

Maantiede ja maisemaekologia maaseudun maiseman muutostutkimuksessa

REIJA HIETALA-KOIVU

Maatalouden tutkimuskeskus, Jokioinen

Maantieteen laitos, Turun yliopisto



Hietala-Koivu, Reija (1996). Maantiede ja maisemaekologia maaseudun maiseman muutostutkimuksessa (Geography and landscape ecology in the study of the changing rural landscapes). *Terra* 108:3, pp. 172–182.

The aim of this article is to review the connections between two sciences: geography and landscape ecology in the studies of changing landscapes. It is normal that cultural landscapes are changing all the time because of human action. The dimension and the volume of the change in rural landscapes can be studied from both visual and/or ecological view. This article concerns methods for studying physical and ecological changes of the landscapes during past decades. The main attention here is focusing on the development of Geographical Information Systems (GIS) by analyzing information from paper maps and aerial or satellite photos. Nowadays this method is the most relevant one in quantifying areal and diversity changes at the landscape level.

Reija Hietala-Koivu, Agricultural Research Centre, FIN-31600 Jokioinen, Finland.

Maisemaa voidaan tarkastella eri aistien havainnoina kokonaisuutena tai ihmisten ja eliöiden ja niiden ympäristön muodostamana ekologisena systeeminä. Aartolahden (1982) mukaan maisema ei ole pysyvä, vaan muuttuu jatkuvasti luonnon prosessien ja nykyisin yhä enemmän ihmisen toiminnan tuloksena. Maiseman kokemisen voimaan vaikuttaa niin henkilökohtainen elämänhistoria kuin se kulttuuripiiri, mihin olemme kulloinkin sidoksissa.

Tässä artikkelissa tarkastellaan maantieteellistä ja maisemaekologista tutkimustapaa maaseudun fyysisen maiseman muutostutkimuksessa. Maiseman (luonnonvarojen) hyödyntämisen intensiteetti vaikuttaa maiseman muutoksen laatuun ja laajuuteen (Jones 1988). Luonnon prosessien (esim. ilmaston muutos, soistuminen, maankohoaminen, metsittyminen ja vesieroosio) ja poikkeuksellisten luonnontapahtumien (esim. maanjäristykset, maamassojen liukumet, tulvat ja metsäpalot) vaikutukset maisemaan ovat suoraan verrannollisia tapahtumien voimakkuuteen ja kestoan. Kasvillisuuden muutokset luonnonmaisemassa metsä- ja suoalueilla (esim. avohakkuut) ovat Suomessa merkittäviä maiseman muuttajia (J. G. Granö 1951). Veden toiminta suomalaisessa maisemassa johtaa harvoim kookkaiden muotojen syntyyn maan pinnan vallitsevan yleisen tasaisuuden, kestävien kivilajien ja kasvipeitteen tiheyden vuoksi.

Maisemaa muuttaa erityisesti alueen demografinen kehitys alueen yleisen taloudellisen, kulttuurisen ja ympäristöhoidollisen tason kanssa (Jones 1988; Munton 1992). Väestön kasvu aiheuttaa niin asukastiheyden kasvua kuin asutuksen alueellista laajenemista, mikä vaikuttaa asuinympäristön maankäyttöön. Väestön väheneminen maaseudulla koetaan negatiiviseksi, sillä autiot tilat jäävät usein hoitamattomiksi.

Maa- ja metsätalouden osuus koko maankäytöstä on Euroopan Unionin alueella n. 80 % ja siitä maatalousmaan osuus on vähentynyt vuodesta 1980 lähtien (Brower *et al.* toim. 1991; EU 1995; FAO 1995). Metsämaan osuus on kasvanut merkittävästi varsinkin vuosina 1990–1994. Unionin maatalouspolitiikka suosii ylituotantopeltojen metsittämistä ja osa taajamien lievepelloista otetaan urbaanin maankäytön piiriin. Maatalousmaa-alat ovat vähentyneet erityisesti Saksassa, Kreikassa, Irlannissa ja Portugalissa. Viljellystä alasta viljan, sokerijuurikkaan, perunan ja laidunmaan osuudet ovat vähentyneet öljy- ja valkuaispitoisten kasvien viljelyn lisääntyessä. Yleisesti EU:n jäsenvaltioissa maaseudun väestö on ikääntyneempää verrattuna niiden taajamien väestörakenteeseen. Maataloudesta saadut tulot ovat pienentyneet ja maatalouden sivuelinkeinojen merkitys on kasvanut.

Nykyisin avointa viljelymaisemaa Suomen maapinta-alasta on noin kahdeksan prosenttia (2,5,

milj. ha) (MMM 1994/19, 1995/4). Maaseudun maisemakuva on yksipuolistunut maataloustuotannon voimakkaan teknologisen kehityksen vuoksi (Johnsson 1992; Maisematyöryhmä 1992). Suuremmat tuotantoyksiköt ja tehokkaammat tuotantovälineet ovat olleet elinehto maataloudelle, jotta se olisi ollut taloudellisesti kannattavaa.

Maaseudun maiseman muutostutkimuksen tarve

Maiseman muutos on normaalia ihmiskulttuurin kehitykseen kuuluvaa sekä luonnon- että kulttuurimaisemassa. Maiseman kerroksellisuuden, kansallisen maisemahistorian, tunteminen on perusta maaseudun maiseman suunnittelussa ja tutkimuksessa. Maa- ja metsätalousministeriön (4/1980; 4/1985; 4/1995) ja ympäristöministeriön asettamien työryhmien (66/1992 I, II) julkaisuissa perehdytään kansalliseen maisemahistoriaan sekä arvokkaiden maisemalueiden valintaa ja maatalouden tuottamien kulttuurimaisemien hoitoa kosketteleviin kysymyksiin.

Viljelymaisemaan vaikuttavat maatalousteknologian kehityksen lisäksi varsinkin kunkin ajan maatalouspoliittiset tavoitteet tuotannon ohjaamiseksi. Maatalous elinkeinona on Suomessa suuressa muutosvaiheessa. EU-jäsenyyden myötä alentuneet tuottajahinnat ovat vähentäneet maatalousyrittäjyyden kannattavuutta. Maatilojen lukumäärä on vähentynyt 19,7 % 1980–1994 aikana (kaikki yli 2 ha:n tilat) (SVT 1995). Peltoja on metsitetty vuoteen 1992 mennessä noin 140 000 hehtaaria ja nykyinen pellon metsitystavoite on 12 000 hehtaaria vuodessa (Maatalouden ympäristötukityöryhmä 19/1994). Maatalouden muutosprosessit: tuotantosuunnan muutokset, tilakoon suureneminen, osaviljelyyn yleistymisen ja viljelymaan metsitykset sananmukaisesti näkyvät maaseudun kulttuurimaisemassa. Maaseutumaiseman tulevaisuutta voidaan vain arvailla: nykyisten tilakokojen suurenmista, pienten tilojen autoitumista ja metsittämisen lisääntymistä (kuva 1).

Kuva 1. Mihin suuntaan maaseudun maisemakuva on kehittymässä? Piirroksessa kuvataan kolmea erilaista skenaariota tulevaisuuden maaseutumaisemasta: tehokkaat isot tuotantoyksiköt, monimuotoiset 'suuren yleisön' suosimat perinnemaisemat ja maatalouden kannattamattomuuden seurauksena metsitetyt pellot. Piirros: Marika Haavisto.

Fig. 1. How will the rural landscape look like in the future? The scenarios (above) describe three different visions of an intensively managed agricultural area to a traditionally managed one and an afforested farm scenery. Drawing: Marika Haavisto.

Lisää tehoa?
More intensive ?



Takaisin perinteeseen?
Back to the old time?



Takaisin luontoon?
Back to the nature?



Maatalouden ympäristötukijärjestelmän kehittämiseen tarvitaan tutkimustietoa myös maaseudun maiseman kehityksestä (Maaseutumaisematyöryhmä 4/1995). Monien ympäristötukiohjelman mukaisten viljely- ja maisemanhoidon toimenpiteiden vaikutuksia maisemaan ei vielä tunneta. Tietoa tarvitaan siitä, miten luonnon monimuotoisuutta ja maisema-arvoja ylläpidetään ja palautetaan maaseudulla.

Maisemamaantieteen ja maisemaekologian (alue-ekologian) välisiä suhteita

Maisemamaantieteen tehtävänä on maiseman maantieteellisten tekijöiden järjestelmällinen luokittelu ja maisemallisten aluekokonaisuuksien kuvaaminen ja rajaaminen. Maisemamaantieteessä tulkitaan maisemien syntyä ja levinneisyyttä sekä analysoidaan visuaalisia ja kulttuurisia maisema-arvoja mm. maankäytön suunnittelua varten (Alalampi toim. 1993).

Maisemamaantieteen historiaa tarkastelevissa artikkeleissa on laajalti perehdytty tieteenalan terminologian ja metodien kehitykseen (O. Granö 1982; Jauhiainen 1984; Mereste 1985; Keisteri 1985, 1990, 1994; Hägerstrand 1991; Tuhkanen 1994; Karjalainen & Raivo 1995). Suomalainen maisemamaantiede on kehittynyt saksalaisen *Landschaft*-tradition pohjalta. *Landschaft*-sanan vastine yleiskielessä on maisema, mutta käsitteenä se vastaa enemmän aluetta ('region', 'area' tai 'district').

Landschaft esiintyi mm. Hultin kirjoituksessa v. 1919 *landskap*-sanana. Suomenkielinen vastine sille oli maakunta, jota mm. merkittävä suomalainen maantieteilijä J. G. Granö käytti 1920-luvulle saakka (O. Granö 1982). *Landschaft*-tutkimuksen kehityksessä maisemallinen perseptio jäi vähemmälle huomiolle ja pyrittiin faktojen avulla selvittämään alueiden objektiivisia rakenteita ja prosesseja. Tämä tutkimus jakaantui myöhemmin korologiseen linjaan ja kvantitatiiviseen systeemianalyttiseen tarkasteluun (O. Granö 1977, 1978; Keisteri 1985). J. G. Granöllä alue muodostui varsinaisen maantieteellisen tutkimuksen kohteeksi. Vaikka aluetta voitiin tutkia myös fysiologisesti, prosesseina, ja geneettisesti, maisemallinen lähtökohta aluejaossa ja kuvauksessa johti morfologisten muotojen korostumiseen. Perseptuaalinen tutkimustapa oli erillään alueellisesta tarkastelutavasta. Lähtökohtana J. G. Granöllä oli kuitenkin ihmiskeskeinen aistiympäristö, jossa visuaalisuuteen perustuvalla kaukoympäristöllä eli maisemalla oli merkittävä asema.

Tuhkanen (1994) on tarkastellut mm. saksalaisen maantieteilijän C. Trollin merkitystä maisematutkimuksessa. Troll (1950; 1971) korosti sitä, että *Landschaftsökologie*-tutkimuksessa yhdistyvät maantieteilijän horisontaalinen lähestymistapa tutkia maapallon pinnan luonnonilmiöiden vuorovaikutussuhteita ja ekologin tutkimustapa kerätä tietoa vertikaalisen näkemyksen mukaisesti tietyin paikan toiminnallisista suhteista. Sittemmin Troll (1971) käytti tieteenalasta nimitystä *geoecology*. Tämä nimitys ei kylläkään saavuttanut sellaista suosiota kuin *landschaftsökologie* tai *landscape ecology*, jotka ovat suomeksi käännetty maisemaekologiaksi. O. Granö (1969, 1978) suomensi *Landschaftsökologie*-termin alue-ekologiaksi (*Landschaft* - alue).

Landscape ecology -termiä vastaavan suomenkielisen termin käyttö ei ole vielä vakiintunut Suomessa alan tutkijoiden keskuudessa. Osa tutkijoista käyttää tieteenalasta nimitystä alue-ekologia erotuksena maisema-ekologiasta. Heidän mielestään alue- ja maisemaekologisen tutkimuksen ero on siinä, että maisemaekologiassa otetaan huomioon myös esteettiset ja visuaaliset maisema-arvot maisemamosaiikkia tarkasteltaessa (esim. Raivio 1994; Metsähallitus 1995). Osa tutkijoista on sitä mieltä, että maisemaekologia tieteenalan suomalaisena nimenä on laajemmin vakiintunut ja maisemaekologinen tutkimus voi olla myös ns. 'eliömaantieteellistä' tutkimusta ilman visuaalista tai esteettistä tarkastelua (esim. Kontturi 1989). Tässä katsauksessa *landscape ecology* -tutkimus on käännetty suomeksi maisemaekologia. Visuaalisten ja esteettisten arvojen huomioonottaminen maisemaekologisessa tutkimuksessa määräytyy tutkimuksen tarkoitusten mukaisesti.

Maisemaekologiassa tarkastellaan aluekokonaisuuksien (*patches*) koon, muodon, laadun ja sijainnin vaikutuksia eliöpopulaatioiden dynamiikkaan ja koko ekosysteemin toimintaan. Maisemaekologisen tutkimusotteen mukaisesti maisema on holistinen kokonaisuus, jossa on tunnistettavia ja luokiteltavia tasoja hierarkkisessa järjestyksessä. Maisema on ikäänkuin erilaisten elementtien muodostama mosaiikki (esim. maankäyttökuviot ja niiden väliset käytävät). Maisemamosaiikin kehitystä tarkastellaan niin alueellisesti kuin ajallisesti tarkasteltavan laajuutta vaihdellen. Tärkeätä on tutkia eläinten, kasvien, energian, ravinteiden ja veden kulkua (*flows*) alueella, halki 'maiseman' (Leser 1976; Naveh & Lieberman 1984; Forman & Godron 1986; Urban ym. 1987; Zonneveld 1989; Zonneveld & Forman, toim. 1990; Barrett 1992; Selman 1993; Raivio 1994; Kupfer 1995; Metsähallitus 1995).

Nassauerin (1995) mukaan maisemaekologinen tutkimus ei ole huomionnut riittävästi kulttuurisia

tekijöitä (*human-scale analysis*), vaikka ne vaikuttavat suuresti lajien habitaatteihin. Kulttuuristen tekijöiden kuten alueen väestörakenteen tai maankäytön selvittäminen ovat asioita, joihin usein maisemaekologisissa tutkimuksissa luettelonomaisesti vain viitataan. Maisemaekologiseen tutkimukseen voitaisiin sisällyttää esim. tulevaisuuden maisemaskenaarioiden arviointia erilaisia luonnonsuojelutoimenpiteitä vertaillen.

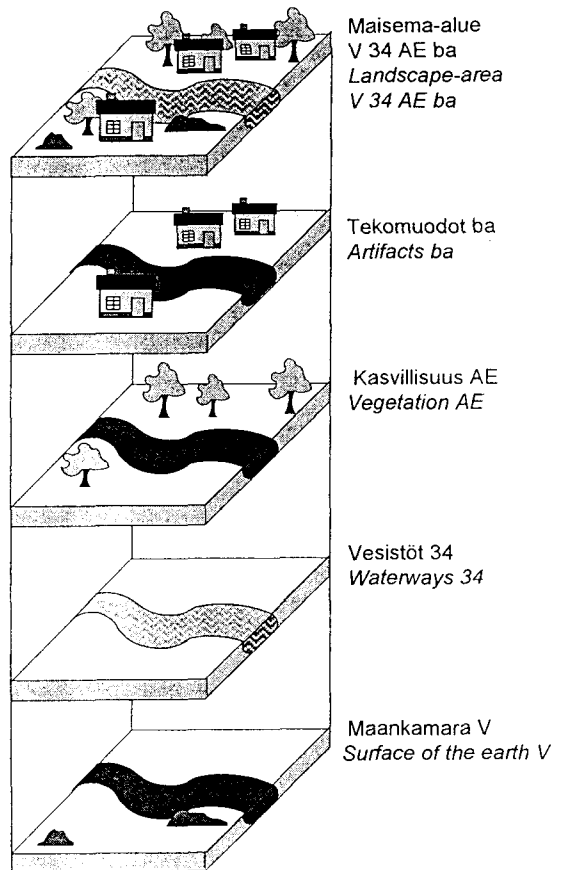
Maisemamaantiedettä kartoilta

Johannes Gabriel Granö (1882–1956) on suomalaisista maantieteilijöistä kiistämättä huomattavin maisemamaantieteen uranuurtaja. Hän kehitti maantieteeseen oman ympäristöä tarkastelevan lähestymistavan. Granön tarkastelutapa vaati uusien kartografisten metodien luomista (Freeman *et al.* toim. 1979). J. G. Granö (1929, 1930, 1951; Alalampi toim. 1993) luokitteli maanpinnan, veden, kasvillisuuden ja tekoaineksen muotojen määrän, koon, levinneisyyden, sijainnin ja suuntautuneisuuden perusteella Suomen 16:een maisemallisesti homogeeniseen maantieteelliseen maakuntaan. Yksityiskohtaisempi em. alueiden rajasuhteiden tarkastelu tuotti 65 selvemmin yhtenäistä maantieteellistä seutua.

Menetelmä jakautuu analyttiseen ja synteettiseen osaan. Ensin laaditaan topografisen ja muun karttamateriaalin pohjalta alueella esiintyvien aineksien muotoaluekartat. Tuloksena karttatarkastelusta on neljä morfografista analyttistä karttaa (maanpinnan, veden, kasvillisuuden ja tekoaineksen muotoaluekartat), joista nähdään erikseen kunkin aineksen muodostojensa puolesta yhtenäiset alueet. Maiseman näkyvistä piirteistä muodot ovat tärkeimpiä maanpinnan alueita luonnehtivia tekijöitä. Maanpinnan, veden, kasvillisuuden ja tekoaineksen muodostotyypit merkitään synteettiselle kartalle määrätyillä merkeillä, jolloin alueille muodostuu maisematyyppiä luonnehtiva maisemakava. Aluejaon tarkoituksena on riippuu, mitkä muotopiirteet ovat vähemmän tärkeitä suhteissa toisiinsa, jotta tulokseksi saataisiin suuremmat ja kaapeampien rajavyöhykkeiden ympäröimät alueet.

J. G. Granön kehittämä metodiikka eri teemojen yhdistämiseksi yhdeksi synteettiseksi kartaksi on 1930-luvun menetelmin toteutettuna nykyistä *Geographical Information Systems (GIS)*-avusteista analytiikkaa vastaavaa (kuva 2). J. G. Granö käytti myös apunaan ilmakuvatulkintaa (Keisteri 1990).

Aarion (1966) mukaan Suomi voidaan jakaa sekä luonnonmaantieteellisesti että ihmisen toiminnan volyymin mukaisesti Kulttuuri-Suomeen ja Luonnon-Suomeen, jotka jakautuvat yhteensä 16 pienempään alueeseen. Kukin näistä alueista eroaa



Kuva 2. J. G. Granön maisemamaantieteellinen metodi GIS-tarkasteluna.

Fig. 2. The modern GIS method applied to the geographical method of J. G. Granö.

toisistaan useamman kuin yhden aineksen tai vaikuttajan mukaisesti niin geologisen, hydrografisen että antropogeografisen kehityksen mukaisesti. J. G. Granön mukaisesti Aario korostaa pinnanmuotojen merkityksellisyyttä maisemassa. Kohoumien ominaisuuksista maaston juovaisuus ja varsinkin relatiivinen korkeus vaikuttavat maisemalliseen yleiskuvaan.

Mansikkaniemi (Mansikkaniemi & Heino 1971, 1973) sovelsi J. G. Granön maisemamaantieteellistä työtä aluejakomenetelmään, joka pohjautuu peruskartan 1:20 000 ruutuverkkoon. Granön neljästä maisemaan vaikuttavasta tekijästä Mansikkaniemi yhdisti veden, kasvillisuuden ja tekoaineksen yhdeksi maankäyttötyyppiä. Maankamaraa eli korkokuvaa tarkasteltiin erikseen. Maankäytön ja korkokuvan lisäksi maiseman luonteeseen visuaalisesti vaikuttaa ratkaisevasti maankäyttöalojen jakaantu-

mistapa eli maisemakuvioiden vaihtelevaisuus ja maiseman avonaisuus. Kolmen maisemaan vaikuttavan tekijän tarkastelun jälkeen alueet yhdistetään maisemallisiksi alueiksi yhdelle kartalle synteesinä ja kullakin alueella on maisemaa kuvaava maisemakaava kuten J. G. Granön menetelmässä. Mansikkaniemi korosti maisemakuvioiden vaihtelevaisuuden ja maiseman avonaisuuden merkitystä maiseman visuaalisen arvon kannalta. Tämä vastaa nykyistä maisemaekologista tarkastelutapaa, jossa tutkitaan mm. indeksilaskennan avulla maisemakuvioiden koon, muodon ja sijaintisuhteiden vaikutusta eliöpopulaatioiden diversiteettiin.

Ruutupohjainen maiseman analysointiteknikka on mahdollistanut tarkasteltavien maisematekijöiden kvantifioimisen maisema-alueiden muodostamista varten tietyjä määriteltyjä sääntöjä noudattaen. Ruututekniikalla on heikkoutensa mm. siinä, että alueet saattavat muodostua epäluonnollisen muotoisiksi. Alueiden kuvaukset saattavat olla myös termistöltään liian kaavamaisia käytännön sovellutuksia varten esim. maankäytön suunnittelussa.

Fogelvikin (1978) kulttuurimaiseman muutos- tutkimuksessa tarkasteltiin karttojen avulla maatalousmaan alan, peltolohkojen muodon ja sijaintisuhteiden kehitystä Ruotsissa aikavälillä 1700–1975 suhteessa yhteiskunnalliseen kehitykseen. Maatalousmaa-alat olivat kasvaneet 1900-luvulle saakka. Tutkimuksen mukaan sen jälkeen, kun kaikki viljeltäväksi kelpaava maa oli otettu käyttöön on tuotannon tehostamiseksi peltolohkot sala- ojitettu ja peltojen muodot yksinkertaistuneet. Samanaikaisesti alueiden väkimäärä on vähentynyt maatalouden koneellistumisen myötä. Myös Sporang (1983) tarkasteli kulttuurimaiseman muuttamista väestön kasvun ja väestön mobilisaation myötä.

Kulttuurimaiseman muutoksen tutkijana Keisteri (1985, 1990, 1994) jakoi muutostutkimuksen eri aikatasoilla tapahtuvaksi kulttuurimaiseman, osaksi luonnonmaiseman, näkyvien muotojen muutoksen ja toisaalta vaikutelman muutoksen tutkimiseen. Tutkimuksessaan Keisteri keskittyi rakennettujen, näkyvien, muotoelementtien muutoksen kuvaamiseen ja mittaamiseen karttojen, vanhojen valokuvien ja ilmakuvioiden avulla.

Tuhkanen *et al.* (1989, 1990) tarkastelevat pohjoismaisessa yhteistyötutkimuksessa kokonaisvaltaisen maisemansuunnittelun tarpeita tutkimusalueellaan. Maisemansuunnittelussa pyritään ottamaan huomioon maiseman ja sen komponenttien fyysisen suunnittelun lisäksi alueen ekologinen ja kulttuurihistoriallinen arvo. Maiseman muutoksen tutkiminen ts. sekä luonnon- että kulttuuri- maantieteellisen historiallisen kehityksen analysoiminen, tuo suunnitteluun mukaan pitkäjänteisyyttä.

Lisäksi kerätään tietoja kylätasolla siitä kuinka paikalliset asukkaat hahmottavat ympäristöään. Maisemansuunnittelun tehtävänä on ennakoida seurauksia, joita ehdotus toteutettuna aiheuttaisi maisemassa ja verrata niitä vaihtoehtoisin suunnitelmiin.

Ilmakuvioiden tulkintatulokset paikkatiedoksi

Ilmakuvioiden näkyvät kuvaushetken kasvillisuus, rakennukset, tiet ja monet sellaisetkin maaston yksityiskohdat, joita ei kartoilla ole esitetty. Ilmakuvioiden käytetään yhä useammin väri- tai väri- infrafilmiä erityisesti kasvillisuudesta saatavan paremman informaation vuoksi. Suomessa ja Ruotsissa aloitettiin maaston ilmakuvioiden 1930–1940-luvuilla. Ilmakuvioiden tuottama tieto on todellista historiallista tietoa alueilta, jotka on kuvattu esim. vuosikymmenien välein. Ilmakuvioiden antavat informaatiota hyvin pienistä kohteista, jotka ovat esim. leveydeltään 0,5–1 m kuvien mittakaavan ollessa 1:30 000 (lentokorkeus n. 3 000–4 000 m) (Ihse 1988; Kalliola & Syrjänen 1990; Hooper 1992; Maanmittauslaitos 1995).

Ilmakuvioiden ja karttatulkinnan ja tietokonekartografisen analyysin kombinaatio, GIS, paikkatiedon hallintamenetelmä, on 1980–1990-luvuilla kehittyneimpiä 'työkaluja' alueellisten elementtien muutosten tutkimiseen (Haines-Young *et al.* 1993). Ihsen (1978, Ihse & Nordberg 1984, Ihse 1985, 1988, Ihse *et al.* 1991) ja Skånesin (1990, 1991) tutkimuksissa seurattiin eteläruotsalaisen maaseudun alueellisten elementtien, kuten refuugioiden, pieni-alaisten biotooppien ja viljeltyjen peltojen alojen sekä lineaaristen elementtien (esim. pientareet, ojat ja kiviaidat) määrällisiä muutoksia ilmakuvioiden aikasarjoittain. Skånes laajensi ilmakuvioiden pohjalta maisemanmuutostulkintaa analysoimalla historiallisia karttoja ja tuotti niiden avulla aikasarjakarttoja. IR-vääräväriskuvien tulkinnan avulla Skånes selvitti myös kasvillisuuden muutoksia. Analysointi-ohjelmalla käytettiin MIDAS-ohjelmistoa (*Map Information Data Analysis System*), jonka avulla tuotettiin teemakarttoja ja laskettiin tilastollisia tunnuslukuja.

Tutkimusten mukaan peltolohkojen koot Ruotsissa olivat 1940–1980 välisenä aikana kolmin- nelinkertaistuneet ja peltosaarekkeet vähentyneet puoleen. Pienistä lähteiköistä oli puolet kuivatettu neljäkymmenen vuoden aikana, n. 40 % avo-ojista oli vähentynyt salaojituksen myötä, pientareet olivat kaventuneet ja niityt joko otettu viljelykseen, metsitetty tai pensoittuneet laidunnuksen päätyttyä. Overlay-analyysin eli karttakerrosten yhdistelyn avulla selvisi myös, että vähemmän kuin

10 % säilyneistä pientareista sijaitsi samalla paikalla kuin 1940-luvulla. Tutkimusten mukaan on Ruotsissa yleisesti todettavissa trendi avointen niittyjen fragmentoitumisesta ja isoiloitumisesta.

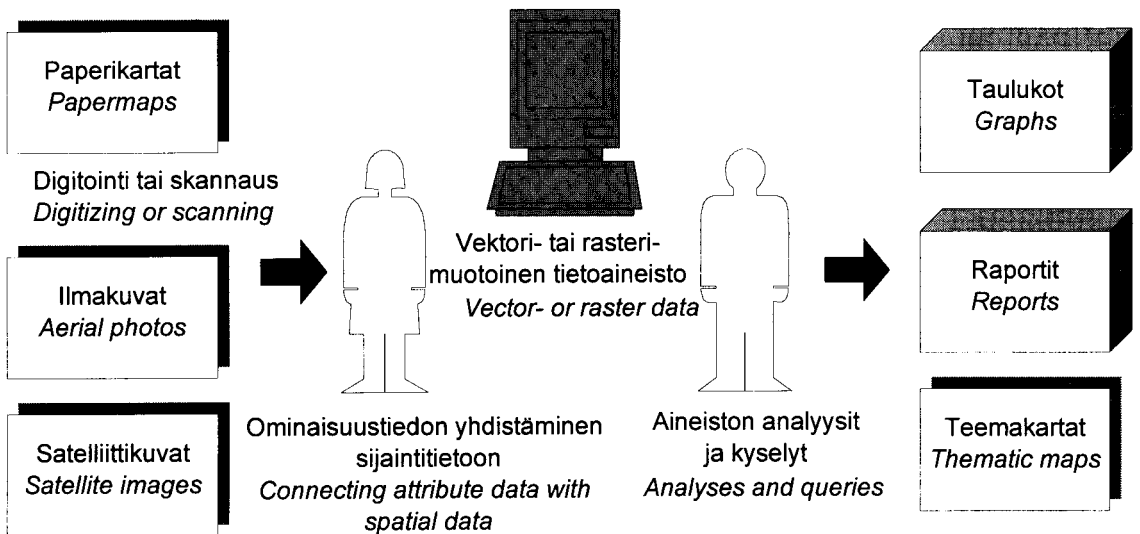
Ruotsin valtion Naturvårdsverket, Riksantikvarieämbetet ja Jordbruksverket (1995) tekevät yhteistyötä LiM-projektissa (*Livsmedels-politikens miljöeffekter i odlingslandskapet*), jonka tavoitteena on mitata viljelysmaiseman muutoksia paikka-tietojärjestelmän avulla (kuva 3). Tutkimusalueiksi valittiin 20 keskenään erilaista aluetta, jotka poikkeavat toisistaan omistulosuhteiden, koon, viljelijöiden ikärakenteen ja maatilayritysten tulorakenteen ja maantieteellisen sijainnin mukaan. Informaatiolähteinä käytetään IR-väärävarikuvia, historiallisia karttoja, digitaalista taloudellista karttaa, muinaismuistorekistereitä ja erilaisia temaattisia inventointeja. Tutkimusalueiden inventoinneissa tärkeimpiä kohteita ovat maatalouselinkeinon liittyvät rakennukset, alueen muinaismuistot ja biologinen monimuotoisuus. Inventointitiedot analysoidaan ja tuotetaan temaattisia karttoja ARC/INFO-ohjelmiston avulla.

Tutkimuskohteet ovat joko aluemaisia (maankäyttökuvia), lineaarisia (esim. ojat, rantaviivat, tiet, kivi- ja pensasaidat) tai pistemäisiä (esim. muinaismuistot). Tutkimusajanjakso on 1907–1996. Projektin avulla seurataan ja visioidaan myös ruotsalaisen maatalouden EU-sopeutumisen aiheuttamia vaikutuksia maisemaan.

Analyysoinnin tulokset tässä yhteydessä koskevat ajanjaksoa 1907–1992 ja ovat hyvin samansuuntaisia aikaisempien Ihsen ja Skånesin tutkimuksiin verrattuina. Esimerkiksi tutkimusalueiden niitty-alasta oli enää kolmasosa jäljellä v. 1992. Tulokset osoittavat myös pelto- ja niittyalueiden hävinneen syrjäisimmiltä osilta tutkimusalueita ja keskittyneen harvalukuisimmiksi kokonaisuuksiksi. Avoimien alueiden ympärysmäntä ja alan logaritmista osamäärää käytetään indeksinä, joka kertoo maiseman rakenteesta ja monimuotoisuudesta. Ko. fraktaalidimensioindeksi osoittautui tutkimuksen mukaan pienentyneen ts. avoimien alojen reunat ovat suoralinjaisempia maatalouden koneellistumisen vuoksi. Erilaiset reunavyöhykkeet eli ekotonit ovat merkityksellisiä erityisesti biologisen monimuotoisuuden kannalta, sillä ne ovat monien eliöpopulaatioiden elinpaikkoja.

Satelliittikuvatulkinta ja maaseudun maiseman muutos

Kaukokartoitussatelliittien kuvat soveltuvat erotuskykynsä, laaja-alaisuutensa ja monikanavaisuutensa vuoksi hyvin maankäytön, metsien rakenteen ja maaston geologisten piirteiden tulkintaan ja kartoitukseen. Satelliittikuvien käyttö maiseman muutosten tulkitsijana on suuresti riippuvainen halutusta tulkintatarkkuudesta eli kuvan resoluutiosta.



Kuva 3. Maiseman muutoksen analysoiminen GIS:n avulla (Blom 1995 mukaan).

Fig. 3. Analyzing landscape changes by GIS (according to Blom 1995).



Kuva 4. Maisemaekologinen tarkastelutapa pohjautuu maiseman tarkastelemiseen maankäyttökuvioiden ja niiden välisten reunavyöhykkeiden, ekologisten käytävien ja askelkivien hierarkisena verkostona. Arvokasta perinnemaisema-aluetta Pyhäsalme. Kuva: Sari Niemi.

Fig. 4. The theory of landscape ecology is based on the hierarchical network of patches, ecotones, ecological corridors and step zones. Valuable traditional landscape scenery from Pyhäsalme. Photo: Sari Niemi.

Satelliittikuvia tulkitsemalla saadaan digitaalista, rasterimuotoista tietoa maastosta automaattisesti. Landsat 4 ja 5- sekä Spot 1, 2 ja 3-satelliittien tuottamien kuvien resoluutio vaihtelee 10 m–80 m (Punkari 1985; Kalliola & Syrjänen 1990; Bunce *et al.* 1992; Mather 1992; Lillesand & Kiefer 1994; Hyyppä toim. 1995; Maanmittauslaitos 1995). Suomessa Metsäntutkimuslaitos on tehnyt Maanmittauslaitoksen (Leinonen 1994) kanssa yhteistyössä maankäyttö- ja puustotulkinnan kaukokartoituksen avulla. Em. digitaalisen rasteriaineiston resoluutio on 25 m x 25 m (maastossa) ja tämä resoluutio riittää 1:50 000 karttojen ylläpitoon ollen siten vielä riittämätön pienialaisten maisemakuvioiden (esim. peltojen suojakaistat 1–3 m leveitä) analysointiin.

EU:n maatilakohtainen valvonta perustuu kaukokartoituksen avulla saatuun tietoon. Maaston pienipiirteisten muotojen analysointi satelliittikuvilta tulee tarkentumaan, sillä vuosina 1995–2000 laukaistaan yli 50 kaukokartoitussatelliittia, joiden ottamien kuvien resoluutio on jopa 1–2 metriä (Hyyppä toim. 1995).

Maisemaekologinen tarkastelutapa

Maisemaekologisessa tutkimuksessa käytetään GIS:ä ja kaukokartoitusta apuna analysoimaan sopivia biotooppeja tutkittaessa lajien diversiteettiin vaikuttavia tekijöitä. Maisema kuvataan eliölajien habitaattisairina, joita yhdistää esteiden ja käytävien verkosto (kuva 4). Maisemaekologinen

tutkimus on sisällöltään monitieteistä, mutta tutkimus on kohdentunut nykyisin paljolti julkaisujen perusteella populaatioekologiseen geostatistiseen menetelmäpohdintaan.

Maisemakuvioiden muutoksen analysoimiseksi kvantitatiivisesti on kehitetty erilaisia tunnuslukuja, maisemaindeksejä. Maisemaindekseistä erityisesti diversiteetti- ja dominanssi-indeksien (*information theoretic indices*) ja fraktaali- ja kuvioarvojen (*fractals and patches*) laskeminen ja analysointi on informatiivista kvantitatiivista maisemanmuutosta tutkittaessa (taulukko 1). Mm. Turner 1990; Turner & Gardner 1990; Kienast 1993; Simpson *et al.* 1994; Hulshoff 1995 ja Korhonen 1995 ovat tarkastelleet kukin omissa tutkimuksissaan tutkimusalueidensa USA:sta Ohioista, Sveitsistä, Hollannista ja Suomesta kymmenien vuosien ajalta. Tarkasteltu ajanjakso on ollut noin neljästä kymmenestä jopa sataan vuoteen saakka eli analysointi on perustunut historiallisten karttojen (1880–1930) analysointiin ja ilmakuvien käsittelyyn (1930–). Maankäyttöä koskeva aineisto on digitoitu, jonka jälkeen aineisto on analysoitu GIS-ohjelmiston (ARC/INFO, IDRISI) avulla. Maisemaindekseistä on yleisemmin laskettu diversiteetti- (H), dominanssi- (D) ja fraktaalidimensioindeksit (d).

Diversiteetti (H) kuvaa maisemaelementtien lukumäärän suhdetta tarkasteltavaan alaan. Karkeasti sanottuna: mitä suurempi diversiteettiarvo on, sitä monimuotoisempaa (maisemakuvioiltaan vaihtelevampaa) on maisema. Dominanssi-indeksi (D) kuvaa, sitä kuinka paljon tietyt maankäyttötyypit dominoivat maisemassa. Suuret dominanssiarvot osoittavat, että vain muutamat maankäyttötyypit hallitsevat maisemaa. Fraktaalidimensiot (d) (piirien ja pinta-alojen suhteet toisiinsa verrattuna) kuvaavat maisemakuvioiden muotoa. Suuret fraktaaliarvot osoittavat, että maisema on muodostunut rajoiltaan pienipiirteisistä ja mutkikkaista kuvioista.

Hulshoff (1995) vertaili tutkimuksessaan sitä, sopivatko USA:ssa kehitetyt maisemaindeksit kuvaamaan hollantilaista maisemaa. Hulshoff jakoi indeksit kuvioiden muotoa kuvaileviin ja kuvioiden muutosta kuvaileviin indekseihin. Maisemakuvioiden muotoa kuvailevia indeksejä ovat maankäyttötyypin osoittava indeksi (P), kuvioiden määrän (N), keskimääräisen koon (A) ja kaksi suoranaisesti kuvion muotoa kuvailevaa indeksiä (S1 ja S2) testattiin hänen tutkimuksessaan. Muutosindeksi (C), joka mittaa jokaisen maankäyttökuvion muutostrendiä (positiivista tai negatiivista) ko. ajankohdanna (ha/vuosi/km²), osoittautui heikoksi siinä, ettei se kuvaa maankäyttökuvion muutosta suhteessa ympäristöönsä, vaan vain irrallisena osana siitä.

Hulshoff toteaa tuloksena tutkimuksestaan sen, että maiseman muutosten ekologisten seurausten

Indeksi	Laskukaava	Indeksin käyttö
1. Diversiteetti (H)	$H = -\sum_{k=1}^m (P_k) \ln(P_k), \text{ missä}$ <p>m=maankäyttötyyppien lukumäärä P_k=maankäyttötyypin suhteellinen osuus, k(100%=koko tutkimusalue)</p>	Diversiteetti-indeksi kuvaa maankäyttötyyppien jakautuneisuutta tutkimusalueella. Mitä suurempi on diversiteetti-arvo sitä vaihtelevampaa maisema on.
2. Dominanssi (D)	$D = \frac{(H_{max} - H)}{H_{max}}, \text{ missä}$ <p>$H_{max} = \ln(m)$ m = maankäyttötyyppien lukumäärä</p>	Dominanssi-indeksi kuvaa maankäyttötyyppien hallitsevuutta maisemassa. Mitä suurempi dominanssiarvo on sitä enemmän jokin tai jotkut maankäyttömuodot näkyvät maisemassa.
3. Fraktaalidimensio (d)	$S \sim 0,25P^d \text{ tai } \ln S \sim d \ln P/4, \text{ missä}$ <p>S=maankäyttökuvion piiri P=maankäyttökuvion halkaisija</p>	Fraktaalidimensio kuvaa maankäyttökuvioiden muotoja. Suuret fraktaalidimensioarvot kuvaavat maankäyttökuvioiden kompleksisia muotoja.

Name of the index	Calculation of the index	Use of the index
1. Diversity (H)	$H = -\sum_{k=1}^m (P_k) \ln(P_k), \text{ where}$ <p>m= number of land use types observed on the map P_k= relative area of land use type, k(100%=entire study area)</p>	The diversity index expresses the degree to which a given number of landscape elements are represented on a map in equal proportions. The higher the index the more diverse the landscape.
2. Dominance (D)	$D = \frac{(H_{max} - H)}{H_{max}}, \text{ where}$ <p>$H_{max} = \ln(m)$ m= number of land use types observed on the map</p>	The dominance index is a measure to express to which degree certain land use types dominate the landscape. High values indicate that one or only a few habitats are dominating the scene.
3. Fractal dimension (d)	$S \sim 0.25P^d \text{ or } \ln S \sim d \ln P/4, \text{ where}$ <p>S = area of a patch P = perimeter of a patch</p>	The fractal dimension can be used to estimate the complexity of the geometry of land use patches. High values of the fractal dimension indicate a landscape that is composed of many patches with complex and convoluted shapes.

Taulukko 1. Maisemaindeksejä, jotka kuvaavat maiseman muutoksen suuntaa ja määrää (Kienast 1993; Hulshoff 1995).

Table 1. Some indexes describing the development of changing landscape (Kienast 1993; Hulshoff 1995). The method of calculating the indexes may vary according to reference literature.

ymmärtäminen siihen sopivien indeksien avulla on tarpeellista, mutta kaikki indeksit eivät ole tähän sopivia jo maisemien erilaisten piirteidenkin vuoksi. Esimerkiksi maankäyttötyyppejä (P) ja maiseman muutosta (C) kuvaavat indeksit eivät kuvaa ollenkaan muutoksesta maankäyttötyypeittäin, jol-

loin maiseman alueellisesta dynamiikasta ei saada tietoa.

Kienastin (1993) tutkimuksessa tarkasteltiin myös kulmien määrä (amount of edges) maankäyttötyypeittäin ja laskettiin 'läpikulkuanalyysit' (traverse analyses). 'Läpikulkuanalyysien' avulla

arvioidaan erilaisen ekologisen arvon omaavien habitaattien välisiä spatiaalisia suhteita. Kienastin tutkimuksen mukaan maisemarakenne tutkimusalueella Sveitsissä oli ekologisesti suosiollisin ennen toista maailmansotaa 1900–1930. Spatiaalisen ja ajallisen kuviomuodon muuttumisen havainnoimiseksi Simpson ym. laskivat USA:sta Ohioista kahdelta tutkimusalueelta maankäyttökuvioiden muotoindeksit ja jatkuvuusarvot (*equitability*). Tutkimusalueet poikkesivat toisistaan maalajinsa ja topografian suhteen. Em. fyysiset erot ja sosio-ekonomiset muuttujat, erityisesti maatalouspolitiikka ja urbanisoituminen tuottivat alueille erilaisen maiseman.

Korhonen (1995) on maataloustieteellisessä pro gradu-työssään selvittänyt keski-suomalaisen maatalousmaiseman muutosta. Huomattavin ekologisesti tärkein muutos tapahtui lineaaristen elementtien määrässä, sillä ne vähentyivät alle puoleen lähtötasosta. Myös peltolohkojen koko kasvoi, mikä on selvästi yhteydessä peltojen reunabiotooppien vähenemiseen.

Esimerkki maiseman muutosmallista

Flamm & Turner (1994) vertailivat maiseman muutoksen stokastista simulointia kahden vaihtoehdoisen mallin avulla. Pikselipohjaisessa mallissa muutos arvioidaan erikseen joka pikselille. Toisessa kuviopohjaisessa mallissa kuviot määritettiin säännönmukaisesti siten, että klusteripikselit perustuvat pikselien luokiteltuihin arvoihin ja naapuripikselihin. Pikselit, jotka määrittävät kuvion, arvioidaan yhtenä muutosyksikkönä mieluummin kuin siten, että muutos simuloituisi joka pikseliin kuviossa. Perinteisesti muutoksia on tutkittu pikselipohjaisen mallin mukaisesti pikseli pikseliltä. Pikselipohjaisen mallin heikkous on siinä, että se ei esitä maiseman muutosten spatiaalista laatua kovinkaan hyvin.

Malleja vertailtiin tutkimusalueella 26 600 ha:n Etelä-Dakotassa USA:ssa (pikselikoko 100 m) GRASS-ohjelmiston (*Geographical Resources Analysis System*) avulla. Luokitellut muuttujat olivat fyysisiä (esim. kasvipeite ja maalaji), ekologisista (esim. lajirunsaus ja eroosio), sosio-ekonomisia ja maanomistukseen (esim. tilan koko ja historia) liittyviä muuttujia. Molemmat mallit esittivät kattavasti muutoksien osuutta erilaisissa maisematyypeissä. Kuitenkin, pikselipohjainen malli aliarvioi kuvioiden välisen läheisyysarvon (*contagion*) ja yliarvioi kuvioiden kulmikkauden (*amount of edge*). Kuviopohjainen malli toimi täysin päinvastoin. Kaiken kaikkiaan mallien informaatioarvot paranivat sitä mukaa kun muuttujia lisättiin. Flammin & Turnerin mukaan kuviopohjainen malli olisi todennäköisemmin kehitettävissä sopivaksi

maisemanmuutosmalliksi, varsinkin jos sosio-ekonomisia ja ekologisia muuttujia lisätään.

Tutkimustulokset käytäntöön

Maisematutkimuksessa yhdistyvät sekä luonnontieteellinen että kulttuurinen tutkimus. Maaseudun maiseman muutostutkimus on kulttuurin aiheuttamien muutosten tutkimista ja pyrkii siten myös hallitsemaan muutosta niin ekologisesti, visuaalisesti kuin kulttuurisestikin kestävään suuntaan.

Maiseman muutostutkimuksessa kartta- ja kaukokartoituksen tulkinta GIS:n avulla työstettynä on nykyistä maisemamaantieteellistä ja maisemaekologista metodikenttää kvantitatiivisten muutosten havainnoimiseksi. Ns. yksinkertaisten kuvioarvojen lukumäärän, keskimääräisen koon tai lineaaristen elementtien määrien muutosten objektiivinen arviointi on informatiivisempaa kuin konfiguroituneimpien maisemaindeksien tulkinta. Kulttuurinen vaikutus on otettava huomioon (kuten Flamm & Turner 1994; Nassauer 1995) oleellisena osana maiseman muutoksen laajuutta ja määrää arvioitaessa niin menneessä ajassa kuin tulevaisuuden skenaarioissa. Maisemasuunnittelussa (kuten Tuhkanen ym. 1990) tähän on pyritty myönteisin tuloksiin.

Maaseudun maiseman muutostutkimuksen on kyettävä reaaliaikaisuuteen ja ennustamaan fyysisiä ja visuaalisia vahvuuksia ja/tai uhkakuvia kyllin realistisiin muutosmalleihin vedoten. Maisematutkimuksella, jolla on vahva käytännön perusta on myös konkreettiset mahdollisuudet nopeaan yhteiskunnallisen hyödyn tuottamiseen. Terminologiset eroavuudet maisemaekologisessa tutkimuksessa osoittavat tieteenalan nuoruutta ja sopeutumiskykyä läheisiin tieteen aloihin.

Kiitokset

Akateemikko Olavi Granölle ja Turun yliopiston Maantieteen jatkokoulutusseminaarille (v. 1995) sekä projekti-sihteerin Virpi Vornelle Maatalouden tutkimuskeskuksessa.

KIRJALLISUUS

- Aario, L. (1966). *Suomen maantiede*. 2.painos. 301 s. Otava, Helsinki.
- Aartolahti, T. (1982). Suomen luonnonmaisemien kehitys. *Terra* 94: 33–35.
- Alalammi, P. (toim.) (1993). Maisemat, asuin ympäristöt. *Suomen kartasto* 350, 10–27. Forssa.
- Barrett, G. W. (1992). Landscape ecology: Designing Sustainable Agricultural Landscapes. *Journal of Sustainable Agriculture* 1992: 83–103.

- Blom, T. (1995). *Paikkatietojärjestelmien perusteet*. 2. painos. 88 s. Helsingin yliopiston Maantieteen laitoksen opetusmonisteita no. 37. Yliopistopaino, Helsinki.
- Brouwer, F. M., A. J. Thomas & M. J. Chadwick (toim.) (1991). *Land Use Changes in Europe*. Processes of Change, Environmental Transformations and Future Patterns. 529 s. Kluwer Academic Publishers, the Netherlands.
- Bunce, R. G. H., C. J. Barr & R.M. Fuller (1992). Integration of methods for detecting land use change, with special reference to Countryside Survey 1990. *Teoksessa Proceedings of the Conference about Land Use Changes*. Institute of Terrestrial Ecology, UK, 69–77.
- EU (1995). *Progress Report on Implementation of The European Community Programme of Policy and Action in Relation to The Environment and Sustainable Development*. 'Towards sustainability'. Draft 1. August 1995. Julkaisematon moniste. 99 s. + 15 liites. Ulkoministeriö.
- FAO (1995). Land use. *FAO Yearbook of Production* 1994, 48:11. Statistics Division of FAO, Rome.
- Flamm, R. O. & M. G. Turner (1994). Alternative model formulations for a stochastic simulation of landscape change. *Landscape Ecology* 9:137–46. SPB Academic Publishing bv, The Hague.
- Freeman, T. W., Oughton, M. & Pinchemel, P. (1979). *Geographers. Bibliographical studies* 3:73–84. Mansell, London.
- Fogelvik, S. (1978). *Det föränderliga kulturlandskapet*. 123 s. Stockholms universitet, Stockholm.
- Forman, R. T. T. & M. Godron (1986). *Landscape Ecology*. Wiley & Sons, New York.
- Granö, J. G. (1929). Maantieteellinen Lounais-Suomi. *Eripainos Turun Ylioppilas I:stä*. 26 s. Vammala.
- Granö, J. G. (1930). *Puhdas maantiede*. 187 s. WSOY, Porvoo.
- Granö, J. G. (1951). Maantieteelliset alueet. *Teoksessa* Granö, J. G.; R. Jurva, J. Keränen, U. Kujala, A. Laitakari & U. Pesonen: *Suomen Maantieteen käsikirja*. Suomen Maantieteellinen Seura. Otava, Helsinki, 364–394.
- Granö, O. (1969). Ympäristöntutkimus ja maantiede. *Terra* 81: 137–141.
- Granö, O. (1977). Maantiede ja tieteen kehityksen ongelma. *Terra* 89: 1–9.
- Granö, O. (1978). Aluemaantieteen tausta ja tulevaisuus. *Terra* 90: 165–168.
- Granö, O. (1982). Maisematutkimus maantieteen traditiiona. *Terra* 94: 7–12.
- Haines-Young, R., D. Green & S. Cousins (toim.) (1993). *Landscape Ecology and Geographic Information Systems*. Taylor & Francis, London.
- Hooper, A. J. (1992). Field monitoring of environmental change in the Environmentally Sensitive Areas. *Teoksessa Proceedings of the Conference about Land Use Changes*. Institute of Terrestrial Ecology, UK, 52–59.
- Hulshoff, R. M. (1995). Landscape indices describing a Dutch landscape. *Landscape Ecology* 10:2. 101–111. SPB Academic Publishing bv, The Hague.
- Hägerstrand, T. (1991). The landscape as overlapping neighbourhoods. *Teoksessa* Carlestan, G. & B. Sollbe (toim.): *Om tidens vidd och tingens ordning*. Byggnadsförskningsrådet. 47–55.
- Hyypä, J. (toim.) (1995). *Kaukokartoituksen teknologiaohjelma*. Teknologian kehittämiskeskus. 94 s. Painatuskeskus Oy, Helsinki.
- Ihse, M. (1978). *Flygbildstolkning av vegetation i syd- och mellansvensk terräng*. 165 s. Statens naturvårdsverket, Stockholm.
- Ihse, M. & M.-L. Nordberg (1984). Landsbygdens förvandling studerad med flygbilder och datateknik. *Ymer årsbok*, 53–71.
- Ihse, M. (1985). Skånes kulturlandskap i förvandling. *Kulturminnesvård* 5/85, 3–11.
- Ihse, M. (1988). Air Photo Interpretation and Computer Cartography – Tools for Studying the Changes in the Cultural Landscape. *Teoksessa* Birks, H. H., H. J. B. Birks, P. E. Kaland, & D. Å. Moe: *The Cultural landscape – past, present and future*. University Press, Cambridge, 153–163.
- Ihse, M., B. Justusson & H. Skånes (1991). *Slättbygden i Skåne och Halland*. Ett odlingslandskap i förändring. 46 s. Rapport 3887.
- Jauhiainen, E. (1984). Landscape research in Finnish geography. *Fennia* 162:53–62.
- Johnson, B. (1992). Production technology forces driving land use change in Sweden. *Teoksessa Proceedings of the Conference about Land Use Changes*. Institute of Terrestrial Ecology, UK, 37–41.
- Jones, M. (1988). Land-tenure and landscape change in fishing communities on the outer coast of Central Norway, c.1880 to the present. *Geografiska Annaler* 70 B:197–204.
- Kalliola, R. & K. Syrjänen (1990). Kaukokartoitus biologisessa tutkimuksessa. *Luonnon Tutkija* 94:156–164.
- Karjalainen, P. T. & P. J. Raivo (1995). Johdatusta kulttuurimaantieteelliseen maisematutkimukseen. 39 s. Oulun yliopisto, Maantieteen laitos, opetusmoniste no 21.
- Keisteri, T. (1985). Kulttuurimaiseman muutoksen tutkimisesta. *Terra* 97:164–175.
- Keisteri, T. (1990). The study of changes in cultural landscapes. *Fennia* 168:31–115.
- Keisteri, T. (1994). Landscape Ecology from the Viewpoint of the Cultural Landscape. *Teoksessa* Nissinaho, A. (toim.): *Cultural Ecology: One Theory?*, 57–74. Publications of the project Changing Environment – Changing Society. Åbo Akademi Tryckeri, Turku.
- Kienast, F. (1993). Analysis of historic landscape patterns with a Geographical Information System – a methodological outline. *Landscape Ecology* 8:103–118. SPB Academic Publishing bv, The Hague.
- Kontturi, O. (1989). Miten kääntää 'landscape ecology' suomen kielelle? *Luonnon Tutkija* 93:114–116.
- Korhonen, R. (1995). Keski-suomalaisen maatalousmaiseman alue-ekologian analyysi paikkatietojärjestelmän avulla. 62 s. Helsingin yliopisto, Kasvintuotantotieteen laitos, pro gradu -työ.

- Kupfer, J. A. (1995). Landscape ecology and biogeography. *Progress in Physical Geography* 19:18–34.
- Leinonen, A. (1994). Paikkatietojen keruun menetelmät. GIS-ABC-artikkelikokoelma, 11–17. Julkaisematon moniste. Maatalouden Tutkimuskeskus, Jokioinen.
- Leser, H. (1976). *Landschaftsökologie*. 432 s. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Lillesand, T. M. & R. W. Kiefer (1994). *Remote Sensing and Image Interpretation*. 612 s. Wiley & Sons, New York.
- Maisematointimikunta (1980). *Maa- ja metsätalousministeriö, mietintö 44/1980*. Helsinki.
- Maisemansuojelun kehittämistointimikunta (1985). *Maa- ja metsätalousministeriö, mietintö 4/1985*. 216 s. Helsinki.
- Maaseutumaisematyöryhmä (1995). Maatalous maaseudun monimuotoisuuden ylläpitäjänä. *Maa- ja metsätalousministeriö, työryhmämuistio 4/1995*. 48 s. Helsinki.
- Maatalouden ympäristötukityöryhmä (1994). Ehdotus maatalouden ympäristötukiohjelmaksi. *Maa- ja metsätalousministeriö, työryhmämuistio 19/1994*. 38 s. Helsinki.
- Maisema-aluetyöryhmä (1992). Maisemanhoito. Maisema-aluetyöryhmän mietintö I. 199 s. *Ympäristöministeriö, mietintö 66/1992*. Helsinki.
- Maisema-aluetyöryhmä (1992). Maisemanhoito. Maisema-aluetyöryhmän mietintö II. 204 s. *Ympäristöministeriö, mietintö 66/1992*. Helsinki.
- Maanmittauslaitos (1995). Ilmakuvia kaikkialta Suomesta. Esite. Helsinki.
- Maanmittauslaitos (1995). Satelliittikuvia kaikkialta maailmasta. Esite. Helsinki.
- Mansikkaniemi, H. & Heino, A. (1971). Peruskarttaan pohjautuva aluejakomenetelmä. *Terra* 83: 211–219.
- Mansikkaniemi, H. (1973). *Tarvasjoen ympäristönhoitosuunnitelma*. Vammala. 10–15.
- Mather, P. M. (1992). Remote Sensing and the detection of change. *Teoksessa: Proceedings of the conference about Land Use Changes*. The Institute of Terrestrial Ecology, UK, 60–68.
- Alue-ekologiatyöryhmä (1995). Alue-ekologinen suunnittelu. *Metsähallitus, väliraportti 20.2. 1995*. 31 s. Vantaa.
- Mereste, U. (1985). Johannes Gabriel Granö ja teoreettinen maantiede. *Terra* 97:176–183.
- Munton, R. J. C., P. Lowe & T. Marsden (1992). The social, economic and political context. *Teoksessa Proceedings of the Conference about Land Use Changes*. Institute of Terrestrial Ecology, UK, 15–27.
- Nassauer, J. I. (1995). Culture and changing landscape structure. *Landscape Ecology* 10:229–237. SPB Academic Publishing bv, Amsterdam.
- Naturvårdsverket & Riksantikvarieämbetet (1995). *Att mäta förändringar i odlingskapet. Analyser i ett geografiskt informationssystem*. 55 s. Stockholm.
- Naveh, Z. & A. S. Lieberman (1984). *Landscape Ecology: Theory and Application*. 356 s. Springer-Verlag, New York.
- Punkari, M. (toim.) (1985). Suomi avaruudesta. *Ursan julkaisuja* 24. 176 s. Vaasa Oy:n kirjapaino, Vaasa.
- Raivio, S. (1994). Alueellinen monimuotoisuus talousmetsissä. *Teoksessa Häyrynen, M. (toim.): Tapon taskukirja*, 22. uudistettu painos. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti, Helsinki, 626–633.
- Selman, P. (1993). Landscape ecology and countryside planning: vision, theory and practice. *Journal of Rural Studies*, 9: 1–21.
- Skånes, H. (1990). Changes in the Rural Landscape and the Impact on Flora. *Geografiska Annaler* 72A:129–135.
- Skånes, H. (1991). Förändringar i odlingslandskapet och dess konsekvenser för gräsmarksfloran. *Naturgeografiska Institutionen, Forskningsrapport* 86. 35 s. Stockholm.
- Sporrong, U. (1983). Kulturlandskapet. Kulturgeografiskt seminarium. *Rapporter meddelan den uppsatser från kulturgeografiska institutionen Stockholms universitet*. 46 s. Stockholm.
- Simpson, J. W., R. E. J. Boerner, M. N. DeMers, L. A. Berns, F. J. Artigas & A. Silva (1994). Forty-eight years of landscape change on two contiguous Ohio landscapes. *Landscape Ecology* 9:261–270. SPB Academic Publishing bv, The Hague.
- SVT= Suomen virallinen tilasto (1995). Suomen tilastollinen vuosikirja 1995. Maatalous. Maatilat peltoalan mukaan 1980–1994, 122. Tilastokeskus, Helsinki.
- Troll, C. (1950). Die geografische Landschaft und ihre Forschung. *Studium Generale* 3, 45,163–181. Springer-Verlag, Berlin.
- Troll, C. (1971). Landscape Ecology (Geoecology) and Biogeocenology – A Terminological Study. *Geoforum* 5, 43–46.
- Tuhkanen, S., S. Grönlund & T. Keisteri (1989). Pohjoismainen tutkimusprojekti 'Luonnon- ja kulttuurimaisema aluesuunnittelussa'. *Terra* 101: 131–147.
- Tuhkanen, S., S. Grönlund ja T. Keisteri (1990). *Studiet av natur- och kulturlandskapet i den fysiska planeringen*. Yhdyskuntasuunnittelun täydennyskoulutuskeskus, Teknillinen korkeakoulu. 300 s. Espoo.
- Tuhkanen, S. (1994). Landscape Ecology in Geography. *Teoksessa Nissinaho, A. (toim.): Cultural Ecology: One Theory?*. Publications of the project of Changing Environment – Changing Society. Åbo Akademis Tryckeri, Turku, 37–56.
- Turner, M. G. (1990). Landscape Changes in Nine Rural Countries in Georgia. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 56:379–386.
- Turner, M. G. ja R. H. Gardner (toim.) (1990). *Quantitative Methods in Landscape Ecology*. 536 s. New York.
- Urban, D. L., R. V. O'Neill & H. H. Jr. Shugart (1987). Landscape ecology. *BioScience* 37:119–127.
- Zonneveld, I. S. (1989). Landscape survey and evaluation. *Journal of Arid Environments* 17:255–264.
- Zonneveld, I. S. ja R. T. T. Forman (toim.) (1990). *Changing Landscapes: An Ecological Perspective*. Springer-Verlag, New York, 3–20.