



■ Ismo Nousiainen



■ Liisa Tahvanainen



■ Liisa Tyrväinen

Ismo Nousiainen, Liisa Tahvanainen ja Liisa Tyrväinen

## Visuaalinen maisema monitavoitteisessa metsäsuunnittelussa

**Nousiainen, I., Tahvanainen, L. & Tyrväinen, L.** 1999. Visuaalinen maisema monitavoitteisessa metsäsuunnittelussa. *Metsätieteen aikakauskirja* 3/1999: 505–522.

Katsauksessa tarkastellaan mahdollisuuksia ottaa visuaalinen maisema huomioon monitavoitteisessa metsäsuunnittelussa. Erityisesti tarkastellaan tietokoneiden avulla numeerisessa muodossa tapahtuvaa metsäsuunnittelua alueella, jonka suunnittelussa ei ole mahdollista käyttää työvoimavaltaista ja erityisasiantuntemusta vaativaa kuvailevaa maisemasuunnittelua. Katsauksessa tarkastellaan suunnittelua tukevaa nykyistä tutkimustietoa ja käytössä olevia menetelmiä sekä niiden etuja, puutteita ja kehittämistarpeita. Tiedot eri intressiryhmien maisema-arvostuksista ovat suunnittelun tärkeä perusta. Maiseman tarkastelussa käytettäviä menetelmiä ovat visualisointi, maisema-arvoa kuvaavat mallit ja maisemarakenteen analysointi. Suunnitelmavaihtoehtojen tuottamien hyötyjen arviointi on yksi mahdollisuus yhteismitallistaa numeerista ja visuaalista tietoa. Maiseman tarkastelussa käytettävät välineet antavat aiempaa enemmän tietoa ratkaisujen tueksi. Visuaalisen maiseman liittäminen kiinteämmäksi osaksi suunnittelua vaatii etenkin maiseman rakenteen analysoinnin kehittämistä. Visualisointi on puolestaan keskeinen menetelmä osallistavan suunnittelun kehittämisessä. Lisäksi tarvitaan lisää tietoa maisema-arvostuksista erilaisissa olosuhteissa.

Asiasanat: maisema-arvostukset, maisemasuunnittelu, metsien monikäyttö, osallistava suunnittelu, visualisointi

Yhteystiedot: Joensuun yliopisto, Metsätieteellinen tiedekunta, PL 111, 80101 Joensuu. Puhelin (013) 251 111, sähköposti ismo.nousiainen@forest.joensuu.fi

Hyväksytty 19.5.1999

# 1 Maiseman huomioon ottavan metsäsuunnittelun tarve

Metsätalouden toimintaympäristö on muuttunut nopeasti ympäristötietoisuuden lisääntymisen myötä. Ympäristöarvot vaikuttavat yhteiskuntaan yhä laajemmin ja niistä on tullut taloudellista toimintaa monella tapaa ohjaava tekijä. Toisaalta metsien taloudellinen merkitys kasvaa maatalouden supistamistarpeen ja heikkenevien taloudellisten edellytysten vuoksi (esim. Huovinen ja Huttunen 1996). Asiantuntijat pitävätkin ympäristötietoisien maa- ja metsätalouden kehittämistä tärkeänä ja maiseman- ja ympäristönhoitoa maaseudun kehittämisen kiinteänä osana (Luostarinen ja Olin 1995). Maaseudun ympäristön laatuun kohdistuvat kasvavat odotukset voivat olla myös tulevaisuuden maaseudun hyvinvointiin laajasti vaikuttava tekijä.

Visuaalisen maiseman laatu on tärkeimpiä ympäristön laadun ja tilan ilmaisijoita. Sen merkitystä korostaa, että jokainen maiseman näkijä voi arvioida sen laatua, eikä arviointi vaadi erityistä asiantuntemusta. Maisema vaikuttaa suuresti ympäristön viihtyisyyteen ja ihmisten hyvinvointiin (Aura ym. 1997). Laadukas maisema voi tuottaa myös suoraa taloudellista hyötyä esimerkiksi asuin- ja vapaa-ajankiinteistöjen arvona (Garrod ja Willis 1992, Tyrväinen 1997). Sen merkitys on kasvanut kaupungistumisen ja metsien virkistyskäytön lisääntymisen sekä matkailun laajenemisen myötä. Maisema on esimerkiksi virkistys- ja ulkoilualueiden sekä matkailun keskeinen vetovoimatekijä (Eskelinen 1979, Pearce 1982, Katila 1987, Brown ym. 1990, Sievänen 1992, Bostedt ja Mattsson 1995, Silvenoinen ym. 1997).

Maiseman tärkeän merkityksen tulisi näkyä myös metsien käytössä, jonka voimakkaimmat vaikutukset syntyvät avohakkuista ja peltojen metsityksistä. Etenkin avohakkuut ovat keskeisiä muutoksen aiheuttajia, koska muutokset voivat olla nopeita ja laajoja. Maiseman muutoksen kautta syntyy osaltaan kuva maankäytön tavasta ja tehokkuudesta, mikä vaikuttaa myös suhtautumiseen maaseutua ja sen elinkeinoja kohtaan. Metsätalouden jälkiin maisemassa voidaan vaikuttaa ottamalla maisema hu-

mioon toimenpiteitä, niiden sijaintia ja ajoitusta suunniteltaessa.

Metsien käytön suunnittelun tavoitteena on metsien hoidosta ja käytöstä syntyvän hyödyn lisääminen etsimällä osallistujien tavoitteet parhaiten toteuttava toimintaohjelma. Yksityismetsien suunnittelu on perustunut pitkälti suunnittelijan maastossa tekemiin toimenpide-ehdotuksiin, mutta uudet tarpeet vaativat aiempaa monipuolisempaa tarkastelua. Metsäsuunnittelu on siirtynyt kohti moniarvoista ja -tavoitteista, ekologisesti, taloudellisesti ja sosiaalisesti kestäväää suunnittelua (Metsätalous ja ympäristö 1994, Kangas 1995). Yksi sosiaalisen kestävyuden edellytyksistä on, että maiseman laatu otetaan huomioon metsätalouden suunnittelussa ja toteutuksessa. Lisäksi sosiaalinen kestävyys sisältää ajatuksen myös muiden osallisten kuulemisesta esimerkiksi osallistavan suunnittelun kautta.

Maisema voidaan määritellä geomorfologisen, ekologisen ja kulttuurihistoriallisen kehityksen muokkaamaksi ympäristökokonaisuudeksi (Hustich 1982, Rautamäki 1982). Tässä artikkelissa maisemaa tarkastellaan visuaalisena elementtinä. Visuaalinen tarkastelu on perusteltua, koska ympäristöä havainnoidaan pääasiassa näköaistilla (Zube ym. 1982).

Katsauksessa tarkastellaan mahdollisuuksia ottaa visuaalinen maisema huomioon metsien monitavoitteisessa suunnittelussa. Erityisesti tarkastellaan tietokoneiden avulla numeerisessa muodossa tapahtuvaa metsäsuunnittelua alueella, jonka suunnittelussa ei ole mahdollista käyttää työvoimavaltaista ja erityisasiantuntemusta vaativaa kuvailevaa maisemasuunnittelua. Artikkelissa esitellään keskeinen suunnittelua tukeva nykyinen tutkimustieto ja arvioidaan nykyisin käytössä olevien menetelmien etuja, puutteita ja kehittämistarpeita. Suunnittelun toteutusta tarkastellaan lähestymistavalla, joka perustuu suunnitelmavaihtoehtojen tuottamien hyötyjen arviointiin. Menetelmää on tutkittu ja kehitetty Suomessa juuri monitavoitteisen suunnittelun yhteydessä. Se tarjoaa mahdollisuuden arvioida samaan aikaan muuten vaikeasti yhteismitallistettavaa numeerista ja visuaalista tietoa.

## 2 Maisema tarkastelun kohteena

### 2.1 Maiseman ominaispiirteet

Maisema on visuaalinen kokonaisuus, mutta suunnittelua varten maisemasta täytyy erottaa erilaisia tarkastelutasoja ja mittakaavoja. Suunnittelun kannalta keskeistä on maiseman jako lähi- ja kaukomaisemaan. Lähimaisemalla tarkoitetaan havainnoijasta noin 200 metrin etäisyydellä olevaa maisemaa (Granö 1930, Higuchi 1988). Lähimaisema nähdään kolmiulotteisesti ja maiseman yksittäiset elementit ovat erotettavissa. Etenkin suunnittelussa lähimaisemalla ymmärretään myös yksittäisen metsikön sisäistä maisemaa. Kaukomaisema on lähimaisemaa kauempana oleva, kaksiulotteisena nähtävä maiseman osa, jossa maiseman yksityiskohdat esiintyvät kokonaisuuden osina. Lähimaisemassa puuston ja muun kasvillisuuden merkitys on maisemalle tärkeä. Kaukomaisemassa keskeisiä ovat maiseman elementtien muoto ja mittakaava sekä maiseman vaihtelevuus (Lucas 1991). Kaukomaiseman ilme syntyy maaston muodoista, vesistöistä ja kasvillisuudesta. Metsäalueen maisemaksi voidaan määrittellä alueen lähi- ja kaukomaisemista muodostuva kokonaisuus.

Metsät luovat maisematiloja rajaamalla näkymiä. Lisäksi metsät muodostavat kontrastia maiseman kulttuurielementeille. Metsänreunojen merkitys maiseman vaihtelun ja monimuotoisuuden lisääjänä onkin tärkeä (Shafer ja Brush 1977, Rihtniemi 1995). Varsin tasaisessa suomalaisessa maastossa metsien asema lähimaisemana ja vertikaalisena elementtinä korostuu. Lisäksi vuodenaikojen mukaan vaihtuvat värit lisäävät metsän visuaalista merkitystä (Kaikko 1945).

Muutos on ekologisille prosesseille ja maisemalle luonteenomainen piirre. Maankäytön aiheuttamat muutokset poikkeavat usein nopeutensa, laajuutensa ja voimakkuutensa vuoksi luonnollisista muutoksista ja kiinnittävät siten havainnoijan huomion. Pienikin fyysinen muutos voi aiheuttaa suuren visuaalisen muutoksen, kuten peltojen metsitys teiden läheisyydessä tai tien ja järven välisen metsän hakaaminen. Toisaalta myös havainnoijan liikkuminen vaikuttaa maiseman näkemiseen.

### 2.2 Maisema-arvostukset

Maisema-arvostukset kertovat maisemia koskevista mielipiteistä ja ovat keskeistä metsäsuunnittelussa tarvittavaa tietoa. Metsikön lähimaisema on ollut maisema-arvostusten selvittämisen tärkeä kohde (esim. Daniel ja Boster 1976, Savolainen ja Kellomäki 1981, Zube ym. 1982, Vodak ym. 1985, Pukkala ym. 1988, Rudis ym. 1988, Karjalainen 1995). Arviointi on usein perustunut valokuviin, joskin myös muita menetelmiä kuten maasto-arviointeja ja tietokonegrafiikkaa on käytetty (esim. Savolainen ja Kellomäki 1981, Pukkala ym. 1988). Valokuvista arviointi soveltuukin hyvin lähimaisemien arviointiin (Daniel ja Boster 1976, Shuttleworth 1980, Savolainen ja Kellomäki 1981, Hultman 1983a).

Yleensä lähimaisemiltaan kauneimmiksi on koettu hoidetun näköiset (kuitenkin ilman hoidon merkkejä olevat), järeät ja monilajiset metsät (Savolainen ja Kellomäki 1981, Vodak ym. 1985, Pukkala ym. 1988). Näkymäsyvyyden lisääntyminen kasvattaa maisema-arvoa (Rudis ym. 1988). Maisema-arvoa laskevat usein tiheät pensaikot sekä pienet puut (esim. Savolainen ja Kellomäki 1981). Lahoihin puihin on suhtauduttu vaihtelevasti (Brown ja Daniel 1984, Vodak ym. 1986). Suomen pääpuulajeista koivua pidetään miellyttävimpänä, ja mäntyä kuusta miellyttävämpänä (esim. Pukkala ym. 1988). Myös metsänkäsittelyn jäljet (hakkuutäteet, kannot) koetaan yleensä maisema-arvoa vähentäväksi, mutta toisaalta aukkojakaan ei välttämättä pidetä rumina (Benson ja Ullrich 1981, Savolainen ja Kellomäki 1981, Vodak ym. 1985, Brown ja Daniel 1986, Ribe 1989, Jensen 1993, Karjalainen 1995). Kulkukelpoisuus voikin liittyä läheisesti maisema-arvoon (Lindhagen 1996). Avohakkuut vaikuttavat lähimaiseman lisäksi kaukomaisemaan, kun taas harvennusten vaikutukset näkyvät enimmäkseen lähimaisemassa. Metsänhoito nopeuttaa monien arvostettujen maisemaominaisuuksien syntyä, mutta käsittelyn jäljet ovat ongelma. Lähimaiseman kannalta parhaita voisivat olla melko voimakkaat, harvoin toistuvat toimenpiteet.

Metsikkökuvioiden välisen vaihtelevuuden merkitystä maisema-arvolle on selvitetty melko vähän, vaikka todellisuudessa lähimaisema nähdään metsiköiden jatkumona eikä yhtenä kuviona. Metsäalueisiin liittyviä arvostuksia selvittäneet tutkimukset

ovat monesti olleet yleisluontoisia ja ilman kohteiden havainnollistusta (esim. Lovén 1973, Eskelinen 1979, Karhu ja Kellomäki 1981, Mattsson ja Li 1994). Ilmaistut arvostukset voivatkin tällöin liittyä enemmän mielikuviin kuin todellisiin maisemiin. Metsiköiden välisen vaihtelun on kuitenkin todettu lisäävän metsäalueen maisema-arvoa myös empiirisissä tutkimuksissa (Gustke ja Hodgson 1980, Axelsson Lindgren 1990). Vaikka vaihtelu yleensä onkin tavoiteltava ominaisuus tulisi vaihtelusta tunnistaa se taso, mihin asti vaihtelu lisää maiseman arvoa.

Vaikka kaukomaisema on monesti maisema-arvostusten kannalta keskeinen, niin siihen liittyviä arvostuksia on selvitetty Suomessa varsin vähän. Yhdysvalloissa perinteet ovat kuitenkin pitkät (esim. Shafer ym. 1969). Myös kaukomaisemien arviointi on useimmiten perustunut valokuvien käyttöön. Suomessa on tarkasteltu esimerkiksi peltojen metsityksen ja avohakkuiden vaikutusta kaukomaisemaan (Tahvanainen ym. 1996, Karjalainen ja Komulainen 1997, 1998, Nousiainen 1999). Avohakkuun koon kasvu, aukkojen lukumäärän lisääntyminen, liiallinen laajuus tai pienuus, aukon ja ympäröivän maiseman välisen kontrastin voimakkuus sekä vallitseva asema maisemassa vähentävät näkymän maisema-arvoa (Palmer ym. 1995, Pâquet ja Bélanger 1997). Pienikin aukko vaikuttaa maisemaan, mutta voimakkuus riippuu toteutuksesta ja sijainnista. Usein kaukomaiseman näkymän laajuus ja vaihtelevuus sekä luonnontilaisuus lisäävät maisema-arvoa (Hull ja Buhyoff 1983, Hammit ym. 1994, Tahvanainen ym. 1996). Maiseman visuaalinen laatu vaikuttaa muutoksen merkitykseen; esimerkiksi negatiiviset muutokset korostuvat miellyttäviksi koetuissa maisemissa (Hull ja McCarthy 1988, Tahvanainen ym. 1996). Toisaalta yhtenäisessä maisemassa muutokset on helppo havaita (Buhyoff ym. 1982).

Tietyn tyyppisten maisemien on havaittu miellyttävän arvioijia heidän kulttuurisesta taustastaan riippumatta (esim. Yu 1995). Myös metsämaisema-arvostukset ovat usein ryhmien välillä saman suuntaisia (Daniel ja Boster 1976, Patey ja Evans 1979, Hultman 1983b, Pukkala ym. 1988). Toisaalta monet persoonalliset ja sosiaaliset sekä kasvu- ja asuinympäristöön liittyvät tekijät voivat vaikuttaa maisema-arvostuksiin (Hallikainen 1994). Siten ulkomaisia tuloksia ei voi suoraan käyttää Suomessa.

Maisema-arvostuksiin voivat vaikuttaa myös ekologisten prosessien tuntemus tai maisemana nähtävään metsään kohdistuva taloudellinen odotusarvo (Lovén 1973, Anderson 1981, Tahvanainen ja Tyrväinen 1997, Tyrväinen ja Löfström 1998). Arvojen tarkastelu erillään voikin olla vaikeaa niiden tiedostamisesta huolimatta. Toisaalta esimerkiksi ekologiin prosesseihin liittyvät tekijät voidaan nähdä myös esteettisiksi elementeiksi (Sepänmaa 1986).

Maisema-arvostukset muuttuvat yhteiskunnan muiden arvojen myötä (Miettinen 1993, Leikola 1995). Uudet sukupolvet voivat kokea maiseman uudella tavalla. Maisema-arvostuksia tulisikin selvittää toistuvasti. Maisema-arvostuksia on tarkasteltu lähinnä kesäisissä talousmetsissä. Vuodenaikeiden vaikutuksesta arvostuksiin ei ole juurikaan tietoa, vaikka visuaaliset muutokset ovat suuria (Hultman 1983b, Palmer 1990). Peittäähän talvi esimerkiksi monet metsätalouden jäljet.

### 2.3 Visualisointi

Visualisointi on jossain muodossa ollut pitkään käytössä ympäristösuunnittelussa (Zube ym. 1987). Se helpottaa erityisesti ei-asiantuntijoiden osallistumista suunnitteluun. Visualisointi on tärkeä kommunikointiväline ja se tuo objektiivisuutta arviointiin (Orland 1993, 1994). Sen avulla voidaan kuvata menneitä, nykyisiä ja tulevia maisemia; keskeistä on muutoksen esittäminen. Maiseman visualisoinnin tulisi olla selkeä ja realistinen, mutta myös edustava, kiinnostava ja uskottava (Lange 1994). Maiseman elementit, niiden väliset suhteet ja muutokset tulisi olla mahdollista havaita ja arvioida suunnittelutilanteen vaatimalla tarkkuudella.

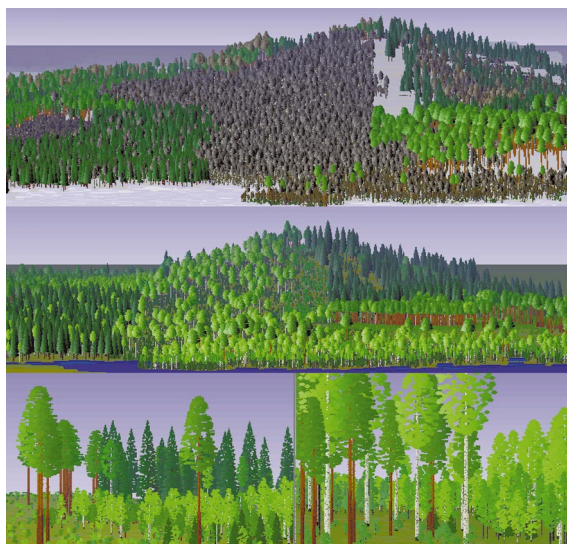
Visualisointi voidaan toteuttaa usealla tavalla (Zube ym. 1987). Maiseman nykyinen tilanne voidaan havainnollistaa valokuvilla. Valokuvat ovat yksityiskohtaisia, realistisia, uskottavia ja välineenä tuttuja. Valokuvien ongelmina ovat valokuvajan ratkaisujen lopullisuus (esim. rajaus), kuvien hankkimiseen liittyvä työ ja lopputuloksen riippuvuus olosuhteista ja kuvaustekniikasta sekä kuvajan taidoista. Muutoksia valokuvien maisemiin voidaan luoda tietokoneella (kuva 1). Kuvasta voidaan muuttaa juuri niitä kohtia tai sävyjä, joiden vaikutusta maisemaan halutaan selvittää. Kuvien värisä-



**Kuva 1.** Maiseman muutos voidaan havainnollistaa valokuvaa digitaalisesti muokkaamalla. Valokuvien muokkaamiseen liittyy kuitenkin monia käytännön ongelmia ja sen tehokas liittäminen suunnitteluun on vaikeaa.

vyjä voidaan muuttaa haluttaessa esimerkiksi tavoitella tiettyä vuoden- tai vuorokaudenajan värisävyjä tai korjattaessa eri olosuhteissa otettuja kuvia vertailukelpoisiksi. Menetelmän ongelmia ovat muokkaamisen vaatima työ ja hitaus, kuvien käsittelyssä syntyvät virheet sekä erityisesti epätarkkuudet muokkauksessa (Bishop ja Leahy 1989). Esimerkiksi maaston muotojen säilyttäminen realistisena on sitä vaikeampaa, mitä vaihtelevampi maasto on tai mitä suurempi muutos siihen kohdistuu (Tahvanainen ja Tyrväinen 1997).

Valokuvien muokkaamisen lisäksi tietokoneita voidaan käyttää suoraan visualisointien tuottamiseen. Tietokonegrafiikalla voidaan tuottaa maasto- ja puustotietojen perusteella visualisointi halutun katselupisteen maisemasta (FVL 1997). Periaatteessa visualisoinnin mittakaava voi olla vapaasti valittavissa, mutta käytännössä ohjelman resurssit ja kuvauksen tarkkuus rajoittavat mahdollisuuksia. Puut voidaan esittää viivamalleina, valokuvista muokattuina symboleina tai kolmiulotteisina vektorimalleina (kuva 2) (Orland 1994). Suuri osa maisemien visualisointiin tarvittavasta aineistosta löytyy jo digitaalisessa muodossa, mutta yksityiskohdainen, realistinen, nopea ja helppokäyttöinen ohjelma vaatii vielä kehittelyä. Metsämaisemia visualisoivia ohjelmia on kehitteillä Suomessa useampi ja ulkomailta vaihtoehtoja löytyy etenkin Pohjois-Amerikasta (FVL 1997). Grafiikkaan perustuvan visualisoinnin etuina ovat helppo säädeltävyys ja nopeus. Perusaineiston hankkimisen jälkeen erilaisten vaihtoehtojen visualisointi on myös halpaa. Vi-



**Kuva 2.** Tietokonegrafiikka tarjoaa monipuoliset mahdollisuudet maisemamuutoksen havainnollistamiseen. Katselupistettä ja esitettävän maiseman laajuutta on helppo muuttaa. Lisäksi muussa suunnittelussa tarvittavaa aineistoa voidaan hyödyntää tehokkaasti. Kuvan maisemat on tuotettu MONSU-ohjelmalla (Pukkala 1998).

sualisointeja voidaan luoda myös liittämällä esimerkiksi ilmaalokuvia maaston muodot kuvaavien korkeusmallien päälle tai yhdistämällä valokuvia ja grafiikkamaisemaa (Orland 1994).

Visualisointien ja etenkin tietokonegrafiikan käytön yksi kriittinen kysymys on havainnollistusten

laatu: ovatko maiseman ja tarkasteltavien ominaisuuksien kannalta keskeiset elementit mukana visualisoinnissa (esim. Bergen ym. 1995b, Karjalainen ja Tyrväinen 1998). Laatuun vaikuttaa realismisuuden lisäksi lähtötietojen ominaisuudet. Menetelmä on vahvimmillaan melko pienen alueen kaukomaisemien havainnollistamisessa; lähimaiseman kuvaamisessa tärkeät yksityiskohdat ovat usein pelkistyksiä tai puuttuvat kokonaan (Tyrväinen ja Tahvanainen 1999). Visualisointi voi lisätä suunnittelun tiedontarvetta ja kustannuksia, joita voi syntyä maisemaa kuvaavan aineiston hankkimisesta ja muuttamisesta sopivaan muotoon sekä visualisointien tekemisestä.

Visualisointimenetelmät kehittyvät tällä hetkellä nopeasti tietokoneiden ja ohjelmistojen myötä. Tulevaisuuden visualisointiohjelmat liittyvät kiinteästi paikkatiedon käsittelyyn tukeutuviin suunnittelujärjestelmiin. Visualisoinnit ovat parhaimmillaan nopeita ja yksityiskohdissaan runsaita sekä laadultaan valokuvamaisia ja kolmiulotteisia. Lisäksi nykyisten visualisointien yhden näkymän esittämisen rinnalla lisääntyy maisemassa liikkumisen visualisointi. Käyttökelpoisuutta lisää myös mahdollisuus muokata visualisoitua maisemaa vaivattomasti tarkastelun aikana.

Visualisointien liittäminen kiinteäksi osaksi suunnittelua tuottaa vielä usein vaikeuksia. Esimerkiksi valokuvien muokkaamisella toteutetun visualisoinnin liittäminen joustavasti muuhun suunnitteluun on hankalaa, ja se soveltuu lähinnä erikoiskohteisiin. Visualisointi voikin olla vain suunnitelman havainnollistus, eikä aidosti päätökseen vaikuttava suunnittelun elementti. Visualisoinnin nopeus, tekninen helppous ja automatisoitavuus sekä mahdollisuus havainnollistaa tulevaisuuden maisemia toteutuvat parhaiten, kun visualisointi on kiinteä osa suunnittelujärjestelmää.

## 2.4 Maisema-arvostusta kuvaavat mallit

Maisema-arvostusten perusteella metsikköjen lähimaisemille on laadittu useimmiten puustotunnuksiin perustuvia malleja, joita voidaan käyttää maisema-arvon numeeriseen kuvaamiseen (esim. Savolainen ja Kellomäki 1981, Schroeder ja Daniel 1981, Buhyoff ym. 1982, Zube ym. 1982, Brown ja Da-

niel 1984, Vodak ym. 1985, Hull ja Buhyoff 1986, Brown 1987, Pukkala ym. 1988, Rudis ym. 1988). Mallien suurin etu on se, että maisema-arvostukset saadaan vertailukelpoisiksi muiden numeeristen tunnusten rinnalle. Siten maisema voidaan ottaa huomioon suunnittelun numeerisissa vaiheissa kuten vaihtoehtojen tuottamisessa ja optimoinnissa.

Metsäsuunnittelun näkökulmasta edellytyksenä on, että mallien muuttajat ovat mitattavia tai arvioitavissa tai johdettavissa muiden tunnusten arvoista. Talousmetsässä voi jo muutama puustoa kuvaava muuttaja selittää melko paljon maisema-arvosta. Esimerkiksi Pukkalan ym. (1988) maisema-arvoa kuvaavassa mallissa muuttujina ovat puunrunkojen keskiläpimitta, yli kymmenmetristen mäntyjen sekä koivujen ja haapojen tilavuus sekä vähentävänä tekijänä runkoluku. Periaatteessa tällaiset mallit voidaan tehdä jokaiselle suunnitteluun osallistuvalla (Kangas ym. 1993), jolloin suunnittelutilanteessa voidaan käyttää yleistä mallia tai osallistujien omat preferenssit huomioon ottavaa mallia. Mallien soveltuvuus monimuotoisemman lähimaiseman arvon kuvaamiseen on kuitenkin rajallinen mallien yksinkertaisuuden vuoksi. Siten vaativissa suunnittelukohteissa, kuten taajamametsissä, tarvitaan muitakin menetelmiä.

Laajempiin maisemakokonaisuuksiin liittyvien preferenssien kuvaaminen malleilla on koettu lähimaisemaa vaikeammaksi. Jo kaukomaiseman rajaaminen ja sen arvoon vaikuttavien tekijöiden määrittäminen voi olla ongelmallista. Lisäksi tarkastelupaikan vaihtaminen voi muuttaa tarkasteltavaa maisemaa nopeasti. Kaukomaisema-arvoa on yritetty selittää kuvasta mitatuilla tai maastoa ja puustoa kuvaavilla tunnuksilla (Shafer ja Brush 1977, Buhyoff ym. 1982, Hull ja McCarthy 1988, Tahvanainen ja Tyrväinen 1998). Käytettävien tunnusten tulisi olla näkyviä ja mitattavia ja niissä tulisi esiintyä maiseman vaihtelun kannalta oleellista tietoa (Hull ja Revell 1989). Etenkin maastoa ja puustoa kuvaavan mitattavan paikkatiedon onnistunut käyttö tarjoaisi mahdollisuuden tarkastella kaukomaisemaa osana numeerista suunnittelua. Tällaisilla malleilla on saavutettu pienissä aineistoissa lupaavia tuloksia (esim. Bishop ja Hulse 1994, Tahvanainen ja Tyrväinen 1998). Maiseman monipuolistuessa mallien kyky selittää vaihtelua kuitenkin vähenee (Brown ja Daniel 1984). Mallien käyttämiseen kau-

komaisemien arvioinnissa tulee siten suhtautua varovaisesti.

## 2.5 Maiseman rakenteen analysointi

Paikkatietojärjestelmillä voidaan analysoida maiseman rakennetta ja siihen liittyviä tekijöitä kartta-muotoiseen tietoon perustuen (esim. Smardon ym. 1986, Burrough 1987, Bishop ja Hulse 1994). Tarkastelu perustuu maiseman numeeriseen kuvaukseen, jolloin aineistoja eri tavalla muokkaamalla ja yhdistämällä saadaan uutta informaatiota. Paikkatiedon analysointia käytetään maisemasuunnittelussa kasvavassa määrin. Tehokkaan käytön kannalta tiedot maisemapreferensseistä ovat kuitenkin monesti riittämättömiä, eikä kyseisiä menetelmiä ole kehitetty erityisesti maisemasuunnittelun tarpeisiin.

Paikkatiedon analysointi perustuu ajatukseen, että maisemassa on sijainniltaan eriarvoisia kohteita. Esimerkiksi maiseman herkkyydellä voidaan kuvata, miten merkittäviä tietyille alueelle kohdistuvat muutokset ovat koko maiseman kannalta. Maisemallisesti arvokkaat kohteet voivat näkyä laajalti, rajata näkymiä tai ihmiset liikkuvat kohteella paljon tai erityisessä tarkoituksessa. Keskeinen tapa etsiä maiseman visuaalisesti olennaiset osat on näkymisen arviointi. Yksinkertaisimmillaan näkymisellä tarkoitetaan tarkastelupisteen näkymistä havainnointipisteeseen. Näkymiseen vaikuttavat mm. maaston muodot, kasvillisuus ja tarkastelijaan liittyvät tekijät (esim. liikkuminen, liikkumistapa) sekä olosuhteet (Norvasuo 1989). Tarkastelussa voidaan ottaa huomioon esimerkiksi erilaiset näköesteet, puuston läpi näkyminen, etäisyys, maaston kaltevuus, kaltevuuden suunta sekä maiseman elementtien suhteet ja niiden välinen kontrasti (Alonso ym. 1986, Bishop ja Hulse 1994, Bergen ym. 1995a, Store 1996). Näkyvyyttä lisäävät esimerkiksi maaston jyrkkyys ja sijainti korkealla tai avoimen alueen reunassa. Toisaalta näkymisessä keskeisiä tekijöitä ovat tarkastelijan sijainti ja liikkuminen. Siten tarkastelupisteiden määrän ja sijainnin sekä mahdollisen painotuksen valinta on keskeinen osa analyysiä (esim. Bergen ym. 1995a). Näkyvyysanalyysissä maaston muotojen huomioon ottaminen on yksinkertaista, mutta esimerkiksi kasvillisuuden ja maankäytön vaikutusten liittäminen arviointiin



**Kuva 3.** Näkyvyys- ja saavutettavuusanalyysiä voidaan käyttää esimerkiksi kuvioiden uudelleen rajaamiseen tai maiseman tärkeyden painottamiseen. Kartassa esimerkiksi näkyvyysanalyysistä: värin tummuus ilmoittaa miten moneen tarkastelupisteeseen rasterin edustama kohta näkyy maisemassa.

tuottaa usein ongelmia. Kasvillisuudesta ja maankäytöstä saatava tieto voi olla näkymisen arvioinnin kannalta epätarkkaa ja muuttua nopeasti.

Paikkatietojärjestelmillä voidaan laskea myös maiseman saavutettavuutta kuvaavia tunnuksia (esim. Pukkala ym. 1995). Saavutettavuus kuvaa käytön sijoittumista alueelle ja osaltaan myös maiseman herkkyyttä. Erilaiset etäisyysanalyysit ovatkin näkymisen arvioinnin ohella paikkatiedon perusanalyyseja maisemasuunnittelussa (kuva 3). Myös saavutettavuusanalyyseissa voidaan kohteita painottaa esimerkiksi käytön tai käyttäjien määrän ja laadun perusteella. Analyysien avulla maisemalle voidaan laskea erilaisia, hyvinkin monimutkaisia, indeksejä tai luokitella alueita kuvioihin tai käsittelyluokkiin, joita voidaan edelleen käyttää suunnittelussa. Analyysien tulokset voivat toimia myös optimoinnin muuttujina tai muuttujien painoarvoina. Puutteellisesta preferenssien tuntemuksesta huolimatta analyyseissa voidaan laskea esimerkiksi maiseman monimuotoisuutta ennustavia tunnuksia, kuten metsänreunojen pituutta ja näkymäsyvyyttä (Pukkala ym. 1995, Store 1996).

Visuaalisten analyysien arvioinnin kriteereitä ovat mm. luotettavuus, herkkyyys, hyödyllisyys ja tarkkuus (Daniel ja Vining 1983). Käytännön suunnittelussa ongelmia voivat tuottaa paikkatiedon saataavuus ja tarkkuus. Metsäsuunnittelussa tilanne paik-

katiedon käytön kannalta on kuitenkin hyvä moneen muuhun maisemasuunnittelun tilanteeseen verrattuna, sillä puustosta ja maastosta on usein käytössä monipuoliset tiedot. Riittävät ne eivät kuitenkaan aina ole, sillä esimerkiksi alikasvoksen määrää ei ole mahdollista arvioida normaaleista puustotiedoista. Maaston kuvauksessa paikkatietoanalyseissä käytetään samaa tietoa, jota tarvitaan myös visualisoinnissa. Monimutkaisetkin analyysit ovat mahdollisia, koska ne voidaan pitkälti automatisoida. Analyysin tulosten tarkkuuteen vaikuttavat esimerkiksi maaston muotoja kuvaava korkeusmalli. Pienipiirteisessä maastossa virheet näkymisen arvioinnissa voivat olla suuriakin, mikäli maaston kuvauksen virheet ovat tarkastelupisteiden lähellä (Bergen ym. 1995a).

### 3 Osallistava suunnittelu

Maisema on luonteeltaan julkishyödyke: jokamiehenoikeudet antavat kaikille mahdollisuuden nauttia maisemista maanomistuksesta riippumatta. Maisemilla voikin usein olla enemmän arvoa niille, jotka eivät omista metsää. Tämän vuoksi myös muut kuin maanomistaja voivat olla kiinnostuneita suunnittelusta. Metsätalouden päätöksenteossa maisema onkin mainittu jo pitkään, vaikka käytännössä siihen ei ole useinkaan kiinnitetty erityistä huomiota (Miettinen 1993).

Kansalaiset kokevat maiseman huomioon ottamisen metsäsuunnittelussa tärkeäksi (Kangas ja Niemeläinen 1996). Osallistamisen tavoitteena on erilaisten näkemysten huomioon ottaminen suunnittelussa, mikä tarjoaa mahdollisuuden tuottaa parempia suunnitelmia ja välttää toimenpiteistä aiheutuvia ristiriitoja. Maisema on osallistavan suunnittelun yksi keskeinen kohde, etenkin kun ihmisten mielipiteet maisemista eroavat (Kangas ym. 1993).

Osallistava suunnittelu voidaan toteuttaa monella tavalla. Menetelmien käyttökelpoisuuteen vaikuttavat esimerkiksi suunnittelukohde, vaihtoehtojen sekä osallistujien määrä ja laatu, ja käytössä olevat resurssit. Suunnitteluun soveltuvia menetelmiä on kehitetty erityisesti Yhdysvalloissa (Stankey ym. 1985, Burdge ja Robertson 1990). Suomessa metsien käytön osallistavaa suunnittelua on tutkittu eniten valtion omistamilla metsäalueilla, mutta viime

aikoina myös kaupunkimetsissä (esim. Kangas ja Matero 1993, Kangas 1994, Kangas ym. 1996a, Loikkanen ym. 1997, Tyrväinen ja Löfström 1998).

Yhtenä haasteena on osallistavaan suunnitteluun kohdistuvien epäluulojen hälventäminen. Osallistava suunnittelu tarjoaa mahdollisuuden lisätä maanomistajienkin saavuttamaa hyötyä. Esimerkiksi maiseman hoidosta voidaan joissain tapauksissa osoittaa olevan suoranaista taloudellista hyötyä maanomistajalle tai laajemmalle alueelle esimerkiksi matkailun kautta (Bostedt ja Mattsson 1995).

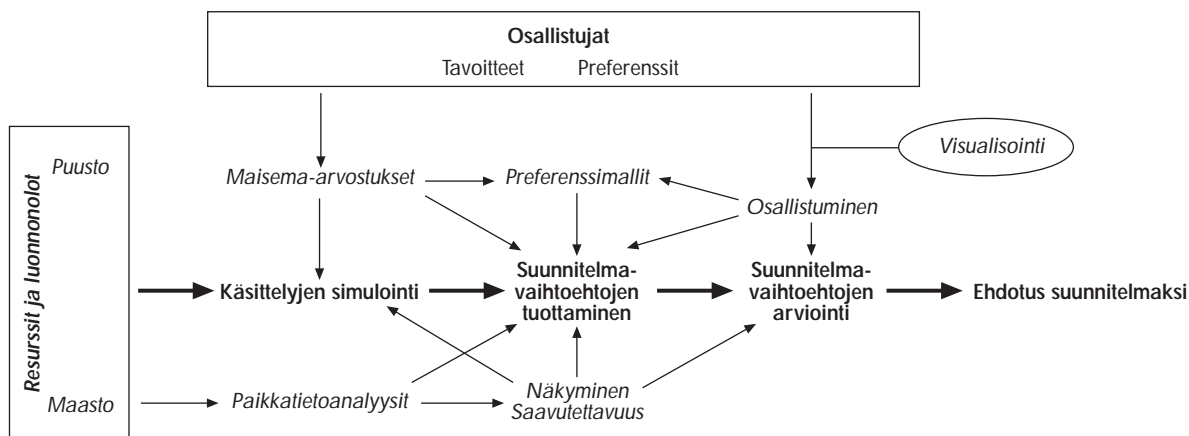
### 4 Suunnittelun periaatteet

Maiseman kehitys riippuu tavasta ja tehokkuudesta, jolla metsiä hoidetaan. Valintaan vaikuttavat mm. vaihtoehtojen taloudellinen kannattavuus, erilaiset säädökset ja määräykset sekä yleinen mielipide. Maisemasuunnittelun tavoitteena on kehityksen ohjaaminen, ei niinkään jonkin tavoitetilan saavuttaminen. Suunnittelussa maiseman kehitystä tulee tarkastella lähivuosia pidemmällä ajanjaksolla, koska nykyiset muutokset ohjaavat myös tulevaa kehitystä. Suunnittelun mittakaava valitaan maiseman tyyppin ja muutosten laajuuden mukaan (Lucas 1991). Yhtenäisellä ja avoimella alueella on tarpeen laajempi tarkastelu kuin pienipiirteisellä tai rikkonaisella ja sulkeutuneella alueella. Esimerkiksi laajoja näkymiä tarjoava metsäinen vaara-alue kaipaa laajempaa tarkastelua kuin tasaisessa maastossa sijaitseva metsän ja pellon muodostama pienipiirteinen mosaiikki, jossa näkymät eivät missään vaiheessa kasva laajoiksi.

Metsämaiseman suunnittelun yhtenä ongelmana voi olla maiseman tarkastelun siirtäminen tilatasolta alueelliseksi. Yksittäisen maanomistajan päätökset vaikuttavat oman tilan lisäksi koko alueen maisemaan, mutta suunnittelussa hallinnolliset rajat vaikeuttavat visuaalisesti järkevien analyysien ja suunnitelmien tekoa. Maanomistajien valintojen vaikutukset maisemaan tulisi pystyä tarpeen vaatiessa osoittamaan, havainnollistamaan ja arvioimaan yksittäisten tilojen lisäksi osana useiden tilojen muodostamaa alueellista kokonaisuutta.

Maiseman liittäminen metsäsuunnitteluun on ensisijassa sidoksissa mahdollisuuksiin havainnollistaa





**Kuva 4.** Suunnittelua rajaavat resurssit ja luonnonolot sekä osallistujien tavoitteet ja preferenssit. Suunnittelu etenee lihavoitujen vaiheiden kautta ja tuottaa ehdotuksen suunnitelmaksi. Maisema otetaan huomioon kursivoitujen elementtien kautta.

toimenpiteiden vaikutus. Vaikutus voidaan havainnollistaa sanallisesti, visuaalisesti tai numeerisesti. Tähän asti maisemasuunnittelussa on käytetty lähinnä kuvailevia menetelmiä analysoimalla maiseman rakennetta ja esteettisiä ominaisuuksia metsäsuunnittelun tueksi (Lucas 1991, Bell 1993, Antikainen 1993, Matila 1995). Kuvaileva suunnittelu on joustavaa, se sopeutuu olosuhteisiin ja tilannetta voidaan arvioida puutteellistenkin tietojen varassa. Ongelmia ovat riippuvuus suunnittelijan maastossa tekemistä arvioinneista sekä vaikeus sovittaa yhteen ristiriitaisia tavoitteita. Lisäksi tulevaisuuden mahdollisuuksien arviointi on rajallista, koska simulointien tuoma informaatio ei ole käytettävissä.

Luonnon resurssit ja osallistujien tavoitteet ovat maisemankin huomioon ottavan metsäsuunnittelun perusta (kuva 4). Paikkatiedon käyttö on keskeinen osa nykyaikaista suunnittelua, jossa luonnonresurssit voidaan liittää suunnitteluun aiempaa paremmin (esim. Nalli ym. 1996). Numeerisilla menetelmillä voidaan osaltaan helpottaa kommunikointia ja maiseman muutoksen arviointia. Yleisiä numeerisuuden etuja ovat rutiininomaisuus ja toistettavuus, tehokkuus, objektiivisuus sekä simulointien ja optimointien mahdollisuus. Numeerisuuden yhtenä edellytyksenä on suunnittelutilanteen kuvaaminen formaalissa muodossa. Numeeristen menetelmien käyttömahdollisuuksia rajoittavat tuotantofunktioiden

tai muiden mallien puute, jolloin laadullisia ja määrällisiä tuotteita sekä hyötyjä on vaikea yhteismitallistaa ja vertailla keskenään.

Seuraavassa luvussa esitellään maiseman huomioon ottavan suunnittelun toteutusta vaiheittain. Osallistujien tavoitteiden selvittäminen, nykyisen tilanteen analysointi, käsittelyvaihtoehtojen luominen, parhaan vaihtoehdon valinta sekä saadun ratkaisun arviointi muodostavat monitavoitteisen suunnittelun vaiheet (Kangas ym. 1992b). Tarkastelu perustuu monitavoitteiseen hyötyteoriaan nojaavaan suurimman hyödyn tuottavan ratkaisun etsintään. Pitkälti samat vaiheet ja kysymykset tulevat esiin, vaikka maiseman huomioon ottava suunnittelu toteutettaisiin toisinkin.

## 5 Maiseman huomioon ottava monitavoitteinen osallistava metsäsuunnittelu

### 5.1 Osallistujien ja tavoitteiden selvittäminen

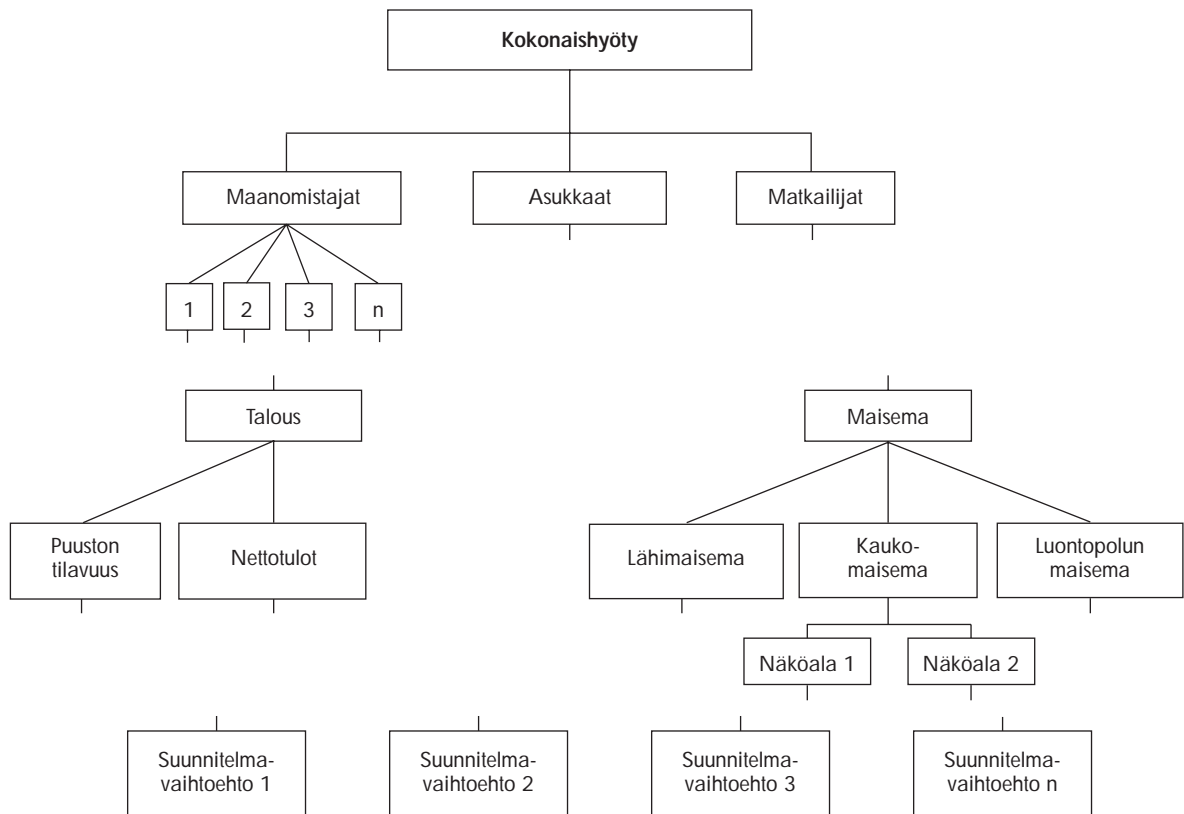
Maiseman huomioon ottavassa suunnittelussa mai-

seman visuaalinen arviointi tulee saada kiinteäksi osaksi suunnittelua. Numeerinen ja laadullinen informaatio on mahdollista yhteismitallistaa arvioimalla vaihtoehtojen tuottamia hyötyjä (Kangas 1992). Suunnitelmavaihtoehtojen tuottamia kokonaishyötyjä voidaan arvioida jokaiselle osallistujalle tai ryhmälle laaditulla hyötymallilla, joka muodostetaan osallistujien tavoitteita ja niiden suhteellisia tärkeyksiä arvioitaessa. Tärkeiksi koetut tavoitteet jaetaan yksityiskohtaisempiin tavoitteisiin, joiden suhteen vaihtoehtoisia suunnitelmia voidaan vertailla. Tavoitteiden tärkeydet määritetään esimerkiksi parittaisiin vertailuihin (Saaty 1977). Jokaiselle osallistujalle saadaan additiivinen hyötyfunktio, joka kuvaa kokonaishyödyn rakentumisen (Kangas 1992)

$$U = \sum_{i=1}^m a_i u_i(q_i) \quad (1)$$

missä  $U$  on kokonaishyöty,  $m$  on tavoitemuuttujien määrä,  $a_i$  tavoitemuuttujan  $i$  suhteellinen tärkeys,  $u_i(q_i)$  on tavoitemuuttujan  $i$  määrällä  $q_i$  tuottama hyöty.

Maisema voi olla yksi tavoitemuuttuja, joka jaakautuu pienempiin osiin (kuva 5). Lähi- ja kaukomaiseman kauneuden lisäksi tavoitteita voivat olla esimerkiksi nimetyn reitin tai näköalapaikan maisema-arvo tai abstraktimpi ominaisuus, kuten maiseman monimuotoisuus (esim. Pukkala ym. 1995). Suunnittelun tavoitteiden lisäksi tärkeitä ovat maanomistajien hyväksyttävillä suunnitelmilla asettamat rajoitteet ja vähimmäisvaatimukset. Muut osallis-



**Kuva 5.** Suunnittelussa määritetään osallistujien tavoitteet ja niiden väliset suhteet suunnitelmavaihtoehtojen tuottaman kokonaishyödyn laskemiseksi.

tujat voivat olla kiinnostuneita maiseman lisäksi esimerkiksi riistasta tai monimuotoisuudesta.

Suunnittelualue, alueen käyttö ja maanomistajat määrittelevät osallistujien määrän ja laadun. Erityiset maisemalliset arvot sekä matkailu- ja virkistyskäyttö puolustavat laajempaa osallistujajoukkoa. Niinpä suunnittelusta voivat olla kiinnostuneita maanomistajien lisäksi alueiden asukkaat, muut virkistyskäyttäjät sekä matkailijat ja matkailuyrittäjät (esim. Järviluoma 1993, Lovén 1996). Kun suunnitteluun osallistuu useampi taho, osallistujien painoarvot määrää usein viime kädessä päätöksen toteuttaja eli maanomistaja. Osallistujien hyötymallit yhdistetään osallistujien tärkeydellä painotettuna (Kangas ym. 1996a)

$$U_{kok} = \sum_{i=1}^n w_j U_j \quad (2)$$

missä  $U_{kok}$  on kokonaishyöty,  $w_j$  on osallistuja  $j$ :n painoarvo päätöksenteossa ja  $U_j$  on osallistuja  $j$ :n hyötöfunktio (kaava 1) laskettu hyöty.

## 5.2 Aineiston käsittely

Suunnittelualue rajataan hallinnollisesti ja visuaalisesti mielekkääksi kokonaisuudeksi. Maiseman nykytilan selvittäminen antaa tietoa tulevaisuuden mahdollisuuksista ja käsittelyvaihtoehdoista. Suunnittelun yksi keskeinen vaihe on käsittelykuvioiden rajaaminen (Lucas 1991). Kuviointi on sidoksissa tavoitteisiin ja esimerkiksi puuston ja metsätyypin perusteella luodut kuviot eivät useinkaan tyydytä maisemasuunnittelun tarpeita (Store 1996). Maisemakuviointissa kuviokoko on usein pienempi kuin talouskuvioinnissa. Yleisissä ohjeissa kehoitetaan luomaan luonnonmukaisia rajoja sekä myötäilemään alueen pinnanmuotoja (Hull 1988, Lucas 1991). Uuden kuvioinnin tekemisessä voidaan käyttää paikkatietoanalyysijä. Näkymisen arviointi, saavutettavuus ja monimutkaisemmat analyysit antavat perusteita myös kuvioiden uudelleen rajaamiseen (Bergen ym. 1995a, Pukkala ym. 1995, Store 1996). Analyysissä voidaan käyttää myös osallistujien asiantuntemusta esimerkiksi tarkastelupisteiden valinnassa ja painotuksessa. Tässä yhteydessä toteu-

tetaan myös muut paikkatietoanalyysit, jotka ovat tarpeen suunnittelun myöhemmissä vaiheissa.

## 5.3 Vaihtoehtojen tuottaminen

Jokaiselle kuviolle tehdään useita, esimerkiksi taloudellisten, ekologisten ja maisemallisten ominaisuuksien suhteen erilaisia käsittelyvaihtoehtoja. Maisemallisesti hyvien vaihtoehtojen tuottamisessa käytetään apuna tietoa maisema-arvostuksista. Simuloinnissa arvioidaan kuvion tunnusten kehitystä valitulla toimenpideohjelmalla ja lasketaan esimerkiksi syntyvät tulot, kustannukset ja kuvion maisema-arvot malleilla (esim. Pukkala ym. 1988).

Tilalle tai tiloille tuotetaan tavoitteiden pohjalta erilaisia metsikkökohtaisten käsittelyjen yhdistelmiä eli suunnitelmavaihtoehtoja. Metsäsuunnittelussa perinteisesti käytetyt matemaattiset optimointimenetelmät eivät sovellu erityisen hyvin maiseman huomioon ottavan metsien monikäytön suunnitteluun (Mendoza ym. 1987, Mendoza ja Sprouse 1989, Kangas ja Pukkala 1992, Pukkala ja Kangas 1993). Etenkin lineaarinen optimointi asettaa vahvoja ehtoja muuttujille, mutta metsäsuunnittelussa paljon käytetty epälineaarinen matemaattinen optimointi on joustavampi. Matemaattisen optimoinnin sijaan laskennassa voidaan kuitenkin käyttää heuristisia menetelmiä, jotka perustuvat parhaan vaihtoehdon etsintään kokeilemalla. Pukkalan ja Kankaan (1993) esittelemä Hero on metsäsuunnitteluun kehitetty sovellus periaatteesta. Hero perustuu monitavoitteiseen hyötyteoriaan, heuristiikkaan sekä analyttisen hierarkiaprosessin parivertailujen analysointimenetelmään.

Suunnittelualueen tiloille laaditaan tarkoitukseen sopivalla optimointimenetelmällä joukko suunnitelmavaihtoehtoja, jotka ovat vähimmäistavoitteiden, esimerkiksi tulojen, suhteen tyydyttäviä ja eri muuttujia painottavia (esim. Kangas ja Pukkala 1992, Pukkala ja Kangas 1993). Päämääränä on tuottaa maiseman visuaaliseen arviointiin vaihtoehtoja. Maisema otetaan huomioon optimoinnissa numeerisessa muodossa. Lähimaisema kuvataan usein kuviokohtaisella lähimaisema-arvolla tai lähimaisema-arvoa esimerkiksi näkyvyydellä, saavutettavuudella tai laajuudella painottaen. Koko alueen maisema-arvo voidaan laskea metsiköittäin laskettujen

maisemaindeksien painotettuna keskiarvona (Pukkala 1988). Kaukomaisemaa voidaan tarkastella vain muuttujilla, jotka ovat numeerisessa muodossa. Kaukomaisemaa kuvaavien mallien käyttäminen maisema-arvon numeerisessa kuvaamisessa voi olla laskennallisesti raskasta. Kuviokohtaisesti määriteltävien tunnusten käyttö myös metsäalueen arviointiin on käytetyin ratkaisu.

Suunnittelu voidaan jakaa myös yksityisten ja julkisten tavoitteiden eli tila- ja aluetason rinnakkaiseen tarkasteluun (Nousiainen ym. 1998). Aluetason suunnitelmien laatiminen tilatason suunnitelmien pohjalta nostaa tilan resurssit ja omistajien tavoitteet keskeisiksi suunnittelun lähtökohdiksi ja antaa mahdollisuuden arvioida maisemaa kokonaisuutena. Menetelmän etuja ovat joustavuus, yksinkertaisuus ja osallistujien motivoinnin helpottuminen. Joukko alueellisia suunnitelmia voidaan laatia optimoinnilla siten, että kullekin tilalle tehdyistä suunnitelmavaihtoehdoista valitaan kuhunkin alueelliseen suunnitelmavaihtoehtoon se suunnitelma, joka parhaiten toteuttaa aluetason tavoitteet. Alueelliset tavoitteet ovat osallistujien tavoitteista laadittuja erilaisia painotuksia. Myös alueellisten suunnitelmavaihtoehtojen optimointi perustuu numeerisesti kuvattaviin tunnuksiin.

#### 5.4 Vaihtoehtojen arviointi

Tilalle tai alueelle laadittuja suunnitelmavaihtoehtoja arvioidaan tavoitehierarkian alimpien tunnusten suhteen. Suunnitelmavaihtoehtoja vertaillaan pareittaisessa vertailussa kunkin tunnuksen suhteen (Kangas 1992). Arviointi edellyttää vaihtoehtojen välisen erojen löytämistä, hahmottamista ja merkityksen arviointia. Tunnukset voidaan arvioida yhtä lailla numeerisista kuin visuaalisista havainnollistuksista. Tunnusten arvioinnissa osallistujille tulee selvittää tarkasti mitä missäkin arvioidaan. Lähimaiseman arviointi kauneuden ilmaisevasta arvosanasta on yleensä koettu melko selkeäksi. Mikäli tunnusten merkitys tai maiseman esittämistapa jää epäselväksi, voi niiden arviointi olla vaikeaa. Lähimaiseman käytöstä koko maiseman arvon ennustamiseen on saatu myönteisiä tuloksia, joskin vastakkaisiakin esimerkkejä löytyy (Kangas ym. 1992a, Store 1996). Todellisuudessa kuvioiden yhteisvaikutus on

monimutkaisempi, koska kuvioiden järjestys maisemassa vaikuttaa myös maiseman arvoon.

Kaukomaiseman numeerisen kuvaamisen vaikeuksien vuoksi visualisointi on usein paras tapa arvioida suunnitelmavaihtoehtojen hyvyysiksi (Kellomäki ja Pukkala 1989, Tyrväinen ja Tahvanainen 1999). Tällöin tulkinta perustuu aidosti arvioijan omiin preferensseihin eikä numeerista informaatiota tarvitse kuvitella maisemaksi. Visualisointi lisää myös arvioinnin objektiivisuutta, koska sillä voidaan esittää suunnittelun kannalta keskeinen muutos eri mittakaavoissa. Kokonaisuuden hahmottaminen on helpointa laajoista visualisoinneista, mutta havainnollistaminen on mielekästä suhteuttaa muutoksen laajuuteen. Laajojenkin alueiden suunnittelussa vaihtoehtojen maiseman arvioinnit voivat perustua hyvin paikalliseen arviointiin: esimerkiksi nuotiopaikan ympäristön maisemaan (Orland 1992). Sen vuoksi visualisoitavat maisemat, niiden mittakaavat ja suunnat tulee valita huolellisesti. Tarpeen vaatiessa arvioija voi tarkastella muutosten vaikutusta eri katselupisteistä sekä kokonaisuuden osana että kuviokohtaisesti.

Osallistujien kyvyt arvioida maisemaa visuaalisoinnista voivat vaihdella esimerkiksi alueen tuntemuksen ja visualisoinnin käyttökokemuksen mukaan (esim. Pukkala ym. 1988, Store 1996). Kohde ja osallistajat ratkaisevat onko ennen varsinaista arviointia tarpeen harjoitella visualisoinnin käyttöä. Arviointien luotettavuutta tulee kuitenkin arvioida ennen lopullisten johtopäätösten tekemistä. Suunnitelmavaihtoehtojen tavoitteittaisen arvioinnin perusteella saadaan laskettua vaihtoehtojen tuottamat kokonaisuhyödyt.

#### 5.5 Suunnittelun arviointi

Suunnittelun tuloksen hyvyttä ei voi tarkastella pelkästään laskennan teknisenä onnistumisena. Tulosten arviointi voi monesti olla vaikeaa, joskin menetelmien antamien tulosten luotettavuutta on selvitetty viime vuosina (esim. Alho ja Kangas 1997, Leskinen ja Kangas 1998). Suunnittelutapa antaa kuitenkin mahdollisuuden arvioida osallistujien ja tavoitteiden painoarvojen muutosten vaikutusta tuloksiin. Usein melko pienetkin muutokset preferensseissä tai painotuksissa voivat muuttaa vaihtoehto-

jen järjestystä. Mikäli ensimmäinen ratkaisu ei tyydytä osallistujia, paremman ratkaisun etsiminen on mahdollista esimerkiksi neuvottelujen tai vuorovaihtuettujen suunnittelun avulla (Kangas ym. 1996b). Myös asiantuntijoita voidaan käyttää apuna vaihtoehtojen tai niiden ominaisuuksien hyvyden arvioinnissa.

Maiseman huomioon ottaminen suunnittelussa usean menetelmän avulla tarjoaa mahdollisuuden muokata toteutusta kunkin suunnittelutilanteen tarpeiden mukaan. Toisaalta vaihtoehtojen hyvyden arviointi niiden tuottaman hyödyn perusteella antaa mahdollisuuden vertailla hyvinkin erilaisia numeerisia ja laadullisia muuttujia samassa tilanteessa. Koska kaukomaisemaltaan vertailtavien vaihtoehtojen määrä on usein käytännön syiden vuoksi pieni, jää epäselväksi onko maisemaltaan paras vaihtoehto lainkaan mukana. Kaukomaiseman numeerinen tarkastelu vaihtoehtoja tuottaessa lisääsi todennäköisyyttä löytää kaukomaisemaltaan parhaat vaihtoehdot.

Analyttinen lähestymistapa helpottaa suunnittelua ja maiseman huomioon ottamista, mikäli muutujien lukumäärä on suuri (Nousiainen ym. 1998). Monitavoitteinen, osallistuva suunnittelu vaatii aktiivisia osallistujia ja menetelmiä, joiden perusteet ja käyttö ovat helposti oppittavissa. Runsaasti tavoitteita ja osallistujia sisältävän lähestymistavan ongelmat liittyvät usein tekniseen monivaiheisuuteen ja ajankäyttöön. Tekninen puoli voidaan kuitenkin jättää asiantuntijoiden huoleksi ja suunnittelun automatisointiaste voidaan valita osallistujien kiinnostuksen mukaan.

## 6 Johtopäätökset

Kun metsien käytössä on maisemaan liittyviä tavoitteita, maisemaa voidaan tarkastella monitavoitteisessa suunnittelussa samanaikaisesti taloudellisten, ekologisten ja muiden kiinnostavien tunnusten kanssa. Suunnitelmassa esitetään toimenpiteet, joilla osallistujien tavoitteet saadaan tyydytettyä mahdollisimman hyvin. Monitavoitteinen suunnittelu on kannattavaa, mikäli suunnittelusta saatava hyöty on suurempi kuin siitä johtuva suunnittelukustannusten lisäys (esim. Kangas 1992). Maiseman hu-

mioon ottavan suunnittelun tuottama hyöty riippuu suuresti tavoitteiden asetelusta ja maiseman ominaisuuksista. Mikäli suunnittelun lähtökohtana olevat rajoitteet ovat kovin tiukat, ei monipuolisella suunnittelulla ole paljon saavutettavissa. Sen sijaan aidosti monitavoitteisessa tilanteessa suunnittelulla voidaan lisätä kokonaishyötyä. Maiseman alkutilanteen monimuotoisuus antaa suunnittelulle suuremmat mahdollisuudet, mutta yleensä vaatimattomastakin lähtötilanteesta löytyy vaihtoehtoja.

Maisemaa kuvaavan tiedon lisääntyminen suunnittelussa ja sen tehokkaampi käyttö antaa mahdollisuuden arvioida maiseman ominaisuuksia entistä monipuolisemmin. Esimerkkitutkimuksissa maiseman huomioon ottaminen numeerisessa metsäsuunnittelussa on myös tuottanut parempia suunnitelmia (esim. Pukkala ym. 1995, Store 1996). Lopullisesti suunnitelmien hyvyys mitataan kuitenkin vasta suunnitelman toteutuksen todellisten seurausten perusteella.

Suunnittelun monimutkaistuminen lisää helposti työn ja asiantuntemuksen tarvetta. Analysejä automatisoimalla maisema on mahdollista ottaa huomioon melko rutiinimaisessakin suunnittelussa, joskaan valmiita ratkaisuja ei ole vielä laajemmin tarjolla. Tietokoneiden ja ohjelmistojen kehitys antaa kuitenkin mahdollisuuden aiempaa monipuolisemmille analyyseille. Käyttäjän ja koneen välistä vuoropuhelua voidaan helpottaa kehittämällä käyttöliittymää. Tulevaisuuden suunnittelujärjestelmissä paikkatietoa voidaan hyödyntää kaikessa, erityisesti maisemaan liittyvässä, suunnittelussa ja päätöksenteossa. Erityisasiantuntemusta vaativia kuvailevia suunnittelumenetelmiä voidaan käyttää vaativimmissa kohteissa, joissa maiseman merkitys on erityisen suuri, kuten taajamametsissä.

Maisemanhoidon tai sen suunnittelun kustannuksia ei ole yleisesti arvioitu, mutta kuvatulla menetelmällä ne ovat melko helposti selvitettävissä tapauskohtaisesti. Osa maisemanhoidon vaikutuksista voi kuitenkin jäädä huomiotta suunnittelussa, vaikka ne olisi mahdollista liittää mukaan tarkasteluun paikkatiedon avulla. Tällaisia seikkoja voivat olla esimerkiksi kuviokoon ja hakkuukertymän pieneminen sekä lähikuljetusmatkojen piteneminen.

Nykyiset preferenssimallit kuvaavat lähinnä metsikön sisäisen maiseman miellyttävyyttä. Sen sijaan mallien soveltuvuudesta suunnittelualueiden lähi-

maisemien muodostaman kokonaisuuden tai kaukomaisemien numeeriseen kuvaamiseen tiedetään vielä liian vähän. Malleissa ei myöskään oteta huomioon kaikkia metsänkäsittelyn vaikutuksia maisemaan, kuten esimerkiksi hakkuutähteiden vaikutusta. Siten harvennushakkuutkaan eivät välttämättä ole maiseman kannalta hyvä ratkaisu ainakaan lyhyellä tarkastelujaksolla. Lisäksi aika on suunnittelussa keskeinen elementti, ja tietoa suunnittelujaksojen pituuden sopivuudesta maiseman huomioon ottaavan suunnitteluun on vähän (vrt. Hull ja Buhyoff 1986).

Maiseman huomioon ottamisessa suurimmat puutteet ovat maisemapreferenssien tuntemisessa ja maisemaa aluetasolla kuvaavien numeeristen tunnusten määrittämisessä. Vaikka tieto maisema-arvostuksista luo perustan suunnittelulle, ei maisemien arvioinnissa voida tyytyä pelkästään ennalta selvitettyihin preferensseihin. Visualisoinnin kehittäminen ja joustava liittäminen suunnitteluun on mm. osallistavan suunnittelun kannalta tärkeää.

Näkymisen arviointi ja paikkatietojärjestelmien muu käyttö tarjoavat mahdollisuuden tuottaa maisemakokonaisuudesta numeerista tietoa suunnittelun apuvälineeksi. Menetelmiä tulisi kuitenkin kehittää myös erityisesti visuaalisen maiseman tarkasteluun. Numeeristen välineiden avulla voidaan ottaa huomioon paitsi maiseman kehitys myös havainnoijan liikkumisen tuoma dynaamisuus. Yksi keskeinen vaihe suunnittelussa on kuvioiden rajaus, sillä kuvioinnilla on ratkaiseva merkitys metsänkäsittelyn vaikutuksiin. Rajauksien pitäisi olla muutettavissa vielä arviointiprosessin ja vuorovaihtuettujen suunnittelun aikana. Näkymisen arviointi voisi toimia myös kuvioiden rajauksen apuna nykyistä kiinteämmin.

Vaikka maisemaan vaikuttavien tekijöiden yhteisvaikutuksen arviointi on vaikeaa, voidaan tarjolla olevia välineitä monipuolisesti käyttämällä tarkastella maiseman eri ulottuvuuksia usean ominaisuuden suhteen. Suunnittelussa tarvitaan tehokkaita ja joustavia menetelmiä resurssien samanaikaiseen tarkasteluun ja intressiryhmien ristiriitaistenkin tavoitteiden yhteensovittamiseen. Käytettävien menetelmien tulee olla riittävän yksinkertaisia ja tuottaa osallistujille helposti omaksuttavia havainnollistuksia vaihtoehtoista ja valintojen vaikutuksista. Suunnittelulla voidaan parhaimmillaan lieven-

tää ristiriitoja ja turvata maiseman kehitys kaikkia hyödyttävällä tavalla. Samalla voidaan tukea maiseman taloudellista hyödyntämistä ilman että muista tavoitteista tarvitsee tinkiä tarpeettomasti.

## Kiitokset

Artikkeli on osa Maa- ja metsätalousministeriön Maaseutupolitiikan yhteistyöryhmän rahoittamaa *Maiseman huomioon ottaminen tila- ja aluesuunnittelussa* -tutkimushankkeen tuloksia. Haluamme kiittää erityisesti professori Timo Pukkala ja tutkija Harri Silvennoista artikkeleita koskevista arvokkaista kommentteista. Lisäksi haluamme kiittää katsauksen tarkastajia MMT Jyrki Kangasta ja tutkija Eeva Karjalaista rakentavista kommentteista, jotka auttoivat katsauksen viimeistelyssä.

## Kirjallisuus

- Alho, J.M. & Kangas, J. 1997. Analyzing uncertainties in experts' opinions of forest plan performance. *Forest Science* 43(4): 521–528.
- Alonso, S.G., Aguilo, M. & Ramos, A. 1986. Visual impact assessment methodology for industrial development site review in Spain. Julkaisussa: Sardon, R.C., Palmer, J.F. & Felleman, J.P. (toim.). *Foundations for visual project analysis*. John Wiley & Sons, New York. s. 277–305.
- Anderson, L.M. 1981. Land use designations affect perception of scenic beauty in forest landscapes. *Forest Science* 27(2): 392–400.
- Antikainen, M. 1993. Metsämaiseman suunnittelu Kolin kansallispuistossa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 456. 88 s.
- Aura, S., Horelli, L. & Korpela, K. 1997. Ympäristöpsykologian perusteet. WSOY, Porvoo–Helsinki–Juva. 197 s.
- Axelsson Lindgren, C. 1990. Upplevda skillnader mellan skogsbestånd – rekreations- och planeringsaspekter. Institutionen för landskapsplanering, Stad & Land Nr. 87.
- Bell, S. 1993. *Elements of visual design in the landscape*. Ed FN Spon, London. 212 s.
- Benson, R.E. & Ullrich, J.R. 1981. Visual impacts of forest management activities: findings on public preference.

- rences. USDA Forest Service, Research Paper INT-262. 14 s.
- Bergen, S.D., Fridley, J.L., Ganter, M.A. & Schiess, P. 1995a. Predicting the visual effect of forest operations. *Journal of Forestry* 93(2): 33–37.
- , Ulbright C.A., Fridley J.L. & Ganter M.A. 1995b. The validity of computer-generated graphic images of forest landscape. *Journal of Environmental Psychology* 15: 135–146.
- Bishop, I.A. & Hulse, D.W. 1994. Prediction of scenic beauty using mapped data and geographic information systems. *Landscape and Urban Planning* 30: 59–70.
- Bishop, I.D. & Leahy, P.N.A. 1989. Assessing the visual impact of development proposals: the validity of computer simulations. *Landscape Journal* 8: 92–100.
- Bostedt, G. & Mattsson, L. 1995. The value of forest for tourism in Sweden. *Annals of Tourism Research* 22: 671–680.
- Brown, T.C. 1987. Production and cost of scenic beauty: examples for a ponderosa pine forest. *Forest Science* 33(2): 394–410.
- & Daniel, T.C. 1984. Modelling ponderosa pine scenic beauty. USDA Forest Service, Research Paper RM-256. 35 s.
- & Daniel, T.C. 1986. Predicting scenic beauty of timber stands. *Forest Science* 32(2):471–487.
- , Richards, M.T., Daniel, T.C. & King, D.A. 1990. Scenic beauty and recreation value: assessing the relationship. *Julkaisussa: Vining, J. (toim.). Social science and natural resource management. Westview Press, Boulder, CO. s. 281–299.*
- Buhyoff, G.J., Wellman, J.D. & Daniel, T.C. 1982. Predicting scenic beauty for mountain pine beetle and western spruce budworm damaged forest vistas. *Forest Science* 28: 827–838.
- Burdge, R.J. & Robertson, A. 1990. Social impact assessment and the public involvement process. *Environmental Impact Assessment Review* 10:81.
- Burrough, P.A. 1987. Principles of geographical information systems for land resource assessment. Oxford. Clarendon. 194 s.
- Daniel, T.C. & Boister, R.S. 1976. Measuring landscape aesthetics: The scenic beauty estimation method. USDA Forest Service, Research Paper RM-167. 66 s.
- & Vining, J. 1983. Methodological issues in the assessment of landscape quality. *Julkaisussa: Altman, I. & Wohlwill, J. (toim.). Behavior and the natural environment. Plenum, New York. s. 39–84.*
- Eskelinen, O. 1979. Pyykin ulkoilualue: tutkimus erään metsäisen ulkoilualan luonnonympäristön hyvinvointitekijöistä. *Silva Fennica* 13(2): 146–151.
- FVL (Forest Visualization Laboratory). 1997. Visuaalisointijärjestelmät metsätaloudessa. [http://www.helsinki.fi/~mmvar\\_fv/mvl/vis\\_/raportti.html](http://www.helsinki.fi/~mmvar_fv/mvl/vis_/raportti.html)
- Garrod, G.D & Willis, K.G. 1992. Valuing goods' characteristics: an application of the hedonic price method to environmental attributes. *Journal of Environmental Management* 34: 59–76.
- Granö, J.G. 1930. Puhdas maantiede. WSOY, Porvoo. 187 s.
- Gustke, L.K. & Hodgson, R.W. 1980. Rate of travel along an interpretive trail. The effect of an environmental discontinuity. *Environment and Behavior* 12(1): 53–63.
- Hallikainen, V. 1994. Erämaan käsite ja kokeminen, suomalaisten erämaa mielikuva, erämaiden virkistyskäyttö ja arvostus. *Julkaisussa: Sulonen, S. & Kangas, J. (toim.). Näkökohtia metsien monikäyttöön. Metsien monikäytön tutkimusohjelman tutkimuspäivä Espoossa 1993. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 488. s. 36–70.*
- Hammitt, W.E., Patterson, M.E. & Noe, F.P. 1994. Identifying and predicting visual preference of southern Appalachian forest recreation vistas. *Landscape and Urban Planning* 29: 171–183.
- Higuchi, T. 1988. The visual and spatial structure of landscapes. M.I.T. Press, Cambridge, MA. 218 s.
- Hull, R.B. 1988. Forest visual management and research. *Julkaisussa: Outdoor recreation benchmark 1988: proceedings of the National Outdoor Recreation Forum. USDA Forest Service, General Technical Report SE-52. s. 485–498.*
- & Buhyoff, G.J. 1983. Distance and scenic beauty. A nonmonotonic relationship. *Environment and Behavior* 15 (1): 77–91.
- & Buhyoff, G.J. 1986. The scenic beauty temporal distribution method: an attempt to make scenic beauty assessments compatible with forest planning efforts. *Forest Science* 32(2): 271–286.
- & McCarthy, M.M. 1988. Change in the landscape. *Landscape and Urban Planning* 15 (3–4): 265–278.
- & Revell, G.R.B. 1989. Issues in sampling landscapes for visual quality assessments. *Landscape and Urban Planning* 17(4): 323–330.
- Hultman, S.-G. 1983a. Allemänhetens bedömning av skogsmiljöers lämplighet för friluftsliv. 1. Bedömning på plats eller i bild? Public judgment of forest environments as recreation areas. 1. Judgment on site or from photos? Sveriges lantbruksuniversitet, Avdelningen för landskapsvård, Rapport 27. 91 s.
- 1983b. Allemänhetens bedömning av skogsmiljöers lämplighet för friluftsliv 2. En rikstäckande enkät.

- Public judgement of forest environment as recreation areas. 2. A national survey. Sveriges lantbruksuniversitet, Avdelningen för landskapsvård, Rapport 28. 85 s.
- Huovinen, J. & Huttunen, J. 1996. Toimintaympäristön muutos ja siihen soputuminen integroidussa maa- ja metsätalouslyrityksessä. Joensuun yliopisto, Metsätieteellinen tiedekunta, Tiedonantoja 46. 89 s.
- Hustich, I. 1982. Muuttuva suomalainen maisema. *Terra* 94(1): 64–68.
- Jensen, F.S. 1993. Landscape managers' and politicians' perception of the forest and landscape preferences of the population. *Forest & Landscape Research* 1: 79–93.
- Järviluoma, J. 1993. Paikallisväestön suhtautuminen matkailuun ja sen seurausvaikutuksiin – esimerkkinä Kolarin kunta. University of Oulu, Research Institute of Northern Finland, Research Reports 110. 152 s.
- Kaikko, J. 1945. Maiseman vuodenaikainen rytmi Suomen kasvipeitteessä ja tekemuodostossa. *Terra* 57: 69–78.
- Kangas, J. 1992. Metsikön uudistamisketjun valinta – monitavoitteiseen hyötyteoriaan perustuva päätösanalyysimalli. Joensuun yliopiston luonnontieteellisiä julkaisuja 24. 230 s.
- 1994. An approach to public participation in strategic forest management planning. *Forest Ecology and Management* 70: 75–88.
- 1995. Metsäsuunnittelun kehityssuuntia. Julkaisussa: Nurmi, J. & Heino, E. (toim.). *Metsäntutkimuspäivä Kalajoella 1995. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 570. s. 71–77.
- & Matero, J. 1993. Ruunaan luonnonsuojelun jako aarni- ja puisto-osiin – kokemuksia AHP-menetelmästä osallistuvassa metsäsuunnittelussa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 449. 44 s.
- & Niemeläinen, P. 1996. Opinion of forest-owners and the public on forests and their use in Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 11(3): 269–280.
- & Pukkala, T. 1992. A decision theoretic approach applied to goal programming of forest management. *Silva Fennica* 26(3): 169–176.
- , Matero, J. & Pukkala, T. 1992a. Analyttisen hierarkiaproessin käyttö metsien monikäytön suunnittelussa – tapaustutkimus. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 412. 48 s.
- , Päivinen, R. & Varjo, J. 1992b. Integroitu metsäsuunnittelu. Joensuun yliopisto, Metsätieteellinen tiedekunta, Tiedonantoja 2. 34 s.
- , Laasonen L. & Pukkala T. 1993. A method for estimating forest landowner's landscape preferences. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8: 408–417.
- , Loikkanen, T., Pukkala, T. & Pykäläinen, J. 1996a. A participatory approach to tactical forest planning. *Acta Forestalia Fennica* 251. 24 s.
- , Pukkala, T. & Pykäläinen, J. 1996b. Vuorovaikutteinen heuristinen optimointi yksityismetsien suunnittelussa. *Folia Forestalia – Metsätieteen aikakauskirja* 1996(3): 231–244.
- Karhu, I. & Kellomäki, S. 1980. Väestön mielipiteet metsänhoidon vaikutuksesta maisemakuvaan Puolangan kunnassa. *Silva Fennica* 14(4): 409–428.
- Karjalainen, E. 1995. Avohakkuumaiseman visuaalinen laatu. *Folia Forestalia – Metsätieteen aikakauskirja* 1995(3): 211–232.
- & Komulainen, M. 1997. Uudistusalojen vaikutus kaukomaisemaan. *Tapaustutkimus Kainuussa. Metsätieteen aikakauskirja* 1997(3):423–428.
- & Komulainen, M. 1998. Field afforestation preferences: a case study in northeastern Finland. *Landscape and Urban Planning* 43 (1–3): 79–90
- & Tyrväinen, L. 1998. Visualization in forest landscape preference research. Julkaisussa: Saarikko, J. (toim.). *Resource Technology '98 Nordic. International Symposium on Advanced Technology in Environmental and Natural Resources*, June 8–12, 1998, Rovaniemi, Finland. Abstracts. s. 14.
- Katila, P. 1987. Virkistysalueisiin kohdistuvat arvostukset. Ympäristöministeriön ympäristön- ja luonnonsuojeluosaston sarja A:60. 94 s.
- Kellomäki, S. & Pukkala, T. 1989. Forest landscape: a method of amenity evaluation based on computer simulation. *Landscape and Urban Planning* 18: 117–125.
- Lange, E. 1994. Integration of computerized visual simulation and visual assessment in environmental planning. *Landscape and Urban Planning* 30: 99–112.
- Leikola, M. 1995. Romantiikan ja realismin metsämaisemat – kauniiden maisemien kehityshistoriaa. *Folia Forestalia – Metsätieteen aikakauskirja* 1995(3): 233–248.
- Leskinen, P. & Kangas, J. 1998. Analysing uncertainties of interval judgement data in multiple-criteria evaluation of forest plans. *Silva Fennica* 32(4): 363–372.
- Lindhagen, A. 1996. An approach to clarifying public preferences about silvicultural systems: a case study concerning group selection and clear-cutting. *Scandinavian Journal of Forest Research* 11: 375–387.
- Loikkanen, T., Simojoki, T. & Wallenius, P. 1997. Osallistuvan suunnittelun opas luonnonvara-ammattilaisille. *Metsähallitus* 1997. 96 s.
- Lovén, L. 1973. Metsäammattimiesten maisemanhoidolliset arvostukset. *Silva Fennica* 7(1): 8–23.
- 1996. Tavoitemittari yksityismetsien monitavoitteiseen suunnitteluun – mittarin testaus Levin metsäsuun-



- nittelussa. Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja 617. 44 s.
- Lucas, O.W.R. 1991. The design of forest landscapes. Oxford University Press. 381 s.
- Luostarinen, M. & Olin, A. 1995. Maiseman- ja ympäristöhoito osana maaseudun kehittämistä. Delfoi-tutkimuksen tulokset. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 5/95. 33 s.
- Matila, A. (toim.). 1995. Kylämaisema Peränteellä. Metsäkeskus Tapion julkaisu 11/1995. 49 s.
- Mattsson, L. & Li, C.-Z. 1994. How do different forest management practices affect on the non-timber value of forests? – An economic analysis. *Journal of Environmental Management* 41: 79–88.
- Mendoza, G.A. & Sprouse, W. 1989. Forest planning and decision making under fuzzy environments: an overview and illustration. *Forest Science* 35(2):481–501.
- , Bare, B.B. & Campell, G.E. 1987. Multiobjective programming for generating alternatives: a multiple-use planning example. *Forest Science* 33(2): 458–468.
- Metsätalous ja ympäristö. Metsätalouden ympäristöohjelma -työryhmän mietintö 1994:3. Osa I Nykytilanteen kuvaus. Osa II Ehdotus metsätalouden ympäristöohjelmaksi. Maa- ja metsätalousministeriö. 101 s.
- Miettinen, J. 1993. Luonnon kauneuden huomioon ottaminen metsähoidossa. Helsingin yliopiston metsäekologian laitoksen julkaisuja 7. 158 s.
- Nalli, A, Nuutinen, T. & Päivinen, R. 1996. Site-specific constraints in intergrated forest planning. *Scandinavian Journal of Forest Research* 11: 85–96.
- Norvasuo, M. 1989. Näkymisen arvioinnin menetelmät. Ympäristöministeriö, Selvitys 82. 132 s.
- Nousiainen, I. 1999. Visual impact of forest clear-cutting in distant landscape. Käsikirjoitus.
- , Tahvanainen, L. & Tyrväinen L. 1998. Landscape in farm-scale land-use planning. *Scandinavian Journal of Forest Research* 13: 477–487.
- , Tyrväinen, L. & Tahvanainen, L. 1999. Maaseutumaiseman muutos ja peltojen metsitys – kolmen maakunnan mielipiteet. Käsikirjoitus.
- Orland, B. 1992. Evaluating regional changes on the basis of local expectations: a visulization dilemma. *Landscape and Urban Planning* 21 (4): 257–259.
- 1993. Synthetic landscapes – a review of video-imagging applications in environmental perception research, planning, and design. *Julkaisussa: Marans, R.W. & Stokols, D. (toim.). Environmental simulation: research and policy issues. Plenum Press, New York. s. 213–250.*
- 1994. Visualization techniques for incorporation in forest planning geographic information systems. *Landscape and Urban Planning* 30: 83–97.
- Palmer, J.F. 1990. Aesthetics of the Northeastern forest: the influence of season and time since harvest. *Julkaisussa: Proceedings of the 1990 Northeastern research symposium. February 25–28, 1990, Sarsatoga Springs, New York. USDA Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station, General Technical Report NE-145: 185–190.*
- Palmer, J.F., Shannon, S., Harrilchak, M.A., Gobster, P.H. & Kokx, T. 1995. Esthetics of clearcutting. Alternatives in the White Mountain National Forest. *Journal of Forestry* 93(5): 37–42.
- Pâquet, J. & Bélanger, L. 1997. Public acceptability thresholds of clearcutting to maintain visual quality of boreal balsam fir landscapes. *Forest Science* 43(1): 46–55.
- Patey, R. & Evans, M. 1979. Identification of scenerally preferred forest landscapes. *Julkaisussa: Elsner, G.H. & Smardon, R.C. (toim.). Proceedings of our national landscape. A conference on applied techniques for analysis and management of visual resources. April 23–25, 1979, Incline Village, Nevada. USDA Forest Service, General Technical Report PSW-35. s. 532–538.*
- Pearce, P.L. 1982. The social psychology of tourist behaviour. Pergamon Press. 155 s.
- Pukkala, T. 1988. Methods to incorporate the amenity of landscape into forest management planning. *Tiivistelmä: Menetelmä maisemanhoidon liittämiseksi metsätalouden suunnitteluun. Silva Fennica* 22 (2): 135–146.
- 1998. Monikäytön suunnitteluohjelmisto MONSU. Ohjelmiston toiminta ja käyttö. *Moniste*. 61 s.
- & Kangas J. 1993. A heuristic optimization method for forest planning and decision making. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8: 560–570.
- , Kellomäki, S. & Mustonen, E. 1988. Prediction of the amenity of a tree stand. *Scandinavian Journal of Forest Research* 3: 533–544.
- , Nuutinen, T. & Kangas, J. 1995. Integrating scenic and recreation amenities into numerical forest planning. *Landscape and Urban Planning* 32: 185–195.
- Rautamäki, M. 1982. Maisemamaakunnat, valtakunnallinen viherjärjestelmä. TKK, arkkitehtiosasto, maisemalaboratorio, *Julkaisu* 2/82.
- Ribe, R.G. 1989. The aesthetics of forestry: what has empirical preference research taught us? *Environmental Management* 13(1): 55–74.
- Rihtniemi, A. 1995. Taajamametsän kasvustotilat ja metsäkuvatyyppit. Helsingin yliopiston metsäekologian laitoksen julkaisuja 13. 81 s.
- Rudis, V.A., Gramann, J.H., Ruddell, E.J. & Westphal, J.M. 1988. Forest inventory and management-based visual preference models of southern pine stands. *Forest Science* 34(4): 846–863.

- Saaty, T.L. 1977. A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology* 15: 234–281.
- Savolainen, R. & Kellomäki, S. 1981. Metsän maisemallinen arvostus. *Acta Forestalia Fennica* 170. 74 s.
- Schroeder, H.W. & Daniel, T.C. 1981. Progress in predicting the perceived scenic beauty of forest landscapes. *Forest Science* 27(1): 71–80.
- Sepänmaa, Y. 1986. The beauty of environment. A general model for environmental aesthetics. *Suomalaisen tiedeakatemian toimituksia, Annales Academiae Scientiarum Fennica B*:234. 184 s.
- Shafer, E.L. & Brush R.O. 1977. How to measure preferences for photographs of natural landscapes. *Landscape Planning* 4: 237–256.
- , Hamilton, J.F. & Schmidt, E.A. 1969. Natural landscape preferences: a predictive model. *Journal of Leisure Research* 1(1): 1–20.
- Shuttleworth, S. 1980. The use of photographs as an environment presentation medium in landscape studies. *Journal of Environmental Management* 11: 61–76.
- Sievänen, T. (toim.). 1992. Nordic outdoor recreation. International comparative studies. Proceedings of the workshop held in Siuntio Finland. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 439. 141 s.
- Silvennoinen, H., Tahvanainen, L. & Tyrväinen, L. 1997. Matkailu, maaseutu ja ympäristö: Matkailun nykytila ja tulevaisuuden näkymät Suomessa ja Pohjois-Karjalassa. Joensuun yliopisto, Metsätieteellinen tiedekunta, Tiedonantoja 57. 51 s.
- Smardon, R.C., Palmer, J.F. & Felleman, J.P. (toim.). 1986. Foundations for visual project analysis. John Wiley & Sons, New York. 374 s.
- Stankey, G., Cole, D., Lucas, R. & Petersen, M. 1985. The limits of acceptable change (LAC) system for wilderness planning. USDA Forest Service, General Technical Report INT-176. 47 s.
- Store, R. 1996. Maiseman huomioonottavan metsikkökuvioinnin tuottaminen paikkatietojärjestelmällä. *Folia Forestalia – Metsätieteen aikakauskirja* 1996(3): 245–262.
- Tahvanainen, L. & Tyrväinen, L. 1997. Maaseutumaiseman arvostus ja huomioonottaminen tila- ja aluesuunnittelussa 1994–1997. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tutkimushankkeen loppuraportti maa- ja metsätalousministerion maaseutupolitiikan yhteistyöryhmälle. 51 s.
- & Tyrväinen, L. 1998. Model for predicting the scenic value of rural landscape – a preliminary study of landscape preferences in North Carelia. *Scandinavian Journal of Forest Research* 13: 379–385.
- , Tyrväinen, L. & Nousiainen, I. 1996. Effect of afforestation on the scenic value of rural landscape. *Scandinavian Journal of Forest Research* 11(4): 397–405.
- Tyrväinen, L. 1997. The amenity value of the urban forest: an application of the hedonic pricing method. *Landscape and Urban Planning* 37: 211–222.
- & Tahvanainen, L. 1999. Using computer graphics for assessing the scenic value of large-scale rural landscape. *Scandinavian Journal of Forest Research* (painossa). 15 s.
- & Löfström, I. 1998. Ecological and aesthetic values in management of urban forests. Julkaisussa: AISF-EFI Conference on Forest Management in Designated Conservation & Recreation Areas, 7–11 October 1998, Florence, Italy. University of Padua Press. s. 295–302.
- Vodak, M.C., Roberts, P.L., Wellman, J.D. & Buhyoff, G.J. 1985. Scenic impacts of eastern hardwood management. *Forest Science* 31(2): 289–301.
- Yu, K. 1995. Cultural variations in landscape preference: comparisons among Chinese sub-groups and Western design experts. *Landscape and Urban Planning* 32: 107–126.
- Zube, E.H., Shell, J.R. & Taylor, J.G. 1982. Landscape perception: research, application and theory. *Landscape Planning* 9: 1–33.
- , Simcox, D.E. & Law, C.S. 1987. Perceptual landscape simulations: history and prospect. *Landscape Journal* 6(1): 62–80.

## 119 viitettä