

Simo Poso

Metsätalouden suunnittelu uusiin puihin Voidaanko silmävaraisesta kuvioittaisesta arvioinnista luopua?

Otsikko on pantu hivenen raflaavaan muotoon. Kuvioittainen arviointi on keskeinen menetelmä metsätalouden suunnittelussa tarvittavan metsätiedon keruussa. Menetelmään on kohdistettu kylä painavaa kritiikkiä, mutta sille on ollut vaikea esittää vaihtoehtoja. Nyt tilanne on muuttunut. Kaukokuvauksiin ja tietojenkäsittelyyn liittyvä teknologia on olennaisesti parantunut viime vuosien kuluessa. Lisäksi metsätietoa tarvitaan entistä enemmän ja tarkemmin. Meillä on kaikki syy kysyä, voidaanko metsätalouden suunnittelu panna uusiin puihin ja voidaanko kuvioittainen arviointi korvata vaikkapa vain osaksikin jollakin muulla nykyvaatimukset paremmin täyttävällä inventointi- ja suunnittelumenetelmällä.

Taustaa

Metsäalueen inventointiin on käytettävissä kaksi perusteiltaan erilaista menetelmää: kuvioittainen arviointi ja koelaotanta. Lihtosen mukaan metsiköतालouteen, toisin sanottuna kuviopohjaiseen suunnitteluun, siirryttiin Metsähallituksessa vuonna 1907. Sittemmin menetelmä on yleistynyt niin, että kuvioittaista arviointia tehtiin parhaimmillaan noin 1,5 milj. ha vuodessa. Toimintaa vauhditti ilmakuva-tekniikan ja tietokonetekniikan kehittyminen. Kustannukset ovat olleet suhteellisen alhaiset las-

kettuna vuotta ja hehtaaria kohden. Jos arvioinnin ja laskentatöiden hehtaarikustannukseksi oletetaan 50 mk ja suunnittelukauden pituudeksi 10 vuotta, saadaan vuotuiseksi kustannukseksi metsähehtaaria kohden 5 mk. Jos sitä verrataan metsähehtaarista keskimäärin saatavaan tuloon, saadaan suunnittelukustannusten osuudeksi noin 1 %. Se ei näin esitettyä kuulosta korkealta. Voidaan päinvastoin ajatella, että suurempiakin kustannuksia voitaisiin sietää, mikäli suunnittelun laatu voitaisiin taata riittävän korkeaksi. Toiminnan laajuuden vuoksi kokonaiskustannukset kuvioittaisesta arvioinnista muodostuvat Suomessa 50–100 miljoonan välille. Täten pienikin suhteellinen parannus toiminnan tehokkuudessa merkitsee huomattavia markkamääräisiä hyötyjä.

Kaikesta huolimatta kuvioittaiseen arviointiin perustuvan metsätalouden suunnittelun kustannuksia on käytännössä pidetty korkeina. Maastotyön osuus on ollut kustannusten muodostumisessa ratkaiseva ja sen vähentämiseen on pyritty keksimään keinoja kaukokuvista ja maastotyön uudelleen organisoinnista. Sähköisen tietojenkäsittelyn yleistyminen on tehnyt mahdolliseksi tietorekisterien luomisen ja ylläpidon. Niinpä Metsähallituksessa ja metsäteollisuusyrityksissä on ryhdytty soveltamaan menetelyä, jossa kuvioittainen tieto pidetään ajantasalla. Tämä tapahtuu siten, että kuviot jaetaan joka vuosi kahteen ryhmään: niihin, joissa ei vuoden mittaan ole tapahtunut toimenpiteitä tai tiedossa olevia epätavallisia muutoksia ja niihin, joissa on suoritettu hakkuita tai muita kuvio-ominaisuuksiin vaikuttavia toimenpiteitä. Edellisen ryhmän kuviotiedot päi-

Prof. **Simo Poso** työskentelee Helsingin yliopiston metsävarojen käytön laitoksessa.

vitetään kasvufunktioiden avulla, jälkimmäisen ryhmän kuviot arvioidaan suoritettujen toimenpiteiden jälkeen ja tietorekisterin kyseiset vanhat tiedot korvataan uusilla.

Nykytilanteen analyysi

Kuviotietojen pito ajantasalla vaikuttaa entiseen menettelyyn verrattuna selvältä edistykseltä. Kustannusten odotetaan pienenevän, koska vuosittain joudutaan maastoarviointeja tekemään arviolta 5 %:lla pinta-alasta, ja ne voidaan tehdä koordinoitusti muiden maastotöiden yhteydessä.

Kokemukset kuviotietorekisterin pitämisestä ajantasalla ovat vielä vähäiset, joten menetelmän toimivuus tulisi arvioida jatkossa huolellisesti. Varovaisuuteen päätelmien teossa kehottaa yksityismetsien toistuva suunnittelu. Yleensä aikaisempia suunnitelmia ei ole pystytty käyttämään hyväksi. Toisen kerran suunnittelun kustannukset eivät odotuksista huolimatta ole jääneet ensimmäisen suunnittelun kustannuksia pienemmiksi

Metsätiedon keruun ja ylläpidon tavoitteet

Tärkein tavoite on yleensä hyvä taloudellinen tulos. Tavoitteena on suorittaa järjeviä toimenpiteitä oikea-aikaisesti. Tähän liittyen metsästä pitää saada sellaista tietoa, jolla toimenpiteiden järjestyttä voidaan tutkia, tietoa vaikuttavuusanalyysien tekoon.

Suorien taloudellisten tavoitteiden lisäksi tiedon keruuseen pitää liittää enenevässä määrin myös yleisiä, toimintaedellytysten turvaamiseen liittyviä tavoitteita. Metsä on luonnonvara, jonka käsittelystä jokaisella suomalaisella ja ulkomaalaisellakin tuntuu olevan selvä näkemys. Metsätaloutta harjoittavan on ehkä otettava tavoitteeksi kerätä sellaista tietoa, jolla pystytään osoittamaan, mitä vaikutuksia metsässä suoritettavilla toimenpiteillä on metsäluontoon laajasti, esimerkiksi luonnon monimuotoisuuteen. Parhaiten omat toimintamahdollisuudet ulkoisia paineita vastaan pystytään turvaamaan keräämällä itse riittävän hyvää aineistoa luonnossa tapahtuvien muutosten seurua varten.

Miten kuvioittainen arviointi täyttää tiedon keruun nykyvaatimukset?

Kuvioittaiseen arviointiin on suhtauduttava kriittisesti. Tähän päätelmään päädytään väistämättä esimerkiksi Poson (1983) tutkimuksen perusteella. Siinä kerättiin aineistoa kuvioittaisen arvioinnin ominaisuuksista ja samalla tarkistettiin käytännön kuvioittaisessa arvioinnissa saatujen tulosten luotettavuutta.

Kuvioittaisen arvioinnin ongelmat koostuvat seuraavista osista:

1. Metsäalueen jakaminen kuvioihin on subjektiivista. Ammatti-ihmisetkin päätyvät usein huomattavasti toisistaan poikkeaviin tuloksiin. Yhtä ja ainoaa oikeata kuviointia ei voida määrittelyjen perusteella osoittaa. Kuvion rajan määrittäminen tarkasti on maastosakin usein mahdotonta.
2. Kuvioittaiseen arviointiin tavallisesti liitettävä oletus, että kuvio on kauttaaltaan homogeenista, ei pidä paikkaansa. Yleensä kuvio käsitetään ensi sijassa toimenpideyksiköksi. Tällöin kuvion täytyy olla annettua minimaluuetta, esim. puolta hehtaaria, suurempi ja muodoltaan kompakti. Kuvioiden heterogeenisuudesta johtuu, että kuviorajojen piirtäminen ilmakuville ja kartoille on subjektiivista. Eri ammattihenkilöt päätyvät helposti hyvin erilaisiin kuviointituloksiin. Metsätalouden toimenpiteiden valvonnan vähetessä ja siirryttäessä enenevästi luontaiseen uudistamiseen kuvioiden sisäinen heterogeenisuus ei ainakaan vähene.
3. Mittaukset ovat alttiita suurille virheille. Usein arviointiin tulee myös huomattavaa systemaattista virhetä eli harhaa.
4. Metsätaloudelliset toimenpiteet eivät välttämättä seuraa kartalle piirrettyjä kuvioiden rajoja. Siksi kuviointia joudutaan muuttamaan toimenpiteiden jälkeen.
5. Metsässä tapahtuvien muutosten seurua kuvio pohjalta ei onnistu elleivät kuviorajat pysy muuttumattomina ja ellei tunnuksia mitata huomattavasti nykyistä tarkemmin ja harhattomammin. Kuvioiden sisäisen heterogeenisuuden johdosta kuvioiden keskimääräiset tiedot eivät enää päde kuvioista tehtyihin leikkauksiin, joita mahdollisesti muuten voitaisiin ajatella käytettävän seurauyksiikkoina. Silmävaraisen kuvioittaisen arvioinnin heikko tarkkuus ja harhaus ei anna mitään mahdollisuuksia kartoittaa



muutoksia luotettavasti saatikka laatia toimenpiteiden vaikuttavuusanalysejä.

Mitä kuvioittaisen arvioinnin tilalle?

Otos pohjainen atk- ja kaukokuvateknologiaa käyttävä inventointi ja seuruumenetelmä

Lähes kaikki edellä esitetyt kuvioittaiseen arviointiin liittyvät ongelmat voidaan välttää soveltamalla systemaattista tasavälistä ja intensiivistä koealotantaa, jossa jokaisen koealan mittaustiedot määritellään tarkalleen paikka- ja aikatietojärjestelmässä, x-, y-, z- ja t-koordinaatistossa. Kokeiluissa koealat on sijoitettu yleensä 25 m:n etäisyyksiin, mikä tuottaa 16 koealaa hehtaarille. Tavallaan tässä jokainen koeala vastaa neliönmuotoista kuviota, jonka pinta-ala on 6,25 aaria.

Kustannussyistä ei ole mahdollista mitata joka metsäalueen hehtaarille 16 koealaa tarkasti maastotyönä. Ratkaisu ongelmaan saadaan aputiedosta, toisin sanoen satelliittikuvista, ilmakuvista, peruskartoista korkeuskäyrineen, maaperäkartoista, met-

säveroluokituskartoista ja vanhojen metsätaloussuunnitelmien asiapapereista. Videokuvat ja digitaalisesti otettavat ilmakuvat tekevät tuloaan.

Seurujärjestelmässä korostuu tarkasti paikkaan sidottujen pysyvien maastokoealojen merkitys. Kuvatussa systeemissä mittaukset on tehtävissä tarkasti ja kontrolloitavasti. Jos koealan puut kartoitetaan, saadaan muutostietoa puukohtaisesti. Tällainen tieto on ensiarvoista metsän kehityksen ja eri toimenpiteiden vaikuttavuuden tutkimisessa ja mallittamisessa. Tavallaan myös kaikki ensivaiheen koealat voidaan katsoa pysyviksi, koska ne on sidottu pysyvään koordinaatistoon ja ne voidaan määrittellä eri ajankohtina samalla tavalla. Tämä antaa ihanteellisen kehikon muutosten tutkimiselle ja seurulle.

Helsingin yliopistossa on kehitetty noin 10 vuoden ajan menetelmää aputiedon ja tarkasti maastossa mitatun koealatiehon yhdistämiseksi siten, että jokaiselle ensivaiheen koealalle saadaan estimaatit kaikista niistä metsätunnuksista, joita suunnittelussa tarvitaan. Kehittelytyö on tuottanut laajakokoinen PC-ympäristössä toimivan, SMI-nimisen tietokoneohjelmiston.

Menetelmä on kaksivaiheisen otannan sovellutus ja perusteiltaan yksinkertainen. Ensivaiheen koalat, esim. 16 kpl/ha, määritetään yhtenäiskoordinaatistossa. Vastaavasti kaikki aputietolähteet paikannetaan samassa koordinaatistossa. Kun aputietolähteet ovat numeerisessa muodossa, saadaan jokaiselle neliönmuotoiselle aputietoyksikölle, pikselille, maantieteellistä sijaintia kuvaava koordinaattitieto. Tämän jälkeen jokaiselle samassa koordinaatistossa paikannetulle ensivaiheen koalalle haetaan lähin tai useita lähimpiä eri aputietolähteiden pikseleitä. Näin koaloille saadaan aputietoa monista lähteistä ja myös, jos halutaan, usealta eri ajankohdalta. Saatujen aputietojen perusteella koalat ositetaan mahdollisimman yhtenäisiin ositteisiin. Sitten jokaisesta ositteesta poimitaan sopivaksi katsottava määrä ensivaiheen koaloja mitattavaksi maastossa.

Maastomittausten jälkeen suoritetaan laskennat. Niiden tuloksena saadaan kasvupaikan ja puuston kuvaustiedot jokaiselle maastokoealalle. Sen jälkeen maastokoealatiedot yleistetään ositteittain. Yleistyksen tuloksena jokainen ensivaiheen koala saa suunnittelussa tarvittavat metsikkötiedot.

Koealatietokannan ominaisuudet ja käyttömahdollisuudet

Menetelmässä korostuvat seuraavat periaatteet ja mahdollisuudet:

1. Sen mitä mitataan maastossa, mitataan tarkasti. Tämä merkitsee myös mittausten kontrollikelpoisuutta. Satteliittipaikantamiseen perustuva teknologia helpottaa olennaisesti maastokoealojen tarkkaa paikantamista.
2. Tarkoissa maastomittauksissa saatuja alkuperäisiä tietoja ei hävitetä. Tällainen vaara piilee, kun tietoja muutetaan ajan tasalle. Aikaa myöten pysyvien koalojen merkitys kasvaa. Toistomittauksia vertaamalla saadaan tarkkaa tietoa muutoksista: kasvusta, poistumasta, laadusta.
3. Maastokoealatietojen yleistyksessä sovellettavien menetelmien kohdalla voidaan käyttää vaihtoehtoisia, eri tilanteisiin soveltuvia optimiratkaisuja. Muutosten estimoinnissa eri ajankohtien estimaattoreiden pitää olla samoja

4. Koealatiedot muodostavat primäärisen metsän analysoinnissa ja seurauksessa käytettävän aineiston. Ylläpidettäviä tiedostoja ovat tärkeysjärjestyksessä:
 - a. Pysyvien maastokoealojen tiedosto. Puutason tiedosto.
 - b. Tilapäisten maastokoealojen tiedosto. Puu- tai metsikkötason tiedosto.
 - c. Ensivaiheen koaloille yleistettyjen metsikkötietojen tiedosto.
5. Kuviointi ja kuvioittaiset tiedot muodostavat sekundaarisen, koealatiedoista johdettavissa olevan tuloksen. Kuviointi voidaan tehdä automaattisesti kulloinkin parhaaksi katsottavien kriteereiden mukaisesti.

Kuviotiedosto muodostuu kuvioittaisista tiedoista. Kuviorajat tarvitaan digitaalisessa muodossa samassa koordinaatistossa muin missä koealatkin on määritetty. Kuviot voidaan rajata parhaaksi katsottavalla tavalla. Lähtökohtana voi olla esimerkiksi ilmakuvista tehtävä ennakkokuviointi tai automaattinen segmentointi. Segmentointi voi perustua joko ensivaiheen koalojen metsikkötietoestimaatteihin tai kaukokuvatietoon. Kuviotieto saadaan kuviorajojen sisään jäävien koealatietojen keskiluku- ja vaihtelutietona.

Päätelmät

Kuvioittainen arviointi on ollut tarpeellinen inventointimenetelmä kerätessä metsätaloudellisen suunnittelun vaatimaa tietoa. Kriittinen tarkastelu osoittaa, että menetelmään liittyy vakavia ongelmia. Tarjolla ei ole kuitenkaan ollut käyttökelpoisia korvaavia menetelmiä. Tässä suhteessa on nyt tapahtunut selvä muutos. Teknologinen kehitys kaukokuvien ja tiedon käsittelyn kohdalla on ollut nopeaa. Mahdollisuudet kuvioittaista arviointia parempien menetelmien soveltamiseen ovat olennaisesti parantuneet.

Koealaotantaan perustuvalla inventointi- ja suunnittelujärjestelmällä on perinteelliseen kuvioittaiseen arviointiin verrattuna huomattavia etuja. Ensiksikin, uusi järjestelmä tulee aikaa myöten selvästi halvemmaksi, koska siinä pystytään hyödyntämään aputietoa ja sen kautta kohdentamaan maas-

totyö tehokkaasti. Toiseksi, uusi järjestelmä sisältää mahdollisuuden luotettavuuksien tilastotieteelliseen tarkasteluun ilman erillisiä kontrolliaineistoja, kolmanneksi uusi järjestelmä soveltuu muutosten pitkäaikaiseen seurukseen olennaisesti paremmin. Tämä koskee metsän tarkastelua myös ympäristönä.

Strategisesti olisi tärkeää, että metsäalalla olisi käytettävissä kaikilla suunnittelutasoilla, ei vain valtakunnan inventoinnin tasolla, hyvä seuruumenetelmä ja ala saisi siten ympäristöasioissakin lisää hovikelpoisuutta.

Teknologia uuteen järjestelmään siirtymiseen on olemassa eikä ole kovin kalliskaan. Menetelmien kehittäminen pitää kyllä jatkaa. Kestää kuitenkin oman aikansa, ennen kuin ammattitaitoisia henkilöitä on riittävästi ja ennen kuin uuden pelko voitetaan.

Otospohjainen tiedon keruun ja seuruun järjestelmä soveltuu tuottamaan tietoa myös aivan samaan muotoon, mihin perinteisellä kuvioittaisella arvioinnilla on totuttu. Tätä ominaisuutta kaivattaneen ainakin siirtymävaiheessa. Aputietolähteiden ja tietojärjestelmien hankinta ja ylläpito vaativat pitkäjänteistä toimintaa, jolle ei aina löydy edellytyksiä. Sen johdosta ei ole realistista kuvitella, että perinteinen kuvioittainen arviointi kokonaan loppuisi.

Hyvin organisoitu, tavoitteista lähtevä metsätalouden suunnittelu joutuu hakemaan uusia ratkaisuja. Rohkenen kuvitella, että tässä esitetyt ajatukset vauhdittaisivat niiden löytämistä.

Kirjallisuutta

- Jacobsson, J. & Jonsson, B. 1991. The forest management planning package – Experience from applications. Avdelningen för skogsuppskattning och skogsindelning, Rapport 21: 1–38.
- Laasasenaho, J. & Päivinen, R. 1986. Kuvioittaisen arvioinnin tarkistamisesta. Folia Forestalia 664. 19 s.
- Poso, S. 1983. Kuvioittaisen arvioimismenetelmän perusteita. Silva Fennica 17: 313–349.
- , Karlsson, M., Pekkonen, T. & Härmä, P. 1990. A system for combining data from remote sensing, maps and field measurements for forest planning purposes. Metsänarvioimistieteen laitoksen tiedonantoja 23: 1–40.

- Waite, M-L. 1993. Documentation of the SMI/92 forest management planning system. Metsävarojen käytön laitos. Moniste.