

3. Rasteritietomalli ja sen analysointi

SISÄLLYS

3. Rasteritietomalli ja sen analysointi

Johdanto

[Rasteritietomalli](#)

[Skannaus](#)

[Asemointi ja oikaisu](#)

[Rasteripinnan luonti](#)

[Rasterikuvan analyysit](#)

Lataa [tulostuskelpoinen PDF-versio](#) tästä luvusta koneellesi!

Spatiaalinen analyysi
=

Ilmiön maantieteellistä levinneisyyttä, tilajärjestystä tai riippuvuutta toisen ilmiön levinneisyydestä koskeva analyysi.

3. 1 Johdanto

Rasterikuva on yleisin kaukokartoitusaineiston tallennus- ja esitysmuoto. Ilma- ja satelliittikuvat sekä skannatut taustakartat ovat tavallisimpia esimerkkejä rasterikuvista paikkatietojärjestelmissä.

Rasterikuva soveltuu erinomaisesti esittämään jonkun suureen vähittäistä maantieteellistä muutosta. Usein tämä muutos täytyy yksinkertaistaa ja luokitella, jolloin vaihtoehtomme ovat joko luokitella alkuperäinen rasteriaineisto yksinkertaisempaan muotoon, tai digitoida rasteriaineiston perusteella vektoritiedosto.

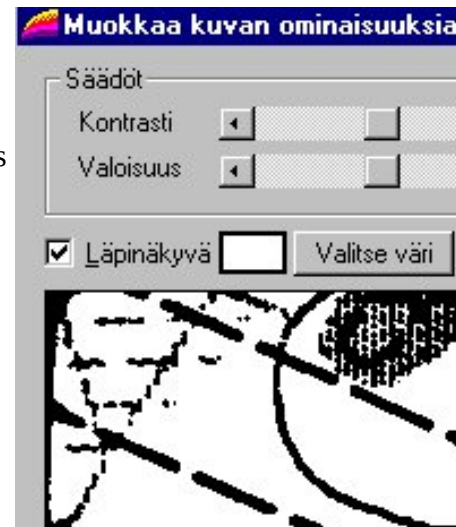
Rasteriaineiston tietorakenne on yksinkertainen. Rasterikuva esitetään 2-ulotteisena matriisina. Matriisin alkiota kutsutaan pikseliksi. Sillä on joku ulottuvuus 1. dimensio. Pikseli saa lisäksi jonkun arvon, jota kutsutaan sen ominaisuustiedoksi.

Rasteriaineiston tuottaminen on yksinkertaista ja nopeaa. Etenkin kuvanlukijalla l. **skannerilla** on kätevää luoda digitaalista aineistoa analogisista kartoista tai kaukokartoituskuvista. Satelliittikuvat ovat valmiiksi digitaalisessa muodossa, ja myös ilmakehuvaus on vähitellen siirtymässä täysin digitaalisiin tuotantoprosesseihin.

Kuvanlukijoiden hintataso ei ole enää esteenä skannerin hankintaan. Kuvanlukijan optinen tarkkuus (**spatiaalinen resoluutio**) voi olla esim. 300-1200dpi (pistettä tuumalla) ja värien esitystarkkuus (**spektrinen resoluutio**) 24-48 bittiä, jolloin kunkin värin (Red, Green, Blue) sävyarvo



Skannattu rasterikuva
122x117 pikseliä.



Rasterikuvan värin
valitseminen läpinäkyväksi Map Info-
ohjelmistossa.

voidaan esittää 8-16 bitillä.

Paikkatietoaineistoja skannattaessa resoluutio valitaan yleensä siten, että erotuskyky maastometreissä saadaan tarkoitukseen sopivaksi.

Tunnettuja yleisimpiä rasterimuotoja ovat mm. BMP (Widows Bitmap), GIF (Graphics Interchange Format), JPEG (Joint Photographic Experts Group), PNG (Portable Network Graphics) ja TIFF (Tagged Image File Format) . PNG, GIF ja JPEG (JPG)-formaattit ovat pakattuja ja vähemmän tilaa vieviä.

Pakkaustekniikoista häviölliset (esim. JPG) pakkaavat informaation tehokkaammin, mutta prosessissa hukkuu informaatiota, jota ei pystytä palauttamaan takaisin. Alkuperäiset kuvatiedostot pitää **varmistaa** tallennuksella ennen formaatin muunnosta, ettei menetetä peruskuvan ominaisuuksia.

Kaukokartoituksessa rasterikuva koostuu kanavakohtaisista kuvapikseliarvoista (Digital Number, DN), joista kukin liittyy kuvapikseliin. Nämä muodostavat varsinaisen kuvan. Kuvaruudulla kuvapikselit esitetään kuvapikseliarvojen mukaisesti määrätyllä **kirkkausarvolla**. Näytön RGB-kanaville sijoitetaan sitten halutut kaukokartoitusaineiston aallonpituuskanavat, jolloin kompositiokuvan värit kuvaavat haluttuja ominaisuuksia. Näin saatujen "väärävärikuvien" värisävyt eivät yleensä vastaa todellisuutta.

Rasterikuvat voidaan sijoittaa (asemoida) GIS-sovelluksiin **käyttämällä rekisteröintipisteitä**. Ohjelmistosta riippuen rasteria voidaan asemointivaiheessa skaalata, kiertää tai kuvatiedosto voidaan muodostaa kokonaan uudelleen.

Karttoja voidaan käyttää **läpinäkyvinä taustakuvina**, jotka esitetään ruudussa ja tulostetaan vektorimuotoisen aineiston kanssa. Kuvan värien läpinäkyvyys voidaan toteuttaa kuvaformaatin (GIF, PNG) kautta

Pikakatsauksen
Suomesta saatavissa
oleviin
paikkatietoaineistoihin
saat
[Maanmittauslaitoksen](#)
paikkatietosivuilta.

Uusia termejä?
[Sanasto](#) auttaa!

tai ohjelmallisesti. Tämä mahdollistaa rasteriaineiston monipuolisen käytön osana kartta-aineistojen visualisointia.

Rasteriaineiston ongelmaksi voi aineiston koon ohella muodostua *topologisten suhteiden* esittämisen vaikeus sekä *pistemäisten ja viivamaisten kohteiden* kuvaus. Myös *verkkoanalyysien* teko on monimutkaista. Joissain tilanteissa haittana pidetään rasterikuvan määritelmää eli "suorakulmainen pikselijoukko, jonka suurentaminen ei paranna tarkkuutta".

Rasterikuva ja vektoriaineistot onkin nähtävä toisiaan täydentävinä esitysmuotoina. NykYTEknikalla konversiot formaatista toiseen ovat myös mahdollisia, ja käyttäjä voi yleensä valita omille analyysityökaluilleen sopivimman tietotyyppin.

Rasteritietomalleille soveltuvat analyysit ovat käytössä ennen kaikkea:

- ympäristön seurannassa
- maakäytön/maisemansuunnittelussa
- valuma-alueiden ennustamisessa
- tulva-alueiden kartoittamisessa

Laurini ryhmittelee (Laurini 1992) analyysitoiminnot erikseen verkkotoimintoihin, rasteritoimintoihin sekä alueisiin ja aluejakoihin kohdistuviin toimintoihin. Rasterikäsittelyyn on kehitetty (mm. **Tomlin**) ns. kartta-algebra, josta ohjelmistotekniikassa käytetään yleensä nimityksiä Grid-analyysi tai Spatial-analyysi.

- [Rasteritietomalli](#)
- [Takaisin opintomateriaalin etusivulle](#)

3.1 Rasteritietomalli

Rasteritietomalli koostuu säännöllisistä neliön tai suorakulmion muotoisista alueen täyttävistä yksiköistä eli **pikseleistä**. Pikseli saa jonkun arvon, joka voi olla kokonaisluku, desimaaliluku, reaaliluku tai jopa merkkimuuttuja.

Mikäli kyseessä on kuva (esim. kaukokartoitusaineisto, skannattu kartta tms., niin kuva-alkio (kuvan piste) voi sille varatusta bittimäärästä riippuen olla:

- Mustavalkoinen (1/0, 1-bittinen)
- Saada harmaasävyskaalan arvon (esim. 8-bitillä voidaan esittää 256 harmaasävyä)
- Saada indeksoidun väriarvon (8 bitillä voidaan esittää 256 väriä)
- Olla kolmen tai neljän kanavan kombinaatio (RGB tai CMYK). Jokaiselle kanavalle on varattu 8-16 bittiä.

Mikäli rasteriaineisto ei ole tunnetussa kuvaformaattissa, valitaan sille joku **palettitiedosto**, jonka avulla rasterin eri arvot esitetään näytöllä eri väreillä. Palettitiedoston avulla voidaan arvojen alkuperäistä vaihtelua usein huomattavasti yksinkertaistaa (luokitus). Palettitiedoston avulla luotu esitys voidaan puolestaan tulostaa normaalina kuvatiedostona.

Rasteritieto on rakenteeltaan yksinkertaista ja solujen arvot ovat tallennettuna havaintomatriisiin.

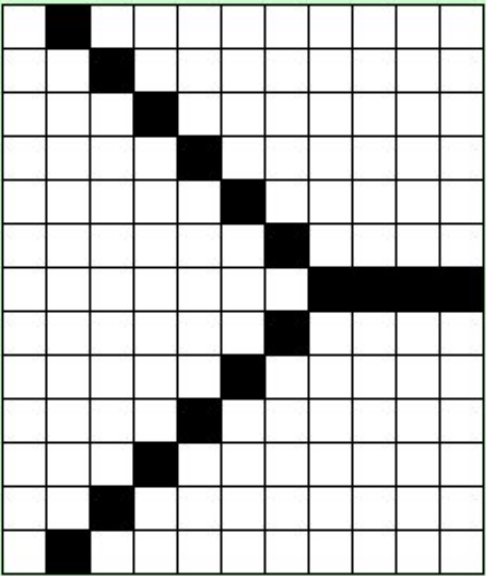
Pikakatsauksen
Suomesta saatavissa
oleviin
paikkatietoaineistoihin
saat
[Maanmittauslaitoksen](#)
paikkatietosivuilta.

Harjoitus

Pura rasteritietomalliin
kuuluva pakattu tiedosto ja
tee ohjetiedoston mukainen
tehtävä.

Uusia termejä? [Sanasto](#) auttaa!

0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Rasterin arvona 1 tai 0

Kuten edellä todettiin, yksi kuvapiste voidaan ilmaista eri määrillä bittejä. Pikseliä kohti varatusta bittimäärästä riippuu, kuinka monta arvoa kuva-alkio voi saada:

1-bittinen esitys	2 arvoa (1 ja 0)	Musta/valkea
8-bittinen esitys	256 arvoa (0 - 255)	Indeksoidut värit tai harmaasävyt
24-bittinen esitys	16,7 milj. arvoa	RGB, 3 kanavaa joissa 8 bittiä
32 - 48 bittiä	~	CMYK, 16 bittiä/kanava RGB

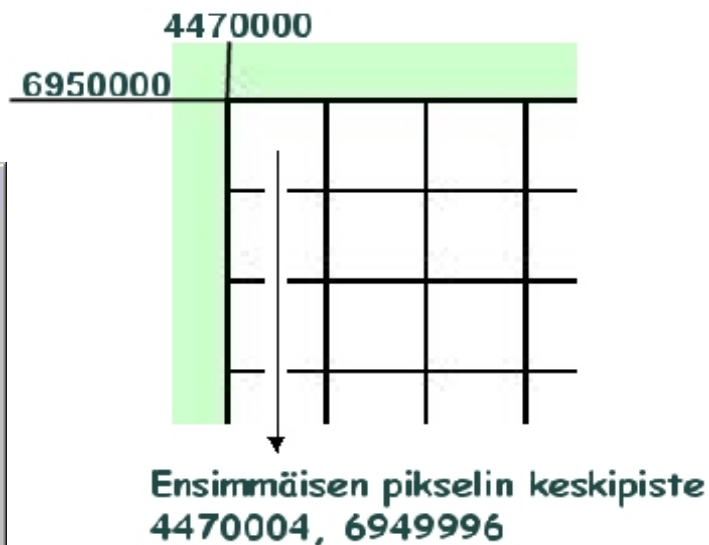
Solun eli pikselin sisältö ilmoitetaan rivi- ja sarakeindeksien avulla ja jokaiseen ruutuun liitetty arvo kertoo sitä vastaavan kohteen ominaisuustiedon arvon. Rasteritietokantaan voidaan liittää ominaisuustietoa myös välillisesti. Tällöin rasterin arvona käytetään viittausta tietokantaan, jossa solujen ominaisuustiedot on määritelty.

Run-length encoding:
Saman arvon ja samalla rivillä olevien peräkkäisten solujen kokoaminen ruutujonoiksi. Ryhmästä tallennetaan arvo kerran johon liitetään tieto ryhmän koosta ja sijainnista. Saavutettu pakkaus-etu riippuu kartan pienipiirteisyydestä. Jos kartassa on suuria saman luokan alueita, niin pakkaus voi auttaa hyvinkin paljon.

Nelipuumenetelmä:
Kartta jaetaan neljään yhtä suureen osaan ja jokainen osa puolestaan jaetaan myös neljään yhtä suureen osaan. Jakoa jatketaan edelleen pienempiin osa-alueisiin, kunnes osa-alueen kaikille pikseleille voidaan

Mikäli matriisi halutaan sijoittaa maantieteellisesti, täytyy pikselit sijoittaa tunnettuun koordinaatistoon. Pikselit muodostavat siis ruudukon, jossa jokaiselle pikselille määritetään sijainti rivi- ja sarakeindeksien avulla. Yleensä riittää, kun paikkatieto-ohjelmistolle ilmoitetaan ns. **ohjaustiedoston** avulla luettavan rasteritiedoston yksi tai useampi kulmapiste, kiertokulma ja pikselin koko.

Seuraavassa kuvassa on esitetty Notepad-ohjelmaan avattu malli.tfw-tiedosto. TFW on ArcView- ja ArcInfo-ohjelmistojen käyttämä yksinkertainen rasterikuvan ohjaustiedosto. Siinä ilmaistaan rivillä 1 rasterin pikselikoko karttajärjestelmässä (8 m). Rivit 2 ja 3 voivat ilmaisevat rasterin kiertokulman, ja rivi 4 matriisin seuraavan rivin pohjoiskoordinaatin muutoksen. Rivit 5 ja 6 taas ilmaisevat ensimmäisen pikselin keskipistettä koordinaatistossa. Viereinen kuva havainnollistaa keskipisteen kohdistumista koordinaatistoon.



asettaa on sama arvo.

Joskus käyttäjä voi valita sallitun vaihtelun l. milloin jonkun sisäisen vaihtelun omaava pikselijoukko korvataan yhdellä arvolla. Tämä vaikuttaa voimakkaasti pakkauksen tehokkuuteen. Kerran näin pakattua rasterikuva ei enää voi palauttaa alkuperäiseen asuunsa (lossy compression).

Tiedon käsittely nopeutuu mm. analyysien yhteydessä, koska tiivistyksen seurauksena lähemmäs olevat kartan ruudut tulevat myös tallennetuksi tiedostoon lähelle toisiaan.

Sijaintitietomalleissa määritellään rasterikuvalla siis:

- Pikselin koko
- Matriisin koko
- Orientaatio
- Pikselin muoto

Mitä suurempi määrä ominaisuustietoa (väriä tms.), sitä enemmän tilaa yksi pikseli vie. Myös geometrisen resoluution parantaminen l. pikselikoon pienentäminen lisää tilantarvetta. Tallennuksen tilavaatimus riippuu siis pikseleiden määrästä, yhden pikselin vaatimasta tallennustilasta ja pakkausmetodista. Esimerkkinä pakkaamaton 1024 * 768 pikselin kuva. 1 tavu on siis 8 bittiä.

1-bittinen	$1024 * 768 / 8 = 98\,304$ tavua
8-bittinen	$1024 * 768 = 786\,432$ tavua
24-bittinen	$1024 * 768 * 3 = 2\,359\,296$ tavua

Suurennettaessa rasterikuva muuttuu vähitellen rakeiseksi ja voi joissain tilanteissa rajoittaa esim. tarkkaa digitointia. Vaikka rasteritieto on rakenteeltaan yksinkertaista, sen esitysmuoto on tehotonta. Laajalla kartta-alueella olevien harvojen kohteiden kuvaaminen vie huomattavasti enemmän tilaa kuin sama aineisto vektorimuodossa.

Rasteritiedostojenkin kokoa on joskus syytä supistaa eli vähennetään tallennettujen arvojen redundanssia. Yleisesti käytetään seuraavia menetelmiä:

- run-length encoding
- nelipuu- eli quadtree-menetelmä

Oikaisu vai asemointi?

Käytetty rasteriaineisto täytyy aina **asemoida** käytettävään koordinaatistoon. Asemoitaessa alkuperäistä rasterikuvaa ei muuteta, mutta **oikaisuprosessissa** syntyy **uusi kuvatiedosto**, jossa alkuperäisen kuvan pikselit saavat uuden paikan oikaisuyhtälöiden ja vastinpisteiden perusteella. Kartta-aineiston asemointiin riittää taso-oikaisu, mutta ilmakuvissa joudutaan usein turvautumaan korkeusmallia apuna käyttävään **orto-oikaisuun**. Suuria alueita kattavien satelliittikuvien oikaisu on vaativaa, ja niissä käytetään ns. **rubber sheet**-oikaisumenetelmiä. Oikaisupisteitä tarvitaan paljon, ja yhtälöt ovat yleensä korkeammanasteisia polynomeja.

- [Skannaus](#)
- [Takaisin rasteritietomallin aloitussivulle.](#)

3.2 Paikkatietoaineiston skannaus

Skannaus

Pikakatsauksen
Suomesta saatavissa
oleviin
paikkatietoaineistoihin
saat
[Maanmittauslaitoksen](#)
paikkatietosivuilta.

Valokuvan tai painetun materiaalin olevan materiaalin siirtäminen digitaaliseen muotoon onnistuu kuvanlukijalla eli skannerilla. Skannereita on monen tyyppisiä, mutta yleisimmin käytössä ovat tasoskannerit. Ne käsittelevät yleensä A2-kokoa pienempiä originaaleja. Tätä suuremmille kartoille tai vedoksille käytetään ns. rumpuskannereita.

Skannattaessa täytyy huomioida minkä kokoisena kuvaa tullaan käyttämään. Originaalin lukutarkkuus määrää syntyvän tiedoston pikselikoon. Pikselikoosta puolestaan riippuu aineiston suurin järkevä tarkastelu- tai tulostusmittakaava. Jälkikäteen ohjelmallisesti tehty resoluution suurentaminen ei yleensä paranna aineiston laatua.

Kun aineistoa skannataan paikkatietokäyttöön, on käytettävä resoluutio on yleensä syytä laskea maastometreissä. Ilmakuvissa ja taustakartoissa käyttökelpoisia ovat esimerkiksi 0.5- 2 m maastoresoluutiot. Yleensä pyritään käyttämään jotain tasametrimäärää.

Haluttu maastoresoluutio m	Originaalin mittakaava	Skannaustarkkuus dpi
1	1:10 000	254
2	1:10 000	127

Uusia termejä?

[Sanasto](#) auttaa!

Jos skannaat painettua karttaa, on sen projektio ja koordinaattijärjestelmä pyrittävä selvittämään. Mikäli ne eivät ole tiedossa, on etenkin pienimittakaavaisten suuria aloja kattavien karttojen näyttäminen yhdessä aiemmin digitoitujen aineistojen kanssa vaikeaa. Kartoilta on myös mahdoton digitoida tarkasti uutta aineistoa, mikäli originaalin projektio on tuntematon.

Ohjeita skannaukseen:

- Mikäli et oikaise syntyvää kuvatiedostoa, kannattaa se skannata mahdollisimman tarkasti käytettävän projektion pääakseleiden suunnassa ja oikaista tarvittaessa kuvankäsittelyohjelmalla.
- Huolehdi, että skannattavalla kuva-alueella näkyy riittävästi käyttökelpoisia tuki- tai oikaisupisteitä.
- Merkitse tarvittaessa tukipisteet kuvalle etukäteen. Vältä luonnossa muuttuvia kohtia kuten vesistön rantaviivoja, purojen mutkia, peltojen kulmia jne. Käytä sen sijaan rakennusten kulmia, risteyksiä, tms. Mikäli aineistoa ei ole orto-oikaistu, tulee tukipisteiden olla suunnilleen samalla korkeustasolla
- Voit skannata kuvan kuvankäsittelyohjelmaan tai suoraan tiedostoksi. Mikäli säädät valotusta tai värisävyjä itse, keskity siihen kuvan osaan, jossa on kannaltasi tärkein informaatio.
- Käyttäessäsi tallennuksessa pakkaavaa kuvaformaattia (esim. jpg), osa kuvan informaatiosta häviää. Pakkaamaton, korkearesoluutioinen originaali on hyvä säilyttää.
- Kerran häviöllisesti pakattua (esim. jpg) kuvaa on vaikea tai mahdoton analysoida numeerisin menetelmin.

Mikäli skannaat muiden tuottamaa aineistoa (esim. painetut kartat, ilmakuvat, satellittikuvat jne), on otettava huomioon niiden tekijänoikeudet. Aineiston uudelleenjulkaisu esimerkiksi WWW-sivuilla tai julkaisun kuvituksena vaatii aina alkuperäisaineiston oikeudenomistajan luvan.

- [Asemointi ja oikaisu](#)
- [Takaisin rasteritietomallin aloitussivulle.](#)



3.3 Kartta-aineiston asemointi ja oikaisu

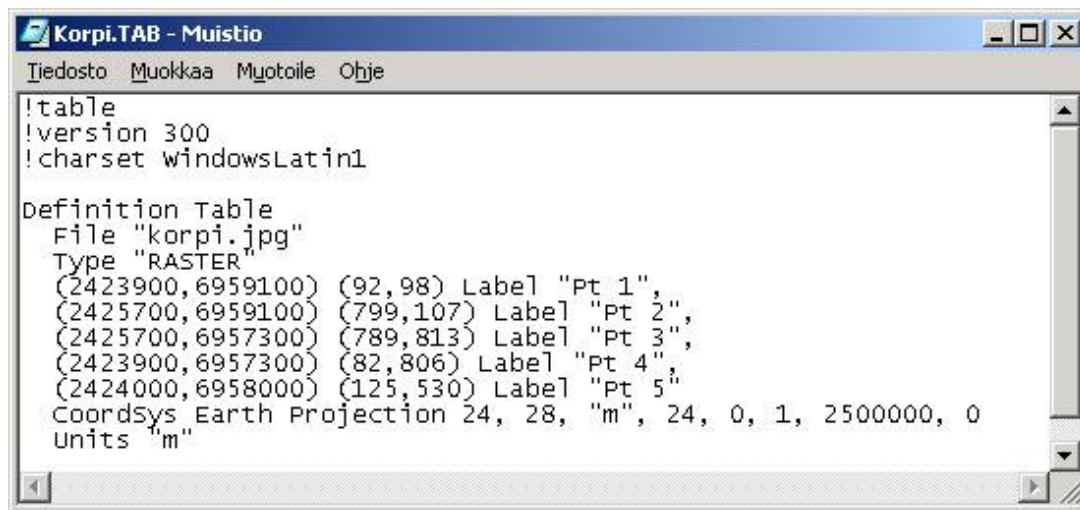
Asemointi ja oikaisu

Nykyisin elektronisessa muodossa toimitettavat rasteriaineistot on yleensä oikaistu ja asemoitu haluttuun koordinaatistoon. **Asemointia** ja **oikaisua** tarvitaankin lähinnä omien aineistojen tuotannossa ja digitoinnissa.

Kuva-alkioista (pikseleistä) koostuva rasteriaineisto vastaa maastossa määrättyä aluetta. Yhden pikselin koko (maastoresoluutio) voi olla esim. 1*1m tai 3*3 m, riippuen aineistosta ja käyttötarkoituksesta. Kun puhutaan **rasterikuvan asemoinnista**, se tarkoittaa pikselien maantieteellisen aseman kertomista käytettävälle paikkatieto-ohjelmistolle. Usein ohjelma tarvitsee lisäksi tiedon käytettävästä projektiosta ja koordinaatistosta.

Kuva **oikaisu** tarkoittaa kuvan muokkaamista siten, että sen projektio asettuu vastaamaan haluttua karttaprojektia. Yleensä muodostetaan uusi kuvatiedosto, johon alkuperäisen kuvan pikselit luetaan oikaisuyhtälöjen avulla.

Alla olevassa kuvassa on avattu Korpi.jpg-kuvan asemointitiedosto (rasterikuvan rekisteröintitiedosto), jota MapInfo käyttää rasterikartan asemoimiseen koordinaatistoon. Peruskuvaa ei siis **oikaista**, vaan kuvan (tässä korpi.jpg) pikseleille annetaan koordinaatit siten, että päälle piirrettävät tai digitoitavat aineistot sijoittuvat oikein. Avatessasi MapInfoon tämän Korpi.tab-tiedoston, joka sisältää kuvan rekisteröintitiedot, saat suoraan käyttöösi asemoidun rasteriaineiston (korpi.jpg).



Korpi.tab-tiedosto sisältää siis linkitetyn rasterikuvan nimen, rasterikartan asemoinnissa (rekisteröinnissä) käytettyjen pisteiden sijainnit karttajärjestelmässä ja vastaavan sijainnin rasterikuvalla, sekä asemoinnissa käytetyn karttaprojektion.

Käytettäessä skannatun kartan alkuperäistä projektia tai oikaistua kuvaa, riittää yleensä seuraavat perustiedot:

Mittayksikkö	units=m
--------------	---------

Harjoitus

~~~~~  
~~~~~  
~~~~~

Pura asemointiin kuuluva pakattu tiedosto ja tee ohjetiedoston mukainen

Uusia termejä?  
[Sanasto](#) auttaa!

|                          |                        |
|--------------------------|------------------------|
| Kuvan nurkkakoordinaatti | 0,0=4490 000, 6890 000 |
| Pikselin koko            | 2                      |

tehtävä.

Rasterikuvan **oikaisulla** tarkoitetaan kuvatiedoston kiertämistä, venyttämistä ja muuta toimintaa, millä kuvan projektiio saadaan vastaamaan karttaprojektiota. Oikaisu luo kuvatiedoston, jossa rivit ja sarakkeet vastaavat käytettävän koordinaatiston pohjois-eteläsuuntia ja lisäksi kuvapikselillä on tietty vastinkoko maastossa. Oikaisussa alkuperäisen kuvan pikselit sijoittuvat uudelleen **oikaisuyhtälön** avulla. Jos oikaisuyhtälöt ova 1. astetta, puhutaan lineaarisesta oikaisusta, 2. tai 3. asteen yhtälöjä käyttävät ns. rubber sheet transformation-menetelmät.

Skannatun kartta-aineiston siirtäminen koordinaatistoon vaatii harvoin oikaisua, mikäli koordinaatistoa ja projektiota ei muuteta. Ilmakuvissa käytettävä **orto-oikaisu** poistaa keskusprojektiosta aiheutuvat vääristymät, joiden takia mm. mäet siirtyvät kuvakeskuksesta pois päin. Orto-oikaisuisissa tarvitaankin tueksi maaston korkeusmalli, jonka avulla kunkin pikselin sijaintia korjataan sen korkeusaseman mukaisesti.

### Oikaisupisteet

Asemointi- ja oikaisupisteinä käytetään kuvalta selvästi erottuvia pisteitä, joiden koordinaatit voidaan luotettavasti selvittää. Kartta-aineistoa asemoitaessa on luonnollista käyttää kartan kulmia, koordinaattiristejä tms. Oikaisumetodista ja aineiston vääristymistä riippuen tarvitaan 3-30 oikaisupistettä.

Kaukokartoitusaineiston oikaisu on vaativaa etenkin jos pyritään tarkkaan tulokseen. Taustakartta-aineistosta on pyrittävä valitsemaan kuvalla näkyvät pisteet, joiden sijaintitarkkuus on karttatuotannossakin korkeaa luokkaa (rakennusten kulmat, risteykset ym.). Oikaisupisteitä on pyrittävä löytämään tasaisesti koko kuva-alalta.

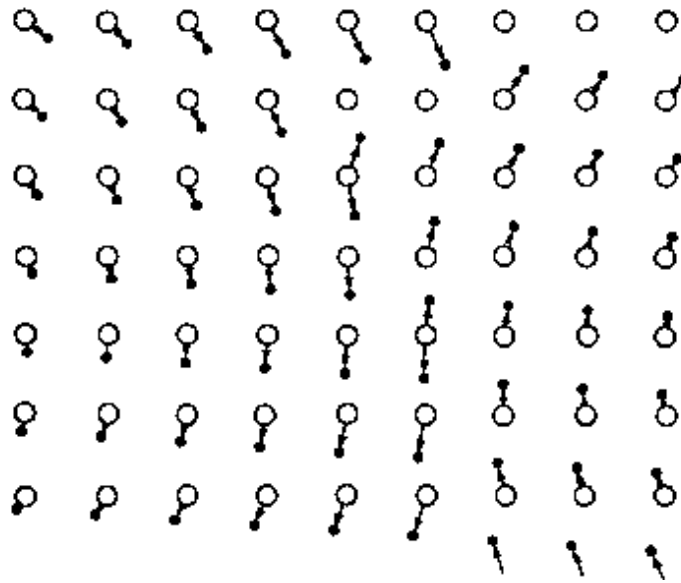
Mikäli oikaisupisteitä ei ole, voidaan niitä luoda maastoon ennen kuvausta. Tällöin selvästi merkittyjen oikaisupisteiden koordinaatit voidaan selvittää esim. differentiaalikorjatun GPS-laitteiston avulla.

### Oikaistujen pikseleiden arvot

Suurin osa oikaisumenetelmistä luo aluksi tukipisteiden avulla uuden, valitun projektion mukaisen, tyhjän kuvatiedoston, johon pikselit alkuperäisestä kuvasta luetaan. Yksinkertaisin ja käytetyin metodi on ns. **lähimmän naapurin menetelmä**, jossa tulokuvan pikselin arvoksi luetaan yksinkertaisesti oikaisun tuloksena lähimmäksi osuvan pikselin arvo.

**Bilineaarisessa interpoloinnissa** tulokuvan pikselin arvo lasketaan neljän lähimmän pikselin etäisyydellä painotettuna keskiarvona, ja **Cubic Convolution**-metodi laskee tulokuvan arvon noin 25 lähimmän pikselin etäisyyksillä painotettuna keskiarvona.

Lähimmän naapurin menetelmän etuna on, että alkuperäisen kuvan pikseleiden arvot säilyvät muuttumattomina. Näin ollen oikaistua kuvaa käyttävä mahdollinen numeerinen analyysi kohdistuu myös alkuperäisiin arvoihin. Kaksi muuta menetelmää saattaa tuottaa visuaalisesti onnistuneempia tuloksia, mutta esim. alkuperäisaineiston kontrasti saattaa huonontua.



*Lähimmän naapurin menetelmässä uusi kuvapikseli saa lähimmäksi osuvan pikselin arvon.  
Huomaa, että jotkut alkuperäisarvoista saattavat jäädä käyttämättä.*

- [Rasteripinnan luominen](#)
- [Takaisin rasteritietomallin aloitussivulle.](#)

# 3.4 Rasteripinnan luonti

*Konversiot vektorista rasteriksi ja päinvastoin ovat usein tarpeen paikkatietoaineistoja analysoitaessa ja visualisoitaessa.*

*Hajapisteaineistosta luotava jatkuva pinta on jo sellaisenaan analyysituloks.*

## Miksi rasteriksi?

Skannauksen lisäksi voimme luoda rasteriaineistoja muuntamalla vektoriaineistojamme rasteriaineistoiksi. Tämä on usein käytetty tapa ennen analysointia ja tiedostojen käsittelyä. Rasteriaineistojen analysointiin tarkoitetut ohjelmat ovat usein edullisia ja niiden analyysivälineet monipuolisempia kuin vektoriaineistoja käsittelevissä ohjelmistoissa.

Myös tilanteissa, joissa osa analyysissä käytettävistä aineistoista on valmiiksi rasterimuotoista, on vektorimuotoiset alueita sisältävät aineistot yleensä tarkoituksenmukaisinta muuttaa pikselikooltaan vastaaviksi rasteriaineistoiksi.

Joskus **rasteroinnin** tuloksena syntyvä **jatkuva pinta** on jo sinänsä kiinnostava ilmiön maantieteellistä jakaumaa havainnollistava analyysituloks.

Kun vektoriaineistoja muunnetaan rasteriaineistoiksi, on huomattava, ettei pistemäisillä tai viivamaisilla kohteilla ole pinta-alaa. Yleensä niille on rasterointia varten ensin määritettävä halutun säteinen **puskuri** (buffer), joka sitten rasteroidaan.

Yleisin tapa muodostaa vektoriaineistosta rasteriaineisto on ns. **hilatiedoston** muodostaminen. Hilatiedosto on säännöllinen  $n \times m$  - ulotteinen pistematriisi, jossa jokainen piste saa ominaisuustiedoiksi ne tiedot jotka pisteen kohdalla olevalla rasteroitavan aineiston aluekohteellakin on. Mikäli alkuperäinen aineisto koostuu hajapisteistä, interpoloidaan tai mallinnetaan hilapisteen arvo jollain menetelmällä alkuperäisten pisteiden arvojen perusteella.

Kun hilan pisteille on laskettu arvot, muodostetaan rasteri, jossa jokaisen pikselin keskipisteeksi tulee em. hilatiedoston piste. Rasterin arvoksi tulee joku hilapisteen lasketuista ominaisuustiedoista. Jos alkuperäisen vektoriaineiston alueilla on kymmensarakkeinen ominaisuustiedosto, voidaan siitä muodostaa kymmenen rasteritiedostoa, joissa rastereilla on erilaiset arvot.

Rasteripinnan luomiseksi vektoriaineiston päälle, täytyy siis ensin luoda hilatiedosto. Hilapisteen tiheys ja arvot riippuvat vektoritiedoston rakenteesta, halutusta resoluutiosta sekä interpolointi- ja mallinnusmenetelmistä. Myös käyttäjän tarpeet ohjaavat hilatiedoston muotoa. Eäräs tärkeimmistä valinnoista on se, sallitaanko syntyvän pinnan ylittää tai alittaa alkuperäisen datan lokaaleja maksimi- ja minimiarvoja.

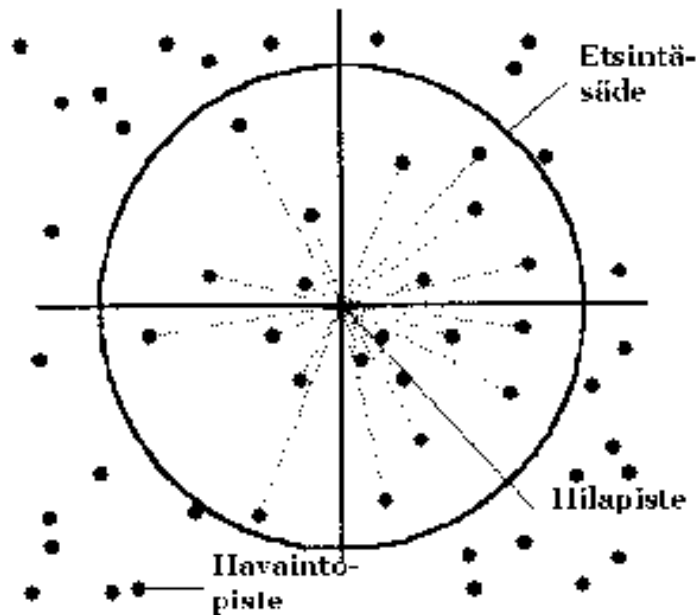


Hilatieoston pisteiden arvojen laskemiseksi on kaksi perusmenetelmää:

**Interpolointi** ja **mallinnus**. Interpolointitekniikoissa hilapisteiden arvot määritetään ympäröivien pisteiden arvojen perusteella.

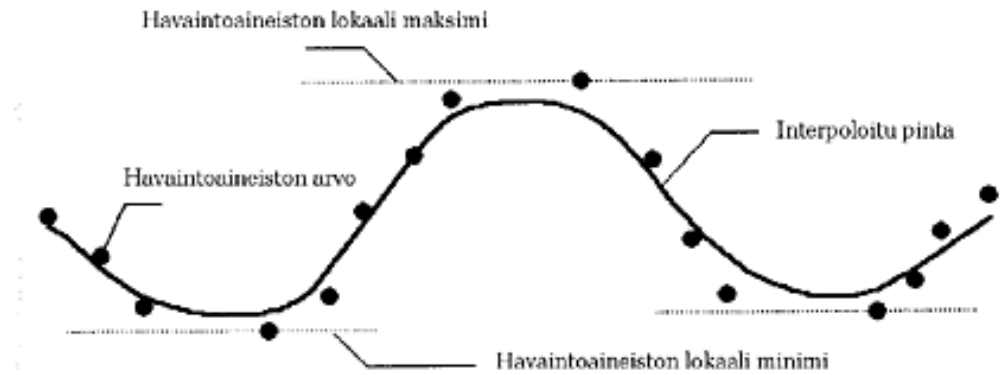
### Interpolointimenetelmät

#### 1. Liukuvan keskiarvon tekniikka (*Inverse Distance Weighing*)



Menetelmässä lasketaan **pisteen arvo** tietyn säteen sisään jäävien pisteiden arvojen etäisyydellä painotettuna keskiarvona. Säteen ja/tai pisteiden määrän valitsee käyttäjä. Myös etäisyyden painottava vaikutus voi olla suoraviivainen tai eksponentiaalinen. Menetelmä soveltuu hyvin tilastollisin menetelmin kerätyn datan esittämiseen, mutta sen tuloksena syntyvä pinta jättää huomioimatta alkuperäisdatan lokaaleja maksimi- ja minimiarvoja.

Pikakatsauksen Suomesta saatavissa oleviin paikkatietoaineistoihin saat [Maanmittauslaitoksen](#) paikkatietosivuilta.

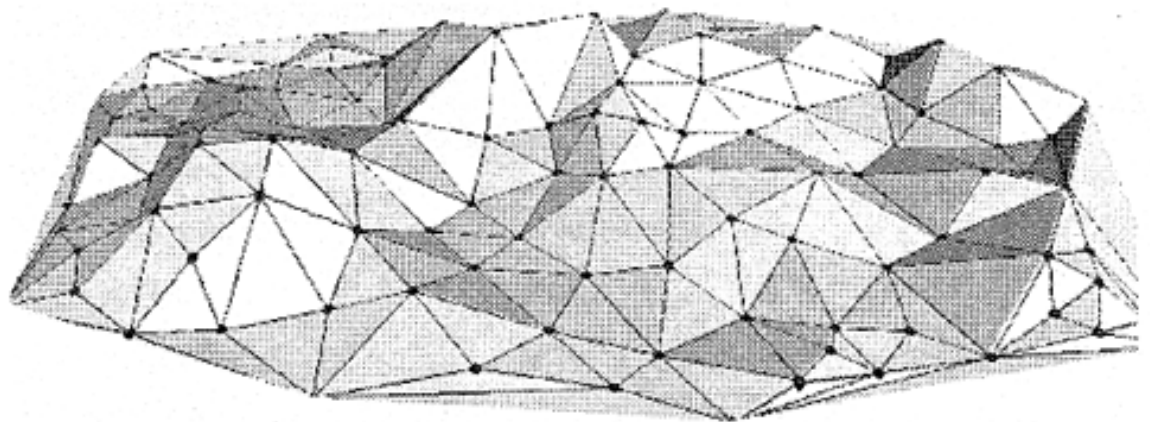


Menetelmästä on edelleen kehitetty ns. **Kriging**-tekniikoita, joissa IDW-menetelmää tarkennetaan alkuperäisaineiston jakaumaa koskevan tilastollisen analyysin avulla.

## 2. Pyöristetty kolmiointi (*Triangulation with Smoothing*)

Tyypillinen pyöristettyä kolmiointia käyttävä työtapa on korkeusmallin (DEM) luominen korkeuskäyräaineistosta. Työvaiheet ovat seuraavat:

- Luodaan käyrästä hajapistetiedosto. Pisteinä käytetään joko alkuperäisiä digitoituja pisteitä, tai ne lasketaan käyriltä tasavälein. Pisteet saavat korkeusarvokseen alkuperäisen käyrän korkeusarvon.
- Hajapistetiedosto kolmioidaan yhdistämällä kukin piste kolmeen lähimpään pisteeseen. Kolmioinnissa käytetään ns. Delaunayn kriteeriä l. minkä tahansa syntyvän kolmion ympäri piirretty ympyrä ei sisällä toisen kolmion sivua. Kärkipisteiden x-, y- ja z-koordinaattien avulla muodostetaan kullekin kolmiolle tason yhtälö.



- Asetetaan hilapisteverkko kolmioverkon päälle, ja lasketaan tason yhtälöiden avulla kullekin hilapisteelle korkeusasema. Muodostetaan rasteri, jossa jokainen pikseli saa korkeusarvoksi hilapisteelle lasketun korkeusarvon.
- Sovitetaan lasketun rasterin päälle pinta, joka "pehmentää" maiseman luonnolliseksi. Pinta kuvataan yleensä viidennen asteen polynomilla. Käyttäjä voi

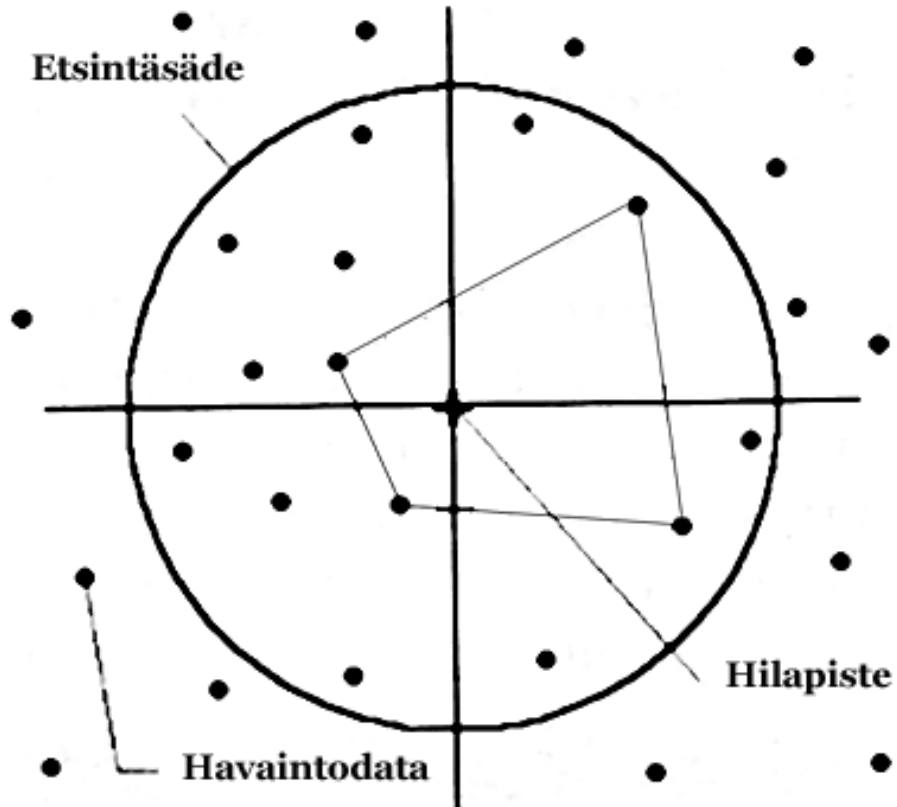


Uusia termejä? [Sanasto](#) auttaa!

valita, hyväksytäänkö alkuperäisten arvojen lievä alittaminen tai ylittäminen pyöristyksen tuloksena.

### 3. Nelikulmiointerpolointi (*Rectangular Interpolation*)

Menetelmä perustuu nelikulmioihin, jotka muodostetaan yhdistämällä neljä hilapistettä lähimmäksi osuvaa datapistettä. Hilapisteen arvo lasketaan muodostuneiden yhdistysjanojen kaltevuuksien perusteella. Tuloksena saadaan tiukasti alkuperäisen datan arvoihin sidottu, mutta joskus kulmikas pinta.

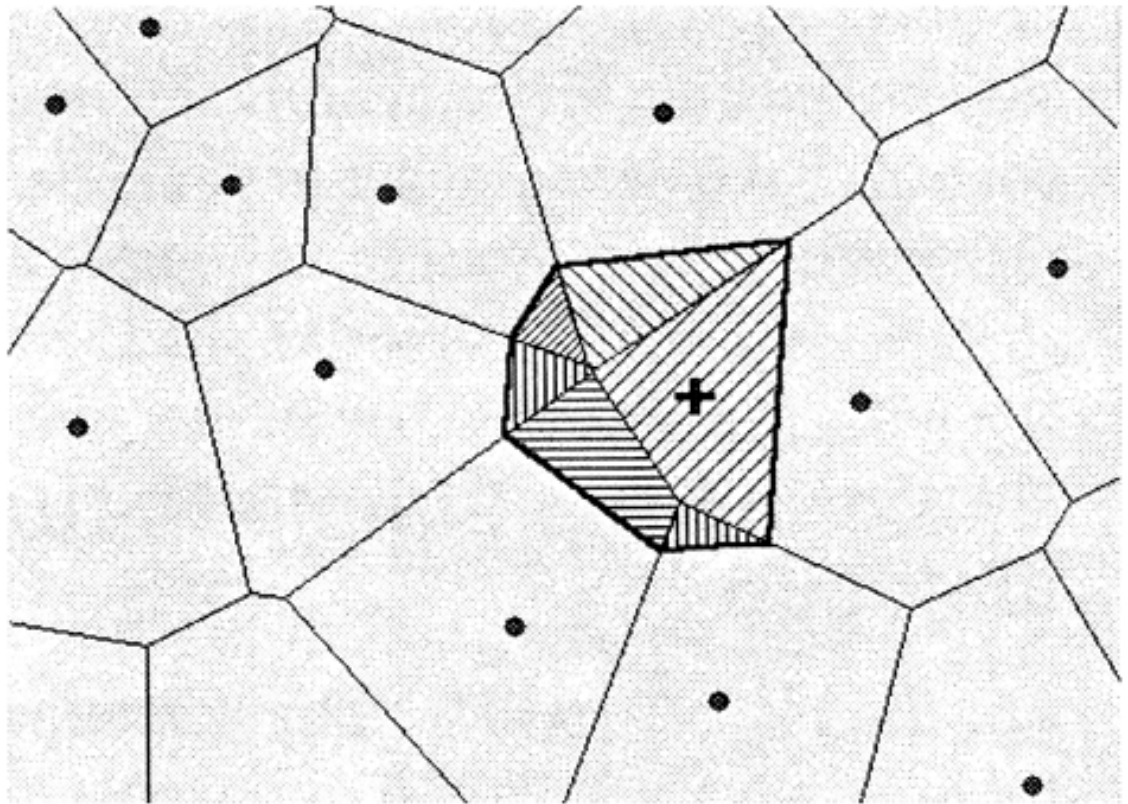


### 4. Luontaisen alueen menetelmä

Luontaisen alueen menetelmä perustuu datapisteiden ympäri muodostettaviin ns. **Thiessenin monikulmioihin**. Monikulmio rajataan siten, että rajalta pisteeseen on aina lyhyempi matka kuin mihinkään muuhun aineiston pisteeseen. Monikulmion ominaisuustietojen arvoiksi annetaan alkuperäisten pisteiden arvot.

Thiessenin monikulmiot ovat aluekohteita, jotka voidaan rasteroida suoraan. Rasterin arvoksi tulee tällöin joku alkuperäisten pisteiden ominaisuustieto.

Inverse Distance Weighing-  
menetelmästä enemmän:  
[ftp://ftp.geog.uwo.ca/SIC97/  
Tomczak/Tomczak.html](ftp://ftp.geog.uwo.ca/SIC97/Tomczak/Tomczak.html))



Hilapisteiden arvot voidaan interpoloida piirtämällä niille uudet Thiessenin monikulmiot. Hilapisteen arvo lasketaan suhteessa alkuperäisten monikulmioiden peittyviin pinta-aloihin (vrt. kuva).

Syntyvä pinta voidaan myös pyöristää käyttämällä apuna viereisten kuvioiden gradienttiero.

## Mallinnus

### 1. Sijaintiprofiili (*Location Profiler*)

Menetelmä laskee hilapisteen arvon sen keskimääräisenä etäisyytenä havaintopisteisiin nähden. Tulospintaa voidaan käyttää havainnollistamaan esimerkiksi havaintopisteiden alueellista jakautumista.

Havaintopisteiden määrää voidaan säädellä määräämällä huomioon otettaviksi esimerkiksi haluttu prosentuaalinen osuus havaintopisteistä. Myös etsintäsäde voidaan määrätä.

Joku pisteeseen liittyvä ominaisuustieto voidaan määrätä etäisyyden painokertoimeksi. Myös etäisyys voidaan ottaa huomioon lineaarisesti tai eksponentiaalisesti.

### 2. Kauppa-alueen mallinnus

[Huff-malli](#) perustuu seuraaviin Newtonin fysiikasta tuttuihin oletuksiin:

- Objektin vetovoima on verrannollinen massaan
- Objektin vetovoima on kääntäen verrannollinen sen

*etäisyyteen*

Kauppa-alueen mallinnuksessa käytetään useita tekniikoita. Niiden tarkoituksena on selvittää tietyn palvelun, kaupan tms. vetovoima käyttäen lähtötietona kohteen maantieteellistä asemaa, aseman suhdetta kilpaileviin palveluihin ja jotain attraktio- eli vetovoimatekijää, kuten kauppaliikkeen kokoa, hintatasoa, valikoimaa jne.

Yleisimmin käytetään ns. Huffin malleja, joissa kauppaliikkeen tms. vetovoiman asiakkaaseen nähden oletetaan vähenevän suhteessa etäisyyden toiseen potenssiin.

- [Rasterianalyysit](#)
- [Takaisin rasteritietomallin aloitussivulle](#)

# 3.5 Rasteriaineiston analyysit

Analyyseihin voidaan lukea operaatiot, joiden avulla saadaan olemassa olevien aineistojen perusteella tuotettua uutta haluttua tietoa. Koska ilmiöiden maantieteellinen asema ja jakautuminen ja sen visualisointi on GIS-järjestelmien vahvinta aluetta, voidaan lähes kaikkia paikkatietojärjestelmillä tehtävää tiedon muokkausta kutsua spatiaaliseksi analyysiksi.

Rasteripohjaisen analyysin käyttöalue on laaja. Rasterianalyysiä käytetään etenkin ympäristön seurannassa, maakäytön/maisemansuunnittelussa, valuma-alueiden ennustamisessa ja tulva-alueiden kartoittamisessa. Kaukokartoitusaineiston analysointi ja muokkaus yhdessä muista lähteistä saatujen aineistojen kanssa onkin GIS-analyysin vahvimpia alueita.

Aronoff on [Aronoff, 1991] esittänyt sijainti- ja ominaisuustietoihin kohdistuvien analyysien jaon neljään ryhmään:

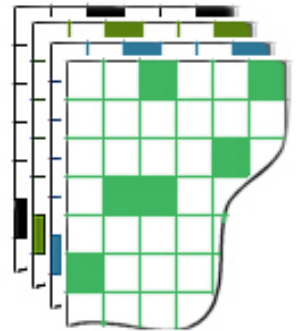
- Sijaintitiedon säilyttävä tiedonhallinta (haku, luokittelu, yleistys, mittaus)
- Overlay-analyysit
- Naapuruusanalyysit
- Yhdistävyysanalyysit

Koska rasteritiedossa tieto esitetään riveillä ja sarakkeilla, on leikkausanalyysien teko helpompaa ja nopeampaa kuin vektoriaineistolla. Tietokantaan linkitys tuo simuloinnin käytön laajemmaksi, koska rasterikartan tunnus mahdollistaa yhteisen toimivan tunnuksen tietokannan suuntaan.

Aineistoja ja menetelmiä voidaan käyttää hyvinkin laajasti. Esimerkiksi valuma-alueen tarkasteluun voidaan koota tietokantaa seuraavista osista:

- Satelliittikuva (rasteri)
- Satelliittikuvien pohjalta tehty luokitus (rasteri)
- Tutkasatelliittikuva (rasteri)
- Turvemaski (rasteri)
- Turvetuotantoalueiden rajat (vektori)
- Valuma-alueen rajat (vektori)
- Joet (vektori)

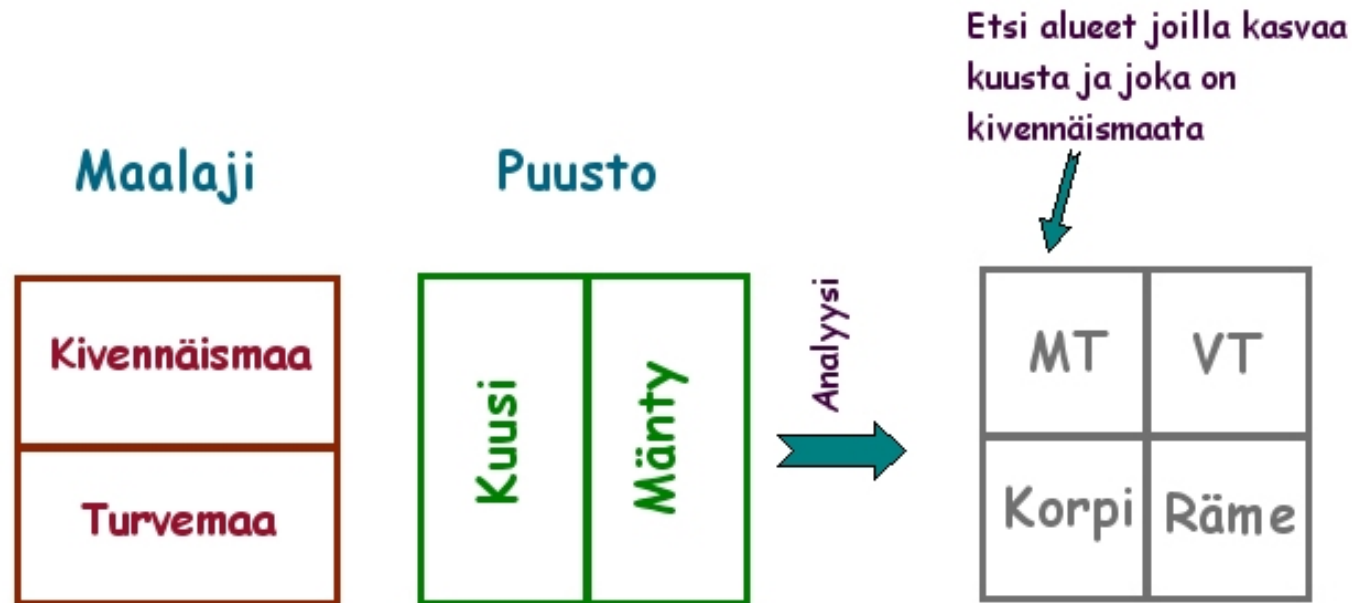
*Rasterijärjestelmissä  
analyysijä suoritetaan  
tutkimalla tasojen arvoja  
pikseleittäin*



[\*Geologian  
tutkimuskeskuksen valuma-  
alue Kaukjärvestä  
\(2001\*](#)

- Järvet (vektori)
- Topologinen kartta (rasteri)
- Korkeusmalli (rasteri)
- yms.

**Leikkausanalyysistä** (overlay-analyysi) voidaan esittää seuraava malli, jossa **kahdesta rasteriaineistosta** luodaan **kolmas** (joka taas on vektoroitavissa ==> rasteri-vektorikonversio):



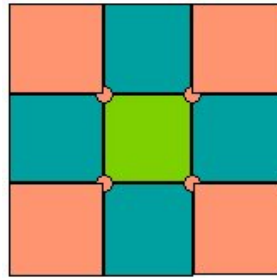
Leikkausanalyysissä tarkastellaan eri tasoille luotujen karttarasterin ominaisuuksia ja tarkastellaan niitä päällekkäin (map overlay).

**Naapuruuksanalyysissä** rasterilla on **samalla karttatasolla** neljä lähintä pikseliä, joiden kanssa sillä on yhteinen sivu (4-naapuruus). Jos huomioidaan nurkkapisteet, saadaan yhteensä kahdeksan mukaan tulevaan pikseliä (8-naapuruus). Alueelta voidaan hakea analyysijä ominaisuuksien perusteella ja suorittaa korkeusmalliin pohjautuvia interpolointeja.

**Analyysiin kuuluva harjoitustehtävä:**

Leikkausanalyysi omenapuun viljelyalueesta, jossa rajoituksena on maaston jyrkkyys, korkeusasema, rinteiden suunta yms.

Pikakatsauksen  
Suomesta saatavissa  
oleviin  
paikkatietoaineistoihin  
saat  
[Maanmittauslaitoksen](#)  
paikkatietosivuilta.

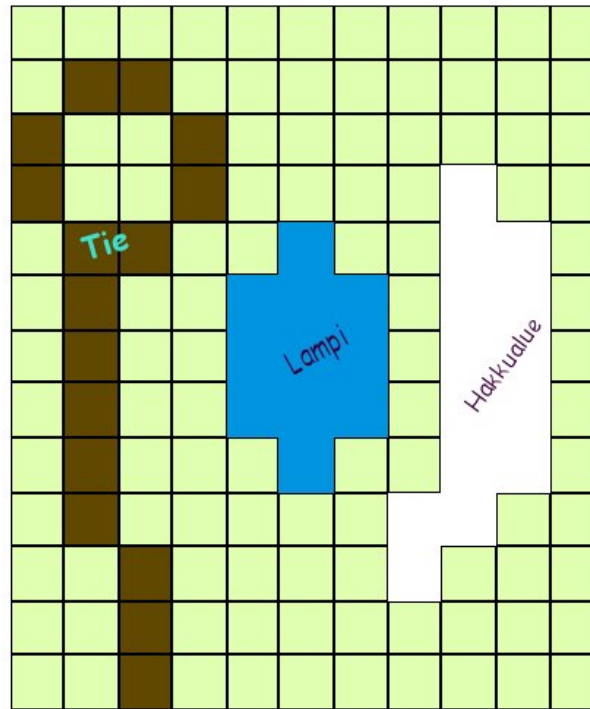


[Malli](#)  
[yhdistävyysanalyysin](#)  
[käytöstä:](#)

*Energiapuuvarojen  
analysointimenetelmä  
(Keskimölä Ari)*

- Voidaan käyttää mm. hakkuumahdollisuuksien arviointiin metsäautotien rakentamisessa, jossa "liukuvan ikkunan" suodatuksella annetaan kunkin pisteen rasterille arvoksi 400 x 400 m kokoisen ikkuna keskiarvo. Näin puustoinen kuvio "ohjaa" ja vaikuttaa tielinjaukseen.
- Valuma-alueiden malleissa rasterin arvona on korkeusasema, jolloin jokaiselle rasterille lasketaan veden mahdollinen virtaussuunta (pienemmän korkeusarvon suuntaan).
- Rasteritiedostoja voidaan käyttää myös verkostanalyysiin määrittämällä pienimmän vastuksen reittejä viereisten pikseleiden arvojen perusteella. Tällöin ns. kustannuspintana voi toimia joko rasterin alkuperäinen tai jollain menetelmällä laskettu arvo.

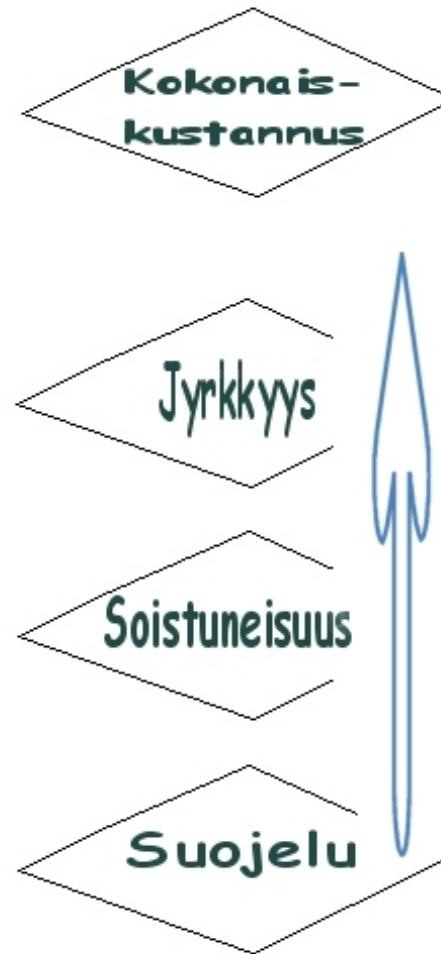
**Yhdistävyysanalyysi** on topologiaan perustuva, jossa lasketaan pikseleitten ominaisuuksien arvoja ja kertymää voidaan kerätä esim. kulkureitin pikseleitten arvoista. Yhdistävyysanalyysiä käytetään energiapuuvarojen-, maaston kuljettavuus- sekä näkyvyysanalyyseissä.



Tiestön rasterista lasketaan etäisyysrasteri, jossa pikselin arvo on etäisyys lähimpään tiehen. Tämän arvon ja kuviokarttarasterin avulla lasketaan kunkin kuvion keskimääräinen etäisyys tiehen. Kuvan mallissa hakkuualueen ja tien välissä on lampi, joka merkitään rasteritietomallissa suurella arvolla ja laskennassa se "kierretään".

Analyysissä voidaan kerätä myös "kustannuspintaa", jossa lasketaan pikseleittäin reitin kumulatiivinen arvo. Arvoon vaikuttaa välialueen kosteikot, kasvillisuus, maaston jyrkkyys, suojelualueet jne., jotka painoarvolla vaikuttavat reitin valintaan. Pyritään etsimään kustannukset minimoiva reitti, jossa etäisyyttä on painotettu kustannuspinnalla.

Uusia termejä? [Sanasto](#)  
auttaa!



[Maastopalojen hallinta ja paljastaminen ilmakuvien, GIS:n yms. avulla.](#) (Wildfire-projekti, Kalifornia)

Maastopalojen kartoituksessa on huomattu, että topologialla ja kasvillisuudella on merkitystä paloalueen sijainnin ja koon jäljittämisessä. Maastopalojen hallinnassa käytettiin kolmea toimintaa tukevaa pääaluetta:

- reaaliaikaista kaukokartoituskuviin visualisointia
- ajoneuvojen paikannusta
- tieverkkoa

Lentokoneesta otetut tutkakuvat paloalueesta ja lähiympäristöstä siirrettiin työasemalle, jossa ne oikaistiin ja siirrettiin käytössä olevaan GIS-järjestelmään. Tietoa kerättiin neljältä kanavalta: rakennelmien ja



kasvillisuuskuvioiden analysointiin, kuumien palorintamien tarkasteluun ja lämpötilan analysointiin. Rasteriaineistoa käytettiin mm.

- pankromaattisissa ortokuvissa
- lämpöilmakuvissa ja sen aikasarjoissa
- palaneen alueen laajuuden esittämisessä
- maaston alueet tulenarkuustyypeittäin
  - rakennetut alueet
  - ruohikkoalueet
  - havumetsäalueet
  - ikivihreä alue 1
  - ikivihreä alue 2
  - tammimetsiköt
  - rakennetut alueet (sis. kasvillisuutta)
  - pensaikkoalueet

Luokat jaettiin jaettiin viiteen eri tulenarkuusluokkaan ja värjättiin analyysitulostuksessa eri väreillä tulenarkuuden mukaan. Visualisointimahdollisuus antoi palontorjunnan johdolle tietoa palonherkistä alueista ja ennakkoinnin mahdollisuuden. Samoin palontorjujien opastus ja eksoyeneiden ryhmien tunnistus kuului osana toimintaan.

- [Takaisin rasteritietomallin etusivulle](#)
- [Paikkatietojärjestelmien opintomateriaalin etusivulle](#)