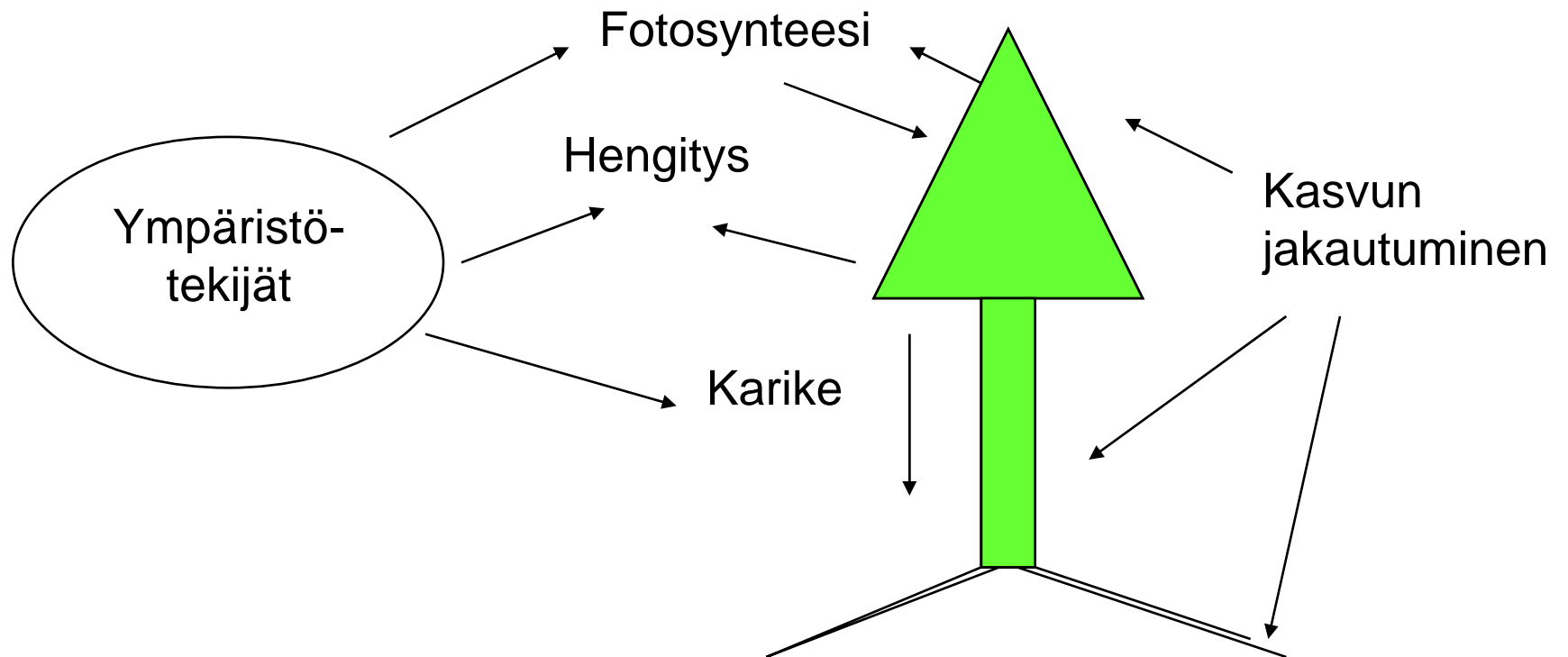
## Taimikoiden hoitoa ja kehittämistä koskevat tietotarpeet (2)

- Taimikoiden käsittelypäätökset koskevat useimmiten perkauksen ja harvennuksen ajoitusta ja poistettavien puiden valinnan voimakkuutta ja valintatapaa
  - perkauskertojen määrä ja uudelleenperkauksen välttäminen
  - toimenpiteiden kustannusvertailut
- Taimikonhoidossa painottuvat lähivuosina
  - kustannustehokkuuden tavoittelu ja vähenevien työvoimaresurssien tehokas käyttö
  - työmenetelmien kehittäminen
  - puuston laatukehityksen huomiointi
- Töiden kohdentaminen hoidon kannalta tärkeimpiin taimikoihin tai taimikon osiin, perkaustyön minimointi ja optimaalinen ajoitus ovat päätöksenteon haasteellisia kysymyksiä
  - perkauskohteet voidaan löytää inventoinneilla tai pyrkiä ennustamaan kuvion perkaustarve kasvumalleilla

## Taimikoiden kasvumallit

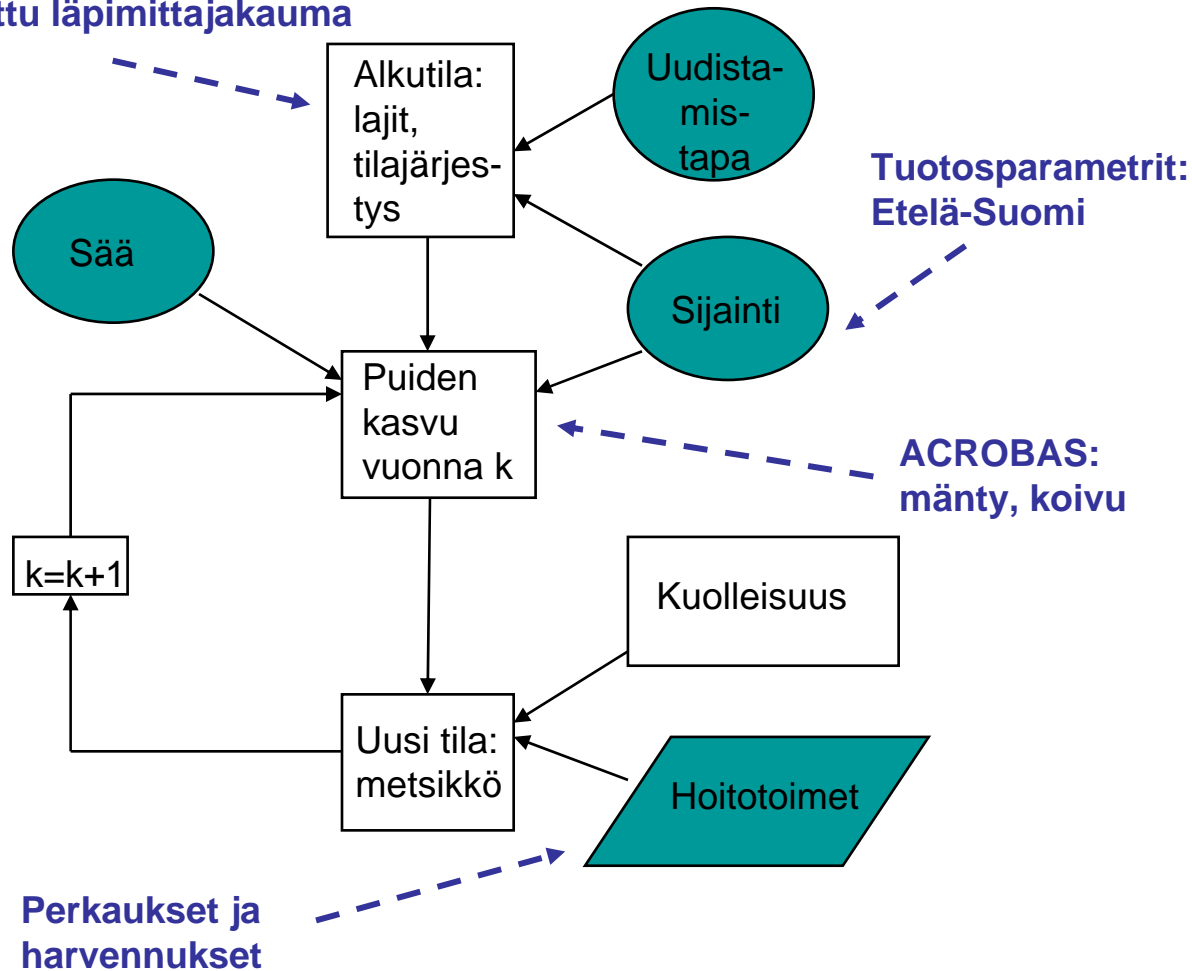
- Kasvumalli on matemaattinen kuvaus metsän kehitysdynamiikasta, jossa osatekijöitä ovat puiden syntyminen, kasvu ja kuoleminen
  - useimmiten yksittäisten kasvun osatekijöiden (esim. läpimitan tai pituuden) mallien muodostama malliryhmä
  - vain puukohtaisia malleja mukana Taimikkosimulaattorissa
  - simuloinnin lähtöpuuston muodostamisen eli puiden määrää ja kokojakaumaa kuvaavat mallit
- Kasvumallit voidaan jakaa kahteen rakenteelliseen pääryhmään:
  1. empiiriset eli tilastolliset mallit
  2. puun kasvuprosesseja (elintoimintoja) kuvaavat mallit
    - Acrobas –malli Taimikkosimulaattorissa
- Varsinaisia puiden syntymismalleja ei ole mukana simulaattorissa (vaikea laatia eri uudistamismenetelmille)

## Prosessimallien ekofysiologinen perusta



## Taimikon kehityksen simulointi Acrobas -mallilla

Tilajärjestyksen generointi  
Annettu läpimittajakauma





## Kasvumallien ominaisuudet ja käytettävyys taimikoiden kehityksen ennustamisessa

### Empiiriset mallit

- luotettavia vain laadinta-aineistonsa mukaisissa metsiköissä
- empiiristen mallien käyttöalue on rajoitettu esim. keskipituuden tai uudistamisesta kuluneen ajan mukaan

### Prosessimallit

- ekofysiologisen perustansa vuoksi ennusteet ovat yleistettäviä
- eivät sidottuja laadinta-aineistoihin
- mallit voivat kuitenkin antaa epäluotettavia ennusteita joissakin tapauksissa
  - malleja on vielä testattava ja evaluoitava sekä parametrisoitava erilaisiin olosuhteisiin (edellyttää sopivia kasvukoeala-aineistoja)
- malleja ei vielä ole olemassa tai parametrisoitu kaikille puulajeille ja kasvuolosuhteisiin, eikä siksi hyödynnetty käytännössä

## Taimikkosimulaattorin kasvumallit

### Empiiriset mallit

- kuusen viljelytaimikko
- viljelykuusikon aukkoja täydentävä koivu
- vapautettu kuusialikasvos
- mänty-rauduskoivu –sekataimikko
- koivun kantovesojen pituuskasvu

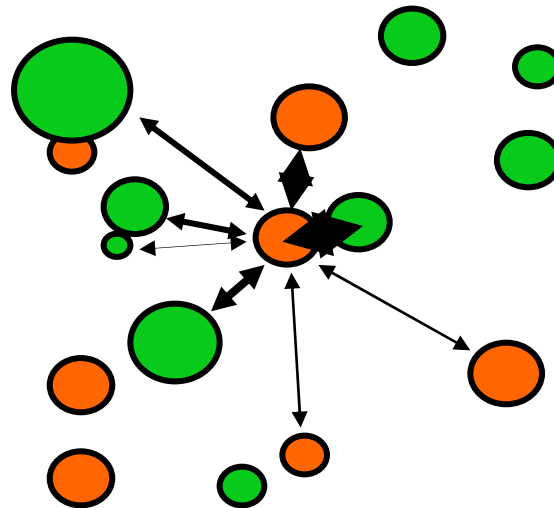
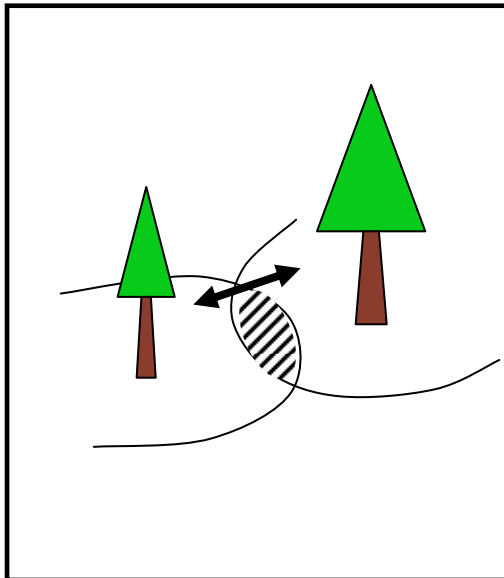
### Prosessimallit (ei parametrisoitu koko Suomeen)

- männyn Acrobas –malli
- koivun Acrobas –malli

### Valmisteilla olevat mallit (voidaan liittää simulaattoriin myöhemmin)

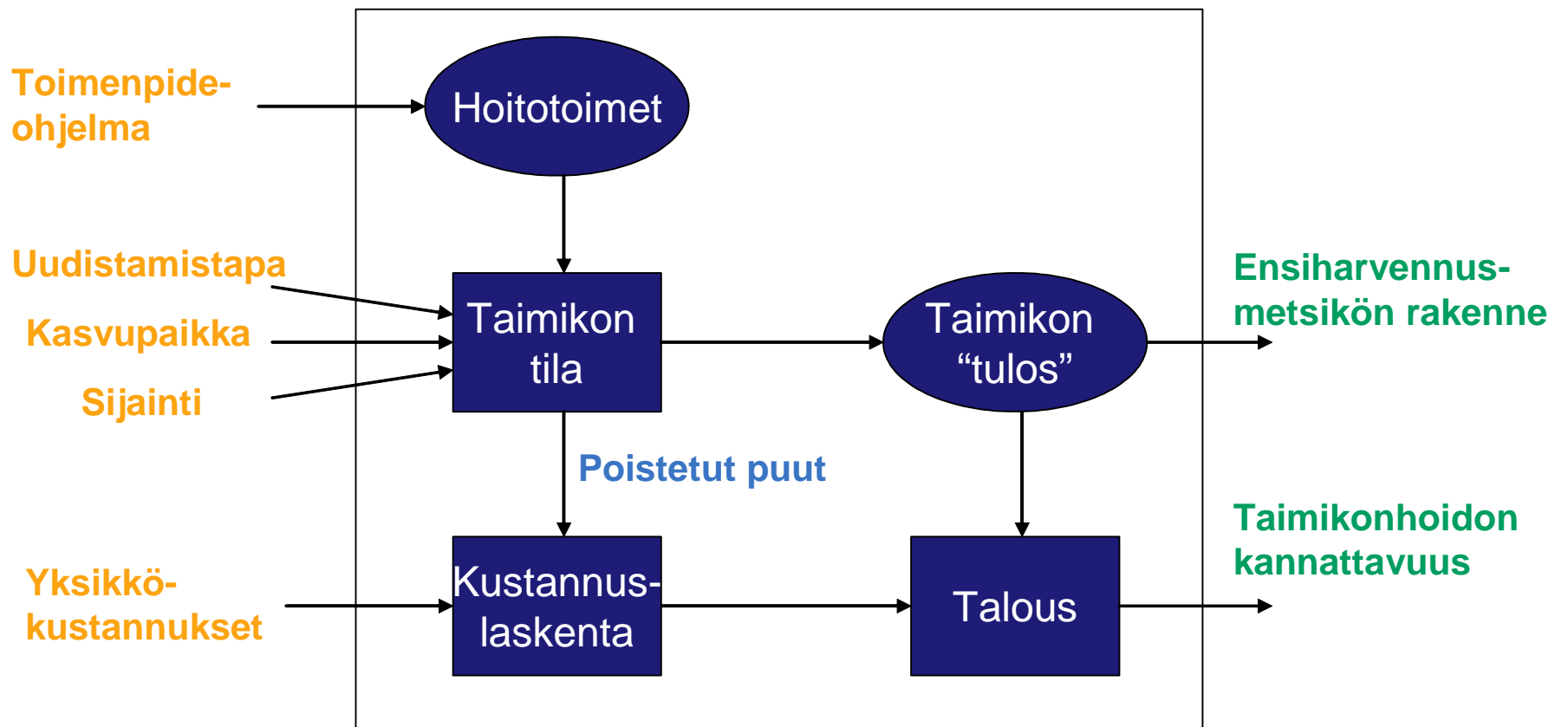
- kuusen Acrobas –malli
- kuusi-koivu –sekataimikoiden empiirinen malli
- luontaisesti syntynyt mäntytaimikko, jossa mäntysäästöpuita
- männyn viljelytaimikoiden puukohtainen malli (Metla)

## Taimikon tilajärjestyksen mallinnus

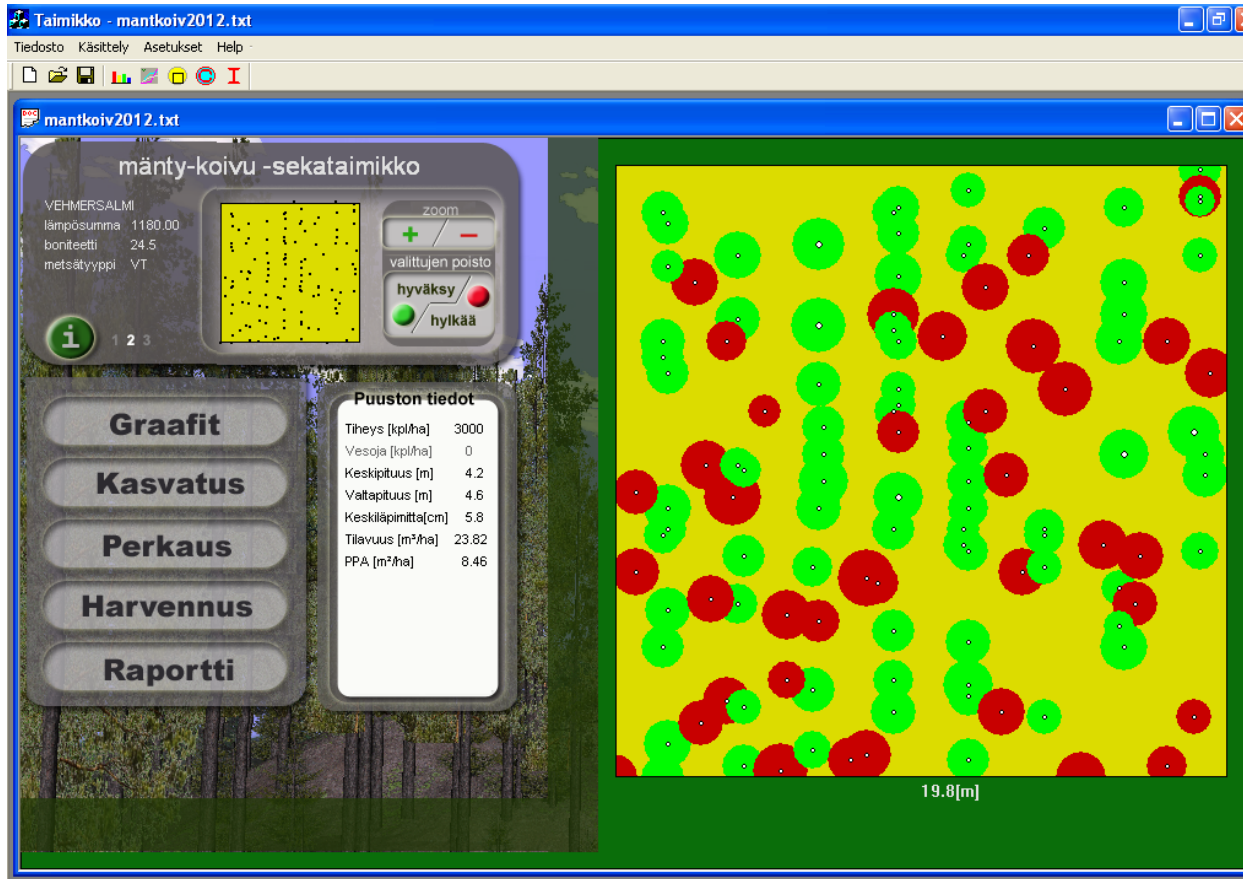


- vakiintuneessa taimikossa, jossa uusia puita ei enää synny, voidaan tilajärjestys luoda puuston alkutilan mukaan
- taimien sijainnin säännöllisyyden ja ryhmittyneisyyden malli
- hankkeessa kehitetty malli perustuu teoriaan puiden välisestä kasvutilan kilpailusta (puuparien kilpailupotentiaalien laskenta)
- maanmuokkausmenetelmä ym. tekijät vaikuttavat tilajärjestykseen

## Taimikkosimulaattorin toiminnallisuus



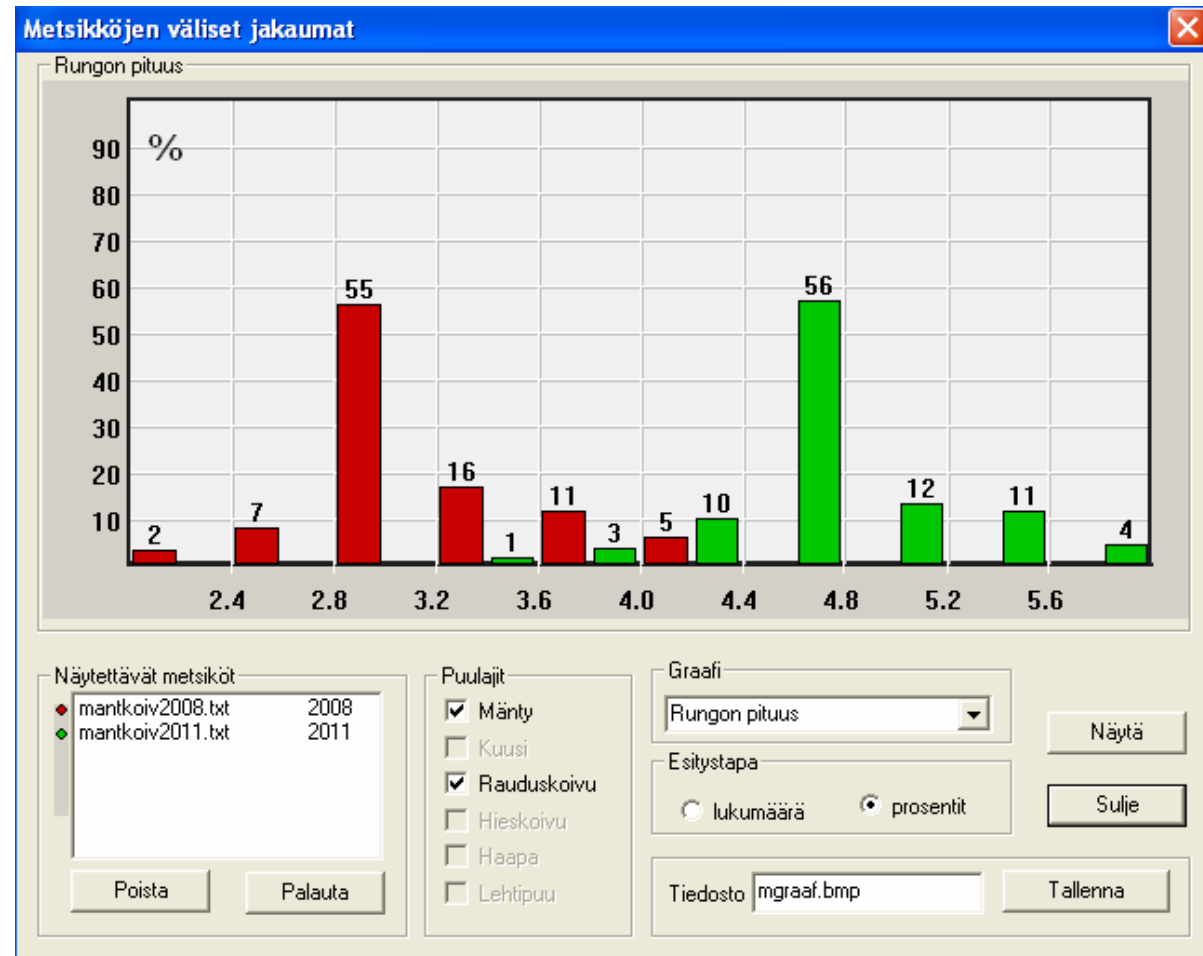
## Taimikkosimulaattorin päänäkymä



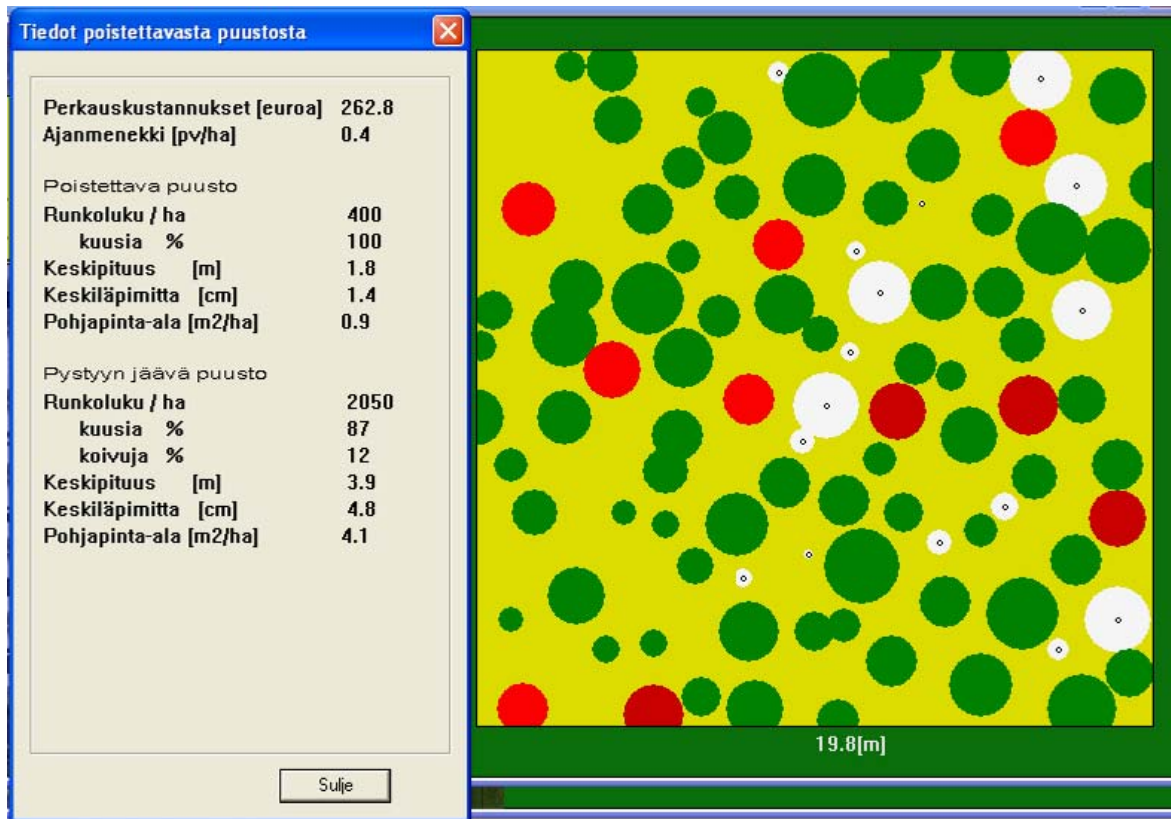
- Simuloitava taimikko luodaan käyttäjän antamista taimikkotyyppi-kohtaisista lähtötiedoista
- Simuloitava koeala on halutun kokoinen otos taimikosta, esim. 30 m x 30 m
- Taimikosta voidaan tarkastella keskitunnuksia sekä puukohtaisia tietoja

## Taimikon kasvatus simulaattorilla

- Taimikon kehitystä voidaan simuloida eripituuisina kasvujaksoina (mallista riippuen 1 – 5 vuotta)
- Taimikoiden tilaa voidaan tarkastella graafien ja kehitysraportin avulla
- Eri tavoin kasvatettuja ja käsiteltyjä taimikoita voidaan vertailla keskenään

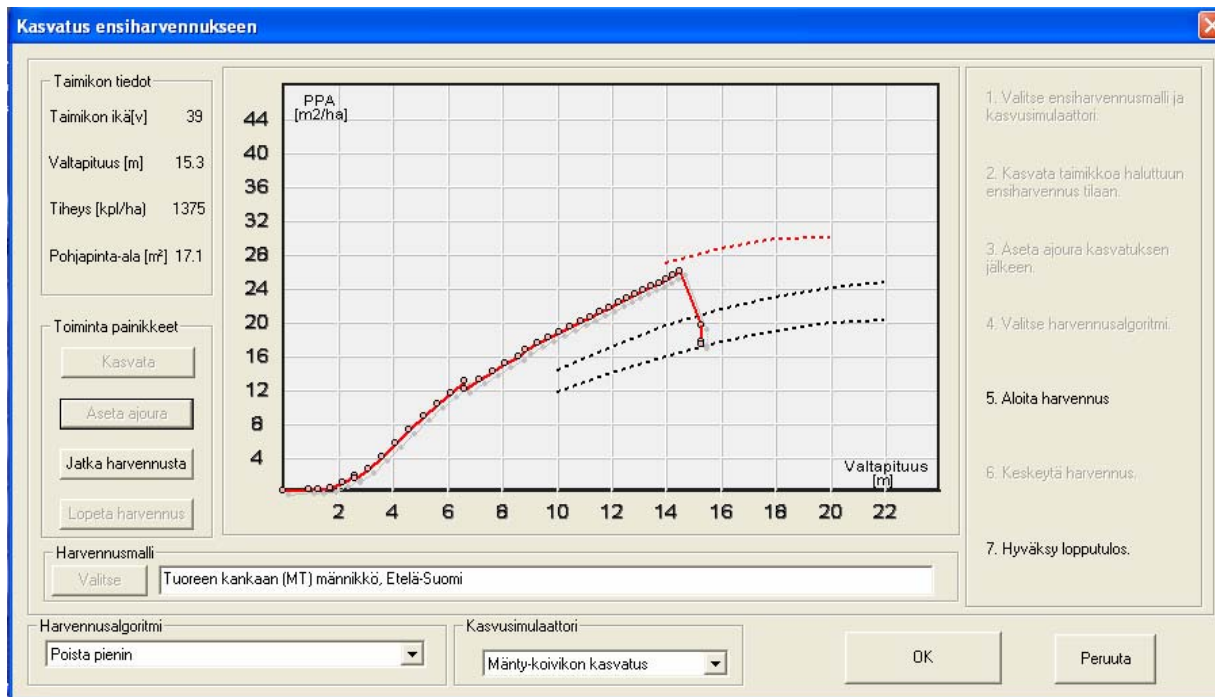


## Taimikonhoidon simulointi



- Taimikolle voidaan simuloida erilaisia perkauksia, harvennuksia ja yksittäisten puiden poistoja
- Erityyppisiä perkaus- ja harvennustapoja voidaan käyttää ja yhdistellä
- Omien metsänhoito-ohjeiden mukaiset perkaustavat
- Yksinkertaiset raivaussahatyön kustannuslaskentamallit mukana

## Kasvatus ensiharvennukseen



- Taimikkoa voidaan kasvattaa ensiharvennusvaiheeseen, mikäli ko. taimikkoon sopivan kasvumallin käyttöalue siihen riittää
- Ensiharvennus voidaan simuloida yleisiä tai omia harvennusmalleja käyttäen
- Harvennuksen tuotot ja kustannukset lasketaan



## Taimikkosimulaattori -ohjelmasta

- Simulaattori koostuu toiminnallisesti seuraavista ohjelmista
  - taimikon luontiohjelmat
  - kasvatusohjelmat
  - taimikoiden käsittelyrutiinit (perkaus- ja harvennusohjelmat)
  - käyttöliittymä (sis. graafit ja raportit)
- Ohjelmat on kirjoitettu C++ -ohjelmointikielellä
- Laite- ja käyttöympäristövaatimukset
  - käyttöjärjestelmänä Windows 95, NT, 2000 tai XP
  - käyttömuistia mieluiten vähintään 64 MB
  - levytilaa ohjelmia varten vähintään 10 MB
  - CD-asema asennusta varten
- Erillinen käyttöohje on laadittu
- Ohjelma on saatavissa Metsätehosta CD:llä tai tietopalvelun kautta
  - hankkeessa mukana olleille osakkaille veloitusetta
  - muille erillisen sopimuksen mukaan

## Taimikkosimulaattorin kehittämistarpeet

- Taimikkosimulaattori on vielä prototyyppi, jota voidaan testata toimintojensa ja kehitysennusteidensa osalta ja käyttää kasvumallien asettamissa rajoissa taimikoiden käsittelyjen vertailuihin käytännön metsänhoidon kehittämisessä
- Käyttäjien palautetta tarvitaan jatkokehityksen suuntaamiseksi
- Kasvumallien jatkuva perustutkimus sekä niiden testaus ja sovittaminen eri alueille ja kasvuolosuhteisiin ovat tärkeintä jatkotyössä
  - erityisesti uudistamisen ja perkauksen jälkeisen vesottumisen ja vesakon kehityksen malleja tarvitaan hyödyntämistä ajatellen
- Uusia toimintoja tarvitaan taimikon käsittelyohjelmien tuloksellisuuden arviointia ja vertailuja varten
  - taimikonhoidon menetelmien ja energiapuun korjuun kustannuslaskentamallien kehittäminen
- Taimikkosimulaattorin yhdistäminen johonkin yleisempään metsikkösimulaattoriin tai metsätalouden suunnitteluovellukseen ?