

MELA98 ja tietojärjestelmälaajennukset MELA-käyttäjöpäivät 7.5.1998 Helsingissä

Tuula Nuutinen ja Päivi Mäkkeli (toim.)

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 713, 1998

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Jalostusosasto ✓

MELA98 ja tietojärjestelmäaajennukset
MELA-käyttäjäpäivät 7.5.1998 Helsingissä

Tuula Nuutinen ja Päivi Mäkkeli (toim.)

JOENSUUN TUTKIMUSASEMA

Nuutinen, T. & Mäkkeli, P. (toim.) 1998. MELA98 ja tietojärjestelmäajennukset. MELA-käyttäjöpäivät 7.5.1998 Helsingissä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 713. 60 s. ISBN 951-40-1658-0, ISSN 0358-4283.

Hyväksynyt: Matti Kärkkäinen 28.9.1998.

Julkaisija: Metsäntutkimuslaitos, Joensuun tutkimusasema, PL 68, 80101 JOENSUU.

Toimittajien yhteystiedot: Nuutinen, Tuula & Mäkkeli, Päivi, Metsäntutkimuslaitos, Joensuun tutkimusasema, PL 68, 80101 JOENSUU, puh. (013) 251 4000, e-mail tuula.nuutinen@metla.fi.

Painopaikka: Joensuun yliopistopaino 1998.

Sisällys

Alkusanat.....	5
MELA vuonna 1998	
Tuula Nuutinen, Hannu Hirvelä, Kari Härkönen, Harri Kilpeläinen Juha Malinen, Olli Salminen, Markku Siitonen ja Maarit Teuri.....	7
Mitä käyttäjän tulisi tietää MELAn kasvumalleista	
Jari Hynynen.....	18
MELA-laajennusosat	
Juha Malinen ja Harri Kilpeläinen	30
Nykyisen kuviotiedon riittävyys puujoukon ennustamiseksi?	
Jouni Siipilehto.....	35
MELA98 ja monikäyttö	
Olli Salminen.....	39
MELA Metsähallituksen lunnonvarasuunnittelussa	
Hanna Soinne	43
MELA-koulutuskartoitus	
Maarit Teuri.....	47
MELA internetissä	
Harri Kilpeläinen ja Ari Laine.....	53
MELA-tuoteputket	
Tuula Nuutinen ja Harri Kilpeläinen.....	58
Osallistujaluettelo.....	60

Kirjoittajien yhteystiedot

Metsäntutkimuslaitos

Tuula Nuutinen, Joensuun tutkimusasema, PL 68, 80101 Joensuu. Puh. (013) 251 4043, e-mail tuula.nuutinen@metla.fi.

Hannu Hirvelä, Helsingin tutkimuskeskus, Unioninkatu 40 A, 00170 Helsinki. Puh. (09) 857 051, e-mail hannu.hirvela@metla.fi.

Kari Härkönen, Helsingin tutkimuskeskus, Unioninkatu 40 A, 00170 Helsinki. Puh. (09) 857 051, e-mail kari.harkonen@metla.fi.

Harri Kilpeläinen, Joensuun tutkimusasema, PL 68, 80101 Joensuu. Puh. (013) 251 4101, e-mail harri.kilpelainen@metla.fi.

Juha Malinen, Joensuun tutkimusasema, PL 68, 80101 Joensuu. Puh. (013) 251 4102, e-mail juha.malinen@metla.fi.

Markku Siitonen, Helsingin tutkimuskeskus, Unioninkatu 40 A, 00170 Helsinki. Puh. (09) 857 051, e-mail markku.siitonen@metla.fi.

Olli Salminen, Helsingin tutkimuskeskus, Unioninkatu 40 A, 00170 Helsinki. Puh. (09) 857 051, e-mail olli.salminen@metla.fi.

Maarit Teuri, Helsingin tutkimuskeskus, Unioninkatu 40 A, 00170 Helsinki. Puh. (09) 857 051, e-mail maarit.teuri@metla.fi.

Jari Hynynen, Vantaan tutkimuskeskus, PL 18, 01301 Vantaa. Puh. 857 051, e-mail jari.hynynen@metla.fi.

Jouni Siipilehto, Vantaan tutkimuskeskus, PL 18, 01301 Vantaa. Puh. 857 051, e-mail jouni.siipilehto@metla.fi.

Olli Salminen, Helsingin tutkimuskeskus, Unioninkatu 40 A, 00170 Helsinki. Puh. (09) 857 051, e-mail olli.salminen@metla.fi.

Ari Laine, Joensuun tutkimusasema, PL 68, 80101 Joensuu. Puh. (013) 251 4000, e-mail ari.laine@metla.fi.

Metsähallitus

Hanna Soinne, Metsähallitus, PL 94, 01301 Vantaa. Puh. (09) 857 841, e-mail hanna.soinne@metsa.fi.

Alkusanat

MELA (MEtsäLAskelma) on Suomen olosuhteisiin kehitetty metsätalousmalli ja metsien käytön ja hoidon suunnitteluväline. MELA-ohjelmistoa ylläpitää ja kehittää MELA-ryhmä, joka tuottaa ja tarjoaa ohjelmistotuotteita sekä niihin liittyviä palveluita ja tukea myös asiakkaille, MELA-käyttäjille.

MELA-käyttäjiä ovat mm. metsäyhtiöt, Metsähallitus, Puolustusministeriö, metsäkeskukset ja Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio, metsäoppilaitokset sekä Metlan tutkimusmetsät. MELA-käyttäjillä on ollut yhteisiä kokouksia jo lähes kymmenen vuoden ajan. Näinä vuosina MELA-käyttäjäkunta on laajentunut ja MELA-kokouksista on muotoutunut MELA-käyttäjäpäivä.

MELA-käyttäjäpäivä on osa MELA-palvelua. Käyttäjäpäivillä mm.

- kerrotaan MELAn taustalla olevista menetelmistä ja käynnissä olevasta tutkimus- ja kehitystyöstä,
- tiedotetaan markkinoille tulleista ja kehitteillä olevista uutuuksista,
- vaihdetaan ideoita ja kerrotaan kokemuksista sekä
- keskustellaan yhteisistä kehittämistarpeista ja -mahdollisuuksista.

MELA-tuoteperhe ja MELA96-ohjelmisto julkistettiin 20.2.1997. Julkistamisen jälkeen on MELA96-ohjelmistotoimitusten ohella kehitetty MELA-asiakastoimintaa ja MELA-ydintä. Vuoden 1997 aikana MELAssa otettiin käyttöön uusi, biologiseen ja ekologiseen tietämykseen perustuva luonnonprosessimalliperhe. Malliperheen toiminnan alueellinen kattavuus testattiin syksyllä 1997 valtakunnallisella laskelmakerroksella, jonka tulokset julkistettiin Internetissä (<http://www.metla.fi:4446/MELA/>) joulukuussa 1997. Vuoden 1998 alkupuolella uusi malliperhe tuoteistettiin ja viimeisteltiin myös MELA-ohjelmiston asiakasversioihin. Vuoden 1997 aikana kehitettiin ja tuoteistettiin myös ns. laajennusosat MELA-aineiston muodostukseen ja puustotietojen ajantasaistukseen.

Tässä ensimmäisen MELA-käyttäjäpäivän seminaarijulkaisussa esitellään mm.

- MELA98-julkistusversio, joka sisältää uutuuksena mm. uuden luonnonprosessimalliperheen ja valmiuden MELA-laajennusosien käyttöön,
- MELAn uudet luonnonprosessimallit,
- uudet MELA-laajennusosat ja niihin liittyviä kehittämistarpeita,
- kokemuksia MELAsta osana metsätietojärjestelmää,
- MELAn käyttömahdollisuuksia metsien monikäytön ja suojelun suunnittelussa sekä
- MELA-asiakastoimintaa.

Joensuussa 18.6.1998

Tuula Nuutinen

MELA vuonna 1998

Tuula Nuutinen, Hannu Hirvelä, Kari Härkönen, Harri Kilpeläinen,
Juha Malinen, Olli Salminen, Markku Siitonen, & Maarit Teuri

1 Mikä MELA on?

MELA on Suomen olosuhteisiin kehitetty metsätalousmalli ja metsien käytön ja hoidon suunnitteluväline (Kilkki 1968; Kilkki ja Siitonen 1976; Siitonen 1983, 1993, 1994; Siitonen ym. 1996).

MELAssa on kaksi pääosaa:

1. yksittäisiin puihin (taulukko 1) perustuva metsikkösimulaattori, joka tuottaa toteuttamiskelpoisia käsittely- ja kehitysvaihtoehtoja (taulukko 2) metsiköille - tai muille laskentayksiköille kuten VMI-koealoille - ja

2. tehokas optimointiohjelmisto (JLP, Lappi 1992), jolla voidaan laskea metsäalueelle ja sen ositteille asetetut tavoitteet täyttäviä tuotanto-ohjelmia.

Taulukko 1. Esimerkki metsikkösimulaattorin käsittelemistä puutiedoista.

puu	rl	pl	lpm	pit	ppa	til	ikä												
1	113.	2	15.0	14.7	0.018	30	0.13	0.133	45	0.00	0.13	19.3	0.2	1	0	35	0.0	0	0.13
2	177.	2	12.0	12.2	0.011	26	0.07	0.071	41	0.00	0.07	9.9	0.2	1	0	37	0.0	0	0.07
3	210.	2	11.0	11.2	0.010	25	0.06	0.055	40	0.00	0.05	7.5	0.2	1	0	38	0.0	0	0.05
4	255.	2	10.0	10.1	0.008	24	0.04	0.042	39	0.00	0.04	5.4	0.2	1	0	0	0.0	0	0.04
5	88.	2	17.0	16.3	0.023	32	0.19	0.188	47	0.00	0.18	27.6	0.2	1	0	34	0.0	0	0.18
6	210.	2	11.0	11.2	0.010	25	0.06	0.055	40	0.00	0.05	7.5	0.2	1	0	38	0.0	0	0.05
7	44.	2	24.0	19.3	0.045	38	0.42	0.421	53	0.28	0.14	77.3	0.2	1	0	31	0.0	0	0.42
8	41.	2	25.0	19.5	0.049	39	0.46	0.456	54	0.31	0.15	84.1	0.2	1	0	30	0.0	0	0.45

Simulaattori tuottaa jokaiselle metsiköille käyttäjän ohjelmalle parametreina antamien ohjeiden mukaisesti useita käsittely- ja kehitysvaihtoehtoja laskelmakauden ajalle. Vaihtoehdot poikkeavat toisistaan esimerkiksi harvennusten voimakkuuden, lukumäärän, ajoittumisen tai uudistamistavan ja -ajankohdan osalta (taulukko 2). Yleensä yksi vaihtoehdoista on lepo.

Taulukko 2. Esimerkki metsikkösimulaattorin tuottamista toteuttamiskelpoisista vaihtoehtoista.

>>>> 1<< 1> (0.103) 24930. 9971. 5801. 3909. 2834.												
vuosi	klk	pl	ppa	til	arvo	ikä	lpm	pit	ker	htapa	tulot	kust
1> 1996	1.00	6 0	1096.	1. 17.3	103.9	6400	17905.	47. 15.3	11.9	38.5	0X00	1.020. 6700. 2525.
2> 2006	1.00	7 0	754.	1. 18.9	137.7	8200	23941.	55. 18.9	14.7	32.9	0X00	1.020. 5640. 1952.
3> 2016	1.00	7 0	586.	1. 20.4	171.9	X000	32589.	63. 22.0	17.3	0.0	0.000	0. 0. 0.
4> 2026	1.00	7 0	577.	1. 25.5	234.1	X000	49098.	73. 24.5	19.3	74.1	X000	1.020. 16159. 3833.
5> 2036	1.00	8 0	398.	1. 22.2	216.2	X000	52000.	84. 27.5	21.0	0.0	0.000	0. 0. 0.
6> 2041	1.00	8 0	396.	1. 24.2	241.2	X000	59019.	89. 28.7	21.7	0.0	0.000	0. 0. 0.
<>	3	3.000	1	0.103	<>							
.. <> 3.0000 ..												
>>>> 2<< 1> (0.897) 181359. 76351. 47223. 33062. 24501.												
vuosi	klk	pl	ppa	til	arvo	ikä	lpm	pit	ker	htapa	tulot	kust
7> 1996	1.00	6 0	1096.	1. 17.3	103.9	6400	17905.	47. 15.3	11.9	38.5	0X00	1.020. 6700. 2525.
8> 2006	1.00	7 0	754.	1. 18.9	137.7	8200	23941.	55. 18.9	14.7	0.0	0.000	0. 0. 0.
9> 2016	1.00	7 0	740.	1. 25.4	210.0	8200	39196.	64. 21.7	17.0	0.0	0.000	0. 0. 0.
10> 2026	1.00	7 0	724.	1. 31.1	281.1	8200	57547.	74. 24.0	19.0	316.1	8200	2.030. 68228. 15954.
11> 2036	1.00	3 0	2000.	1. 0.0	0.0	0.	4.	0.0	0.6	211.0	X000	1.020. 38752. 13178.
12> 2116	1.00	8 0	772.	1. 22.7	227.3	X000	56613.	81. 27.7	21.9	0.0	0.000	0. 0. 0.

Puukohtaisilla malleilla (Ojansuu ym. 1991, Hynynen ja Ojansuu 1996) voidaan tarkastella puiden ja niiden kasvun reagointia erilaisiin metsänkäsittelyihin ja olosuhteisiin. Perinteisiin tuottotalukoihin perustuvissa simulaattoreissa voidaan tuottaa vain sellaisia käsittelyohjelmia, joita on sovellettu mallien laadinta-aineistossa.

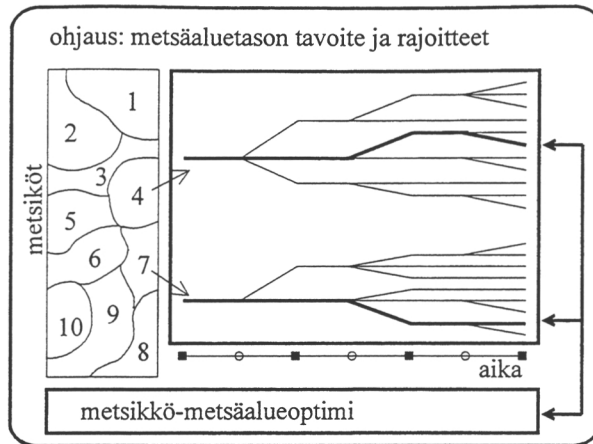
Metsikkösimulaattori sisältää luonnonprosessimallien lisäksi tapahtumien kuvauksen. Tapahtumia ovat mm. hakkuut, lähikuljetus ja metsänhoitotyöt. Tapahtumista on kuvattu niiden tekninen toteutus sekä ajanmenekki- tai tuottavuusmallit. Varsinaiset tapahtumamäärittelyt ovat käyttäjäparametreja. Tapahtumamäärittelyillä voidaan kertoa mm. metsikköehdot (sallitut käsittelyt) harvennusten voimakkuus, kiertoaika, viljelytiheys jne.

Parametreilla käyttäjä voi määrittellä mm. laskelmakauden, laskelmissa käytettävät puunhinnat ja metsänhoitokustannukset, MELA-tehtävän sekä tulostusmuuttujat.



MELA-parametrien avulla käyttäjä voi siis tehdä erilaisia herkkyysohjelmoita esimerkiksi kasvuntason tai puun hinnan suhteen.

MELAssa on satoja metsän tilaa, sen tuotteita ja niiden arvoa kuvaavia muuttujia, jotka ovat käytettävissä sekä suunnittelutehtävien (optimointitehtävän tavoitefunktio ja rajoitteet) että tulosteiden määrittelyssä. Jokaiselle metsikön käsittely- ja kehitysvaihtoehdolle varastoidaan simuloinnin kuluessa tietoja muun muassa metsikön ja puiden tilasta eri ajankohdilla, niiden tilassa tapahtuvista muutoksista sekä toimenpiteiden tuloksena syntyvistä materiaali- ja rahavirroista. Tulostusmuuttujat voivat olla summatunnuksia tai metsikkökohtaisia muuttujia. MELA-tulosteiden avulla voidaan tehdä erilaisia jatkoanalyyskejä esimerkiksi tarkastelemalla päätösmuuttujien välisiä riippuvuuksia eli vaihtosuhteita.

Optimointiosan avulla simuloidusta toteuttamiskelpoisten vaihtoehtojen joukosta voidaan koostaa erilaisia tuotanto-ohjelmia muuttamalla optimoinnin tavoitetta ja rajoitteita (kuva 1). Optimointi perustuu lineaariseen ohjelmointiin, jossa osa tavoitteista muotoillaan tavoitefunktioiksi ja osa rajoitteiksi.



Käsittely- ja kehitysvaihtoehdot:

 simuloitu-
  valittu

Kuva 1. Simuloidusta toteuttamiskelpoisten vaihtoehtojen joukosta voidaan optimoinnin avulla koostaa erilaisia tuotanto-ohjelmia muuttamalla optimoinnin tavoitetta ja rajoitteita.

Metsätalouden malleissa - kuten ns. IIASAn malli (Sallnäs 1990) - laskentayksikköinä ovat yleensä metsiköistä ryhmitellyt ositteet, minkä vuoksi tuotanto-ohjelman mukaista ratkaisua ei voida suoraviivaisesti palauttaa alkuperäisille metsiköille. Monissa metsäsektorin malleissa - kuten TAMM (Adams & Haynes 1996) - metsävarojen kehitys on yleensä laskelmissa annettu ja hinta ratkeaa endogeenisesti.

MELAssa hinta on eksogeeninen ja metsävarojen kehitys ratkeaa endogeenisesti. Tehokkaan optimointiohjelman ansiosta MELAssa voidaan laskentayksiköiksi määrittellä metsiköt, jolloin MELA tuottaa alueen tuotanto-ohjelman - yhteenvedon - lisäksi myös ohjelman toteuttavat käsittelyohjeet (taulukko 3) kaikille metsiköille. MELAssa optimaalinen metsien käsittely ratkeaa siis laskelmien tuloksena eli endogeenisesti. Metsien käsittelypäätökset ja niistä seuraava metsäalueen puuston kasvu eivät ole laskelman lähtöoletuksia vaan tulos, tietyn tuotanto-ohjelman suhteen ehdollinen ennuste.

Taulukko 3. Esimerkki MELAlla ratkaistun tuotanto-ohjelman mukaisista metsiköiden käsittelyehdotuksista.

Hakkuut		UID	vuosi	ala	pl	ikä	lpm	til1	vuosi	tapa	m3	tulot	til2	%
2001	1996	1.8	1	3	0.0	0.0	0	0	0.0	0	0.0	0	0.9	1.00
2002	1996	0.9	1	28	5.9	0.0	0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1.00
2003	1996	2.1	1	46	15.3	103.9	2001	1	37.2	4174	137.7	1.00		
2004	1996	1.1	1	43	14.2	43.4	0	0	0.0	0	85.5	1.00		
2005	1996	3.8	1	71	20.4	132.2	0	0	0.0	0	181.7	1.00		
2006	1996	3.2	1	73	18.4	174.2	2001	1	70.5	8926	154.2	1.00		
2007	1996	1.0	1	66	21.5	128.3	0	0	0.0	0	177.0	1.00		
2008	1996	1.6	2	86	27.2	242.6	2001	2	273.2	48063	0.0	1.00		
2009	1996	1.4	2	3	0.0	120.0	2001	4	141.3	25465	0.0	1.00		
2010	1996	0.9	1	70	19.5	50.5	0	0	0.0	0	60.9	1.00		
2011	1996	0.9	1	110	20.3	125.0	2001	1	34.2	4629	129.5	0.27		
2011	1996	0.7	1	110	20.3	125.0	2001	5	118.9	16142	29.5	0.20		
2011	1996	1.8	1	110	20.3	125.0	0	0	0.0	0	169.3	0.54		
2012	1996	1.1	1	38	10.9	71.0	2001	1	9.0	507	107.7	0.51		
2012	1996	1.1	1	38	10.9	71.0	0	0	0.0	0	134.1	0.49		
2013	1996	0.2	2	45	15.6	115.4	2001	1	29.7	3315	173.0	0.11		
2013	1996	1.2	2	45	15.6	115.4	0	0	0.0	0	210.3	0.71		
2013	1996	0.3	2	45	15.6	115.4	0	0	0.0	0	210.3	0.19		

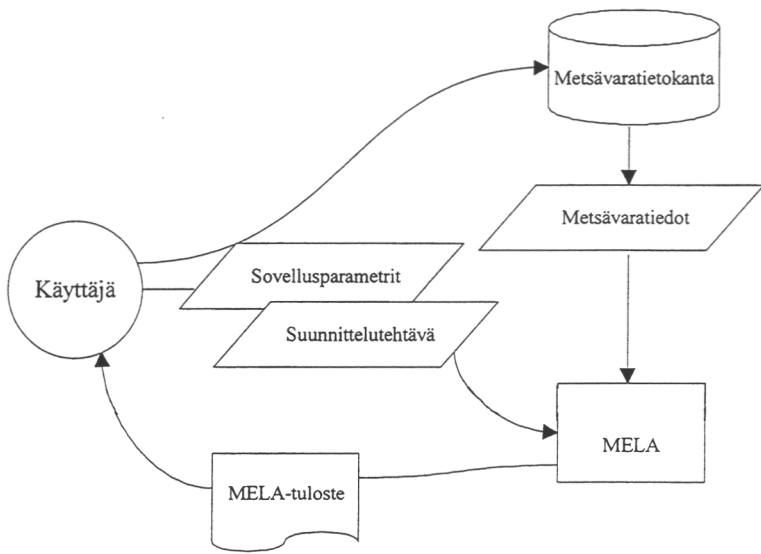
2 MELA suunnitteluvälineenä

MELAn avulla voidaan tehostaa metsäsuunnittelua ja metsävarojen käyttöä

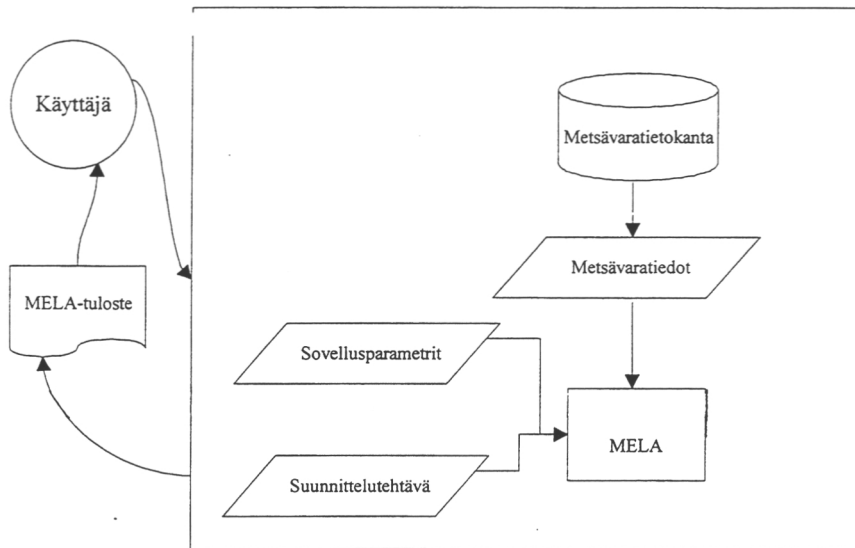
- tarkastelemalla metsävarojen ja niiden käytön välisiä riippuvuuksia nyt ja tulevaisuudessa
- kartoittamalla metsien käyttömahdollisuuksia erilaisia maankäyttöohjelmia tai metsänkäsittelyohjeita sovellettaessa tai
- laatimalla metsäalueen (metsätilan tai -yrityksen) tuotanto-ohjelmia ottaen huomioon markkinatilanne, metsänomistajan tavoitteet tai yrityksen aluehierarkia.

MELAn käyttö käytännön metsätaloudessa aloitettiin jo 1980-luvulla (Kangas 1985). MELA-käyttäjiä vuonna 1998 ovat mm. metsäyhtiöt, Metsähallitus (Laamanen ym. 1997, Heinonen ym. 1997, Hiltunen ym. 1997), Puolustusministeriö, metsäkeskukset ja Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio (Oksanen-Peltola & Paananen 1995, Ärölä 1995), metsäoppilaitokset sekä Metlan tutkimusmetsät (Nuutinen 1994, Metsäntutkimuslaitos...1996).

Ohjelmistoa käytetään itsenäisenä (kuva 2) tai se voidaan liittää osaksi toista metsätietojärjestelmää (kuva 3). Käytettäessä MELA-ohjelmistoa itsenäisenä sovelluksena, käyttäjä huolehtii itse MELA-aineiston valmistelusta sekä sovellusparametrien ja suunnittelutehtävän määrittelystä. MELA voidaan myös upottaa tietojärjestelmään, jolloin käyttäjän tietopyynnöt välittyvät MELAlle ja MELAn tulokset käyttäjälle tietojärjestelmän kautta.



Kuva 2. MELA erillisovelluksena.



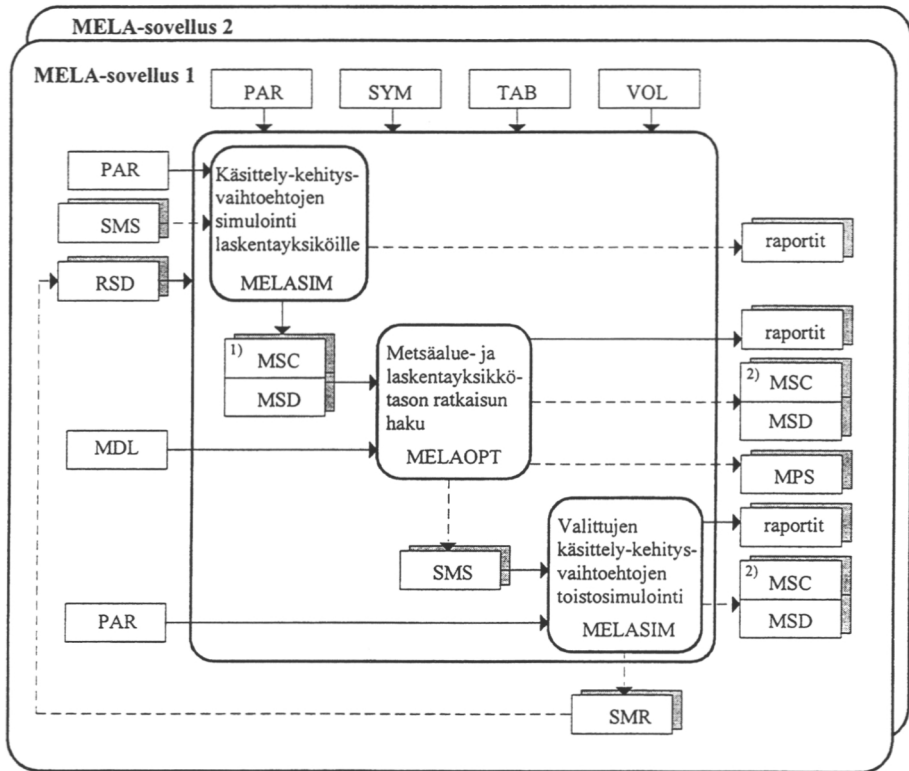
Kuva 3. MELA tietojärjestelmään upotettuna.

3 MELA-tuotteet ja -palvelut

MELA-ryhmä ylläpitää ja kehittää MELA-ohjelmistoa sekä tuottaa ja tarjoaa ohjelmistotuotteita sekä niihin liittyviä palveluita ja tukea asiakkaille.

MELA-ohjelmistosta julkistettiin vuonna 1996 ensimmäinen virallinen asiakasversio eli MELA96. MELA96-julkistusversiosta on kaksi erilaista toimitusversiota: PerusMELA tilakohtaiseen suunnitteluun ja YritysMELA laajojen metsäalueiden suunnitteluun.

Eritystilauksesta voidaan lisäksi suunnitella ja toteuttaa MELA-sovelluksia (kuva 4), sovittaa MELA-ohjelmistotuotteita asiakkaiden tietojärjestelmiin tai tehdä analyysejä asiakkaan aineistolla.



Kuva 4. MELA-sovellus sisältää tiettyyn käyttötarkoitukseen määritellyn ohjelmisto- ja ajoympäristön parametreineen.

4 MELA98 ja tietojärjestelmälaajennukset

Nyt julkistettava MELA98 sisältää uudet, yksittäisiin puihin perustuvat - puuston kasvumallit (Hynynen & Ojansuu 1996), jotka kuvaavat aiempaa täsmällisemmin puuston kehitystä ja metsikön reaktioita esimerkiksi puuston tihentymiseen ja käsittelyihin.

Yksittäisiin puihin perustuva simulaattori tarvitsee lähtötiedokseen ns. kuvauspuut. Kun käytettävissä ei ole maastossa mitattuja kuvauspuuta (esimerkkinä kuviointaiset metsävaratiedot), joudutaan kuvauspuut johtamaan malleilla.

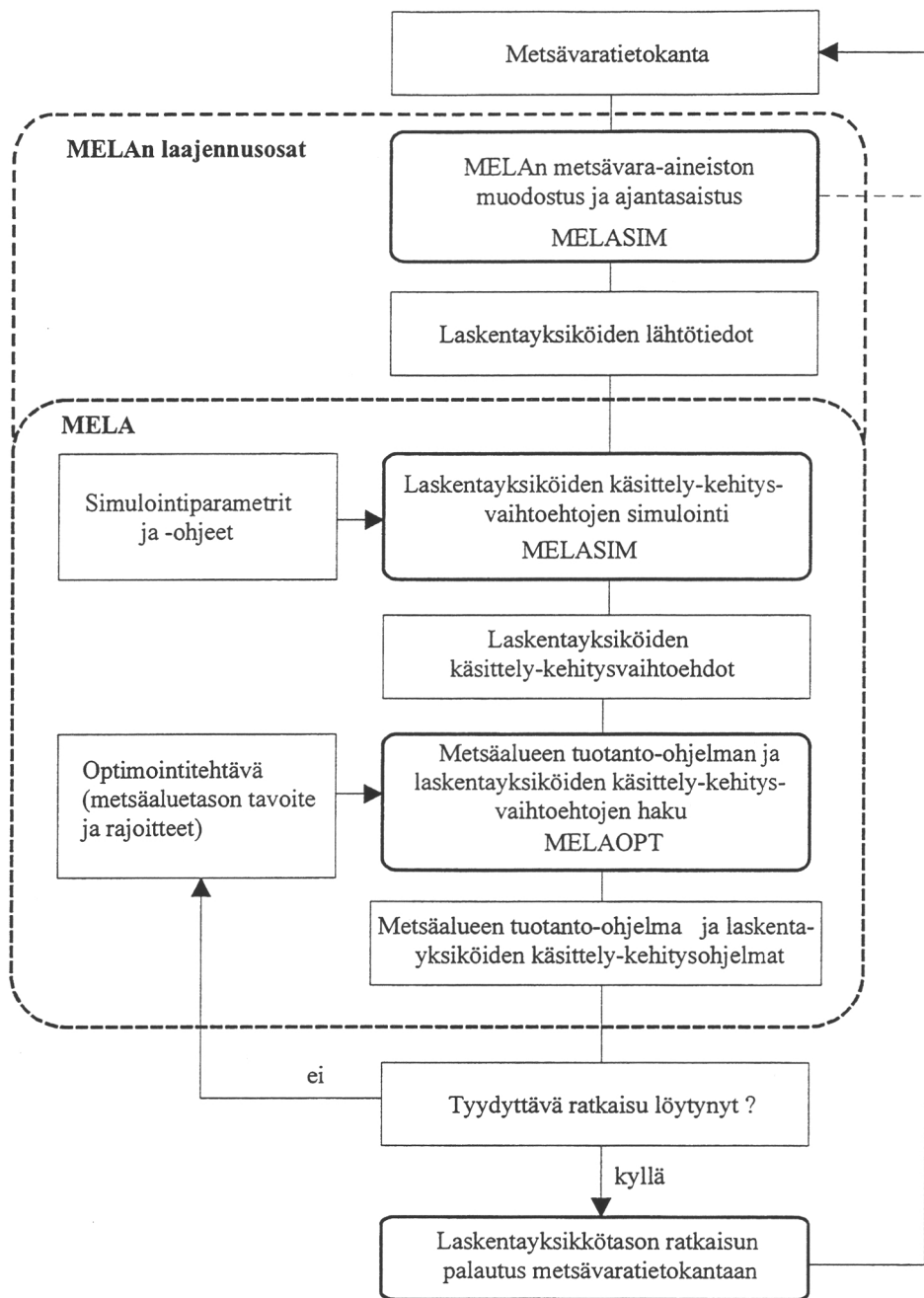
MELA-ohjelmiston käytön helpottamiseksi kuviopohjaisissa metsätietojärjestelmissä MELA-ohjelmistoon on liitetty laajennusosa (kuva 5) MELA-aineiston muodostukseen (Kilpeläinen & Malinen 1998). Aineiston muodostus tarjoaa tekstimuotoiset rajapinnat kuvio- ja puustotietojen sekä toimenpidetietojen viemiseksi MELA-ohjelmistolle.

Kuviopohjaisten metsävaratietojen laskentaa varten MELA-ohjelmistoon on liitetty laajennusosa puustotietojen ajantasaistukseen (Kilpeläinen & Malinen 1998). Puustotietojen ajantasaistus on MELA-sovellus, jonka avulla ajantasaistetaan puustosisiteiden keskitunnukset ja tilavuus sekä lasketaan puuston tuleva kasvu. MELA-ohjelmistolla ajantasaistetut puustotiedot voidaan palauttaa käyttäjän tietojärjestelmään puustotietojen ajantasaistussovelluksen tuottamasta tekstitiedostosta, jonka sisällön eli palautettavat muuttajat käyttäjä voi itse määritellä.

5 MELA-tutkimusohjelma

Suunnittelun ja päätöksenteon monimutkaistuessa tarvitaan yhä yksityiskohtaisempia ja tarkempia malleja ja lähtötietoja. Suomalaiset metsävarojen ja niiden käyttö- ja kehitysmahdollisuuksien kuvauksessa käytettävät välineet - kuten MELA ja JLP - ovat teknisesti edistyneitä, mutta eivät vielä täydellisiä. MELA-käyttäjien on tunnettava ohjelmiston ja sen sisällä olevien mallien soveltuvuus - erityisesti niissä tehdyt oletukset - suhteessa käytettävissä oleviin aineistoihin. MELA- ja JLP-ohjelmistojen mahdollisuuksia ja käyttökelpoisuutta on tutkittu yli 10 vuoden ajan mm. opinnäytetöissä (Vainio 1986, Mäkitalo 1986, Jääskeläinen 1987, Pesonen 1987, Pihljerta 1987, Kangas 1988, Nuutinen 1989, Jämsä 1991, Kilpeläinen 1991, Kähkönen 1991, Jorri 1992, Kolström 1992, Nalli 1992, Anola-Pukkila 1995, Vauhkonen 1995, Nuutinen 1996, Soinne 1996). Osa näistä töistä on tehty erillään MELA-ryhmästä eikä niiden tuloksia ole kyetty resurssien puutteen vuoksi hyödyntämään MELAn kehittämisessä. Menetelmä- ja tuotekehityksen turvaamiseksi MELA-ryhmä on kokoamassa MELA-tutkimusohjelmaa, jonka kautta MELAa sivuavista tutkimuksista entistä suurempi osa löytää tiensä asiakasversioihin.

Erityisesti puun laatuun ja sen kehitykseen vaikuttavien tekijöiden tutkimukselta odotetaan lähivuosina tuloksia. Metsien käsittely on muuttunut viime vuosina. Puuston rakenteen ja kasvuedellytysten kuvausta monimuotoisissa metsissä tutkitaan jatkuvasti. Käytännön metsätalouden kannalta tulee olemaan mielenkiintoista nähdä, miten paljon puun teknistä laatua ja sen tulevaa kehitystä voidaan ennustaa menneisyyden eli käsittelyhistorian avulla ja kuinka hyvin esimerkiksi elävän latvuksen raja kuvaa menneisyyttä.



Kuva 5. MELA-laajennusosat helpottavat MELA-ohjelmiston käyttöä kuviopohjaisten metsävaratietojen laskennassa.

Kirjallisuus

- Adams, D. M. & Haynes, R. 1996. The 1993 timber assessment market model: structure, projections and policy simulations. USDA Forest Service. Pacific Northwest Research Station. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-368.
- Anola-Pukkila, A. 1995. MELAn kasvusimuloinnin käyttökelpoisuus Ladenson toiminta-alueella. Joensuun yliopisto, Metsätieteellinen tiedekunta. Metsätalouden suunnittelun syventävien opintojen tutkielma. 61 s.
- Heinonen P., Hallila H., Koivurinne J., Oikarinen A., Saarikoski P., Salmi O., Soinne H. & Tanninen T. 1997. Länsi-Suomen alueen luonnonvarasuunnitelma. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 12. 111 s. + kartta.
- Hiltunen V., Kytövuori T., Siira J., Jorri E.-L., Leskinen A., Leskinen J., Meriruoko A., Santala E., Tolonen A., & Tolonen J. 1997. Kainuun alueen luonnonvarasuunnitelma. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 8. 76 s.+karttaliite.
- Hynynen, J. & Ojansuu, R. (toim.) 1996. Puuston kehityksen ennustaminen - MELA ja vaihtoehtoja. Tutkimusseminaari Vantaalla 1996. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 612. 116 s.
- Jorri, E.-L. 1992. MELA-metsälaskelma hakkuiden mitoituksessa ja kohdentamisessa. Tutkimuskohteena Taivalkosken hoitoalue. Pro Gradu -työ. Helsingin yliopisto.
- Jämsä, J. 1991. Harvennushakkuiden liiketaloudellinen edullisuus metsälötasolla. Metsätalouden suunnittelun syventävien opintojen tutkielma. Joensuun yliopisto. Metsätieteellinen tiedekunta. 56 s.
- Jääskeläinen, J. 1987. Kasvu- ja harvennussmallien vaikutus metsälaskelman tuloksiin. Pro gradu -työ. Helsingin yliopisto.
- Kangas, A. 1988. Hyötyfunktion ja epälineaarisen optimoinnin käyttö raakapuun tarjonnan mallitukseen. Metsätalouden suunnittelun syventävien opintojen tutkielma. Joensuun yliopisto. Metsätieteellinen tiedekunta. 64 s.
- Kangas, J. 1985. MELAn soveltaminen suurella kuvioittain arvioidulla metsäalueella. Metsätalouden suunnittelun syventävien opintojen tutkielma. Joensuun yliopisto. Metsätieteellinen tiedekunta. 43 s.
- Kilkki, P., 1968. Income oriented cutting budget. Tiivistelmä: Tulostavoitteeseen perustuvaa hakkuulaskelma. Acta Forestalia Fennica. 91. 54 s.
- Kilkki, P. & Siitonen, M. 1976. Principles of a forest information system, XVI IUFRO World Congress, Division IV, Proceedings: 154-163.
- Kilpeläinen, H. 1991. Puuntuotanto-ohjelman valinta interaktiivisesti JLP-algoritmeilla. Metsätalouden suunnittelun syventävien opintojen tutkielma. Joensuun yliopisto. Metsätieteellinen tiedekunta. 58 s.
- Kilpeläinen, H. & Malinen, J. 1998. MELA-laajennusosat. MELA96-versio. Metsäntutkimuslaitos. Joensuun tutkimusasema. Moniste 42 s.
- Kolström, M. 1992. MELA:n hakkuuehdotusten ja suunniteltujen hakkuiden erot Yhtyneet Paperitehtaat Oy:n metsissä. Metsätalouden suunnittelun syventävien opintojen tutkielma. Joensuun yliopisto. Metsätieteellinen tiedekunta. 45 s.
- Kähkönen, V. 1991. Monikäyttöä painottava metsätalouden suunnittelu. Esimerkkinä Sipoon kunta. Pro gradu -työ. Helsingin yliopisto.
- Laamanen, R., Leskinen, J. & Soinne, H. 1997. MELA-hakkuulaskelman käyttö Metsähallituksessa. Metsätalouden kehittämissyksikön tiedote 10/1997: 1-6.
- Lappi, J. 1992. JLP A linear programming package for management planning. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 414. 134 s.

- Metsäntutkimuslaitos, tutkimusmetsäpalvelut. 1996. Vilppulan tutkimusalue Hoito- ja käyttösuunnitelma 1996-2005. Metlan tutkimusmetsien julkaisusarja 8/1996. 349 s.
- Mäkitalo, J. 1986. VT-männikön tuottoarvon määrittäminen ja tuottoarvon soveltaminen MELAn käyttöön. Metsätalouden suunnittelun syventävien opintojen tutkielma. Joensuun yliopisto. Metsätieteellinen tiedekunta. 36 s.
- Nalli, A. 1992. Monikäytön suunnittelumenetelmä. Metsätalouden suunnittelun syventävien opintojen tutkielma. Joensuun yliopisto. Metsätieteellinen tiedekunta. 65 s.
- Nalli, A., Nuutinen, T. & Päivinen, R. 1994. Paikkasidonnaiset rajoitteet metsäsuunnittelussa. Teoksessa: Niemeläinen, P., Kangas, J. & Päivinen, R. (toim.). Integroidun metsäsuunnittelun menetelmiä ja välineitä. Integroidun metsällisen päätöksenteon tukijärjestelmiä (IMPJ) - yhteistutkimushankkeen loppuseminaari 2.2.1994. Joensuun yliopisto. Metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 16: 34-53.
- Nalli, A., Nuutinen, T. & Päivinen, R. 1996. Site-specific constraints in integrated forest planning. *Scandinavian Journal of Forest Research* 11(1): 85-96.
- Nuutinen, T. 1989. Combinatorial optimization in short-term forest planning. Lisensiaattityö. Joensuun yliopisto. Metsätieteellinen tiedekunta. 54 s.
- Nuutinen, T. 1994. GISMELA - paikkatietojärjestelmä metsäsuunnittelussa. Teoksessa: Niemeläinen, P., Kangas, J. & Päivinen, R. (toim.). Integroidun metsällisen päätöksenteon tukijärjestelmä (IMPJ) - yhteistutkimushankkeen loppuseminaari 2.2.1994. Joensuun yliopisto. Metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 15: 18-33.
- Nuutinen, T. 1996. Timber sale and logging planning: using a Geographical Information System based methodology. University of Edinburgh, Faculty of Social Sciences. Thesis for the Degree of PhD. 177 + 103 pp.
- Ojansuu, R., Hynynen, J., Koivunen, J. & Luoma, P. 1991. Luonnonprosessit metsälaskelmassa (MELA) - Metsä 2000-versio. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 385. 59 s.
- Oksanen-Peltola, L. & Paananen, R. 1995. Metsäsuunnittelu - yksityismetsätalouden toiminnan perusta. Työtehoseuran metsätiedote 546 8/1995: 1-6.
- Pesonen, M. 1987. Metsälön optimaalisen puuntuotanto-ohjelman valinta mikrotietokoneella. Metsätalouden suunnittelun syventävien opintojen tutkielma. Joensuun yliopisto. Metsätieteellinen tiedekunta.
- Pesonen, M., Jämsä, J. & Hirvelä, H. 1993. Harvennushakkuiden edullisuusvertailu metsälötasolla. Summary: Profitability comparisons of thinnings at the forest holding level. *Folia Forestalia* 802. 23 s.
- Pihljerta, K. 1987. Puustotunnusten arviointivirheiden vaikutus kuvioittaisiin toimenpidevalintoihin MELAssa. Metsätalouden suunnittelun syventävien opintojen tutkielma. Joensuun yliopisto. Metsätieteellinen tiedekunta. 68 s.
- Sallnäs, O. 1990. A matrix growth model of the Swedish forest. *Studia Forestalia Suecica*, No. 183. Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala, Sweden.
- Siitonen, M., 1983. A long term forestry planning system based on data from the Finnish national forest inventory. In: *Forest Inventory for Improved Management. Proceedings of the IUFRO. Subject Group 4.02. Meeting in Finland, September 5-9, 1983.* Helsingin yliopiston metsänarvioimistieteen laitoksen tiedonantoja 17. s. 195-207.
- Siitonen, M., 1993. Experiences in the use of forest management planning models. Tiivistelmä: Kokemuksia mallien käytöstä metsätalouden suunnittelussa. *Silva Fennica* 27(2): 167-178.

- Siitonen, M. 1994. MELA vuonna 2000. Teoksessa: Niemeläinen, P., Kangas, J. ja Päivinen, R. (toim.) Integroidun metsäsuunnittelun menetelmiä ja välineitä. Integroidun metsällisen päätöksenteon tukijärjestelmä (IMPJ) -yhteistutkimushankkeen loppuseminaari 2.2.1994. Joensuun yliopisto. Metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 15: 87-102.
- Siitonen, M., Härkönen, K., Hirvelä, H., Jämsä, J. Kilpeläinen, H. Salminen, O. & Teuri, M. 1996. MELA Handbook 1996 Edition. Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja 622. 452 s.
- Soinne, H. 1996. Strategiavaihtoehtojen tuottaminen MELA-järjestelmällä. Tapaustutkimus Kainuun alueella. Metsänarvioimistieteen pro gradu -työ. Helsingin yliopisto.
- Vainio, T. 1986. Kuviotietojärjestelmä. Metsätalouden suunnittelun syventävien opintojen tutkielma. Joensuun yliopisto. Metsätieteellinen tiedekunta. 47 s.
- Vauhkonen, E. 1995. VMI-tietojen ajantasaistaminen MELAn avulla. Metsätalouden suunnittelun syventävien opintojen tutkielma. Joensuun yliopisto. Metsätieteellinen tiedekunta. 36 s.
- Ärölä, E. 1995. Hakkuulaskelma, käyttöohje. Metsäkeskus Tapio. 28 s.

Mitä käyttäjän tulisi tietää MELAn kasvumalleista

Jari Hynynen

1 Johdanto

MELA-ohjelmiston avulla etsitään ratkaisuja varsin erilaisiin ongelmiin metsäsuunnittelun piirissä.

MELA-ohjelmiston käyttö erilaisiin sovelluskohteisiin asettaakin varsin kovat vaatimukset puuston kehitysmalleille. MELAa sovelletaan eri kokoisille metsäalueille tehtäviin laskelmiin suunnittelualueen koon vaihdellessa koko valtakunnan metsistä aina yhteen metsälöön, tai jopa metsikköön. MELA-laskelmien aikajänne vaihtelee lyhytaikaisista inventointipäivityksistä useiden vuosikymmenien päähän ulottuviin metsävarojen kehitysskenaarioihin. Tyypillisessä MELA-tehtävässä tuotetaan optimointia varten jokaiselle metsikölle lukuisia vaihtoehtoisia käsittelyohjelmia.

Koska MELA-ohjelmiston sovellusalue on hyvin laaja, sen avulla tuotettujen ennusteiden tulisi olla luotettavia koko maan alueella, jonka puitteissa metsiköt vaihtelevat niin maantieteellisen sijaintinsa, kuin myös kasvupaikkojen ja puuston rakenteen suhteen. Vaihtoehtoisten metsänkäsittelymenetelmien analyysit edellyttävät malleja, jotka pystyvät ennustamaan puuston reaktiot metsänhoidollisiin toimenpiteisiin tai niiden laiminlyönteihin, kuten harvennukseen tai harventamattomuuteen, tai turvemaille oijen perkaukseen tai niiden rappeutumiseen.

Mallien laadinnan rajoittavin tekijä on käytettävissä olevan informaation niukkuus. Puuston kehitys on ennustettava inventointien yhteydessä kerättävän, hyvin pelkistetyn mittaustiedon perusteella.

Sellaisen mallin laatiminen joka ominaisuuksiltaan täyttää kaikki yllä mainitut vaatimukset on mahdoton ongelma ratkaistavaksi. Mallien laadinnassa onkin ollut pakko tehdä melkoinen määrä kompromisseja, jotta eri näkökohdat voitaisiin ottaa edes tyydyttävällä tavalla huomioon.

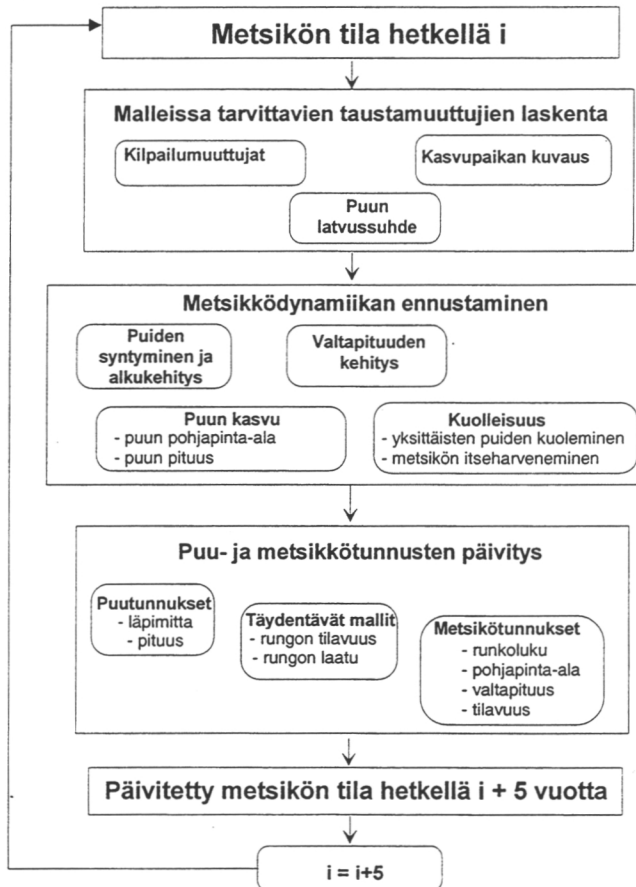
Aina tähän vuoteen asti puuston kehitysennusteet MELAssa on tuotettu 1980-luvun alkupuolella laadituilla malleilla (Ojansuu, ym. 1991). Nyt valtaosa näistä malleista on korvattu uusilla malleilla joiden kehitystyötä on tehty Metsäntutkimuslaitoksessa parin viime vuoden ajan. Puuston kehitysdynamiikkaa kuvaavista malleista ainoastaan puuston syntyminen ja varhaiskehitys ennustetaan edelleen vanhojen mallien avulla. Tämän esityksen tavoitteena on kuvata MELAssa käytettävät puuston kehitysmallit ja esitellä niiden soveltamiseen liittyviä näkökohtia sillä tarkkuudella, jolla MELAn käyttäjän olisi hyvä mallit tuntea. Yksityiskohtainen kuvaus malleista on tekeillä, ja se valmistuu kuluvan vuoden aikana. Uusien mallien periaatteet ja rakenne on kuvattu lisäksi julkaisussa Hynynen ja Ojansuu (1996).

2 Puuston kehityksen ennustaminen MELAssa

21 Simuloinnin kulku

Puuston kehityksen simuloinnin keskeisimmät vaiheet on esitetty kuvassa 1. Simuloinnin lähtötietoina käytetään metsiköstä mitattuja ja niiden perusteella laskettuja metsikköä ja puuta kuvaavia tunnuksia. Malleilla ennustetaan yksittäisten puiden kehitystä. Koko metsikön puustoa koskevat kehityssennusteet saadaan puittaisten kehityssennusteiden keskiarvo- ja summatunnuksina.

Metsikkö kuvataan kuvauspuiden avulla jokaisen puun edustaessa tiettyä puuston kokoluokkaa. Silloin kun inventoinnin yhteydessä metsiköstä on tehty koepuumittauksia, kuten VMI:ssä, koepuita voidaan käyttää kuvauspuina. Jos metsikkökuviolta kerätty vain kuviokohtaisia puustotunnuksia, kuvauspuut voidaan poimia metsikköön malleilla ennustetuista kokojakaumista (esim. Maltamo 1998).



Kuva 1. Kaavio puuston kehityksen simuloinnin kulusta.

Puuston kehitysmallien aika-askel on viisi vuotta. Kaikki luonnonprosesseja kuvaavat mallit, eli puiden syntymistä, kasvua ja kuolemista kuvaavat mallit ennustavat tulevan viiden vuoden aikana tapahtuvan muutoksen. Mallit on laadittu puulajeittain erikseen kangasmaille ja turvemaille. Simuloinnin kuluessa puustotiedot päivitetään viiden vuoden välein. Tätä pienempien aikajaksojen kasvuennusteet lasketaan interpoloimalla viiden vuoden kasvuja.

22 Mallien laadinnassa käytetyt aineistot

221 Mallien laadinta

Koska mallien tulee olla soveltuvia koko maassa, niiden laadinta-aineistoa valittaessa lähdettiin siitä, että aineiston tulisi olla mahdollisimman laaja ja edustava otos maamme metsävaroista. Lisäksi edellytettiin, että puustosta on mitattu vähintään yhden viisivuotisjakson kasvu sekä tarkat puustotunnukset kasvujakson alussa ja lopussa. Kivennäismaiden kasvumallien laadinta-aineistoina käytettiin VMI6:n ja VMI7:n koealaverkoston sidottuja toistuvasti mitattuja metsikkökoealoja, ns. INKA- ja TINKA-koealasarjoja (Vuokila 1986, Gustavsen ym. 1988). Ne edustavat tällä hetkellä laajinta toistuvasti mitattua kestokoealaverkoston. INKA-koealat on perustettiin kasvatusvaiheen talousmetsiin ja ne on tähän mennessä mitattu kolme kertaa viiden vuoden välein. TINKA-kokeet on perustettu havupuuvaltaisiin taimikoihin. Niistä on käytettävissä mittaustiedot kahdelta peräkkäiseltä mittauskerralta. Koivun kasvumallien laadinnassa lisäaineistona käytettiin Metsäntutkimuslaitoksen keräämää mittaustietoa viljelykoivikoista ja toistuvasti mitatuilta metsikkökokeilta.

Turvemaiden kasvumallit perustuvat valtakunnan metsien 8. inventoinnin pysyviltä koealojen aineistoon, sekä toistuvasti mitattujen ns. SINKA-kasvukoealojen mittaustietoon. Yhteensä kasvumallien laadinta-aineistot käsittävät n. 4500 metsikkökoealaa, joilta tehty on 80000 mittaushavaintoa (taulukko 1).

Edustavien empiiristen laadinta-aineistojen lisäksi kasvumallien rakenteen suunnittelussa on käytetty hyväksi järjestetyiltä kokeilta, kuten harvennus- ja lannoituskokeilta kerättyä mittaustietoa (esim. Kukkola ja Saramäki 1983, Hynynen 1995).

Taulukko 1. Mallien laadinnassa käytettyjen metsikkökoealojen ja mittaushavaintojen lukumäärät.

	Puulaji		
	Mänty	Kuusi	Koivu
	Kivennäismaat:		
Koealoja	1736	835	402
Havaintoja	22811	9285	3757
	Turvemaa:		
Koealoja	555	382	503
Havaintoja	20644	5645	16593

222 Mallien kalibrointi

Luotettavin kuva koko maan metsien kasvun tasosta saadaan valtakunnan metsien inventoinnin kenttämittausten avulla. VMI:n kertamittausaineistoa ei kuitenkaan voitu käyttää mallien laadinta-aineistona, koska VMI:sta saatavat puiden kasvutiedot ovat koepuista kasvukairausten avulla mitattuja menneen viisivuotiskauden kasvuja, eikä puustoa ole mitattu kasvujakson alussa.

Mallien laadinnassa käytetty aineisto ei ole laajuudestaan huolimatta läheskään inventointiaineiston veroinen kattavuudessaan. Sen vuoksi mallien laadinnan jälkeen haluttiin varmistaa se, että ennustettu kasvun taso vastaa keskimäärin valtakunnan metsien inventoinneissa mitattua kasvun tasoa kalibroimalla mallit VMI8:n kertamittausaineiston avulla.

Kasvun tasokorjauksen lisäksi kalibroinnin avulla voitiin saada VMI:n mitatun tason mukaiset ennusteet sellaisille kasvupaikoille, maantieteellisille alueille ja puulajeille, jotka aineistossa olivat puutteellisesti edustettuina, tai jotka puuttuivat siitä kokonaan. Myös ilmastosta aiheutuva vuotuinen kasvunvaihtelu otettiin huomioon kalibroinnin yhteydessä tekemällä ilmastokorjaus VMI8:n yhteydessä mitatuille kasvuille ennen kalibrointia.

Käytännössä kalibrointi tehtiin niin, että malleilla ennustettiin VMI8:n koepuiden viiden vuoden kasvua ja verrattiin sitä toteutuneeseen kasvuun. Kasvun ennusteen harhalle laadittiin siten korjausmallit, joiden avulla ennustetta korjataan.

23 Kasvupaikan kuvaus

Kasvupaikan viljavuutta kuvataan kivennäismailla metsätyypillä, jota tarvittaessa täydennetään soistuneisuutta, kunnaisuutta tai kivisyyttä osoittavilla lisämääreillä. Turvemaille kasvupaikan viljavuuden perustana on Huikarin kehittämän ravinteisuusluokittelu. Ilmaston vaikutus kuvataan lämpösummalla. Sen lisäksi malleissa käytetään myös järvisyyden ja merisyyden vaikutusta kuvaavia indeksejä, sekä maaston korkeutta.

Yllä mainittuja muuttujia käytetään monissa malleissa sellaisenaan kuvaamaan kasvupaikan vaikutusta ennustettavaan ilmiöön. Turvemaille kasvupaikkavaikutus kuvataan pelkästään em. muuttujien avulla. Kangasmailla keskeisin kasvupaikan puuntuotoskykyä kuvaava muuttuja on pituusboniteetti. Sen laskennassa käytetään sekä yllä mainittuja kasvupaikkamuuttujia, että puuston ikä- ja pituushavaintoja. Pituusboniteettiin perustuva kasvupaikan kuvaus on kaksitasoinen järjestelmä, jossa jokaiselle kasvupaikalle lasketaan pituusboniteetti ensin puustosta riippumattomien kasvupaikkamuuttujien avulla. Mikäli puustosta on mitattuja ikä- ja pituushavaintoja, voidaan metsikön pituusboniteetille laskea tarkempi ennuste.

24 Syntyminen ja varhaiskehitys

Puiden syntyminen ja varhaiskehitys ennustetaan malleilla, joiden periaatteet on tarkemmin esitetty julkaisussa Ojansuu ym. (1991). Uusien puiden luontainen syntyminen ennustetaan kolmen osamallin avulla. Niistä ensimmäinen ennustaa tulevan viiden vuoden kuluessa syntyvien puiden lukumäärän, toinen malli syntyneiden puiden puulajijakauman, ja kolmas malli puiden syntymävuoden. Malleista kaksi ensimmäistä

perustuu VMIn aineistoon pohjautuviin taulukoihin, joissa esitetään uudistusalojen runkoluvut ja puulajijakaumat ryhmiteltyinä pääpuulajin ja kasvupaikkatyypin mukaisiin luokkiin. Kolmas malli on heuristinen malli, joka ennustaa metsikköön luontaisesti syntyvien puiden syntymävuodet lämpösumman funktiona.

Syntyneiden puiden varhaiskehitys alle 1,3 metrin pituisilla puilla lasketaan mallilla, jonka perustana on ennuste rinnankorkeuden saavuttamiseen kuluvasta ajasta. Ennuste perustuu taimikkoinventoinneissa tehtyihin mittauksiin. Puiden alkukehityksen nopeuteen vaikuttavat kasvupaikan uudistamistapa ja metsikön tiheys.

25 Puiden kasvu

Kangasmailla yli 1,3 metrin pituisten puiden kasvu ennustetaan pituuskasvumallin ja puun pohjapinta-alan kasvumallin avulla. Molemmat mallit ennustavat tulevan viiden vuoden kasvun. Puun tilavuuskasvu lasketaan kasvujakson lopun ja alun tilavuuksien erotuksena. Turvemaiilla puun paksuuskasvu ennustetaan kangasmaiden tapaan pohjapinta-alan kasvumallilla, mutta pituus ennustetaan kasvujakson alussa ja lopussa staattisella pituusmallilla. Turvemaiilla puun pituuskasvu lasketaan tilavuuskasvun tapaan erotuskasvuna.

Kasvumallien kyky kuvata metsikön kehitysdynamiikkaa riippuu pitkälle siitä, miten on onnistuttu kuvaamaan puiden välisen kilpailun vaikutus yksittäisen puun kasvuun. Siihen onkin kiinnitetty mallien laadinnassa varsin paljon huomiota. Uutena puuta kuvaavana muuttujana malleissa on käytetty puun latvussuhdetta. Se tarkoittaa puun elävän latvuksen pituuden ja puun pituuteen välistä suhdetta. Latvussuhde on ainoa helposti mitattava tunnus, joka kuvaa suoraan puun yhteyttävän latvuksen määrää, mikä puolestaan on puun kasvuedellytyksiin keskeisimmin vaikuttava tekijä. Latvussuhteen tiedetään reagoivan herkästi puuston tiheyteen ja sen muutoksiin, kuten harvennuksiin.

Puiden välisen kilpailun astetta metsikössä kuvataan puuston suhteellista tiheyden avulla. Se ilmaisee metsikön puuston tiheyden suhteessa vastaavassa kehitysvaiheessa olevaan täystiheään itseharvenemisvaiheessa olevaan puustoon. Itseharvenemisraja vaihtelee puulajeittain. Puulajin varjonsietokyvystä riippuu, millä puuston määrällä itseharvenemisraja saavutetaan. Sama absoluuttinen puustomäärä, esimerkiksi pohjapinta-alana ilmaistuna, merkitsee eri puulajeilla erilaista suhteellista tiheyttä, ja vaikuttaa siten eri tavalla yksittäisen puun kasvuun.

Kasvumalleissa puuston tiheys kuvataan puulajeittain, minkä avulla voidaan ottaa huomioon metsikön puulajisekoituksen vaikutus puun kasvuun (ns. sekametsävaikutus).

Yksittäisen puun mahdollisuudet menestyä puiden välisessä kilpailussa riippuu sen koosta suhteessa kilpaileviin puihin. Kasvumalleissa suhteellista kokoa kuvataan puun koon suhteella valtapuuston keskikokoon, sekä kyseistä puuta suurempien puiden suhteellisella tiheydellä.

Kasvumallien avulla voidaan ennustaa tärkeimpien metsänhoitotoimenpiteiden; harvennusten ja lannoituksen aikaansaamat kasvuvaikutukset. Ojitetuilla turvemaiilla kasvun määrään vaikuttaa lisäksi ojen kunto ja ojituksesta kulunut aika. Metsänkäsittelyn on kuvattu malleissa melko karkealla tarkkuudella. Metsänkäsittelyn aikaansaamat kasvuvaikutukset on kuvattu siten, että niiden aikaansaama kasvureaktion suuruus vastaa keskimääräistä talousmetsissä saatavaa kasvureaktiota. Malleissa ei ole

voitu ottaa täysimääräisesti huomioon käsittelyn voimakkuuden, kuten harvennusvoimakkuuden tai lannoitemäärän vaikutusta kasvureaktioon, koska sen enempää laadinta-aineistoissa kuin sovellusaineistoissakaan ei yleensä ole riittävän yksityiskohtaista tietoa tehdyistä käsittelyistä. Sovellettaessa ennustemalleja hyvin intensiivisesti hoidettuihin metsiin, on todennäköistä että mallit aliarvioivat puuston reaktiot keskimääräistä voimakkaammin ja huolellisemmin tehtyihin käsittelyihin.

26 Puiden kuoleminen

Puiden kuolemista ennustavat mallit ottavat huomioon metsikön "normaaliin" kehitykseen kuuluvan puiden kuoleamisen, joka pääasiallinen aiheuttaja on puiden välisestä kilpailu. Malleissa on lisäksi otettu huomioon puun vanhenemisen myötä kasvava kuolemisriski.

Inventointiaineistoihin perustuvat puun kuolemistodennäköisyysmallit saattavat johtaa luonnonpoistuman aliarvioon hyvin tiheissä metsiköissä, jotka ovat huonosti edustettuina mallien laadinta-aineistoissa. Ennustettaessa käsittelemättömänä kasvatettavan, tiheän puuston kehitystä, on puuston määrän pysyttelemisenärkeissä rajoissa varmistettu itseharvennemismalleilla, jotka ennustavat puuston maksimimäärä eri kehitysvaiheissa.

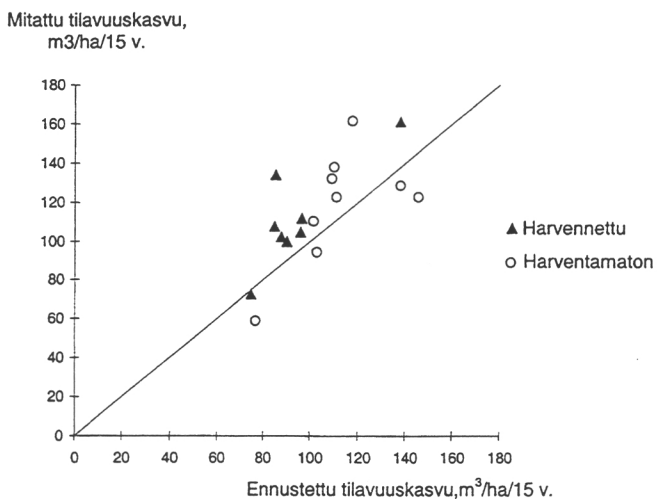
3 Mallien vertailu kestokokeilta mitattuihin tuloksiin

Mallien luotettavuutta tarkasteltiin empiirisesti simuloimalla puuston kehitystä toistuvasti mitatuilla kestokokeilla, ja vertaamalla simulointituloksia mittaustuloksiin. Tässä yhteydessä tarkastellaan kahden koesarjan simulointituloksia esimerkkeinä havainnollistamaan mallien luotettavuutta kahdessa tärkeässä sovellustilanteessa. Tarkasteltavana olivat mallien luotettavuus simuloitaessa

- 1) voimakkaasti harvennettujen ja harventamattomien nuorten männiköiden kehitystä, ja
- 2) sekametsien kehitystä

Harvennuskokeiden simulointiaineistona oli ensiharvennusvaiheen männiköihin perustettu, yhdeksän metsikkökoetta käsittävä koealasarja. Osalla koealoista tehtiin voimakas ensiharvennus n. 12 metrin valtapituusvaiheessa, jonka yhteydessä poistettiin 60 % runkoluvusta. Vertailtavana käsittelynä oli puuston kasvattaminen harventamattomana. Kokeilla seurattiin puuston kehitystä 15 vuoden ajan n. 12 metristä n. 17 metrin pituusvaiheeseen saakka. Käytetty aineisto on tarkemmin kuvattu Hynysen & Saramäen (1995) tutkimuksessa.

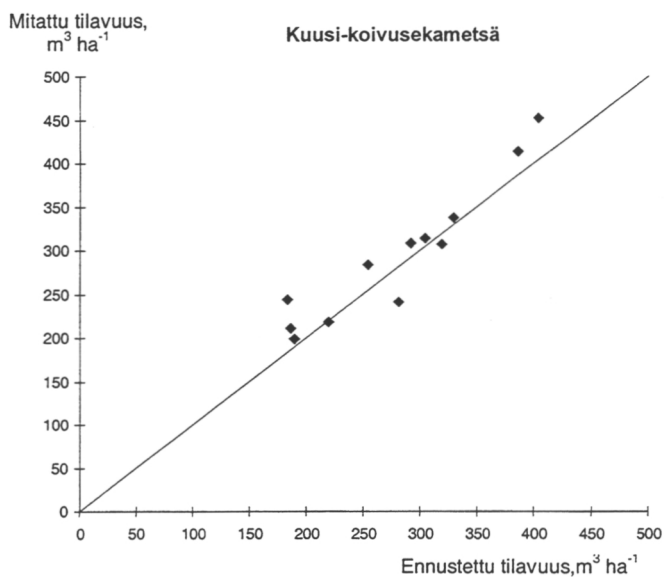
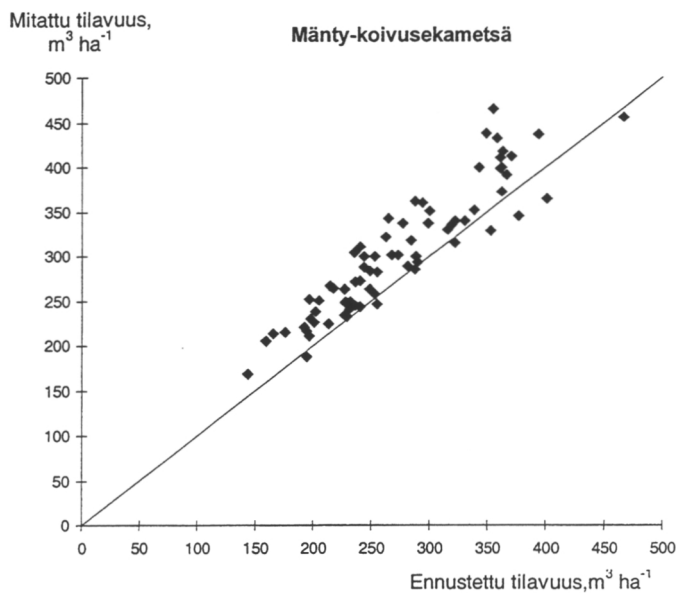
Voimakkaasti harvennetuissa metsiköissä malleilla ennustettu puuston tilavuuden kasvu oli keskimäärin 14 % alhaisempi kuin mitattu kasvu. Toisin sanoen, mallit aliarvioivat hieman puuston kasvua voimakkaan harvennuksen jälkeen. Harventamattomissa metsiköissä ennuste oli keskimäärin vain 2 % mitattua kasvua alhaisempi (kuva 2).



Kuva 2. Mitatut ja malleilla ennustetut tilavuuskasvut harventamattomissa ja voimakkaasti harvennetuissa nuorissa kangasmaan männiköissä

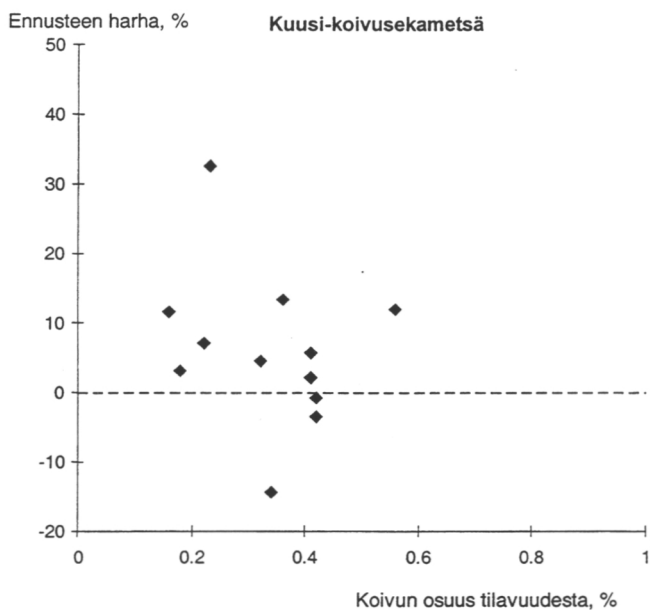
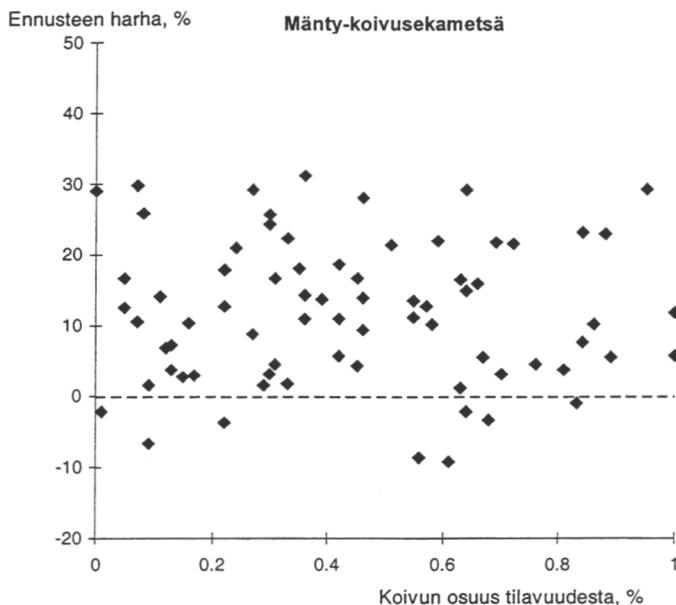
Sekametsätarkastelussa käytettiin aineistona 30 mänty-koivu sekametsikköä ja 9 kuusi-koivu sekametsikköä, jotka muodostivat osan Mielikäisen (1980 ja 1985) sekametsätutkimusten aineistoista. Metsiköt on mitattu kaksi kertaa 20 vuoden välein. Puuston kehitystä ennustettiin malleilla 20 vuoden ajan käyttäen lähtötietoina kokeiden ensimmäisen mittaushetken tilannetta. Saatuja simulointituloksia verrattiin 20 vuotta myöhemmin maastossa mitattuun tilanteeseen.

Mitatut ja ennustetut puuston tilavuudet on esitetty kuvassa 3. Mänty-koivu sekametsissä mallien avulla simuloitu puusto kehitys johti 11,8 %:n aliarvioon puuston tilavuudessa. Kuusi-koivu sekametsissä ennusteharha oli pienempi; tilavuuden aliarvion ollessa 6 %.



Kuva 3. Mitatut ja ennustetut puuston tilavuudet mänty-koivu ja kuusi-koivu sekametsissä.

Saatuja ennusteita tarkasteltiin lisäksi sekapuustona esiintyvän koivun määrän vaihtelun suhteen (kuva 4). Tarkastelu osoitti, että ennusteharha ei oli jokseenkin riippumaton metsikön koivusekoituksen määrästä.



Kuva 4. Suhteelliset tilavuuskasvut sekametsissä koivun osuuden suhteen.

Kestokokeilla tehdyissä simuloinneissa mallien ennustama kasvu oli keskimääräiseltä tasoltaan mitattua kasvua alhaisempi. Kestokokeiden puusto on ja tasaisempaa ja ehkä myös paremmin hoidettua keskiverto talousmetsissä. Tällaisissa tapauksissa keskimääräisten talousmetsien kasvutasoon kalibroitujen ennustemallien voidaan olettaakin antavan pieniä aliarvioita.

Kenties tärkein tulos oli kuitenkin se, että sen enempää harvennusvoimakkuuden vaihtelu kuin koivun puulajisuhteiden vaihtelu sekametsissä eivät aiheuttaneet trendinomaista vaihtelua ennustevirheissä. Tehdyn tarkastelut viittaavat siihen, että mallit pystyvät kuvaamaan sekä harvennusvoimakkuuden ja kasvatustiheyden että puulajisuhteiden vaihtelun vaikutuksen puuston kehitykseen kohtuullisen luotettavasti.

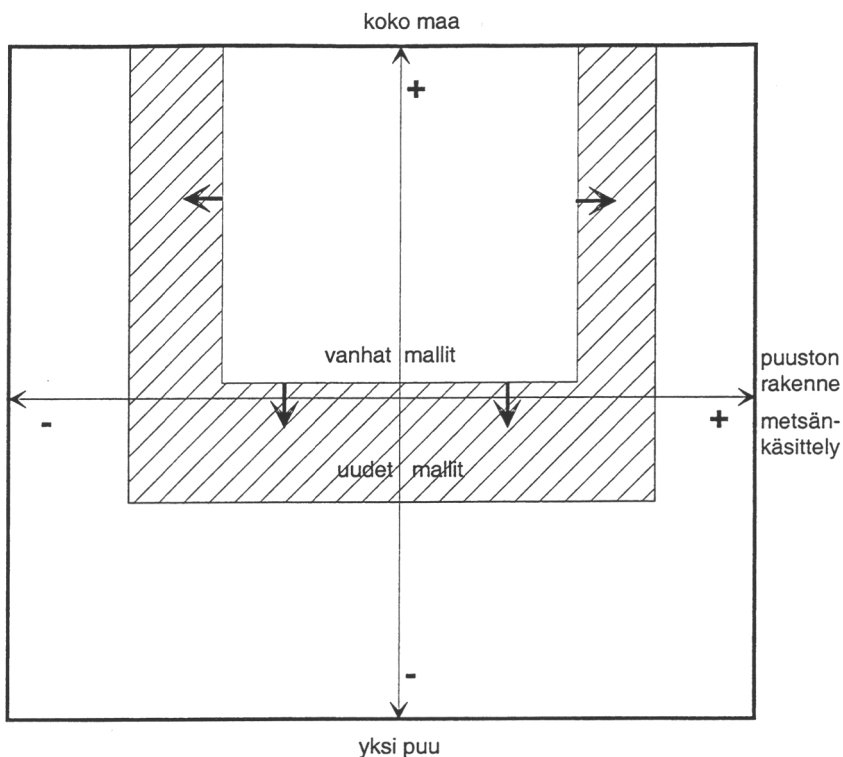
4 Näkökohtia MELAn kasvumallien soveltuvuudesta

Mallit on laadittu talousmetsistä kerättyihin, koko maan kattaviin inventointiaineistoihin, joissa parhaiten edustettuina olivat inventointien aikaan sovelletut metsänkäsittelymenetelmin hoidetut metsät. Mallien soveltuvuus onkin parhaimmillaan laadittaessa ennusteita suurille alueille, joilla sovelletaan tavallisimpia metsänkäsittelymenetelmiä, mikä on havainnollistettu kuvassa 5. Suurille alueille laaditut metsävaralaskelmat ovatkin itse asiassa MELA-ohjelmiston alkuperäinen sovelluskohde.

MELAn uusien kasvumallien sovellusalue on laajempi kuin vanhoilla malleilla. Siihen voidaan esittää perusteluksi tehdyt parannukset, joista keskeisimmät ovat

- 1) uusi, kalibroituva kasvupaikan kuvaus kangasmailla
- 2) entistä laajempaan aineistoon perustuvat uudet mallit ojitetuille turvemaille
- 3) entistä laajempaan aineistoon perustuvat uudet mallit kivennäismaiden koivikoille
- 4) puiden välisen kilpailun tarkempi kuvaus kasvumalleissa
- 5) metsänkäsittelyn vaikutusten eksplisiittinen ja tarkempi kuvaus

Näistä parannuksista ensimmäinen laajentaa mallien soveltuvuutta kohti alueellisesti pienempiä kohteita. Koska kasvupaikkaa kuvaavan pituusboniteetin ennustetta voidaan tarkentaa metsiköittäin tehtyjen puustomittausten perusteella, heijastuvat alueelliset erityispiirteet kasvupaikassa kasvuennusteisiin entistä tarkemmin. Yllä esitetyn luettelon kaksi viimeistä parannusta laajentavat puolestaan mallien soveltuvuutta rakenteeltaan ja käsittelyltään entistä vaihtelevempiin metsiin.



Kuva 5. Periaatekuva vanhojen ja uusien puuston kehitysmallien soveltuvuudesta erilaisten ja eri kokoisten metsäalueiden kehityksen ennustamiseen. Pystyakseli kuvaa metsäalueen koon vaihtelua ja vaaka-akseli puuston rakenteen tai metsänkäsittelyn poikkeamaa (+/-) keskivertometsistä tai metsänkäsittelystä.

MELA laadittiin alunperin suuraluetason tarkasteluita varten. Myös uusien mallien kehittämisen yhtenä keskeisenä tavoitteena on ollut mallien hyvä soveltuvuus tähän tarkoitukseen. Mallit yksinkertaistavat ja keskiarvoistavat todellisuutta. MELAn kasvumalleilla simuloidun metsäalueen kehitysennusteissa metsiköiden välinen vaihtelu on sen vuoksi suppeampaa kuin todellisuudessa. Sen vuoksi yksittäisillä metsäkuvioilla ennusteet saattavat olla harhaisia. Yleistäen voidaan todeta, että mitä kauempana ollaan kuvassa 4 esitetyn vaihtelualan keskialueilta ollaan sitä epävarmempi on malleilla tuotettu kehitysennuste.

Käytännön esimerkkinä mallien kannalta hankalasta sovellustilanteesta voidaan mainita uudistusalueet, joille monimuotoisuuden ylläpitämisen nimissä on jätetty kookkaita jättöpuita ryhmittäin kasvamaan taimikon päälle. Jos vaihtoehtoisten kehitysennusteiden avulla halutaan tarkastella jättöpuiden vaikutusta taimikon kehitykseen, on todennäköistä että mallien ennustama jättöpuiden vaikutus taimikon kehitykseen kuvautuu loogisesti ja oikean suuntaisena. Sen sijaan mallien antamien ennusteiden tarkkuus ei ole riittävä yksityiskohtaisten tuotoslaskelmien tekoon vaikutuksen määrästä. Edelleen, tämänkaltaisiin tuotoslaskelmiin perustuviin taloudellisiin tarkasteluihin ja vertailuihin on syytä suhtautua erittäin varauksellisesti.

Nyky metsänhoidon tuloksen syntyy kasvava määrä metsiä joille on tunnusomaista erikäisyyteen, eri-kokoisuuteen tai puiden ryhmittäisyyteen liittyvä metsikön rakenteen epäsäännöllisyys. Tällaisten metsien kehitysenusteisiin liittyy vielä suuri epävarmuus. Käytännön metsätalouden tarpeisiin soveltuvien luotettavien mallien laadinta edellyttääkin vielä paljon lisätutkimusta kasvu- ja tuotostutkimuksen ja kasvumallituksen alalla.

Myös ennustejakson pituus vaikuttaa ennusteiden luotettavuuteen. Kuten kaikilla ennusteilla, luotettavuus on parhaimmillaan lyhyen jakson ennusteissa, kuten inventointien päivityksessä. Mitä pidempiä aikajaksoja puuston kehitystä simuloidaan, sitä suurempi epävarmuus ennusteisiin liittyy. Käytännössä pisimmät järkevät simuloinijaksot ovat 30-40 vuoden luokkaa. Kasvaneesta epävarmuudesta huolimatta mallien laadinnassa on pidetty keskeisenä kriteerinä sitä, että pitkilläkin ennustejakoilla ennusteet ovat loogisia, vaikka niiden tarkkuutta ei voidakaan täsmällisesti arvioida.

Kirjallisuus

- Gustavsen, H.G., Roiko-Jokela, P & Varmola, M. 1986. Kivennäismaiden talousmetsien pysyvät (INKA ja TINKA) kokeet. Suunnitelmat, mittausten menetelmät ja aineistojen rakenteet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 292. 212 s.
- Hynynen, J. 1995. Modelling tree growth for managed stands. Väitöskirja. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 576. 59 s. + 4 osajulkaisua.
- Hynynen, J. & Ojansuu, R. (toim.) 1996. Puuston kehityksen ennustaminen - MELA ja vaihtoehtoja. Tutkimusseminaari Vantaalla 1996. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 612. 116 s.
- Hynynen, J. & Saramäki, J. 1995. Ensiharvennuksen viivästymisen ja harvennusvoimakkuuden vaikutus nuoren männikön kehitykseen. Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja 1995(2): 99-113.
- Kukkola, M. & Saramäki, J. 1983. Growth response in repeatedly fertilized pine and spruce stands on mineral soils. Seloste: Toistuvalla lannoituksella saatava kasvunlisäys kivennäismaiden männiköissä ja kuusikoissa. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 114. 55 s.
- Maltamo, M. 1998. Basal area diameter distribution in estimating the quantity and structure of growing stock. Väitöskirja. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. 42 s. + 6 osajulkaisua.
- Mielikäinen, K. 1980. Mänty-koivusekametsiköiden rakenne ja kehitys. Summary: Structure and development of mixed pine and birch stands. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 99(3): 1-82.
- Mielikäinen, K. 1985. Koivusekoituksen vaikutus kuusikon rakenteeseen ja kehitykseen. Summary. The effect of admixture of birch on the structure and development of Norway spruce stands. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 133. 79 s.
- Ojansuu, Risto, Hynynen, Jari, Koivunen, Jaana & Luoma, Pirkko 1991. Luonnonprosessit metsälaskelmassa (MELA) - Metsä 2000 -versio. MT 385. 59 s.
- Vuokila, Y. 1986. Puuntuotoksen tutkimussuunnan kestokokeiden periaatteita ja suunnitelmia. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 239. 229 s.

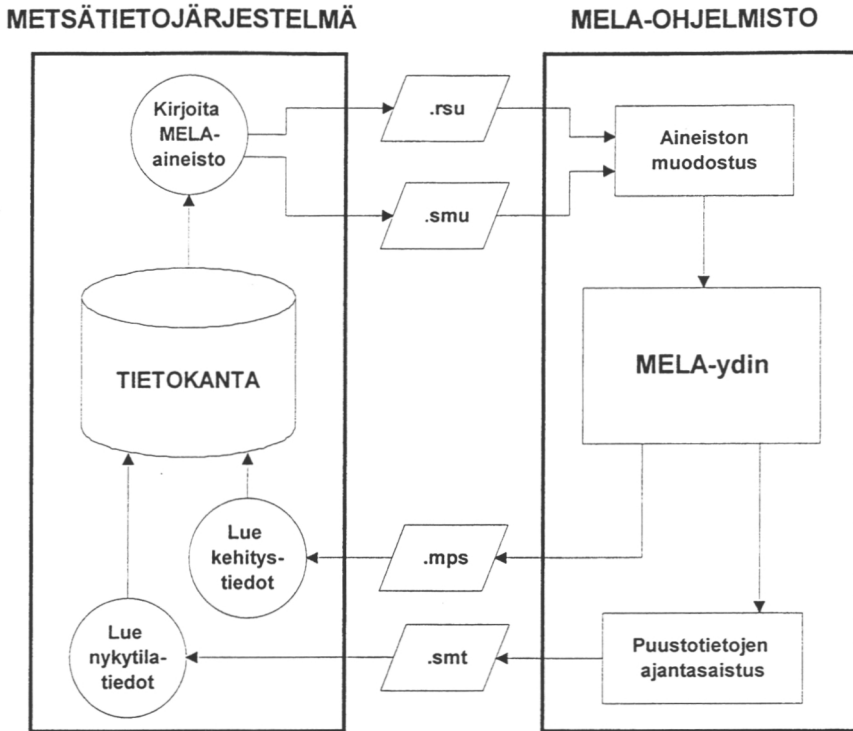
MELA-laajennusosat

Juha Malinen ja Harri Kilpeläinen

1 MELA-laajennusosat - linkki käyttäjän tietojärjestelmään

Useiden MELA-ohjelmistoasiakkaiden metsät inventoidaan kuvioittaisella arvioinnilla, johon liittyy metsikkökuvioiden muodostaminen, kuvio- ja puustotietojen arviointi sekä mahdollisesti metsikkökuvion toimenpidetarpeen päättely. Metsikkökuvion puustotiedot kerätään yleensä puusto-ositteittain, jotka muodostetaan esim. puulajin ja puujakson perusteella. Puusto-ositteet kuvataan puuston keskitunnusten avulla. Toimenpidetarve voi olla tarpeen päätellä maastossa esim. puuston ryhmittäisyyden tai muun metsikkökuvion tai sen puuston erityisominaisuuden vuoksi. Kuvioittaisessa arvioinnissa kerätyt tiedot tallennetaan yleensä metsätietojärjestelmään ylläpidettäväksi ja hyödynnettäväksi. Tietojärjestelmään tallennettuja tietoja voidaan myöhemmin hyödyntää esim. MELA-ohjelmistossa.

Nykyiset MELA-laajennusosat koostuvat aineiston muodostuksesta ja puustotietojen ajantasaistuksesta (kuva 1). Aineiston muodostus ja puustotietojen ajantasaistus on kehitetty helpottamaan kuvioittaisessa arvioinnissa kerätyn tiedon hyödyntämistä MELA-ohjelmistossa ja MELA-ohjelmistolla tuotetun tiedon hyödyntämistä asiakkaiden tietojärjestelmissä. Aineiston muodostus ja puustotietojen ajantasaistus tarjoavat tekstimuotoiset rajapinnat kuvio- ja puustotietojen sekä toimenpidetietojen viemiseksi MELA-ohjelmistolle ja MELA-ohjelmistolla laskettujen ajantasaistettujen tietojen palauttamiseksi takaisin käyttäjän tietojärjestelmään. Lähtötietoina MELA-ohjelmistolle viedään inventoidut kuvio- ja puustotiedot (*.rsu) sekä toimenpiteet (*.smu) omissa tiedostoissaan. Kehitysennusteet (*.mps) ja puustotietojen ajantasaistussovelluksella lasketut ajantasaiset puustotiedot (*.smt) palautetaan käyttäjän tietojärjestelmään omissa tiedostoissaan.

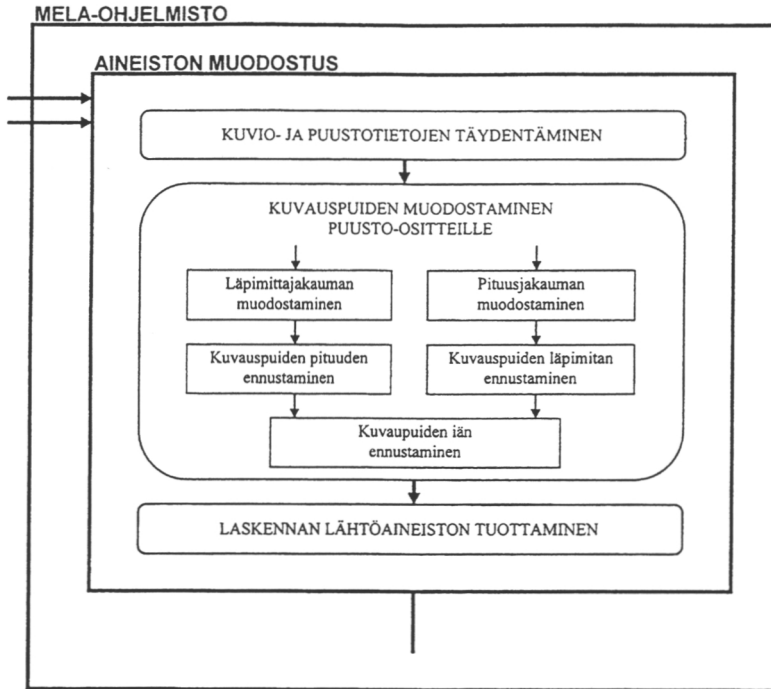


Kuva 1. Aineiston muodostus ja puustotietojen ajantasaistus MELA-ohjelmistossa.

Uusien MELA-laajennusosien ansioista käyttäjän ei tarvitse laatia omia sovelluksia MELA-aineiston muodostukseen eikä ajantasaisten puustotietojen ja kasvun laskentaan MELA-ohjelmiston standarditulostiedostoista (*.smr). Tekstitiedostot helpottavat kuvioittaisten metsävaratietojen käsittelyä käyttäjän tietojärjestelmän ja MELA-ohjelmiston välillä.

2 Aineiston muodostuksessa tuotetaan MELA-aineisto

Aineiston muodostuksessa tuotetaan simuloinnin lähtöaineisto kuvio- ja puustotiedoista sekä metsikkökuvioille maastossa arvioituista toimenpiteistä. Aineiston muodostukseen liittyy oleellisena osana kuvauspuiden muodostaminen läpimitta- tai pituusjakauman avulla. Tämän lisäksi aineiston muodostus käsittää kuvio- ja puustotietojen täydentämisen ja laskennan lähtöaineiston tuottamisen (kuva 2).



Kuva 2. Kuvauspuiden ennustaminen on osa aineiston muodostusta.

Aineiston muodostuksessa käytetään ensisijaisesti maastossa mitattuja tietoja. Kuvio- ja puustotietoja täydennetään mallien avulla, jos ne ovat puutteelliset kuvauspuiden muodostamisessa tai laskennan lähtöaineistossa tarvittavien muuttujien osalta. Kuviotiedoista voidaan täydentää metsikkökuvion sijainnin perusteella korkeus merenpinnan yläpuolella ja lämpösumma. Vaikka puustotietojen täydentäminen mallien avulla aineiston muodostuksen yhteydessä on mahdollista, sitä ei kuitenkaan suositella, koska mallien avulla ei voida riittävän hyvin ennustaa keskitunnusten metsiköiden välistä vaihtelua.

Kuvauspuut muodostetaan puusto-ositteille läpimittajakauman avulla, kun puusto-ositteen keskiläpimitta on vähintään 5 cm ja pituusjakauman avulla, kun puusto-ositteen keskiläpimitta on alle 5 cm. Läpimittajakauma kuvataan Weibull-jakaumalla, jonka parametrit ennustetaan malleilla. Ennustetusta Weibull-jakaumasta saadaan kuvauspuiden läpimitat ja pohjapinta-alaosuudet. Läpimittajakaumaa käytettäessä kuvauspuiden pituudet ennustetaan puusto-ositteeseen kalibroidun pituusmallin avulla. Kun puusto kuvataan pituusjakauman avulla, kuvauspuiden pituudet ennustetaan normaalijakaumalla ja kuvauspuiden läpimittana käytetään puusto-ositteen mitattua keskiläpimittaa. Kuvauspuiden ikänä käytetään sekä läpimitta- että pituusjakauman tapauksessa puusto-ositteen mitattua keski-ikää.

Aineiston muodostuksessa voidaan myös antaa metsikkökuvioille toimenpiteitä, joiden avulla ohjataan puuston kehitystä MELA-ohjelmistossa. Toimenpiteet voivat olla maastoinventoinnin jälkeen tehtyjä toimenpiteitä tai ehdotuksia tulevaisuudessa

tehtävistä toimenpiteistä. Toimenpiteiden ohjauksessa pelkkä puuston kasvatus ts. kuvion jättäminen lepoon on myös mahdollista.

Toimenpiteiden ohjausta tarvitaan, jos käyttäjä haluaa pakottaa tietyille metsikkökuviolle ennalta määrätyt ja haluttuna ajankohtana toteutettavat toimenpiteet toteutettaviksi. Käyttäjän määrittelemiksi toimenpiteiksi hyväksytään MELA-ohjelmiston tuntemat tapahtumat.

Laskennan lähtöaineisto muodostetaan mitatuista kuvio- ja puustotiedoista, muodostetuista kuvauspuista sekä kuviokohtaisista toimenpiteistä MELA-ohjelmiston vaatimaan muotoon. Tekstitiedostojen tiedoista aineiston muodostuksessa tuotetulla aineistolla tehdään MELA-analyysyjä tavalliseen tapaan.

3 Metsävaratiedot ajantasalle

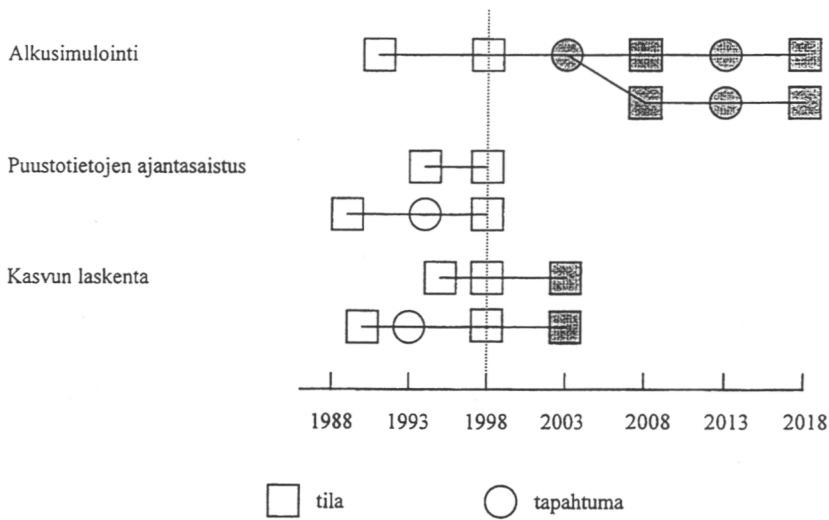
Metsävaratietojen ajantasaistuksen avulla metsävaratiedot voidaan ajantasaistaa haluttuun ajankohtaan. MELA-ohjelmistolla ajantasaistetut puustotiedot voidaan palauttaa käyttäjän tietojärjestelmään puustotietojen ajantasaistussovelluksen tuottamasta tekstitiedostosta, jonka sisällön käyttäjä voi itse määrittellä.

MELA-laajennusosien puustotietojen ajantasaistussovelluksen avulla voidaan laskea puuston keskitunnukset ja tilavuus (vrt. MELA-ohjelmiston simulointitietueen puumuuttajat) sekä puuston tuleva kasvu ja arvokasvu haluttuna ajankohtana. Tunnukset ennustetaan laskentaan tuoduille puusto-ositteille.

Metsävaratietojen ajantasaistuksessa voidaan erottaa kolme tapausta (kuva 3), joista kaksi jälkimmäistä ovat MELA-ohjelmistossa uusia ominaisuuksia:

- puustotietojen ajantasaistus laskentakauden alkuun (alkusimulointi) suunnittelulaskelmissa
- puustotietojen ajantasaistus
- kasvun laskenta

Alkusimulointia voidaan hyödyntää suunnittelusovelluksissa, kun eri ajankohdilla inventoidut kuviotiedot halutaan ajantasaistaa laskentakauden alkuun, josta varsinainen vaihtoehtojen simulointi alkaa. Alkusimuloinnissa puustotiedot kasvatetaan laskentakauden alkuun, mutta tehtyjä toimenpiteitä ei voida ottaa huomioon. Eri aikaan inventoitujen kuvioiden puustotiedot saadaan alkusimuloinnin avulla samanaikaisiksi.



Kuva 3. Esimerkkejä metsävaratietojen ajantasaistamisesta MELA-ohjelmistolla.

Puustotietojen ajantasaistus ja kasvun laskenta voidaan yhdistää samaan sovellukseen puustotietojen ajantasaistussovellukseksi. Puustotietojen ajantasaistus voidaan liittää saumattomasti suunnittelulaskelmiin, mutta kasvun laskenta on tehtävä omassa laskentasovelluksessa ts. kasvun laskentaa ei voida toteuttaa suunnittelusovelluksen yhteydessä. Tehdyt toimenpiteet voidaan ottaa huomioon sekä puustotietojen ajantasaistuksessa että kasvun laskennassa.

Nykyisen kuviotiedon riittävyys puujoukon ennustamiseksi?

Jouni Siipilehto

Nykyisen metsäsuunnittelun mukaiset kuviotiedot ovat jo varsin monipuolisia. Puulajeittain kerättävät metsikkökuvion puustotiedot sisältävät keskiläpimitan, -pituuden ja -iän lisäksi joko runkoluvun tai pohjapinta-alan puuston tiheyttä kuvaavana tunnuksena. Käytännössä runkoluku mitataan taimikoissa ja nuorissa kasvatusmetsissä; varttuneemmissa puustoissa mitataan pohjapinta-ala. Selvästi erottuvat jaksot kuvataan omiksi puusto-ositteiksi (Solmun maastotyöopas 1997). Kuviotiedot antavat hyvän perustan puujoukon ennustamiseksi. Silti herää kysymys, ovatko kuviotiedot riittäviä puuston läpimittajakauman ennustamiseksi? Eivätkö tietyn keskiläpimitan ja pohjapinta-alan mukaiset puustot sisällä huomattavaa vaihtelua puiden kokojakaumissa? Metsien käsittelyn kirjon kasvaessa kyseinen vaihtelu tulee entisestään kasvamaan.

Nykyisten puustotunnusten riittävyttä puiden kokojakaumien ennustamiseksi tarkasteltiin ennustamalla varttuneiden sekametsien läpimittajakaumat Weibull- ja Johnsonin SB-jakaumia käyttäen. Keskipituudeltaan yli 10 metrin mittaisten puustojen tiheys oletettiin tunnetuksi pohjapinta-alana. Lisäksi tutkittiin vaihtoehtoa, jossa pohjapinta-alan lisäksi myös runkoluku oletettiin mitatuksi ja voitiin hyödyntää jakaumia ennustettaessa. Etelä-Suomeen sijoittunut tutkimusaineisto käsitti 61 kuusi-koivusekametsikköä, joista oli mitattu noin sadan puun kiinteäläisiä koaloja (Mielikäinen 1985). Jakaumien ennusteita testattiin riippumattomalla INKA-aineistolla.

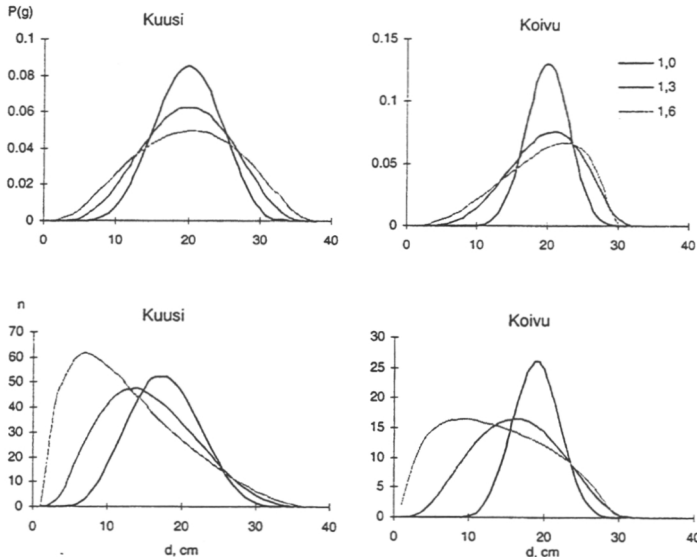
Jakaumat estimoitiin pohjapinta-alan läpimittajakaumina maximum likelihood -menetelmällä. Parametrit ratkaistiin siten, että jakauman mediaaniläpimitaksi saatiin kuviotietoa vastaava läpimitta. Jakaumien alarajat kiinnitettiin nolnaan eli käytettiin kolmen parametrin SB-jakaumaa ja kahden parametrin Weibull-jakaumaa. SB-jakauman joustavuus tuli esille hieman Weibull-jakaumaa tarkempina jakaumasovituksina.

Jakaumaparametrien ennustamiseksi laadittiin lineaariset regressiomallit. Runkolukua hyödynnettäessä laskettiin metsikön tiheystunnus, joka oli laskennallisen ja havaitun pohjapinta-alan (G) suhde (yhtälö 1). Laskennallinen pohjapinta-ala tarkoitti mediaanipuun pohjapinta-alan (g_{gM}) ja mitatun runkoluvun (N) tuloa. Jos runkolukujakauma oli symmetrinen, oli suhteen arvo likimain yksi. Laskevan runkolukujakauman (oikealle vino) tapauksessa suhteen arvo voi kasvaa yli kahden. Kuusella varjoa sietävänä puulajina tavattiin suurin tiheystunnuksen arvo (2,8). Keskimääräiset arvot olivat kuusella 1,5 ja koivulla 1,2. Kuusen runkolukujakaumat olivat siten keskimäärin enemmän oikealle vinoja kuin koivun jakaumat.

$$tiheys = g_{gM} N / G, \text{ jossa } g_{gM} = \frac{\pi}{4} \left(d_{gM} / 100 \right)^2 \quad (1)$$

Weibull-jakaumaparametri saatiin molemmissa vaihtoehdoissa luotettavasti ennustettua, koska se oli erittäin voimakkaasti riippuvainen keskiläpimitasta. Jakaumaparametrien ennusteet olivat harhattomia tärkeimpien puustotunnusten suhteen. Nykyisen kuviotiedon pohjalta ennustetut jakaumaparametrit olivat kuitenkin selvästi harhaisia tiheystunnuksen (1) suhteen. Osa jakaumaparametreista saatiin ennustettua lähes yhtä luotettavasti ilman runkolukua. Sen sijaan SB-jakauman huipukkuutta (hajontaa) kuvaavan parametrin selitysasteet nousivat selvästi, kuusella 21 %:sta 35 %:iin ja koivulla jopa 5 %:sta 50 %:iin tiheystunnuksen ansiosta.

Nykyisen kuviotiedon avulla ennustettaessa (malli G) ei Weibull-jakauman ja SB-jakauman puustotunnusten (runkoluku, puutavaralaji- ja kokonaistilavuudet) luotettavuuksissa ollut käytännössä juurikaan eroa. Puutavaralajijakaumia tarkasteltiin osa-aineistoilla 30 vuoden MELA-simulointijaksolla. SB-jakaumalla harhat olivat hieman pienempiä kuin Weibull-jakaumalla. Jos pohjapinta-alan lisäksi runkolukua voitiin käyttää ennustettaessa (malli N+G), saatiin molemmilla jakaumilla tarkennettua puustotunnuksia. SB-jakaumalla saatiin tässä vaihtoehdossa lähes poikkeuksetta pienimmät virhevaihtelun hajonnat (taulukot 1-2). Tiheystunnuksen kasvaessa kuusen pohjapinta-alan läpimittajakaumat tulivat laakeammiksi, mutta koivun jakaumissa oli silmiinpistävää lisäksi jakauman vinoutuminen (kuva 1). Näitä vastaavat runkolukujakaumat muuttuivat samalla voimakkaasti oikealle vinoiksi tiheystunnuksen (runkoluvun) kasvaessa (kuva 1). Kuvassa 2 nähdään koivun ennustemallin tarkentumisen merkitys runkoluvun virhevaihtelun pienenemisenä. Samalla runkoluku tuli yliarvioitua noin 5 prosenttia (taulukko 1).



Kuva 1. Kuusen ja koivun pohjapinta-alan (yllä) ja vastaavat runkoluvun (alla) läpimitta-jakaumat ennustettuna tiheystunnuksen arvoilla 1,0, 1,3 ja 1,6, kun d_{gM} oli 20 cm, G oli 26 m^2/ha koivun osuuden ollessa 30 prosenttia. Kuusen runkoluku vaihteli samalla 540- 970 kpl/ha ja koivun runkoluku 190-300 kpl/ha.

INKA-testiaineistossa tarkasteltiin metsikön puustoa kokonaisuutena, vaikka jakaumat ennustettiin puulajeittain. Koivun suhteellinen osuus oli testiaineiston metsiköissä niin pieni, että luotettavuustarkastelua koivun osalta ei erikseen tehty. Testiaineistossa runkoluvun hyödyntäminen jakaumia ennustettaessa pienensi runkoluvun virhevaihtelun puoleen verrattuna nykyistä kuviotietoa hyödyntäneeseen malliin (taulukko 3). Tilavuuden kohdalla muutos oli vähäinen. Tämä viittaa siihen, että ennustemallin tarkentuminen merkitsi pääasiassa pieniläpimittaisten, kokonaistilavuuteen marginaalisesti vaikuttaneiden puiden tarkempaa kuvausta. Näillä on oma merkityksensä puutavaralajitilavuuksiin ja harvennushakkuun kustannuksiin.

Taulukko 3. Ennustetuista Weibull- ja SB-jakaumista lasketut runkoluvun ja kokonaistilavuuden suhteelliset harhat (virheiden keskihajonnat) INKA-testiaineiston kuusi-koivu-sekametsissä (N = 47). Riveittäin pienimmät harhat ja hajonnat on lihavoitu.

	Weibull-jakauma			SB-jakauma					
	G		N+G	G		N+G			
	harha	Hajonta	harha	hajonta	harha	hajonta	Harha	Hajonta	
%									
Ntot	20,6	(21,4)	11,0	(15,9)	17,4	(19,8)	-6,4	(10,2)	
Vtot	-0,2	(3,5)	0,6	(3,3)	-0,02	(3,5)	1,3	(3,1)	

Runkoluvun tunteminen paransi varttuneiden puustojen läpimittajakaumien ennusteita. Tulosta voidaan hyödyntää seuraavassa työvaiheessa, kun MELAa varten laaditaan mahdollisimman kattavaan aineistoon perustuvia puuston kokojakaumia ennustavia malleja. Uusia ennustemalleja tarvitaan, koska nykyisin laajasti käytössä olevat, pieniin VMI:n relaskooppikoealoihin perustuvat mallit eivät ole luotettavia, varsinkaan pieniläpimittaisten puiden kuvauksessa (Maltamo 1998). Mallit voidaan tarvittaessa laatia sekä nykyisen metsäsuunnittelun ehdoilla että runkoluvun mittauksella tehostetun kuvioittaisen arvioinnin vaihtoehdolla. Kun nykyisessä metsäsuunnittelussa mitataan kuviolta 4-8 relaskooppikoealaa, niin samasta keskipisteestä 3,99 m:n säteellä mitattu runkoluku vastaisi 50-25 rungkon laskennallista tarkkuutta hehtaarilla.

Kirjallisuus

- Maltamo, M. 1998. Basal area diameter distribution in estimating the quantity and structure of growing stock. Väitöskirja. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. 43 s.
- Mielikäinen, K. 1985. Koivusekoituksen vaikutus kuusikon rakenteeseen ja kehitykseen. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 133:1-73.
- Oksanen-Peltola, L., Paananen, R., Schneider, H. & Ärölä, E. (toim.). Solmun maastotyöopas. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio.

MELA98 ja monikäyttö

Olli Salminen

1 Johdanto

Metsiin kohdistuvat odotukset ovat viime vuosikymmeninä taloudellisen kehityksen myötä muuttuneet voimakkaasti. Metsien merkitys ulkoilu-, maisema- ja kulttuuritekijänä sekä eri harrastusten toimintaympäristönä on kasvanut ja aivan viime vuosina erityisesti ympäristöarvojen (monimuotoisuuden) ottaminen huomioon on korostunut. Puuntuotantoon painottuneesta metsien käytöstä ja ohjauksesta ollaan siirrytty muut käyttömuodot yhä paremmin huomioon ottavaan suuntaan. Tämä on näkynyt esim. uudistetuissa metsä- ja ympäristölaeissa ja niiden mukaan laadituissa metsänkäsittelysuosituksissa. Uudet käyttömuodot ovat asettaneet myös metsätalouden suunnittelun uusien haasteiden eteen.

2 Monikäyttö metsätalouden suunnittelussa

Suunnittelun tavoitteena on tuottaa informaatiota vaihtoehtoisten valintojen seurauksista, joiden perusteella päätöksentekijä pystyy rationaalisesti toimiessaan valitsemaan itseään parhaiten tyydyttävän vaihtoehdon (maksimoimaan metsästä saatavan kokonaisuhyötynsä). Päätöksentekijän rationaalista toimintaa rajoittaa paradoksaalisesti toisaalta tiedon runsaus, toisaalta sen puute.

Monikäytön suunnittelussa käytettävät menetelmät voidaan karkesti jakaa harkinnanvaraiseen ja numeeriseen suunnitteluun (Pukkala 1994). Ensinmainitussa vaihtoehtojen määrittely ja arvionti perustuu subjektiiviseen harkintaa, jolloin vain murto-osa mahdollisista päätösvaihtoehdoista voidaan käydä läpi. Toisaalta puhtaat numeeriset menetelmät edellyttävät päätöksentekijän tavoitefunktion ja eri käyttömuotojen (aineellisten ja aineettomien) kvantifiointia ja yhteismitallistamista sekä niiden välisten suhteiden tuntemista. Käytännössä joudutaan numeerisiin menetelmiin perustuvassa suunnittelussakin turvautumaan monissa tapauksissa kvalitatiivisiin ja subjektiivisiin arvioihin.

3 MELA98 ja monikäyttö

MELA-järjestelmä on kehitetty metsätalouden suunnitteluvälineeksi, joka koostuu käsittely- ja kehitysvaihtoehtoja metsiköille tuottavasta simulaattorista sekä JLP-optimointiohjelmistosta, jolla valitaan parhaat tuotantovaihtoehdot. Simulaattorissa ei ole toistaiseksi tuotantofunktioita muille käyttömuodoille kuin puuntuotannolle, saati eri käyttömuotojen yhteisiä tuotantofunktioita. MELA-järjestelmällä ei pystytä siten ennustamaan esim. teerikannan, marjasatojen tai maiseman kehitystä eri

metsäkäsittelyvaihtoehdoissa. Optimoinnissa tehokkaiden vaihtoehtojen valintaa rajoittaa myös monikäytön matemaattisten relaatioiden puuttuminen, toisin sanoen ei tunneta eri käyttömuotojen vaihtosuhteita. Relatiot ovat usein myös epälineaarisia, jolloin lineaarinen optimointi ei pysty niitä tehokkaasti käsittelemään.

Toisaalta osa toiminnoista on joko kokonaan tai osittain toisensa poissulkevia, jolloin puuntuotannon kannalta kyse on yksinkertaisesti toiminnan rajoituksista. MELA-järjestelmässä voidaankin monikäyttö liittää osaksi metsätalouden suunnitelua ottamalla huomioon monikäytön synnyttämät puuntuotannon rajoitukset jättämällä osa metsiköistä kokonaan puuntuotannon ulkopuolelle tai rajoittamalla niiden käyttöä esim. suosimalla lehtipuustoa ja luontaista uudistamista tai pidentämällä kiertoaikoja (esim. Nuutinen & Siitonen 1995). Puuntuotannon rajoitukset voidaan toteuttaa MELA:ssa joko ohjaamalla simulaattorin toimintavaihtoehtojen muodostamista ja/tai ohjaamalla optimoinnin valintoja tehtävämäärittelyn avulla.

Käyttäjä voi ohjata simulointia (ks. MELA-opas Siitonen ym 1996) luomalla uusia tapahtumia tai muokkaamalla vanhoja TAPAHTUMA-parametrin ja sen alkioiden avulla (esimerkki 1). Käsittelyluokamuuttujan eli MELA:n metsikkömuuttujan 30 avulla voidaan määrittellä käsittelyiltään samanlaiset esim. puuntuotannon piiriin ja sen ulkopuolelle kuuluvat metsiköt (esimerkki 2) ja TAPAHTUMA-parametrin METSIKKOEHDOT-alkion avulla ohjata toimenpiteiden kohdistumista. Muita tapahtumia ohjaavia parametreja ovat mm. MIN_UUDISTUSIKA- ja MIN_UUDISTUSLAPIMITTA-parametrit, jotka määrittelevät uudistuskypsyysskriteerit. Jos toimenpiteet halutaan pakottaa yksittäiselle kuviolle, niin se tehdään MELA98:ssa toimenpidetiedoston (.SMU) ja SMU_MUUTTUMAT-parametrin avulla (ks. Malinen & Kilpeläinen: MELA-laajennusosat).

Esimerkki 1. Havupuihin ensin kohdistuva "varovainen" harvennus puuntuotannon piiriin kuuluvassa lehdossa. Huom: Oletusarvot esitetty vain esimerkin vuoksi.

```
TAPAHTUMA
#22 LEHDON PPA-HARVENNUS
#TAPAHTUMAVUODET          6 10          (oletusarvot)
#LYHIMMAT_TOTEUTUSVALIT   10          (oletusarvo)
#HAARAUTUMINEN            1          (oletusarvo)
#VASTAAVAT_TAPAHTUMAT     11 23 24      (uusia tapahtumia)
#SALLITUT_EDELTAJAT        99          (oletusarvo)
#METSIKKOEHDOT            3 30 0 -1.9999 2 12 1 2 13 1
* tapahtuma sallittu rajoittamattoman puuntuotannon metsämaan (30 0 -1.9999)
* kankaan (12 1) lehdossa (13 1)
#TODENNAKOISYYS           1          (oletusarvo)
#TAPAHTUMAKUTSU           2 1      1 1 0 4 2 10 1.5 0 1.5 1.25 0.8 0 0 0 0
#>>                       1 3 6 99 2 0.5 2.5 8 -0.5 1 0 0 0 8 -0.5 1
* tapahtumaan liittyvät ehdot (argumentit A,B ja 1-15), joissa esim. ppa:n on
oltava hakkuun jälkeen tasolla 1.25xMIN_PPA_HARV_JALKEEN ja
puustosta poistetaan korkeintaan 20 % nykyisestä ppa:sta sekä puiden poisto-
ohje (argumentit 16-31), jossa ensin hakataan havupuita
```

Esimerkki 2. Käsittelyluokitus (luokat 1 = ensijaisesti puuntuotannossa olevat, 2 = rajoitetussa puuntuotannossa olevat ja 3 = puuntuotannon ulkopuolella olevat). (Esimerkin lähde: Hirvelä ym. 1998)

Muuttujat	Käsittelyluokka		
	1	2	3
Maaluokka			
1 metsämaa	x		
2 kitumaa		x	
Maaluokan tarkennus			
0 ei tarkennusta	x		
1 pieni metsätalousmaan kuvio muun kuin metsätalousmaan keskellä		x	
3 saari, jossa metsätalousmaata korkeintaan 1 ha			x
4 saari, jossa metsätalousmaata 1-100 ha		x	
Puuntuotannon rajoituksen tarkennus			
- ei moninaiskäytöstä johtuvia puuntuotannon rajoituksia	x		
1 kaikki toimenpiteet kielletty			x
2 hakkuut sallittu alueen luonteen säilyttämiseksi, esim. hakkuut lehtojensuojelueella			x
3 vain varovaiset hakkuut sallitaan		x	
4 määräaikainen toimenpidekielto			x
5 hakkuut luvanvaraisia, esim. osa kaava-alueista			x
6 vain varovaiset hakkuut suositeltavia		x	
7 hakkuut sallittu, mutta alueen vesitalous on säilytettävä ennallaan	x		
8 alueella rajoitus, joka ei vaikuta metsätalouden harjoittamiseen	x		
Puuntuotannon rajoitukset			
103 soidensuojelualue	x		x
303 ojitusrauhitusalue	x		x
307 kaupunkien ja kuntien lähivirkistysalueet	x		
308 puolustusvoimien harjoitusalueet	x		
402 soidensuojeluohjelma	x		x

Optimointitehtävän määrittely riippuu päätöksentekijän tavoitteista, jolloin ongelmana on miten monikäyttöön liittyvät tavoitteet operationalisoidaan tavoitefunktioiksi ja rajoitteiksi. Yksinkertaisimmillaan monikäytön huomioon ottaminen voi tapahtua esim. alentamalla laskentakorkoa, mikä merkitsee ekstensiivisempää metsätaloutta (pidempiä kiertoaikoja jne.). Tulkinnallisesti toki selkeämpää on jos monikäyttö- ja monimuotoisuustekijät voidaan ilmaista MELA:n päätösmuuttujien avulla konkreettisesti tavoitefunktiossa tai rajoitteina (esimerkki 3). JLP mahdollistaa lisäksi muuttujiin kohdistuvat muunnokset xtran, dtran ja ctran ja muunnoksiin liittyvät komennot reject (esimerkki 4), duplicate, split (ks. JLP-opas, Lappi 1992).

Esimerkki 3. Yli 140-vuotiaita metsiä vähintään 15 % pinta-alasta.

$$x1509 > 0.15 * x1510$$

Esimerkki 4. Lehdot ja yli 140-vuotiaat puustot pois hakkuutoiminnasta xtran-muunnoksella ja reject-kommennolla.

xtran

hala=x1007+x2007+x3007+x4007+x5007

kerty=x1195+x2195+x3195+x4195+x5195

if KASVUPAIKKATYYPPI.eq.1.and.(hala.gt.0.or.

kerty.gt.0) then reject

if BIOLOGINEN_IKA.ge.140.and.(hala.gt.0.or.

kerty.gt.0) then reject

Kirjallisuus

- Hirvelä, H., Nuutinen, T. & Salminen, O. 1998. Valtakunnan metsien 9. inventointiin perustuvat hakkuumahdollisuusarviot vuosille 1997–2026 Etelä-Pohjanmaan metsäkeskuksen alueella. Metsätieteellinen aikakauskirja – Folia Forestalia 2B/1998:279–291.
- Lappi, J. 1992. JLP A linear programming package for management planning. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 414.
- Nuutinen, T. & Siitonen, M. 1995. Mitä Pohjois-Karjalan metsien suojelu maksaa. Teoksessa: Korhonen, K. & Mäkkeli, P. (toim.) 1995. Metsien eri käyttömuodot yhdistävä suunnittelu, s. 58–67. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 568.
- Pukkala, T. 1994. Metsäsuunnittelun perusteet. Gummerus Oy, Jyväskylä.
- Siitonen, M., Härkönen, K., Hirvelä, H., Jämsä, J., Kilpeläinen, H., Salminen, O. & Teuri, M. 1996. MELA handbook 1996 edition. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 622.

MELA Metsähallituksen luonnonvarasuunnittelussa

Hanna Soinne

1 Metsähallituksen luonnonvarasuunnitelma

Metsähallituksen maankäytön suunnitteluun vaikuttaa entistä enemmän muiden kuin puuntuotannollisten tavoitteiden painotus. Metsäsuunnittelusta ollaan siirtymässä luonnonvarojen käytön suunnitteluun. Jotta eri tahojen, osin ristiriitaisetkin tavoitteet voitaisiin yhteensovittaa mahdollisimman hyvin, tarvitaan sekä maankäytön eriyttämistä että tehokasta käyttömuotojen rinnakkais- ja päällekkäiskäyttöä. Toimintaympäristön ja asiakkaiden odotukset sekä yhteiskunnan Metsähallitukselle asettamat tavoitteet voidaan ottaa keskitetysti huomioon, kun yhdistetään eri tulosalueiden tavoitteet alueelliseen luonnonvarasuunnitelmaan. Luonnonvarasuunnitelma on kirjattu Metsähallituksen ympäristöperiaatteisiin tärkeäksi toimintaa ohjaavaksi tekijäksi. Luonnonvarasuunnittelussa tehdään alueen luonnonvarojen käytön perusratkaisut.

Luonnonvarasuunnitelman tulee olla

- Kokonaisvaltainen: suunnitelma kattaa kaikki maankäyttömuodot luonnonpuistoista talousmetsiin.
- Monitavoitteinen: suunnitelman tulisi sovittaa yhteen Metsähallituksen, sidosryhmien ja kansalaisten mahdollisesti ristiriitaiset tavoitteet. Optimitilanteessa kaikki tahot saavat suunnitelmasta lisäarvoa.
- Kestävä: sosiaalinen, taloudellinen ja ekologinen kestävyys paranee.

Luonnonvarasuunnitelmaa toteutetaan alue-ekologisella suunnittelulla, erityisalueiden hoito- ja käyttösuunnitelmilla sekä hakkuu- ja metsänhoitotoimenpiteiden suunnittelulla (hankesuunnittelulla). Suunnitelma laaditaan kymmeneksi vuodeksi. Sen toteutumista seurataan vuosittain. Luonnonvarasuunnittelun on määrä kattaa Metsähallituksen hallinnassa olevat alueet vuosituhannen loppuun mennessä. Luonnonvarasuunnitelma on valmistunut Kainuun, Länsi-Suomen sekä Itä-Lapin alueille.

Ajantasainen luonnonvaratieto ja osallistamisesta saatu palaute ovat luonnonvarasuunnitelman perusta. Suunnittelun alkuvaiheessa tehdään nykytilan analyysi, jossa selvitetään Metsähallituksen hallinnassa olevien luonnonvarojen ekologinen, virkistysellinen ja taloudellinen arvo. Luonnonvarasuunnitelman tavoiteanalyysissä luodaan luonnonsuojelun, virkistyskäytön, metsätalouden sekä yhteiskunnallisten näkökohtien tavoitteita mahdollisimman hyvin toteuttavia tuotantovaihtoehtoja. Käytännössä tämä tarkoittaa maaomaisuuden jakamista eri käyttötärpeisiin ja toiminnan määrittelyä eri maankäyttömuodoissa. Näistä

vaihtoehtoista valitaan eniten hyötyä tuottavat elementit, jotka yhdistetään parhaiten kokonaisuutta vastaavaksi alueen luonnonvarasuunnitelmaksi. Alueellisen luonnonvarasuunnittelun lopputuotteena on strateginen, alueen maankäytön ja metsien käsittelyn periaatesuunnitelma.

2 MELAn käyttö luonnonvarasuunnitelmissa

Luonnonvarasuunnitelman tavoiteanalyysivaiheen tuotantovaihtoehdot sekä luonnonvarasuunnitelman maankäyttöratkaisuun perustuva hakkuusuunnite seuraavaksi 10 vuodeksi tuotetaan MELA-järjestelmällä. MELA-laskelmassa tuotantovaihtoehtojen erot perustuvat käsittelyluokkien käyttöön. Käsittelyluokka on kuviojoukko, jossa on samanlaisia metsän erityisarvoja ja samanlainen metsänkäsittely. Käsittelyluokat muodostetaan MELAn syöttötietojen muodostuksen yhteydessä Metsähallituksen paikkatietoaineistosta ensisijaisesti maankäyttöluokan sekä metsien erityisarvojen perusteella. Tuotanto-ohjelmia laadittaessa voidaan määritellä tulostoimintojen painopistealueille uudet käsittelyluokat ja luokkien sallittu metsienkäsittely. Käsittelyluokkien metsänkäsittelyjä ohjataan MELA-laskennassa simulointivaiheessa esimerkiksi jatkamalla kiertoaikaa ja suosimalla lehtipuita erityisalueiden harvennuksissa. Myös optimointitehtävässä voidaan rajoittaa esimerkiksi luokkien suurinta sallittua uudistamis-pinta-alaa. Länsi-Suomen luonnonvarasuunnitelmassa nykytoimintaa kuvaavan tuotanto-ohjelman käsittelyluokat olivat seuraavat:

Talousmetsä

Metsiä käsitellään Metsähallituksen Ympäristöoppaan sekä metsien hoito-ohjeiden mukaisesti.

Välialueet

Välialueilla uudistaminen on nykykäytännön mukaan sallittu 5-20 vuoden kuluttua. Välialueiden käsittely ei muuten poikkea talousmetsien käsittelystä.

Virkistysarvoja omaavat talousmetsät

Harvennushakkuissa suositaan koivua ja harvennukset ovat mahdollisia talousmetsien harvennuskriteerejä vanhemmissakin puustoissa. Yli 35 cm paksut puut pyritään säästämään. Luontainen uudistaminen ja avohakkuu ovat mahdollisia vasta, kun kiertoaika on ylittynyt 20 %.

Luonnonsuojeluarvoja omaavat talousmetsät

Kaavoituksen suojelualueet ja Metsähallituksen avainbiotoopeista aarniometsät, vanhat lehtimetsät, lehdot, rehevät suot sekä kalliot ja jyrkänteet jätetään taloustoiminnan ulkopuolelle. Rantojensuojeluohjelma-alueilla, suojelupainotteisilla kaavoitusalueilla, uhanalaisten lajien esiintymisalueilla tai alueilla, jotka ovat muuten merkityksellisiä uhanalaisille lajeille, suojelun arvoisten pienvesien ympäristössä sekä alue-ekologisten

suunnitelmien askelkivillä, ennallistamiskohteilla ja monimuotoisuuden lisäämisalueilla harvennuksissa suositaan koivua ja kiertoaikaa jatketaan 30 %.

Virkistysalueet

Valtion retkeilyalueilla, seutukaavan virkistysalueilla ja Metsähallituksen luonnonhoitometsissä sallitaan harvennus- ja uudistushakkuut. Kiertoaika pidennetään puolitoistakertaiseksi ja luontaista uudistamista suositaan. Leirintäalueet ja Metsähallituksen luonnonhoitometsien aarniosat jätetään metsätaloustoiminnan ulkopuolelle.

Suojelualueet

Lakisääteiset luonnonsuojelualueet, seutukaavan suojelualueet, Metsähallituksen aarnialueet, luonnonmuistomerkkien ympäristöt ja muiden kuin rantojen- ja soidensuojeluohjelmien alueet jäävät metsätaloustoiminnan ulkopuolelle.

Muut erikoisalueet

Muilla kaava-alueilla sallitaan harvennus- ja uudistushakkuut. Kiertoaika pidennetään puolitoistakertaiseksi ja luontaista uudistamista suositaan. Vuokratut alueet sekä alueet, joilla on historiallisia jäänteitä (esim. tervahaudat, sodanaikaiset rakennelmat) jäävät metsätaloustoiminnan ulkopuolelle.

Tuotantovaihtojen eroja tarkastellaan mittareiden avulla. Luonnonvarasuunnitelmissa mittarivalinnan lähtökohtana on käytetty julkaisussa ”Suomen kestävä metsätalouden kriteerit ja indikaattorit metsätalouden tilan kuvaajina” (1997) esitettyjä mittareita. MELAn käyttö asettaa rajoitteen mittarien valinnassa. Lähinnä kriteerien yksi ja kolme mittarit ovat tuotettavissa MELA-järjestelmällä. Funktioita, joiden avulla voitaisiin johtaa muiden kuin puuntuotannollisten mittareiden kehitystä MELAlla ennustettavissa olevista tunnuksista, tulisi kehittää.

MELA on koettu hyvänä työkaluna luonnonvarasuunnittelussa. Sen avulla voidaan tuottaa tehokkaasti maankäytöltään erilaisia ratkaisuja ja analysoida niiden vaikutuksia. Vaikka luonnonvarasuunnitelmien laskenta-aineistot ovat hyvin suuria yli 100 000 laskentayksikköä, MELAn laskenta-ajot on onnistuttu pitämään kohtuullisina. Kaikkia uusia metsänkäsitelytapoja ei voida MELAssa kuvata. Luonnonvarasuunnitelmissa tällaisten alueiden käsittelyjä on kuvattu keskimääräisvaikutuksina.

Kirjallisuus

- Heinonen, P., Hallila, H., Koivurinne, J., Oikarinen, A., Saarikoski, P., Salmi, O., Soinne, H. & Tanninen, T. 1997. Länsi-Suomen alueen luonnonvarasuunnitelma. Metsähallitus, Metsätalouden julkaisuja 12. 96 s.
- Hiltunen, V. (toim.). 1998. Kainuun alueen luonnonvarasuunnitelma. Metsähallitus, Metsätalouden julkaisuja 8. 64 s.
- Hokajärvi, T. (toim.). 1997. Metsien hoito-ohjeet. Metsähallitus, Metsätalouden julkaisuja 10. 41 s.

- Laamanen, R., Leskinen, J. & Soinne, H. 1997. MELA-hakkuulaskelman käyttö Metsähallituksessa. Metsähallitus, Metsätalouden kehittämissyksikön tiedote 10/1997. 5 s.
- Metsätalouden ympäristöopas. 1997. Metsähallitus. 114 s.
- Soinne, H. 1996. Strategiavaihtoehtojen tuottaminen MELA-järjestelmällä. Tapaus-tutkimus Kainuun alueella. Metsänarvioimistieteen pro gradu -työ. 62 s.
- Suomen kestävä metsätalouden kriteerit ja indikaattorit metsätalouden tilan kuvaajina. 1997. Maa- ja metsätalousministeriö.
- Ympäristöraportti. 1997. Metsähallitus.

MELA-koulutuskartoitus

Maarit Teuri

1 Yleistä

MELAAan liittyvään koulutuksen kehittäminen on yksi MELA-ryhmän tavoitteista. Jotta koulutuksen sisältö saadaan vastaamaan asiakkaidemme vaatimuksia, päätettiin MELA-koulutukseen liittyvät tarpeet ja toiveet selvittää kyselyn avulla. Marraskuussa 1997 lähetettiin kohderyhmille (liite 1), Metsätalouden kehittämiskeskus Tapiolle ja metsäkeskuksille, Helsingin ja Joensuun yliopistoille ja muutamalle metsäoppilaitokselle sekä valtion ja muutaman metsäyhtiön omien metsien suunnittelusta vastaavalle organisaatiolle, kyselylomake (liite 2). Kyselyn yhteydessä selvitettiin myös miten hyvin eri organisaatioiden suunnitteluvastaavat tuntevat MELAn ja millainen käyttökokemus heillä on. Kyselyitä lähetettiin 28 organisaatiolle ja vastauksia saimme 18 eli vastausprosentti oli lähes 65 %. Taulukossa 1 lähetettyjen kyselyiden ja vastausten määrä sekä vastausprosentti on esitetty kohderyhmittäin.

Taulukko 1. Koulutuskyselyiden määrä ja vastausprosentit kohderyhmittäin.

Kohderyhmä	Kyselyitä lähetetty	Vastauksia	Vastausprosentti
Tapio ja metsäkeskukset	15	9	60,0
Yliopistot ja oppilaitokset	7	5	71,4
Muut	6	4	66,7
Yhteensä	28	18	64,3

2 MELA-tiedot ja käyttökokemus

Kaikki kyselyyn vastanneet käyttäjäryhmän edustajat olivat käyttäneet MELAAa omissa sovelluksissaan. Metsäkeskusten suunnittelupäälliköt tunsivat MELAn Metsätalouden kehittämiskeskus Tapiion Solmu-järjestelmän yhteydessä. Useimmat olivat osallistuneet Tapiion järjestämälle Solmu-kurssille. Metsäoppilaitosten suunnitteluopettajien MELA-tiedot ja käyttökokemus vaihtelivat huomattavasti. Kyselyyn vastanneessa yliopistossa MELA-tuntemus oli hyvä ja käyttökokemusta oli runsaasti. Valtion ja metsäyhtiöiden edustajille (kohderyhmä muut) MELA oli tuttu suunnitteluväline ja käyttökokemustakin oli useimmilla usean vuoden ajalta.

3 MELAn pääasiallinen käyttötarkoitus eri organisaatioissa

Metsätalouden kehittämiskeskus Tapiossa ja metsäkeskuksissa MELAA käytetään metsäsuunnitteluun osana Solmu-järjestelmää. Oppilaitoksissa MELAA käytetään koulutukseen ja harjoitusalueiden, käytännössä opetusmetsien, metsäsuunnitteluun. Yliopistot käyttävät MELAA koulutukseen ja tutkimukseen. Metsähallituksella ja metsäyhtiöillä MELAn pääasiallinen käyttötarkoitus oli strateginen suunnittelu, mutta ohjelmistoa hyödynnettiin myös kuviotason operatiivisessa suunnittelussa. Metla/tutkimusmetsät laati MELAn avulla tutkimusalueille erilaisia puuntuotanto-ohjelmia.

4 Koulutustarve

Lomakkeella kysyttiin, miten tärkeiksi vastaajat kokivat joukon koulutusaiheita (taulukko 3). Tärkeimmiksi aihealueiksi koettiin MELA-tulosten hyödyntäminen ja tulkinta, MELA-analyysit ja JLP sekä omien MELA-sovellusten määrittely. Tärkeysjärjestys vaihteli luonnollisesti kohderyhmittäin (taulukko 3), mutta tärkeimmäksi koettu vaihtoehto löytyi edellä mainituista aihealueista.

Lomakkeella oli mahdollisuus esittää myös toivomuksia koulutusaiheista. Mm. seuraavia toiveita esitettiin:

- organisaation sisäisten hakkuulaskelmaretkeilyjen järjestäminen
- tietämyksen ajantasaistus eli mitä uutta tänä vuonna
- parametrit, esim. harvennuskertymät simuloinnissa ja niihin vaikuttaminen

Koulutettavien määrä vaihteli eri organisaatioissa yhdestä useaan kymmeneen. Metsäkeskuksissa koulutusta tarvitsevia oli keskimäärin 9 henkilöä/organisaatio. Oppilaitoksissa koulutusta tarvitsi 2-3 henkilöä/organisaatio. Jotkut oppilaitokset toivoivat suoraan oppilaille suunnattua koulutusta, jolloin koulutettavia olisi 10-20 henkilöä. Valtiolla ja metsäyhtiöillä koulutettavia oli keskimäärin 8 henkilöä/organisaatio.

Tapio ja Metsähallitus uskoivat pystyvänsä järjestämään suuren osan MELA-koulutuksesta omin voimin. Metsäkeskukset toivoivat MELA-koulutuksen järjestämistä Solmu-koulutuksen yhteydessä.

Taulukko 2. Ehdotettujen koulutusaiheiden tärkeys kohderyhmittäin (% vastaajista).

	Tapio ja metsäkeskukset			Yliopistot ja oppilaitokset			Muut			Yhteensä		
	ET	MT	T	ET	MT	T	ET	MT	T	ET	MT	T
Metsätalouden suunnittelun perusteet	11,1	22,2	66,7	20,0	0,0	80,0	0,0	25,0	75,0	11,1	16,7	72,2
MELAn yleisesittely	22,2	44,4	33,3	0,0	20,0	80,0	0,0	50,0	50,0	11,1	38,9	50,0
Käyttöönotto/sisäänojokoulutus	11,1	44,4	33,3	0,0	40,0	60,0	25,0	75,0	0,0	11,1	50,0	33,3
MELA-laskelman kulku pääpiirteissään	33,3	33,3	33,3	20,0	40,0	40,0	0,0	50,0	0,0	22,2	38,9	27,8
Omien sovellusten määrittely	22,2	55,6	22,2	20,0	20,0	20,0	100,0	0,0	0,0	38,9	33,3	16,7
MELA-analyysit ja JLP	22,2	44,4	33,3	80,0	20,0	0,0	50,0	50,0	0,0	44,4	38,9	16,7
MELA-tulosten hyödyntäminen ja tulkinta	55,6	33,3	11,1	60,0	20,0	20,0	75,0	25,0	0,0	61,1	27,8	11,1
Organisaation tarpeiden mukaan suunniteltu koulutustilaisuus	44,4	22,2	22,2	0,0	40,0	40,0	50,0	25,0	0,0	33,3	27,8	22,2
Muu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	50,0	0,0	0,0	11,1	0,0	5,6

ET = Erittäin tärkeä

MT = Melko tärkeä

T = Tarpeeton

Liite 1

KYSELYN KOHDERYHMÄT

TAPIO JA METSÄKESKUKSET

Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio

Etelä-Pohjanmaan metsäkeskus

Etelä-Savon metsäkeskus

Hämeen-Uudenmaan metsäkeskus

Kainuun metsäkeskus

Keski-Suomen metsäkeskus

Kymen metsäkeskus

Lapin metsäkeskus

Lounais-Suomen metsäkeskus

Pirkka-Hämeen metsäkeskus

Pohjois-Karjalan metsäkeskus

Pohjois-Pohjanmaan metsäkeskus

Pohjois-Savon metsäkeskus

Rannikon metsäkeskus

YLIOPISTOT JA METSÄOPPILAITOKSET

Helsingin yliopisto, metsävarojen käytön laitos

Joensuun yliopisto,

Hämeen AMK / Evo

Pohjois-Karjalan AMK / metsätalous

Mikkelin AMK / metsätalous

Kurun metsäoppilaitos

Rovaniemen AMK / metsäoppilaitos

Seinäjoen AMK / Tuomarniemi

MUUT

Enso Oy / Metsäosasto

Metla / Tutkimusmetsät

Metsähallitus

Metsämannut Oy

Puolustusministeriö

UPM-Kymmene Metsä

Liite 2

KYSEL YLOMAKE

Metsäntutkimuslaitos
Helsingin tutkimuskeskus
MELA-ryhmä
Unioninkatu 40A
00170 HELSINKI

KOULUTUSTARVEKYSELY

5.11.1997

Organisaatio

Miten hyvin tunnette MELAn?

- En ole koskaan kuullut ohjelmistosta.
 Olen kuullut mainittavan.
 Olen käynyt kurssin (mikä kurssi, missä, milloin?). _____
 Olen käyttänyt omissa sovelluksissani/töissäni (mikä MELA-versio, missä, milloin?). _____
 Muu, mikä? _____

Onko organisaatiossanne MELA-ohjelmisto?

- On.
 Ei ole.
 En tiedä.
 Olemme hankkimassa.

MELAn pääasiallinen käyttötarkoitus organisaatiossanne?

- Koulutus.
 Muu _____

Koulutustarve

Miten tärkeäksi koette alla olevat aiheet?

Aihe	Erittäin tärkeä	Melko tärkeä	Tarpeeton
Metsätalouden suunnittelun perusteet			
MELAn yleisesittely			
Käyttöönotto/sisäänajokoulutus			
MELA-laskelman kulku pääpiirteissään			
Omien sovellusten määrittely			
MELA-analyysit ja JLP			
MELA-tulosten hyödyntäminen ja tulkinta			
Organisaationne tarpeiden mukaan suunniteltu koulutustilaisuus			

Muu? _____			

Onko organisaatiossanne muita MELA-koulutusta tarvitsevia?

Kyllä. Lukumäärä _____

Ei.

Toiveita koulutuksen järjestämisaikajankohdasta ja -paikasta.

Yhteydenotto

Toivon, että minuun otetaan yhteyttä.

Organisaatio: _____

Nimi: _____

Osoite: _____

Puh: _____

Sähköposti: _____

Asia: _____

KIITOS VASTAUKSESTANNE !

PALAUTUSOSOITE:

Maarit Teuri

Metla

Helsingin tutkimuskeskus

Unioninkatu 40 A

00170 Helsinki

MELA Internetissä

Harri Kilpeläinen ja Ari Laine

1 Mitä on tarjolla?

MELA-ryhmä on esillä internetissä uusituilla www-sivuilla (<http://www.metla.fi:4446/MELA/ESITTEET/melakoti.html>), joista löytyy mm.

- tietoa **MELA-tuotteista ja -palveluista**,
- tietoa itse **MELA-ryhmästä** ja sen toiminnasta yhteystietoineen,
- **palautelomake** käyttäjiä varten ja
- **MELA-aiheisia kysymyksiä** vastauksineen.

MELA-ryhmän pääsivulla on lyhyt tiivistelmä MELA-ryhmän toiminnasta, tuotteista ja palveluista. Pääsivu toimii linkkinä muille MELA-aiheisille sivuille, jotka käsittävät tuotesivut, hinnastosivut, ryhmän jäseniä koskevat sivut ja yhteystietosivut sekä sivut MELA-kysymyksiä ja -palautetta varten (kuva 1).

Sivujen vaihdot pääsivulta ja muilta MELA-aiheisilta www-sivuilta toisille onnistuvat sivujen oikeassa reunassa sijaitsevan valintalistan kautta (kuva 1). Sivujen selailija voi myös siirtyä näiltä sivuilta suoraan Metsäntutkimuslaitoksen ja Metinfinon pääsivuille.





Kuva 1. Sivujen vaihto MELA-aiheisilla www-sivuilla.

Seuraavassa käsitellään lyhyesti MELA-palautelomaketta (luku 2) ja MELA-aiheista koottuja kysymyksiä (luku 3). Lukija voi tutustua muilta osin MELA-sivuihin suoraan internetistä.

2 MELA-palautelomake

Palautelomakkeelta (kuva 2) käyttäjä voi lähettää MELA-ryhmälle mitä tahansa MELA-aiheista palautetta. Palaute voi liittyä esimerkiksi MELA-ohjelmistotuotteiden, -laskelmatuotteiden ja MELA-palveluiden sisältöön tai hinnoitteluun. Kyselyt voivat koskea MELA-ohjelmiston toimintaa, sopimusasioita tai MELA-ryhmän tutkimus- ja kehittämistoimintaa. Jopa tilauksia tai tarjouspyyntöjä voidaan tehdä suoraan palautesivun kautta.

[Kotisivu](#)

[Tuotteet](#)

- [MELA-ohjelmisto](#)
- [JLP-ohjelmisto](#)
- [Tukipalvelut](#)
- [Metsälaskelmat](#)
- [Asiakassovellukset](#)

[Hinnasto](#)

[Ryhmän jäsenet](#)

[Yhteystiedot](#)

[Kysymyksiä](#)

[Palaute](#)

[METLA]

[METINFO]

Tällä lomakkeella voit antaa mitä tahansa palautetta MELAsta. Täytä alla olevat kentät ja paina alalaidassa olevaa Lähetä-nappia. Jos haluat henkilökohtaista palvelua, muista antaa tarvittavat yhteystietosi.

Vapaaehtoiset yhteystiedot:

<input type="text"/>	Organisaatio
<input type="text"/>	Nimi
<input type="text"/>	Katuosoite
<input type="text"/>	Postinro ja -toimipaikka
<input type="text"/>	Puhelin
<input type="text"/>	E-mail

Palaute:

Kuva 2. MELA-palautelomake.

Palautelomekkeelta voidaan lähettää myös tavanomainen sähköpostiviesti MELA-ryhmälle.


Käyttäjä voi antaa palautteen joko anonyyminä tai yhteystietojen kanssa. Jos käyttäjä haluaa palautteeseensa reagoitavan henkilökohtaisesti, hänen täytyy antaa myös tarvittavat yhteystietonsa, esimerkiksi sähköpostiviestiin vastattaessa ainakin oma sähköpostiosoitteensa.

3 MELA-kysymyksiä vastauksineen

Osa saadusta palautteesta kootaan MELA-aiheisiksi kysymyksiksi ja vastauksiksi (kuva 3), jolloin palaute palvelee myös muita kuin itse palautteen antajaa. MELA-aiheisiksi kysymyksiksi kelpuutetaan erityisesti tapaukset, jotka koskettavat useita MELA-asiakkaita tai muulla tavoin selkeyttävät MELA-käytäntöä ja -termistöä.

Kuvassa 4 on esimerkki yhdestä kysymys-vastaus -parista.

METLA



MELA - KYSYMYKSIÄ

Kotisivu
Tuotteet
- MELA-ohjelmisto
- JLP-ohjelmisto
- Tukipalvelut
- Metsälaskelmat
- Asiakassovellukset
Hinnasto
Ryhmän jäsenet
Yhteystiedot

Kysymyksiä
Palaute

[METLA]
[METINFO]

Meille on tullut runsaasti MELAan liittyviä kysymyksiä. Yleisimmät kysymykset vastauksineen löytyvät tästä kysymysluettelosta.

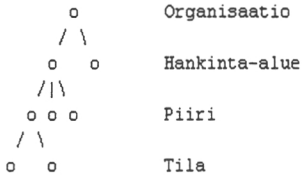
1. Mistä tulee sana MELA?
2. Mikä on aluehierarkia?
3. Mikä on laskentayksikkö?
4. Voidaanko jo käyttää euroa rahayksikkönä MELA-laskelmissa?
5. Mitä ongelmia vuosi 2000 tuo tullessaan?
6. Mitä tapahtuu, kun MELA-sopimus päättyy?
7. Millä hinnalla saa uuden MELA98-version käyttöönsä, jos käytössä on MELA96?
8. Toimiiiko MELA:n Windows 3.1x-versio myös Windows95:ssä ja Windows NT:ssä?
9. Mihin MELA-lajennusosia tarvitaan?
10. Miksi tiedot suunnitelaskelmien summatulosteissa (SUM-tiedosto) voivat poiketa puustotietojen ajantasaistuksen yhteydessä kasvunlaskenta-ajosta saatavista tulosteista (SMT-tiedosto)?
11. Mikä ero on MELA-lajennusosien ajantasaistettujen puustotietojen palautustiedoston (*.SMT) kasvumuuttujilla tuleva kasvu (28) ja ajantasaistuksen kokonaiskasvu (31)?

Kuva 3. MELA-aiheisia kysymyksiä vastauksineen.

Mikä on aluehierarkia?

MELA-ohjelmistossa yksittäiset laskentatiedostot (RSU- ja RSD-tiedostot) on mahdollista järjestää yhtenäisiksi kokonaisuuksiksi, joista voidaan koostaa useampi tasoinen aluehierarkia. Aluehierarkia voi muodostua esimerkiksi hallinnollisen tai maantieteellisen jaon perusteella.

Esimerkki Aluehierarkia muodostetaan tiloista, piireistä, hankinta-alueista ja koko organisaatiosta. Piiri koostuu yhdestä tai useammasta tilasta, hankinta-alue yhdestä tai useammasta piiristä ja organisaatio yhdestä tai useammasta hankinta-alueesta.



Yksittäinen laskentatiedosto vastaa aluehierarkiassa alinta tasoa. Esimerkissä yksi laskentatiedosto sisältää yhden tilan.

29.04.98 MELA-ryhmä: mela@metla.fi

Kuva 4. Esimerkki MELA-aiheisesta kysymyksestä ja sen vastauksesta.

4 Kenelle iloa?

Uusitut www-sivut täydentävät MELA-ryhmän asiakaspalvelua, jotka käsittävät lisäksi puhelin-, faksi- ja sähköpostipalvelut. Sivut palvelevat asiakkaita ym. MELAsta kiinnostuneita vuorokauden ympäri. Niiden kautta käyttäjä voi lähettää palautetta myös nimettömänä tai ilman omaa sähköpostiyhteyttä. Saatu palaute tavoittaa MELA-ryhmän silloinkin, kun esimerkiksi MELA-puhelinpäivystykseen on vaikea saada yhteyttä.

MELA-ryhmän sivujen lukeminen ja sitä kautta palautteen antaminen onkin toivottavaa, koska sivuilla on runsaasti perustietoa MELA-ryhmästä, -tuotteista ja -palveluista. MELA-sivut helpottavat myös asiakaspalvelutoimintaa, koska tieto saavuttaa tätä kautta samanaikaisesti useita tiedonjanoisia MELA-kyselijöitä. Sitä paitsi asiakaspalvelu tehostuu, jos kiinnostuneet hankkivat ensisijaisesti perustietonsa www-sivuilta ja ottavat lisätietojen saamiseksi muulla tavoin yhteyttä MELA-ryhmään.

MELA-ryhmä panostaakin jatkossa enemmän www-sivujensa ylläpitoon. Sivuilla kerrotaan uusin tieto MELA-tuotteista ja -hinnoitteluista, päivittyneet yhteystiedot jne. Sivuja päivitetään myös asiakkailta saadun palautteen mukaan.

5 Mistä meidät tavoitat?

MELA-ryhmän www-sivut ovat luettavissa internetistä suoraan osoitteesta:

<http://www.metla.fi:4446/MELA/ESITTEET/melakoti.html>

Sivuille pääsee tällä hetkellä myös Metsäntutkimuslaitoksen suomenkielisen pääsivun (osoitteessa: **<http://www.metla.fi/METLA.html>**), METINFO:n pääsivun ja METINFO:n hakkuumahdollisuusarvio -sivun kautta.

MELA-tuoteputket

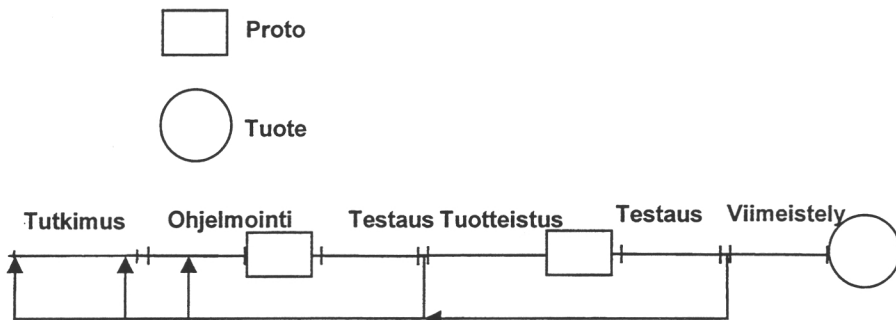
Tuula Nuutinen ja Harri Kilpeläinen

MELA-ohjelmistoa kehitetään tutkimustulosten perusteella käytännön metsätalouden tarpeisiin.

MELAn taustalla ovat

- Metlan ylläpito- ja kehittämistuki,
- Metlan tutkimusaineistot, tulokset ja mallit sekä
- asiakaspalaute.

MELA-ryhmä vastaa MELA-ohjelmiston ja siihen liittyvien palveluiden kehittämisestä. MELA-asiakasversioihin johtavaa tutkimus- ja kehitystyötä voidaan kuvata tuoteputkella (kuva 1). Tuoteputket lähtevät yleensä liikkeelle tutkimushankkeissa, joissa kehitetään ja testataan menetelmiä ja malleja. Testausta varten uusi menetelmä tai malli ohjelmoidaan usein prototyypiksi. Prototyyppi voidaan testauksen jälkeen joko tuotteistaa tai palauttaa takaisin tuoteputkeen joko ohjelmointi- tai menetelmäkehitysvaiheeseen. Tuotteistaminen ja tuotteistetun prototyypin testaus MELA-ytimessä on MELA-ryhmän vastuulla. Asiakasversioihin hyväksytyt ominaisuudet viimeistellään, minkä jälkeen ne ovat valmiit julkistettavaksi seuraavassa julkistusversiossa.



Kuva 1. MELA-tuoteputki.

MELA-tuotekehitys voidaan jakaa ohjelmiston, palveluiden, viestinnän ja taustaorganisaation kehittämiseen. Ohjelmistokehitys voidaan edelleen jakaa metsätalouden mallintamiseen ja ohjelmistotekniseen kehitykseen. Metsiä sekä niiden

kehitystä, hoitoa ja käyttöä kuvaavia malleja kehitetään yhteistyössä muiden tutkijoiden ja tutkijaryhmien kanssa. Lähivuosien haasteita ovat mm.

- metsien varhaiskehitystä kuvaavat mallit,
- puun teknisen laadun kuvaus,
- puiden sairastumista, lahoamista ja kuolemista kuvaavat mallit,
- metsänhoitomallit (mm. poimintahakkuu),
- puunkorjuumallit (mm. turvemaiden ja ensiharvennusten puunkorjuu),
- muita käyttömuotoja kuin puuntuotantoa kuvaavat mallit sekä
- talousmallit (hinnat, tuottavuus, kustannukset).

Ohjelmistotekniikkaan kuuluvat mm. parametrioitus, käyttöliittymä ja tulosteet. MELA-palveluihin kuuluvat mm. koulutus ja neuvonta. MELA-viestintään kuuluvat mm. tuote-esitteet ja hinnastot, WWW-sivut, käyttäjäkokoukset, julkaisut ja tiedotteet.

MELA-ryhmä kehittää myös toimintaansa ja organisaatiotansa vastaamaan asiakastoiminnan tarpeita. Kehittämisen painopisteitä ovat asiakasrekisteri ja sopimukset, asiakaspäiväkirja, ohjelmistoarkisto ja laatujärjestelmä.

Taulukossa 1 on esitetty joidenkin valmiiden ja käynnissä olevien MELA-tuoteputkien aikatauluja. Tuoteputkien lukumäärä ja aikataulut riippuvat käytettävissä olevista resursseista. MELA-tutkimusohjelman suunnittelun yhteydessä toivotaan myös MELA-käyttäjiltä palautetta lähivuosien haasteiden priorisoimiseksi.

Taulukko 1. MELA-tuotekehityssuunnitelma 1998-1999.

Tuote, palvelu, organisaatio tai prosessi	1998	1999
MELA-ohjelmistokehitys		
Uusi luonnonprosessimalliperhe	-- X	
Uudet metsänkäsittelyohjeet ja talousmallit	-----	X
Puutavaralajikorjaus	-----	----- X
MELA-aineiston muodostus	-----	----- X
Puustotietojen ajantasaistus	-- X	
Palvelut		
Koulutus		-----
Neuvontapalvelu	-- X	
Viestintä		
Tuote-esitteet ja hinnastot	-----	-----
WWW-sivut	-----	-----
Käyttäjäkoukset	-----	-----
Julkaisut	-----	-----
Asiakaslehti/tiedote	-----	-----

Osallistujat:

Enso Oy/Metsäosasto	Hannu Hokkanen
Joensuun yliopisto	Perttu Anttila
Metsähallitus	Jarmo Leskinen
	Hanna Soinne
Metsämannut Oy	Janne Soimasuo
Metla/Helsinki	Jukka Aarnio
	Hannu Hirvelä
	Kari Härkönen
	Jari Jämsä
	Olli Salminen
	Markku Siitonen
Metla/Joensuu	Harri Kilpeläinen
	Juha Malinen
	Tuula Nuutinen
Metla/Suonenjoki	Juha Lappi
Metla/Vantaa	Jari Hynynen
	Jouni Siipilehto
Metla/Tutkimusmetsät	Ilpo Puputti
Metla/Rovaniemi	Matti Siipola
Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio	Esa Ärölä
	Raito Paananen
	Aki Nalli
UPM-Kymmene Metsä	Markku Halinen
Etelä-Pohjanmaan metsäkeskus	Vesa Koskimäki
Etelä-Savon metsäkeskus	Jussi Rihkinen
	Hannu Seppänen
Keski-Suomen metsäkeskus	Rauno Salminen
Kymen metsäkeskus	Pekka Järvinen
Pirkka-Hämeen metsäkeskus	Antti Peltonen
Pohjois-Karjalan metsäkeskus	Matleena Kniivilä
Pohjois-Pohjanmaan metsäkeskus	Juha Pyykkönen
Pohjois-Savon metsäkeskus	Pirjo Rissanen
Hämeen ammattikorkeakoulu / Evo	Heikki Parikka
Mikkelin AMK / metsätalous	Risto Viitala
Rovaniemen AMK / metsäoppilaitos	Ari Talkkari

ISBN 951-40-1658-0,
ISSN 0358-4283