



maisterin tutkielma
metsänarvioimistiede

**SUUNNITTELUNÄKEMYS METSÄORGANISAATIOISSA
JA SEN VAIKUTUS TIETOJÄRJESTELMÄLLE
ASETETTAVIIN VAATIMUKSIIN**

Mikael Johannes Wathén
helmikuu 2007

ohjaaja: Annika Kangas

Helsingin yliopisto
Metsävarojen käytön laitos
PL 27 (Latokartanonkaari 7)
00014 HELSINGIN YLIOPISTO

Tiedekunta — Fakultet — Faculty Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta		Laitos — Institution — Department Metsävarojen käytös laitos	
Tekijä — Författare — Author <u>Mikael Johannes Wathén</u>			
Työn nimi — Arbetets titel — Title Suunnittelunäkymys metsäorganisaatioissa ja sen vaikutus tietojärjestelmälle asetettaviin vaatimuksiin			
Oppiaine — Läroämne — Subject metsänarvioimistiede			
Työn laji — Arbetets art — Level maisterin tutkielma	Aika — Datum — Month and year helmikuu 2007	Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages 54 sivua + liitteet 26 sivua	
Tiivistelmä — Referat — Abstract <p>Uuden sukupolven metsäsuunnittelujärjestelmän kehittämiseksi toimii Helsingin yliopiston metsävarojen käytön laitoksella vuosina 2004–2007 SIMO-hanke, jossa ovat osakkaina metsäsuunnittelua Suomessa valtion, yritysten ja yksityisomistajien mailla tekevät organisaatiot. Tämä tutkimus oli SIMO-hankkeen tarvekartoitus. Tutkimuksessa haastateltiin vuosina 2004 ja 2005 osakkaiden metsäsuunnittelusta vastaavia työntekijöitä ja selvitettiin, mitä ominaisuuksia ja toimintoja uudelta järjestelmältä ensisijaisesti odotetaan sekä millaisina osakkaat näkevät metsäsuunnittelun tavoitteet ja menetelmät.</p> <p>Tutkimuksen mukaan metsikkökuvio säilyy tulevaisuudessa suunnittelun ja toimenpiteiden perusyksikkönä. Monipuolistuneiden tiedonkeruumenetelmien, jotka tuottavat eritarkkuuksista ja -lähteistä metsävaratietoa, sekä yksinpuin tulinnan kehittymisen johdosta entistä suurempi osa puustotiedoista saadaan kuitenkin ilman maastoinventointia. Entistä tarkemman tiedon käytöllä saavutettavat hyödyt edellyttävät myös metsikkökuviota pienempien tiedonkäsittely-yksiköiden käyttömahdollisuutta.</p> <p>Perinteinen metsäsuunnittelulaskennan etenemistapa, jossa simuloidaan kullekin kuviolle vaihtoehtoisia, aikaan sidottuja käsittelyitä ja optimoidaan niistä alueellisesti tavoitteiden mukainen käsittelyohjelma, halutaan säilyttää. Optimoinnin toteutuksen haasteita lisäävät vaatimukset monitavoitteisten suunnitteluongelmien ratkaisemisesta ja ryhmäpäättöstuesta. Optimointimenetelmien tarjontaa halutaan laajentaa perinteisestä lineaarisesta optimoinnista ainakin heuristisiin ja spatiaalisiin menetelmiin.</p> <p>Uudelta järjestelmältä kaivataan yleisesti säädettävyyttä ja läpinäkyvyyttä. Osaltaan näitä vaatimuksia toteuttaa hankkeen tarkka dokumentointi ja ohjelmiston vapaa lähdekoodi. Lähtötiedoita, tarkkuudeltaan, menetelmiltään ja laskentanopeudeltaan vaihtelevien metsän kehitys- ja käsittelymallien soveltaminen halutaan mahdolliseksi. Myös mahdollisuudet mallien paikalliseen kalibrointiin ja alueellisten, ajassa muuttuvien ohjausparametrien asettamiseen edellytetään.</p> <p>Metsäsuunnittelujärjestelmä halutaan tulevaisuudessa mukauttaa ja sisällyttää organisaatioiden kokonaisvaltaisiin tiedonhallintajärjestelmiin yhdessä esimerkiksi paikkatieto-, taloushallinta- ja työnjohtojärjestelmien kanssa. Tämä edellyttää toteutettavilta laskentaosilta modulaarisuutta sekä yksinkertaista tiedonsiirtorajapintaa niin moduulien välillä kuin muiden järjestelmien kanssa.</p> <p>Tutkimuksessa ei löytynyt suuria osakkaiden välisiä eroja tietojärjestelmälle esitetyissä vaatimuksissa, pikemminkin puheenvuorot täydensivät toisiaan eri näkökulmista. Organisaatioissa metsäsuunnittelu koetaan jäykäksi ja ainoastaan strategisia linjoja ohjaavaksi. Sillä ei vielä ole roolia operatiivisessa toiminnassa, vaikka tiimitasoisien suunnittelun tarve ja sillä saavutettavat hyödyt tunnustetaan. Muuttuvan metsätiedon, uusien suunnittelupäämäärien ja tietotekniikan kehityksen vaatimukset ja mahdollisuudet ovat tiedossa. Kehityksessä halutaan olla mukana. Yksi osoitus siitä on laajaan, koko alan toimijoita yhdistävään SIMO-hankeeseen ryhtyminen.</p>			
Avainsanat — Nyckelord — Keywords metsäsuunnittelu, tietojärjestelmät, kehitys, vaatimukset			
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited Helsingin yliopisto: Viikin tiedekirjasto ja Metsävarojen käytön laitos			
Muita tietoja — Övriga uppgifter — Further information Tutkielma on julkaistu pdf-muodossa Helsingin yliopiston e-thesis-palvelussa (http://ethesis.helsinki.fi).			

Tiedekunta — Fakultet — Faculty Faculty of Agriculture and Forestry		Laitos — Institution — Department Department of Forest Resource Management	
Tekijä — Författare — Author <u>Mikael Johannes Wathén</u>			
Työn nimi — Arbetets titel — Title The View of Forest Management in Finnish Forestry Organisations and How It Effects Requirements for the Forest Management Planning Information System			
Oppiaine — Läroämne — Subject Forest Mensuration and Management			
Työn laji — Arbetets art — Level Masters thesis	Aika — Datum — Month and year February 2007	Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages 54 pages + appendices 26 pages	
Tiivistelmä — Referat — Abstract <p>Department of Forest Resource Management in the University of Helsinki has in years 2004–2007 carried out so-called SIMO -project to develop a new generation planning system for forest management. Project parties are organisations doing most of Finnish forest planning in government, industry and private owned forests. Aim of this study was to find out the needs and requirements for new forest planning system and to clarify how parties see targets and processes in today's forest planning. Representatives responsible for forest planning in each organisation were interviewed one by one.</p> <p>According to study the stand-based system for managing and treating forests continues in the future. Because of variable data acquisition methods with different accuracy and sources, and development of single tree interpretation, more and more forest data is collected without field work. The benefits of using more specific forest data also calls for use of information units smaller than tree stand.</p> <p>In Finland the traditional way to arrange forest planning computation is divided in two elements. After updating the forest data to present situation every stand unit's growth is simulated with different alternative treatment schedule. After simulation, optimisation selects for every stand one treatment schedule so that the management program satisfies the owner's goals in the best possible way. This arrangement will be maintained in the future system. The parties' requirements to add multi-criteria problem solving, group decision support methods as well as heuristic and spatial optimisation into system make the programming work more challenging.</p> <p>Generally the new system is expected to be adjustable and transparent. Strict documentation and free source code helps to bring these expectations into effect. Variable growing models and treatment schedules with different source information, accuracy, methods and the speed of processing are supposed to work easily in system. Also possibilities to calibrate models regionally and to set local parameters changing in time are required.</p> <p>In future the forest planning system will be integrated in comprehensive data management systems together with geographic, economic and work supervision information. This requires a modular method of implementing the system and the use of a simple data transmission interface between modules and together with other systems.</p> <p>No major differences in parties' view of the systems requirements were noticed in this study. Rather the interviews completed the full picture from slightly different angles. In organisation the forest management is considered quite inflexible and it only draws the strategic lines. It does not yet have a role in operative activity, although the need and benefits of team level forest planning are admitted. Demands and opportunities of variable forest data, new planning goals and development of information technology are known. Party organisations want to keep on track with development. One example is the engagement in extensive SIMO-project which connects the whole field of forest planning in Finland.</p>			
Avainsanat — Nyckelord — Keywords forest management, computer system, development, requirements			
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited University of Helsinki: Viikki Science Library and Department of Forest Resource Management			
Muita tietoja — Övriga uppgifter — Further information The thesis has been published in University of Helsinki e-thesis-database (http://ethesis.helsinki.fi).			

Sisällys

1	JOHDANTO	1
1.1	SIMO – uuden sukupolven metsäsuunnittelujärjestelmä.....	2
1.2	Tutkimuskysymykset.....	2
2	METSÄSUUNNITTELU SUOMESSA	3
2.1	Suunnittelumenetelmät ja -järjestelmät	5
2.1.1	MELA – metsälaskelma.....	8
2.1.2	Monsu – monikäytön metsäsuunnitteluohjelmisto	9
2.1.3	Tforest – paikkatietopohjainen metsäsuunnittelun työkalu	10
2.2	Yksityismetsien suunnittelu	10
2.3	Suunnittelun tulevaisuus	12
3	HAASTATTELUAINEISTO	14
3.1	Tornator	15
3.2	Metsähallitus	15
3.3	UPM Metsä	17
3.4	Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio	18
3.5	Metsäkeskukset	19
3.6	Metsämannut	19
4	UUSI METSÄSUUNNITTELUJÄRJESTELMÄ	20
4.1	Tiedon hallinta.....	22
4.2	Kasvun simulointi	26
4.3	Toimenpide-ehdotukset.....	29
4.3.1	Harvennus- ja uudistushakkuut	31
4.3.2	Metsänhoidolliset toimenpiteet	33
4.4	Optimointi.....	35
4.4.1	Puutavaralajit.....	36
4.4.2	Laskentajaksot	37
4.4.3	Ohjaustietojen ajallinen ja paikallinen vaihtelu	38
4.4.4	Taloudelliset tekijät	39
4.5	Virheiden käsittely	40
4.5.1	Raportointi	41
4.5.2	Yhteenvedotiedot ja loogisuustarkastelu	42
4.5.3	Muuttujakohtainen laatukontrollin työkalu.....	43
4.6	Käyttötapaukset	43
4.7	Tutkimusta vaativia aiheita	45
5	TARKASTELU	47
5.1	Toiminnan tavoitteet vaihtelevat.....	47
5.2	Käsitys metsäsuunnittelujärjestelmästä	48
5.3	Strateginen, taktinen vai operatiivinen suunnittelu	49
5.4	Metsänhoitosuosituksilla vahva rooli.....	50
5.5	Monitavoitteisuus suunnittelussa	50
5.6	Huomioita haastattelututkimuksesta.....	51
	LÄHTEET	52
	LIITTEET	55
	Liite I: Tarkistuslista eli tietotarvekysely	55
	Liite II: Käyttötapauskuvaukset	61

1 Johdanto

Metsäsuunnittelu on metsänomistajan arvoja noudattavan ja ympäristön asettamat rajoitteet huomioivan metsänkäsittelytavan etsimistä ja löytämistä. Se voi tehtävänannosta riippuen kohdistua esimerkiksi metsikkökuvioon, palstaan, metsälöön, piiriin, hankinta-alueeseen, metsäkeskusalueeseen tai koko maahan. Ajallisesti suunnittelu koskee aina tulevaisuuden tapahtumia joko lyhyellä tai pitkällä aikavälillä.

Metsäsuunnittelua omilla ja yksityisten maanomistajien mailla tekevilla yrityksillä ja valtion laitoksilla on jatkuva tarve metsäsuunnittelujärjestelmille, jotka ratkaisevat ajankohtaisten arvojen, tavoitteiden ja tietämyksen perusteella suunnitteluongelmia. Tietyllä päätöshetkellä tehdyt ratkaisut vaikuttavat pitkälle tulevaisuuteen ja ovat taloudellisesti, ekologisesti sekä sosiaalisesti merkittäviä niin metsänomistajille, metsän tuotteita käyttäville yrityksille kuin koko yhteiskunnallekin.

Jo vuosikymmeniä suomalaiset metsäsuunnittelujärjestelmät ovat käyttäneet laskennassa apuna automaattista tietojenkäsittelyä. Koska kaikkia luonnon ja inhimillisten tekijöiden vaikutuksia ei pystytä tarkasti mallintamaan, esiintyy tuloksissa myös virheitä, epätasmuksia ja puutteita. Suunnittelijan tehtävänä onkin lähtöaineiston kokoamisen ja eri osapuolten tavoitteiden selvittämisen lisäksi valvoa järjestelmän toimintaa ja tulosten oikeellisuutta.

Lähtöaineistona suunnittelujärjestelmät käyttävät kasvupaikkojen ja puuston tietyinä ajanhetkenä mitattuja tai laskettuja ominaisuustunnuksia. Niistä ennustetaan kehitysmallien avulla ajantasaiset puustotiedot suunnittelun lähtökohdaksi. Käytössä olevien metsänhoito-ohjeiden, laskettujen kehitysenusteiden sekä esitettyjen tavoitteiden perusteella kullekin suunnittelun kohteelle etsitään sopivia metsänhoito- ja hakkuukäsittelyitä. Metsäsuunnittelun tuloksena on käsittelysuosituksia ja arvioita puuston tulevasta kehityksestä, hakkuukertymästä sekä toimenpiteiden kustannuksista ja vaikutuksista eri päätösmuuttujiin. Mikäli kaikkia rajoitteita ja päätösmuuttujien arvoja ei ole ennen suunnitelman koostamista päätetty, voi metsäsuunnitelma sisältää kullekin kohteelle useita kehitysenusteita ja käsittelyvaihtoehtoja.

Yhteiskunnan arvojen ja niiden mukana metsäsuunnittelun päätöstavoitteiden muuttuminen, tutkimuksen menetelmäkehitys sekä tietokoneiden laskentatehon lisääntyminen ovat kaikki osaltaan vaikuttaneet metsäsuunnittelujärjestelmien kehitykseen. Uusia haasteita metsä-

suunnittelujärjestelmille ovat vaihtoehtoiset tietolähteet ja niistä johtuva lähtötiedon vaihtelu niin tunnusten määrän kuin tarkkuudenkin osalta, ominaisuuksiltaan ja käyttöalueiltaan vaihtelevien mallien käyttötarpeet sekä itse järjestelmien muokattavuus ja sopeutuminen vaihtelevien päätöstilanteiden vaatimuksiin (New Generation Planning... 2004).

1.1 SIMO – uuden sukupolven metsäsuunnittelujärjestelmä

Suunnitteluongelmien ratkaisemiseksi muuttuneiden tarpeiden mukaisesti ja entistä tehokkaammin perustettiin vuonna 2004 ”Uuden sukupolven metsäsuunnittelujärjestelmä” -yritysryhmähanke. Hankkeelle annettiin keväällä 2005 nimeksi SIMO – simulointi ja optimointi metsäsuunnittelussa. Teknologian kehittämiskeskuksen (Tekes) pääosin rahoittamassa hankkeessa ovat mukana Metsähallitus, Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio alueellisten metsäkeskusten edustajana, Metsämannut Oy, Tornator Oy ja UPM-Kymmene Oyj. Hankkeessa on siis edustettuna pääosa Suomessa metsäsuunnittelua tekevästä organisaatioista. Näistä osallistujista käytetään myöhemmin tässä tutkimuksessa yleisnimeä osakas.

Hankkeen ohjaus ja käytännön toteutus tapahtuvat Helsingin yliopiston Metsävarojen käytön laitoksella, jossa sitä ovat johtaneet professorit Timo Tokola ja Annika Kangas. Yritysryhmän vetäjänä on toiminut metsätalousjohtaja Jyrki Kangas UPM Metsästä. Hanke alkoi syksyllä 2004 ja sen on suunniteltu päättyvän syksyllä 2007 (New Generation Planning... 2004). Hankkeen tavoitteena on osakkaiden tarpeiden perusteella kehittää uusia tietojärjestelmätyökaluja käytännön metsäsuunnittelutyön avuksi. Kaikki hankkeessa kehitettävät ohjelmistokomponentit julkaistaan edelleen kehitettäväksi eli niiden lähdekoodi tulee vapaaseen käyttöön. Näin laajaa asiakaslähtöistä metsäsuunnittelujärjestelmän kehitystyötä ei Suomessa aikaisemmin ole tehty.

1.2 Tutkimuskysymykset

Tämä tutkimus muodosti pääosan SIMO-hankkeen tiedonkeruusta ja tehtävien määrittelystä. Tutkimuksessa haastateltiin kaikkien osakkaiden edustajia ja näin selvitettiin tämänhetkiseen käytäntöön ja tulevaisuuden odotuksiin perustuvia yksityiskohtaisia vaatimuksia metsäsuunnittelujärjestelmälle. Lisäksi selvitettiin osakkaiden käsityksiä käytännön metsäsuunnittelun tulevaisuuden tarpeista Suomessa. Vastauksia haettiin seuraaviin kysymyksiin:

- Minkälaisina osakkaat näkevät nykyisen suomalaisen metsäsuunnittelun tilan ja tavoitteet?
- Mitä toimintoja metsäsuunnitteluun eri osakkaiden mielestä kuuluu?
- Millaista suunnitteluotetta osakkaiden näkemykset vastaavat?
- Mitä vaatimuksia osakkaat kohdistavat kehitettävän, uuden metsäsuunnittelujärjestelmän toimintoihin ja ominaisuuksiin?
- Minkälaisia eroja esitetyissä vaatimuksissa on osakkaiden välillä?
- Miten tällä hetkellä käytettävät suunnittelujärjestelmät vastaavat esitettyihin vaatimuksiin?
- Miten käytössä olevien järjestelmien ominaisuudet vaikuttavat määriteltäessä vaatimuksia uudelle järjestelmälle?

2 Metsäsuunnittelu Suomessa

Metsä on suomalaisille nyt 2000-luvun alussa edelleen tärkeä raaka-aineiden ja hyvinvoinnin lähde, vaikka muiden tuotannonalojen nopea kehitys maassamme viime vuosikymmeninä onkin vähentänyt kansantaloutemme tukeutumista puujalkoihinsa. Keskustelu Suomen metsien käyttömuodoista ja -mahdollisuuksista sekä alan tutkimus on kansainvälisestikin verrattuna laajaa ja monipuolista (Jalonen 2006 s. 11–12). Metsäsuunnittelua tarvitaan, jotta puuraaka-aineen tuotanto ja muut metsän tarjoamat hyödyt ovat nyt ja edelleen tulevaisuudessa mahdollisimman laajasti kansamme ja yhteiskuntamme käytössä. Metsäsuunnittelu on väline metsänomistajien ja kaikkien kansalaisten arvojen ja tarpeiden mukaisen toiminnan toteuttamiseksi metsissämme. Nämä arvot ja tavoitteet muuttuvat koko ajan yhteiskunnan mukana ja metsäsuunnittelun on sopeuduttava tähän kehitykseen.

Vaikka edellä korostetaan kaikkien kansalaisten oikeutta käyttää metsäomaisuutta ja vaikuttaa suunnittelun tavoitteisiin, on omistajien oikeus nauttia omaisuutensa tuotosta yhteiskunnassamme yleisesti tunnustettu. "Omistusoikeuden käsite on taloudellisen liberalismien ajatukselle rakentuvan yksityisoikeuden keskeisimpiä käsitteitä" (Timonen 1996 s.136). Omistusoikeus, johon kuuluu esineen hallintaoikeus eli yksinomainen käyttövapaus esineeseen, luo omaisuudelle arvon tuotantovälineenä.

Muiden kuin maanomistajien arvojen ja tarpeiden mukaisen metsänkäsittelyn toteutuminen on vaikeammin todennettavissa. Lainsäädännössä (Metsälaki 1996) mainitaan yleisiä metsien käytön tavoitteita, kuten erityisen tärkeiden elinympäristöjen suojeleminen, joiden

perusteella metsänomistajien käyttöoikeuksia omaisuuteensa ohjataan ja rajoitetaan. Samoin maan tapana olevat jokamiehenoikeudet katsotaan maanomistukseen liittymätöntä yleistä virkistystä palveleviksi. Yksityismetsien käytön ohjailun lisäksi Suomen valtio omistaa ja Metsähallitus hallinnoi huomattavia noin 12 miljoonan hehtaarin maa- ja vesialueita, joiden käytön suunnitteluun kansalaiset pääsevät vaikuttamaan suoraan erilaisten osallistamistoimien kautta (Metsähallitus 2006).

Metsäsuunnittelua voidaan rajata ja jäsentää monella tavalla. Suppeasti määriteltynä suunnittelu tuottaa esitietoja päätöksenteolle. Toisaalta päätöksenteko voidaan lukea yhdeksi osaksi metsäsuunnitteluprosessissa, joka alkaa maastoinventoinnin suunnittelulla ja ulottuu toteutetun metsänkäsittelyn käytännön vaikutusten laaja-alaiseen mittaamiseen.

Pukkala (1994) jakaa suunnittelun viiteen osa-alueeseen. Niitä ovat:

- päätöstilanteen analysointi (suunnittelukohteen ja päätöksentekijän tunnistus)
- päätöksentekijän tavoitteiden selvitys
- päätösvaihtoehtojen tuottaminen (simulointi) ja niiden seurausten kartoitus
- päätösvaihtoehtojen vertailu
- suunnitelman laadinta.

Kun tunnetaan päätöksentekijän eli yleensä omistajan kaikki arvot ja tavoitteet, voidaan tehdä valmis suunnitelma, joka parhaalla tavalla toteuttaa esitetyt tarpeet. Mikäli nämä lähtötiedot eivät ole täysin selvät, kuten usein suunnittelutilanteessa käy, on suunnittelijan tehtävänä tarjota asiantuntemuksensa perusteella sopivia toimintavaihtoehtoja päätöksentekijän punnittaviksi.

Pääpiirteissään edellä kuvatun kaltainen käsitys metsäsuunnittelusta vallitsee myös muissa länsimaissa. Amerikkalainen Clutter (1983) jakaa metsien hallinnan päätöksentekoon, käyttöönottoon ja toteutukseen. Hän käsittelee suunnittelua ainoastaan päätöksentekotilanteena ja jakaa sen edelleen ongelmien tunnistukseen, strategian täsmennykseen, päätöksentekokriteerien määrittämiseen ja optimiratkaisun valintaan. Mikäli edelliset askeleet on käyty tarkkaan läpi ja määrittely tehty yksiselitteisesti, saadaan optimiratkaisu selville laskutoimituksella.

Yksi suunnittelun määritelmä on: ”oppi siitä, miten tuotannontekijät voidaan koordinoida parhaalla mahdollisella tavalla tyydyttämään omistajan erityiset tavoitteet” (Seip 1964, ref. Poso 1997 s. 3). Tämä tavoitteiden tyydytys voi olla määritellyistä arvoista ja

päätöksentekokriteereistä riippuen esimerkiksi taloudellista hyötyä hakkuutuloina tai karttuvana puustopääomana, luonnonsuojelun toteutumista tai virkistysmahdollisuuksia. Poso (1997) toteaaakin, ettei suunnittelu koskaan ole vakiotavoitteista vaan ”yhdestä tai useasta tavoitteesta lähtevää olosuhteisiin sopeutettua ammattitoimintaa.” Saksalainen Speidel (1972) esittää suunnittelun siltana nykyisyydestä tulevaisuuteen. Siksi kohteen nykytila on tunnettava mahdollisimman tarkasti, jotta päätösvaihtoehdot ovat toteuttamiskelpoisia ja niiden arvioidut seuraukset lähellä todellisia. Speidel jakaa aikaperspektiivin perusteella suunnittelun kolmeen muuallakin käytettyyn aikajänteeseen:

- operatiivinen, lyhyen tähtäimen suunnittelu 1(–5) vuotta
- taktinen, keskipitkän tähtäimen suunnittelu 5–20 vuotta
- strateginen, pitkän tähtäimen suunnittelu yli 20 vuotta.

2.1 Suunnittelumenetelmät ja -järjestelmät

Vaikka aikaisemmin olikin ollut voimassa erinäisiä rajoituksia esimerkiksi sahojen kapasiteeteista, voidaan ensimmäisenä merkittävänä askeleena Suomen metsien käytön valtiollisessa ohjailussa ja metsäsuunnittelun yleisten tavoitteiden määrittämisessä pitää saksalaisen Tharandin metsäakatemian johtajan Edmund von Bergin kutsumista vuonna 1858 tutustumaan Suomen metsiin sekä esittämään niiden tilaa ja hoitoa sekä perustettavaksi aiotun metsähallinnon ja -opetuksen järjestelyjä koskevia huomioita. Von Berg huomioi tarkastuskierroksellaan kansamme tuhlailevan metsänkäyttötavan ja yleisen välinpitämättömyyden metsän hoitoa ja uudistamista kohtaan. Hän totesi sen jatkuessaan johtavan kaikkinaiseen puutteeseen, ilmaston muuttumiseen epäsuotuisaksi ja lopulta jopa kansan sivistystason laskuun (von Berg 1995). Vaikka näin pitkälle meneviin metsänhoidon puutteista johtuviin seurauksiin ei nykykäsityksen valossa olisikaan jouduttu, on von Bergin ehdotuksesta toteutettuja metsähallinnon ja -opetuksen sekä kansallisen metsänhoidon järjestelyjä pidettävä yhteiskuntamme kehitystä ja talouskasvua merkittävästi edesauttaneina toimina.

Kruunun metsiin tuli asiantuntijan mukaan alkaa soveltaa keskieuropalaista kestävästä vuosilohkojärjestelmää. Siinä kukin suunnittelualaue jaetaan käytettävän kiertoajan perusteella yhtä moneen suuruudeltaan samankokoiseen kaistaan, joista yhden puutavara korjataan vuosittain. Kaistojen ollessa sopivan muotoisia vieressä vielä pystyssä olevat puut siementävät uudistetun alan, kunnes joutuvat itse seuraavana vuonna korjuun kohteeksi. Lisäksi piti rajoittaa metsän hävitystä kuten kaskeamista ja tervanpolttoa,

soveltaa pohjoisessa Suomessa entistä varovaisempia metsänhoidon toimenpiteitä, saada puun hinta nousemaan, suosia kotimaista jalostavaa teollisuutta sekä järjestää metsäopetus ja -hallinto saksalaisen mallin mukaan. (von Berg 1995)

Nykyisenkaltaisen suomalaisen metsäsuunnittelun juuret ovat neljänkymmenen vuoden takana, jolloin Pekka Kilkki (1968) esitteli aikaisempien normaali- tai tavoitemetsiin pyrkineiden suunnittelumenetelmien rinnalle sekä toimenpiteiden simulointiin että lineaariseen optimointiin (silloin viivallinen ohjelmointi) perustuvat menetelmänsä. Asetettuun tulotavoitteeseen pyrkineessä hakkuulaskelmassa esitettiin suunnittelu yksinkertaisen simulointimallin tuottamien vaihtoehtojen vertailuna. Päätöksenteko simulointimallissa tapahtui ennalta määriteltyjen sääntöjen avulla.

Lineaarisen optimoinnin tapauksessa vaihtoehtojen vertailu tapahtui suunnittelukauden loppupuuston arvon kautta. Optimoinnin muuttujina käytettiin simuloituja vaihtoehtoisia käsittelyketjuja eri metsiköille. Näistä valittiin paras yhdistelmä. Silloisesta laskentatehon vähydestä johtuen muuttujamäärää ei voitu rajatta kasvattaa. Kilkki arvioikin lineaarisen optimoinnin käytön ongelmaksi parhaiden simuloitujen muuttujien puuttumisen tavoiteyhtälöstä. Nyt jälkikäteen tiedetään, että Kilkin ennustus simuloinnin ja lineaarisen optimoinnin yhdistämisestä toimivaksi järjestelmäksi on onnistunut ja sitä on 1980-luvulta lähtien käytetty päämenetelmänä metsäsuunnitelmia laadittaessa (Siitonen 1994).

Simulointivaiheessa kunkin kuvion puustotietoja kasvatetaan sovittu aika ja näitä uusia puustotietoja verrataan käsittelysääntöihin, jotka kertovat, milloin metsä tulisi harventaa tai uudistaa. Simulointia seuraavana optimointiprosessin tarkoituksena on valita kullekin kuviolle maksimaalisen hyödyn tuottava käsittely. Optimoinnin tuloksena on aikataulutettu käsittelyohjelma koko suunnittelualueelle. Rajoitteina optimoinnissa käytetään työvoimaan, kalustoon ja tuleviin tuotantomahdollisuuksiin liittyviä muuttujia. Perinteisesti optimoinnin tavoitteena on pidetty suurta ja vakaata taloudellista tulosta, muitakin tavoitteita voi toki olla. Kustakin tavoitteesta ja rajoitteesta muodostetaan hyöty- tai kustannusfunktio ohjaamaan optimointia. (Pukkala 1994)

Ainoastaan taloudellista tuottoa optimoivista hakkuulaskelmista ja metsätaloussuunnitelmista on aikaa myöten siirrytty muitakin arvoja painottavaan metsäsuunnitteluun. Muiksi suunnittelussa huomioon otettaviksi metsän arvoiksi on mainittu ainakin poro- ja riistatalous, marjastus, sienestys, muut metsän tuotteet, maisema, virkistyskäyttö,

ympäristön suojeleminen ja metsien kulttuurinen merkitys (Kangas ja Kokko 2001). Suunnittelu-
tavoitteiden lisääntyessä ja laskentakapasiteetin kasvaessa myös maastossa kerättävien
tunnusten määrä on kasvanut rajusti. Taso-muotoisesta kuviotiedosta, jossa kuvion puusto
kuvattiin yksillä keskitunnuksilla ja puulajiprosenteilla, on edetty Solmun puulaji- ja
puusto-ositteittaiseen mittaustietoon, jossa on omistaja-, laatija- ja tunnistetietojen lisäksi
kymmeniä kuviolta kerättäviä puusto- ja kasvupaikkatunnuksia (Paananen 2003).

Kun vaatimukset metsänkäsittelystä ja toisaalta tieto metsästä ovat ajan myötä lisääntyneet,
on metsäsuunnittelussa jouduttu yhä vaikeammin mallinnettavien ongelmien ääreen.
Lineaarista optimointia käytettäessä kaikkien tavoiteyhtälössä esiintyvien tekijöiden pitää
olla keskenään vertailtavia eli niillä täytyy olla yhteinen asteikollinen muuttuja. Yleensä
yhteisenä muuttujana käytetään rahaa. Erilaatuisten muuttujien arvottaminen samalla
asteikolla on vaikeaa. Optimointiongelman ratkaisuvaihtoehtoja voidaan rajoittaa muilla
muuttujilla, vaikka niitä ei itse yhtälössä voidakaan käyttää. Kangas (1992) hahmotteli
suomalaiseen metsäsuunnitteluun uutta monitavoitteista menetelmää, jossa eri tavoitteiden
tärkeyttä verrataan suhteellisella asteikolla ja päätöksenteossa voidaan hyödyntää erilaisia
päättökijärjestelmiä.

Monitavoitteinen ja päättökijärjestelmiä hyödyntävä suunnittelu soveltuu laajojen
alueiden käytön suunnitteluun. Sillä saadaan esiin eri omistaja- ja yhteistyötahojen mieli-
piteitä, jotka voidaan huomioida koko metsänhoidon prosessissa käytännön toimiin asti.
Esimerkkinä monitavoitteisen metsäsuunnittelun käytöstä ovat Metsähallituksen
toteuttamat alue-ekologiset suunnitelmat (Metsähallitus 2006). Myös metsätaloutta
harjoittavat yritykset ovat osin kansalaisten painostuksesta ryhtyneet soveltamaan
vaihtelevia metsänkäsittelymenetelmiä esimerkiksi kaupunkien lähialueilla. Tehdyt metsä-
sertifiointitoimenpiteet ovat osa tätä samaa puuntuotannosta ja omaisuuden hallinnasta
laajennettua ja käyttäjien vaihtelevat arvot ja tavoitteet tunnustavaa metsäsuunnittelua.

Nykyaikainen metsäsuunnittelu tapahtuu tietojärjestelmissä. Kaikki SIMO-hankkeen
osakkaat käsittelevät puustotietojaan kuvion keskitunnukset tallentavassa tietokannassa
(Kuvioittainen arviointi... 2001, Maastotyöopas 2003, Metsäsuunnitteluohje 2003 ja PATI-
Maastotyöohje 2004). Puustotiedot kasvatetaan vuosittain kasvumalleilla ja tietokantaan
päivitetään suoritettujen toimenpiteiden jälkeen maastoinventointien avulla kerätyt ajan-
tasaiset kuvioittaiset puustotiedot. Organisaatioiden metsäsuunnittelu perustuu jokaiselle
kuviolle vuosittain simuloitaviin vaihtoehtoisiin toimenpide-ehdotuksiin ja niiden

ennustettuihin seurauksiin. Erillisellä optimointialgoritmillä haetaan simuloituista vaihtoehtoista toteuttamiskelpoinen, valitut rajoitteet sekä riskitason täyttävä ja määriteltyjen päätöksentekokriteerien perusteella parhaan hyödyn tuottava kuvioittaisten toimenpiteiden yhdistelmä. Tämän tiedon täysi hyödyntäminen ja toimenpiteiden suunnitelmanmukainen toteutus ei kuitenkaan aina onnistu. Tarkka kuviotieto muutetaan organisaatioissa usein lopulta alueellisiksi hakkuusuunnitteiksi ja eri työlajien pinta-alasummiksi.

2.1.1 MELA – metsälaskelma

Kilkin (1968) tutkimuksista käynnistyi Metsäntutkimuslaitoksella (Metla) automaattista tietojenkäsittelyä hyväksikäyttävän ja taloudellisiin lähtökohtiin perustuvan metsätalouksyksikön hakkuulaskelman laadintamenetelmän pitkälinen kehitys. Vuonna 1977 tämä metsiköiden käsittelyohjeet, metsätalouksyksikön tuotantomahdollisuudet ja hakkuusuunnitteet yhdistävä järjestelmä oli kasvanut niin paljon, että työryhmä totesi sen pystyvän pian laskemaan arvioita valtakunnan metsien inventoinnin (VMI) tuloksena esitettävistä hakkuumahdollisuuksista. Silloin järjestelmä päätettiin nimetä uudelleen Metsälaskelmaksi (myöhemmin MELA). 1990-luvulle tultaessa sen ominaisuuksia oli lisätty ja se toimi erilaisissa tiedonkäsittely-ympäristöissä, niinpä sitä käytettiin ja edelleen käytetään pääasiallisena työkaluna niin kansallisissa kuin yritys- ja metsälötason metsällisissä suunnittelu- ja tutkimustehtävissä. (Siitonen 1994)

MELA koostuu kahdesta osasta: (1) metsikkösimulaattorista, joka simuloi metsiköille erilaisia kehitysvaihtoehtoja käsitellen kohdepuustoa oletetun kokoluokkajakauman ja yksittäisten puiden kasvumallien avulla sekä (2) optimointiosasta, joka perustuu lineaariseen optimointiin JLP-menetelmällä (Lappi 1992). Kuviotiedot syötetään MELA:an tekstitiedostoina, jotka sisältävät sekä kasvupaikkaan että yksittäisiin simulointipuihin liittyviä tietoja. Simulointipuut voivat olla joko todellisia maastossa mitattuja puita tai puuston keskitunnuksista MELA:n laajennusosalla luotuja laskennallisia puita. Joka tapauksessa ne edustavat metsikön koko puujoukkoa. Tulokset saadaan ulos niin ikään tekstitiedostoina. (Redsven ym. 2005, Nuutinen ym. 2005)

Tiedonvaihdon menetelmien ja laskennan ohjauksen vaatimien parametritiedostojen käsittelyn vuoksi MELA:n käyttäminen itsenäisenä ohjelmana vaatii käyttäjältään perehtyneisyyttä ja jonkinasteisia ohjelmointitaitoja. MELA:a käytetään myös apuohjelmana organisaatioiden omien käyttöliittymien ja rajapintojen kautta. Tehtäessä metsälön käyttösuunnitelmaa esimerkiksi paikkatietojärjestelmään integroidussa

ympäristössä ei suunnittelija välttämättä tiedä käyttävänsä välillisesti juuri MELA:a, koska sen ohjauskomentojen syöttö ja tulosten tulkinta tapahtuvat ohjelmien välillä.

2.1.2 Monsu – monikäytön metsäsuunnitteluohjelmisto

Metsänomistajien arvojen muutos monitavoitteiseen suuntaan on ollut yksi Joensuun yliopistossa kahdeksankymmentäluvulta lähtien kehitetyn Monsu-metsäsuunnitteluohjelman lähtökohhta. Aikaisemmat puuntuotantoon ja taloudellisen voiton tavoitteluun tarkoitetut järjestelmät eivät palvele moniarvoisen omistajan tavoitteita ja suunnitelmat jäivät usein kokonaan hyödyntämättä. Monsu:un on alusta asti sisällytetty puu-, raha-, ja työmäärien lisäksi marja- ja sienisatoja, metsän maisema-arvoa sekä ulkoiluviihtyisyyttä kuvaavia muuttujia. Ne perustuvat julkaistuihin satomalleihin ja laajaan tutkimusaineistoon ihmisen kokemuksista erityyppisissä metsissä. (Pukkala 1988)

Monsu:a on kehitetty pääasiassa tutkimuksen ja opetuksen lähtökohdista ja siihen on pyritty lisäämään ajankohtaisia monikäytön toimintoja, kuten vanhan metsän pinta-alan, laho- ja lehtipuumäärän, edellisistä johdettavan monimuotoisuusindeksin sekä maiseman rakennemuuttujien laskennat. Erityishuomiota on kiinnitetty erilaisten optimointi- ja päätöstukimenetelmien soveltamiseen. Puusto- ja kuviotietojen siirto Monsu:n ja tiettyjen kartta-, paikkatieto-, ja maastoinventointiohjelmien välillä on mahdollista. (Pukkala 2004)

Opetuksen lisäksi Monsu on tarkoitettu tilakohtaiseen käytännön metsäsuunnitteluun. Suomenkielisen ohjelman visuaalinen ja hiiriohjattu käyttöliittymä ovat mahdollistaneet metsänomistajien itsenäisen suunnittelutyön Monsu:lla. Etenemisperiaatteeltaan ohjelma on perinteinen. Ensin tuodaan tai syötetään lähtötiedot ja luetaan laskennan parametritiedostot. Toisessa vaiheessa simuloidaan kullekin kuviolle yksi tai useampi kehitysennuste ja käsittely. Simulointiaika on Monsu:ssa sidottu kahteen kymmenvuotiskauteen. Ennen laskentaa valitaan vielä haluttu optimointimenetelmä ja määritellään päätöskriteerit painotuksineen. Neljännessä versiosta (2004) alkaen on ollut mahdollisuus spatiaaliseen optimointiin eli hakkuiden tai esimerkiksi tietyn lajin elinpaikkojen keskittämiseen tietylle alueelle, se tosin vaatii paikkatieto-ohjelman tuottamaa tietoa kuvioden naapuruus-suhteista. (Pukkala 2004)

Viidennen version uusia ominaisuuksia ovat muun muassa energiapuun käsittely omana puutavaralajinaan, puuston biomassan (juuret, runko, oksat ja neulaset) laskenta, metsikön

hiilitaseen laskenta sekä entisestään laajennetut elinympäristöindeksien ja heurististen optimointimenetelmien valikoimat. (Pukkala 2006a)

2.1.3 Tforest – paikkatietopohjainen metsäsuunnittelun työkalu

Tforest (aikaisemmin Xforest) on MELA:n tarjoamaa simulointi- ja optimointilaskentaa hyväksi käytävä metsäsuunnitteluohjelma. Sen käyttöliittymä on paikkatieto-ohjelmista tuttu karttanäkymä, jonka eri tasoilla voidaan esittää erilaisia kuva- ja karttatietoja, rajata metsikkökuvioita ja tallentaa maastotietoa. Kuvioihin liittyviä inventointitietoja säilytetään erillisessä tietokannassa ja niiden kehitystä simuloidaan MELA:n simulaattorilla annettujen ohjeiden ja tavoitteiden rajoissa. (Tapio 2006, Tforest 2007)

Tforest on käytössä useiden kaupunkien, kuntien, oppilaitosten ja metsänhoitoyhdistysten suunnittelijoilla. Metsänhoitoyhdistyksillä on myös oma Tapion kehittämä SilvaGIS-metsätietojärjestelmä. Metsäkeskusten käytössä oleva vastaava räätälöity järjestelmä on nimeltään LuotsiGIS. Sillä laaditaan yksityismetsänomistajille vuosittain noin miljoonan hehtaarin metsäsuunnitelmat. (Tapio 2006)

2.2 Yksityismetsien suunnittelu

Suomen metsämaasta on teollisuuden ulkopuolisessa yksityisomistuksessa 53 %, puuston määrästä ja tuotantomahdollisuuksista yksityisillä on hallussaan vielä merkittävämpi osuus, sillä valtion metsäomistus painottuu karuihin ja vähäpuustoisiin alueisiin erityisesti Pohjois-Suomessa (esimerkiksi Metsätilastollinen vuosikirja 2005). Perinteisesti yksityismetsien suunnittelu on tehty valtion tuella metsäkeskusten ja metsänhoitoyhdistysten suorittaessa käytännön maastoinventoinnit ja suunnittelutyön. Valtio on ohjauksellaan pyrkinyt kontrolloimaan metsänomistajia ja ohjaamaan toimenpiteitä kulloistenkin poliittisten tavoitteiden (esimerkiksi MERA- ja KEMERA-kaudet) mukaisesti.

Karppinen (1998) jaotteli yksityismetsänomistajat tavoitteidensa perusteella investoijiin (13 %), virkistyskäyttäjiin (21 %) ja työmahdollisuuksia haluaviin (33 %). Kolmannes omistajista oli monitavoitteisia eli he ilmoittivat metsänkäyttönsä päämääräksi useamman eri tavoitteen. Maa- ja metsätalousministeriön metsäsuunnittelustrategian (2001 s. 7) visio vuoteen 2010 on: "Kaikki metsänomistajat tekevät päätöksiä tietoisina metsien erilaisista käyttömahdollisuuksista ja hoitotarpeista." Näin siis pyritään kannustamaan omistajia tunnistamaan omat tavoitteensa ja toimimaan niiden mukaisesti, vaikka samassa muistiossa todetaankin metsäsuunnittelua edelleen ohjattavan metsäpoliittisten tavoitteiden eli

Kansallisen metsäohjelman 2010 mukaisesti. Merkittävää on, että metsäsuunnittelu-strategiassa on metsänkäytön rinnalle nostettu hoitotarpeet, joilla on vaikutusta tuleviin metsänkäyttömahdollisuuksiin.

Vaikka valtion tukeman yksityismetsien suunnittelun tulosteisiin on saatu mukaan havainnollistavia kuvaajia ja asiakaslähtöisestä suunnittelusta on keskusteltu pitkään (esimerkiksi Ranta 1986), on suunnitelmatuotteen perusrakenne edelleen vakioamuotoinen ja suunnittelutyössä näkyy valtion holhoava ote metsänomistajiin. Asiakaslähtöisyys ei ole edennyt käytännön toimiin asti. Edesmennyt professori Kullervo Kuusela totesi metsänomistajien ohjailusta muistelmissaan seuraavasti: "Uusitut metsä- ja luonnonsuojelulait sekä metsän sertifiointin sirkus ovat antaneet metsä- ja ympäristöhallinnolle mielivallan, jolla yksityismetsien omistajista on tehty pohjoismaisen kansankodin torppareita" (Kuusela 2002 s. 211).

Kangas ja Hänninen (2003) esittivät yksityismetsien asiakaslähtöisen ja monitavoitteisen tilakohtaisen metsäsuunnittelutuotteen eriyttämistä alueellisesta ja kansallisesta "hyvään metsänhoitoon" ohjaavasta metsäpoliittisesta suunnittelusta. Tällöin metsäkeskusten rooliksi metsäsuunnittelussa jäisi kansallisen metsäpolitiikan ja sen mukaisten kannustimien toteuttaminen aluetasolla sekä aluesuunnittelua tukevan metsätiedon ylläpito ja mahdollinen myynti metsänomistajille sekä suunnittelua tekeville yrityksille. Eriyttämällä nämä toiminnot mahdollistettaisiin vihdoinkin aito asiakaspalvelu ja markkinoiden mukainen hinnoittelu sekä poistettaisiin metsäkeskusten ristiriitainen rooli toisaalta politiikan ja toisaalta metsänomistajien tavoitteiden edistäjänä. Tämä avaisi puukaupasta erillään oleville yrityksille mahdollisuuden tarjota uusia metsäsuunnittelutuotteita yksityismetsänomistajien palvelemiseksi. Valtion nykyinen tukipolitiikka estää tällaisen yritystoiminnan täysin.

Viime vuosina metsäteollisuusyritykset ovat ottaneet entistä aktiivisemmän roolin yksityismetsien suunnittelussa tarjoamalla metsänomistajille metsäpalvelusopimuksia, joihin kuuluu puustotietojen päivittäminen, ajankohtaisten toimenpiteiden ehdottaminen ja suorittaminen sekä puukaupan palvelut. Toiminnalla pyritään turvaamaan yritysten tasainen puunhankinta sopivalla hintatasolla. Metsäpalvelusopimusten yleistymiseen on osaltaan vaikuttanut teknologiakehitys, joka mahdollistaa helpon yhteydenpidon ja puustotietojen tarkastelumahdollisuuden tietoverkon kautta. Suunnitteluyhteistyötä yksityismetsänomistajien kanssa tekevillä yrityksillä on omat internetsovelluksensa (Metsäsoppi

2006, Metsäsuunnitelmapalvelu 2006, Metsäsuunnitelmaverkko 2006 ja Metsäverkko 2006), joilla sopimuksen tehneet omistajat voivat selailta oman tilansa puusto- ja kasvupaikkatietoja, etsiä leimikoita sekä ottaa yhteyttä puunostajiin. Metsäkeskusten verkkopalvelu (Metsään net 2006) esittelee nettimetsäsuunnitelman ratkaisuna nuoren sukupolven innottomuuteen metsäasioissa. Verkkosuunnitelma on yksi osa uutta vuorovaikutteista metsäsuunnittelua. Siihen voidaan helposti päivittää uudet puustotiedot kuvioittain heti toimenpiteiden suorittamisen jälkeen, jolloin siirrytään syklisestä jatkuvaan metsäsuunnitteluun, mikä vähentää perinteisten, koko metsälön kattavien maastoinventointien tarvetta.

2.3 Suunnittelun tulevaisuus

Metsikkökuvio tulee edelleen säilymään mittausten, laskennan ja toimenpiteiden toteutuksen perusyksikkönä. Uutena yksikkönä sen rinnalle on nousemassa osakuvio, joka voi tarkoittaa esimerkiksi kuvioista käsittelytavaltaan erotettua osaa, kuten metsälain erityisen tärkeitä elinympäristöjä suojavyyöhykkeineen tai kuviolle osuvaa, kaukokartoitusmenetelmin hankittua kuvatietoa (pikseli), josta voidaan tulkita esimerkiksi puustotietojen vaihtelua kuvion sisällä (Holopainen 2002). Uusien inventointimenetelmien, kuten laserkeilauksen ja ilmakuvien yksin puin tulkinnan, käyttöönotto mahdollistaa uusien puustotunnusten tallennuksen. Näitä voivat olla esimerkiksi tiedot puiden latvusten dimensioista ja puiden sijoittuminen toisiinsa nähden niiden kilpaillessa kasvupaikkatekijöistä. Koska uusilla puustotunnuksilla nähdään olevan käyttöä metsän kehityksen mallintamisessa, luodaan niille tutkimuksella sovelluskohteita ja ne otetaan viiveellä käyttöön myös joka-päiväisessä metsäsuunnittelussa.

Kustannusten karsiminen johtaa maastomittausten vähenemiseen edelleen ja maastotiedon lähteet vaihtuvat entisestään kehittyviin ja halpeneviin kaukokartoitusmenetelmiin. Tällöin ei välttämättä suunnittelualueelta ole käytössä kattavaa ja samantasoista tai vakioita puustotunnuksia sisältävää aineistoa vaan suunnittelujärjestelmän on kyettävä toimimaan mahdollisimman tehokkaasti kulloinkin olemassa olevan aineiston perusteella.

Suomen Kulttuurirahaston rahoittama Tutkijoiden metsäpalaveri keräsi vuosina 2004 ja 2005 130 tutkijaa kahdestakymmenestä kotimaisesta yliopistosta, korkeakoulusta ja tutkimuslaitoksesta osallistumaan tieteelliseen ja yhteiskunnalliseen metsäkeskusteluun seitsemässä teemaseminaarissa. Viimeisessä tapahtumassa keskustelun tulokset koottiin ja yhtenä niistä julkaistiin niin kutsutut Kolin teesit, joilla jokaisella on tulevaisuudessa

vaikutuksensa myös metsäsuunnitteluun ja sitä toteuttaviin järjestelmiin. Teesit ovat (Jalonen 2006):

1. Suomen on hyödynnettävä puun tarjoamat monipuoliset mahdollisuudet tulevaisuuden raaka-aineena.
2. Puuntuotannon taloudellisten periaatteiden tulee olla lähtökohtaisesti samat kuin muussakin taloudellisessa toiminnassa.
3. Metsäluonnon monimuotoisuuden säilyttämiseksi on laadittava eri suojelukeinoja monipuolisesti hyödyntävä suojeluohjelma.
4. Monitavoitteisen metsänhoidon käytännön toteuttaminen edellyttää nykyistä monipuolisempaa metsänhoitomenetelmien valikoimaa.
5. Metsätalouden neuvonnan tulee toimia vapailla markkinoilla.
6. Metsien moniarvoiseen käyttöön liittyvät kysymykset tulee nostaa tutkimuksen ja metsäpolitiikan ytimeen.

Yksityismetsiin on ehdotettu (Pykäläinen ym. 2006) uutta aluesuunnitteluotetta, jossa tilakohtaisten tavoitteiden lisäksi huomioitaisiin tietyssä määrin myös aluekohtaiset tavoitteet. Näitä tavoitteita voisivat olla riistan elinympäristöjen ja kyläkunnan maiseman vaaliminen, metsien monimuotoisuuden ylläpito ja edistäminen, matkailu- ja virkistyspalveluiden tehokas tuottaminen, haitallisten vesistövaikutusten vähentäminen ja metsien kulttuuriarvojen vaaliminen. Aluesuunnittelun vaikutukset yksittäisten maanomistajien metsänkäyttömahdollisuuksiin jäisivät todennäköisesti pieniksi ja päätösvalta toimenpiteiden toteuttamisesta säilyisi kullakin osallistujalla. Maisemaa pirstovan tilarakenteen vallitessa yhteisvaikutukset voisivat kuitenkin olla merkittäviä. Hakkuiden ja metsänhoitotöiden kustannustehokas järjestäminen yhdessä voisi jopa tuoda taloudellisia hyötyjä omistajille. Muiden kuin puuaineisten tuotteiden tuottaminen ja alueellinen tavoitteen asettelu sekä optimointi ovat mahdollisia jo nykyisillä metsäsuunnittelutyökaluilla (Pukkala 2006b). Aluesuunnitteluun siirtyminen onkin enemmän kiinni metsänomistajien tahdosta kuin sopivista välineistä.

3 Haastatteluaineisto

Metsäsuunnittelujärjestelmien tämänhetkisten ongelmien ja kehitystarpeiden kartoitus suoritettiin järjestämällä jokaisen hankkeen osakkaan luona haastattelu. Tilaisuudet sovittiin hankkeen johtoryhmässä toimivien osakkaiden kanssa. Kaikki he osallistuivat innokkaasti hankkeen määrittelytyöhön. Kolmessa haastattelussa oli lisäksi muita osakkaan asiantuntijoita täydentämässä omalla panoksellaan vastauksia. Ennen haastatteluja pyydettiin osakkailta materiaalia organisaation nykyisestä maastotöiden ja tiedonkäsittelyn kulusta sekä käytössä olevasta metsäsuunnittelujärjestelmästä. Materiaalia tuli osakkailta vaihtelevasti, mutta sen perusteella saatiin yleiskäsitys suunnittelujärjestelmien käytöstä ja toiminnasta organisaatioissa. Lisävaloa asiaan saatiin haastatelluilta, joista osa intoutui esittelemään ja kritisoimaan käytössään olevia ja luovasti ideoimaan uusia laskenta-järjestelmiä.

Haastattelut toteutettiin vapaamuotoisina ja niihin kuului kolme vaihetta. Ensimmäisessä vaiheessa haastateltavia pyydettiin täysin vapaasti esittämään omia ajatuksia metsäsuunnittelusta ja vaatimuksia suunnittelujärjestelmälle. Tämä vaihe oli monilla valmiina joko paperilla tai mielessä. Kaikki esiin tulleet asiat käytiin kuitenkin yhdessä keskustellen läpi oikeinymmärryksen varmistamiseksi.

Toisessa vaiheessa käsiteltiin kohta kohdalta hankkeen tutkimusryhmän etukäteen valmisteleva tarkistuslista (liite I). Se koostui tarkoista suunnittelujärjestelmän vaatimuksia kuvaavista kysymyksistä. Lista herätti haastateltavissa uusia ajatuksia. Viimeisissä haastatteluissa päästiin keskustelemaan, miten muut osakkaat ovat asioita esittäneet, haastamaan aiemmat väitteet ja jopa luomaan alustavia yhteenvetoja osakkaiden yhteisistä tarpeista. Järjestys vaikutti siis osaltaan haastatteluihin, mutta ei ollut merkitsevää osakkaiden mielipiteitä muodostettaessa. Lähinnä tapahtui kehitystä haastattelijan kokonaiskäsityksessä suunnittelutarpeista, mikä olikin yksi kierroksen päätavoitteista.

Haastattelun kolmannessa vaiheessa käytiin läpi valmiit käyttötapauskuvaukset (liite II), joiden soveltuvuutta ja tarpeellisuutta kunkin osakkaan käyttöön arvioitiin. "Käyttötapauskuvauksella mallinnetaan käyttäjän järjestelmän avulla suorittamaa tehtävää eli tapaa käyttää järjestelmää. Pääperiaatteena on, että yhden käyttötapausten tulisi muodostaa looginen kokonaisuus, jolla on sekä selvä lähtökohta että merkityksen omaava lopputulos" (Laine 2002). Kyseiset käyttötapauskuvaukset oli luotu soveltaen Janne Uutteran ja Esa

Ärölän etukäteen määrittelemiä järjestelmän laskentavaatimuksia. Haastatteluissa tarkennettiin näitä kuvauksia ja muotoiltiin uusia esiin tulleita käyttötapauksia.

Haastatteluista tehtiin kirjalliset muistiinpanot. Ne lähetettiin puhtaaksikirjoitettuina kommentoitaviksi haastatelluille. Kommenttien lisäksi haastatellut toimittivat vielä entisestään tarkentuneita omia ajatuksiaan. Haastattelut toteutettiin pääosin marraskuussa 2004. Kokousaikataulu ja aiheet joustivat kunkin haastateltavan kiinnostuksen ja etukäteisvalmistautumisen mukaan. Niiden kesto oli kolmesta kuuteen tuntia. Haastatteluita pidettiin yhteensä viisi, yksi kunkin osakkaan kanssa heidän toimipaikoissaan. Samalla saatiin kokonaiskuva metsäsuunnittelun toimintaympäristöstä. Kommentointiin ja tarkentamiseen käytettiin puhelinta ja sähköpostia. Seuraavissa osakaskuvauksissa on viitteiden lisäksi käytetty lähteinä haastatteluissa esitettyjä tietoja eri organisaatioista.

3.1 Tornator

Ensimmäinen haastattelu tehtiin Imatralla Tornatorin toimitiloissa 1.11.2004. Haastateltavina olivat suunnittelun ja metsäpalvelun johtaja Tapio Suutarla sekä suunnitteluesimies Ari Rekonen. Haastattelijoina olivat Mikael Wathén ja Jussi Rasinmäki Helsingin yliopistosta.

Tornator omistaa ja hallinnoi 613 000 hehtaarin metsäomaisuutta Etelä- ja Pohjois-Karjalan, eteläisen Kainuun ja Lapin kolmion alueilla ja on siten Suomen kolmanneksi suurin metsänomistaja. Yhtiö tarjoaa metsänhoitopalveluja ja myy laadukkaita maa-alueita virkistyskäyttöön. Tornatorin vuosittainen liikevaihto on noin 45 miljoonaa euroa, josta pääosa on puunmyyntituloja. Tornatorin palveluksessa työskentelee eri puolilla Suomea yli 200 metsäammattilaista, joista 150 on metsureita. Yrityksen toiminta-ajatuksina ovat maa- ja metsävarojen hyödyntäminen omistajien ja asiakkaiden tavoitteiden mukaisesti, omien metsätilojen tuottavuuden kehittäminen metsäsuunnittelun ja kaavoituksen avulla sekä laadukkaiden metsänhoitopalvelujen tuottaminen suomalaisille metsänomistajille. (Tornator 2005)

3.2 Metsähallitus

Toinen haastattelu tehtiin 3.11.2004 Tikkurilassa Metsähallituksen pääkonttorissa. Haastateltavina olivat Ismo Minkkinen ja Hanna Soinne sekä jatkuvan puheyhteyden kautta Juha Salmi Rovaniemellä. Haastattelijoina olivat Mikael Wathén ja Jussi Rasinmäki.

Suomen valtio on maan suurin yksittäinen metsänomistaja. Liikelaitoksena toimiva Metsähallitus, hallinnoi reilua 12 miljoonaa hehtaaria valtion omistamia maa- ja vesialueita. Muut valtion laitokset toimivat sen asiakkaina käyttäessään valtion metsiä omiin tarkoituksiinsa. Metsähallituksen liikevaihto vuonna 2004 oli 241 miljoonaa euroa, josta se tuloutti valtiolle 67 miljoonaa euroa. Metsähallituksen perustehtäviä ovat ympäristö- ja asiakaslähtöisen metsätalouden harjoittaminen sekä luonnonsuojelu. (Metsähallitus 2006)

Vaihtelevia tehtäviään Metsähallitus toteuttaa neljällä liiketoiminnan osa-alueella, joita ovat 85 % tuloista tuottava Metsätalous, luontomatkailupalveluiden ja vuokratämppeiden tarjontaan erikoistunut Villi Pohjola, tontti- ja metsäkiinteistökauppaan erikoistunut Laatumaa sekä maa-ainekauppaan erikoistunut Morenia. Lisäksi Metsähallituksella on tytäryhtiö Forelia Oy, joka tuottaa metsäpuiden siemeniä. (Metsähallitus 2006)

Liiketoiminnan lisäksi Metsähallituksella on julkisia hallintotehtäviä, joista huolehtii Luontopalvelut. Näitä tehtäviä ovat lakisääteisten luonnonsuojelualueiden ja muiden suojelutarkoituksiin varattujen alueiden hoito, uhanalaisten lajien suojelu ja hoito, erämaa-alueiden, retkeilyalueiden ja muiden erikoiskohteiden hoito, yhteiskunnalliset retkeilypalvelut ja Metsähallituksen asiakaspalvelu, luonnonsuojelua koskevat viranomaisasiat, erävalvonta, eräasiat, metsäpuiden siementen hankinta ja varmuusvarastointi sekä uittoon liittyvät tehtävät. (Metsähallitus 2006)

Valtion metsiin kohdistuu taloudellisten tavoitteiden lisäksi muita talousmetsiä runsaammin erilaisia luonnonsuojelullisia ja virkistyksellisiä tavoitteita. Nämä tavoitteet ovat paikallisesti vaihtelevia ja niitä on kartoitettu yhdessä kansalaisten sekä paikallisten, alueellisten ja valtakunnallisten sidosryhmien kanssa esimerkiksi koko Metsähallituksen metsät kattavan alue-ekologisen suunnittelutyön yhteydessä. Lisäksi Metsähallituksella on toiminnassaan työllisyystavoitteita. Se työllisti vuonna 2004 suoraan 2158 ja välillisesti noin 800 työntekijää. Metsähallituksen palkoista 58 % maksettiin työllisyyskehityksessä kärsineisiin Oulun ja Lapin lääneihin. (Metsähallitus 2006)

Metsähallituksen metsäsuunnittelussa on käytössä neljän kymmenvuotiskauden aikaperspektiivi. Kuviokokoo vaihtelee suuresti ja alueittainen keskikoko voi olla 2 ½, 5 tai 10 hehtaaria. Suurista metsäpinta-aloista, paikoin pienestä puuntuotoksesta ja henkilöstön rajallisuudesta johtuen kaikkialla ei voida tehdä suunnittelua samalla tarkkuudella.

Myöskään suunnittelun tavoitteet eivät laitoksen monista tehtävistä ja maankäyttötavoista johtuen ole vakiot.

Lähinnä Pohjois-Suomessa sijaitsevat suuret metsikkökuviot ovat seurausta menneistä suurista käsittelyaloista. Haastatellut kertoivat, että laajoilla erämaa-alueilla metsiköiden kuviointi on aikanaan toteutettu suurpiirteisesti, aina ei ole edes pyritty tunnuksiltaan tai toimenpidetarpeiltaan yhteneviin metsiköihin. Osaltaan tulokseen on vaikuttanut suunnittelijoille annetut suuret määrälliset tuotostavoitteet ja tarkan paikannuksen vaikeudet.

Suurten kuvioiden sisäisen vaihtelun kuvaus on nykyjärjestelmissä vaikeaa. Lapissa on kymmenien hehtaarien kuvioita, joihin kuuluu aukeita, taimikoita ja nuoria kasvatusmetsiä. Niiden jakaminen pienemmiksi ja tasaisemmiksi kuvioiksi maastotyönä ei ole taloudellisesti järkevää. Kaukokartoitusaineiston hyväksikäyttö ja kuviolle osuvien pikseleiden erottelu eri luokkiin voi olla ainoa mahdollinen vaihtoehto tilanteen korjaamiseksi.

3.3 UPM Metsä

Kolmas haastattelu tehtiin 15.11.2004 Valkeakoskella UPM Metsän toimitiloissa. Haastateltavana oli metsätalousjohtaja Jyrki Kangas ja haastattelijana Mikael Wathén.

UPM Metsä on UPM-Kymmene-konsernin metsäosasto Suomessa. Sen päätehtävinä on hankkia puut konsernin tehtaille ja hoitaa konsernin omistamat metsät. Metsäenergian tuotantoon tarvittavien hakkuutähteiden, kantojen ja raivauspuun hankinta on osaston kasvava toimiala. Metsäosasto koostuu Valkeakosken pääkonttorin lisäksi 12 piiristä, jotka jakautuvat edelleen noin 50 tiimiin. Metsäosastolla on noin 2800 työntekijää, joista toimihenkilöitä on 700, metsureita 500 sekä kone- ja autoyrittäjiä kuljettajineen 1600. (UPM Metsä 2004, 2006)

UPM:n omistuksessa on Suomessa metsätalousmaata 930 000 hehtaaria, josta varsinaisessa talouskäytössä on 770 000 hehtaaria. Konsernin 29 tehtaan vuotuisesta 20 miljoonan kuutiometrin raakapuutarpeesta omat metsät tyydyttävät kuitenkin vain 10 %. Muu käyttöpuu ostetaan pääasiassa pystykaupoin yksityisiltä maanomistajilta, lisäksi puuta ostetaan valtiolta ja tuodaan ulkomailta. (UPM Metsä 2004)

UPM:ssä siirrytään vuosina 2004–2007 uuteen käyttöjärjestelmäympäristöön. Samalla kaikki ohjelmat käydään läpi ja valtaosa niistä ohjelmoidaan uudestaan. Muutoksien ja korjauksien lisäksi uusien ohjelmien käyttöönottoon on nyt sopiva hetki. SIMO-hankkeen tulokset sopivat tähän saumaan hyvin. Kasvunlaskenta, simuloinnit ja optimoinnit voidaan liittää yhtiön uuteen metsäjärjestelmään, jonka rakentamisessa varaudutaan projektissa tuotettujen ohjelmistomoduulien käyttöön.

3.4 Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio

Neljäs haastattelu toteutettiin Helsingin Malmilla Tapion tiloissa 16.11.2004. Paikalla olivat Tapion edustajina kaukokartoituksen asiantuntija Janne Uuttera, metsävaratieto-asiantuntija Raito Paananen ja metsäsuunnittelun asiantuntija Esa Haapasalo sekä Rannikon metsäkeskuksen edustajana regionchef Esa Ärölä ja haastattelijana Mikael Wathén.

Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio on lailla perustettu valtionapulaitos (Kiviniemi 2004). Sen tehtäviksi on määrätty (Tapio 2006):

- edistää metsien kestävästä hoitoa ja käyttöä sekä niiden monimuotoisuuden säilymistä ja muuta metsätalouden ympäristönsuojelua
- seurata metsätalouden ja metsien tilaa sekä kehitystä ja tehdä niihin liittyviä esityksiä ja aloitteita
- tuottaa metsätaloudellisia asiantuntija-, kehittämis- ja koulutuspalveluja
- edistää ja kehittää metsäsuunnittelua
- tuottaa julkaisuja sekä tiedottaa metsien hoidosta ja käytöstä
- ylläpitää ja kehittää metsätalouden tietohallintoa
- kehittää metsänhoidon ja metsien perusparannustöiden menetelmiä puuntuotannon kestävyuden turvaamiseksi, metsien monimuotoisuuden säilyttämiseksi ja metsäluonnon hoitamiseksi
- edistää metsätalouteen perustuvia elinkeinoja
- osallistua tehtäviinsä liittyvään kansainväliseen yhteistyöhön
- suorittaa muut maa- ja metsätalousministeriön määräämät tehtävät

Tapion liikevaihto vuonna 2004 oli noin 11 miljoonaa euroa, josta metsäkeskusten yhteistyöryhmän kanssa metsäkeskuksille tuotettavia sekä maa- ja metsätalousministeriön kanssa ministeriölle ja koko metsätaloudelle tuotettavia asiantuntijapalveluita oli noin 3,4 miljoonaa euroa. Tapion muita tärkeitä asiakkaita ovat metsäteollisuuden puunhankinta-

organisaatiot, metsänomistajaorganisaatiot, oppilaitokset sekä kaupungit ja kunnat. Tapion missiona on hyvä metsä kaikille ja visiona on olla johtava kestävän metsätalouden kehittäjä Suomessa. Tapio pyrkii muuttamaan yksityismetsien suunnittelua entistä asiakaslähtoisemmäksi ja neuvovammaksi. Samalla tilakohtaisten suunnitelmatulosteiden painoarvo tulee vähenemään ja jatkuva päivitys sekä verkkosuunnitelmat lisääntyvät. Tapion eri suunnittelutyökalujen käyttö yksityismetsien suunnittelussa kasvattaa edelleen osuuttaan. (Tapio 2006)

3.5 Metsäkeskukset

Laila perustetut ja valtion rahoituksella toimivat kolmetoista alueellista metsäkeskusta edistävät metsien kestävää hoitoa ja käyttöä sekä niiden monimuotoisuuden säilyttämistä. Lisäksi metsäkeskukset valvovat metsätaloutta koskevien lakien noudattamista ja hoitavat muita viranomaistehtäviä. (Kiviniemi 2004)

Metsäkeskus laatii metsäsuunnitelmia, tekee metsänparannustöitä, neuvoo metsänomistajia, seuraa metsävarojen kehitystä ja valvoo metsälakeja. Ylintä päätösvaltaa metsäkeskuksessa käyttää metsäalan sidosryhmistä koostuva johtokunta. Rannikon metsäkeskus toimii ruotsinkielisellä rannikolla Pohjanmaalla, Turunmaalla ja Uudellamaalla. (Metsäkeskus 2006)

Metsäkeskukset toimivat läheisessä yhteistyössä Tapion kanssa ja vastaavat alueellisesti metsäsuunnittelusta ja metsätalouden kehittämisestä, joten niillä on suuri tarve metsäsuunnittelujärjestelmälle. Lähinnä yksityismetsissä toteutettavan suunnittelun kohteet ja omistajien tavoitteet ovat vaihtelevia.

3.6 Metsämannut

Viimeisessä haastattelussa 5.1.2005 Mikael Wathén haastatteli metsänhoitopäällikkö Janne Soimasuota Metsämantujen toimistolla Tampereella.

Metsämannut on maa-, metsä- ja rakennusomaisuuden hoitoon erikoistunut osaamiskeskus ja palveluyritys, joka ei omista suunnittelukohteitaan. Metsämantujen liikevaihto vuonna 2005 oli 7,6 miljoonaa euroa. Yhtiöllä on 81 työntekijää, joista vakituisia metsureita noin 30. Toimihenkilöistä pääosa työskentelee keskuskonttorissa Tampereella. Lisäksi yhtiöllä on 15 toimipistettä eri puolilla Suomea. (Metsämannut 2006)

Metsämannut on Metsäliiton tytäryhtiö, jonka omistus jakaantuu Metsäliiton (60 %), M-realin (30 %), Metsä-Botnian (10 %) ja Finnforestin kesken. Sillä on sopimusperusteisesti hoidossa noin 273 000 hehtaaria metsiä, joista yhteismetsä Forestialta 120 000 hehtaaria, muulta Metsäliitto-yhtymältä 40 000 hehtaaria ja sopimusasiakkailta 72 000 hehtaaria. Metsikkökuvioita on noin 140 000, joista eniten Forestialla 50 000. Yrityksen päätoimi-alueina ovat Pirkanmaa, Keski-Suomi ja Pohjois-Savo.

Metsämannuilla on käytössään oma keskitetty tuotannonohjausjärjestelmä, METKIS, jossa on paikkatieto ja metsäsuunnitteluovellusten lisäksi mukana yhtiön laskutus, tilausten hallinta, työkirjanpito ja sopimukset. Järjestelmä on kehitetty itse ja sen ylläpidosta sekä jatkokehityksestä vastaa GISnet. Metsämannuilla on yhteys Metsäliiton puunhankinnan tietojärjestelmään Patikkaan, jonne valmiit leimikkotiedot lähetetään. Samoin kuvioiden päivitystiedot tulevat paluupostissa Patikasta toimenpiteen suorituksen jälkeen.

Koska yhtiö ei omista metsää vaan tarjoaa hoitopalveluja, sen tulos syntyy lähinnä suoritetuista toimenpiteistä, ei kuviotiedon ylläpidosta tai metsien kasvusta. Esimerkiksi kasvumallien kalibrointiin käytettäviä pysyviä koelohja on yhtiössä mitattu vuosina 1968, 1978 ja 1990, mutta niiden ylläpitoa ei suunnitella jatkettavan.

4 Uusi metsäsuunnittelujärjestelmä

Tässä luvussa esitetään haastattelukierroksen anti eli osakkaiden vastaukset kysymykseen, kuinka kehitettävän metsäsuunnittelujärjestelmän pitäisi tilaajien mielestä toimia. Kyseessä on yhteenveto eri haastatteluista eikä se juuri sisällä viitteitä yksittäisiin osakkaisiin. Eri osakkaiden näkemykset on koottu yhtenäisen järjestelmävaatimuskuvauksen aikaansaamiseksi. Samaan aineistoon perustuen on aikaisemmin julkaistu artikkeli "Käyttäjien näkökulmia uuden sukupolven metsätietojärjestelmien kehittämiseen" (Kangas ym. 2006).

Osakkaat määrittivät SIMO-hankkeen yhdeksi tavoitteeksi saattaa yleinen ja ajan-kohtainen tutkimustieto tasapuolisesti kaikkien osakkaiden sekä ulkopuolisten tahojen käyttöön metsäsuunnittelun kehittämiseksi edelleen. Halutaan siis laaja kokoelma testattuja ja sovellusalueeltaan rajattuja metsän kehityksen ja käsittelyn malleja, joita voidaan helposti käyttää eri järjestelmissä ja sovittaa erilaisten käyttöliittymien alle. Vaatimukset saavutetaan yksinkertaisesti ohjattavilla ja laskentakapasiteetiltaan eri käyttötapauksiin sopivilla ohjelmistomoduuleilla. Osakas- ja järjestelmäkohtainen räätälöinti jätetään kunkin organisaation itse toteutettavaksi.

Metsäsuunnittelua tekevien organisaatioiden tietojärjestelmät ja maastotiedonkeruu on vuosien aikana sovitettu vastaamaan MELA:n vaatimia lähtötietoja. Ohjelmaa ei kuitenkaan ole aina kehitetty käyttäjien toivomaan suuntaan. Yhtenä syynä uuden suunnittelujärjestelmän kehitystyön aloittamiselle on käyttäjiä yhdistävä tarve tehdä suunnittelulaskelmia vaihtelevilla lähtötiedoilla, tarkoituksilla ja tavoitteilla. Se vaatii järjestelmältä sopeutumista ja laajaa ohjattavuutta, johon kuuluu laskennan ohjaustermien ajallinen vaihtelu ja samassa optimointitehtävässä käsiteltävät alueellisesti erilaiset muuttujat. Näitä vaatimuksia on esitetty jo vuosien ajan. Monet MELA:n käyttäjät vertaavat ohjelmaa mustaan laatikkoon, josta saa vastauksia, jos osaa oikein pyytää. Mistään ei kuitenkaan voi varmistaa vastauksen perusteita tai oikeellisuutta.

Puutteiden lisäksi haastatellut pitivät nykyisin käytössä olevia suunnittelujärjestelmiään niin monimutkaisina, että keskuskonttorilta ei voida jakaa suunnitteluvastuuta eteenpäin edes aluetasolle saati käytännön töitä suorittaville tiimeille. Tälle olisi kuitenkin selvä tarve. Järjestelmän on siis oltava erittäin helppokäyttöinen ja suomenkielinen. Kun alueelliset ja toimijakohtaiset asetukset kerran on määritelty, pitää suunnittelulaskelmia pystyä helposti ajamaan ilman ohjelmointitaitoa tai jokapäiväistä ohjaustietojen muuttamista.

Edellinen vaatimus on osin ristiriidassa järjestelmälle esitetyn säädettävyyden ja käyttäjän laajojen vaikutusmahdollisuuksien kanssa. Organisaation pitää siis voida muuttaa ja kehittää kussakin tilanteessa käytettäviä laskentarutiineja ja kiinnittää tehdyt säädöt järjestelmään, jotta monet eri käyttäjät voivat helposti ajaa vaihtoehtoisia suunnittelulaskelmia ilman syventymistä järjestelmän laajoihin ohjausominaisuuksiin.

Edellä sivutut käyttöliittymäratkaisut jätetään yhteisen kehitystyön ulkopuolelle ja käyttäjäorganisaatioiden toteutettaviksi. Osakkaiden tietojärjestelmäkehityksessä on suuntaus keskitettyihin järjestelmiin, joissa yhden käyttöliittymän alta löytyy yhteys keskitettyyn tietokantarakenteeseen ja useita eri laskentajärjestelmiä, jotka hoitavat puunkorjuuta, muuta tuotannonohjausta sekä talous- ja tietohallintoa. Tällaiseen ympäristöön SIMO-järjestelmän eri laskentamoduulit on voitava yhdistää saumattomasti. Tiedonvaihdon moduulien, tietokantojen ja muualla tuotettujen ohjelmien kanssa on oltava sujuvaa.

Osakkaiden tahto on, että järjestelmän kaikki komponentit lähdekoodeineen julkaistaan vapaaseen käyttöön. Tällöin osakkaat voivat edelleen kehittää koodia ja tehdä tarpeen

mukaan omia ratkaisujaan laskentoihin. Samalla kaikki järjestelmän tarjoamat tulokset voidaan purkaa käytettyihin lähtötietoihin, laskentakaavoihin ja sääntöihin asti. Näin odotetaan ratkaistavan eteen väistämättä tulevat virheelliset tulokset ja epäloogisuudet. Ohjelmistokoodin julkaisu ja järjestelmän kehityksen jakaantuminen eri organisaatioihin hankkeen päätyttyä edellyttää kaiken tuotetun materiaalin ja käytettyjen toimintatapojen erityisen tarkkaa dokumentointia.

Jatkuvaa ylläpitoa järjestelmälle ei hankkeen yhteydessä järjestetä vaan osakkaat käyttävät ja kehittävät ohjelmistomoduuleja ja kouluttavat työntekijöitään sopivaksi katsomallaan tavalla. Vaikka järjestelmän kehitys ja ylläpito siirtyvät hankkeen jälkeen kullekin organisaatiolle, osakkaat toivovat, että järjestelmän hyödyntäminen ja kehittäminen voi jatkua myös yliopistoissa ja kaupallisissa ohjelmistotaloissa. Mahdollisen tulevan kehitystyön kuten yritysten yhteistyöprojektien, tieteellisen tutkimuksen tai kaupallisten sovellusten tulosten toivotaan olevan yhteensopivia järjestelmän aikaisempien moduulien kanssa.

Erilaisten vaihtoehtojen kokeilu ja mukavat lisäominaisuudet koettiin haastatteluissa tarpeettomiksi. Nyt kehitetään yhdessä toimivaa ja yksinkertaista metsäsuunnittelu-järjestelmää operatiiviseen käyttöön kaikille sitä tarvitseville. Seuraavassa kuvataan tarkemmin järjestelmän toivottuja ominaisuuksia. Osa nykyisistä tarpeista ei ole kyetty hyväksyttävästi ratkaisemaan tällä hetkellä käytössä olevien metsäsuunnittelujärjestelmien puitteissa. Osa niistä taas on aivan uusia ja ne pyrkivät vastauksiin muuttuneissa, eriytyneissä ja osin vastakkaisissakin metsäsuunnittelun kysymyksissä.

4.1 Tiedon hallinta

Suunnittelujärjestelmän käsittelemä maastotieto koostuu tietokantaan tallennetuista tietueista, jotka kuvaavat jonkin kohteen, esimerkiksi puun, metsikön tai tilan ominaisuuksia. Tutkimuksessa selvitettiin näiden eriasteista tietoa sisältävien tasojen käyttötarvetta. Eri tasoilla voidaan maastotietoa tallentaa, laskea uusia tunnuksia ja kehityssuunnusteita tai luoda yhteenvetoja.

Periaatteena on, että tieto tallennetaan samassa tai pienipiirteisemmässä muodossa kuin sitä pienimmillään halutaan käyttää laskelmien kohteena tai esittää yhteenvedoissa. Yleensä minimiesitystarkkuus on metsikkökuvio. Jos maastotiedon tallennus kuitenkin tehdään tarvittavaa esitystarkkuutta pienemmässä mittakaavassa, esimerkiksi koealatasolla, voidaan

näitä tietoja hyödyntää tulevaisuudessa kuvion epätasaisuutta selvittäessä tai uusia kuviojakoja tehtäessä.

Haastatteluissa kysyttiin, mitä tiedon tallennuksen ja laskennan tasoja järjestelmän tulee pystyä käsittelemään. Vaihtoehtoina olivat valtakunta-, alue-, pienalue-, metsikkökuvio-, kuvion puusto-osite-, kuvion osa-, relaskooppi- sekä ympyräkoeala-, koealan puusto-osite ja puutasot. Tiedon käsittelyn tasoissa oli vaihtelua organisaatioiden välillä ja sisällä riippuen inventoinnin suorittajasta, inventointimenetelmästä ja -ajankohdasta sekä voimassa olevien ohjeiden ja sopimusten velvoitteista. Tuloksena oli, että metsikkökuvio puusto-ositteineen tulee edelleen säilymään metsäsuunnittelulaskelmien ja tulosten käsittelyn sekä toimenpiteiden toteutuksen perusyksikkönä.

Osakuviot täydentävät kuviotietoa esimerkiksi kaukokartoitustiedon käsittelyssä, metsälain erityisen tärkeiden elinympäristöjen rajaamisessa ja kuvion sisäisen hajonnan kuvaamisessa. Vaatimuksena esitettiin, että kuvatulkinnan rasterikuvia on voitava käyttää nykypuuston ja suunnittelun lähtötietoina. Osakuvioiden käytön vaihtoehto on nykyisten kuvioiden jakaminen osiin. Kun esimerkiksi avainbiotoopeista ja jättöpuuryhmistä muodostetaan omia kuvioita, kuten metsäsertifioinnit edellyttävät, niin kuviomäärä kasvaa ja kuviokoko pienenee.

Puutason tiedon tallennus ei vielä ole osakkailla tuotannollisessa käytössä, mutta jotkut harkitsevat sitä ja kokeilut laserkeilainaineistolla edellyttävät puutason tunnusten tallennusmahdollisuutta. Ympyrä- ja relaskooppi- ja koealojen sekä niiden puusto-ositteiden tallennus on muutamille osakkaille tavanomaista toimintaa. Tällöin suunnittelija suorittaa tallennuksen heti mittauksen jälkeen ja kuviotunnukset johdetaan näistä tiedoista. Osa käyttää edelleen koealakohtaisia mittaustietoja vain laskeakseen kuviokohtaiset keskitunnukset tietojärjestelmään tallennettaviksi.

Tutkimuksessa todettiin, että pienalue tai alue voi olla käytännössä millä tahansa perusteella rajattu kuviojoukko, esimerkiksi tila, tilaryhmä, kiinteistö, palsta, piiri, omistaja, tiimi, valuma-alue tai mikä tahansa paikkatietoanalyysin tuottama alue, jolle halutaan tehdä suunnittelulaskelmia tai jolta halutaan yhteenvetotietoja. Myös metsäkeskuksen, läänin tai valtakunnan taso luetaan tässä tietyllä tavalla rajatuksi alueeksi, jolle voidaan tarvittaessa tehdä samat operaatiot kuin aluetasolla yleisesti. Niille ei siis tarvita omia tasoja, eikä aluejakoa haluta sitoa esimerkiksi hallinnollisiin rajoihin.

Vapaasti rajatun alueen käyttö nähtiin tarpeelliseksi yhteenvetojen koostamisen lisäksi myös laskennan ohjauksessa. Alue voi tällöin olla esimerkiksi elinympäristö, ulkoilualue, pihapiiri tai maisema. Kunnilta, matkailuyrittäjiltä ja muuttuvista ympäristön käsittely-ohjeista tulee koko ajan uusia vaatimuksia erilaisten alueiden hoitoon. Muodoltaan tällaiset alueet ovat yleensä yhtenäisiä joskin erikoisen muotoisia kuvio- ja osakuviojoukkoja. Niille annetaan käsittelyrajoituksia ja ne voivat toimia puskurivyöhykkeinä, jolloin käsittelyrajoitukset voivat lieventyä ytimestä ulospäin siirryttäessä.

Nykyjärjestelmissä edellä kuvatuista tilanteista selvittää kuviokohtaisesti jatkettulla kiertoajalla, mutta se ei useinkaan ole optimi alueen kannalta. Esimerkiksi metson soitimella voi käsittelysääntö olla muotoa: ”300 metrin säteellä oltava yli 6 metristä puustoa koko ajan tietty osuus pinta-alasta.” Tällöin kuviot, jotka leikkaavat kyseisen pienalueen, saavat käsittelysääntöjä, jotka voivat pidentää kiertoaikaa kuvioilla ehdon täyttämiseksi. Jos taimikoita ei alueella ole, voi sääntö toisaalta myös jouduttaa hakkuita, jotta uutta metsää saadaan tasaisesti varttumaan kuusimetriseksi ennen seuraavia uudistuksia. On huomioitava, että tällaisella järjestelyllä voidaan saavuttaa haluttu tulos vain sitoutumalla kerran suunniteltuun ja toteuttamisvaiheessa olevaan aluerajaukseen ja käsittelyaikatauluun vuosiksi eteenpäin. Päätöstä alun perin tehtäessä kannattaa myös harkita kuviorajauksen muuttamista alueen käsittelysääntöjen mukaiseksi. Jos suojeltavan biotoopin esiintyminen kuitenkin jostain syystä lakkaa, voidaan tietysti palata kyseisen alueen osalta alkuperäiseen kuviorajaukseen ja vapaampaan metsänkäsittelyyn.

Kaikki esitetyt tasot osoittautuivat tarpeellisiksi. Mittaustiedon tallennusta halutaan tehdä puutasolta metsikkötasolle, laskelmia suorittaa kuvion osa- tai puusto-ositetasoilta aluetasolle ja yhteenvetotietoja kerätä edellä esitellyiltä vaihtelevan kokoisilta ja eri menetelmin rajatuilta alueilta.

Kaikilla osakkailla on käytössään pitkälti Solmu-muotoinen tietomalli, jota on muokattu eri tavoin lisäämällä kuviotietoihin tarpeellisia tunnuksia, kuten käsittelyhistoria. Tietojärjestelmiin nykyisellään tallennettujen tietueiden tietosisältö on hyvin kirjavaa eikä sen alkuperästä aina ole olemassa metatietoa. Laskennan on siis selvittävä monenlaisilla tietoyhdistelmillä ja vajaillakin tiedoilla. Toki järjestelmän pitää puutteista ilmoittaa, mutta silti selvitä eteenpäin laskennassa ilman lähtötiedon muutoksia tai täydennyksiä. Aineiston määrä ei saa vaikuttaa laskentaan. Sekä kuuden hehtaarin metsätilan että miljoonan hehtaarin yrityksen laskennat pitää voida suorittaa tavallisella toimistotietokoneella.

Puustotiedoista on ilmevä, koska ja millä menetelmillä puut on mitattu. Lisäksi on tallennettava tunnusten nykyarvojen päivitysajankohta. Kun lähtötiedot ja simuloinnin ohjaus vakioidaan, on kasvatuslaskelmat kyettävä toistamaan samansisältöisinä uudestaan tai palauttamaan lähtötiedot laskemalla käänteisesti tuloksista. Kasvatuksessa ei siis saa käyttää satunnaisuutta sisältäviä malleja tai muuten hukata alkuperäistä mittaustietoa.

Osakkaiden vallitsevana käytäntönä on säilyttää erillisessä tietokannassa alkuperäinen inventoitu puustotieto, josta nykypuuston tiedot voidaan aina uudestaan kasvattaa ajan tasalle. Yrityksissä kunkin kuvion puustotietojen päivitys maastomittauksella tehdään aina toimenpiteen jälkeen. Yksityismetsäsuunnittelun puolelta esitettiin myös vaatimus suoritettujen toimenpiteiden puustotietoon kohdistuvien vaikutusten simuloinnista ilman uutta maastotiedon keräystä nykypuuston tunnuksia päivitettäessä.

Historiatiedon tallentamisen ja hyödyntämisen haastatellut näkivät erityisen tärkeänä kehityskohtena. Kuvioilta on tarpeellista säilyttää erityisesti toimenpidetiedot nykyisen metsikön uudistamistoimenpiteistä lähtien. Maanparannus- eli ojitus- ja lannoitustiedot tulee säilyttää yli puusukupolven uudistamisen, sillä niiden vaikutus ulottuu ajassa pitkälle. Yhteen kuvioon voi siis liittyä esimerkiksi kolmen maanparannuksen, uudistamisketjun, kolmen harvennushakkuun ja metsänhoitotoimenpiteiden työlaji-, määrä- ja ajankohta-tiedot.

Haastatteluissa esitettiin myös mahdollisuutta merkitä kuviotietoihin inventoinnin yhteydessä kuvion tila menneiden toimenpiteiden osalta silmämääräisesti esimerkiksi muuttujalla: käsitelty – hoidettu – hoitamaton, vaikka tarkkaa toimenpidettä ja sen ajankohtaa ei tiedettäisikään. Toki jokaisen osakkaan on itse ratkaistava, mitä tietoja ja mistä lähteistä inventoinnissa kerätään sekä mitä ja millä tarkkuudella tietojärjestelmiin tallennetaan. Kuitenkin yhteisen kehitystyön tuloksena syntyvät tietojärjestelmä-komponentit on syytä sovittaa näihin uusiin tallennuksen ja tiedonkäsittelyn tarpeisiin.

Käytössä olevissa järjestelmissä ei tallenneta kuviolta mitattua puuston runkolukujakaumaa tai edes jakauman muotoon vaikuttavaa kuvion käsittelyhistoriaa, kuten harvennustapaa. Kuvion puustotunnusten kehitystä simuloitaessa ja seuraavaa toimenpidettä ja sen ajankohtaa määritettäessä runkolukujakauma on kuitenkin oleellinen tieto. Nykyjärjestelmissä se luodaan tallennetuista kuvion keskitunnuksista aina uudestaan kasvunlaskentaa varten. Yleisesti oletetaan, että puusto kehittyy erilalla esimerkiksi ylä- ja alaharvennetuissa

metsiköissä. Jos jo harvennusta seuraavana vuonna ennustetaan kuvion runkolukusarja kaavan mukaan keskitunnusten avulla, päädytään epäluotettavaan ennusteisiin puuston kehityksestä ja metsikön toimenpidetarpeesta.

Esimerkiksi jos tehdään kasvatusmetsässä alaharvennus, jossa kaikki läpimittarajan alittavat rungot poistetaan ja lisäksi harvennetaan huonolaatuisia runkoja tasaisesti kaikista kokoluokista pitäen tavoitteena tiettyä hehtaarikohtaista runkolukua, mutta tietojärjestelmään tallennetaan kuitenkin vain jäävän puuston pohjapinta-ala ja keskiläpimitta, ennustaa järjestelmä seuraavassa kasvunlaskennassa todellisen leikatun jakauman sijaan runkoluvulle tavanomaisen weibull- tai beetajakauman. Saatavassa ennusteessa on jälleen mukana toteutuneen harvennusrajan alittavia läpimittaluokkia, joiden pienet pohjapinta-alat vaikuttavat runkolukuun, joka nousee yli harvennuksessa todellisuudessa jätetyn määrän. Virhe kertautuu kuvion tulevaa puutavaralajijakaumaa laskettaessa, kun todellista suurempi määrä pieniä runkoja vääristää tukki- ja kuitupuukertymän suhdetta.

Puuston mitatun tai arvioidun jakaumatiedon tallennusta ja hyväksikäyttöä metsikön tulevaa kehitystä ennustettaessa pidettiin haastatteluissa tärkeänä mutta vaikeasti toteutettavana uuden järjestelmän ominaisuutena. Vanha jakaumatieto on pystyttävä säilyttämään ja käyttämään hyväksi uusia suunnitelmia laadittaessa. Osakkaat ehdottivat tallennettavaksi harvennuksessa jäävän puuston pohjapinta-alan ja runkoluvun lisäksi toteutetun harvennuksen tyyli ala-, ylä- ja tasaharvennuksen erottelevalla luokamuuttujalla sekä mahdollinen minimiläpimitta. Jo näiden tietojen avulla saadaan aikaan entistä tarkempi runkolukusarja kasvatettavaksi ja käsiteltäväksi. Tämä aihe vaatisi tutkimuksen, jossa selvitetäisiin tallennettavan jakaumatiedon keskeiset muuttujat ja niiden hyödyntämismahdollisuudet suunnittelulaskelmissa sekä tällä ylimääräisellä työllä saavutettava hyöty.

4.2 Kasvun simulointi

Ennen kuviokohtaisten toimenpiteiden simulointia on kyseisen suunnittelualueen kaikki puustotiedot päivitettävä samaan ajanhetkeen, yleensä suunnitteluhetkeen. Kunkin mittaus-tiedon ikä selvitetään inventointiajankohdan perusteella ja tunnuksia kasvatetaan malleilla samaan ajanhetkeen. Tässä vaiheessa voidaan lähtötietojen loogisuutta vielä tarkastella. Puustotietojen päivityksen tarkkuutena pidetään yleensä kasvukautta, eli kuvion tai muun kohteen puustotiedoista pitää selvittää, minkä kasvukauden kasvu on tiedoissa mukana. Totuudenmukaiset lähtötiedot ovat kaiken suunnittelutoiminnan perusedellytys.

Suomessa on tehty runsaasti alueellisia ja puulajikohtaisia yksittäisten puiden ja metsikkötason kasvumalleja. Näitten kaikkien käytön pitää olla mahdollista uudessa suunnittelujärjestelmässä. Käyttäjän tulee siis voida valita joko pysyvästi tai tapauskohtaisesti sopivat mallit erityyppisiin laskentatilanteisiin. Ajantasaistamisessa on voitava hyödyntää paikallista mitattua tietoa puuston kasvusta tuotostason kalibrointiaineistona. Myös määrittelyalueeltaan ja sen myötä muodoltaan poikkeavien kasvumallien käytön on oltava mahdollista.

Simuloinnin aluksi kuvioiden ajantasaistetuille puustotiedoille ennustetaan seuraavan kauden kasvu. Siinä käytetään samoja kasvumalleja kuin nykytilan laskennassa. Mikäli harvennus- tai uudistamisrajat tai muut simulointisäännöt eivät täyty, jatketaan kasvatusta kunnes joku toimenpide tulee mahdolliseksi. Näin jatketaan kuvion vuosittaista kasvatusta ja toimenpiteiden simulointia suunnittelukauden loppuun saakka. Jos käsittelysäännöt eivät ole pakottavia, syntyy puuston kehittymiselle useita vaihtoehtoisia ennusteita, joita voidaan myöhemmin vertailla keskenään optimointilaskennassa.

Laajojen alueiden ja pitkien aikasarjojen laskentatehtävät vaativat ainakin nykyisissä järjestelmissä keventämistä, jotta laskentaan kuluva aika ei kasva liian pitkäksi. Se voidaan tehdä esimerkiksi rajoittamalla tietyn kuvion simuloitavien kehitysvaihtoehtojen määrää. Yksi kevennystapa on kasvattaa metsikköä ensimmäiset 10–20 vuotta vuosittain puutason malleilla ja siirtyä sen jälkeen metsikkömallien soveltamiseen sekä kahden vuoden etenemään. Tällöin päätösvaihtoehtojen määrä rajautuu eikä laskenta ole pitkän kauden lopulla raskasta.

Käytössä olevat puu- ja metsikkökohtaiset kasvumallit saivat haastatteluissa arvostelua osakseen. Osakkaat ovat lisänneet tietyissä tapauksissa malleihin omia kertoimia saadakseen puutavarakertymät vastaamaan käytännön toteutumaa. Yhden mielipiteen mukaan olisi harkittava luopumista perinteisestä kasvupaikkojen luokittelusta ja siirryttävä liukuvaan, boniteettia kuvaavaan tunnukseen, jolloin kasvuarviot osuisivat entistä paremmin kohdalleen. Haastatteluissa keskusteltiin myös muiden luokkamuuttujien käytöstä, luokkaväleistä, mittaustarkkuudesta, toteutuneiden sekä tilastollisten arvojen eroista (esimerkiksi lämpösumma) ja kaikkien näiden tekijöiden vaikutuksista mallien tuloksiin.

Uusia malleja kaivattiin erityisesti taimikoiden kehitykseen ja kasvuun. Käytössä olevat mallit eivät ole riittävän tarkkoja ja ne koetaan erityisen herkiksi pituusmittauksen virheille. Nykyiset inventointitiedot taimikoista eivät ole tarpeeksi tarkkoja tai harhattomia malleille, jolloin taimikonhoitotarpeen määrittelemisen niiden perusteella on epävarmaa.

Yhdessä haastattelussa esitettiin näkemys, että nykyisin tehtävissä toimenpideoptimoinneissa keskitytään liiaksi taloudellisiin näkökohtiin ja korkotekijälle annetaan turhan suuri painoarvo toimenpiteen ajankohtaa määritettäessä. Sen sijaan tulisi huomio kiinnittää kunkin kohteen maapohjan biologiseen puuntuotoskykyyn ja pyrkiä sen optimaaliseen hyödyntämiseen. Optimointi olisi tällöin harvennusten ja uudistusten ajoittamista kohteilla metsänhoidollisen kasvupotentiaalin mukaisessa järjestyksessä.

Keinona tähän on oikea-aikainen ja Tapion hyvän metsänhoidon suositusten mukainen harvennuskäsittely. Metsät siis halutaan ensisijaisesti tuottamaan raaka-aineita. Taloudellista tulosta syntyy, jos näin aikaansaadut optimaaliset puuvarat osataan markkinoida ja käyttää sopivalla tavalla. Uudistushakkuut ovat maanomistajalle toimenpiteistä taloudellisesti tärkeimpiä, koska niistä saadaan suurin osa puun myyntituloista. Tämän takia on tärkeää säilyttää täysi ja kasvukykyinen puusto kiertoajan loppuun asti riippumatta korkotekijän aiheuttamista suosituksista.

Esitetyn mielipiteen mukaan kuvatulainen menettely johtaa kunkin metsikön kohdalla vain yhteen metsänhoidollisesti oikeaan käsittelyvaihtoehtoon, jolla kunkin kasvupaikan puuntuotoskyky käytetään hyväksi. Tällöin ei tarvita kuvion kehityksen simulointia vaihtoehtoisten käsittelyiden tuottajana. Optimointia ei tässä käytetä perinteisenä vaihtoehtojen vertailuna, vaan sillä ainoastaan ajoitetaan kuviokohtaisesti mallin mukaan lankeavat seuraavat toimenpiteet. Käytännössä edetään siis kullakin metsätyypillä ja puulajilla määritellyn kehityskäyrän mukaisesti kasvattamalla puustotietoja vuosi kerrallaan. Kun pohjapinta-ala- ja pituustaulukossa mennään säädetyn harvennusrajan yli, tulee ehdotukseksi seuraavalle vuodelle harvennushakkuu. Optimointia tarvitaan aikataulutuksen lisäksi paikallisessa ulottuvuudessa, jossa haetaan leimikkokeskittymillä säästöjä siirtokustannuksiin.

Kun jokaiselle kuviolle tehdään tällainen vuosittain vain yhteen vaihtoehtoon johtava ja sitä seuraavana vuonna lähtöarvoina käytävä kehityskulku, ei laskettavien toimenpidevaihtoehtojen määrä karkaa käsistä. Vuosittain kaikille hoidossa oleville kuvioille

laskettavaa ja 30 vuoden päähän ulottuvaa kehityssarjaa tarkastellaan lopuksi kokonaisuutena. Tässä vaiheessa tarkennetaan kahden lähimmän vuoden kokonaishakkuusuunnitteet aikatauluttamalla ja jakamalla ne tiimikohtaisiksi suunnitteiksi.

Tiimit suunnitteiden perusteella ja annettujen ehtojen mukaisesti omaan alueeseensa kohdistuvan tarkan kuviokohtaisen operatiivisen suunnittelun ja jakavat hakkuumäärän edelleen tiloille ja näiden vastuuhenkilöille. Tiimitasolla voidaan vaihtaa käsiteltäviä kuvioita vuosien välillä 1–5 vuoden liukumalla eteenpäin, jolloin kunkin vuoden hakkuukertymä ja työmäärät saadaan tasapainoon ja voidaan muodostaa leimikkokeskittymiä. Tätä spatiaalista optimointia ei tehdä koko maan kattavissa optimointilaskelmissa ollenkaan, mikä osaltaan keventää suuraluelaskentaa.

Edellä mainittua Tapion suositusten peruskehitystä eri puulajeille ja kasvupaikkatyypeille voidaan muokata alueellisesti. Nämä kalibroidut mallit voidaan tallentaa omaa myöhempää käyttöä varten. Ohjauksessa käytetään kiertoajan pituutta, harvennusmäärää kiertoajalla ja kokonaistuotosta kiertoajalla. Näillä parametreilla muodostetaan aina uusi metsikön kehitystä kuvaava käyrä.

4.3 Toimenpide-ehdotukset

Toimenpide-ehdotukset ovat tiettyjen kuvioiden käsittelemiseksi hakkuilla tai muilla metsänhoidollisilla toimenpiteillä tehtäviä ehdotuksia. Ne tallennetaan tietojärjestelmään muiden kuviotietojen yhteyteen. Ehdotukseen kuuluu aina suunniteltu toimenpiteen toteuttamisajankohta tai -kausi. Ehdotettuja toimenpiteitä voi yhdellä kuviolla olla useita peräkkäisiä, jolloin kyseessä on toimenpideketju. Ehdotetut toimenpiteet tai toimenpideketjut voivat olla toisilleen vaihtoehtoisia, jolloin toteutustapa valitaan esimerkiksi käytössä olevan kaluston mukaan tai vasta työntekijän määriteltyä todellisen tarpeen paikan päällä.

Toimenpide-ehdotukset jaetaan alkuperänsä perusteella kahteen ryhmään. Ensimmäiseen ryhmään kuuluvat suunnittelijan tekemät maastoehdotukset, jotka yleensä perustuvat metsänhoidollisiin tarpeisiin ja edistävät jäävän puuston hyvinvointia. Maastoehdotusten toimenpidetarve on suunnitteluhetkellä akuutti tai sen synty voidaan ennustaa kokemusperäisesti. Maastoehdotukset eivät ota kantaa laajan alueen optimaaliseen käsittelyyn tai sen aikataulutukseen.

Toiseen ryhmään kuuluvat suunnittelujärjestelmän tuottamat toimenpide-ehdotukset, jotka perustuvat ennustettuun metsikön kehitykseen, taloudellisiin laskelmiin sekä määriteltyihin rajoitteisiin ja toimenpideketjuihin. Nämä ehdotukset syntyvät laskennan tuloksena aina saman kaavan mukaisesti. Ne ovat sopivia kohteelleen, mikäli lähtötiedot ovat totuudenmukaiset ja päättelyketjut kattavat loogisesti kaikki mahdolliset tapaukset.

Käsittelysäännöissä esiintyy virheitä ja puutteita. Säännöt eivät voi kattaa kaikkia mahdollisia tilanteita. Jos metsä on kehittynyt poikkeavasti tai siihen on iskenyt satunnainen tuho, eivät ehdotetut toimenpiteet välttämättä ole sopivia. Mitä vanhempia maastoehdotukset tai laskennan lähtötiedot ovat, sitä todennäköisemmin toimenpiteiden perusteet ovat muuttuneet metsässä. Vaikka maastoehdotukset ovat tekohetkellään varmemmin tavoitteiden mukaisia, järjestelmän tekemien ehdotusten hyötynä on, että samanaikaisesti pystytään suunnittelemaan suurten alueiden kuviokohtaiset toimenpiteet ajankohtineen ja laskemaan toteutettavien toimenpiteiden yhteismäärät. Suunnittelujärjestelmän ehdotukset ovat kuitenkin aina jossain määrin keskiarvoisia. Sekä maastoehdotuksia että simulointia tarvitaan toimenpide-ehdotusten luomiseksi eivätkä ne voi korvata toisiaan.

Osakkaiden mielestä järjestelmän tuottamien toimenpide-ehdotusten pitää olla yksiselitteisiä ja perustua harvennusmäärien ja metsänhoitotöiden osalta osakkaan käyttämiin metsän- ja ympäristönhoito-ohjeisiin tai niiden puuttuessa Tapion hyvän metsänhoidon ohjeisiin. Kullekin toimenpiteelle tulee voida määrittää vakiorajoituksia kuten uudistushakkuun lakirajat, joita muutetaan lain mukana. Näitä rajoja järjestelmän ei tule ylittää. Lisäksi käyttäjien on voitava asettaa toimenpiteille omia vaihtelevia hyväksyttävyysehtoja kuten kuvion valtapuulajin perusteella määräytyvä avohakkuun alin ikä tai tietyille kasvupaikalle soveltuvat uudistamisketjut.

Yleisluontoisten hyväksyttävyysehtojen lisäksi osakkailla ja yksittäisillä käyttäjillä on olemassa omia vakiintuneita simulointisääntöjä ja -rajoitteita, joiden tukemiseen järjestelmässä on varauduttava. Tällaisia sääntöjä voivat olla esimerkiksi: "yli 70-vuotiaita kuusikoita ei koskaan harvenneta", "jos löytyy yli viisi vuotta vanha harvennushakkuuehdotus, jota ei ole toteutettu, se pakotetaan toteutettavaksi suunnittelukaudella" tai "jos harvennusmallin hakkuurajaa osoittava hehtaarimääräinen pohjapinta-ala -käyrä ylittyy ensiharvennuskohteessa 5 m²:lla, harvennus pakotetaan toteutettavaksi lähimmällä suunnittelukaudella".

Kaikki järjestelmän ymmärtämät toimenpiteet pitää voida tuottaa myös käyttäjän omina, niin sanottuina manuaalisina ehdotuksina ja pakottaa tietyille kuvioille ohi järjestelmän omien toimenpide-ehdotusten. Määrättävä käsittely voi vaihdella kuvion eri osissa olosuhteiden mukaan, jolloin rajatulle osakuviolle kohdistuvia muusta kuviosta poikkeavia toimenpiteitä on kyettävä pakottamaan.

Käyttäjistä riippumattomista lähteistä tulevat alueelliset käytönrajoitukset tai erityishuomiota vaativat kohteet kuten pohjavesi-, kaava- tai ranta-alueet rajataan paikkatietooperaatioilla tietokannassa ennen simulointilaskelmien alkua, joten suunnittelujärjestelmän ei tarvitse niitä huomioida. Leikkauksella voidaan esimerkiksi määrätä tietyille kuvioille käsittelyluokka, jolle määritetään rajoitteita ja käsittelysääntöjä samalla tavalla kuin muillekin metsiköille tai alueille.

Simuloinnissa pitää pystyä huomioimaan spatiaalinen naapuruus kuvioiden kesken. Esimerkiksi Metsälain erityisen tärkeille elinympäristöille (METE-kohteille) asetettu käsittelyluokka voi aiheuttaa käsittelyvaatimuksia myös ympäryskuvioille. Sääntöjen pitää sisältää mahdollisuus myös simuloitujen toimenpide-ehdotusten ajoittamiseen esimerkiksi järjestämällä niitä kiireellisyyden mukaan tai rajoittamalla tiettyjen toimenpiteiden toteutus tiettyihin vuodenaikoihin. Tietyn toimenpide-ehdotuksen päätösehdot pitää voida määrittää useiden toisilleen vaihtoehtoisten tunnusten suhteen. Esimerkiksi uudistushakkuuraja voidaan määrittää läpimitan, iän tai arvokasvuprosentin perusteella.

On mahdollista, että osa puuston ja kasvupaikkatietojen yhdistelmistä jää käsittelyohjeita luotaessa ilman sääntöjä. Tällaisten tilanteiden varalle tarvitaan sääntöjen tavoitavuusanalyysi, jolla käyttäjä voi tutkia kaikkien eri vaihtoehtojen tuottamat käsittelyehdotukset ja säännöissä mahdollisesti olevat aukot. Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi ajamalla laskentaan kokeilumielessä vakioaineisto, joka sisältää vaihtelevia kuviotietoja. Sen saamat käsittelyohjeet tai päivittyneet puustotiedot kertovat, onko kaikki lähtötietoyhdistelmät huomioitu säännöissä.

4.3.1 Harvennus- ja uudistushakkuut

Harvennushakkuut eli kasvatushakkuut toteutetaan jäävän eli kasvatettavan puuston laadun parantamiseksi ja puunkasvun ohjaamiseksi tulevina vuosina rajattuun puujoukkoon. Samalla osa hakkuutuloista saadaan jo metsikön kasvatusvaiheessa. Harvennushakkuiden

osalta huomioonotettavia ovat erilaiset toisilleen vaihtoehtoiset kasvatusmallit ja tavoitemetsiköt, joita kohden nykyistä puustoa pyritään ohjaamaan.

Käyttäjakohtaisesti on pystyttävä valitsemaan puulajeittain ja kasvupaikkatyypeittäin sovellettava harvennusmalli. Myös käyttäjän omien mallien tuonnin ja kalibroinnin valmiiden mallien rinnalle on oltava mahdollista. Harvennustapana käytetään tilanteesta riippuen ala-, ylä- tai tasaharvennusta ja niihin yhdistettynä tiettyä puulajia kokonaan tai osittain suosivaa harvennusta. Tavallisimpia rajoitteita harvennushakkuille ovat niin suhteellisen kuin absoluuttisenkin minimi- ja maksimipoistuman määritykset. Haastatellut toivoivat lisäksi käyttöön uusia malleja, joilla voitaisiin vertailla harvennusvoimakkuuden ja -tapojen vaikutusta jäävän puuston tulevaan laatu- ja määräkehitykseen eli puuston puulajin, runkoluvun ja pohjapinta-alan jakaumiin.

Nykyjärjestelmissä nähtiin olevan tiettyjä harvennussääntöihin liittyviä ongelmia. MELA:ssa optimitulokseen saattaa valikoitua ensiharvennuksia, joiden arvioitu hakkuukertymä on hyvin pieni eivätkä ne näin ollen vaikuta taloudellisesti tai metsänhoidollisesti perustelluilta hakkuukohteilta. Koska kaikkia optimoinnin rajoitteita ei pystytä tarkastelemaan, jää käyttäjälle epäselväksi, mitä hyötyä tuollaisista toimenpiteistä on.

Eräässä haastattelussa ihmetystä aiheutti myös seuraava, erityisesti ensiharvennuskohteilla havaittu ongelma. Järjestelmä antaa runkoluku- ja pohjapinta-alaperusteisesti laskettuna toisistaan poikkeavia tuloksia. Esimerkiksi jos nuoresta metsästä poistetaan tasaisesti 25 % pohjapinta-alasta tai 25 % runkoluvusta, voivat kertymät olla merkittävästi erikokoiset. Selitys on, että harvennuksissa puita ei poisteta tasaisesti kaikista kokoluokista. Usein harvennus painottuu pienimpiin puihin, joita pohjapinta-alaneliömetrille mahtuu isoja puita enemmän. Järjestelmän käyttäjien pitäisi tiedostaa tämä ero suunnitelmia laatiessaan. Pohjapinta-ala perusteisesti laskettu harvennuksen kertymä on usein lähempänä hakkuussa toteutuvaa kertymää, ilmeisesti koneiden kuljettajat on totutettu arvioimaan työjälkeään pohjapinta-alan avulla.

Edelleen erityisesti järjestelmän ehdottamissa ensiharvennuksissa tulee metsässä leimikkoa suunniteltaessa usein vastaan kohteita, joille ei tarvita harvennusta vielä moneen vuoteen tai se olisi pitänyt tehdä jo paljon aikaisemmin. Tämä johtuu ilmeisesti kasvumallien soveltamisesta liian pieneen puustoon, joka ei vastaa alkuperäistä mallien lähtöaineiston puustoa. Ongelmaa on korjattu alueellisella kalibroinnilla, mutta haastatellut haluavat

selville mallien todelliset määrittely- ja soveltuvuusalueet. Puuttuville kokoluokille tarvitaan uudet toimivat mallit.

Uudistushakkuista järjestelmän tulee voida käsitellä ja ehdottaa avohakkuuta sekä luontaiseen uudistamiseen tähtäviä siemenpuu- tai suojuspuuhakkuuta. Erikoishakkuuta, kuten maisema-, pienaukko-, kaistale- tai puistohakkuuta järjestelmän ei pidä itsenäisesti ehdottaa. Ne ohjataan suunnittelijavoimin esimerkiksi käsittelyluokkien hakkuuohjeistuksen tai maastoehdotusten avulla. Järjestelmän pitää kuitenkin kyetä simuloimaan perussäännöistä poikkeavien pakotettujen käsittelyohjeiden ja suunniteltujen erikoishakkuuiden vaikutukset kuviolle. Hakkuunohjauksen on mahdollistettava hukkapuun, laadunalennusten ja säästöpuiden määrän arviointi ja ohjaus. Jotkut osakkaat mainitsivat jättö-, säästö- ja lahopuumäärien laskemisen järjestelmän tärkeänä ominaisuutena. Niille tarvitaan omat käyttökelpoiset mallit.

4.3.2 Metsänhoidolliset toimenpiteet

Metsän uudistaminen ymmärretään uudistushakkuusta alkavaksi toimenpideketjuksi, joka sisältää mahdollisen korjuutähteiden ja kantojen keruun, maanmuokkauksen, itse metsänviljelyn sekä sen onnistumisen seurannan, joka saattaa johtaa paikkausviljelyyn, heinäykseen tai perkaukseen. Uudistamisketjun valintaan vaikuttavat kohteen maalaji, kasvupaikkatyyppe ja kosteusolot. Poikkeuksia toimenpideketjuun tuovat tiedot kohteen tuhoeläinkannasta (esimerkiksi hirvi) tai kasvitaudeista (maannousema, tyvitervastauti). Lisäksi käytettävissä oleva konekalusto tai uudistusmateriaali saattaa rajoittaa toimenpidemääriä alueellisesti.

Kun ehdotetaan uudistamistoimenpidettä, se ei saa rajoittua ainoastaan hakkuutavan ja -kertymän määrittämiseen, vaan järjestelmän on samalla valittava asetettujen sääntöjen puitteissa kohteelle koko uudistamisketju ja aikataulutettava toimenpiteet toteuttamiskelpoiseksi kokonaisuudeksi. Maanmuokkaus- ja viljelytavan sekä puulajin lisäksi pitää valita joko istutustiheys ja taimien ikä tai kylvömäärä. Järjestelmän on myös ilmoitettava kausittain ja alueittain tarvittavan uudistusmateriaalin kokonaismäärä, jolloin tilaukset voidaan osin automatisoida.

Taimikon kehityksen kuvaamiseen ei haastattelujen mukaan tällä hetkellä ole toimivia malleja. Kohteen hoitotarpeen määrittely perustuu kuitenkin juuri malleilla kasvatettuun puustotietoon. Nykyisissä järjestelmissä eniten kohteelle sopimattomia toimenpide-

ehdotuksia tulee juuri taimikonhoidossa ja perkauksessa. Toisaalta tarpeellista taimikonhoitoa tiedetään myös jäävän tekemättä, koska järjestelmä ei sitä ehdota. Tekemättä jäävien metsänhoitotoimenpiteiden määriä on ilmiön luonteen takia vaikea arvioida. Verrattuna esimerkiksi harvennushakkuisiin taimikonhoidon tarkka ajoitus on erityisen tärkeää, jotta metsikön tuleva kehitys ei vaarannu. Taimikonhoito on ihmistyövaltaista eikä siitä koidu tuloja toteuttamishetkellä, joten se oikein ehdotettunakin usein viivästyy, koska muut työt koetaan sitä tärkeämmiksi.

Edellisen perusteella haastatteluissa esitettiin toivomus järjestelmän ulkopuolella kehitettäville kasvupaikkatyypin, uudistamistavan ja puulajin mukaan määritettäville taimikon kehitysmalleille. Toinen vaihtoehto on ottaa organisaatiossa käyttöön pakolliset taimikkojen maastoinventoinnit, jolloin sopivalla ajanhetkellä varmistutaan uudistamisen onnistumisesta ja määritetään tarkasti tuleva hoitotarve kohteella. Mikäli yleispätevät mallit taimikoiden kehityksestä kyetään luomaan, on niitä järjestelmässä sovellettaessa liitettävä mukaan mahdollisuus käyttäjän omaan kasvun kalibrointiin. Taimikonhoidossa järjestelmän toimenpide-ehdotusten pitää perustua kasvupaikoittain, puulajeittain ja uudistamistavoittain määriteltyihin sääntöihin. Toimenpiteen ohjauksen tärkeimpiä tunnuksia ovat jäävän puuston tasaisuus, runkoluku ja puulajijakauma.

Metsänlannoitusta järjestelmän ei tarvitse ehdottaa. Lannoituksen vaikutus puuston kasvuun suunnittelijoiden määrittämällä lannoituskohteilla pitäisi kuitenkin ottaa huomioon. Järjestelmää voidaan myös käyttää metsänlannoitukseen sopivien kohteiden etsimiseen listaamalla tietokantahaulla kuviotiedoista vaatimukset täyttäviä kohteita. Harvennus- ja uudistamishakkuiden yhteydessä järjestelmän tulee tarkastaa pienikokoiset puusto-ositteet ja tarpeen vaatiessa ehdottaa raivausta ennen hakkuun toteuttamista.

Haastatteluissa pohdittiin myös metsänhoidon optimimäärää. Kuinka paljon metsänhoidon, ei siis metsänparannuksen, työlajeja pitäisi alueellisesti tehdä vuosittain, jotta saavutetaan taloudellisesti järkevä ja mahdollisimman suuri kestävä hakkuusuunnite? Tällä hetkellä toimenpiteitä tehdään metsikkökohtaisesti harkiten ja metsänhoito-ohjeiden mukaisesti. Suurten suunnittelupinta-alojen takia kaikkia hoitoa edellyttäviä kohteita ei kuitenkaan näin havaita.

4.4 Optimointi

Optimoinnissa maastoehdotukset ja simuloinnilla aikaansaadut vaihtoehtoiset ehdotukset kootaan yhteen. Lopulliselle kuvion toimenpide-ehdotuksen syntymiselle on tällöin kolme vaihtoehtoa. Mikäli maastoehdotus on määrätty pakolliseksi kuviolle, simuloidaan ainoastaan kasvu, jotta puustotiedot säilyvät ajan tasalla. Jos maastoehdotusta ei ole tai se on hylätty esimerkiksi vanhentuneena, optimointi suoritetaan pelkillä simuloituilla vaihtoehtoilla. Kolmannessa tapauksessa maastoehdotus on optimoinnissa yksi tasavertainen vaihtoehto simuloitujen ehdotusten joukossa.

Optimointitehtäviä ratkotaan osakkaiden käytännön metsäsuunnittelussa nykyisin lähinnä lineaarisen optimoinnin (linear programming, LP) avulla. Sen lisäksi osa osakkaista esitti kehitettävään järjestelmään mahdollisuutta ainakin tavoiteoptimoinnin (goal programming, GP) ja sen normaaleilla lineaarisen optimoinnin rajoituksilla rakennetun sovelluksen käyttämiseen. Tavoiteoptimoinnissa asetetaan hyötykomponenteille erilaisia tavoitetasoja tai -välejä. Mikäli kaikkia tavoite-ehtoja ei voida yhtä aikaa saavuttaa, arvoidaan myös poikkeamat odotetusta arvioitujen haittojen mukaisesti. Kaikkien tavoite-ehtojen vallitessa suoritetaan hyötyfunktion maksimointi kuten lineaarisessa optimoinnissa. Näiden menetelmien lisäksi yhdellä osakkaalla oli mielenkiintoa heurististen optimointimenetelmien käyttämiseen isoissa laskentatehtävissä sekä mahdollisissa spatiaalisissa ja epälinearisissa tehtävissä.

Spatiaalisten optimointitehtävien ratkaiseminen kiinnosti lähes kaikkia osakkaita. Kun strategisessa suunnittelussa on laskettu tietylle alueelle ja kaudelle sopiva hakkuusuunnite, on se jaettava käytännön kuviotason ehdotuksiksi. Nykyisissä järjestelmissä ehdotetut hakkuut sijoittuvat hajalleen eri palstoille pitkin suunnittelualueetta. Operatiivista suunnittelua tehtäessä tiimit yhdistävät ja siirtävät työmaita toistensa paikalliseen ja ajalliseen läheisyyteen. Kustannusten kannalta on tehokasta käsitellä palstoja keskitetysti eri alueilla vuorovuosin, jolloin esimerkiksi koneiden siirtoja tarvitaan vähemmän. Toimenpiteiden simuloinnin ja taloudellisesti optimaalisen käsittelyn ja ajankohdan valinnan jälkeen pitäisi olla mahdollisuus valittujen ehdotusten lohkokattamiseen eli hakkuutoiminnan keskittämiseen vuosittain eri palstoille. Tällainen leimikkokeskittymien koostaminen vaatii spatiaalista optimointia, mikä edellyttää tietoa kuvioiden naapuruussuhteista.

Leimikkokeskittymiä voitaisiin luoda yrityksissä tiimeittäin tai palstoittain ja yksityismetsissä omistaja- tai kyläkohtaisesti. Mikäli metsänomistaja, ostomies tai palstasta vastaava ilmoittaa järjestelmässä, että tietty kuvio tai leimikko tullaan hakkaamaan tiettyyn aikaan, tulee järjestelmän hakea suunnitelmätiedoista läheisiä ajalliset ja paikalliset kriteerit täyttäviä hakkuukohteita. Jos näitä löytyy, voidaan kohteilla toteuttaa yhteinen työmaa sopivaan aikaan ja näin saada kustannussäästöjä. Sama pätee toki muihinkin toimenpiteisiin ja esimerkiksi talviteiden hyväksikäyttöä voidaan näin tehostaa. Myös selvityksissä metsien monimuotoisuudesta ja tietyille lajeille sopivien elinympäristöjen luomisessa spatiaalinen optimointi auttaa huomattavasti.

4.4.1 Puutavaralajit

Puutavaralajien koko- ja laatumääritelmät muuttuvat jatkuvasti. Puulajeittaiset tukki- ja kuitupuutavaran vähimmäis- ja enimmäismitat vaihtelevat ostajittain ja jopa käyttöpaikoittain. Tietyissä kohteissa ja toimenpiteissä tehtävän puutavaran luokittelua rajoitetaan esimerkiksi kertymän vähäisyyden takia. Näistä syistä suunnittelujärjestelmän käyttäjän on voitava joustavasti määritellä puutavaralajien laatu- ja mittavaatimukset, joiden perusteella kertymät eri leimikoista lasketaan.

Samassa optimointitehtävässä voidaan käsitellä alueittain saman tyyppistä, mutta erilaisten mitta- ja laatuvaatimusten mukaan tehtyä puutavaraa tai alueen sisällä voi olla eri kohteisiin menevillä puutavaraerille vaihtelevat koko- ja laatuvaatimukset. Tällöin pitäisi pystyä määrittelemään myös käyttöpaikkojen hankinta-alueet, jotka menevät osin päällekkäin.

Perinteisten tukki- ja kuitupuun rinnalle pitää voida lisätä helposti uusia puutavaralajeja, kuten sorvi- tai pikkutukki. Energiapuun kuten kantojen, hakkuutähteiden ja taimikon raivauksissa kertyvien kokorunkojen käsittelyyn omina puutavaralajeinaan pitää olla valmius. Yksi osakas toivoi myös yksittäisen puun tai kuvion kokonaisbiomassan määritysmahdollisuutta.

Toimenpiteitä simuloitaessa tehdään yleisesti kokemuspohjaisia alennuksia hakkuukertymään, jotta lasketut tulokset saadaan vastaamaan käytännössä toteutuvia, koska kaikkea runkopuuta ei saada korjattua talteen. Nykyisin nämä kertymäalennukset asetetaan keskimääräisinä kaikille kuvioille, joten lopputulos on huono kaikkien yksittäisten kuvioiden osalta. Esimerkiksi maisema- ja rantavarauksena saatetaan tehdä kaikkien

leimikoiden kertymiin puolentoista prosentin vähennys, mikä on keskimäärin oikein, mutta liian vähän todellisissa rantametsissä ja liikaa rannattomilla metsätalouskuvioilla.

Leimikon puutavaralajijakaumaan vaikuttaa vallitsevan runkomuodon lisäksi vikaisuus ja puiden taudit, jotka yleensä siirtävät tukkipuukokoista puutavaraa kuitupuuksi tai mitä tahansa puutavaralajeja hylkypuuksi. Mahdollisuus vaihtelevaan puutavaran tukki-vähennykseen ja hylkyosuuteen kuuluu kehitettävän suunnittelujärjestelmän vaatimukseen. Yksi osakas totesi, että vähennysprosentti voidaan asettaa alueellisesti ja kokemus-peräisesti vakiolla korjauskertoimella tai määrittää tarkemmin julkaistujen tutkimusten (esimerkiksi Mehtätalo 2002) perusteella.

Haastatteluissa ehdotettiin alueellisen ohjauksen tai kalibroimisen ulottamista puutavara-lajien kertymiin. Alueen tyypillisen runkomuodon vaikutus kuitupuun ja tukin suhteeseen tai voimakkaan juurikäävän vaikutus hukkapuuhun voi olla merkittävä. Apteerauksen tarkentaminen huomioimalla käytettävät pituusmitat kiinnosti osakkaita, nykyisin kertymät määräytyvät lähinnä kunkin puutavaralajin minimilatvaläpimitan ja vähimmäispituuden perusteella.

4.4.2 Laskentajaksot

Eräs tärkeäksi koettu ja vanhoissa järjestelmissä puutteellisesti toteutettu ominaisuus on suunnittelulaskennan etenemisjaksojen määrä ja pituus. Niiden pitää olla vapaasti valittavissa, eivätkä kausien pituudet saa olla toisistaan riippuvia. Itse määritettävistä laskentakaudesta osakkaat antoivat esimerkiksi yhdistelmiä 1+4+5 vuotta (=10), 30×1 vuosi (30), 1+1+3+5+10+10+10+10 vuotta (50) tai 2+2+2+2+2+5+5+10+10+20 vuotta (60). Organisaation sisällä laskelmien vertailua helpottaa, kun käytetään yhteistä, vakioitua laskentakausion jaksotusta.

Laskennan alkuhetken on voitava olla mikä tahansa päivä riippumatta siitä, koska laskenta todellisuudessa suoritetaan. Jäljellä oleva vuosi käsitellään yhtenä laskentajaksona, jolla voi olla toimenpiteitä ja jolle voidaan asettaa tavoitteita ja rajoitteita. Sen jälkeen alkaa ennalta määritettyjen jaksojen mukainen laskenta. Kasvun päivityksen pitää laskennassa tapahtua aina samaan aikaan vuodesta, jotta järjestelmä ei jätä sitä kokonaan huomiotta tai laske kasvua samana vuonna kahteen kertaan. Kuluvan ensimmäisen vuoden jälkeen vuotta lyhyempiä laskentakausia ei pääsääntöisesti ole tarpeen määrittää sekoittamaan tili- ja

kasvukauden muodostamaa yksiselitteistä jaksoa. Toisaalta ei ole syytä rajoittaa laskenta-kausien pituutta tasavuosiksi, jos tulevaisuudessa halutaan poiketa nykykäytännöstä.

4.4.3 Ohjaustietojen ajallinen ja paikallinen vaihtelu

Kaikkien haastateltujen mukaan mahdollisuus järjestelmän ohjaustietojen alueelliseen vaihteluun on erittäin tarpeellinen ominaisuus. Päällimmäisenä syynä on ilmaston paikallisuus ja sen mukana vaihtelevat kasvuolosuhteet. Kasvumallit on jo MELA-järjestelmässä sidottu sovellus- ja laadinta-alueisiinsa. Nyt myös osakkaiden omia paikallisia kasvumittauksia on pystyttävä käyttämään yhä tarkempaan mallien kalibrointiin.

Alueiden rajausperusteiksi ehdotettiin kunta- ja metsäkeskusrajoja sekä yritysten omien piirien tai tiimien alueita. Vaikka myös täysin vapaasti määritettävä aluejakoa ehdotettiin, ei kuntaa pienemmille yksiköille käytännössä ole tarvetta. Perusyksiköistä eli kunnista voi jokainen osakas yhdistellä käyttöönsä sopivat ryhmät. Kun jako perustuu olemassa oleviin kuntarajoihin, varmistutaan kaikkien kohteiden kuulumisesta johonkin alueeseen, kunhan kaikki kunnat on sijoitettu alueisiin. Järjestelmän kiinnittäminen tietyn ajanhetken hallinnollisiin rajoihin on tietysti epävarmaa. Tulevaisuudessakin tehdään kuntaliitoksia ja niiden yhteydessä myös kuntien aluevaihdot ovat mahdollisia. Suuri säädettävien muuttujien määrä ja niiden pienet vaikutusalueet johtavat ensisijaisesti tulkinta- ja vertailu-ongelmiin eri laskentakertojen tulosten välillä. Osakkaiden on itse tehtävä päätös, kuinka isoiksi alueiksi kuntia yhdistetään, ja toteutettava päätettyä linjaansa kaikessa toiminnassaan.

Kasvun lisäksi muita esille tulleita ja merkittävässä määrin alueellisesti vaihtelevia muuttujia ovat kustannustekijät niin hakkuutyön kuin muidenkin toimenpiteiden osalta. Myös oletustoimenpideketjut eri kasvupaikoille ja maalajeille vaihtelevat eri osissa Suomea. Samassa optimointilaskelmassa on kyettävä yhdistämään kuviotietoja, jolle sovelletaan alueesta riippuen erilaisia kasvu- ja harvennuskalleja, puutavaran hintoja sekä metsänkäsittelyohjeita.

Suurta aluetta käsittelevä optimointitehtävä voisi olla yhteenlasku pienemmistä osista. Alkuperäinen tehtävä jaettaisiin pienempiin alueellisiin osatehtäviin, joiden sisällä ensin suoritettaisiin optimointi paikallisesti vakioilla muuttujilla. Suuraluelaskennassa voisi sitten olla mukana alueittain vaihtelevia tekijöitä. Näin optimointi olisi alueiden välistä tarkennusta. Jaettujen osatehtävien ohjausta voisi myös korjata alue kerrallaan, ja verrata

välillä kokonaisratkaisun muutoksia edellisiin tuloksiin. Toisaalta osakkaiden piirit ja tiimit on jaettu edustamaan tiettyä aluetta, jonka sisällä esimerkiksi vuosittain käytettävä työpanos voi olla ennalta määritelty ja sen siirto alueelta toiselle jäykkää.

Erään osakkaan mielipiteen mukaan puutavaran hintojen ajalliseen käsittelyyn riittää alueellinen hinnoittelu laskentajakson arvioituilla keskihinnoilla ja korkotermien käyttö eikä muitakaan ohjaustietoja tarvitse muuttaa ajassa. Tätä ajatusta tukee se tosiasia, että vertailu eri ratkaisujen kesken on todella vaikeaa, mikäli hinta-, toimenpideohjaus-, puutavaralajiluokitus- ja korkotekijöitä muutetaan vaihtoehtojen välillä. Näin yksikään osakas tuskin kuitenkaan on aikonut toimia. Tietty ennustettu ja ajassa muuttuva ohjaustermien kehitys halutaan tallentaa ja hyödyntää sitä laskennassa verrattaessa eri käsittelyvaihtoehtoja ja toteuttamisaikatauluja toisiinsa.

Yhdessä puheenvuorossa toivottiin myös järjestelmän laskentamoduulien soveltamismahdollisuutta Suomen rajojen ulkopuolisen aineiston laskennassa. Tällöin tarvitaan paikallisia kasvumalleja, koska nykyiset suomalaiset mallit käyttävät muun muassa kunta-koodeja, metsäkeskusjakoa ja yhtenäiskoordinaatistojärjestelmää eikä niitä siksi voi soveltaa ulkomailla, vaikka kasvuolosuhteet ja puulajit olisivatkin lähes samanlaiset. Jos käyttäjillä on tällainen tarve ja paikallisia malleja käytössään, järjestelmän perusrakenne ei saa olla esteenä laskennoille Suomen rajojen ulkopuolisella aineistolla. Esimerkiksi uuden puulajin kasvumallin lisääminen tai uusien toimenpiteiden tuonti järjestelmään on oltava mahdollista. Tällainen muokattavuus palvelee myös suomalaista suunnittelutoimintaa.

4.4.4 Taloudelliset tekijät

Haastattelujen perusteella tärkein yksittäinen säädettävä laskennan ohjaustermi on puutavaralajien hinnat. Käyttäjän on voitava helposti asettaa eri puutavaralajien hinnat alueittain. Lisäksi halutaan käyttää kantohintojen ajallisen kehityksen ennusteita optimoinnin ohjauksessa. Odotetut hintamuutokset voivat vaikuttaa leimikoiden taloudelliseen harvennus- tai uudistamisjärjestykseen. Hintaennusteiden käsittelyyn tarjottiin kahta eri kuvaustapaa: hintaskenaariota ja hintaprofilia.

Hintaskenaariossa annetaan puutavaralajin tulevalle hinnanmuutokselle suunta ja lopullinen taso. Sen kuvaus voi olla esimerkiksi: ”mäntykuitupuun hinta laskee seuraavat 20 vuotta tasaisesti yhteensä 15 prosenttia nykyarvostaan.” Tällainen hintakehityksen kuvaus on helppo ottaa laskelmissa huomioon. Hintaprofiili sisältää hintaskenaariota

enemmän spekulointivaraa. Sen kuvaus voi olla esimerkiksi: ”mäntykuitupuun hinta vaihtelee kahdenkymmenen vuoden aikana viiden vuoden jaksoissa seuraavasti suhteessa nykyhintaan: 0v 100 %, 5v 95 %, 10v 85 %, 15v 100 % ja 20v 110 %.” Osa haastatelluista kyseenalaisti hintaprofiilin käyttökelpoisuuden metsäsuunnittelun optimointilaskelmissa, vaikka ennustettu kehitys toteutuisikin.

Käytettävät hinnat ovat kantohintoja, hankintahintojen sisällyttämistä järjestelmään ei pidetty tarpeellisena. Teknisesti hintamallin toteutus voisi olla esimerkiksi tietokannassa oleva XML-dokumentti, jota osakkaan tietty osasto päivittää ja jonka ajantasainen versio laskentatilanteessa luetaan järjestelmän käyttöön. Haastatteluissa selvisi, että Jaakko Pöyry Groupissa on kehitteillä puutavaran hinnanennustamismalli. Vaikka sen tulevista käyttäjistä ei ole tarkkaa tietoa, saattaa osa hankkeen osakkaista sen hankkia, joten mallin käyttämiseen on hyvä varautua järjestelmässä.

Puun lisäksi muut kustannustekijät, kuten taimien, siementen, lannoitteiden ja erilaisten konetöiden hinnat, on kyettävä määrittelemään alueittain. Uudistusmenetelmät vaihtelevat paljon alueittain ja toimenpiteiden tuotos sekä sen myötä hinta riippuvat paikallisista olosuhteista. Eri uudistustavoissa käytetään vaihteleva määrä paikallisesti tuotettuja, erikäisiä ja vaihtelevasti käsiteltyjä taimia, joilla on kullakin oma hintansa.

Laskentakorkokannan pitää olla täysin vapaasti asetettavissa. Sillä ei saa olla ääri rajoja eikä desimaalirajoituksia. MELA:ssa korkokannaksi voidaan asettaa enintään 5 %, mikä ei riitä kaikissa osakkaiden päätöksentekotilanteissa. Myös ajassa vaihtuvaan korkotekijään pitää olla mahdollisuus, jolloin voidaan esimerkiksi keskittyä lähiaikojen toimintaan määrittämällä sille korkeampi korkovaatimus.

4.5 Virheiden käsittely

Haastatellut painottivat virheiden käsittelyssä erilaisia muuttujien loogisuustarkasteluun sopivia menetelmiä, jotta täysin väärät ja tallennus- tai määrittelyvirheistä johtuvat ongelmat saataisiin pois laskelmien usein hyvinkin laajoista tulosaineistoista. Lisäksi suunniteltujen sekä toteutettujen toimenpiteiden ja niiden vaikutusten yhteenvetotiedot pitäisi saada helposti koottua ja tulostettua eri muodoissa.

Osakkaat tekevät paljon tuotantovaihtoehtoja vertailevia optimointilaskelmia. Niiden totuudenmukaisuudesta ja syöttötietojen vaikutuksista tuloksiin ei kuitenkaan ole riittävästi tietoa. Kysymyksiä voivat olla esimerkiksi: Onko yrityksen taseen puustoarvio

optimistinen vai pessimistinen? Mikä on vuotuisen hakkuumahdollisuusarvion toteutumisen todennäköisyysjakauma?

Erityisesti pitkän aikavälin ja laajojen alueiden simulointeja ja niihin perustuvia päätöksiä tehtäessä tarvitaan entistä tarkempaa tietoa laskelmien luotettavuudesta. Haastatteluissa ei kuitenkaan esitetty toimivia menetelmiä, miten tätä luotettavuutta voidaan arvioida. Vaihtoehtojen vertailu vaikeutuu entisestään, jos hintoja tai muita ohjausparametreja muutetaan ajassa. Kasvumallien alueittainen kalibrointi on yksi puuston määräärvion luotettavuutta lisäävä toimenpide.

Haastatteluissa esitettiin myös vaatimus, että vuosittaisten toimenpide-ehdotusten ja valintojen oikeellisuus pitää pystyä mittaamaan. Esimerkiksi uudistamisjärjestys on valittava siten, että ensin hakataan pienimmän arvokasvun omaavat metsiköt. Tarkasteltaessa tilannetta jälkeinpäin voidaan todeta kuluneen vuoden hakkuupäätökset oikeiksi, jos metsiköistä on vuoden alussa ennustettujen kasvujen perusteella pystyssä tuottoisimmat. Tällaiset osakkaiden itse määrittelemät listaukset ja vertailut pitää pystyä helposti toteuttamaan järjestelmässä.

4.5.1 Raportointi

Haastateltavat totesivat, että muutamilla virheellisillä kuviotiedoilla ei ole kokonaisuuden kannalta merkitystä, joten mikään yksittäinen tiedon puute ei saa keskeyttää optimointilaskentaa. Muutoin pisimmillään päiviä kestävät laskelmat joudutaan toistamaan moneen kertaan ja välillä etsimään virheitä valtavasta tietomäärästä. Puutteellisten lähtötietojen korjaaminen voi tapahtua esimerkiksi jättämällä kokonaan käsittelemättä virheellinen kuvio tai täydentämällä puutteelliset kuviotiedot oletusarvoilla. Samalla kuvion tunnus-tiedot tulostetaan loki-tiedostoon, josta voidaan ajon aikana tai sen jälkeen seurata, missä virheitä ilmenee.

Myös tiedot virherajat ylittävistä ehdotuksista tulostuvat virhelokiin. Jos esimerkiksi ensiharvennus on myöhästynyt ja puusto on kasvanut yli harvennusrajan, ei metsikössä kuitenkaan voida metsänhoidollisista syistä toteuttaa yli 40 % pohjapinta-alaharvennusta, vaikka mallit sen sallisivatkin. Virhelokista päästään kiinni puutteellisiin sääntöihin ja ne voidaan korjata asettamalla tavoitteita ja rajoitteita, joilla seuraavissa ajoissa vältetään virheet. Jos maastoehdotus on puutteellinen, järjestelmä täydentää esimerkiksi uudistamisen kokonaiseksi, järkeväksi ja toteuttamiskelpoiseksi toimenpideketjuksi.

Säätöjen vaikutuksia on pystyttävä tarkastelemaan ja vertailemaan eri ajojen kesken herkkyyksanalyysillä. Siinä selvitetään, kuinka herkkä ratkaisu on jonkin tietyn rajoitteen löysentämiselle tai kiristämiseksi. Jos optimointitehtävä osoittautuu ratkaisemattomaksi, ohjelman tulee ilmoittaa siitä selvästi. Se voi esimerkiksi ilmoittaa, että käypiä ratkaisuja ei löydy ja kysyä, muotoileeko käyttäjä itse tehtävän uudestaan vai toistaako ohjelma automaattisesti vanhan tehtävän rajoitteita löysentäen kunnes ratkaisu löytyy. Jos käyttäjä valitsee automaattisen rajoitteiden löysentämisen, pitää kaikkiin ajossa syntyviin tulosteisiin tulla selvä ilmoitus, että ratkaisu ei ole alkuperäisen vaan ohjelman muuntaman optimointitehtävän ratkaisu.

4.5.2 Yhteenvetotiedot ja loogisuustarkastelu

Optimointilaskelmien jälkeen halutaan selvittää ja dokumentoida, mitä tosiasiaa on laskettu. Sitä varten voidaan tulostaa tiedostoon tai paperille esimerkiksi suunnittelualueen rajat, käytetyt ohjaus- eli parametritiedostot, ehdotettujen toimenpiteiden pinta-alat, kuutio- metrikertymä hakkuutavoittain, ikäluokka- ja puulajijakauman kehitys, kasvu- ja tilavuus- tunnusten kehitys puulajeittain ja kasvupaikoittain, uudistuskypsien metsien riittävyys (esimerkiksi kuinka monta vuotta tällä hakkuumäärällä), uudistushakkuiden valinnan oikeellisuus metsätyypeittäin (esimerkiksi ennustettu keskikasvu uudistettavilla kohteilla on pienempi kuin pystyyn jätettävillä), kertymät suojelualueilta käsittelyluokittain (ovatko suunnitellut toimenpiteet alueen suojelutavoitteen mukaisia), kertymän hakkuutapa- jakauma tai optimoinnin käsittelyrajoitteiden toteutuminen.

Edellistä kutsutaan loogisuustarkasteluksi. Se voidaan automatisoida, jolloin tietyille summatunnuksille määrätään normaali vaihteluväli ja hälytysrajat. Mikäli tunnuksissa havaitaan automaattisesti tai asiantuntijatyönä ristiriitoja tai ongelmia, siirrytään tarkastelemaan lähtö- ja ohjaustietoja tai yhteenvetoa tarkempia yksittäisiä tulostietoja, joista virheen syyn pitäisi löytyä.

Esitettävän tarkasteluaineiston pitää olla helposti ja nopeasti tulkittavaa. Se voi olla esimerkiksi graafisia kuvaajia tunnusten muutoksista ajan kuluessa tai vertailuja eri suunnitelmavaihtoehtojen välillä. Tällöin päätöksentekijät, jotka eivät tunne alaa ja asiaa, saavat tarvitsemaansa kuvaavaa tietoa. Raportointiin pitää voida valita helposti kullakin hetkellä tarpeelliset muuttujat tietyltä alueelta tai aikaväliltä. Tarpeellinen on myös tarkastelu, jossa havainnollistetaan, miten valitut käsittelyohjelmat vaikuttavat aluetasolla ikäluokkarakenteen kehitykseen.

Laskelmien onnistumisen lisäksi tietojen loogisuustarkastelua tarvitaan myös tuotaessa uutta tietoa järjestelmään. Näin tapahtuu esimerkiksi maastoinventointeja tallennettaessa ja tehtäessä uusia metsäpalvelusopimuksia tai yrityskauppoja. Näissä yhteyksissä tapahtuneesta tiedon muokkauksesta johtuen maastotiedoista ei välttämättä ole minkäänlaista tarkkuusarviota eikä tietoja ole loogisuustarkastettu keskenään. Tällöin kuviotiedoista löytyy ihmeellisiä yhdistelmiä, jotka yleensä paljastuvat vasta selvitettyä epäonnistuneen laskelman syitä.

Lähtötietojen ja toimenpide-ehdotusten loogisuuden tarkastelussa tulisi testata lähtötiedot ja tallentaa sekä ilmoittaa niissä havaituista puutteista, epäloogisuuksista ja kyseenalaisista tiedoista. Käyttäjien pitää pystyä luomaan organisaatiokohtaisia tarkastelusääntöjä sitä mukaa, kun niiden tarve tunnistetaan. Tavoitteena on, että kaikki tuloksiksi päätyvät toimenpide-ehdotukset ovat määritettyjen ohjaussääntöjen mukaan järkeviä, mikäli lähtötiedot ovat kunnossa.

4.5.3 Muuttujakohtainen laatukontrollin työkalu

Yhdeltä osakkaalta tuli haastattelussa ehdotus tarpeellisesta seurantatyökalusta. Siinä on tietyn kuvioaineiston simuloinnin jälkeen mahdollisuus valita yksi muuttuja kerrallaan laatukontrolliin, jossa puulajeittain ja kasvupaikkatyypeittäin piirretään päällekkäin kunkin metsikön kasvu- ja harvennusmalleilla ennustettu kehitys suunnittelukauden aikana. Samaan kuvaan valitaan myös kuvaajat käytetyistä harvennusmalleista tai paikallisesti korjatut ja suunnittelukäytössä olevat harvennusrajat. Näin pystytään helposti havaitsemaan poikkeukset kuviomassasta. Hiirellä osoittamalla voidaan etsiä poikkeavan havainnon kuvionumero ja siirtyä tarkastelemaan tarkemmin sen ominaisuustietoja.

4.6 Käyttötapaukset

Haastatteluissa käytiin läpi etukäteen määriteltyjä ja uusia käyttötapauskuvauksia (liite II), ja tiedusteltiin osakkaiden käyttötarvetta eri käyttötapauksille. Tarpeet olivat vaihtelevia. Kaikkia yhdistävänä tarpeena oli ajantasaisen puulaji- ja puusto-ositteittaisen kuviotiedon muodostaminen alkuperältään vaihtelevista aineistoista. Ehdotettuja menetelmiä olivat kuviotiedon muodostaminen tarkistusmittauskoealatiedoista, relaskoopikoealatiedoista, Solmu-muotoisista metsikön keskitunnustiedoista ja puittaisesta kuvatulkinta-aineistosta. Vaikka kaikki osakkaat eivät vielä olleet tosissaan harkinneet esimerkiksi laserkeilaus-

aineiston käyttöä puustotiedon päälähteenä, ei tulevaisuuden mahdollisuuksia haluttu rajata jättämällä jokin aineistotyyppi pois käytöstä.

Mielipide-ero ryhmien välille syntyi kuviotiedon muodostamisesta ja simuloinnin tekemisestä ennustamalla toteutetun käsittelyn vaikutukset puustoon. Metsäyhtiöiden toimintamallissa uudet puustotiedot inventoidaan maastossa aina toimenpiteen yhteydessä tai välittömästi sen jälkeen. Yksityismetsien suunnittelijat ovat halukkaita johtamaan puustotiedot aikaisemmista kasvatetuista tiedoista ja toteutetuista käsittelyohjeista. Edellisille jälkimmäisessä menetelmässä on liian monia virhetekijöitä ja heidän vastaehdotuksenaan onkin tehdä metsänomistajille erillinen tarjous muuttuneiden puustotietojen päivityksestä maastotyönä.

Haastatteluissa esiin nousseita uusia menetelmiä kuvion puustotietojen kokoamiseen voisivat olla laserkeilauksen ja ilmakuvien yhdistäminen sekä harvennuksissa hakkuukoneelta saadun tiedon hyödyntäminen. Ensimmäisessä menetelmässä käytetään kuviointina vanhoja kuvioita tai suoritetaan ennakkokuviointi ilmakuvan pohjalta käsin tai automaattisesti. Ilmakuvalta saadaan tulkittua puulajiprosentit. Laserkeilauksella selvitetään puuston läpimitta sekä pituus ja näiden perusteella lasketaan arvio iästä. Tietolähteitä yhdistelemällä saadaan käyttöön melko tarkat tiedot kuvion puuston koosta. Ne eivät kuitenkaan ole puulajiositteittaisia, joten kasvatuksessa ja simuloinnissa pitää puukohtaisten kasvumallien sijaan käyttää metsikkökohtaisia kasvumalleja, joissa puulajiosuuksia käytetään lähtötietoina. Toisessa menetelmässä harvennuksissa poistettavan puuston ja harvennusohjeiden perusteella päätellään jäävän puuston läpimittajakauma, josta johdetaan samankokoisten puiden ikä ja pituusjakauma. Lisäksi koneenkuljettaja mittaa pohja-pinta-alan ja harvennusohjeesta saadaan runkoluku. Myös näillä tiedoilla pitää kyetä kokoamaan metsikön puuston nykytiedot ja jatkamaan siitä simulointiin.

Alunperin tarjolla olleita käyttötapauksia olivat lisäksi kuvion kehitys- ja käsittelyvaihtoehtojen simulointi, suunnitelman koostaminen tavoitteiden mukaan (optimointi), erilaiset tulosanalyysit sekä tilan tai metsäalueen kaupp-arvon määrittäminen. Erityisesti metsän tuotto- ja kaupp-arvojen helppo määrittäminen on tällä hetkellä ongelmallista ja eri menetelmät tuottavat erilaisia tuloksia. Kukaan ei tunnu tietävän, mikä on metsän käypä arvo. Ehdotettuja käyttötapauksen muunnoksia ovat metsän seuraavan 30 vuoden vuotuinen kassavirtalaskelma, jossa arvioidaan simuloinnin perusteella hakkuista ja hoitotoista seuraavat tulot ja menot. Tämä selvitys tehdään puuston nykytilan selvityksen

jälkeen, jolloin edellä käsitellyjä eri tietolähteitä voidaan käyttää simuloinnin lähtötietojen hankkimiseen ja käyttäjällä on käsitys tietojen luotettavuudesta.

Kokonaan uudeksi käyttötapaukseksi haastatteluissa muotoiltiin IAS-/IFRS-standardin mukainen tasearvon määrittely. Siinä lasketaan metsän tuottoarvo niin, että kaikki yli neljävuotiaat puustot simuloidaan käsittelyineen metsiköittäin kiertoajan loppuun. Nettotulojen nykyarvo saadaan käyttämällä tiettyä sovittua korkokantaa ja toteutuva käsittelyohjelma ennustetaan jäljittelemällä yhtiön voimassaolevia metsänkäsittelyohjeita.

Näin saatavat laskelmat dokumentoidaan metsiköittäin esimerkiksi tilintarkastuksia varten. Raporttiin tulee ainakin kuvioon kiertoajan aikana kohdistuvat toimenpiteet, kustannukset, hakkuukertymät ja tulot, joille kaikille arvioidaan myös toteutumisaikakohdat. Esimerkiksi UPM:ssä tehtävä ratkaistiin haastateltaessa erillisellä ohjelmalla, joka käyttää syöttötietona MELA:n log-tiedostoa. Samanlainen ratkaisu voi tulla kyseeseen tulevaisuudessakin eli SIMO-järjestelmä tuottaa tiedot kuvioiden käsittelyohjelmista ja erillinen moduuli laskee tehtävän loppuun. Tasearvon laskennalle oli monen osakkaan mielestä tilausta.

Käyttötapausten yhteydessä ehdotettiin lisäksi, että tietynlaisena paikkatietoanalyysina voitaisiin tehdä vuosittain paikallisia yksityismetsiä koskevia hakkuuehdotuspaketteja, joihin kerättäisiin voimassaolevien metsäsuunnitelmien mukaisia, vielä toteuttamattomia hakkuuita ja jota esimerkiksi metsänhoitoyhdistys voisi markkinoida yhtenä isona leimikko-keskittymänä puunostajille, jolloin kaikki osapuolet hyötyisivät keskittämisestä. Toteutus vaatisi etukäteen metsänomistajien luvan analyysin toteutukseen. Samaan ehdotukseen voitaisiin kerätä myös ehdotetut ja toteuttamattomat metsänhoitotyöt omistajalle muistutukseksi.

4.7 Tutkimusta vaativia aiheita

Tässä esitellään kootusti viisi haastattelujen aikana esiin nousutta ja järjestelmän toteutuksen kannalta tärkeää tutkimusta vaativaa aihetta. Ne on seuraavassa esitelty lyhyesti ja tekstissä on viittaukset henkilöihin, jotka tutkimuksia ovat ehdottaneet, tai tämän tutkielman eri osiin, joissa asioita on selvitetty tarkemmin. Kunkin aiheen sopivuutta opinnäytetyöksi on arvioitu alkuperäisen ehdottajan ja tutkimuksen tekijän toimesta.

Kaikkien SIMO-hankkeessa mukana olevien organisaatioiden metsän- ja luonnonhoidon sekä metsänkäsittelyn ohjeet tulee koota yhteen. Tutkimuksessa pohditaan sanallisten ja

taulukkomuotoisten ohjeiden soveltuvuutta suunnittelujärjestelmän ohjaustiedoiksi. Samalla eri osakkaiden ohjeet muokataan SIMO-järjestelmän vaatimaan muotoon eli toimenpiteitä ohjaaviksi säännöiksi. Tämä tutkimusaihe oli monen osakkaan ehdotus ja sen katsottiin laajuudeltaan soveltuvan hyvin maisterin tutkielman aiheeksi.

Toista esiin nousutta aihetta, runkolukujakaumatiedon hyödyntämistä, on käsitelty tarkemmin tässä tutkielmassa alaluvun 4.1 Tiedon hallinta loppupuolella. Aiheen muotoilijana oli Jyrki Kangas UPM Metsästä ja aihe katsottiin sopivaksi maisterin tutkielmaa varten.

Kolmas tutkimusta vaativa aihe on taimikoiden kehityksen mallintaminen uudistamistoimenpiteistä lähtien kunnes metsikkö voidaan luokitella nuoreksi kasvatusmetsäksi. Taimikon kehityksestä ei nykyisin ole olemassa käyttökelpoisia malleja. Aihe on kuitenkin suunnittelujärjestelmän metsikkösimulaattorin toiminnan ja toimenpidetarpeiden määrittämisen kannalta keskeinen.

Tutkimuskysymyksiä ovat: mistä muuttujista taimikon kehitys riippuu ja mitä taimikoista kannattaa inventoida? Taimikon kehityksen oletetaan riippuvan kasvupaikkatyypistä, maalajista, maanmuokkaustavasta, uudistamistavasta, pääpuulajista ja luontaisesta taimetumisesta. Tutkimuksessa luotavan taimikkomallin pitäisi runkoluku- ja pituusjakauman kehityksen lisäksi pystyä ennustamaan luotettavasti taimikonhoidon, raivauksen, täydennysistutusten ja heinätorjunnan tarve erityyppisillä kohteilla uudistamishetken tai myöhemmän taimikkoinventoinnin tietojen perusteella.

Tutkimusaihe on varsin laaja ja tärkeä ja sen vuoksi väitöskirjatasoinen. Mahdollisesti yksittäisen puulajin rajattu taimikonkehitysmallinnus voisi tulla kyseeseen maisterin tutkielmana. Tutkimuksessa yhdistyy metsäekologian ja metsänarvioimistieteen osaaminen. Tästä aiheesta olivat monet haastatellut, erityisesti Metsähallituksen ja Tornatorin väki, kiinnostuneita.

Neljäs esitetty tutkimusaihe on palstojen priorisointi. Operatiivisen metsäsuunnittelun optimointitehtäviin tarvitaan muista ohjelmistokomponenteista erillinen toiminto tai ohjelma, joka järjestää palstoja hakkuiden keskittämisen kannalta kiireellisimpiin kohteisiin. Ohjelma jakaa esimerkiksi piirin tai hankinta-alueen palstat viidelle seuraavalle vuodelle siten, että kaikki palstat, ei siis yksittäiset leimikot, tulevat hakkuuohjelmaan sopivana vuonna. Tämä vaatii epälineaarisen optimoinnin toteutusta järjestelmässä.

Toiminto voisi olla käytännöllisintä hoitaa alueellisen hakkuun optimointitulosten jatko-analyysinä. Tämä aihe soveltuisi SIMO-hankkeen puitteissa tai muussa yhteydessä toteutettavaksi maisterin tutkielmaksi. Aiheen ehdottajana oli Jyrki Kangas UPM Metsästä.

Viides ja viimeinen tutkimusaihe on leimikkokeskittymien kokoaminen. Sitä on tarkemmin käsitelty tässä tutkielmassa alaluvussa 4.4 Optimointi. Aiheesta ovat esittäneet mielipiteitään ainakin Metsähallituksen, Tornatorin ja UPM Metsän haastatellut ja siitä voisi hyvin rajata maisterin tutkielmaksi sopivan osan.

5 Tarkastelu

Monet haastatteluissa esitetyt suunnittelujärjestelmän ominaisuudet ovat jo tarjolla jossain muussa järjestelmässä, mutta nämä ohjelmat eivät joko nykyisellään sovi suurten alueiden suunnitteluun tai niistä puuttuu osakkaiden yleisesti kaipaama säädettävyys erityyppisiin tehtäviin ja erityyppisille lähtöaineistoille. Siksi uusi SIMO-järjestelmä on perusteltu lisä vaihtoehdoksi olemassa oleville järjestelmille. Myös Metsätutkimuslaitoksen MELA-ryhmässä tehdään jatkuvaa kehitystyötä uuden sukupolven metsäsuunnittelutuotteen kanssa. Kaikkea ei joka projektissa tarvitse keksiä uudestaan tai tyhjästä, ja onkin toivottavaa, että ohjelmistokehitystyössä voidaan soveltaa muualla tehtyjä ja käytössä koeteltuja ratkaisuja. Tätä tavoitetta tukee hyvin SIMO-hankkeen periaate avoimesta järjestelmästä ja kaikille vapaasta lähdekoodista. Tällöin järjestelmään kohdistettu kritiikki on helppo jäljittää tiettyyn ohjelman osaan tai käytettyyn malliin tai sääntöön ja korjata todetut virheet.

5.1 Toiminnan tavoitteet vaihtelevat

Kaiken yritystoiminnan tavoitteena on voiton ja yrityksen arvon maksimointi. Hankkeen eri osakkaiden keinoja tavoitteiden toteuttamiseksi ei sen sijaan suinkaan voida pitää vakioina. UPM on ainoana kolmesta isosta metsäteollisuusyrityksestä säilyttänyt metsänomistuksen itsellään. Muutamia vuosia toimineet Metsämannut ja Tornator suhtautuvat metsänkasvatukseen teollisuusomistajia innokkaammin, sillä se on niiden ydinliiketoimintaa. Suorat puutavarakauppayhteydet vanhoihin metsänomistajiin ovat säilyneet, mutta tehdyt yritysjärjestelyt ovat houkuttelleet yksityisiä metsäsijoittajia ja palvelusopimusasiakkaita entistä aktiivisempaan leirinvaihtoon.

Metsä pitkäaikaisena ja sitoutumista vaativana sijoituskohteena sekä lopputuotteen kaksoisrooli pääomatyypisenä tuotannon mahdollistajana ovat monesti johtanut metsänkäyttöön taloudellisesta kannattavuudesta poikkeavalla tavalla. Tällaiseen toimintatapaan puututtiin toisessa Kolin teesissä. Kuitenkin haastattelussa nousi yhden osakkaan taholta esiin ajatus säilyttää täysi puusto kuviolla kiertoajan loppuun saakka. Näkemys painottaa suurta puuntuotantoa ohi suurimman mahdollisen pääoman tuoton, joka saavutetaan sijoittamalla harvennushakkuissa saatava tulo vaihtoehtoiseen kohteeseen ennen päätehakkuuta. Tietysti kiertoajan lopullinen tulos selviää vasta, kun tunnetaan kunkin ajankohdan puuston markkina-arvot, joita on vaikea ennustaa pitkälle tulevaisuuteen.

Metsähallituksella on taloudellisen tuloksen ja puuntuotannon lisäksi omana tavoitteenaan työllisyyden ylläpitäminen Itä- ja Pohjois-Suomen vaikean työllisyystilanteen alueilla. Se antaa suunnitteluun lisäulottuvuuden. Myös muut Metsähallitukselle määrätyt tehtävät vaikuttavat sen toimintaan ja metsien käyttöön metsätalouden ollessa kuitenkin taloudellisesti ja pinta-alallisesti sen merkittävin liiketoiminta-alue.

Valtion ohjauksessa toimivan Tapion ja sen kanssa toimivien metsäkeskusten tavoitteet poikkeavat vielä Metsähallitusta enemmän teollisuusyritysten tavoitteista. Tapion tuote on asiantuntemus, tieto ja metsätalouden apuvälineet, joihin oleellisena osana kuuluvat eri tarpeisiin räätälöidyt tiedonhallinnan ja metsäsuunnittelun järjestelmät. Metsäkeskukset puolestaan myyvät itse suunnittelutyötä. Siten niiden toiminta on lähinnä metsänomistajan asiaa, muuten tulovirta ehtyy. Valtion yksipuolinen tukipolitiikka yksityismetsien suunnitteluun kuitenkin vääristää tilauskantaa.

5.2 Käsitys metsäsuunnittelujärjestelmästä

Osakkaiden käsitys metsäsuunnittelujärjestelmän toiminnasta perustuu vahvasti MELA:ssa ja muissakin järjestelmissä käytettyyn kuvioittaisten toimenpidevaihtoehtojen simulointiin ja sitä seuraavaan optimointiin. Ainoastaan yksi osakas ehdotti uutta lähestymistapaa ongelmaan. Siinä kuviolla olisi kerrallaan vain yksi tuleva, oikea toimenpidevaihtoehto ja optimointi olisi tämän toimenpiteen suoritusajankohdan valitsemista. Tätä seuraisi seuraavan pakollisen toimenpiteen ajastaminen. Järjestelmän simulaattoriosia tarvittaisiin kuitenkin joka tapauksessa. Tarkemmin menetelmää on kuvattu alaluvun 4.2. Kasvun simulointi lopussa.

MELA:n jälkeen toinen osakkaiden näkemyksiin vahvasti vaikuttava tekijä on paikkatieto-järjestelmä. Heidän näkemyksissään metsäsuunnittelujärjestelmän tehtävät ovat itse asiassa hyvin lähellä paikkatietojärjestelmien tiedon varastointia, hallintaa ja analysointia. Suunnittelun integroimisaste osaksi tätä järjestelmää vaihtelee osakkaiden välillä, mutta se nähdään tarpeellisena toisaalta paikkaan sidottujen suunnitteluongelmien yleistyessä ja toisaalta, koska kartalle tai muuksi kuvaksi visualisoitu suunnitelma on helpompi käsittää kuin numeroita täyteen ahdetut taulukot. Toki numeroita tarvitaan taustalla.

Mitä alemmalle tasolle metsäsuunnittelutehtäviä halutaan antaa, sitä yksinkertaisemmaksi, helppokäyttöisemmäksi ja visuaalisemmaksi niiden käyttöliittymä täytyy rakentaa. Myös erilaisten raporttien koostaminen ja alueelliset tarkastelut kuuluvat oleellisesti nykyaikaiseen järjestelmään ja vaativat karttatietoa onnistuakseen. Raportointiin liittyy oleellisesti myös tiedon luotettavuuden arviointi, joka aiemmissa järjestelmissä on ollut puutteellista.

5.3 Strateginen, taktinen vai operatiivinen suunnittelu

Tutkimuksen mukaan suunnittelujärjestelmien käyttö metsäsuunnittelussa on osakkailla strategisten suuntaviivojen asettamista. Valtakunnan ja toiminta-alueiden tasolla tehtävillä pitkillä suunnittelulaskelmilla saadaan tietoa hakkuumahdollisuuksista ja niistä johdetaan tavoitteet puunhankinnalle. Metsäteollisuuden suuret puunkäyttäjät pyrkivät omien ja sopimuskumppanien metsien käytöllä varmistamaan raakapuun tasaisen saatavuuden ja välttämään yksityisen tarjonnan suurimmat hinnannostopaineet. Samassa tarkoituksessa osa puunhankinnasta on suunnattu Suomen lähialueille. Tosin ainakin Venäjä rajoittaa jo raakapuun vientiä maasta ja pyrkii oman puuta jalostavan teollisuutensa kehittämiseen.

Suunnittelua operatiivisessa muodossa tehdään osakkailla vain vähän. Toiminta on tiimien työjohtoa ja paikallisten leimikkokeskittymien järjestelyä käsityönä. Operatiivisia suunnittelujärjestelmiä ei ole saatavilla eikä niille tällä hetkellä välttämättä löytyisi tiimeistä osaavia käyttäjiä. Mikäli sopiva, yksinkertainen ja helppokäyttöinen suunnittelujärjestelmä saadaan aikaiseksi ja sen käytöllä saavutetaan säästöä työajassa tai muuttuvissa kustannuksissa tai löydetään nykyistä helpommin kohteita työn keskittämiseksi tai taimikon- ja muiden metsänhoitokohteiden käsittelemiseksi ajallaan, on osakkailla halua kouluttaa laajassa mitassa työntekijänsä järjestelmän käyttäjiksi.

5.4 Metsänhoitosuosituksilla vahva rooli

Jokaisella osakkaalla on tarkka metsänhoito-ohjeistuksensa. Sen noudattaminen vaihtelee paikallisten tiimien alue- ja asiantuntemuksen mukaan. Tavoitteelliset hakkuiden ja hoito-toimenpiteiden määrät määritellään usein keskusjohtoisesti, ne ovat laskennallisia ja täyttyvät tiimeillä eri tahtiin. Yritysten periaate inventoida ja tallentaa kuvion muuttuneet puustotiedot aina toimenpiteiden jälkeen toimii tiettyyn rajaan saakka. Lukuisten yritys-kauppojen jälkeen tietojärjestelmiä yhdistettäessä on tehty monenlaisia ratkaisuja metsä-varatietojen yhtenäistämiseksi. Kuviotietoja on tällöin johdettu osin arvaamalla ja osin muista tiedoista laskemalla vaihtelevin osuin.

Osa metsiköistä on pudonnut vuosien saatossa pois käsiteltävien kuvioiden joukosta resurssipulan tai kasvatus- ja simulointimallien virheellisten tulosten takia. Maastotyön kalleudesta johtuen sitä käytetään päivitykseen vain kuvioilla, jotka ovat jonkun käsittelyn piirissä. Hyvin vanhojen, alkuperältään puutteellisten tai peräti tuntemattomien inventointi-tietojen käyttö simuloinneissa ei ole järkevää. Metsäsuunnittelijat syyttävät helposti malleja puustotietojen ja suunnittelun virheistä. Osasyynä varmasti on mallien puutteellinen kalibrointi kohdealueelle tai niiden käyttö määrittelyalueensa ulkopuolella. Näihin molempiin syihin SIMO-projekti pyrkii puuttumaan. Käyttäjien kontolle jää inventointitietojen iästä ja laadusta sekä tallennuksen tarkkuudesta huolehtiminen. Moni-lähteen tiedon yhdistely ja käyttö nähtiin niin ikään SIMO-hankkeen tärkeänä tavoitteena. Entisiä tarkempien ja yksittäisiä puita tunnistavien kaukokartoitusmenetelmien käyttöön-otto tulee pelastamaan osan mainituista kuvioista takaisin aktiiviseen talouskäyttöön.

5.5 Monitavoitteisuus suunnittelussa

Tulevaisuudessa lähes kaikkeen metsäsuunnitteluun otetaan monitavoitteinen alueellinen ote. Tähän johtaa yhtäältä tiedon lisääntyminen ja poliittisten tavoitteiden ajaminen, toisaalta kuluttajina toimivan suuren yleisön mielipiteet. Ekologiset tavoitteet tullaan huomioimaan nykyistä korostetummin. Paikallisessa aluetason suunnitelmassa pitää kyetä täsmentämään organisaation strategista suunnitelmaa, jossa paikkaan sidottuja ekologisen monimuotoisuuden vaatimuksia ei kyetä riittävästi huomioimaan. Myös yritykset joutuvat Metsähallituksen tapaan ottamaan ohjelmistoonsa osallistavaa suunnittelua tietyillä alueilla kaupunkien ja suojelualueiden lähiympäristössä sekä maisemallisesti tärkeillä kohteilla. UPM on jo kokeillut osallistavaa suunnittelua muun muassa Yyterissä. Yhtenä painavana perusteluna osallistavan suunnittelun käytölle on huolehtiminen yhtiön imagosta.

Aluetason monitavoitteinen metsäsuunnittelu on jatkoa yhtiön strategiselle suunnittelulle. Tavoitteena on käyttää metsätalouden alueita tehokkaasti yhtiön strategisen suunnitelman perusteella ja kantaa julkisuudessa usein kuulutettua yhteiskuntavastuuta suorittamalla kevyitä metsänhoito- ja -käyttötoimenpiteitä tietyillä herkillä alueilla. Alueet, jotka on suojeltu pitkäaikaisesti voidaan pitää yhtiön omistuksessa todisteena sääntöjen noudattamisesta tai tarjota valtion lunastettaviksi. Tulevaisuudessa siis sekä puuntuotantoa että suojelua keskitetään alueellisesti eikä pyritä joka hehtaarilla täyttämään kaikkia tavoitteita. Suunnittelujärjestelmälle tämä aiheuttaa vaatimuksen, että suunnittelualueen sisällä voidaan käyttää paikallisesti vaihtelevia tavoitteita ja silti tehdä optimointi kokonaisuutena.

5.6 Huomioita haastattelututkimuksesta

Haastateltuja asiantuntijoita oli tutkimuksessa mukana yksitoista, mikä on suhteellisen pieni joukko. Haastattelut olivat kuitenkin perusteellisia. Kaikki haastatellut olivat vapaaehtoisesti mukana projektissa ja tutkimusaihe oli heidän työtehtäviinsä oleellisesti liittyvä. Organisatorinen edustavuus oli suuri, sillä haastatteluissa olivat mukana kaikki SIMO-hankkeessa mukana olevat tahot, jotka edustavat pääosaa Suomessa tehtävästä metsäsuunnittelusta. Kaikilla haastatelluilla oli asiasta paljon tietoa ja lisäksi he olivat motivoituneita tehtävänsä.

Haastatteluita ei kirjoitettu sanasta sanaan puhtaaksi, sillä alusta asti oli tarkoitus, ettei suoria lainauksia nimillä tai ilman tehdä, vaan asiasisällöstä tehdään yhteenveto, joka kuvaa kaikkien tarpeita ja jossa esitellään eri mielipiteitä riittävässä laajuudessa. Tämä mielipiteiden valinta ja painotus on sitten jäänyt kirjoittajan oman asiantuntemuksen varaan. Näin jällenpäin voi todeta, että vaikka haastattelujen nauhoittaminen ja purkaminen sanasta sanaan olisi ollut iso työ, olisi siitä toisaalta ollut paljon apua kirjoittamisvaiheessa.

Tutkimuksen tehtävänanto oli sidoksissa todelliseen ohjelmiston kehitysprojektiin. Lähtökohtana oli selvittää toimeksiantajien (osakkaiden) yhteiset ja eriävät tarpeet. Näin tapahtuikin ja vuorovaikutus osakkaiden kanssa on jatkunut käytännön ohjelmasuunnittelijoiden toimesta. Tämä tutkimus irtaantui keväällä 2005 projektista, kun haastatteludokumentit saatiin valmiiksi. Niiden pohjalta työ on jatkunut maisterin tutkielman valmistelun muodossa.

Lähteet

- Berg von, E. 1995. Kertomus Suomenmaan metsistä 1858 sekä kuvia suuresta muutoksesta. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. 87 s.
- Clutter, J.L., Fortson, J.C., Pienaar, L.V., Brister, G.H. ja Bailey R.L. 1983. Timber Management: a Quantitative Approach. John Wiley & Sons, Inc. 307 s.
- Holopainen, M. 2002. Metsien kaukokartoituksen tulevaisuus. Julkaisussa: Holopainen, M. ja Laasasenaho, J. (toim.). Metsät paikkatietojärjestelmissä -tutkijakoulu 1998–2002. Helsingin yliopiston metsävarojen käytön laitoksen julkaisuja 30. s. 131–140.
- Jalonen, R., Hanski, I., Kuuluvainen, T., Nikinmaa, E., Pelkonen, P., Puttonen, P., Raitio, K. ja Tahvonen, O. (toim.). 2006. Uusi metsäkirja. Gaudeamus. 382 s.
- Kangas, J. 1992. Metsän uudistamisketjun valinta – monitavoitteiseen hyötyteoriaan perustuva päätösanalyysimalli. Joensuun yliopiston luonnontieteellisiä julkaisuja nro. 24. 100 s.
- Kangas, J. ja Hänninen, H. 2003. Tilakohtainen metsäsuunnittelu – metsäpolitiikkaa vai metsänomistajan päätöstukea? Metsätieteen aikakauskirja 2/2003: 153–156.
- Kangas, J. ja Kokko, A. (toim.) 2001. Metsän eri käyttömuotojen arvottaminen ja yhteensovittaminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 800. 366 s.
- Kangas, J., Uuttera, J., Wathén, M., Haapasalo, E., Laamanen, R., Soimasuo, J., Suutarla, T. ja Ärölä, E. 2006. Käyttäjien näkökulmia uuden sukupolven metsätietojärjestelmien kehittämiseen. Metsätieteen aikakauskirja 1/2006: 54–59.
- Karppinen, H. 1998. Values and objectives of non-industrial private forest owners in Finland. *Silva Fennica* 32(1): 43–59.
- Kilki, P. 1968. Income-oriented Cutting Budget. *Acta Forestalia Fennica* Vol. 91. 50 s.
- Kiviniemi, M. 2004. Metsäoikeus. Metsälehti kustannus. 656 s.
- Kuusela, K. 2002. Metsänarvioijan linja. Metsälehti Kustannus. 396 s.
- Kuvioittainen arviointi ja tietojen päivitys 1998. 2001. UPM-Kymmene Oyj. 31 s. + liitteet 30 s. [Ei julkinen].
- Laine, H. 2002. Johdatus sovellussuunnitteluun. Helsingin yliopiston Tietojenkäsittelytieteen laitoksen kurssimoniste. 96 s.
- Lappi, J. 1992. JLP: A linear programming package for management planning. *Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja* 414. 134 s.
- Maa- ja metsätalousministeriön metsäsuunnittelustrategia 2001–2010. 2001. Työryhmämuistio MMM 2001:13. 15 s. Saatavissa http://wwwb.mmm.fi/julkaisut/tyoryhmamuistiot/2001/tr2001_13.pdf.
- Maastotyöopas. 2003. [Käsikirjoitus]. Tornator Oy. 58 s. [Ei julkinen].
- Mehtätalo, L. 2002. Valtakunnalliset puukohtaiset tukkivähennysmallit männyille, kuuselle, koivuille ja haavalle. *Metsätieteen aikakauskirja* 4/2002: 575–591.
- Metsähallitus. 2006. [Verkkosivusto]. Saatavissa <http://www.metsa.fi>. [Viitattu 9.2.2006].

- Metsäkeskus. 2006. [Verkkosivusto]. Saatavissa <http://www.metsakeskus.fi>. [Viitattu 20.2.2006].
- Metsälaki. 1996. [Valtion säädöskokoelma]. Saatavissa <http://www.finlex.fi>. Säädosnumero 12.12.1996/1093.
- Metsämannut. 2006. [Verkkosivusto]. Saatavissa <http://www.metsamannut.fi>. [Viitattu 20.2.2006].
- Metsäsoppi. 2006. [UPM Metsän verkkopalvelu]. Käytettävissä <http://194.89.197.72/upm/jsp/loginpage.jsp>. [Viitattu 7.4.2006].
- Metsäsuunnitelmapalvelu. 2006. [Tornatorin verkkopalvelu]. Käytettävissä <http://netforest.gisnetsf.com/tornator/index.html>. [Viitattu 7.4.2006].
- Metsäsuunnitelmaverkko. 2006. [Metsänhoitoyhdistysten verkkopalvelu]. Käytettävissä <http://www.netforest.fi/metsanhoitoyhdistys/index.html>. [Viitattu 7.4.2006].
- Metsäsuunnitteluohje. 2003. [Käsikirjoitus]. Metsämannut Oy. 45 s. [Ei julkinen].
- Metsätilastollinen vuosikirja 2005. Metsäntutkimuslaitos. 421 s.
- Metsäverkko. 2006. [Metsäliiton verkkopalvelu]. Käytettävissä <https://www.metsaverkko.fi/index.html>. [Viitattu 7.4.2006].
- Metsään net. 2006. [Metsäkeskusten verkkopalvelu]. Käytettävissä <http://www.netforest.fi/metsakeskus/index.html>. [Viitattu 7.4.2006].
- New Generation Planning System for Forest Management. 2004. Research Plan 2004–2007. Helsingin yliopisto, Metsävarojen käytön laitos. 10 s. Saatavissa <http://www.mm.helsinki.fi/mmvar/SIMO> → Description of project.
- Nuutinen, T., Anola-Pukkila, A., Hirvelä, H., Härkönen, K., Lempinen, R., Redsven, V., Salminen, O. ja Siitonen, M. 2005. MELA-julkistusversiot ja -nettisovellukset. Julkaisussa: Nuutinen, T. ja Kettunen, L. (toim.) MELA2005 ja nettisovellukset. Metsäntutkimuslaitoksen työraportteja 15. s. 5–12. Saatavissa <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2005/mwp015.htm>.
- Paananen, R., Sell, R., Valanne, K. ja Ärölä, E. 2003. Solmu – metsäsuunnittelun maastotyöopas. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 4. painos. 76 s.
- PATI-maastotyöohje. 2004. Metsähallitus. 38 s. [Ei julkinen].
- Poso, S. 1997. Metsätalouden suunnittelun perusteet. 2. painos. Metsävarojen käytön laitoksen julkaisuja 5. 152 s.
- Pukkala, T. 1988. Monikäytön suunnitteluohjelmisto Monsu. Ohjelmiston toiminta ja käyttö. Joensuun yliopisto. 40 s.
- Pukkala, T. 1994. Metsäsuunnittelun perusteet. Gummerus Kirjapaino Oy. 242 s.
- Pukkala, T. 2004. Monsu-metsäsuunnitteluohjelma. Versio 4. Ohjelmiston toiminta ja käyttö. Joensuun yliopisto. 75 s.
- Pukkala, T. 2006a. Monsu-metsäsuunnitteluohjelmisto. Versio 5. Ohjelmiston toiminta ja käyttö. Joensuun yliopisto. 53 s.
- Pukkala, T. 2006b. Muut kuin puuaineiset tuotteet metsäsuunnittelussa. Metsätieteen aikakauskirja 1/2006: 72–81.
- Pykäläinen, J., Kurttila, M. ja Tikkanen, J. 2006. Yksityismetsien aluesuunnittelun mahdollisuudet. Julkaisussa Uusi metsäkirja. Gaudeamus. s. 305–312.

- Ranta, R. 1986. Metsätaloussuunnittelu. Julkaisussa Tapion taskukirja. 20. uudistettu painos. Keskusmetsälautakunta Tapion julkaisuja. Gummerus. s. 348–368.
- Redsven, V., Anola-Pukkila, A., Haara, A., Hirvelä, H., Härkönen, K., Kettunen, L., Kiiskinen, A., Kärkkäinen, L., Lempinen, R., Muinonen, E., Nuutinen, T., Salminen, O., ja Siitonen, M. 2005. MELA2005 Reference Manual. Metsäntutkimuslaitos. 621 s. Saatavissa <http://www.metla.fi/metinfo/mela/> → tuotteet ja palvelut → julkaisut → mela2005.pdf. [Viitattu 18.1.2007].
- Siitonen, M. 1994. MELA vuonna 2000. MELA-järjestelmän kehittämisen perusteita ja tavoitteita. Julkaisussa Integroidun metsäsuunnittelun menetelmiä ja välineitä. Joensuun yliopiston Metsätieteellisen tiedekunnan tiedonantoja 16. s. 87–102.
- Speidel, G. 1972. Planung im Forstbetrieb. Verlag Paul Parey. Hamburg und Berlin. 267 s.
- Tapio. 2006. [Verkkosivusto]. Saatavissa <http://www.tapio.net>. [Viitattu 9.2.2006].
- Tforest. 2007. [Tuote-esite]. 4 s. Saatavissa <http://www.tapio.net/> [Viitattu 19.1.2007].
- Timonen, P. (toim.). 1996. Johdatus Suomen oikeusjärjestelmään. Nide 1 Yksityisoikeus. 3. uudistettu painos. Lakimiesliiton kustannus. 691 s.
- Tornator. 2005. [Verkkosivusto]. Saatavissa <http://www.tornator.fi>. [Viitattu 14.11.2005].
- UPM Metsä. 4/2004. Metsästä tehtaalle -esite. 16 s.
- UPM Metsä. 2006. [Verkkosivusto]. Saatavissa <http://www.upm-kymmene.fi> → UPM metsä. [Viitattu 9.2.2006].

Liitteet

Liite I: Tarkistuslista eli tietotarvekysely

13.8.2004 Annika Kangas

11.11.2004 muutoksia Mikael Wathén

20.2.2006 muotoilua Mikael Wathén

1 Hierarkiatasot

Mitä hierarkiatasoja laskennassa organisaatiossanne tarvitaan?

Jos sovelletaan puutason tulkintaa ilmakuvilta / laserilta tai halutaan pitää koepuupankkia mallien korjauskerrointen laskemiseen, ainakin puutaso.

Jos halutaan ohjelman pystyvän suunnittelemaan myös VMI -tyyppisen datan pohjalta tai laskemaan kuvion tarkistusinventoinnin tietojen pohjalta, tarvitaan koealataso. Samoin jos halutaan säilyttää tieto kuvion sisäisestä vaihtelusta (esimerkiksi taimikon aukkoisuus).

Jos halutaan soveltaa käsittelykuvioiden alla esim. segmentointia tai osakuvion käsittelyehtotuksia (esimerkiksi taimikon täydennys) tarvitaan kuvion osatasoa. Jos halutaan käyttää satelliittikuvaa tai muuta rasterimuotoista paikkatietoa, tarvitaan myös osakuviotaso (pikseli).

- puu
- koeala, millainen?
- koealan puusto-osite
- kuvio
- kuvion puusto-osite
- kuvion osa
- pienalue (tila, palsta)
- alue (piiri, metsäkeskus, tiimi)
- valtakunta

2 Muuttujat

Mitä muuttujia systeemin tulee voida käyttää / tuottaa eri hierarkiatasojille?

Puutaso

- puulaji
- ikä
- läpimitta
- pituus
- latvuksen leveys
- latvuksen korkeus
- tilavuus
- puutavaralajit
- arvo
- laatu, mitä tunnuksia?
- tuhot, mitä tunnuksia?
- mitä muuta?

Koeala- / koealan osite- / kuvion osataso

- sijainti
- kasvupaikka
- puulaji
- mittausaika
- pohjapinta-ala
- pohjapinta-alamediaaniläpimitta
- pohjapinta-alamediaanipituus
- tilavuus
- puutavaralajit
- arvo

Kuvion puusto-ositetaso

- puulaji
- ikä, biologinen
- ikä, rinnankorkeus
- kehitysluokka
- puujakso
- pohjapinta-alamediaaniläpimitta
- valtaläpimitta
- pohjapinta-alamediaanipituus
- valtapituus
- pohjapinta-ala
- runkoluku
- tilavuus
- tilavuuskasvu
- puutavaralajit
- energiapuu
- arvo
- laatu, mikä tunnus?
- tuhot, mikä tunnus?
- tiedon luotettavuus, mikä tunnus?

Kuviotaso

- puusto-ositetaso +
- sijainti
- mittausaika
- mittausmenetelmä
- mittaaja / tallentaja
- laskentamenetelmä
- kasvupaikka (pääryhmä, alaryhmä, kivisyys, soistuneisuus, kasvupaikkatyyppe)
- toimenpidehistoria
- toimenpide-ehdotus
- kustannukset
- tulot / nettotulot
- käsittelyluokka
- kertymä puutavaralajeittain
- monimuotoisuus / maisema
- käyttörajoitus / maankäyttö (lakikohde, kaavakohde)

Aluetaso

- hallinnolliset tiedot (omistaja, tilan nro)
- muu, mikä?

3 Laskennan lähtötiedot / parametrit

Mitä parametreja käyttäjän pitää voida asettaa?

Ovatko parametrit erilaisia erityyppisissä metsissä?

- puutavaralajit
- hinnat
- korkoprosentti
- hakkuun minimikertymä hehtaariohtaisesti ja absoluuttisesti
- kustannukset
 - korjuu
 - metsäkuljetus
 - maanmuokkaus (työlajeittain)
 - raivaus
 - istutus
 - kylvö
 - taimikonhoito
- millaisina yksiköinä kustannukset kuvataan? €/ha, €/h, €/taimi
- kustannusten riippuvuus metsikkö- tms. tekijöistä
 - puusto
 - maasto
 - ajankohta (kesä / talvi)
 - spatiaalinen
 - muu, mikä?

4 Toimenpiteet

Mitä toimenpiteitä ohjelman pitää voida simuloida?

Miten eri toimenpiteitä pitää voida ohjata?

Miten tuotettujen toimenpiteiden määrää pitää voida ohjata?

Miten tuotettujen toimenpiteiden sisältöä pitää voida ohjata?

Pitääkö olla mahdollisuus tuottaa manuaalisesti täsmälleen tietynlainen käsittely automaattisen tuottamisen lisäksi?

- avohakkuu
 - säästöpuut, jättöpuut (pysty, pötkelö, maa)
- harvennukset
 - harvennusmalli
 - harvennustapa (ala-, ylä- ja tasaharvennus)
 - jäävä puulaji, jakauma, pohjapinta-ala, runkoluku

- erikoishakkuut
 - maisema
 - pienaukko
 - kaistale
 - puisto
- taimikonhoito
 - jäävä puulaji, jakauma, pohjapinta-ala, runkoluku
- uudistusketju
- istutus / kylvö
 - tiheys
 - puulaji
- maanmuokkaus
 - tapa
 - koneketju
 - tiheys
- toimenpiteiden rajoitukset
 - lakirajat
 - käyttäjän asettamat hyväksyttävyysehdot, esimerkiksi: avohakkuun alin ikä tai luontaisen uudistamisen kasvupaikat
 - muut rajoitukset, esimerkiksi: pohjavesialue, kaava-alue, ranta-alue, muu?

5 Aikaulottuvuus

Mitä parametreja pitää voida säätää ajassa?

Mitä tietoja säilytetään päivityksissä?

Säilytetäänkö mittaustiedot aina laskennallisessa päivityksessä?

- kauden pituus, pituuden säätö
- historialliset tiedot
 - toimenpidetiedot
 - puustotiedot

6 Parametrien ja laskennan alueellisuus

Mitä parametreja pitää voida säätää alueellisesti?

Vastaavatko parametrien ja laskennan alueelliset vaihtelut laskennan hierarkiatasoja?

Joe ei, montako hierarkiatasoa parametreille tarvitaan?

Mikä on alueiden maksimimäärä?

- hinnat
- kustannukset
- puutavaralajit
- toimenpiteet

7 Toiminta

Mitä muuta ohjelman pitää voida laskea, mikä ei näy suoraan muuttujista eri hierarkiatasoilla?

Täytyykö tuloksia voida laskea muille ositteille kuin laskennan hierarkiatasoille?

Täytyykö voida laskea malleille korjauskertoimia omasta datasta?

Täytyykö voida laskea koelainventoinnin tulokset?

Täytyykö voida päättää käytettävien mallien yksityiskohtaisuustasosta?

Täytyykö voida lisätä malleja?

Täytyykö voida vaihtaa malleja?

Onko malleissa stokastisuutta (luontainen uudistuminen, kuoleminen)?

Miten stokastisuutta pitää voida ohjata?

- laskennan vaatimukset
 - puutaso
 - koelataso
 - metsikkötaso
 - aluetaso
- ositukset
 - kertymä puulajeittain
 - tulot puulajeittain
- tulot toimenpidelajeittain
 - kustannukset toimenpidelajeittain
 - tulot puutavaralajeittain
 - kustannukset puutavaralajeittain,
 - muu, mikä?
- mallien säätö
 - korjauskertoimet, mille malleille
 - korjausyhtälöt, mille malleille
 - korjauskerrointen alueellisuus
 - korjauskerrointen aikaulottuvuus
 - mallien valinta
 - uusien mallien lisäys
- mallien hierarkiataso
 - metsikkö- vai puumallit
- stokastisuus
 - syntyminen
 - kuoleminen
 - muu, mikä?

8 Laatukontrolli

Minkä tietojen loogisuutta pitää voida tarkastella?

Mille hierarkiatasoille tarvitaan luotettavuusarvioita?

Mille tunnuksille tarvitaan luotettavuusarvioita?

- puustotiedot
 - kasvu
 - tilavuus
 - muu, mikä?
- toimenpiteet
 - puusto toimenpiteen jälkeen
 - additiivisuusehdot (runkoluku, ennen – runkoluku, poistuneet =runkoluku, uusi)
- tietojen luotettavuusarviot
 - tilavuus
 - kasvu
 - muu, mikä?

9 Tietotekniset vaatimukset

Käyttöjärjestelmän aiheuttamat vaatimukset?

Muitten ohjelmien aiheuttamat vaatimukset?

Kenen pitää voida katsoa tietoja?

Kenen pitää voida muuttaa tietoja?

10 Vanhojen systeemien epäkohdat

Mitkä vanhojen systeemien virheet pitäisi yrittää välttää?

- laskuvirheet
- laskennan liiat detaljit
- laskennan liian vähät detaljit
- mallien epälooginen toiminta
- mallien yleiset ongelmakohdat
 - kasvu
 - pituus
 - tilavuus
- käytön vaikeudet, yksilöi mitä?
- tiedon siirrettävyys
- muu, mitä?

Liite II: Käyttötapauskuvaukset

Käyttötapauskuvaukset perustuvat tietojärjestelmäsuunnittelun yhdenmukaistettuun dokumentointitapaan (esimerkiksi Laine 2002).

SIMO-järjestelmän ensimmäiset käyttötapauskuvaukset kirjoitettiin lokakuussa 2004 Tapion vaatimusmäärittely perusteella. Niitä kommentoitiin, lisättiin ja muokattiin 2004–2005 osakashaastatteluiden perusteella.

1 Ajantasaisen puusto-ositteittaisen kuviotiedon muodostaminen

Kuvaus

Kuviotiedot ovat metsäsuunnittelun perustietoja. Metsikön nykytilan laskenta voidaan tehdä erilaisten mittaustietojen perusteella. Kuviotiedot ovat lähtökohtana kehityssimulaatioille, käsittelyehdotuksille ja metsänkäyttöpäätöksille. Lähtötietojen mukaan tämä käyttötapaus on jaettu viiteen vaihtoehtoon, jotka kuvataan seuraavissa alaluvuissa:

- 1.1 Kuviotiedon muodostaminen tarkistusmittauskoealatiedoista
- 1.2 Kuviotiedon muodostaminen relaskooppikoealatiedoista
- 1.3 Kuviotiedon muodostaminen metsikön keskitunnuksista (Solmu-muotoinen aineisto)
- 1.4 Kuviotiedon muodostaminen puittaisesta kuvatulkinta-aineistosta
- 1.5 Kuviotiedon muodostaminen toteutetut toimenpiteet simuloiden

Käyttäjä

Käyttäjä on yleensä maastomittausten tekijä, metsäsuunnittelija, kaukokartoitustulkitsija tai muu kuviotietojen päivittäjä. Kuviotietojen ajantasaistus tuotantotietokantaan voidaan tehdä myös ajastettuna tai toisen käyttötapaoksen (esimerkiksi metsäsuunnitelman koostaminen) pyytäessä ajantasaisia kuviotietoja.

Lähtötiedot

Lähtötietoina käytetään metsikkökuvion perus- ja maapohjatietoja sekä ympyrä- tai relaskooppikoealan luku- ja koepuittaisia tietoja, vanhaa tietokannassa olevaa puustotietoa tai puittaista kuvatulkinta-aineistoa ilma- tai laserkeilainkuvilta. Vaihtoehdot on käsitelty tarkemmin alaluvuissa.

Tulostiedot

Tulostietoina saadaan metsikön ajantasaiset puustotiedot (ja arvio tietojen luotettavuudesta).

Vaiheet

Vaiheet on kuvattu kussakin alaluvussa erikseen.

Poikkeuksia

- Puuston kasvatusta tulee voida tehdä portaattomasti haluttu vuosimäärä (ei esimerkiksi vain viiden vuoden jaksoissa).
- Kasvatuksessa käytetään valtakunnallisia puittaisia kasvumalleja pituudelle ja läpimitalle sekä runkotilavuus-, tukki- ja käyttöpuutilavuusmalleja ja tukkivähennysmalleja. Vaihtoehtona yksittäisten puiden kehitysmalleille tarjotaan

myös metsikkömallit. Eri mallien käyttö eri tehtäviin pitää pystyä määrittelemään ja malleja vaihtamaan.

- Malleja on pystyttävä kalibroimaan joustavasti maantieteellisesti, esimerkiksi metsäkeskuskohtaisesti.

Huomioita

- Eri tietolähdevaihtoehdot (1.1–1.5) kattavat kaikki kuviotiedon muodostamisen nykyiset tarpeet. Uusia tietolähteitä voi kuitenkin tulla tulevaisuudessa.
- Vaihtelevat lähtötiedot vaativat tiedon tallennusmahdollisuuden erilaisissa muodoissa:
metsikkökuvio, ympyräkoeala, relaskooppikoeala, koepuu, lukupuu ja puusto-osite ja näiden tietojen helpon yhdistelyn järjestelmässä.

1.1 Tarkistusmittauskoealatiedoista

Kuvaus

Lähtötietojen tyyppistä aineistoa syntyy osakkailla tarkistusmittauksissa, metsäsuunnittelun laaduntarkkailun tuloksena ja erilaisissa tutkimushankkeissa. Tämä aineisto halutaan käyttää muiden tarkoitustensa ohella metsäsuunnittelun hyväksi eli kuviotietojen päivitykseen.

Lähtötiedot

Laskennan lähtötietoina ovat ympyräkoealakohtaiset perus- ja maapohjatiedot sekä luku- ja koepuittaiset mittaustiedot seuraavasti:

perus- ja maapohjatiedot

- kunnanumero
- kiinteistötunnus
- metsäsuunnitelmanumero
- kuvionumero
- kuvion pinta-ala
- inventointipäivämäärä
- koealan numero
- koealan sijainti x, y
- [koordinaateista mallitettuna korkeus merenpinnasta ja lämpösumma]
- koealan pinta-ala
- pääryhmä
- alaryhmä
- kasvupaikka
- maalaji
- kuivatustilanne
- kehitysluokka
- pääpuulaji

lukupuittaiset mittaustiedot

- osite
- jakso
- puulaji
- läpimitta
- [runkoluku ja keskipituus (+ minimi ja maksimi), jos ositteen keskiläpimitta < 5 cm]

- [suunta ja etäisyys koealan keskipisteestä]

koepuittaiset mittaustiedot

- pituus
- ikä, biologinen
- [elävän latvuksen alaraja]

Tulostiedot

Kuviokohtainen, puusto-ositteittainen (puulajeittainen) keski- ja summatunnustieto sisältäen:

- ikä, biologinen
- pohjapinta-alalla painotettu keskiläpimitta
- pohjapinta-alalla painotettu keskipituus
- runkoluku
- pohjapinta-ala
- kokonaistilavuus
- tukkipuun tilavuus
- kuitupuun tilavuus
- laskentajakson keskimääräinen vuotuinen kasvu
- kasvuennuste seuraavalle viisivuotiskaudelle
- [luotettavuusarvio kasvatuksen tuloksesta]
- [metsikön tilajärjestys]

Vaiheet

1. Koealan keskipisteen sijaintitiedon (x,y) avulla mallinnetaan koealan lämpösumma ja korkeus merenpinnasta ja näillä kalibroidaan puittaiset kasvumallit.
2. Lukupuut ja pituuskoepuut kasvatetaan nykyhetkeen puittaisilla kasvumalleilla. [Jos puiden sijainti on laskettavissa, käytetään spatiaalisia kasvumalleja.]
3. Lukupuille ennustetaan pituus puittaisilla ja puulajeittaisilla pituusmalleilla. Lukupuiden pituusestimaatteja kalibroidaan mitatuilla koepuupituuksilla. Kalibroitikertoimena käytetään mitatun ja mallilla ennustetun koepuupituuden suhdetta.
4. Lukupuille ennustetaan ikä, jota kalibroidaan koepuumittauksilla, kuten pituuden tapauksessa.
5. Kullekin puulle lasketaan pohjapinta-ala.
6. Koealalle lasketaan puulajeittain keskitunnukset eli pohjapinta-ala, pohjapinta-alalla painotettu keskiläpimitta ja pituus.
7. Puusto-ositteissa, joissa keskiläpimitta on alle viisi senttimetriä, keskipituus kasvatetaan nykyhetkeen ja ennustetaan pituusjakauma (normaalijakauma) keskipituuden ja runkoluvun avulla. Tuotetuille puille ennustetaan läpimitat.
8. Puittaiset tilavuudet ennustetaan pituuteen ja rinnankorkeusläpimittaan perustuvilla tilavuusyhtälöillä.
9. Tukkipuun ja kuitupuun osuus ennustetaan runkokäyräyhtälöillä ja tukkivähennysmalleilla. Elävän latvuksen alarajaa käytetään hyväksi, mikäli se on mitattu.
10. Koealoittain lasketaan puulajeittaiset hehtaarikohtaiset tilavuudet perustuen puiden edustamaan runkolukuun.
11. Kasvatusjaksolta lasketaan keskimääräinen vuotuinen hehtaarikohtainen tilavuuden kasvu erotusmenetelmällä. Jos laskentavuosi on inventointivuosi, kasvatusjakson kasvua ei voida määrittää.

12. Mikäli koealat, joiden sijainti on tiedossa, mitataan uudestaan, tilavuuden, läpimitan ja pituuden keskimääräinen vuotuinen kasvu määritetään erotusmenetelmällä.
13. Koealojen puulajeittaisista ikä-, läpimita-, pituus-, pohjapinta-ala- ja tilavuusestimaateista lasketaan keskiarvona koko kuvion puulajeittainen ikä, läpimita, pituus, pohjapinta-ala, hehtaarikohtainen kokonaistilavuus ja hehtaarikohtaiset puutavaralajitilavuudet. Kuviolta lasketaan myös keskitunnusten hajonta.
14. Kuvion kokonaistilavuus ja puutavaralajeittaiset tilavuudet puulajeittain saadaan kertomalla hehtaarikohtaiset tulokset kuvion pinta-alalla ja summaamalla puulajeittaiset tulokset.
15. Tuleva viisivuotiskauden kasvu ennustetaan puulajeittaisilla malleilla tai taulukoista.

Poikkeuksia

- Pituusmallin estimaatteja on voitava kalibroida koepuiden pituusmittauksilla.
- Ikäestimaatteja on voitava kalibroida koepuiden ikähavainnoilla.

Huomioita

Aineistoa syntyy tarkistusmittauksissa, metsäsuunnittelun laaduntarkkailun tuloksena, sekä erilaisissa tutkimushankkeissa. Vuosittain aineistoa kertyy kuitenkin varsin rajoitetusti.

Käyttötapaukseen on olemassa seuraavat erillisohjelmat:

- koko käyttötapaus: MELA, MetsäMitta, Motti-simulaattori

1.2 Relaskooppikoealatiedoista

Kuvaus

Metsikkökuvioilta mitataan maastossa vaihteleva määrä relaskooppikoealoja, joiden tiedoista lasketaan kuviokohtaiset tunnuksset. Tämä on tavallisin metsäsuunnitelma-aineiston keruutapa.

Lähtötiedot

Relaskooppikoealakohtaiset tiedot, jotka sisältävät kuvion perus- ja maapohjatiedot (kuten 1.1) sekä koealalta arvioidut puusto-ositteittaiset keskitunnukset seuraavasti:

- ikä, biologinen
- pohjapinta-ala
- hehtaarikohtainen runkoluku ja keskipituus, jos puuston pituus on alle 1,3 metriä
- pohjapinta-alalla painotettu keskiläpimita
- pohjapinta-alalla painotettu keskipituus
- [suunta ja etäisyys koealan keskipisteestä]

Tulostiedot

Kuviokohtainen, puusto-ositteittainen (puulajeittainen) keski- ja summatunnustieto sisältäen:

- ikä, biologinen
- pohjapinta-alalla painotettu keskiläpimita
- pohjapinta-alalla painotettu keskipituus
- runkoluku
- pohjapinta-ala
- kokonaistilavuus

- tukkipuun tilavuus
- kuitupuun tilavuus
- laskentajakson keskimääräinen vuotuinen kasvu
- kasvuennuste seuraavalle viisivuotiskaudelle
- luotettavuusarvio kasvatuksen tuloksesta
- [metsikön tilajärjestys]

Vaiheet

1. Koealan keskipisteen sijaintitiedon (x,y) avulla mallinnetaan koealan lämpösumma ja korkeus merenpinnasta ja näillä kalibroidaan puittaiset kasvumallit.
2. Puusto-ositteittainen keski-ikä päivitetään nykyhetkeen.
3. Puusto-ositteille, joiden keskipituus on alle 1,3 metriä, muodostetaan pituusjakaumat ja ennustetaan läpimitat.
4. Relaskooppikoealatiedoista lasketaan kuvion puusto-ositteittaiset keskiarvot ja keskitunnusten hajonnat.
5. Aineistosta on tämän jälkeen saatavissa jokaiselle puusto-ositteelle pohjapinta-ala ja pohjapinta-alalla painotettu keskiläpimitta, joiden avulla voidaan muodostaa kuvion puustosta ositteittaiset teoreettiset runkolukusarjat.
6. Runkolukusarjoista poimitaan kuvauspuut.
7. Kuvauspuiden pituudet ennustetaan malleilla.
8. Kuvauspuiden keskiläpimitta ja keskipituus kasvatetaan nykyhetkeen puittaisilla kasvumalleilla. Jos metsikön tilajärjestys on laskettavissa (relaskooppikoealojen puiden sijainti tunnetaan), se otetaan huomioon kasvun ennustamisessa.
9. Kuvauspuittaiset tilavuudet ennustetaan pituuteen ja rinnankorkeusläpimittaan perustuvilla tilavuusyhtälöillä. Tukkipuun ja kuitupuun osuus ennustetaan runkokäyräyhtälöillä ja tukkivähennysmalleilla.
10. Kuvauspuiden edustaman runkoluvun avulla johdetaan koko kuvion pohjapinta-ala, tilavuus ja puutavaralajitilavuudet.
11. Kasvatusjaksolta lasketaan keskimääräinen vuotuinen hehtaariohtainen tilavuuden kasvu erotusmenetelmällä.
12. Tuleva viisivuotiskauden kasvu ennustetaan puulajeittaisilla malleilla tai taulukoista.

Poikkeuksia

Mikäli koealat, joiden sijainti on tiedossa, mitataan uudestaan, pohjapinta-alan, tilavuuden, läpimitan ja pituuden keskimääräinen vuotuinen kasvu määritetään erotusmenetelmällä.

Huomioita

Suuri osa maastossa inventoidusta aineistosta perustuu tulevassa järjestelmässä tietokantaan tallennettuihin relaskooppikoealoihin, joilla on sijainti. Uutta aineistoa, jonka nykytilan laskenta etenee edellä kuvatulla tavalla, kertyy esimerkiksi Metsäkeskuksissa 800 000 hehtaaria vuodessa, mikä tarkoittaa noin 500 000 ajantasaistuslaskentaa.

Käyttötapaukseen on olemassa seuraavat erillisohjelmat:

- koko käyttötapaus: MELA, MetsäMitta, Motti-simulaattori

1.3 Metsikön keskitunnuksista (Solmu)

Kuvaus

Nykyiset tallennetut kuviotiedot ovat Solmu-muotoista tietoa, jonka perusteella kuviotiedot ajantasaistetaan.

Lähtötiedot

Laskennan lähtötietoina ovat kuvion perus- ja maapohjatiedot (kuten 1.1) ja puusto-ositteittain (puulajeittain) arvioidut seuraavat keskitunnukset:

- ikä, biologinen
- pohjapinta-ala
- pohjapinta-alalla painotettu keskiläpimitta
- pohjapinta-alalla painotettu keskipituus
- [hehtaarikohtainen runkoluku ja keskipituus, jos pituus on alle 1,3 m]

Tulostiedot

Kuviokohtainen, puusto-ositteittainen (puulajeittainen) keski- ja summatunnustieto sisältäen:

- ikä, biologinen
- pohjapinta-alalla painotettu keskiläpimitta
- pohjapinta-alalla painotettu keskipituus
- runkoluku
- pohjapinta-ala
- kokonaistilavuus
- tukkipuun tilavuus
- kuitupuun tilavuus
- laskentajakson keskimääräinen vuotuinen kasvu
- [kasvuennuste seuraavalle viisivuotiskaudelle]
- [luotettavuusarvio kasvatuksen tuloksesta]

Vaiheet

1. Aineistosta on saatavissa jokaiselle puusto-ositteelle pohjapinta-ala ja pohjapinta-alalla painotettu keskiläpimitta, joiden avulla voidaan muodostaa kuvion puustosta teoreettiset runkolukusarjat.
2. Runkolukusarjoista poimitaan kuvauspuut.
3. Kuvauspuiden pituudet ennustetaan malleilla.
4. Keskiläpimitta ja keskipituus kasvatetaan nykyhetkeen puittaisilla kasvumalleilla.
5. Kuvauspuittaiset tilavuudet ennustetaan pituuteen ja rinnankorkeusläpimittaan perustuvilla tilavuusyhtälöillä. Tukkipuun ja kuitupuun osuus ennustetaan runkokäyräyhtälöillä ja tukkivähennysmalleilla.
6. Kuvauspuiden edustaman runkoluvun avulla johdetaan koko kuvion pohjapinta-ala, tilavuus ja puutavaralajitilavuudet.
7. Laskentakaudelta lasketaan keskimääräinen vuotuinen hehtaarikohtainen tilavuuden kasvu.
8. Tuleva viisivuotiskauden kasvu ennustetaan puulajeittaisilla malleilla tai taulukoista.

Huomioita

Suuri osa vanhan suunnitteluaineiston päivityksestä perustuu tulevassa järjestelmässäkin pitkään kuvioittaisiin puusto-ositteittäisiin keskitunnuksiin. Kuviotiedon ajantasaistamista

edellä kuvatulla tavalla tehtäen vuodessa esimerkiksi metsäkeskuksissa noin 1500 000 hehtaaria, mikä tarkoittaa noin 1000 000 laskentaa.

Käyttötapaan on olemassa seuraavat erillisohjelmat:

- koko käyttötapaus: Motti-simulaattori, Monsu, MELA, MetsäMitta, SilvaGIS ja Tforest

1.4 Kuvatulkinta-aineistosta

Kuvaus

Nykyinen kaukokartoitustekniikka mahdollistaa puittaisen kuvatulkinnan esimerkiksi laserkeilain-aineistosta. Tätä aineistoa on pystyttävä käyttämään kuviotietojen lähtöaineistona.

Lähtötiedot

Kuvioittain (tai segmenteittäin) määritetyt puittaiset tunnuksset:

- latvuksen leveys
- puulaji
- puuston ikä (vanha inventointitieto kasvatettuna)
- puiden sijainti
- [keskipituus (vanha inventointitieto kasvatettuna tai laserkeilainaineisto)]

Tulostiedot

Kuviokohtainen, puusto-ositteittainen (puulajeittainen) keski- ja summatunnustieto sisältäen:

- ikä, biologinen
- pohjapinta-alalla painotettu keskiläpimitta
- pohjapinta-alalla painotettu keskipituus
- runkoluku
- pohjapinta-ala
- kokonaistilavuus
- tukkipuun tilavuus
- kuitupuun tilavuus
- laskentajakson keskimääräinen vuotuinen kasvu
- kasvuennuste seuraavalle viisivuotiskaudelle
- metsikön tilajärjestys

Vaiheet

1. Puittainen läpimitta estimoidaan puulajeittaisilla lokalisoiduilla malleilla, joissa selittävinä muuttujina voivat olla:
 - latvuksen leveys
 - latvuksen leveys ja puuston keskipituus
 - latvuksen leveys ja puuston ikä
 - latvuksen leveys, puuston keskipituus ja puuston keski-ikä
2. Puittainen pituus estimoidaan puulajeittaisilla, puittaisilla pituusmalleilla, joissa selittävinä muuttujana on puun läpimitta.
3. Läpimitta ja pituus kasvatetaan nykyhetkeen (tai laseraineiston mittaushetkeen) puittaisilla kasvumalleilla. Mikäli puiden sijainti on tiedossa, käytetään spatiaalisia kasvumalleja.
4. Metsikön keskipituus lasketaan puittaisista pituuksista.

5. Jos käytössä on laserkeilainaineistosta saatava keskipituusestimaatti, lasketaan jakauman antamaa keskipituutta vastaavan läpimitan ja laserkeilainaineiston keskipituusestimaattia vastaavan läpimitan suhde. Metsikön puittaisia läpimittoja kalibroidaan tällä suhteellisella korjauskertoimella eli jakaumaa siirretään vastaamaan luotettavaa keskipituusestimaattia.
6. Läpimittahavainnoille ennustetaan uusi pituus.
7. [Läpimitta ja pituus kasvatetaan nykyhetkeen puittaisilla kasvumalleilla, jos laserkeilainaineiston kuvausvuosi on eri kuin laskentavuosi.]
8. Puittaiset tilavuudet ennustetaan pituuteen ja rinnankorkeusläpimittaan perustuvilla tilavuusyhtälöillä.
9. Tukki- ja kuitupuun osuudet ennustetaan runkokäyräyhtälöillä ja tukkivähennysmalleilla.
10. Puittaisista läpimittahavainnoista ja tilavuusestimaateista yleistetään koko kuvion puulajeittainen pohjapinta-ala, kokonaistilavuus ja puutavaralajitilavuudet.
11. Kuvion keski-ikä saadaan vanhasta inventointitiedosta lisäämällä vuodet nykyhetkeen asti.
12. Metsikön puittaisista läpimitoista ja pituuksista lasketaan pohjapinta-alalla painotettu keskiläpimitta ja keskipituus

Poikkeuksia

- Laskennassa tulee voida valita läpimitan ennustamisessa käytettävä malli sen mukaan, mitä lähtötietoja on tapauskohtaisesti käytettävissä. Mallivalintaa ohjaa käyttäjä.
- Kaikkia käytettäviä malleja tulee voida kalibroida paikallisesti kerätyllä maastoreferenssiaineistolla joustavasti. Kalibrointi tehdään paikalliselle alueelle, mutta organisaation sisällä keskitetysti eli käytetään tietyllä kohdealueella samaa kalibrointitasoa.

Huomioita

Menetelmän käyttömäärä riippuu kuvatulkintamenetelmien käytön laajuudesta. Tämä on yksi menetelmä inventointi- ja päivitysmenetelmien joukossa. Jos menetelmä on numeeriseen tulkintaan perustuva, sitä voidaan käyttää laajemmin kuin visuaaliseen stereotulkintaan perustuvaa menetelmää. Jos menetelmää sovellettaisiin esimerkiksi 10–30 % vuotuisesta suunnittelupinta-alasta, se tarkoittaisi nykyisillä metsäkeskusten alueellisen metsävaratiedon keruun pinta-aloilla 100 000–300 000 hehtaaria vuodessa eli 66 000–200 000 laskentaa. Yritysten osalta käyttöalat voivat tulevaisuudessa olla huomattavasti suurempiakin riippuen laserkeilainaineiston hintakehityksestä.

Käyttötapaukseen on räätelöitävissä erillisohjelmia, (kuten Falcon Informaticsin Forest Inventory Tool tai Definiens AG:n eCognition tai TreeSpacen TreeSpace), jotka kukin suoriutuvat kuitenkin vain osasta laskentaketjun tehtävistä.

1.5 Toteutetut toimenpiteet simuloiden

Kuvaus

Kun metsikössä tehdään kasvatushakkuita tai hoitotoimenpiteitä, tarvitaan niiltä uudet kuviotiedot. Ajantasaistus voidaan toteuttaa mittaamalla uudestaan metsikkö käsittelyn jälkeen. Toinen vaihtoehto on simuloida käsittely harvennus- käsittelymallien tai poistuman avulla. Nykytilan simuloinnissa on otettava huomioon käsittelyajankohta, kasvu ennen käsittelyä ja sen jälkeen sekä käsittelyn seurauksena muuttuneet tunnusiedot (esimerkiksi keskiläpimitta alaharvennuksessa).

Lähtötiedot

Lähtötietoina toimivat mitkä tahansa kohtien 1.1.–1.4. lähtötietovaihtoehdot. Lisäksi tarvitaan:

- toteutetut hakkuu- ja hoitotoimenpiteet ja niiden ajankohdat kuvioittain
- harvennushakkuukuviolla hakkuukertymä, jos se poikkeaa suositusten mukaisesta kertymästä
- [absoluuttinen, paikkaan sidottu hakkuupoistuma korjuukoneen tiedoista]
- [tilajärjestys, mikäli lähtötiedot ovat luvun 1.4 mukaiset]

On huomioitava, että ajantasaistuksessa on jo toteutetut hakkuu- ja hoitotoimenpiteet otettu huomioon kuvioittaisissa puustotunnuksissa. Käyttötapaüksessa keskitytään siis vain uusimpien toimenpiteiden, joiden jälkeen tietojen ajantasaistusta ei ole tehty, vaikutuksiin puustotunnuksissa.

Tulostiedot

Ajantasaistettu kuviokohtainen, puusto-ositteittainen keski- ja summatunnustieto:

- ikä, biologinen
- pohjapinta-alalla painotettu keskiläpimitta
- pohjapinta-alalla painotettu keskipituus
- runkoluku
- pohjapinta-ala
- kokonaistilavuus
- tukkipuun tilavuus
- kuitupuun tilavuus
- [kasvuennuste seuraavalle viisivuotiskaudelle]

Vaiheet

1. Laskenta inventointihetkestä toimenpiteen suorittamishetkeen tapahtuu kuten luvuissa 1.1–1.4.
2. Toimenpidevuonna puustotunnuksista muodostetaan teoreettinen läpimittajakauma kuviotasolla, jolle simuloidaan tehty hakkuu- tai hoitotoimenpide. Toimenpide simuloidaan suositusten mukaisena tai annetulla voimakkuudella. Puittaisen kuvatulkinnan tuottamassa aineistossa toimenpiteen simulointi voidaan tehdä käyttäen empiiristä läpimittajakaumaa ja puiden sijaintia.
3. Simuloinnin jälkeisestä puustosta kasvatetaan uuden jakauman kuvauspuita nykyhetkeen, josta yleistetään kuviokohtaiset puustotunnukset. Menetelmät on kuvattu käyttötapaüksissa 1.2–1.4. Myös alkuperäinen koealatieto ja puittainen tieto tulee aina säilyttää.

Poikkeuksia

- Simuloinnin ajankohta tulee voida määrittää todellisen toimenpidehetken (vuoden) kohdalle.
- Toimenpiteen voimakkuutta tulee voida säätää joustavasti.

Huomioita

Laskentaketjua tarvitaan esimerkiksi VISU:n kaltaisissa työmalleissa. Alueesta riippuen työmallin soveltaminen voi vaihdella 10–30 % vuotuisesta suunnittelualueesta, joka metsäkeskusten osalta valtakunnan tasolla tarkoittaa 150 000–450 000 hehtaaria, eli 100 000–300 000 kuvion laskentaa. Yritysosakkailla ei ole kiinnostusta tämän käyttötapaüksen toteuttamiseen.

Käyttötapaukseen on olemassa seuraavat erillisohjelmat:

- koko käyttötapaus: MELA ja Motti-simulaattori
- osa käyttötapauksesta: Monsu

2 Kuvion kehitys- ja tase-ennuste

Kuvaus

Metsikkökuvion kehitystä ennustetaan kasvumallien ja erilaisten metsänhoito- ja hakkuusuunnitelmien mukaan. Tätä kutsutaan simuloinniksi. Sen jälkeen vaihtoehtoisia käsittelyketjuja vertaillaan niiden nykyarvon mukaan eli optimoidaan tuottoa. Ehdot täyttävää taloudellisesti järkevintä vaihtoehto esitetään valittavaksi.

Käyttäjä

Käyttäjänä on yleensä metsäsuunnittelija.

Lähtötiedot

Metsikön kehityksen ennustamisen lähtökohtana Solmu-muotoinen kuviotieto, joka sisältää seuraavat tiedot:

perus- ja maapohjatiedot

- kunnanumero
- kiinteistötunnus
- metsäsuunnitelmanumero
- kuvionumero
- kuvion alanumero
- kuvion pinta-ala
- inventointipäivämäärä
- pääryhmä
- alaryhmä
- kasvupaikkaluokka
- maalaji
- kuivatustilanne
- aika ojituksesta
- kehitysluokka
- metsikön laatu
- pääpuulaji
- kuvion saavutettavuus
- käyttörajoitus
- [metsikön tilajärjestys riippuen kuviotiedon muodostamisen menetelmästä]

puusto-osite

- puustojakso
- puulaji
- ikä, biologinen
- Pohjapinta-ala
- runkoluku
- keskiläpimitta
- keskipituus

puulajiosite

- puulaji
- puulajin osuus

- puulajin tukkiosuus

kuollut puusto

- kuolleen puun laatu
- puulaji
- keskiläpimitta
- tilavuus

hakkuut ja hoitotyöt

- energiapuun tilavuus
- maastossa mahdollisesti ehdotetut hakkuut ja hoitotoimenpiteet ja niiden kiireellisyys
- maastossa mahdollisesti määritetty erikoishakkuun kertymä
- puutavaralajien osuudet
- energiapuun tilavuus
- [päätehakkuun säästöpuiden keskiläpimitta]
- [päätehakkuun säästöpuiden kokonaistilavuus]
- [monimuotoisuus, monikäyttö ja muut erityispiirteet]

Kuviokohtaiset ajantasaiset keskitunnukset voidaan tuottaa mistä tahansa käyttötapauksissa 1.1–1.5 kuvatuista lähtöaineistoista. Lisäksi tarvitaan ajantasaiset tiedot puutavaralajeittaisista hinnoista sekä työlajien kustannuksista.

Tulostiedot

Laskennan tuloksena voidaan tarkastella hakkuutuloja ja puuston kehitystä vaihtoehtoisilla käsittelyketjuilla kuviokohtaisesti.

[Visualisointityökalulla voidaan havainnollistaa vaihtoehtoisia kuvion käsittelyketjuja.]

Vaiheet

1. Kasvatetaan malleilla kuvioittaiset lähtötiedot nykyhetkeen ja estimoidaan uudelleen tunnukset, joita ei kasvateta, kuten kokonaistilavuus ja puutavaralajeittaiset tilavuudet. [Jos tilajärjestys on tiedossa, niin se otetaan huomioon kasvun tasokorjauksella.]
2. Ajantasaistettuihin kuviotietoihin perustuen simuloidaan tarkasteltavalle metsikölle metsänhoitosuositukseen ja harvennuskalleihin perustuvia vaihtoehtoisia toimenpideketjuja.
3. Puuston kehitystä kuvioittain ennustetaan puittaisilla kasvumalleilla (perustuen teoreettiseen läpimittajakaumaan) ottamalla huomioon simuloidut hakkuu- ja hoitotoimenpiteet tiettyinä ajankohtina. Kehitystä ennustetaan 20 tai 30 vuotta eteenpäin.
4. Harvennukset tehdään pohjapinta-alaharvennuksena.
5. Lasketaan tarkasteltavan toimenpideketjun nettotulot diskontattuna nykyhetkeen ottaen huomioon toimenpiteiden aiheuttamien työlajien kustannukset. Kuvion omistamisen tai kasvattamisen kannattavuutta voidaan vertailla eri aikaperspektiiveissä huomioimalla vaihtoehtoisten toimenpideketjujen tulot ja menot eri ajanhetkillä. Näin saadaan kuviolle tase- ja odotusarvot.

Poikkeuksia

- Laskennan pohjana voidaan käyttää dynaamisia ja staattisia hintamalleja.
- Kuviokohtaiset työlajikustannukset voidaan laskea perustuen kuvion sijaintiin.
- Simulointi tulee voida tehdä absoluuttisena toteutusvuotena.
- Toimenpiteiden voimakkuutta ja ajankohtaa tulee voida säätää joustavasti.

- Työläjien kustannuslaskentaa varten tuotetaan paikkatietoanalyysin tarvittavat tiedot.

Huomioita

- Vaikka tässä käsitellään yhden kuvion hakkuu- ja hoitovaihtoehtoja, niin todellisuudessa käyttö on koko tilan tai omistajan kaikkien tilojen toimenpiteiden simulointia ja optimointia samassa tehtävässä. Tällöin kokonaisuuden optimiratkaisuun ei kaikilta kuvioilta valikoidu niille yksittäisinä kuvioina valittavat optimikäsitellyt.
- Hakkuiden ja metsänhoitotoimenpiteiden puutavaralajikertymässä tulee ottaa tukki- ja kuitupuun lisäksi huomioon myös energiapuun osuus.
- Kuviokohtaisia tarkasteluja voidaan käyttää neuvonnan apuvälineenä tai ne voidaan liittää metsänomistajien käyttämiin metsäsuunnittelun verkkopalveluihin.
- Neuvontakontakteja (henkilökohtainen ja ryhmäneuvonta) metsäkeskuksilla on vuosittain noin 50 000.
- Nettotuloja ja puustopääoman kehitystä eri vaihtoehtoisissa tulee voida tarkastella pylväsdiagrammeihin. Muitakin vaihtoehtolaskelmien havainnollistamismenetelmiä kaivataan.
- Metsikön tilaa tulee voida tarkastella visualisointi-työkaluilla lähtötilanteessa, tarkasteluajanjaksona joustavasti sekä tarkastelujakson lopussa.

Käyttötapaan on olemassa seuraavat erillisohjelmat:

- koko käyttötapa: Monsu
- osa käyttötapaan: Motti-simulaattori

3 Tilakohtaisen suunnitelman koostaminen

Kuvaus

Yksityismetsien puolella tilakohtainen metsäsuunnitelma on maanomistajille myytävä tuote. Suunnitelma on perinteisesti tehty kymmeneksi vuodeksi ja se on jaettu kahteen viisivuotiskauteen. Se sisältää tämänhetkiset puustotiedot, suositellut metsänhoitotoimenpiteet ja kasvatushakkuut sekä mahdolliset uudistushakkuukohteet. Tarve jatkuvasti ajantasaistettavaan digitaalisessa muodossa olevaan metsäsuunnitelmaan on kuitenkin olemassa.

Yritykset tekevät omista metsistään vastaavia, mutta usein suuremman alueen kerrallaan kattavia suunnitelmia, joita päivitetään yleensä vuosittain.

Käyttäjä

Käyttäjä on metsäsuunnittelija, tiimin esimies tai alueen metsäpäällikkö.

Lähtötiedot

Suunnitelmalaskennan lähtökohtana on ajantasainen tai ajantasaistettu Solmu-muotoinen kuviotieto, joka sisältää seuraavat tiedot:

perustiedot

- kunta
- kiinteistötunnus
- metsäsuunnitelmanumero
- kuvionumero
- kuvion pinta-ala
- inventointipäivämäärä

- pääryhmä
- alaryhmä
- kasvupaikkaluokka
- maalaji
- kuivatustilanne
- aika ojituksesta
- kehitysluokka
- metsikön laatu
- pääpuulaji
- kuvion saavutettavuus
- käyttörajoitus
- [metsikön tilajärjestys riippuen kuviotiedon muodostamisen menetelmästä]

puusto-osite

- puustojakso
- puulaji
- ikä, biologinen
- pohjapinta-ala
- runkoluku
- keskiläpimitta
- keskipituus

puulajiosite

- puulaji
- puulajin osuus
- puulajin tukkiosuus

kuollut puusto

- kuolleen puun laatu
- puulaji
- keskiläpimitta
- tilavuus

hakkuut ja hoitotyöt

- energiapuun tilavuus
- maastossa mahdollisesti ehdotetut hakkuu- ja hoitoehdotukset ja niiden kiireellisyydet
- maastossa mahdollisesti määritetty erikoishakkuun kertymä
- puutavaralajien osuudet
- energiapuun tilavuus
- [tehdyt toimenpiteet metsänkäyttöilmoituksista, metsänhoitoyhdistyksistä ja metsäyhtiöistä]
- [päätehakkuun säästöpuiden keskiläpimitta]
- [päätehakkuun säästöpuiden kokonaistilavuus]
- [monimuotoisuus, monikäyttö ja muut erityispiirteet]

Kuviokohtaiset ajantasaiset keskitunnukset on voitu tuottaa mistä tahansa luvuissa 1.1–1.5 kuvatusta lähtötilanteesta. Lisäksi laskennan käytössä on ajantasaiset tiedot puutavaralajeittaisista hinnoista sekä korjuun työlajien kustannuksista.

Tulostiedot

Laskennan tuloksista on tulostettavissa (tai esitettävissä verkossa) metsänomistajan tavoitteet huomioon ottaen metsänomistajalle suurimman hyödyn tuottava

metsäsuunnitelma, joka sisältää alueen hakkuusuunnitteen ja siihen liittyvät kuviokohtaiset kasvupaikka-, puusto-, monikäyttö-, ja luontoarvotekijät sekä suunnitelman mukaiset ehdotukset hakkuista ja metsänhoitotoista.

Lähtötiedoista laskettu kuvioiden puusto-ositteittainen (puulajeittainen) keski- ja summatunnustieto sisältää seuraavat tulostiedot:

- ikä, biologinen
- pohjapinta-alalla painotettu keskiläpimitta
- pohjapinta-alalla painotettu keskipituus
- runkoluku
- pohjapinta-ala
- kokonaistilavuus
- tukkiprosentti
- tukkipuun tilavuus
- kuitupuun tilavuus
- kuviokohtainen, keskimääräinen vuotuinen kasvu suunnittelukaudella
- kuviokohtainen puuston kehitysennuste
- energiapuun tilavuus
- lahoppuun määrä (keskiläpimitta ja tilavuus)
- säästöpuuston määrä (keskiläpimitta ja tilavuus)
- kuvioittain monimuotoisuus, monikäyttö ja muut erityispiirteet:
 - monikäyttöominaisuudet (marja, sieni, maisema, riista, mönkijä/kelkkaväylä)
 - avainbiotooppi- ja metsälakikohteiden tyyppi ja sijainti
 - metsäluonnon erityispiirteiden luonne ja sijainti kuviolla
- hakkuu- ja hoitoehdotukset, työläji ja kiireellisyys
- puuston arvo
- hakkuun brutto- ja nettotulot
- hakkuista riippumattomien metsänhoito- ja metsänparannustöiden kustannukset

Vaiheet

Toimenpiteiden simuloinnin osalta käytötapaus on vastaava edellä kuvatun kuvion kehitysennusteen kanssa.

1. Ajantasaistettuihin kuviotietoihin perustuen simuloidaan metsiköille, joilla ei ole käyttörajoituksia eikä maastoehdotuksia, metsänhoitosuosituksiin ja harvennusohjeisiin perustuvia vaihtoehtoisia toimenpideketjuja. Kuvioille on saatettu antaa käsittelyrajoituksia kuvion erityispiirteiden tai esimerkiksi paikkatietojärjestelmässä tehdyn maisema-analyysin perusteella. Tiedossa olevat toteutetut toimenpiteet otetaan huomioon toimenpide-ehdotusten simuloinnissa.
2. Puuston kehitystä kuvioittain ennustetaan puittaisilla kasvumalleilla (perustuen teoreettiseen läpimittajakaumaan) ottamalla huomioon käyttörajoitukset sekä maastossa ehdotetut ja simuloidut hakkuu- ja hoitotoimenpiteet. Kehitystä ennustetaan 10–20 vuotta eteenpäin riippuen tilakoosta ja suunnitelman tavoitteista.
3. Maastossa ehdottomiksi määräytyvät toimenpiteet simuloidaan sellaisenaan.
4. Harvennukset tehdään pohjapinta-alaharvennuksina.
5. Tilan käyttöön ja kehittämiseen perustuvien tavoitteiden mukainen kuvioittaisten hakkuu- ja hoitotoimenpiteiden ohjelma valitaan esimerkiksi lineaarisen tai heuristisen optimoinnin avulla. Lineaarinen optimointi tehdään niin kutsuttuna kokonaislukuoptimointina (eli kuvioita ei pilkota) ja optimoinnissa otetaan huomioon naapurikuvioiden toimenpiteet.
6. Optimoinnin pohjana voidaan käyttää dynaamisia ja staattisia hintamalleja.

7. Kuviokohtaiset työajikustannukset voidaan laskea perustuen kuvion sijaintiin.
8. Aina tehdään metsänomistajan tai suunnittelijan määrittelemien tavoitteiden mukainen optimointitehtävä (esimerkiksi tietty hakkuutulojen määrä 1. 10-vuotiskaudella). Automaattisina optimointitehtävinä tehdään lisäksi:
9. Tasoita nettotulot 10-vuotiskausittain
10. Maksimoi suunnitelmakauden nettotulot
11. Puuston kehitysennusteet tärkeimmille summatunnuksille (kokonaistilavuus, puulajeittaiset ja puutavaralajeittaiset tilavuudet) lasketaan tilatasolla 20 vuodeksi ja kuviotasolla 10 vuodeksi.
12. Suunnittelulaskelmavaihtoehtojen tuloksia voidaan tarkastella eri kuvaajista.
13. Toimenpide-ehdotukset hyväksytään kuvioittain ja suunnitelma valmistetaan.

Poikkeuksia

- Maastoehdotukset ja käyttörajoitukset on voitava antaa ehdottomina ja ne huomioidaan tulevien toimenpiteiden simuloinnissa.
- Ehdotettujen toimenpiteiden simuloinnissa on otettava huomioon maastossa määritetty säästöpuiden määrä.
- Vapaan simuloinnin aloittamisajankohtaa tulee voida muuttaa joustavasti ja kuviokohtaisesti.
- Toimenpiteiden simulointiin vaikuttavien parametrien arvoja (harvennusmallit, maksimipoistuma, sallitut toimenpiteet...) on voitava muuttaa joustavasti.
- Laskentajaksoa on voitava muuttaa joustavasti.
- Käytettäviä kasvumalleja on voitava kalibroida paikallisesti.
- Optimointitehtävä voidaan myös muotoilla joustavasti suunnittelutilanteessa.
- Työlajien kustannuslaskentaa varten tuotetaan paikkatietoanalyysin tarvittavat tiedot.

Vaihtoehtolaskelmien havainnollistamistarpeet ja -menetelmät

- nettotulot ja kustannukset eri suunnitelmavaihtoehtoissa
- teemakartat (toimenpiteet ja ikäluokat)
- histogrammit (ikäluokkajakauma, kehitysluokkajakauma, pääpuulajit ja tilavuudet)
- [maisemavisualisointi]
 - Visualisointityökalun tehokas käyttö edellyttää sen liittämistä suunnittelutyökaluihin kuten kasvumalleihin, toimenpidesimulaattoriin ja paikkatietoon.
 - Visualisointi helpottaa erityisesti ei-asiantuntijoiden osallistumista suunnitteluun.
 - Visualisointityökalu voitaisiin toteuttaa verkkometsäsuunnitelman yhteyteen lisäpalveluna.
 - Visualisointi toteutetaan kiinteistä tai staattisista katselupisteistä.
 - Visualisoinnin lähtökohtana metsäsuunnitelma, jota oletetaan noudatettavan.
 - Jos kuviokohtainen tilajärjestys on tiedossa, sitä voidaan käyttää metsikön visualisoinnissa.
 - Visualisointiajankohdat, esimerkiksi nykyhetki, + 5 vuotta ja + 10 vuotta.
 - Metsänomistajan versio ja ammattilaisten suurempien alueiden maisemasuunnitteluversio.
 - Visualisointiin olemassa olevat ohjelmistot: Ecomodeller, Forsi ja Monsu

Huomioita

Tilakohtaisia metsäsuunnitelmia tehdään vuosittain esimerkiksi metsäkeskuksissa 10 000–12 000 kappaletta.

Käyttötapaukseen on olemassa seuraavat erillisohjelmat:

- koko käyttötapaus: MELA
- osa käyttötapauksesta: MONSU, Tforest, SilvaGIS

4 Metsän arvon määrittäminen

Kuvaus

Metsänarvon määrittämisen kuvauksessa lähdetään oletuksesta, että se toteutetaan laskennallisesti summa-arvomenetelmällä. Summa-arvomenetelmällä saatua metsänarvon estimaattia verrataan toteutuneisiin aitoihin tilakauppoihin (Maanmittauslaitoksen tilastot, mahdolliset metsäkeskusten ja yritysten omat tilastot) käyvän hinnan määrittämiseksi. Tulevaisuudessa pitää olla mahdollista soveltaa monipuolisesti myös kauppaa-arvomenetelmää tai tarjolla olevia hintamalleja.

Käyttäjä

Käyttäjä on tila-arvion tekijä tai osto- tai myyntiaikeissa oleva kauppaneuvottelija.

Lähtötiedot

Laskennan käytössä on oltava summa-arvomenetelmää varten alueittain (metsäkeskuksittain) laaditut aputaulukot maan arvosta, taimikon arvosta, odotusarvokertoimista ja -lisistä. Varsinaisina lähtötietoina on oltava tuoreet (alle 3 vuotta) kuvioittaiset metsävaratiedot ja niistä lasketut kehitysennusteet, eli käytännössä tilakohtainen suunnitelma tai ainakin seuraavat kuvioittaiset tunnuksat:

yleistiedot

- metsäkeskus
- lämpösumma
- kunta/maakunta
- tilan koko
- kuvioiden pinta-alat

maapohjatiedot

- pääryhmä
- alaryhmä
- maalaji
- kasvupaikka
- lisämääre

taimikot

- puulaji
- ikä, biologinen
- pituus

muut kehitysluokat

- puulaji
- ikä, biologinen
- keskiläpimitta
- keskipituus
- pohjapinta-ala tai runkoluku
- puulajeittainen ja puusto-ositteittainen kokonaistilavuus
- hakkuu- ja hoitoehdotukset ja niiden ajankohdat
- heti hakattavissa oleva puusto ja sen markkina-arvo

kokonaisarvonkorjaustekijän määrittämistä varten tarvittavat lähtötiedot

- kasvupaikkajakauma
- kehitysluokkajakauma
- hakkuiden rajoitukset, kuten METE-kohteet
- hoitorästit
- puulajeittaiset kiertoajat
- energiapuun hakkuukertymä ja sen arvo
- vuotuiset hallintokulut: verot, vakuutukset ja metsänhoitomaksut
- metsiköiden laatu: poikkeamat mallisarjoista

erillisarvot

- metsäautotiestö, km/ha
- rantaviiva, m/ha
- purot ja joet, m/ha
- soranottoalueet, ha/ha tai m³/ha

Tulostiedot

Tuloksena saadaan euromääräinen arvio metsäkiinteistön arvosta.

Vaiheet

1. Kuvioittain määritetään maan arvo ja puuston arvo käyttäen hyväksi kuviotietoja ja aputaulukoita.
2. Tilan kokonaisarvo saadaan omaisuusosien erillisarvojen summana.
3. Kokonaisarvon korjausta varten on voitava laskea vuotuisina hallintokustannuksina vähennettävä euromääräinen summa pääomituskerroimen avulla.
4. Kokonaisarvon korjauksen suuruuteen vaikuttavia muita tekijöitä ovat:
 - metsänhoitorästit
 - puuston huono laatu
 - puuntuotantoa alentavat maapohjatekijät (soistuneisuus, kivisyys)
 - odotusarvoina määritettyjen puustojen määrä (taimikot)
 - kitu- ja joutomaiden sekä karujen kasvupaikkojen osuus
 - tilakoko
 - kiinteistörasitteet (kiinnitykset, käyttöoikeuksien rajoitukset)
 - suuret hakkuumahdollisuudet
 - erikoisarvot (esimerkiksi ranta- ja tonttiarvo)
 - erityisoikeudet (esimerkiksi oikeus vesialueisiin)
 - erityislisät (esimerkiksi metsäautotiet)
5. Kokonaisarvon korjaustekijä arvioidaan aluksi subjektiivisesti perustuen korjauksen suuruuteen vaikuttaviin tekijöihin.
6. Metsäkeskukset keräävät tehdyistä arvioista (ja mahdollisesti toteutuneista kauppahinnoista) omaa alueellista rekisteriä, joista selviää puustonarvon lisäksi kaupan taustatietoja, kuten kauppatyyppi ja korjaukseen vaikuttavat tekijät. Näiden tietojen avulla on mahdollista tehdä paikallinen malli kokonaiskorjaustekijälle tai hintamalli.
7. Tilan summa-arvo on maan ja puuston laskennallinen kokonaisarvo vähennettynä kokonaisarvon korjauksella ja kasvatettuna erillisarvoilla.
8. Laskentajärjestelmästä voidaan tehdä vertailuja tehtyihin tilakauppoihin (Maanmittauslaitoksen kiinteistöjen kauppahintarekisteri tai Metinfon tilastot) ja erilaisiin hintamalleihin, jotta voidaan varmistua summa-arvomenetelmällä määritetyn tilan arvon oikeellisuudesta markkinatilanteessa.

Poikkeuksia

Tila-arvion suorittajan tulee voida joustavasti muuttaa seuraavia laskentaan vaikuttavia tunnuslukuja ja tarkastella tehtyjen muutosten vaikutusta koko tilan arvonmääritykseen.

- kantohinnat
- yksikkökustannukset
- laskentakorko
- kokonaisarvon korjauskerroin
- puulajeittaiset kiertoajat

Huomioita

Metsäkeskukset ovat tehneet tila-arvioita vuosittain noin 1500–3000 kpl. Tulevaisuudessa näiden määrä lisääntyvien tilakauppojen myötä kasvaa arviolta noin 5000 kappaleeseen vuodessa. Kaikkiaan tila-arvioita tehdään vuosittain 10 000–20 000 kpl.

Käyttötapaukseen on olemassa seuraavat erillisohjelmat:

- koko käyttötapaus: MELA, Monsu, Tforest ja Win-tila-arvio

4.1 IFRS-/IAS-tasearvon määrittäminen metsälle

Kuvaus

Tuotetaan lähtötiedot puuston (poislukien alle 4-vuotiaat taimikot) IFRS/IAS-standardin mukaiseen käyvän arvon laskentaan. Käyttötapaus on tietynlainen metsäsuunnitelmasimuloinnin erikoistapaus, jossa toimenpiteet ennustetaan tarkkojen sääntöjen mukaan eikä tavoitteenasettelua tai optimointia tehdä ollenkaan. Kuvaus on tehty UPM Metsän tilanteen (olemassa olevat järjestelmän osat) mukaan.

Käyttäjä

Yritysten metsäosasto tai kirjanpito toiminto.

Lähtötiedot

- kuvioiden kasvupaikka- ja puustotiedot (tai edustava otos niistä)
- taimikonhoitokustannus metsäkeskuksittain
- puutavaralajien kantohinnat metsäkeskuksittain ja niiden kehitysennusteet
- kertymävaraus (%), joka vähennetään kaikista hakkuukertymistä, koska kaikkia metsänkäytön rajoituksia ei kyetä ottamaan huomioon muutoin
- uudistamishakkuissa jätettävien säästöpuiden määrä, m³/ha
- harvennusmallit, uudistamisikäkriteerit, metsänkasvatusohjeet

Tulostiedot

Kullekin aineistossa olevalle metsikkökuvioille simuloidaan voimassaolevien metsänhoito-ohjeiden ja harvennus- sekä uudistusohjeiden mukainen kehitys:

- tapahtumat uudistushakkuuseen asti: taimikonhoidot, harvennushakkuut ajoituksineen ja puutavaralajeittaisine kertymätietoineen, päätehakkuu ajoituksineen ja puutavaralajeittaisine kertymätietoineen
- tapahtumien kustannukset ja tulot, erikseen kustakin tapahtumasta
- tämä tulostetaan tiedostoon, jota erillinen, jo valmis IAS-laskentaohjelma käyttää lähtötietona

Vaiheet

1. Luetaan kuviotiedot yhtiön metsäjärjestelmästä (otos tietyin ehdoin, otoksen ottoa varten on jo olemassa ohjelma).

2. Simuloidaan kullekin kuviolle kehitys uudistushakkuuseen asti annettujen simulointiohjeiden mukaisesti.
3. Lasketaan kunkin tapahtuman kustannukset (taimikonhoitokustannus) tai tulot (kantorahatulot hakkuista)
4. Tulostetaan simuloinnin tapahtumatiedot tiedostoon.

Huomioita

- Simulointia pitää ohjata niin, että noudatetaan kunkin yhtiön omia harvennusmalleja uudistamisikäkriteerejä ja muita metsänkasvatusohjeita.
- Jokaiselle kuviolle tuotetaan vain yksi kehitysvaihtoehto.
- Simulointi päättyy uudistushakkuuseen, joka on aina avohakkuu. Uudistamista ei simuloida.
- Kun SIMO-hanke tuottaa monipuoliset simulointimallit ja -työkalut sen mukaisesti, mitä on kaavailtu, tämä sovellus voidaan helposti muokata niiden pohjalta. Lähinnä tässä on kysymys simuloinnin pakotetusta ohjauksesta IFRS/IAS-sääntöjen mukaan sekä tarvittavien simulointitapahtumatietojen tulostuksesta tietyssä muodossa.

5 Aluetason summatunnusten laskenta

Kuvaus

Erilaisia suunnittelu- ja työnohjausmenetelmiä varten tarvitaan mielivaltaisesti rajattujen alueiden summatunnuksia kaikista maastotiedoista, puuston kehitysennusteista, toteutetuista ja suunnitelluista toimenpiteistä tai ylipäätään mistään järjestelmän tiedoista. Käyttötapaus on lähellä paikkatietoanalyseja tai tietokantahakuja, eikä näin ollen ole metsäsuunnittelujärjestelmän ydintä.

Käyttäjät

Metsäsuunnittelijat ja eri tason johtajat, jotka tarvitsevat yhteenvetotietoja esimerkiksi puustosta tai toimenpiteistä.

Lähtötiedot

Aluetason summatunnusten laskennan lähtökohtana on ajantasainen tai ajantasaistettu Solmu-muotoinen kuviotieto. Esimerkiksi metsätalouden alueellisten tavoiteohjelmien koostamista tarvitaan Kemera-kannasta lisäksi tieto seuraavista toteutetuista toimenpiteistä:

- metsänuudistaminen ja viljelykohteet
- kulutus
- nuoren metsän hoitotyöt
- energiapuun korjuu
- metsänterveyslannoitukset
- kunnostusojitukset
- kunnostusojituksen laadunvarmennus
- metsäteiden rakentaminen ja perusparannus
- juurikäävän torjunta

muualta lisäksi:

- hirvituhoalat ja maksetut hirvivahinkokorvaukset
- ympäristötukikohteet elinympäristöittäin

Tulostiedot

- kasvupaikat: pääryhmät, alaryhmät
- puustotiedot ikä- ja kehitysluokittain ja puulajeittain
- maalajijakauma
- metsämaan puustopinta-alat pääpuulajeittain
- turvemaan puustopinta-alat pääpuulajeittain
- hakkuutapojen ehdotetut pinta-alat ja puutavaralajikertymät (m³, €) kiireellisyyksittäin
- muokkausmenetelmien ehdotetut pinta-alat
- hakkuut ja muokkausmenetelmät maalajeittain (ehdotetut)
- hakkuista riippumattomat metsänhoitotyöt lajeittain, pinta-aloittain, kustannuksittain, kiireellisyyksittäin (ehdotetut)
- hakkuista aiheutuvat metsänhoitotyöt lajeittain, pinta-aloittain, kustannuksittain (ehdotetut)
- metsänparannushankkeet lajeittain, pinta-aloittain, kustannuksittain (suunnitellut)
- METE-kohteet: lajit ja pinta-alat
- KEMERA-kohteet: pinta-alat, kustannukset työlajeittain (toteutuneet)
- maksetut hirvihuolat ja ympäristötukikohteet elinympäristöittäin (toteutuneet)
- varttuneet lehtipuuvaltaiset metsät (> 60-vuotiaat)
- lahopuun määrä
- luonnontilaiset korvet
- alueellisen metsäsuunnittelun määrä
- tilakohtaisen metsäsuunnittelun määrä

Vaiheet

1. Laskennassa tehdään tietokantaan ohjauksen mukaisia hakuja. Varsinaista laskentaa aluetason tarkastelut eivät sisällä. Jos aluesuunnitelmätieto on vanhaa tai tuoreen aluesuunnittelutiedon kattavuus on heikko, aluetason tarkastelun vaatimat tiedot puuvarannosta suuraluetasolla voidaan tuottaa myös VMI-tiedoista kahden vuoden välein (Metlan laskennat ja tilastot).
2. Laskentajärjestelmässä tulee olla otantatyökalu, jolla voidaan valita kuvioita laskentajärjestelmälle siten, että otoksen puuston kehitystä ennustamalla voidaan laskea tilastollisesti luotettavia ennusteita suuralueelle.

Poikkeuksia

Aluetason summatunnuslistaukset on voitava tehdä mille tahansa mielivaltaisesti rajatulle alueelle ja valitulle joukolle summatunnuksia. Tarkastelualue voi olla esimerkiksi kunta, suunnittelualue, tiimin toiminta-alue tai paikkatietoanalyysillä tuotettu valuma-alue tai reviiri. Tarkasteluajanjakso on voitava valita vapaasti. Toimenpiteistä sekä toteutetut että suunnitellut tai ehdotetut toimenpiteet pitää voida esittää yhdessä tai erikseen (vuosivertailu edellisen toteutuneen ja tulevan suunnittelun välillä).

Huomioita

Aluetason tarkasteluja tehdään tyypillisesti eri tarkoituksiin kerran vuodessa tai useammin.

Käyttötapaukseen on olemassa seuraavat erillisohjelmat:

- koko käyttötapaus: MELA
- osa käyttötapauksesta: SQL-kysely työkalut, Melaexin

Vaihtoehtolaskelmien havainnollistamistarpeet ja -menetelmät

- histogrammit, muu grafiikka, teemakartat ja taulukot