

Paikkatiedon tukimateriaali lukion maan- tieteen opettajille

Ilkka Blomqvist ja Tino Johansson
OPH 2004

Sisällys

1	Paikkatieto kouluopetuksessa	3
1.1	Paikkatieto lukioiden uudessa opetussuunnitelmassa	3
1.2	Paikkatietojärjestelmät maantieteellisen tiedon analyysi- ja esitysvälineenä	6
1.3	Paikkatiedon opetuksellinen lisäarvo	9
2	Paikkatiedon peruskäsitteet	13
2.1	Paikkatietojärjestelmät	13
2.2	Paikkatiedon tietomallit	15
2.2.1	Vektorimuotoinen paikkatieto	16
2.2.2	Rasterimuotoinen paikkatieto	20
2.2.3	Vektori- ja rasterimuotoisen paikkatiedon väliset suhteet.....	22
2.2.4	Topologia	25
2.3	Sijaintitieto ja ominaisuustieto	27
2.3.1	Sijaintitiedon määrittäminen.....	28
2.3.2	Ominaisuustiedon kuvaus.....	31
2.3.3	Koordinaatistojärjestelmät paikkatieto-ohjelmistoissa	33
3	Paikkatietojärjestelmien perustoiminnot (käsitteily, tulkinta ja visualisointi)	35
3.1	Esitysmittakaavan muutokset.....	36
3.2	Kohteiden nimeäminen ja symbolien muokkaus	38
3.3	Paikkatietokyselyt	42
3.3.1	Ominaisuustietoihin perustuvat kyselyt	42
3.3.2	Sijaintiin perustuvat kyselyt	43
3.3.3	Boolean operaattorit	45
3.3.4	Relaatiotietokannat ja SQL-kysely	45
3.4	Paikkatietoanalyysit	47
3.4.1	Päällekkäisanalyysit	48
3.4.1.1	Vektoriaineiston päällekkäisanalyysit.....	48
3.4.1.2	Rasteriaineiston päällekkäisanalyysit.....	50
3.4.2	Naapuruusanalyysit	52
3.4.2.1	Rasteriaineiston läheisyysvyöhykkeet	55
3.4.3	Teemakartat ja diagrammit.....	57
3.4.3.1	Koropleetikartta (choropleth map).....	58
3.4.3.2	Pistetiheyskartta (dot density map).....	60
3.4.3.3	Suhdeluokituskartta (absolute proportional map).....	61
3.4.3.4	Pylväs- ja sektoridiagrammit	62
3.4.3.5	Kartogrammit	64
4	Paikkatiedon sovellusmahdollisuudet	67
4.1	GPS-satelliittipaikannus lähiympäristötutkimuksen apuna.....	67
4.1.1	Mikä on GPS?	67
4.1.2	GPS-satelliittipaikannusjärjestelmän perustoiminnot.....	68
4.1.3	GPS-vastaanottimen hyödyntäminen lähiympäristön tutkimuksessa.....	69
4.2	Paikkatietojärjestelmien hyödyntäminen lukion aluetutkimuskurssilla	71
4.2.1	Tietokantojen yhdistäminen ja teemakartat	71
4.2.2	Oman paikkatietoaineiston tuottaminen kuvaruutudigitoinnilla	73
4.2.3	Paikkatiedot ja aluekuvauksen visualisointi eri aluetasoilla.....	74
5	Tietoverkot paikkatietoaineistojen lähteenä	75
5.1	Paikkatiedon lähteet Suomessa	75
5.1.1	Kuntien paikkatietoaineistot.....	75
5.1.2	Valtion virastot paikkatietoaineistojen lähteenä.....	76
5.1.3	Yritykset paikkatietoaineistojen lähteenä.....	77
5.1.4	Muut paikkatietoaineistojen lähteet.....	78
5.2	Paikkatietoaineistojen tiedostomuunnokset	78
5.2.1	Excel-taulukoiden hyödyntäminen paikkatieto-ohjelmistoissa	79
6	Lähdekirjallisuutta paikkatiedosta	80

1 PAIKKATIETO KOULUOPETUKSESSA

1.1 Paikkatieto lukioden uudessa opetussuunnitelmassa

Vuonna 2003 hyväksytyssä ja syksyllä 2005 voimaan tulevassa nuorille tarkoitetun lukiokoulutuksen opetussuunnitelman perusteissa maantieto muuttui maantieteeksi. Uudessa opetussuunnitelmassa maantieteen kurssimäärät pysyivät entisellään, eli maantieteessä on jatkossakin kaksi pakollista ja kaksi syventävää valtakunnallista kurssia. Maantieteen kurssien sisällöissä ei tapahtunut suuria muutoksia, lukuun ottamatta aluetutkimus-kurssia (GE4). Maantieteen pakollisten kurssien (GE1 ja GE2) ja riskien maailma (GE3) sisällöistä karsittiin lähinnä oppiaineen sisäisiä päällekkäisyyksiä perus- ja riskikurssien välillä. (http://www.edu.fi/julkaisut/maaraykset/ops/lops_uusi.pdf).

Maantieteen neljäs kurssi – Aluetutkimus (GE4) – koki suurimmat muutokset. Tutkielman osuutta kurssista vähennettiin. Sen rinnalle nostettiin kartografian ja paikkatietojärjestelmien perusteiden tuntemus. Muutoksen taustalla on tavoite, että oppilaat pystyisivät entistä paremmin tuottamaan ja tulkitsemaan kriittisesti tilastoaineistoista tuotettuja visuaalisia maantieteellisiä esityksiä, kuten erilaisia karttoja ja kaavioita, sekä tutustuisivat nykyaikaisiin maantieteellisiin tiedonhankinta- ja analysointimenetelmiin. Myös tutkielman teossa opiskelijoita ohjataan valmiiden kirjallisten lähteiden, kuten tietosanakirjojen ja matkaoppaiden asemasta aiempaa selkeämmin kartta- ja tilastolähteiden käyttöön, tuottamiseen, visualisointiin ja tulkintaan.

Eniten keskustelua on herättänyt paikkatietojärjestelmien perusteiden sisällyttäminen aluetutkimus-kurssiin. Usein kuultuja kommentteja ovat:

- ”Miksi paikkatietojärjestelmiä tarvitsee opettaa lukiossa.”
- ”Miten tuolla kurssilla muka ehtii paikkatietojärjestelmiä opettaa, kun nytkin tutkielmat jäävät usein kesken”
- ”Ei koululla ole varaa kalliisiin paikkatieto-ohjelmistoihin”
- ”Tämähän on ATK:ta, miksi ATK-opettajat ei opeta tätä?”
- ”En minä osaa opettaa paikkatietojärjestelmiä”

Paikkatietojärjestelmät eivät kuulu ATK-opettajien opetusalueeseen vaan päivittäiseen luokkatyöskentelyyn esimerkiksi maantieteen tunneilla. Koko ATK-opetushan on tavoitteena integroida normaaliin luokka-opetukseen – se ei ole erillinen oppiaine lukion valtakunnallisessa opetussuunnitelmassa vaan sen opettaminen määritetään aihekokonaisuuksien kautta. Paikkatieto-

järjestelmät pitää vastaavasti käsittää opetuksen apuvälineenä, ei opetuksen itsetarkoituksena. Ne ovat moderneja tiedonkäsittelyn välineitä maantieteellisen tiedon tulkitsemiseen ja syy-yhteyksien havaitsemiseen. Tulkinnan tasolle pääseminen ei vaadi paikkatiedon täydellistä hallintaa – vain perustietojen ja taitojen omaksumista.

Edellä olevan listan viimeinen kommentti, paljastaa usein eniten vastusta herättävän ongelman paikkatieto-järjestelmien opetuskäytössä. Opettajat eivät tunne osaavansa paikkatietojärjestelmien perusteita niin hyvin, että pystyisivät niitä opettamaan. Taustalla saattaa olla myös epäily omien ATK-taitojen riittävydestä ATK-avusteiseen opetukseen. Tähän on lääkkeenä koulutus, johon kunnat ja OPH toivottavasti satsaavat nyt tosissaan – maantieteen opettajien tulee vaatia koulutusta: arkipäivisin ja virka-aikaan. Mikäli epäilee omien taitojensa riittävyyttä, niin paikka-tiedon opetuksessa kannattaa lähteä liikkeelle pienin askelin, esimerkiksi tutustumalla paikkatiedon käyttöön Internet-sovellutuksien avulla (katso esimerkiksi www.tkukoulu.fi/~atkgis). Taitojen karttuessa paikkatietoa voi soveltaa myös muiden kuin aluetutkimus-kurssien aikana, niin oppilastöissä kuin opetuksen havainnollistamisessa sekä maantieteessä ja biologiassa kuin historiassa tai uskonnossakin.

Paikkatietojärjestelmien hyödyntämistä lukio-opetuksessa voidaan perustella mm. seuraavilla syillä:

- Paikkatietojärjestelmien käyttö on yleistynyt viime vuosina valtavasti ja valtaosa opiskelijoistakin tulee tarvitsemaan niitä tulevaisuudessa ammateissaan ja vapaa-ajan toimissaan.
- Paikkatietojärjestelmien tuntemuksesta on tulossa osa yleissivistystä, joten aiheeseen perehtyminen on paikallaan jo yleissivistävässä opetuksessa.
- Paikkatietojärjestelmien käyttö motivoi tietokoneisiin perehtyneiden nuorten opiskelua.
- Kartografian opiskelu monipuolistuu, kun karttoja pystyy käsittelemään tietokoneen avulla huomattavasti tehokkaammin kuin esim. käsillä piirtäen. Paikkatieto-ohjelmistoilla karttojen piirtäminen nopeutuu ja jo piirretyn kartan muokkaaminen helpottuu, esimerkiksi valmiin kartan mittakaavat, projektion, väritys ja vaikkapa tilastojen pohjalta tehtyjen teemakarttojen luokittelut ovat helposti muutettavissa. Valmiit kartat on myös helppo liittää vaikkapa tekstinkäsittelyohjelmalla tuotetun tutkielman kuvitukseksi.
- Atk-käyttö integroidaan luontevasti ja monipuolisesti maantieteen opetukseen
- Paikkatietojärjestelmiä käytettäessä maantieteessä perehdytään opetussuunnitelman perusteiden kahteen aihekokonaisuuteen: teknologia ja yhteiskunta sekä viestintä- ja mediaosaaminen.

Aluetutkimuskurssin aikaongelmat ovat lähes kaikille opettajille tuttuja. Tutkielmat eivät tahdo valmistua ajoissa. Tähän tuo helpotusta mm. seuraavien asioiden huomioiminen:

- Uudessa opetussuunnitelmassa on tavoitteena, että kurssilla tutustutaan kartografian perusteisiin harjoitusten kautta ja piirretään itse karttoja. Harjoituksissa käytetty aineisto kannattaa valita niin, että sitä voi käyttää lopullisessa tutkielmassa. Mikäli opettajan ja oppilaan taidot riittävät, voidaan kaikki harjoitukset tehdä paikkatieto-ohjelmistoilla, jolloin kartta on vaivattomasti siirrettävissä lopulliseen tutkielmaan.
- Ohjelmistojen peruskäytön oppiminen ei vie tietokoneisiin perehtyneeltä henkilöltä kovinkaan kauan, esim. jo seutukunnan kokoista aluetta käsittelevän koropleettikartan piirtäminen käsin vie monin verroin enemmän aikaa oppilaan opettaminen kartan tekoon paikkatieto-ohjelmistolla valmiin seutukunta-aineiston pohjalta.
- Tutkielman laajuutta on rajoitettu, mm. määrittelemällä tutkielmassa käsiteltävät aihealueet. Lisäksi tutkielma kannattaa toteuttaa itse piirrettyin kartoin ja kaavion, joiden laatiminen ja tulkinta aloitetaan jo kurssi alkuvaiheessa.
- Tutkielman teko nopeutuu, mikäli osa tutkielman teossa tarvittavasta aineistosta on saatavilla koululla heti kurssin alkaessa esimerkiksi valmiina paikkatietoaineistona, jolloin tutkielman aloittaminen ei lykkääntyisi ainakaan aineiston puuttumisen vaikutuksesta.

Resurssien puute on useilla maamme lukioilla valitettava tosiasia. Ammattilaiskäyttöön soveltuvat paikkatieto-ohjelmistot ja monet valmiit paikkatietoaineistot ovat koulujen määrärahoihin nähden kalliita. Opetuksen alkuun pääsee kuitenkin edullisesti, esim. opettamalla paikkatieto-ohjelmistojen teoriaa perinteisillä menetelmillä ja tutustumalla lähdeaineiston käsittelyyn internet-sovellutusten avulla. Myös oppimateriaalien tekijät ja tuottajat ovat huomioineet paikkatiedon tulon lukio-opetukseen. Suurimmilta kustantajilta onkin jo ilmestynyt tai ilmestymässä lukion maantieteen aluetutkimuskurssille soveltuvat oppikirjat, joissa on käsitelty paikkatiedon perusteet ja jotka sisältävät yksinkertaisen ja helppokäyttöisen paikkatieto-ohjelmiston paikkatietoaineistoinen.

Eräissä lukioissa on jo muutaman vuoden ajan järjestetty yksinomaan paikkatieto-ohjelmistojen ammattilasiversioiden kanssa toteutettuja paikka-tietokursseja koulukohtaisina soveltavina kursseina. lukioon soveltuvan oppimateriaalien puuttuessa tällaisen kurssin toteuttaminen voi olla ensimmäisellä kerralla työlästä, mutta siihen ryhtyminen on koettu palkitsevaksi, sillä opiskelijoiden palaute kursseista on ollut pääosin hyvin positiivista. Harvalla kurssilla oppilaat ovat keskittyneet yhtä tiiviisti työhönsä ja neuvoneet yhtä avokätisesti – niin opettajiaan kuin muita opiskelijoita.

1.2 Paikkatietojärjestelmät maantieteellisen tiedon analyysi- ja esitysvälineenä

Valtaosa maapallolla kerätystä tilastoaineistosta on kohdistettavissa tiettyyn kohtaan maapallolla eli ne ovat paikkatietoa. Numeerisessa muodossa olevan tilastomateriaalin tulkitseminen, esimerkiksi taulukoiden avulla on usein työlästä. Numeerisesta aineistosta ei myöskään pystytä tekemään luotettavia päätelmiä ilman matemaattista mallinnusta tilasto-ohjelmistojen avulla. Maantieteelliseen aineistoon soveltuvat matemaattiset tilastomenetelmät erityisehtoineen ovat useimmiten liian monimutkaisia lukio-opetukseen. Lisäksi vain harva matemaattinen menetelmä soveltuu maantieteestä tyypilliseen useiden yhtäaikaisten alueellisten muuttujien vaikutuksen arviointiin. Paikkatietojärjestelmät on kehitetty tämän ongelman ratkaisemiseksi.

Paikkatieto-ohjelmistot poikkeavat vaikkapa tekstinkäsittely-ohjelmistoista erityisesti aineiston osalta – tekstinkäsittelyssä ei vaadita valmista aineistoa vaan kirjoittaja tuottaa aineiston aloittaessaan kirjoittamisen. Paikkatietojärjestelmät ovat hyödyttömiä ilman todellisiin ilmiöiden perustuvaa alueeseen sidottua aineistoa.

Paikkatietoaineisto voi olla

- itse tuotettua, kuten
 - liikennelaskenta kotikadun varrella
 - lähivesistöjen pH, lämpötila, ravinteet
 - valokuvat lähiympäristöstä
- valmista aineistoa, jota tuodaan paikkatieto-ohjelmistoon eri tavoin
 - valmis paikkatietotietokanta; oikeassa tiedostomuodossa olevat aineistot heti käytettävissä, vieras tiedostomuoto usein muutettavissa oikeaksi
 - tilastot – käsin kirjoittaen tai muuttamalla sähköisessä taulukkomuodossa oleva aineisto paikkatietokannaksi
 - paperikartta – digitoimalla vektorikartoiksi tai skannaamalla rasterikartoiksi
- valmiista aineistosta tuotettavaa uutta materiaalia, jota saadaan esimerkiksi
 - yhdistelemällä paikkatietoaineiston alueita (kunnista läänejä)
 - tekemällä matemaattisia laskutoimituksia (asukasluku jaettuna pinta-alalla = väestötiheys).

Paikkatietojärjestelmien avulla numeerinen tilastoaineisto on mahdollista muuttaa visuaaliseen muotoon, kuten kartoiksi. Paikkatietojärjestelmissä aineisto tallennetaan tietokannoiksi, joissa kus-

takin kohteesta on taltioitu ominaisuustietona kohteen ominaisuuksia kuvaavia tietoja sekä kohteen sijaintitieto esimerkiksi koordinaatteina. Sijaintitiedon avulla kohteen ominaisuustiedot voidaan esittää kartoilla erilaisina karttakohteina (pisteinä, viivoina tai alueina) kohteen ominaisuuksista riippuen.

Matemaattisesta mallinnuksesta poiketen tiedon analysointi tapahtuu usein paikkatiedon tulkitsejan päässä: hän tulkitsee paikkatietoaineistoa kuin perinteistä paperikarttaa. Karttojen tulkitsejan on itse tehtävä johtopäätökset, mitkä seikat ovat asian selittämisen kannalta keskeisiä.

Kartoista on esimerkiksi suhteellisen helppo löytää yhteisiä tekijöitä vaikkapa nykyisin nopeimmin kasvavien suurkaupunkien sijoittumiselle: Ne sijaitsevat useimmiten meren, joen tai muun suuren vesistön rannalla. Kesän lämpimän kuukauden keskilämpötila on yli 20 °C, mutta alle 30 °C ja talven kylmimmän yli 0 °C. Vuotuinen sademäärä on 500 mm tai yli. Alueilla on yleensä lähiympäristöään enemmän teollisuutta sekä monipuoliset liikenneyhteydet maanteineen ja rauta-teineen. Niiden lähistöllä on monesti ravinnontuotantoon soveltuvaa seutua takaamassa alueen ruokaturvaa. Alueen väestönkasvu on suurta ja bruttokansantuote huomattavasti Suomea alhaisempi jne. Jo näiden tietojen esittäminen perinteisillä paperikartoilla vaatii useita rinnakkaisia karttoja, mikä vaikeuttaa syy-yhteyksien havaitsemista. Perinteinen tapa tulkita eri kartoilla esitettyjen asioiden yhteyksiä on esimerkiksi levittää erilaisia karttoja vierekkäin tai päällekkäin. Molemmissa menetelmissä on kuitenkin ongelmia: on vaikea hahmottaa esimerkiksi kymmentä karttaa rinnakkain ja päällekkäin aseteltuna valo ei enää pääse pinosta läpi, jolloin tulkinta käy mahdottomaksi. Mistä apu?

Paikkatieto-ohjelmistoissa kartat rakentuvat useista karttatasoista. Kullakin tasolla kuvataan tiettyä aluetta kuvaavaa tekijää. Yhdellä tasolla voi olla mantereiden rajat, toisella joet, kolmannet järvet, neljännellä korkeusvyöhykkeet, viidennellä minimilämpötilat lämpötilat heinäkuussa, jne. Oma taso löytyy myös maanteille, rautateille ja tietenkin myös kaupunkien sijainneille. Paikkatieto-ohjelmistojen etu on, ettei tasojen määrää tarvitse rajata valon ominaisuuksien takia kuten kalvojen kohdalla – voit laittaa päällekkäin niin monta tasoa kuin haluat. Tasojen järjestystä on helppo vaihtaa ja niitä voi myös poistaa tai lisätä oman tarpeen mukaan, jolloin voit helpommin etsiä tarkastelemaasi ilmiötä selittäviä tekijöitä. Paikkatietojärjestelmissä voidaan myös yhdistää kartoilla näkyviä alueita toisiinsa tai jakamalla niitä osiin, esimerkiksi kuntien tilastotietoja voidaan liittää yhteen vaikkapa seutukunnittain tai lääneittäin. Tulkintaa voidaan parantaa myös piirtämällä omia merkin- töjä erillisille karttatasoille, jolloin merkinnät saadaan helposti joko näkyviin tai pois näkyvistä. Tulkintamenetelmä onkin periaatteessa vanha tuttu ”kartta kartan

päälle” -menetelmä, josta paikkatietojärjestelmät ovat tehneet entistä toimivamman.

Paikkatietojärjestelmillä voidaan laatia karttamallinnuksia tai mitä jos -skenaarioita, joita voidaan käyttää päätöksen teon tukena. Paikkatietojärjestelmiä käytetään paljon mm. arvioitaessa erilaisten muutosten tai onnettomuuksien vaikutuksia. Rakennettaessa vesistöjen äärelle on oleellista pyrkiä rakentamaan alueille, joilla tulvan riskiä ei ole. Mikäli käytettävissämme on esimerkiksi jokiuoman ja sen valuma-alueen topologiset tiedot, virtaamatiedot, sade-ennusteet ja lumen vesipitoisuus alueelta, niin pystymme arvioimaan mitkä alueet ovat vaarassa joutua tulvan alle kevättulvien yhteydessä. Tulokset esitetään karttana, jossa riskialueet voidaan luokitella esimerkiksi tulvan todennäköisyyden mukaan.

Kaikki paikkatietoanalyysit eivät kuitenkaan perustu yksinomaan visuaaliseen tulkintaan. Hyvänä esimerkkinä on kauppamatkustajan ongelma, jossa pyritään minimoimaan ajankäyttö ja matka kauppiaan kiertäessä asiakkaalta toiselle. Kauppamatkustajan ongelma on optimointi-tehtävä, jossa on oleellista löytää edullisin ja nopein reitti. Tehtävän ratkaisua varten tarvitsemme alueen tieverkosta. Tietokannassa pitää olla taltioituna tieverkosto ja kohteiden osoitteet, jotta tehtävä olisi ratkaistavissa. Teiden pituudet on taltioitava tietokantaan etäisyyksinä ja arvioituna ajoaikana kahden risteyksen välillä. Lyhyin reitti löytyy laskien kaikkien mahdollisten reittien pituudet ja niihin kuluvan ajan. Optimoitaessa matkaa lyhyin reitti on paras, mutta kulujen karsimisen kannalta on otettava huomioon sekä matkan pituus että matkaan kuluva aika – laskettaessa yhteen eri reiteillä käytetty aika kauppiaan tuntipalkalla kerrottuna ja kulkuneuvon käyttökulut ko. reitillä löydetään taloudellisesti edullisin reitti. Tehtävä on ratkaistavissa myös paperikartan avulla mitaten ja laskien, mutta näin toteutettuna se on hyvin työläs. Reittioptimointiin perustuvat myös internetissä olevat reittihaut, kuten esim. 020202.fi, www.eniro.fi ja www.keltaisetsivut.fi reittihaut.

Vihje: Vertaile eri reittihakujen antamia tuloksia esimerkiksi kotoa koululle, eri kuntien välillä tai vaikkapa Ruanalta Rostockiin.

- Havaitsetko eroja hakutavoissa?
- Entä tuloksissa?
- Onko hakujen toimivuudessa, nopeudessa, kartan tai reittiohjeen laadussa eroja?
- Miten luotettavina voit annettuja ohjeita pitää; löytyvätkö esimerkiksi kaikki tiet tai ovatko kaupunkien yksisuuntaiset kadut huomioitu entä ovatko etäisyydet kohteiden välillä oikeita?
- Minkälaiseen hakuun kukin reittihaku soveltuu?

Linkkejä reittihakuja tarjoaviin palveluihin:

- 020202.fi
- www.eniro.fi/
- www.keltaisetsivut.fi
- www.oikotie.fi
- www.viamichelin.com

1.3 Paikkatiedon opetuksellinen lisäarvo

Paikkatiedon hallinta on osa nykyaikaista maantiedettä ja sen työllistävä vaikutus on nyky-yhteiskunnassa suuri. Maailmalla olevasta tilastoaineistoista valtaosa on sidottu paikkaan eli se on paikkatietoa. Suunnittelumaantiede, kartografia, sekä monet muut perinteiset maantieteen alat käyttävät paikkatietojärjestelmiä valtavan ja alati kasvavan tietomäärän hallinnassa. Maantiede ei kuitenkaan ole asialla yksin – paikkatietojärjestelmät ovat osa mm. biologian ja historian tutkijoiden, arkeologien, insinöörien, ympäristötutkijoiden, uskonto- ja kielitieteilijöiden, insinöörien, metsäko- ja varastotyöntekijöiden, logistiikkojen, poliisien, palomiesten, lentäjien, taksikuskien, vaeltajien ja virkistyskalastajien arkea. Listaa voitaisiin jatkaa loputtomiin, sillä paikkatietojärjestelmien sovellutukset leviävät yhä uusille aloille, hyvänä esimerkkinä mobiilitekniikkaa hyödyntävät paikannukseen perustuvat paikkatietojärjestelmät – kännyköiden karttapalvelut.

Vaikka paikkatiedolla onkin merkittävä rooli nyky-yhteiskunnassa, monille opettajille se ei yksinään riitä perusteeksi paikkatiedon opettamiselle lukiossa. Paikkatietojärjestelmien käytön pitäisikin olla mm. maantieteen opetuksessa kuin liitutaulun ja karttakirjan perinteisessä opetuksessa – tietotekniikasta puhumattakaan. Opettajilla on hyvinkin erilaisia ennako-odotuksia ja mielipiteitä paikkatiedon lisäarvosta maantieteen opetuksessa, suhteutettuna uuden menetelmän opiskeluun tarvittavaan aikaan. Onko uuden opiskelussa mieltä?

Lukio-opetuksessa paikkatietojärjestelmät sopivat hyvin niin uusien aineistojen visuaaliseen esittämiseen kuin oppilaiden omatoimiseen työskentelyyn. Suurimmat opetukselliset lisäarvot paikkatiedon opetuskäytössä liittyvät opetussuunnitelmassakin korostettuun tietotekniikan käyttöön opetuksessa, karttojen käytön ja niiden ajanmukaisuuden lisääntymiseen, tekemällä oppimiseen sekä ilmiöiden alueellisen jakautumisen ja riippuvuussuhteiden ymmärtämiseen. Suuria lupauksia, jotka vaativat perustelua. Useimmille opettajille lienee tuttu tilanne, että valtioiden rajoja esittävät seinäkartat ovat viime vuosikymmeninä auttamattomasti vanhentuneet. Digitaalisella kartalla ei tätä ongelmaa ole, sillä paikkatieto-ohjelmistojen mukana tuleva aineisto on yleensä vapaasti muokattavissa. Aineistoa voidaan tarvittaessa korjata ja ajantasaistaa, esimerkiksi muuttamalla kohteiden nimiä, korjaamalla niiden rajoja sekä lisäämällä uutta tietoa, kuten tuoreimmat lukutaito-, HDI-, tms. tilastot vaikkapa YK:n tilastosivuilta. Päivitettävyyden vuoksi paikkatieto-ohjelmistoissa voidaan hyödyntää aina ajantasaisia karttoja.

Maksuttomissa paikkatieto-ohjelmistoissa ei useinkaan ole muokkausominaisuuksia ja laajoja aineistoja, tai nämä ominaisuudet ovat hyvin rajalliset. Maksutonta kartta-aineistoakaan ei aina ole saatavilla. Kertainvestointina ammattilastason paikkatieto-ohjelmistot eivät kuitenkaan ole esimerkiksi seinäkarttoihin nähden oleellisesti arvokkaampia hankintoja. Yhdellä ammattilaisohjelmistolla pystyy muokkaamaan monipuolisesti oppilaiden materiaalia, jota voidaan tutkia ja tulkita mm. ilmaisilla katseluohjelmistoilla tai suppeammilla opetusversioilla. Ammattilais- ja opetusversioissa on usein mukana opetuskäytössä ilmainen paikkatietoaineisto, jolla pääsee jo hyvin alkuun. Ohjelmistojen ilmaisaineisto sisältää usein mm. suppean (10–30 ominaisuustietoa per kohde) valtio- ja Suomen kunta-aineiston sekä usein myös monipuolisempia aineistoja rajatuilta alueilta. Lisää materiaalia voi tuottaa itse ja hankkia täydennystä esim. internetistä.

Opettajan ei tarvitse itse hankkia tai tehdä kaikkea opetuksessa käytettävää paikkatietoaineistoa, sillä parhaimmillaan paikkatietojärjestelmät ovat oivallinen apuväline opiskelijoiden käsissä. Ohjelmistojen perustoiminnot ovat opittavissa suhteellisen nopeasti. Opiskelijat pääsevät lyhyen opetuksen jälkeen itse laatimaan valmiista paikkatietoaineistoista karttaesityksiä – aina maastokarttojen laadinnasta koropleetti- ym. teemakarttoihin. Taitojen karttuessa ja ohjelmistojen salliessa opiskelijat voivat entistä enemmän tuottaa omaa materiaalia tai muokata internetistä tuotua materiaalia paikkatieto-ohjelmistolle sopivaan tiedostomuotoon, sekä tehdä syvällisempiä analyysejä eritasoisilla paikkatieto-ohjelmistoilla. Opiskelijoille tämä antaa mahdollisuuden tutustua karttoihin monipuolisemmin kuin aiemmin ja opettajalle paremmat mahdollisuudet ohjata opiskelijan kartan tulkintaa ja laadintaa – vai oletteko usein saaneet opiskelijan piirtämään Suomen kuntia koskevan

koropleettikartan uudelleen visuaalisesti tai informatiivisesti vääränlaisen värityksen takia? Paikkatieto-ohjelmistoilla se onnistuu.

Paikkatietojärjestelmien käyttö luokan ulkopuolisen tutkimuksen apuvälineenä on myös mahdollista. Kurssitöinä voidaan teettää haastattelututkimuksia, liikennelaskentoja, ympäristö-tutkimuksia ym. ja tallentaa tieto paikkatieto-ohjelmalla analysointia varten. GPS-satelliittipaikannin yhdessä paikkatieto-ohjelman kanssa antaa monipuolisen mahdollisuuden koota omaa aineistoa ympäristöstä, tallentaa se tietokantaan, analysoida aineistoa sekä esittää tulokset esimerkiksi erilaisina karttoina. Paikkatieto-ohjelmiston tietokannoissa on myös helppo säilyttää edellisten vuosien tuloksia, jolloin usein toistetuista tehtävistä saadaan aikaa myöten hyvää vertailuaineistoa mahdollisten ajallisten muutosten havaitsemiseen. Oppilaitoksissa kerättävä paikkatieto-aineisto kumuloituu vuosien varrella laajaksi tietokanta-kokoelmaksi, jota voidaan hyödyntää seuraavilla kursseilla ja välttää kaksinkertaisen työn tuomat kustannukset.

Yksinkertaisimmillaan paikkatietoon pystyy tutustumaan internetin välityksellä. Internetistä löytyy useita kartta- ja reittiohjelmia, joiden avulla voi tutustua paikkatieto-ohjelman toimintaan. Osassa karttoja on monia eri tasoja, aina ilmakuvista, opaskarttojen kautta, asemakaavakarttoihin – käyttäjä voi tavallisesti myös valita missä mittakaavassa kartta esitetään tai mitä kartan kohteita haluaa korostettavan. Vertailemalla saman alueen ortoilmakuvia ja karttoja pääsee tutustumaan ilmakuvauksen merkitykseen kartografialle. Reittihaut antavat esimerkin reittioptimoinnista kahden pisteen välillä. Internetistä löytyy myös monipuolisempia paikkatietopalveluja, vaikkapa Itämeren valuma-alueelta, esimerkiksi osoitteesta <http://maps.grida.no>. Kyseiset internetpalvelut on toteutettu paikkatietojärjestelmillä. (Lisää linkkejä erilaisiin internetsovellutuksiin ja -materiaaleihin löydät esimerkiksi GIS ja kartografiaopetuksen kehittämisverkoston portaalista osoitteesta www.tkukoulu.fi/~atkgis)

Edellä mainituista esimerkeistä voi havaita, että paikkatietoa voidaan hyödyntää hyvin monipuolisesti opetuksessa, niin tiedon esittämisessä, tulkinnassa, keräämisessä ja muokkaamisessa. Arvonnousua saadaan myös opetuksen siirtymisestä nykyisen oppimiskäsityksen tavoitteiden mukaisesti opettajajohtoisesta opiskelusta entistä enemmän tekemällä oppimiseen ja tutkivaan oppimiseen. Paikkatieto-ohjelmistojen käyttö on myös suhteellisen helppo tapa lisätä ATK-avusteista opetusta lukion maantieteessä – ja pitää muistaa, menetelmät sopivat myös muihin aineisiin.

1. Näkemys

- Paikkatiedon hallinta on osa nykyaikaista maantiedettä
- Sen työllistävä vaikutus on tulevaisuudessa suuri
- Soveltuu erinomaisesti myös lukio-opetukseen
 - + tilastojen visuaalinen havainnointi
 - + kartan käytön lisääminen
 - + itsenäiseen työhön kannustava
 - + auttaa ymmärtämään ilmiöiden alueellista jakautumista ja riippuvuutta toisistaan
 - + käyttökelpoinen vaihtoehto tietokoneavusteiseksi opetuksiksi maantieteessä ja biologiassa
 - ? tapahtuuko ilmiön ymmärtämistä vai onko opiskelu vain koneella piirtämistä
 - ? miten saada opettajat innostumaan menetelmän opiskelemiseen

2. Kokemus

- Lukion valinnainen kurssi: ATK-kartografian perusteet
 - + oppilaat innostuneita
 - + oppivat graafisten paikkatieto-ohjelmistojen käytön perusteet melko nopeasti
 - + kartta tulee tutummaksi
 - menetelmä saattaa syrjäyttää ymmärtämisen
- Maantieteellisen tiedon havainnointi opetustilanteessa
 - + voidaan tehdä "lennossa" = kartta tehdään vasta silloin kun sitä tarvitaan
 - + tuoreinta tietoa käytettävissä
 - ! opettajan hallittava ohjelma erittäin hyvin lennossa tehtäessä
 - ! aineiston muokkaaminen etukäteen ohjelmistoon sopivaksi nopeuttaa käyttöä
- Lyhyet tuntityöt normaalien kurssien ohessa
 - + oppilaat omaksuvat suppeaan työhön vaadittavat erityistaidon nopeasti
 - + mielikuviutus rajana
 - + voidaan yhdistää myös luokan ulkopuolisen työanalysointiin ja visualisointiin
 - vaatisi tietokoneilla varustetun maantieteenluokan

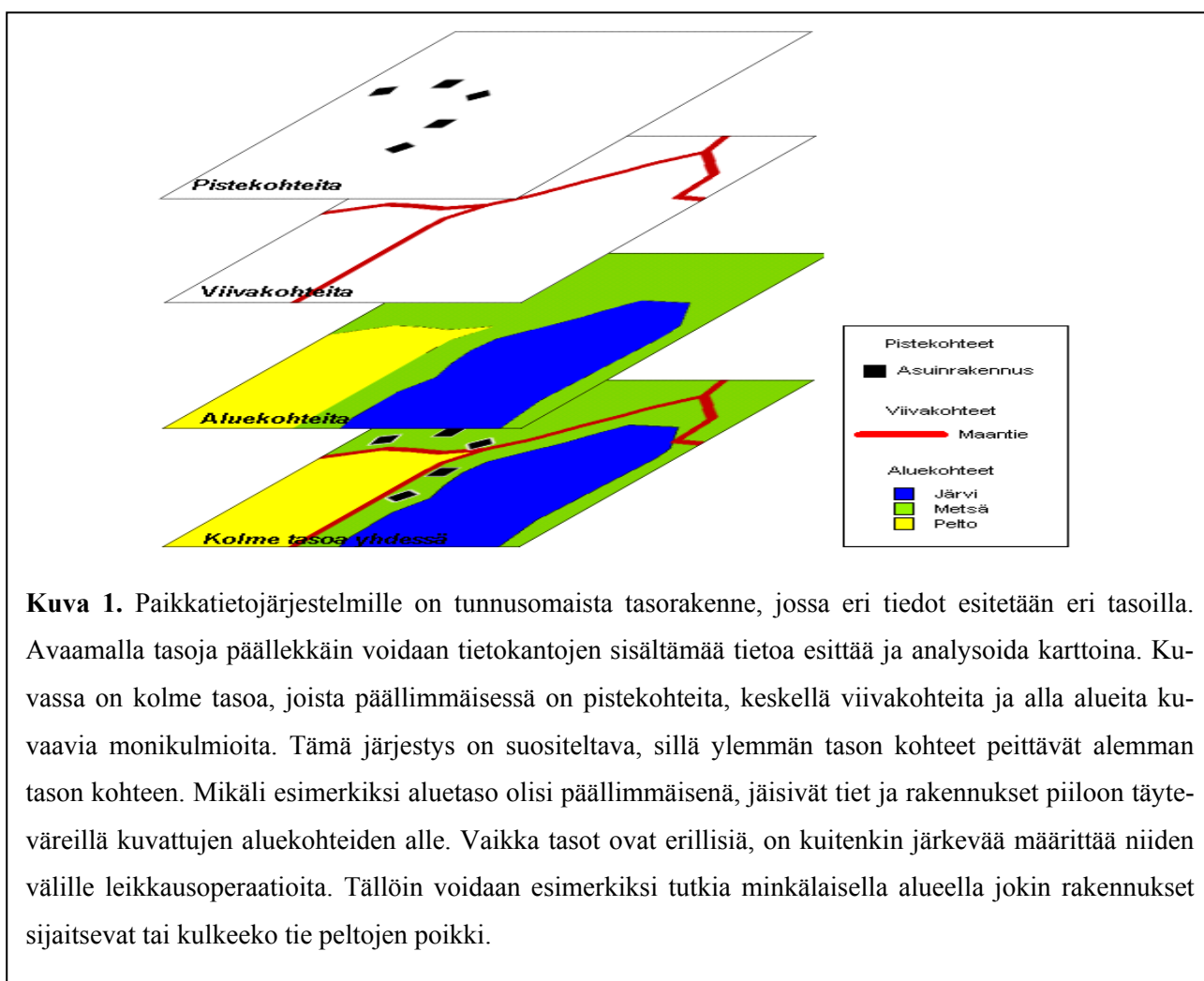
3. Visio

- Paikkatieto tulisi ottaa osaksi valtakunnallista opetusta yhä laajemmin – aluksi valinnainen kurssi, lopulta ATK-tavoin sulautettuna opetukseen yhtenä työvälineenä
- Havainnointi- ja työvälineeksi myös muihin aineisiin kuin maantieteeseen
- Opettajina maantieteilijät (tai biologit, yhteiskuntatieteilijät, historian opettajat)
 - + Teoreettinen tietämys tarkasteltavista ilmiöistä
 - + ATK-opettaja muutenkin ylityöllistettyjä, eikä heillä aina tietämystä tarkasteltavasta asiasta
 - ! Paikkatieto-ohjelmistot ovat välineitä, eivät itsetarkoituksellisia – tulosten tulkinta tärkeää
- Usean kurssin paketti:
 - + Perusteet: ohjelman hallinta ja kartografian perusteet
 - + Jatkokurssi: analyysi
 - + Tutkielma: soveltaminen – maantieteessä, biologiassa, historiassa, uskonnossa
- Tuntityöt eri kurssien yhteydessä
 - + Peruskurssin käyneet oppilaat hallitsisivat ohjelman riittävästi, jolloin monipuoliset lyhytaikaisetkin työt onnistuisivat
- Yhteistyö yliopistojen, maanmittauslaitosten, yritysten jne. kanssa antaisi resursseja kouluille ja palvelisi myös yhteistyökumppaneita kannustamalla mm. ATK:n hyvin hallitsevia oppilaita tulevaisuudessa maantieteelliselle alalle

2 PAIKKATIEDON PERUSKÄSITTEET

2.1 Paikkatietojärjestelmät

Paikkatietojärjestelmille on tunnusomaista tasorakenne, jossa eri tiedot esitetään omilla tasoillaan (kuva 1). Paikkatietojärjestelmissä tieto tallennetaan tietokantoihin. Tietokannoissa olevaa tietoa voidaan esittää ja analysoida paikkatieto-ohjelmistoilla erilaisista tasoista koostuvina karttoina. Tarkasteltaessa aineistoa tai tulostettaessa karttoja voimme avata yksittäiset tasot tarpeemme mukaan. Voimme vapaasti lisätä ja poistaa tasoja, sekä muuttaa niiden keskinäistä järjestystä. Kukin taso on myös muokattavissa erikseen, eikä yhden tason muokkaus kohdistu muille tasoille, jollei sitä ole erityisesti määritetty.



Taulukko 1. Paikkatietojärjestelmissä käytettävä termistö

Paikkatietojärjestelmiin tutustuessa joudumme tekemisiin useiden, esimerkiksi tietokantoihin ja kartografiaan liittyvien termien kanssa. Osa termeistä on monille jo entuudestaan tuttuja, mutta osa saattaa olla hyvinkin outoja tai niiden sisältö on jostain syystä epäselvä. Koska internetistä ja oppikirjoista on löydettävissä monia hyviä sanastoja, ei tässä teoksessa ole erillistä paikkatietosanastoa.

Paikkatietosanastoja löydät esimerkiksi:

- Maanmittauslaitoksen sivuilta osoitteesta:
<http://www.maanmittauslaitos.fi/paikkatiedot/default.asp?id=474&docid=801>
 - termit suomeksi ruotsiksi ja englanniksi
- ProGIS ry sivuilta osoitteesta (pdf-muodossa): <http://www.progis.fi/ajankohtaista/sanasto.pdf>
 - suomi-englanti-ruotsi-ranska
 - sanasto on osa pro gradu -tutkielmaa Katja Taipale, Englannin kielen vaikutus suomen-, ruotsin- ja ranskankieliseen paikkatietotermistöön, Turun yliopisto, Klassisten ja romaanisten kielten laitos, 2002

Taulukko 2. Paikkatietojärjestelmät ja niiden käyttö

Paikkatietojärjestelmät eivät ole yksittäisiä ohjelmia tai sähköisiä karttoja, vaan niihin kuuluvat:

- tietokoneet ja oheislaitteet
- tiedonkeruulaitteet
- tulostuslaitteet
- ohjelmistot
- tiedon kerääjät, ylläpitäjät ja loppukäyttäjät
- aineistot

Paikkatietojärjestelmien käytössä on useita työvaiheita

- tiedon keruu ja syöttäminen
- aineiston muokkaaminen
- analysointi
- tulostus ja raportointi

Taulukko 3. Lisää paikkatiedon perusteista Internetissä

VirtuaaliAKM – paikkatietojärjestelmät

- <http://www.ncp.fi/koulutusohjelmat/metsa/PaikkatietoWWW/julkinen.htm>

Maanmittauslaitos – paikkatietotekniikan perusteet

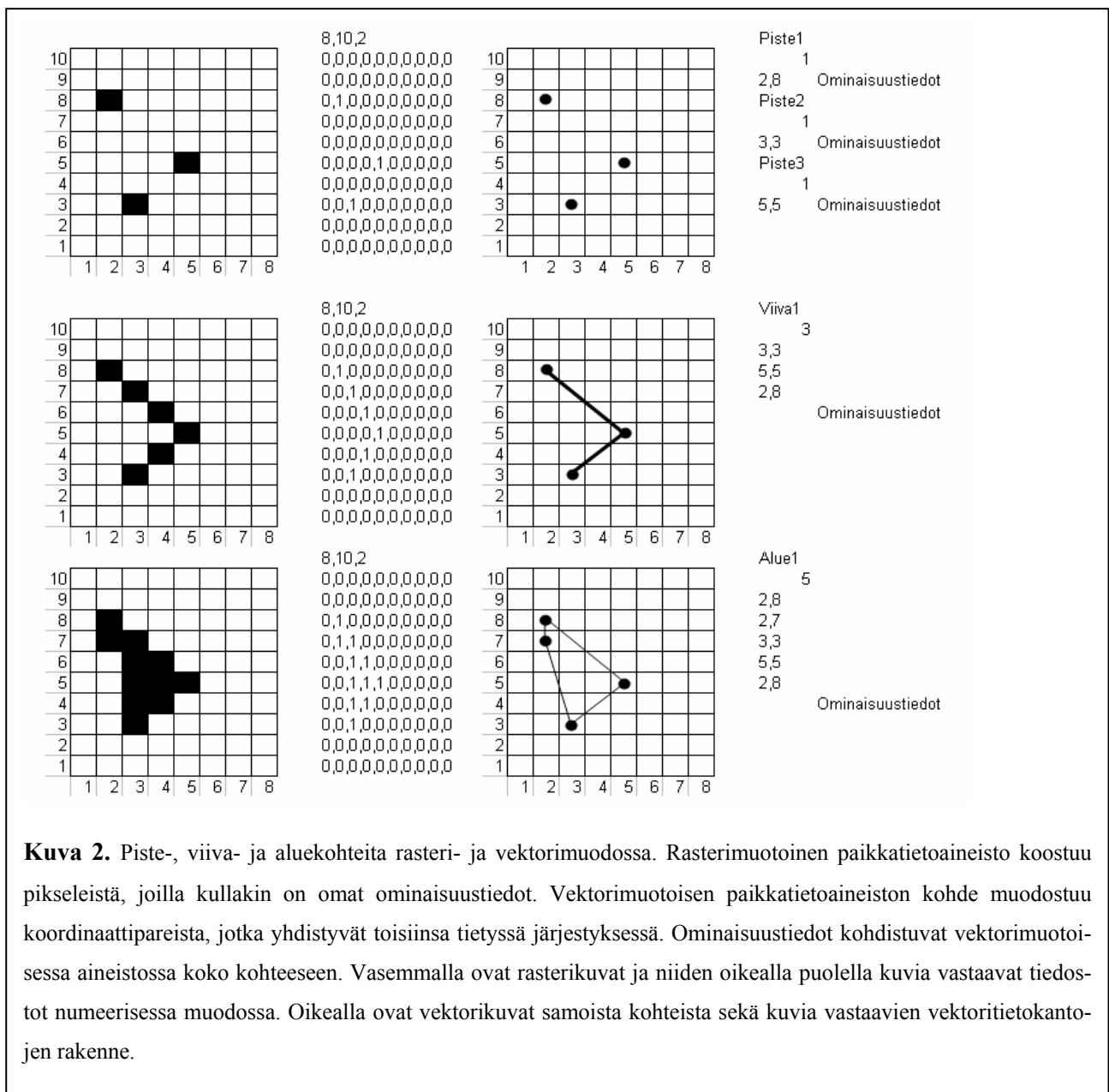
- <http://www.maanmittauslaitos.fi/paikkatiedot/default.asp?id=470>

HY Metsävarojen käytön laitos

- **GIS1, Desktop-GIS -kurssi**
<http://honeybee.helsinki.fi/GIS/Courses/GIS1.htm>
 - luentomoniste
http://honeybee.helsinki.fi/GIS/Courses/GIS1/luennot_GIS1_Desktop_GIS.pdf
- **GIS4, Geoinformatiikan perusteet**
<http://honeybee.helsinki.fi/GIS/Courses/GIS4.htm>
 - Tentittävä materiaali kirjasta Tokola ja muut, 200: Silva Carelia 33, sivut 1-22, pdf-muodossa
http://honeybee.helsinki.fi/GIS/Courses/GIS4/Alkutentti_materiaali.pdf

2.2 Paikkatiedon tietomallit

Paikkatietojärjestelmissä karttakohteiden kuvaukseen käytetään vektori- ja rasterimuotoa. Vektorimuotoisessa esityksessä karttakohteet tallennetaan koordinaattipisteiden avulla. Vektori-kohte voi yksinkertaisimmillaan koostua yhdestä koordinaattiparista (x, y) – kolmiulotteisessa esityksessä kolmesta koordinaatista (x, y, z) – jolloin se kuvaa pistettä. Viivassa yhdistyy vähintään kaksi koordinaattiparia ja monikulmiona kuvattu alue muodostuu koordinaattiparien ryhmästä, jolla on sama alku ja loppupiste. Yhtä vektorikuviota vastaa yksi tietokannan tietue ominaisuus-tietoineen. Rasterimuodossa kuva koostuu pikseleiksi kutsutuista kuva-alkioista, jotka ovat vakiokokoisia ruutumaisia soluja. Kuhunkin soluun voi liittyä yksi tai useampi ominaisuustieto.



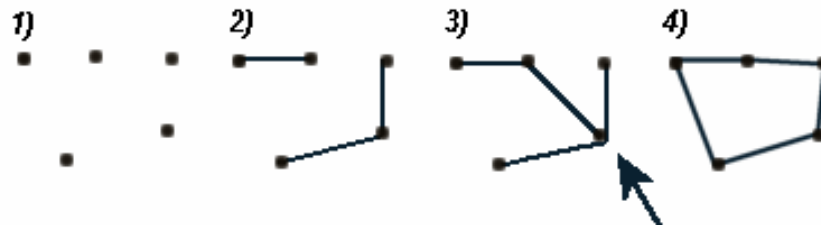
Kuva 2. Piste-, viiva- ja aluekohteita rasteri- ja vektorimuodossa. Rasterimuotoinen paikkatietoaineisto koostuu pikseleistä, joilla kullakin on omat ominaisuustiedot. Vektorimuotoisen paikkatietoaineiston kohde muodostuu koordinaattipareista, jotka yhdistyvät toisiinsa tietyssä järjestyksessä. Ominaisuustiedot kohdistuvat vektorimuotoisessa aineistossa koko kohteeseen. Vasemmalla ovat rasterikuvat ja niiden oikealla puolella kuvia vastaavat tiedot numeerisessa muodossa. Oikealla ovat vektorikuvat samoista kohteista sekä kuvia vastaavien vektoritietokantojen rakenne.

Edellä mainituista vektori- ja rasterimuotoisen paikkatiedon peruseroista johtuen, niiden tietokantarakenne, analysointi ja käyttö paikkatietoaineistona poikkeavat toisistaan ja vaativat usein analysointiin erilaiset ohjelmistot. Ne eivät kuitenkaan ole toisiaan poissulkevia menetelmiä, vaan täydentävät toisiaan - rasteriaineistolla on esimerkiksi helpompi kuvata vaihteittain muuttuvia ilmiöitä, kuten esimerkiksi korkeusvyöhykkeitä tai rantakosteikkoja, joissa maa ja vesi vaihtelevat epäsäännöllisesti, kun taas vektoriaineisto soveltuu paremmin jyrkkärajaisten alueiden sekä pistemäisten ja viivamaisten kohteiden käsittelyyn.

Kustannuksiltaan rasteriaineisto on yleensä vektoriaineistoa edullisempaa ja sen tuottaminen helpompaa, esimerkiksi skannaamalla. Vektoriaineistossa on helpompi muuttaa yksittäisen kohteen sijaintia tai muokata sen rajoja ja geometristä muotoa sekä liittää kohteisiin uutta ominaisuustietoa. Vektoriaineiston tuottaminen on kuitenkin työläämpää laatia, sillä automaatiosta huolimatta aineiston tekeminen vaatii runsaasti ihmistyötä. Työn määrä näkyy myös aineistojen hinnassa – laadukkaat vektoriaineistot saattavat olla hyvinkin kalliita.

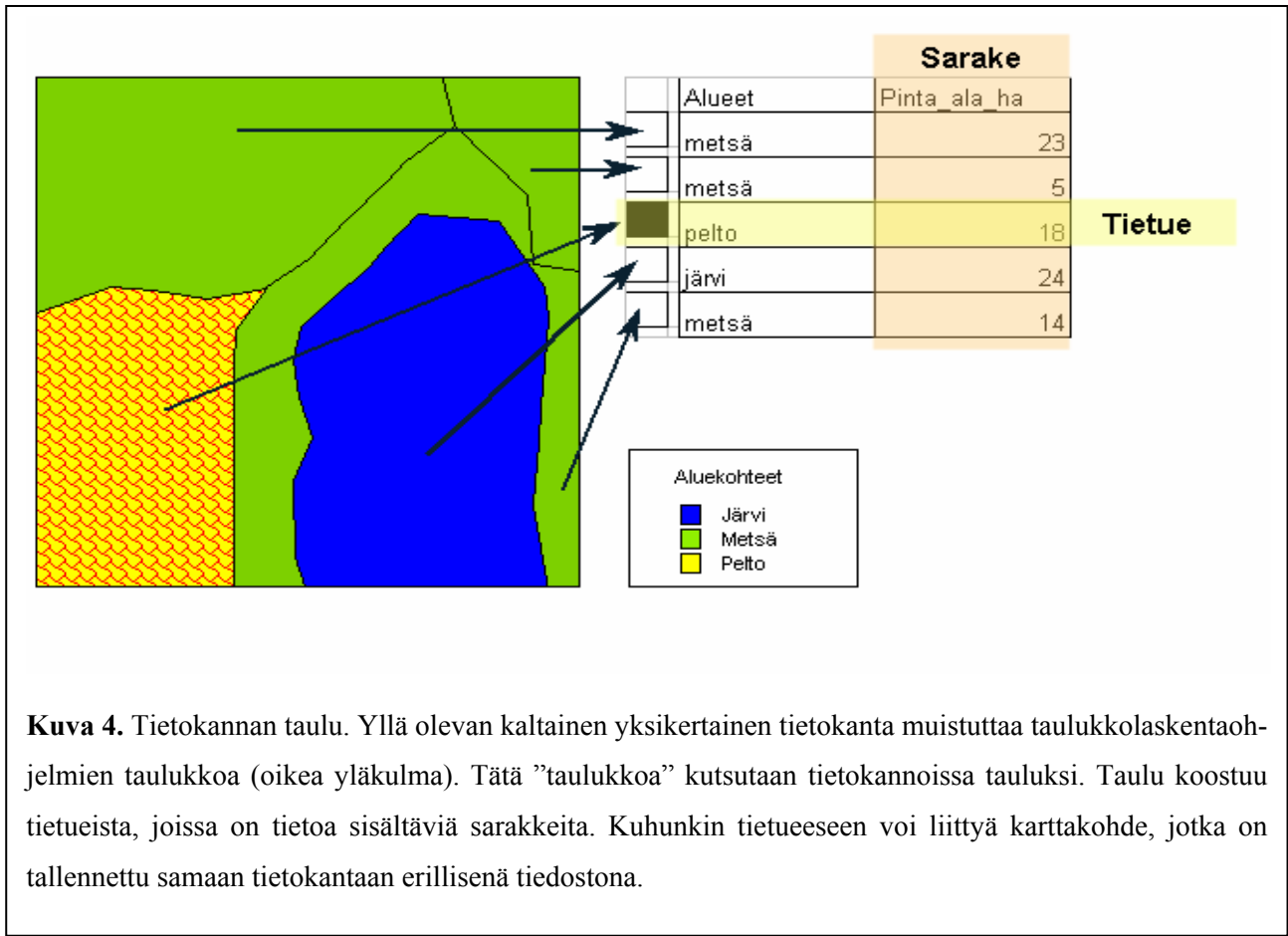
2.2.1 Vektorimuotoinen paikkatieto

Vektoriesityksessä kohde tallennetaan koordinaattipisteinä ja ohjelmistolle kerrotaan pisteitten välisestä suhteesta; mitkä pisteet ovat yhteydessä toisiinsa ja missä järjestyksessä. Pistekohde muodostuu yhdestä koordinaattiparista. Mikäli kuviossa on useita pisteitä (kuva 3), jotka eivät ole yhteydessä toisiinsa tallentuvat kohteet tietokantaan erillisinä pisteinä. Yhdistämällä pisteet toisiinsa tietyssä järjestyksessä saadaan aikaiseksi viivakohteita tai alueita. Viivakohteilla, kuten teillä on yleensä erilliset alku- ja loppupisteet ja viivaan kulkee määrättyssä järjestyksessä niiden välissä olevien koordinaattipisteiden kautta. Viivakohde ei voi haarautua, joten esimerkiksi risteävät tiet on piirrettävä kahtena erillisenä viivakohteena, joita yhdistää risteyskohteessa yksi yhteinen solmu eli yhteiset koordinaatit sisältävä kulmapiste. Alueissa viivan alku- ja loppupiste on sama ja alueeksi määräytyy monikulmion rajaama alue.



Kuva 3. Vektorimuotoinen paikkatietoaineisto: 1) Pistekohteet muodostuvat yksittäisistä koordinaattipareista eli solmusta. 2) Viivassa kaksi tai useampia solmuja on yhteydessä toisiinsa tietyssä järjestyksessä. 3) Viivat eivät voi risteytyä, mutta kahdella viivalla voi olla yhteinen solmu (nuoli). 4) Alueen sulkee sisäänsä sulkeutunut viiva, jonka alku- ja loppupiste on sama. Huomaa, että sulkeutunut viiva voidaan määrittää joko alueeksi, jolloin viivan sisään jäävä kuvio kuuluu kohteeseen (esimerkiksi järvi) tai viivaksi, jolloin sen sisään jäävä ei kuulu kohteeseen (esimerkiksi juoksurata).

Vektorimuotoista paikkatietoaineistoa käytettäessä yhtä vektorikohdetta vastaa tietokannassa yksi tietue, eli taulun rivi, johon tallioidaan kohteen ominaisuustiedot (kuva 4). Risteävät tiet sisältävät näin ollen kaksi tietuetta. Yksi suurimpia ongelmia vektorigrafiikassa oli aiemmin, miten kuvata alueessa oleva reikä, mutta tämä ongelma on nykyisin jo poistunut. Reiällisen kohteen pystyy luomaan leikkaamalla aluekohteesta pois reikää vastaavan alueen. Ohjelmisto laskee automaattisesti reiän pinta-alan pois kohteen pinta-alasta, eikä enää tulkitse analyysissä reikään kuuluvien kohteiden sijaitsevan alueella.



Kuva 4. Tietokannan taulu. Yllä olevan kaltainen yksikertainen tietokanta muistuttaa taulukkolaskentaohjelmien taulukkoa (oikea yläkulma). Tätä ”taulukkoa” kutsutaan tietokannoissa tauluksi. Taulu koostuu tietueista, joissa on tietoa sisältäviä sarakkeita. Kuhunkin tietueeseen voi liittyä karttakohde, jotka on tallennettu samaan tietokantaan erillisenä tiedostona.





Vektorimuotoinen paikkatietoaineisto on lukio-opetuksessa monipuolisesti käytettävissä. Valmiiseen vektoriaineistoon pystytään lisäämään materiaalia, mm. yhdistämällä tietokantoja toisiinsa tai lisäämällä tietokantaan uusia sarakkeita uusille ominaisuustiedoille. Vektorimuotoisia tietokantoja voidaan muuttaa myös muokkaamalla olemassa olevien kohteiden rajoja sekä poistamalla ja siirtämällä kohteita tai piirtämällä niihin uusia karttakohteita. Vanhoja vektori-elementtejä käsiteltäessä olemassa olevat tietueet säilyvät - paitsi poistettaessa kohde, jolloin myös siihen liittyvä tietue poistuu. Uudelle karttakohteelle syntyy tietokantaan aina automaattisesti uusi tietue, johon voidaan syöttää kohteeseen liittyvät tiedot.

Vihje: Valmiin vektoripohjaisen Suomen kunta-aineiston käyttö aluetutkimuksessa

Valmiiksi digitoituja karttapohjia voi käyttää monilla tavoin aluetutkimuksen apuna. Monien paikkatieto-ohjelmistojen aineistoon kuuluu mm. pienimittakaavaisena digitoitu Suomen kunta-aineisto. Halutessamme tutkia vaikkapa kuntien eroja keskeisien indikaattoreiden (työllisyys, tulot, ympäristön tila, ikäjakaumat jne.) avulla voimme käyttää tätä aineistoa hyödyksemme.

Tutkimusalueeksi voisi jakaa opiskelijoille seutukuntia, maakuntia, läänejä tai vaikkapa yksittäisiä naapurikuntiakin. Valmiiden aineistojen suppeita ja osin vanhentuneita ominaisuustietoja kannattaa täydentää ennen analyysien tekoa. Opiskelijat hakevat esimerkiksi kunnat.net -sivuston tilasto-osuudesta (www.kunnat.net) tuoreimpia tilastotietoja tutkimansa seutukunnan kunnista. Löytämänsä tiedot he syöttävät paikkatieto-ohjelmiston tietokantoihin ja tuottavat niiden avulla tutkittavaa seutukuntaa tms. aluetta koskevia koropleettikarttoja. Mikäli koropleettikartat tehdään ilman kuntien tietojen yhdistämistä, voidaan niistä tutkia seutukunnan sisäisiä vaihteluja.

Halutessa verrata omaa aluettaan Suomen keskimääräisiin lukuihin, sopivaa vertailuaineistoa on löydettävissä mm. tilastokeskuksen kotisivuilta (<http://www.tilastokeskus.fi>). Valmiita karttapohjia voi myös täydentää digitoimalla niihin uusia karttakohteita (katso vihje rasterikartat lopusta).

 Alueet.DAT	1 kt	DAT-tiedosto
 Alueet.ID	1 kt	MapInfo Table File
 Alueet.MAP	3 kt	MapInfo Table File
 Alueet.TAB	1 kt	MapInfo Table

Kuva 5. Tietokanta voi sisältää useita tiedostoja. Ohessa eräs MapInfon tietokanta: Alueet.DAT sisältää ominaisuustiedot, Alueet.ID liittää karttakohteet ja tietueet toisiinsa, Alueet.MAP sisältää karttaobjektin, Alueet.TAB sisältää tietokannan avaamisohjeet. Tiedostojen määrä voi olla suurempi ja pienempi kuin esimerkissä ja tiedostojen ominaisuudet ja päätteet vaihtelevat ohjelmittain.

256 väriä käytävillä kuvaformaateilla, jolloin soluun taltioitavissa olevan ominaisuustietojen määrä kasvaa 8-, 16- tai 256-kertaiseksi. Rasterisolun arvot voivat toimia myös viittauksena tietokantaan, josta kyseisen arvon saavien solujen ominaisuustiedot ovat löydettävissä. Teoriassa rasterin soluun voidaan liittää rajattomasti tietoa, mutta tällöin tulee ongelmaksi tiedostokoon kasvu ja hakutoimintojen hitaus.

Rasterikuvan erotustarkkuuden määrää kuvapikselin koko. Paikkatietoaineistossa pikselikoko ilmoitetaan yleensä maastometreinä. Kaukokartoituksessa erotuskyvystä maastometreinä käytetään termiä geometrinen resoluutio. Mikäli ilma- tai satelliittikuvan tarkkuus on 2*2 maastometriä, kuvan pienin yksittäisenä erotettavissa oleva kohde on kooltaan 2m *2 m. Alkujaan hyvinkin tarkan rasterikuvan tarkkuus voi heiketä myöhemmin esimerkiksi käytettäessä liian alhaista resoluutiota valmiita kuvia skannatessa. Tällöin kuvan todellinen erotuskyky maastometreinä voi olla huomattavasti kuvan yhteydessä ilmoitettua huonompi. Digitaalisen peruskarttalehden kuvapikselin reunaviivan pituus maastometreinä on kaksi metriä.

Rasterikuvilla on suuri merkitys paikkatietoaineistona ja niiden analysointi ja muokkaus ovat eräitä paikkatietoanalyysien tärkeimpiä käyttöalueita. Laajimmalle levinneiden vektoriaineistoa käyttävien Windows-pohjaisten työasemakohtaisten paikkatieto-ohjelmistojen (desktop-paikkatieto-ohjelmistot, kuten MapInfo ja ArcGIS), ammattilaisversioidenkaan peruskokoonpanossa ei yleensä ole rasterikuvien muokkaus- ja analysointimahdollisuutta. Vaikka rasterikuva onkin tällaiselle paikkatieto-ohjelmalle vain värillinen tai mustavalkoinen taustakuva, se voi sisältää katsojalleen runsaasti tietoa. Tieto on tällöin muodossa, jonka vasta havainnoitsijan aivot osaavat tulkita. Taitavalle havainnoijalle rasteriaineisto voikin olla korvaamaton tiedonlähde, ovathan muun muassa kaukokartoitusaineistot, kuten ilma- ja satelliittikuvat, lähes poikkeuksetta rasterikuvia.

Rasterikuvien visuaalinen analysointi ei ole kuitenkaan ainut, eikä edes tärkein keino niiden käsitteilyyn. Koska rasteritiedostossa tieto esitetään riveillä ja sarakkeilla, on esimerkiksi leikkausanalyysin (leikkaavatko kohteen toisensa) teko niiden avulla helpompaa ja nopeampaa, kuin vektoreilla. Rasterikuvia varten on kehitetty monia erilaisia ohjelmia, joiden analysointi-mahdollisuudet ovat vektorianalyysejä monipuolisemmat. Näitä ohjelmia on saatavilla, edellä mainittujen desktop -ohjelmistojen lisäosina ja erillisinä, suhteellisen edullisina ohjelmistoina.

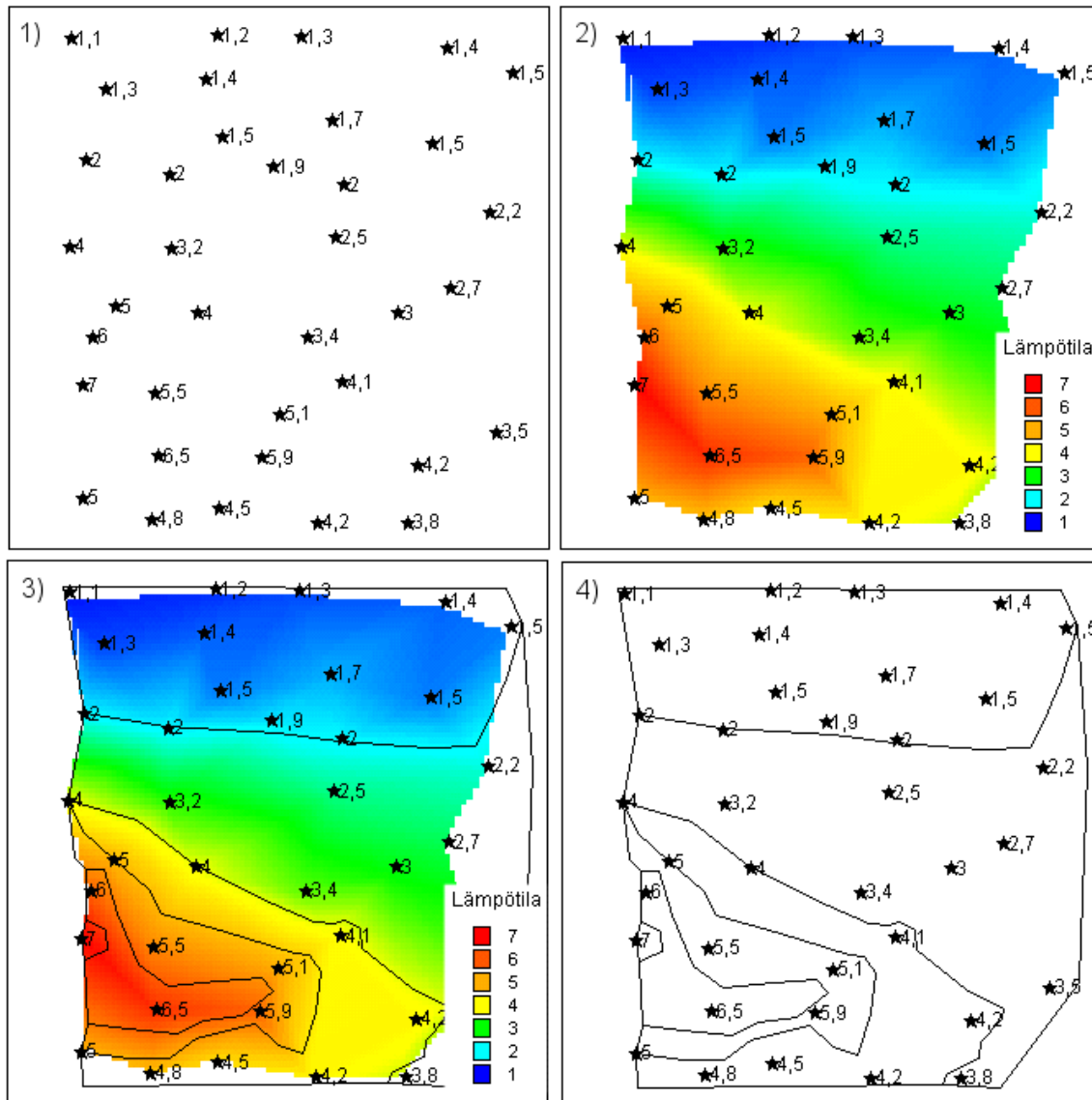
muodosta toiseen, esimerkiksi analyysien teko paikkatieto-ohjelmistoilla ei onnistu erimuotoisilla aineistoilla ilman muuntaa yhteiseen muotoon.

Muunnokseen on tarjolla useita erilaisia työkaluja ja osa paikkatieto-ohjelmistoista tekee muunnoksia automaattisesti. Monipuolisen rasteriaineiston, kuten peruskartan, muuntaminen vektoriaineistoksi on usein työlästä. Vaikka muuntamista on pyritty automatisoimaan, vaatii rasterivektorikonversio runsaasti käsityötä automaattisen muunnoksen virheiden korjaamisessa. Rasteriaineistoa voi konvertoida vektoriaineistoksi myös manuaalisesti esimerkiksi kuvaruutudigitoinnilla, mikä onkin lukio-opetuksessa eniten käytetty konversiotapa.

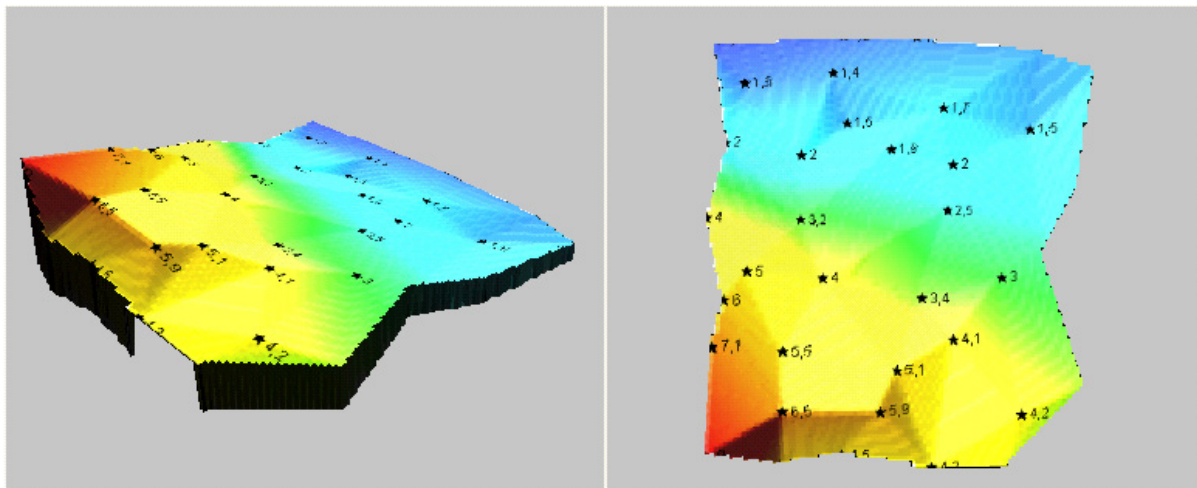
Vektoriaineiston muuttaminen rasterimuotoon

Vektoriaineistojen muuttaminen rasteripinnaksi tapahtuu esimerkiksi hilatiedoston avulla. Hilatiedosto on $n \times m$ kokoinen säännöllinen pistematriisi, jossa kukin piste saa sen arvon, joka pisteen kohdalla olevalla aluekohteellakin on. Mikäli aineisto koostuu hajapisteistä, kuten erillisistä havainnointiasemista, interpoloidaan kullekin pisteelle arvo alkuperäisten pisteiden arvoista. Vektori-rasterimuunnoksessa on huomattava, että pistemäisellä vektorikohteella ei ole alaa, joten pistekohteille pitää luoda ala määrittämällä sille puskurivyöhyke. Muunnettaessa vektoriaineistoa rasteritiedostoksi voidaan käyttää kerralla vain yhtä vektorikartan ominaisuustietoa. Mikäli vektoriaineistossa on esimerkiksi 10 erilaista ominaisuustietoa, voimme tuottaa aineistosta 10 erilaista rasterikarttaa, joissa kussakin on yhden ominaisuustiedon arvot esitettynä rasterimuodossa.

Muunnosta voidaan hyödyntää esimerkiksi lämpötilan isotermien laatimisessa (kuva 7). Saamme lämpötilatiedot erillisiltä mittauspisteiltä, joten aineisto on pistemäistä vektoriaineistoa. Aineistosta interpoloidaan rasterikartta, jossa näkyy lämpötilojen muutoksen mittauspisteiden välillä. Rasteriaineiston avulla piirretään alueelle vektorimuotoiset isotermit. Vastaavalla tavalla voidaan luoda myös korkeusmalleja (kuva 8).



Kuva 7. Vektori-rasteri-vektori konversio. Pistemäisestä vektoriaineistosta (1) muodostetaan rasteripinta (2). Kuvan rasteripinta on jatkuvan taso, joka on muodostettu käyttäen apuna TIN -mallia (kolmiomalli) ja jonka arvot on saatu interpoloimalla havaintopisteiden arvoista (keskiarvot). Rasterikartan avulla piirretään isotermit (3), jotka voidaan esittää ilman taustakuvaakin (4).



Kuva 8. Vektoriaineistosta laadittuja TIN-korkeusmalleja – vasemmalla 3D-malli, oikealla karttanäkymä. Korkeuspisteistä luodaan TIN -malli (triangulated irregular network) eli epäsäännöllinen vektori kolmioverkko. TIN-mallissa muodostetaan havaintopisteiden avulla pinta, joka koostuu epäsäännöllisen kokoisista ja muotoisista kolmioista. Kullekin kolmion muotoiselle alalle lasketaan arvot havaintoaineistosta. Alueen päälle asetetaan hila, jonka solut saavat arvokseen TIN-mallin alueiden arvot.

2.2.4 Topologia

Ominaisuuksia, joilla karttakohteet liittyvät paikkatieto-ohjelmistoissa toisiinsa, kutsutaan topologiaksi. Karttakohteiden topologiset ominaisuudet ovat tärkeitä paikkatietoaineiston käytettävyydelle, sillä niiden avulla saadaan tietoa karttaobjektien välisestä suhteesta.

Vektorimuotoinen paikkatieto-aineisto koostuu yksinkertaisimmillaan karttaobjekteista – pisteistä, viivoista ja alueista – ja niihin liittyvästä ominaisuustiedosta. Karttaobjektien keskinäistä suhdetta ei tarkisteta välttämättä millään lailla. Tällöin järjestelmä sallii päällekkäisiä alueita, eikä välitä risteävätkö viivat keskenään. Kuitenkaan esimerkiksi vierekkäisten tonttien rajoja määritettäessä, ne eivät voi mennä päällekkäin – eikä tonttien väliin voi jäädä ei kenenkään omistuksen kuuluvia taskuja. Vastaavasti internetistä tutut reittihaut eivät ymmärrä teitä jatkuvaksi, jollei niillä ole yhteistä pistettä eli solmukohtaa risteämiskohdassa. Ilman yhteistä solmukohtaa tiet kyllä näyttävät risteävän paikkatieto-ohjelmistolla piirretyllä kartalla, mutta ohjelmisto ei käsittele niitä risteävänä kohteena.

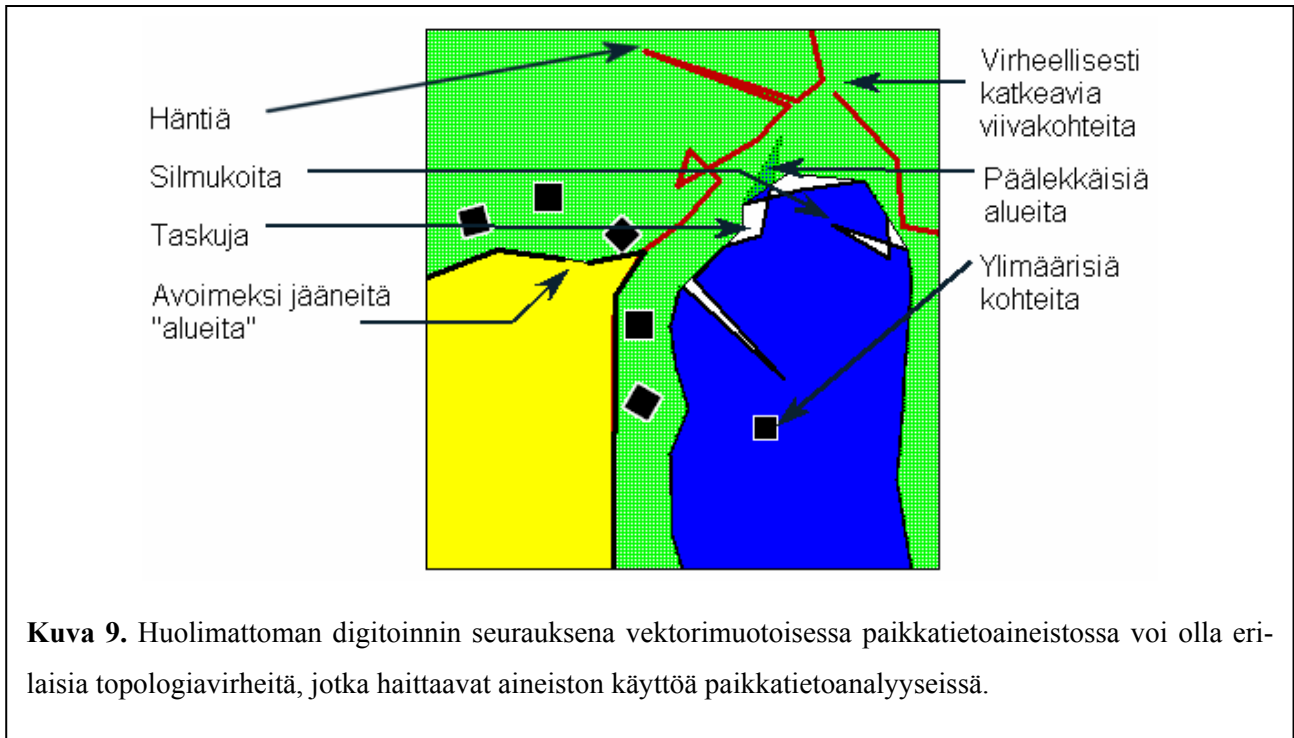
Topologiatason mukaan puhutaan kohteidenvälisistä ja kohteidensisäisestä topologiasta. Kohteidenvälinen topologia tarkastelee kohteiden keskinäisen sijainnin suhteita, esimerkiksi kahden

alueen yhteinen raja tai kahden tien risteäminen – vektoriaineistossa rajat ja risteykset ovat yhteisiä vain kohteiden solmukohtien ollessa yhtenevät. Kohteidensisäinen topologia tarkastelee kohteen sisäiseen geometriaan liittyviä seikkoja, kuten esimerkiksi alueen sulkeutumista alkupisteeseensä.

Tyypillisesti vektorikarttojen topologiaongelmat johtuvat yhteen sopimattomien aineistojen käytöstä tai digitointivirheistä (=karttaobjektin piirtäminen rasteriaineistosta tai paperikartasta). Erityyppisiä topologiavirheitä ovat mm. silmukat, hännät ja taskut (kuva 9). Monissa paikkatieto-ohjelmistoissa on automaattisia topologian tarkistukseen liittyviä toimintoja. Monet ohjelmistot korjaavat sisäistä topologiaa jo digitointivaiheessa. Ne eivät esimerkiksi hyväksy alueobjektia, mikäli se ei ole sulkeutunut. Kaikkia ongelmia automaatio ei kuitenkaan poista sisäisestä topologiasta - muun muassa silmukat ovat mahdollisia, sillä ohjelmisto ei havaitse välttämättä solmuja yhdistävien viivojen risteämistä mikäli risteämisen kohdalle ei synny yhteistä solmua.

Kohteidenvälisessä topologiassa oikeiden rajojen, risteysten ym. tuottaminen helpottuu käytettäessä digitoinnissa apuna aiemmin tehtyjen solujen poimintaan perustuvia automaatioita. Automaatiolla voidaan myös tehdä uusia yhteisiä soluja, esimerkiksi määrättyjen teiden leikatessa toisensa. Tällöin ohjelmisto laskee kahden pisteparin vektorien avulla niiden leikkauskohdan ja luo siihen uuden, molemmille teille yhteisen solun. Monissa paikkatieto-ohjelmistoissa on myös erilliset toiminnot kartta-aineiston virheiden etsimiseen ja korjaamiseen jälkikäteen. Eri ohjelmistojen topologiaominaisuudet kuitenkin vaihtelevat eikä täydelliseen automaatioon ei yleensä pyritä, joten digitoinnilla on suuri vastuu lopputuloksesta. Usein on helpompaa tehdä teiden risteyskohtiin yhteinen solu jo digitointivaiheessa eikä vasta jälkikäteen.

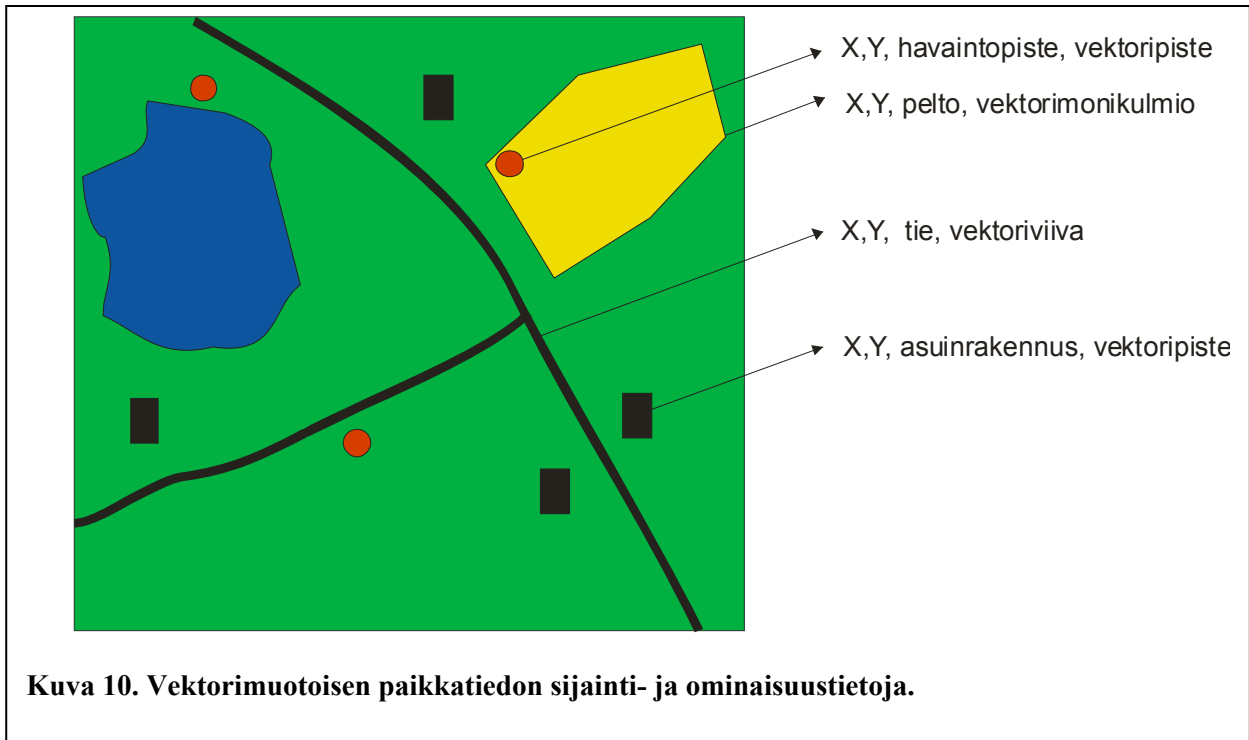
Topologiaa voidaan käyttää myös paikkatietoaineiston analyyseissä. Vektorimuotoinen paikkatietoaineisto soveltuu hyvin topologiaan perustuviin spatiaalisiin (alueellisiin) kyselyihin. Karttaobjektien avulla voidaan esimerkiksi vertailla niiden sijaintia - sisältävätkö ne toisensa, risteävätkö ne, ovatko ne täysin erillään tai täysin samoja, onko toinen toisen sisällä jne. Edellä olleiden vertailufunktioiden lisäksi voimme mm. laskea kohteista pinta-aloja, mitata viivan tai alueen kehän pituutta (mittaus-funktioita). Voimme myös luoda uusia kohteita laatimalla kohteen ympärille puskureita tai muodostamalla uuden kohteen kahden kohteen leikkauksesta tai liitoksesta (geometrisiä laskentafunktioita), sekä esimerkiksi poimia kohteet joissa viiva sulkeutuu alkupisteeseensä = alue tai esimerkiksi juoksurata (rakennefunktiot).



2.3 Sijaintitieto ja ominaisuustieto

Paikkatietoaineisto koostuu sijainti- ja ominaisuustiedosta. Sijaintitiedon avulla digitaalisella karttapohjalla kuvattavalle karttakohteelle määritetään reaali maailman tilannetta vastaava sijainti ja muoto maapallolla koordinaattien, osoitejärjestelmän tai jonkin muun yhteisesti sovitun järjestelmän perusteella. Rasterimuotoisella paikka-tiedolla tämä kohteiden maantieteellistä sijaintia kuvaava järjestelmä perustuu rasteriruutujen rivi- ja sarakesijaintiin. Vektorimuotoisella paikka-tiedolla sijaintitieto perustuu tavallisesti karttakoordinaatteihin. Sijaintitiedon avulla voidaan etsiä vastausta kysymykseen: *Missä jokin kohde sijaitsee?*

Ominaisuustiedon avulla kartalla mahdollisimman tarkasti paikannettuihin sijainti-tietoihin liitetään kohteen ominaisuutta kuvaavaa numeerista tai merkkimuotoista tietoa eli tekstiä. Ominaisuustiedon avulla voidaan etsiä vastausta kysymykseen: *Minkälaisia ominaisuuksia kohteella on?*

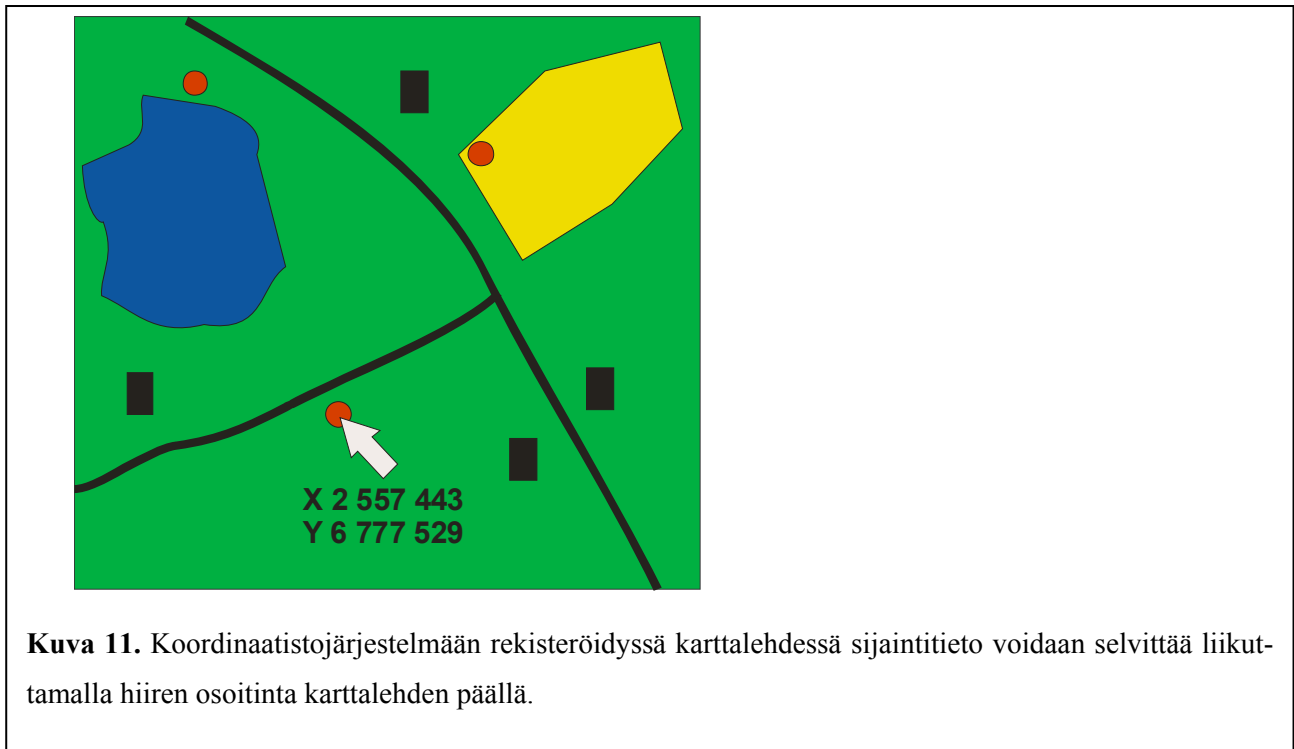


Paikkatietojärjestelmissä sijaintitiedoin paikannetun karttakohteen ja sen ominaisuuksia kuvaavan taulukkomuotoisen ominaisuustiedon välistä yhteyttä nimitetään georelationaalisuudeksi. Tämä yhteys mahdollistaa erilaisten kyselyjen ja teemakarttojen laadinnan sekä sijainti- että ominaisuustietojen pohjalta.

2.3.1 Sijaintitiedon määrittäminen

Opetuskäytössä hyödynnetään yleensä Windows-käyttöliittymän pohjalta toimivia paikkatieto-ohjelmistoja, joiden perustoiminnot on kehitetty vektorimuotoisen paikkatiedon eli pisteiden, viivojen ja monikulmioiden käsittelyyn ja visualisointiin. Tämän lisäksi näissä paikkatieto-ohjelmistoissa voidaan hyödyntää digitaalisia karttalehtiä, esimerkiksi Suomen peruskartta-lehtijaon mukaisia peruskarttoja, jotka ovat rasterimuotoisia kartastokoordinaatistoon (KKJ) rekisteröityjä karttakuvia. Rasterimuotoista paikkatietoa voidaan hyödyntää uusien vektoriaineistojen tuottamisessa.

Kartastokoordinaatistoon sidottujen peruskarttojen avulla voimme paikantaa näytölle jonkin vektoripisteen ja antaa sille koordinaatit muutamalla hiiren näpäytyksellä. Hiiren osoittimen liikuttelu koordinaatistojärjestelmään rekisteröidyn kartan päällä paljastaa kulloisenkin osoittimen sijainnin X- ja Y-koordinaatteina tuossa koordinaattijärjestelmässä.

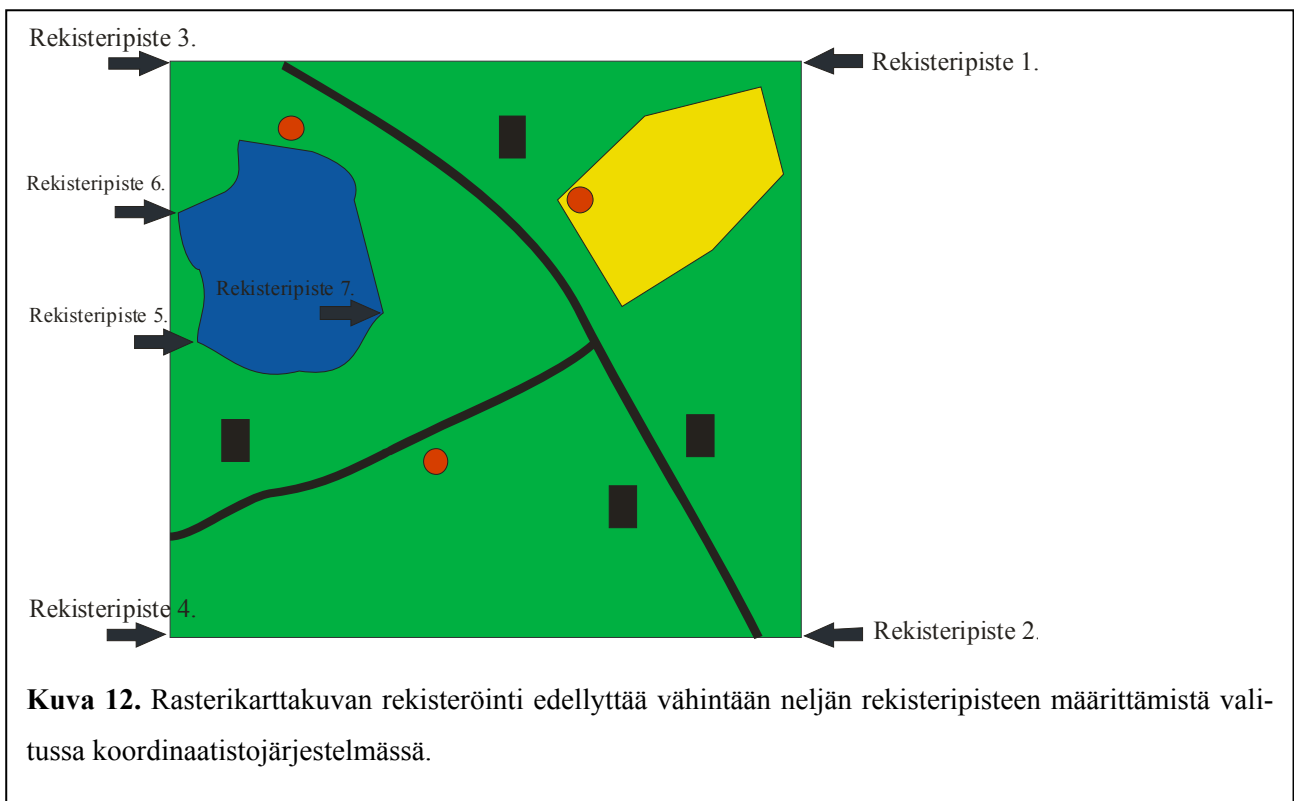


Suomen peruskartta CD:n kartat ovat jo valmiiksi rekisteröityjä kartastokoordinaatti-järjestelmään (KKJ). Opetustilanteessa voidaan hyödyntää myös tietoverkoissa olevia ilmaisia, työasemalle ladattavia, digitaalisia karttapohjia. Näiden karttapohjien hyödyntäminen paikkatieto-ohjelmistoissa edellyttää niiden kiinnittämistä ts. rekisteröintiä määriteltyyn koordinaattijärjestelmään. Tämä on edellytyksenä rasterikarttojen käytölle uusien vektorimuotoisten paikkatietoaineistojen tuottamisessa. Rekisteröityjen rasterikarttojen perusteella kuvaruudulle tuotettavat vektorimuotoiset karttakohdet, esimerkiksi järven reunaviiva, tieverkosto tai havaintopisteet sijoittuvat automaattisesti tuon pohjakartan mukaiseen koordinaatisto-järjestelmään. Rasterimuotoisen karttakuvan (esim. jpg-, tiff-, bmp- tai gif-muotoisen kuvan) rekisteröinti kartastokoordinaatistoon edellyttää vastinpisteiden määrittämistä digitaaliselle karttakuvulle. Tämä voidaan toteuttaa helposti käyttämällä apuna astekoordinaatistoon rekisteröitävillä kartoilla pituus- ja leveysasteviivojen leikkauspisteitä. Kansallisiin koordinaatisto-järjestelmiin, esimerkiksi KKJ järjestelmään rekisteröitävillä kartoilla rekisteröinti tapahtuu vertaamalla digitaalisella kartalla selkeästi erottuvien karttakohteiden sijaintitietoja paperikarttojen vastaaviin, jolloin kullekin rekisteröintipisteelle voidaan määrittää x- ja y-koordinaattiarvot.

Rekisteröintipisteiden määrittämisessä ja paikantamisessa on keskeistä se, että digitaaliselle karttakuvulle määritetään vähintään neljä paikannettavaa pistettä kuvan laidoilta. Rekisteripisteitä kannattaa paikantaa lisää myös tarkasteltavan alueen läheisyydestä, jotta se avautuisi rekisteröinnin jäl-

keen karttaikkunaan mahdollisimman oikeamuotoisena. Windows-käyttöympäristössä käytettävät paikkatieto-ohjelmistot eivät osaa oikaista karttakuvaa automaattisesti ja tämän vuoksi rasterikarttojen rekisteröinnissä on oltava erittäin huolellinen. Ensimmäisen rekisteröintipisteen voi valita kartan vasemmasta yläkulmasta, toisen oikeasta alakulmasta ja niin edelleen. Tällöin karttakuva ei vääristy vaan arvot määrittyvät tasaisesti koko karttakuvalle.

Rekisteripisteiden määrittäminen aloitetaan yleensä ilmoittamalla paikkatieto-ohjelmistolle se koordinaatistojärjestelmä (esimerkiksi Finnish Coordinate Systems KKJ) tai astekoordinaatistoon rekisteröitävillä karttakuvilla (Longitude/Latitude), johon kuva halutaan rekisteröidä. Sen jälkeen määritetään valitun koordinaattijärjestelmän alakategoria (esimerkiksi Finnish KKJ Zone 2 tai Longitude/Latitude WGS84). Vasta koordinaatistojärjestelmän määrittämisen jälkeen aletaan paikantaa rekisteröintipisteitä karttakuvalle. Alla olevassa esimerkkikuvassa varsinaiset rekisteripisteet 1 - 4 on sijoitettu karttalehden kulmiin ja lisäpisteet 5-7 on sijoitettu tarkasteltavan alueen läheisyyteen helposti erottuviin maastonkohtiin, jolloin niiden koordinaattiarvoja voidaan verrata paperikartan vastaaviin.



Sijaintitietojen määrittämisen jälkeen tietoverkoista ladatut rasterimuotoiset karttakuvat muuntuvat paikkatieto-ohjelmiston ymmärtämään tiedostoformaattiin, jonka jälkeen niitä voidaan käsitellä

paikkatieto-ohjelmistojen tarjoamien työkalujen avulla. Rekisteröidyllä karttakuvalla voidaan esimerkiksi mitata etäisyyksiä ja eri kohteiden välimatkoja mittanauhatyökalun avulla.

2.3.2 Ominaisuustiedon kuvaus

Maantieteen opetuksessa pelkkä käsiteltävän kohteen sijainnin tunteminen ei riitä vaan on myös tärkeää tuntea kohteen ominaisuuksia. Paikkatietokannoissa kullekin sijaintitiedolle on tallennettu myös jotain ominaisuustietoja, joiden avulla kohteet erotetaan toisistaan. Sijainti- ja ominaisuustieto liittyvät toisiinsa georelationaalisuuden perustella. Tämä tarkoittaa sitä, että paikkatieto-ohjelmisto yhdistää karttakuvan kohteisiin niiden taulukkomuotoisen ominaisuustiedon, jolloin tutkittavia ilmiöitä voidaan etsiä, muokata, analysoida ja visualisoida joko niiden sijainti- ja ominaisuustietojen perusteella.

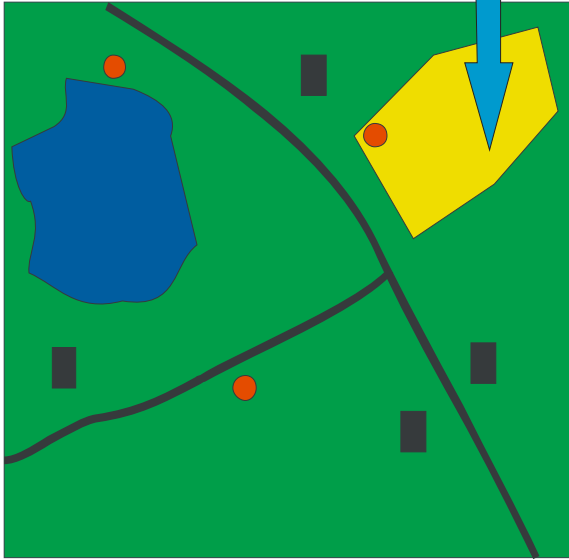
<i>Lähiympäristön tutkimushanke 3A</i>							
Alueen nimi	Alueen nro	Asukasluku	Työttömyys %	Teollisuus	Palvelut	Maatalous	Muut
Aapaniemi	1	125	5,7	21	63	6	10
Honkamäki	2	90	4,2	25	50	9	16
Kotipelto	3	147	4,2	20	45	20	15
Laaksovaara	4	52	3,9	29	45	5	21
Pajuniitty	5	201	5,2	33	60	2	5
Ruutijärvi	6	88	4,5	19	52	4	25

karttakohteen tiedot →
 merkkinuotoinen ominaisuustieto
 numeeriset ominaisuustiedot

Kuva 13. Ominaisuustietotaulukossa paikkatietokohteet järjestetään riveittäin. Riveillä esitetään kunkin kohteen ominaisuustiedot. Kohteille voidaan määrittää uusia ominaisuustietoja sarakkeita lisäämällä. Ominaisuustiedot voivat olla joko numeerisia tai merkkimuotoisia.

Lähiympäristön tutkimushanke 3.A

Alueen nimi	Alueen nro	Asukasluku	Työttömyys %	Teollisuus	Palvelut	Maatalous	Muut
Kotipelto	3	147	4,2	20	45	20	15



Kuva 14. Paikkatieto-ohjelmistoissa karttakohteisiin liittyy taulukkomuotoisia ominaisuustietoja, joiden perusteella voidaan tehdä kyselyjä, etsiä kohteita ja laatia teemakarttoja.

Ominaisuustiedot voidaan luokitella karttakohtetta yksilöiviin, paikantaviin, ajoittaviin ja kuvaileviin tietoihin:

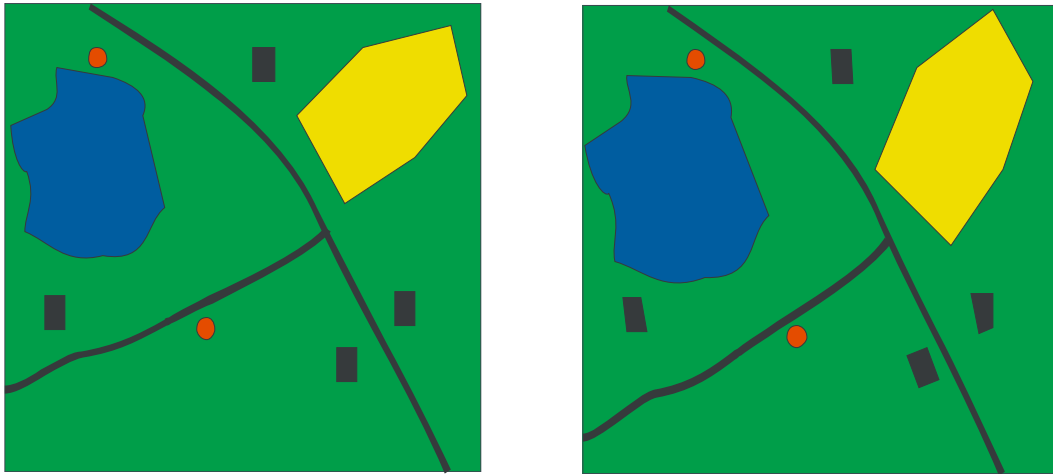
- Yksilöivä ominaisuustieto koostuu kohteen yksiselitteisesti yksilöivästä tiedosta, tunnistuksesta, jolla kohde erotetaan muista kohteista. Järjestysnumero on tyypillinen esimerkki yksilöivästä ominaisuustiedosta.
- Paikantava ominaisuustieto liittyy kohteen osoitejärjestelmään, katuosoitteeseen tai johonkin toiseen koordinaattijärjestelmän avulla paikannettavaan tietoon.
- Ajoittava ominaisuustieto sijoittaa kohteen tai siihen liittyvän tapahtuman aika-akselille. Esimerkkinä ajoittavasta ominaisuustiedosta voisivat olla taimikon perustamisvuosi tai vesinäytteenoton päivämäärä- ja kellonaikatiedot.
- Kuvaileva ominaisuustieto käsittää kaikki muut karttakohteen ominaisuutta kuvailevat tiedot, kuten esimerkiksi puulajin, vesinäytteenottopisteen pH-arvon, lämpötilan tai alueen työttömyysasteen.

Kuhunkin karttakohteeseen voidaan liittää ominaisuustietoja kaikista eri luokista. Kohteella on kuitenkin oltava vähintään yksi ominaisuustieto, jolla se erotetaan muista kohteista. Ominaisuus-tiedot voivat perustua itse kerättyihin havaintoihin ja mittauksiin tai sekundaarisiin lähteisiin, kuten tilastoihin ja tutkimuksiin.

2.3.3 Koordinaatistojärjestelmät paikkatieto-ohjelmistoissa

Paikkatieto-ohjelmistojen hyödyntäminen aluetutkimuksessa käsittää usein eri ympäristön elementtejä sisältävien karttatasojen päällekkäisanalyysien ja matemaattisten lausekkeiden pohjalta laadittavien kyselyjen lisäksi myös teemakarttojen laadintaa. Tällöin paikkatiedon hyödyntäjän on tunnettava kartografian perusteita ja ymmärrettävä, miten erilaisten koordinaatistojärjestelmien ja projektoiden valinta ja käyttö vaikuttaa kartalla kuvattavien kohteiden visualisointiin. Tavoitteenamme tulisi olla esitettävän kohteen kuvaaminen kartalla niin, että sen välittämä informaatio välittyisi tiedon käyttäjälle mahdollisimman edustavana ja oikeanlaisena.

Paikkatieto-ohjelmistoissa karttanäkymässä kuvattavan kartan koordinaatistoa voidaan tarvittaessa muuttaa siten, että kuvattava alue esitetään mahdollisimman oikeapintaisena, oikeakulmaisena ja oikeamittaisena. Tämä on otettava huomioon erityisesti silloin, kun käytetään paikkatieto-ohjelmistojen mukana tulleita karttapohjia ja kuvataan ilmiöitä maan tai mannerten mittakaavassa. Väärän koordinaatistojärjestelmän valinta tuottaa usein melko erikoisen lopputuloksen, jossa kuvattava alue on muodoiltaan ja pinta-alaltaan vääristynyt.



Kuva 15. Koordinaatistojärjestelmämuutokset vaikuttavan kuvattavan alueen karttakohteiden muotoihin, pinta-alaan ja keskinäisiin sijaintisuhteisiin. Karttanäkymän koordinaatisto-järjestelmän muuttaminen paikkatieto-ohjelmissa on helppoa ja sen vuoksi oikean järjestelmän ja alakategorian valintaan tulee kiinnittää erityistä huomiota.

Paikkatieto-ohjelmistoissakaan ei voida välttyä virheiltä karttojen geometrisissä suhteissa sillä mikään projektio ei pysty kuvaamaan maapallon pintaa tasolla vääristymättömänä. Tämän vuoksi projektio-tyyppi valitaan aina kartan käyttötarkoitusta vastaavaksi.

Suomalaiset digitaaliset peruskarttalehdet on aiemmin tuotettu Gaussin–Krügerin poikittaisasentoisen lieriöprojektion pohjalta. Tässä projektiossa vaaka-asentoinen lieriö sivuaa tiettyä keskimeridiaania, joka kuvautuu suorana ja oikean pituisena. Suomi on jaettu neljään keskimeridiaanikaistaan (21, 24, 27 ja 30 astetta Greenwichistä itään). Suomen meridiaanikaistat kapenevat pohjoista kohti siirryttäessä. Peruskarttalehdistä tuttu Kartastokoordinaatistojärjestelmä perustuu näihin neljään keskimeridiaanikaistaan. Tässä järjestelmässä kohteen sijainti ilmoitetaan (x-koordinaattina) metreinä kulloisestakin keskimeridiaanista itään ja (y-koordinaattina) metreinä päiväntasaajalta pohjoiseen. X-koordinaatin ensimmäinen numero ilmoittaa millä neljästä keski-meridiaanikaistalla sijaintia kuvataan. 2-alkuinen koordinaattilukuarvo siis ilmoittaa sijainnin 24 astetta Greenwichistä itään sijoittuvalla keskimeridiaanikaistalla. 3-alkuinen x-koordinaattilukuarvo puolestaan ilmoittaa sijainnin 27 astetta Greenwichistä itään sijaitsevalla kaistalla. Keskimeridiaanin arvoksi on sovittu 500 kilometriä negatiivisten arvojen välttämiseksi silloin, kun kohde sijaitsee kaistalla keskimeridiaanin länsipuolella. Keskimeridiaanikaista valitaan koordinaatistojärjestelmän alakategorioista.

Kartantuotannossa on pyritty minimoimaan käyttäjille aiheutuvat eri ellipsoidien valinnasta aiheutuvat virheet. Maailmanlaajuisesti yleistyvää satelliittipaikannus lisää uudistuspaineita kansallisia koordinaatistojärjestelmiä kohtaan ja Suomessa onkin siirrytty vuoden 2003 alusta käyttämään Universal Transverse Mercator eli UTM-projektiota Gaussin–Krügerin -projektion sijasta. Uudessa projektiossa Suomi kuvataan vain yhdessä keskimeridiaanikaistassa. Tuon kaistan keskimeridiaani on 27 astetta ja se peittää alleen koko maan.

Suomen alueellista karttajärjestelmää on myös yhtenäistetty yleiseurooppalaiseen EUREF-järjestelmään, jolloin karttalehtien mittakaava muuttuu 1:25 000:ksi ja käytettävä koordinaatistojärjestelmä muuttuu EUREF–FIN:ksi. Tuo koordinaatistojärjestelmä perustuu World Geodetic System 1984 (WGS84) ellipsoidiin, jota käytetään yleisesti GPS (Global Positioning System)-satelliittinavigointijärjestelmän perustana. Vanhaa ja uutta peruskarttajärjestelmää käytetään aluksi rinnakkain siirtymäaikana vuoteen 2005 asti ja sen jälkeen uusi alueellinen EUREF–FIN-järjestelmä korvaa kartastokoordinaatti-järjestelmän kartantuotannossa.

Linkkejä eri koordinaatistojärjestelmiä käsitteleville sivustoille:

- Markku Poutasen tuottama pdf-materiaali EUREF–FIN koordinaatistosta http://www.mmm.fi/luonnonvarat_vesivarat_maanmittaus/maanmittaus/kartta_asiat/EUREF-FIN.pdf
- Coloradon yliopiston karttaprojektiosivut http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/mapproj/mapproj_ftoc.html
- Matti Rantasen tuottama Suomalaisten karttojen projektiot sivu <http://www.progis.fi/ajankohtaista/MattiRantanen/projektiot.htm>

3 PAIKKATIETOJÄRJESTELMIEN PERUSTOIMINNOT (KÄSITTELY, TULKINTA JA VISUALISOINTI)

Paikkatieto-ohjelmistot ovat mullistaneet tapamme käsitellä ja visualisoida eri mittakaavaisia karttoja. Paikkatieto-ohjelmistojen perustoimintoihin kuuluva eri aluetasojen joustava skaalattavuus antaa ohjelmiston käyttäjän itse valita karttaikkunaan haluamansa esitysmittakaavan. Suurenuslasityökalun avulla käyttäjä voi rajata karttaikkunassa alueen, johon lähempi tarkastelu kohdennetaan ja sen seurauksena rajattu alue piirtyy ikkunaan entistä tarkemmin yksityiskohdin eli suurimitakaavaisena.

3.1 Esitysmittakaavan muutokset

Paikkatieto-ohjelmistoissa voidaan tarkastella päällekkäin hyvinkin eri mittakaavassa olevia karttoja edellyttäen, että ne voidaan koordinaattijärjestelmänsä perusteella esittää samassa karttaikkunassa. Tällöin karttaikkunassa voidaan siirtyä perustyökalu-painikkeiden avulla maailmankartan pienimittakaavaisesta karttakuvasta rajattomasti tarkastelemaan Suomen kuntajaon mukaista karttaa tai jopa kohdentaa tarkastelu-mittakaava niinkin suurimittakaavaiselle kartalle kuin peruskartta-lehdelle, jolloin karttaikkunan kartan yleistämistä vähenee ja saamme näkymään entistä enemmän yksityiskohtia. Paikkatieto-ohjelmistoissa voidaan myös määrittää näkyvyyden raja-arvot kullekin karttatasolle, jolloin voidaan automaattisesti sulkea pois ikkunasta ne tasot, joiden sisältämä informaatio ei enää ole keskeistä yleistämistason vähetessä.

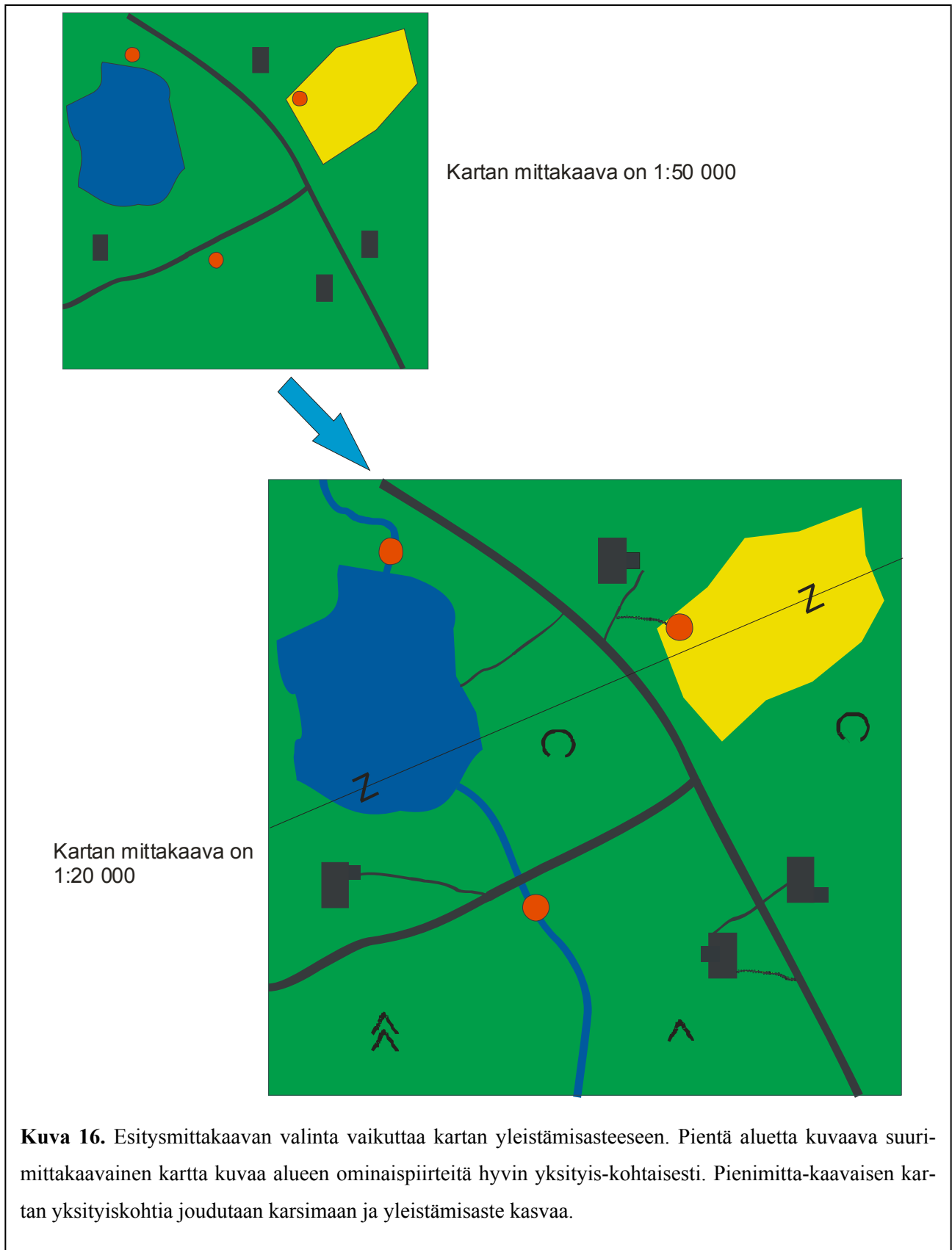
Suurimittakaavaiseksi nimitetään karttaa, jonka mittakaava on alle 1:50 000.

- suunnistuskartat, peruskartat ja muut maastokartat

Pienimittakaavaiseksi nimitetään karttaa, jonka mittakaava on yli 1: 500 000.

- maailmankartta, Suomen kartta, Lapin läänin kartta

Paikkatieto-ohjelmistot tarjoavat monipuoliset mahdollisuudet eri mittakaavoissa tapahtuvalle työkentelylle. Opettaja ja opiskelijat voivat niiden perustoimintojen avulla visualisoida eri aluetasoilla esiintyvien ilmiöiden levinneisyyttä ja skaalata näkymän karttaa käytössä olevan paikkatietodatan määrästä riippuen paikallistason ilmiöistä aina globaaliin tarkastelumittakaavaan asti. Aluetutkimuskurssilla laadittuja tutkimuksia voidaan paikkatieto-ohjelmistojen avulla syventää ja visualisoida eri esitysmittakaavojen tarjoamien mahdollisuuksien rajoissa.



Terveysmaantieteellisessä aluetutkimuksessa voidaan esimerkiksi käsitellä aluksi HIV-tartuntojen määrää tuhatta asukasta kohti Etelä-Suomen läänin kunnissa ja poimia näkymään kriittisimmät

kunnat. Tästä esitysmitta-kaavasta voimme edetä joustavasti koko Suomen tilanteeseen ja etsiä syitä lukujen vaihteluihin. Tästä tarkastelua voidaan laajentaa Suomen lähialueille, jopa niiden aluejaon mukaiseen tarkastelumittakaavaan, mikäli dataa on saatavilla. Itämeren alueen tarkastelun jälkeen mittakaavaa voidaan laajentaa koko Euroopan kattavaksi, jolloin voimme tarkastella esimerkiksi valtioiden välisiä eroja. Lopuksi voimme tutkia ilmiötä maailmankartalla ja tutkia syitä eroihin eri mantereiden välillä. Tällaisen esitysmittakaavan joustavan skaalattavuuden edut tulevat parhaiten näkyviin silloin kun kaikista tarkastelumittakaavoista ja aluejakoyksiköistä on saatavilla riittävästi luotettavaa tilastotietoa.

3.2 Kohteiden nimeäminen ja symbolien muokkaus

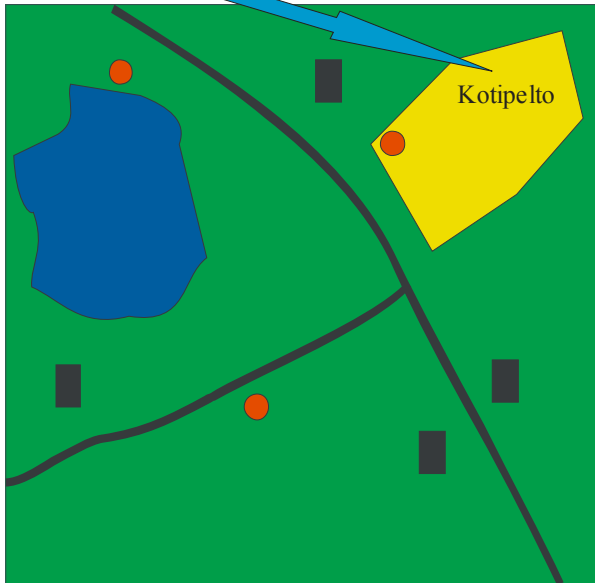
Vektorimuotoisen paikkatiedon (pisteet, viivat ja monikulmiot) käsittelyssä ja visualisoinnissa karttaikkunassa voidaan hyödyntää ominaisuustaulukon sisältämää informaatiota, muun muassa karttakohteiden nimeämisessä ja teemakarttojen laadinnassa. Rasterimuotoisella paikkatiedolla tällaista mahdollisuutta yksittäisten karttakohteiden nimeämiseen ei ole.

Paikkatieto-ohjelmistoissa on käytössä ns. nimeämistyökalut (Label-tools), joiden avulla käyttäjä voi hiiren avulla näpäyttää karttakohteen päällä ja tuoda kohteiden nimiä näkymään kartalla. Monissa paikkatieto-ohjelmistoissa voidaan nimen lisäksi määrittää myös jokin muu ominaisuustietotaulukon sarake, josta ohjelmisto poimii datan karttanäkymään. Nimeämistyökalu siis valitsee karttakohteen ominaisuustietotaulukosta visualisoitavaksi kutakin karttakohdetta kuvaavan datan määritetystä sarakkeesta, joka usein on kohteen nimi.

Mikäli käyttäjä olisi halunnut kuvata karttaikkunassa karttakohteen numeron, hänen tulee määrittää ohjelmistolle jo aiemmassa vaiheessa kohteiden numerot sisältävä sarake indeksoituna. Tällöin ohjelmisto poimisi visualisoitavat tiedot oikeasta sarakkeesta ja näyttäisi kohteiden numerot kartalla. Karttakohteiden ominaisuustietojen visualisointi on varsin helppoa paikkatieto-ohjelmistojen avulla.

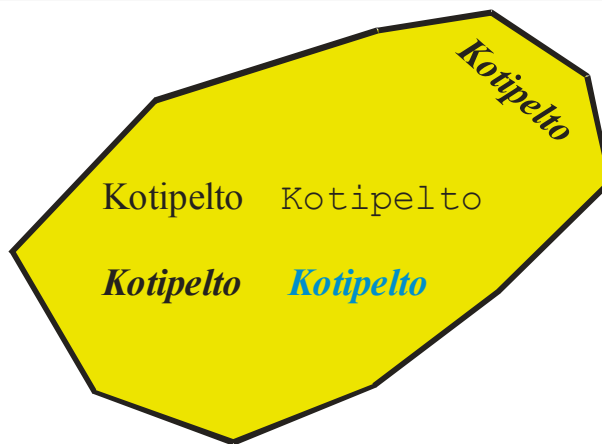
Lähiympäristön tutkimushanke 3A

Alueen nimi	Alueen nro	Asukasluku	Työttömyys %	Teollisuus	Palvelut	Maatalous	Muut
Kotipelto	3	147	4,2	20	45	20	15



Kuva 17. Karttakohteen nimeäminen tapahtuu sen ominaisuustietotaulukosta määritettävän sarakkeen sisältämän informaation perusteella. Kullekin karttakohteelle tulee nimi sen omalta riviltä ominaisuustietotaulukossa.

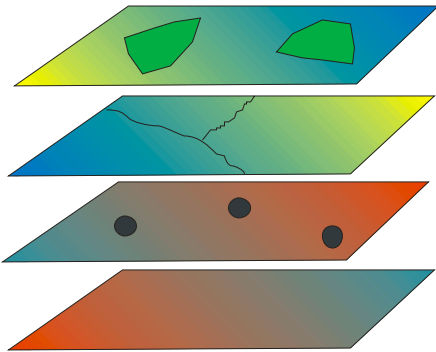
Nimeämistyökalun avulla kartalle tuotettuja tekstejä ja numeroita voidaan muokata valitsemalla ne hiirellä aktiiviseksi ja valitsemalla tekstityylin määrittästyökalu. Aktivoitujen nimien kirjasintyyliä, kokoa, väriä ja niiden esityskulmaa voidaan määrittää jälkikäteen näiden työkalujen avulla.



Kuva 18. Paikkatieto-ohjelmistoissa kartan tekstiä voidaan muokata kuten tekstinkäsittely-ohjelmistoissa.

Paikkatieto-ohjelmistoissa tuotettavia vektorikohteita voidaan muokata kahdessa eri vaiheessa. Ensimmäinen vaihe on niiden luomisen aikana eli karttasymbolien muotoa, täyteväriä ja reunaviivoja muokataan jo alussa. Toinen vaihe on jo valmiiden karttatasojen sisältämien karttasymbolien muokkaaminen. Jälkimmäinen vaihe edellyttää muokattavan tason aktivointia ja asettamista editoitavaan muotoon. Tämä tehdään tavallisesti tasohallintatoiminnan kautta.

Tasohallintatoiminto (Layer Control) antaa käyttäjälle mahdollisuuden määrittää karttatasojen keskinäisen järjestyksen karttaikkunassa. Käyttäjä voi siis määrätä, mikä karttataso on kulloinkin kassassa päällimmäisenä, mikä toiseksi ylimpänä ja niin pois päin. Tämän lisäksi tasohallinnassa voidaan sulkea halutut karttatasot pois näkyvistä, kun ne esimerkiksi peittävät alleen oppitunnin alussa käsiteltäviä karttakohteita. Pois näkymästä suljetut tasot voidaan avata nopeasti uudelleen näkyvään tasohallinnassa. Joissakin paikkatieto-ohjelmissa tasohallinta voidaan toteuttaa kartta-ikkunan sisällysluettelossa, kun taas toisissa pitää avata erillinen tasohallintaikkuna karttatasojen määrittysten muuttamiseksi. Valmiiden, jo olemassa olevien karttatasojen symbolien muokkaaminen siis edellyttää niiden muuttamista editoitavaan muotoon tasohallinnassa.



TASOHALLINTA		
Karttataso	Näkyvissä	Editoitavuus
Pellot	X	-
Tiet	X	-
Asutus	X	X
Pohjakartta	X	-

Kuva 19. Tasohallinnan avulla määritetään karttatasojen keskinäinen järjestys ja valitaan editoitavaksi se taso, jonka symboleja halutaan muuttaa. Kuvassa Asutus-taso on aktivoituna ja muokattavana. Tällöin muokataan pistemuotoisia vektoriaiaineistoja.

Paikkatieto-ohjelmistoissa on yksilölliset muokausvaihtoehdot kullekin vektorimuotoiselle paikkatiedolle. Pistemuotoisen paikkatiedon symboleille voidaan määrittää geometrinen muoto jonkun valmiin vaihtoehtopaletin mukaan. Palettien määrä vaihtelee käytettävän ohjelmiston mukaan. Yleisimmin käytetyissä paikkatieto-ohjelmistoissa pistemuotoisen paikkatiedon esitysmuodot voidaan valita hyvinkin tarkasti visualisoitavan aineiston sisältöä kuvaavaksi, esimerkiksi asutustasolle ta-

losymbolit tai ajoneuvoliikenne-tasolle eri ajoneuvotyyppisiä kuvaavia symboleita, kuten kuorma-, linja- ja henkilöautojen symboleita.

Viivamuotoiselle paikkatiedolle voidaan määrittää viivan tyyppi sen mukaan, mitä ilmiötä viivalla halutaan visualisoida. Rautatietä kuvaavalle viivalle voidaan useimmissa paikkatieto-ohjelmistoissa määrittää kartoista tuttu rautatiesymboli. Jokea kuvaavalle viivalle voidaan määrittää tyypiksi yhtenäinen viiva ja väriksi sininen. Polkujen esittämistä varten viiva voidaan muuttaa katkoviivaksi. Viivan tyyppin ja värin lisäksi paikkatieto-ohjelmistoissa voidaan määrittää myös viivan paksuus kuvapikseleinä tai millimetreinä.

Monikulmioille voidaan viivamuotoisen paikkatiedon tavoin määrittää niiden reunaviivojen tyyppi, väri ja paksuus. Sen lisäksi monikulmioille voidaan valita täyte eli reunaviivan sisään jäävän elementin kuvaustapa. Se voi olla jokin rasterikuvio, yhtenäinen täyteväri tai täytteen voi jättää valitsematta, jolloin kohde on läpinäkyvä ja alla olevan karttatason kohteet erottuvat kartta-ikkunassa sen alta.

Tekstien ja symbolien muokkauksessa on syytä huomioida kartografian perusteet, sillä paikkatieto-ohjelmistojen avulla laadittuja kartografisia esityksiä sitovat samat säännöt kuin muillakin tavoin valmistettuja karttoja. Kartan symbolien tulisi olla selkeitä ja loogisesti ilmiöiden ominaisuuksista johdettuja. Kartan laatijan tulee pyrkiä mahdollisimman suureen havainnollisuuteen ja karttasymbolien virhetulkintojen minimointiin.

Pistemuotoisilla vektoriaineistoilla voidaan symbolin kokoa muuttamalla ilmaista ilmiön määrällisiä eroja. Monikulmioiden täytevärin tummuusasteella voidaan myös visualisoida niiden sisältämien ominaisuuksien määrällistä vaihtelua. Tekstin sijoittelu vaikuttaa olennaisesti kartan havainnollisuuteen. Joihinkin maantieteellisiin kohteisiin liittyy tiettyjä vakiintuneita tekstitys-käytäntöjä ja niiden noudattaminen helpottaa kartan informaation välittymistä tiedon käyttäjälle. Esimerkiksi vesistökohteet nimetään yleensä eteenpäin kallistuvalla kursivoidulla tekstityypillä. Tekstin väri on myös usein sininen. Kartta-kohteiden nimeämisessä ja symbolien muokkaamisessa kokonaisuus on viime kädessä ratkaisevaa. Liian täyteen ahdettua karttaa ei ole miellyttävä käyttää eikä erilaisten symbolien, värisävyjen ja tekstityyppien kylväminen karttatasoille saa olla pääasiallisena tavoitteena.

3.3 Paikkatietokyselyt

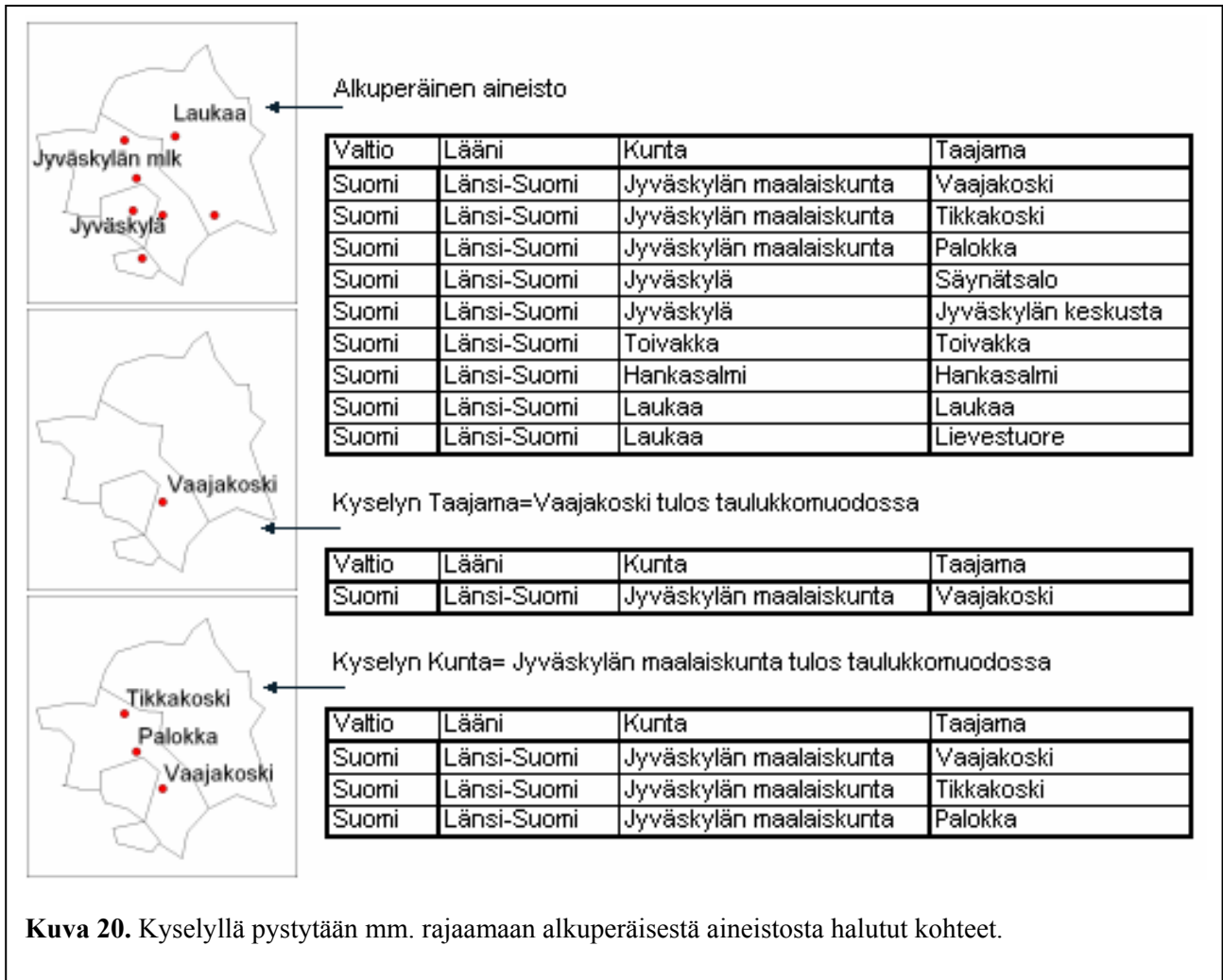
Paikkatietojärjestelmien tavoitteena on tuottaa tietoa ja uudenlaista ymmärrystä ilmiöiden alueellisesta jakautumisesta ja niiden vaihtelusta. Mikäli soveltuvaa aineistoa on käytettävissä, paikkatietokyselyillä ja -analyysillä voidaan hakea vastauksia erilaisiin maantieteellisiin kysymyksiin. Muuttoa harkitseva lapsiperhe voisi esimerkiksi miettiä seuraavia: Missä Vaajakoski on? Mikä on Vaajakosken asukasluku? Mitä suurempia kaupunkeja Vaajakosken läheisyydessä on? Mikä on nopein reitti Helsingistä Vaajakoskelle? Mikä on alueen vesistöjen tila? Löytyykö alueelta koulutusmahdollisuuksia ja päivähoitoa perheen lapsille, työpaikka molemmille puolisoille sekä mahdollisuus jatkaa nykyisiä harrastuksia? Missä päin Vaajakoskea on tarjolla vapaita asuntoja? Onko Vaajakoskella saatavilla sopivan kokoista asuntoa, joka on järven rannalla, korkeintaan kolmen kilometrin päässä Vaajakosken keskustasta? Onko lähikunnissa edullisempia asuntoja tai alhaisempi veroprosentti kuin Vaajakoskella?

Paikkatietokannasta tehdyt kyselyt tuottavat vastauksia kysymykseen hakemalla tietokannasta kaikki kohteet, jotka täyttävät annetut hakuehdot. Hakuehdot voivat perustua joko sijainti- tai ominaisuustietoihin tai molempiin.

Kyselyjen tulokset voi esittää joko kartalla, jolloin voidaan tarkastella kohteen sijaintia tai taulukkona, jolloin voidaan tarkastella kohteen ominaisuustietoja. Kyselyjen avulla voidaan myös luoda laajemmasta aineistosta uusia suppeampia osa-aineistoja ja tallentaa saatu aineisto uutena tietokannana myöhempää käyttöä varten. Kyselyiden yhteydessä on mahdollista järjestellä saatu aineisto esimerkiksi nimien mukaan aakkosjärjestykseen tai lukuarvojen mukaiseen suuruusjärjestykseen sekä laskea sarakekohtaisia summia tai keskiarvoja.

3.3.1 Ominaisuustietoihin perustuvat kyselyt

Useissa järjestelmissä hakulauseke on muotoa: kenttä operaattori arvo. Kuvan 20. tietokannasta voidaan hakea Vaajakoski määrittämällä hakuehdoksi Taajama = Vaajakoski (kenttä; tietokannan taulun sarake nimeltään Taajama, operaattori; =, arvo; Vaajakoski). Haluttaessa kaikki Jyväskylän maalaiskunnan taajamat, määritetään hakuehdoksi Kunta = Jyväskylän maalaiskunta.



Edellä olevissa kyselyissä haettiin tietokannasta ominaisuustietoihin perustuen yhdestä kentästä vain tietyn arvon omaavat tietueet. Tällöin hakulauseen operaattorina on yhtä suuri kuin -merkki. Lausekkeissa voidaan käyttää myös muita operaattoreita, kuten pienempi kuin, suurempi kuin, suurempi tai yhtä suuri kuin, erisuuri kuin jne. Numeerinen ominaisuustieto on käsiteltävissä myös erilaisten laskuoperaattorien avulla, kuten yhteen-, vähennys-, kerto- tai jakolaskuilla. Mikäli tietokannan ominaisuustiedoista löytyy esimerkiksi pinta-ala (km²) ja asukasluku (hlö), voidaan kysely tehdä väestötiheyden avulla: asukasluku/pinta-ala > 50. Kyselyn tulokseksi saadaan kunnat, joiden väestötiheys on suurempi kuin 50 hlö/km².

3.3.2 Sijaintiin perustuvat kyselyt

Kyselyt voivat kohdistua ominaisuustietojen ohella myös karttaobjekteihin, jolloin voidaan esimerkiksi etsiä kuntia niiden karttaobjektin avulla. Tällöin kysely perustuu kohteen sijaintitietoihin ja

esimerkiksi karttakohteen pinta-ala on laskettavissa alue-funktion avulla. Oletetaan, että area-funktio laskee karttakohteen (objekti, obj.) pinta-alan. Tällöin hakulauseke: $\text{obj.area} > 10 \text{ km}^2$ antaa tulokseksi karttakohteet, joiden pinta-ala on suurempi kuin 10 km^2 .

Karttaobjektien käsittelyyn on monia eri funktioita, joilla voidaan määrittää mm. monikulmion kehän tai viivan pituus, kuvion geometrisen painopisteen sijainti, kohteen etäisyys tunnetusta pisteestä jne. Funktioilla saatuja arvoja käytetään sijaintiin perustuvassa kyselyssä kuten kenttiä ominaisuustietoihin perustuvassa kyselyissä.

Sijaintitietoihin perustuvissa hakulausekkeissa käytetään osittain samoja operaattoreja kuin ominaisuustietoihin kohdistuvissa hauissa. Edellä mainittujen yhtä suuri, suurempi kuin jne. operaattorien lisäksi on kuitenkin käytettävissä karttakohteiden keskinäiseen suhteeseen perustuvia operaattoreita, kuten sijaitseeko kohde toisen sisällä, sivuavatko kohteet tai leikkaavatko ne toisiaan tai ovatko kohteet täysin erillään toisistaan.

Esimerkiksi seuraavat haut antavat hakulauseen perässä olevan tuloksen - suluissa suomenkielistä termiä vastaava englanninkielinen termi:

- tietokanta_a.obj leikkaa (intersects) tietokanta_b.obj valitsee b:stä kohteet jonka rajat leikkaavat a:n kohteen
- tietokanta_a.obj sisältää (contains) tietokanta_b.obj, valitsee b:stä kohteet joiden painopiste on a:n sisällä
- tietokanta_a.obj sisältää kokonaan (contains entire) tietokanta_b.obj, valitsee b:stä kohteet jotka ovat kokonaan a:n sisällä
- tietokanta_a.obj ei sisällä kokonaan (not contains entire) tietokanta_b.obj, valitsee b:stä kohteet jotka eivät ole kokonaan a:n sisällä
- tietokanta_a.obj on kohteen sisällä (within) tietokanta_b.obj, valitsee b:stä kohteet, mikäli a on kohteen b sisällä

Hakuoperaattoreiden toiminnassa voi olla ohjelmistokohtaisia eroja. On kuitenkin hyvä muistaa yleissääntönä, ettei murtoviiva voi sisältää (contain) pistettä, mutta se voi leikata (intersect) sen. Vastaavasti piste ei voi olla murtoviivassa (within), mutta se voi leikata (intersect) sen.

3.3.3 Boolean operaattorit

Monimutkaisemmissa kyselyissä lausekkeet yhdistetään erilaisilla yhdistelyoperaattoreilla, joista yleisimmät ovat AND, OR ja NOT (Boolean operaattorit/logiset operaattorit). Mikäli tietokanta sisältää kentät kaupunki ja asukasluku, saadaan hakulausekkeilla:

- asukasluku ≥ 50000 AND asukasluku < 100000 tulos sisältää kaupungit, joiden asukasluku on suurempi tai yhtä suuri kuin 50000, mutta pienempi kuin 100000
- asukasluku < 50000 OR asukasluku > 100000 tulos sisältää kaupungit joiden asukasluku on joko pienempi kuin 50000 tai suurempi kuin 100000
- asukasluku > 500000 NOT kaupunki = Helsinki tulos sisältää Helsingin lukuun ottamatta kaupungit, joiden asukasluku on suurempi kuin 100 000.

3.3.4 Relaatiotietokannat ja SQL-kysely

Paikkatieto-ohjelmistoissa voi olla useampi erilaisia kyselymenetelmiä. Monissa suppeissa ohjelmistoissakin voi olla yksinkertainen kyselytoiminto, jolla voidaan tehdä yhteen tietokantaan kohdistuvia kyselyjä. Yleensä kyselyt kohdistuvat kuitenkin useampaan kuin yhteen tietokantaan. Tällöin kysely toteutetaan useimmiten SQL-kieleen perustuvalla (Structured Query Language) SQL-kyselyllä.

SQL:stä on kehittynyt relaatiotietokantojen kyselyn standardi. Relaatiotietokannassa tiedot esitetään tauluina (engl. table), joita kutsutaan myös relaatioiksi. Kukin taulu koostuu tietueista ja kentistä. Taulun riveillä, joita kutsutaan tietueiksi, on yhtä monta tietoa eli kenttää. Jokaisella rivillä täytyy olla yksikäsitteinen perusavain, joka vastaa jotakin reaali maailman kohdetta. Kuhunkin kohteeseen liitetään vain siihen välittömästi liittyvät ominaisuudet. Taulut liittyvät toisiinsa avainkenttien avulla. Mikäli kahden taulun avainkentissä on sama arvo, täydentävät tietueet toisiinsa. Relaatiotietokannoista tietoa haetaan vain tiedon nimien ja arvojen perusteella, ei tiedon sijainnin tai järjestyksen mukaan. Kukin yksittäinen tieto relaatiotietokannassa voidaan hakea esimerkiksi ilmoittamalla taulun nimi, perusavaimen kentän nimi ja avaimen arvo sekä haettavan tiedon kentän nimi.

nro	Valtio	Lääni
1	Suomi	Etelä-Suomen lääni
2	Suomi	Länsi-Suomen lääni
3	Suomi	Itä-Suomen lääni
4	Suomi	Oulun lääni
5	Suomi	Lapin lääni
6	Suomi	Ahvenanmaan maakunta

nro	Lääni	Kunta
1	Länsi-Suomen lääni	Jyväskylän maalaiskunta
2	Länsi-Suomen lääni	Jyväskylä
3	Länsi-Suomen lääni	Laukaa

Nro	Kunta	Taajama
1	Jyväskylän maalaiskunta	Vaajakoski
2	Jyväskylän maalaiskunta	Palokka
3	Jyväskylän maalaiskunta	Tikkakoski

Kuva 21 Relaatiotietokantojen taulut eli relaatiot ovat yhdistettävissä toisiinsa avainkenttien avulla.

SQL avulla on mahdollista tehdä paitsi tietokantakyselyjä, myös liittää erilaisia tietokantoja yhteen. Tietokantaliitoksista on apua mm. uuden internetistä saatavilla olevan aineiston liittämiseksi jo olemassa olevaan, karttaobjektit sisältävään, aineistoon. Liitokset perustuvat eri tietokannoissa oleviin avainkenttiin, joissa olevien tietojen pitää olla täysin yhtenevät (katso kappale 4.2.1 Tietokantojen yhdistäminen ja teemakartat).

Vaikka relaatiotietokannat ja SQL-haut ovatkin tärkeä osa paikkatietoaineistojen käsittelyä, emme käsittele aihetta tämän perusmateriaalin yhteydessä laajemmin. Aiheisiin kannattaa kuitenkin tutustua esimerkiksi internetissä (katso taulukko 4) sekä käyttämäsi paikkatieto-ohjelmiston manuaalista.

Taulukko 4 SQL ja relaatiotietokannat

SQL-kysely (SQL= Structured Query Language) on hyödyllinen väline monipuolisuutensa takia myös paikkatieto-analyyseissä (katso seuraava kappale). Sen avulla voidaan valita eri tietokantojen välillä kohteita niin ominaisuustietojen kuin karttaobjektien sijaintitietojen avulla sekä luoda näistä uusia tasoja karttoihin. Sillä voi toteuttaa monipuolisia kyselyjä, yhdistellä aineistoja sekä suorittaa erilaisia matemaattisia laskuoperaatioita.

Yksinkertaisia kyselyjä pystyy tekemään jo monilla suppeilla paikkatieto-ohjelmistoilla. Monipuolisimmat topologiaan liittyviä kyselyt tehdään kuitenkin pääasiassa, kuten muutkin laajemmat kyselyt SQL-kyselyllä SQL-ominaisuudet kuitenkin puuttuvat monista maksuttomista ohjelmistoista. Tämä on valitettavaa, sillä SQL:stä on kehittynyt relaatiotietokantojen käsittelykielen standardi, johon paikkatiedon käsittelyistä laajemmin kiinnostuneiden on suotavaa tutustua.

Lisää tietoa SQL-kielestä ja relaatiotietokannoista paikkatietojärjestelmissä löytyy muun muassa seuraavista internetosoitteista.

SQL

Huhtinen Markus: VirtuaaliaAKM Paikkatietojärjestelmät ⇒ luku 3. Paikkatietoanalyysit ⇒ 3.4 Tietokantahaut: <http://www.ncp.fi/koulutusohjelmat/metsa/PaikkatietoWWW/Analyysi/Tietokantahaut.htm>

Relaatiotietokannat

Huhtinen Markus: VirtuaaliaAKM Paikkatietojärjestelmät ⇒ 1. Paikkatietojärjestelmien perusteet ⇒ 1.5.3 Tietokannat: <http://www.ncp.fi/koulutusohjelmat/metsa/PaikkatietoWWW/perusteet/tietokan.htm>

3.4 Paikkatietoanalyysit

Paikkatietoanalyyseissä käytetään samoja paikkatietojärjestelmien työvälineitä kuin paikkatietokyselyissä, mutta niiden lisäksi on käytettävissä erilaisia visuaalisia ja matemaattisia apukeinoja. Analyyseillä voidaan lukea operaatiot, joiden avulla tuotetaan uutta tietoa olemassa olevan aineistojen avulla, kuten nopeimman reitin laskeminen Helsingistä Vaajakoskelle matkan ja nopeusrajoituksen avulla tai vesistöjen tilan määrittäminen tietokantoihin tallennettujen veden fysikaalisten, kemiallisten ja biologisten ominaisuuksien avulla.

Koska ilmiöiden maantieteellinen sijainti, jakautuminen ja sen visuaalinen esittäminen ovat paikkatietojärjestelmien vahvinta aluetta, voidaan lähes kaikkea paikkatietojärjestelmillä tehtävää tiedon muokkausta kutsua spatiaaliseksi (alueelliseksi) analyysiksi. Esimerkiksi kappaleen 3.1. alussa oleva järvenranta asuntoa käsittelevää kysymys on kysely, mikäli kaikki kyselyssä tarvittavat tiedot on jo tallennettua asuntoa koskevaan tietokantaan. Mikäli tietokannassa ei ole kerrottu sijaitseeko asunto järvenrannalla, saamme sen selvitettyä päällekkäisanalyysin avulla vertaamalla asuntotietokan-

nan hakutulosta tontteja käsittelevään aineistoon. Analyysiin tuloksena syntyy uutta tietoa, joka kertoo sijaitseeko talo rantatontilla vai ei.

Sijainti- ja ominaisuustietoihin perustuvat paikkatietoanalyysit voidaan jakaa neljään ryhmään (Aronoff 1991):

- Sijaintitiedon säilyttävä tiedonhallinta (haku, kysely, luokittelu, yleistys, mittaus)
- Päällekkäisanalyysit (synon. leikkausanalyysi, overlay-analyysi)
- Naapuruusanalyysit (synon. lähekkäisyysanalyysi, vaikutusalueanalyysi)
- Yhdistävyysanalyysit

Paikkatietoanalyysi ei perustu tilastolaskennan tavoin yksinomaan matemaattisiin toimintoihin. Yksi käytetyimmistä tavoista analysoida paikkatietoaineistoa on visuaalinen analyysi, joka toteutetaan ainakin osittain tutkijan päässä, vertailemalla paikkatieto-ohjelmiston avulla päällekkäisiä karttatasoja. Tutkittavat kohteet voidaan valita tasolta esimerkiksi kyselyn avulla, jonka jälkeen niitä vertaillaan muihin tasoihin, pyrkien etsimään syitä tutkimallemme ilmiölle. Erilaisista ominaisuustiedoista voidaan laatia teemakarttoja tai diagrammeja, jotka korostavat tiettyä ominaisuustietoa ja helpottavat visuaalista analyysiä. Kohteiden ympärille voidaan laatia puskurivyöhykkeitä, esimerkiksi haluttaessa tutkia, onko vilkasliikenteisen tien varrella taloja, joissa liikenteen melu voisi muodostaa terveysriskin.

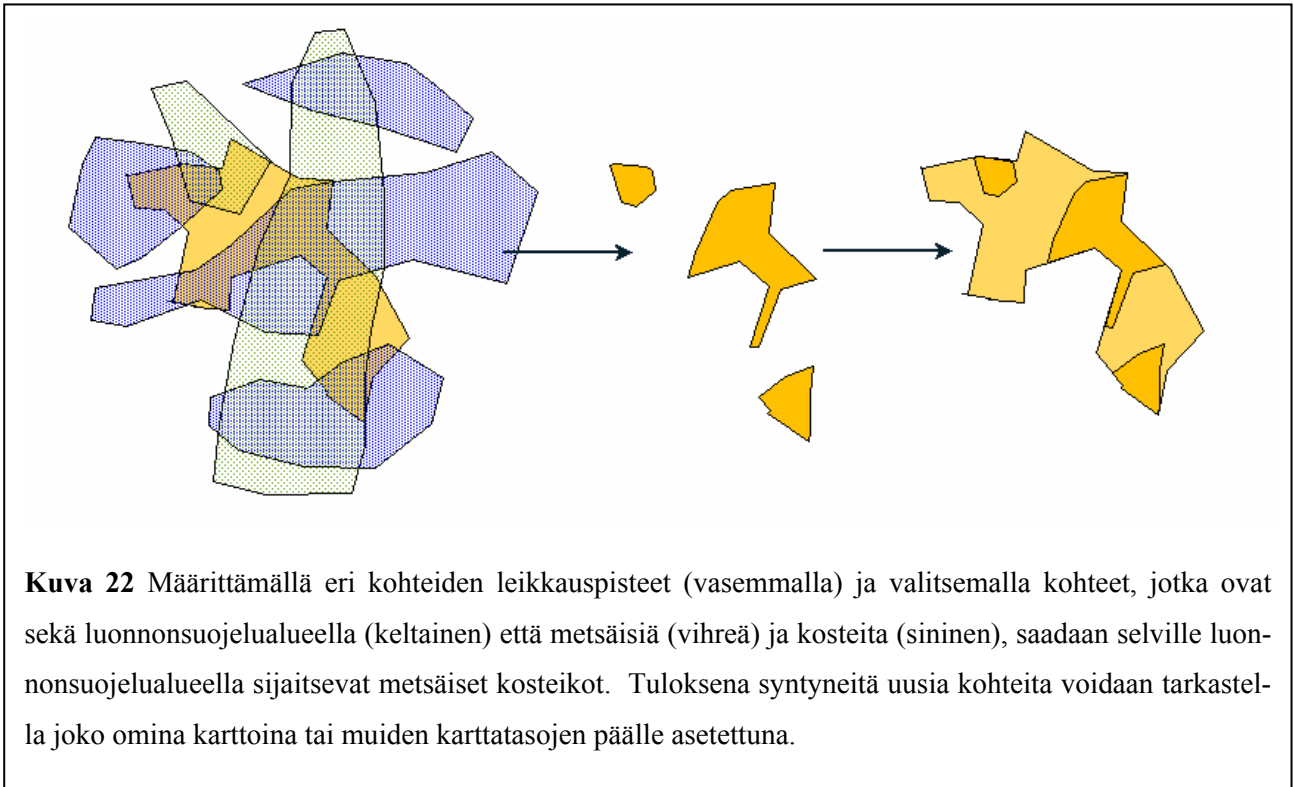
3.4.1 Päällekkäisanalyysit

Päällekkäisanalyysissä (leikkausanalyysi, overlay-analyysi) vertaillaan ja yhdistellään päällekkäisten karttatasojen kohteita. Analyysin tuloksen syntyy uusia karttakohteita (alue-objekteja), joihin liittyy tai liitetään joukko ominaisuustietoja. Analyysissä syntyneiden kohteiden ominaisuustiedot kerätään, joko sellaisina tai erilaisten laskuoperaatioiden avulla alkuperäisistä tietokannoista. Ne sisältävät yleensä myös aivan uutta, esimerkiksi muodostuneiden kohteiden sijaintitietoon tai luokitteluun perustuvaa tietoa.

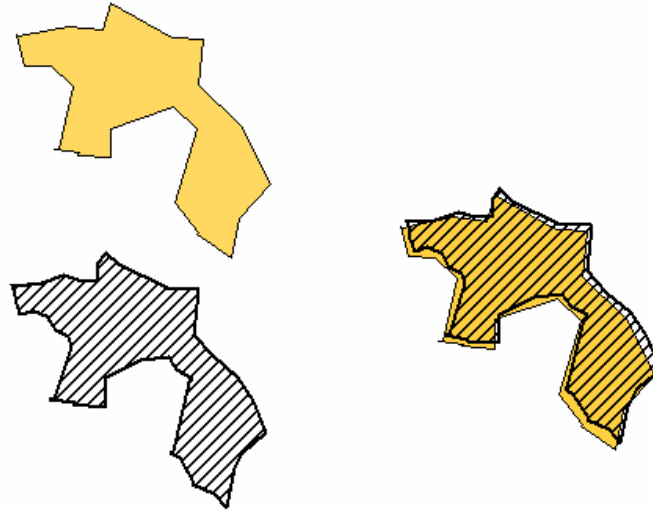
3.4.1.1 Vektoriaineiston päällekkäisanalyysit

Vektoriaineiston viiva- ja aluekohteiden analyysissä määritetään kohteiden väliset leikkauspisteet. Tuloksen syntyy joukko pieniä alueobjekteja, joissa kussakin on oma yhdistelmänsä alkuperäisten tasojen ominaisuuksista. Koska uusien alueobjektien määrä on monesti hyvin suuri, joudutaan niitä

suodattamaan esimerkiksi koon perusteella tai poimimaan kohteiden joukosta mielenkiintoisimmat kohteet erilaisten kyselyjen avulla.



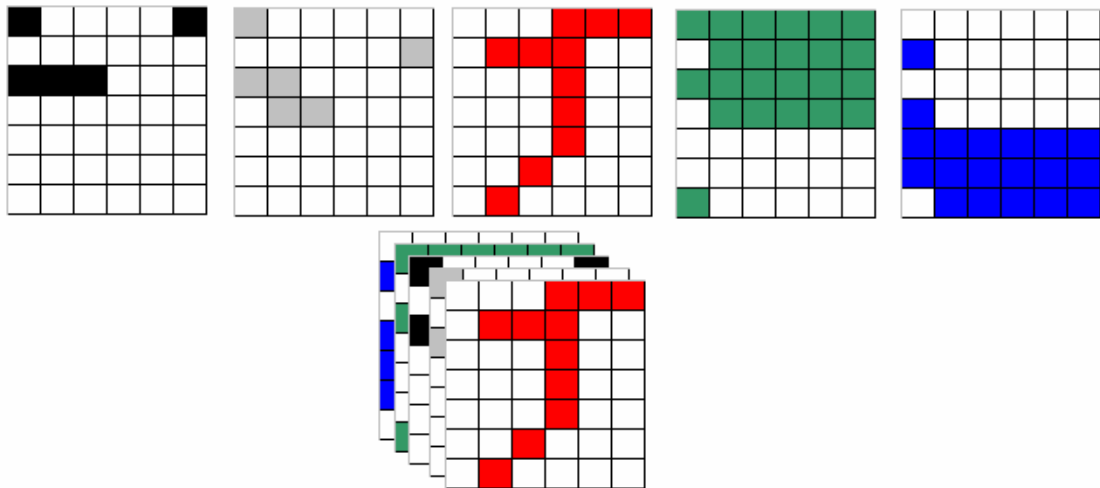
Eri lähteistä saatujen aineistojen analysointi edellyttää yleensä aineiston muokkaamista ennen analysointia. Tavallisesti esimerkiksi alueiden rajat on digitoitu eri lähteissä hieman eri tavoin. Ilman aineiston muokkaamista päällekkäisanalysissä syntyy hyvin suuri joukko pinta-alaltaan nolaa lähellä olevia alueita. Osassa paikkatieto-ohjelmistoja on toiminto, jolla voidaan korjata digitoinnin virheitä automaattisesti. Automaattisella korjaustoiminnolla voi muun muassa poistaa alueiden päällekkäisyyksiä ja niiden välisiä rakoja. Korjaustoiminnon puuttuessa tai kohdistuessa vain yhteen tasoon, vaatii erillisten tietokantojen digitoitierojen korjaus paljon manuaalista käsityötä. Mikäli käytettävissä on esimerkiksi kaksi valmista hieman eri mittakaavassa digitoitua Suomen kunta-aineistoa, manuaalista aluekohteiden yhdenmukaistamista yksinkertaisempaa on yhdistää tietokantojen ominaisuustiedot tietokantaliitoksilla luotettavampana pidettävään karttapohjaan.



Kuva 23 Eri lähteistä saatavissa kartta-aineistoissa on usein eroja digitoinnissa, esimerkiksi rajojen digitoinnissa.

3.4.1.2 Rasteriaineiston päällekkäisanalyysit

Rasteriaineistot ovat vektoriaineistoa edullisempia ja helpommin saatavimmilla olevia aineistoja. Rasteriaineisto soveltuu hyvin niin vektoriaineiston taustakuviksi kuin ohjelmistolla automatisoidun analyysin kohteeksi. Päällekkäisanalyysien laadinta rasteriaineistolla on huomattavasti vektoriaineistoa yksinkertaisempaa, koska tieto on rasteripohjaisessa aineistossa järjestetty riveille ja sarakkeille. Analyysi kohdistuu rasteriaineistossa päällekkäisten tasojen vastinpikseleiden vertailuun, kun taas vektoriaineistossa päällekkäisyysanalyysi edellyttää leikkauspisteiden laskemista, uusien alueiden muodostamista ja haluttuja ominaisuuksia sisältävien alueiden etsimistä.



Kuva 24 Pällekkäisanalyysi on rasteriaineistolla vektoriaineistoa yksinkertaisempaa, koska aineisto on järjestetty riveille ja sarakkeille. Analyysi kohdistuu päällekkäisten tasojen vastinpikseleiden vertailuun, kun taas vektoriaineistolla se edellyttää mm. leikkauspisteiden määrittämistä.

Rasteripohjaisen aineiston analyysia käytetään yleisesti muun muassa ympäristön seurannassa, maankäytön suunnittelussa ja valuma-alueiden määrittämisessä. Rasteriaineiston, kuten kaukokartoituksen avulla saatavan materiaalin (ilma- ja satelliittikuvat), muokkaus ja analysointi, yhdessä muista lähteistä saadun aineiston kanssa on paikkatietoanalyysien käytetyimpiä ja vahvimpia osia alueita. Erilaisia aineistoja ja menetelmiä voidaan käyttää monipuolisesta rinnakkain. Esimerkiksi jokeen päässeen öljy- tai myrkkypäästön leviämistä ja vaikutuksia vesistöissä voidaan arvioida aineistosta, johon on koottu:

- ilmakuvia (rasteri – näkyvät havainnot)
- järvet ja joet (vektori)
- keskimääräinen virtaama vesistön eri osissa (vektori/rasteri)
- valuma-alue (vektori)
- sademääräennusteet valuma-alueen eri osissa (vektori)
- veden laadusta mittauspisteiden tuloksia (vektori)
- alueella tavattavat eliöt (rasteri/vektori)
- eri eliöiden sietoisuudet kyseiselle aineelle (ei karttaobjektia).

Valitettavasti laajimmalle levinneiden vektoripohjaisten paikkatieto-ohjelmistojen (MapInfo ja ArcGIS) ammattilaisversioidenkin peruskokoonpanoista puuttuu rasterikuvan analysointiominaisuudet. Kyseisiin ohjelmiin on saatavilla rasterikuvien analysoimiseen soveltuvat ohjelmistot

maksullisina – melko kalliina – lisäkomponentteina. Tämä rajoittaa rasteriaineiston käyttöä opetustilanteessa, koska erillisten rasterianalyysiohjelmien käytön opiskelusta saatu hyöty voi jäädä vähäiseksi opetteluun käytettyyn aikaan nähden. Rasterikuvat ovat kuitenkin käytettävissä vektoripohjaisissakin ohjelmistoissa visuaalisen analysoinnin tietolähteenä sekä lähdemateriaalina tuotettaessa uutta vektorianeistoa kuvaruutudigitoinnin avulla.

Vihje: Rasterikuvan käyttö vektoripohjaisissa paikkatieto-ohjelmistoissa

Vektoripohjaisissa paikkatieto-ohjelmistoissa rasterikuvien käyttöä visuaalisessa analyysissä helpottaa rasterikuvan jonkin värin määrittäminen läpinäkyväksi, jolloin kuvaruudulla voi nähdä yhtä aikaan useampiakin rasterikuvia. Ilman läpinäkyvyyttä rasterikuvaa voi käyttää vain alimpana tasona, koska se peittää kaikki allaan olevat tasot näkyvistä.

Rasterikuva-analyysiä, kuten koko paikkatietojärjestelmien tasoajatteluakin, voi demonstroida myös perinteisellä kartta kartan päälle menetelmällä, jossa verrataan kahden kalvolle kopioidun kartan tietoa keskenään. Menetelmän ongelmaksi kuitenkin tulee samassa mittakaavassa olevien karttojen saanti. Kyseistä ongelmaa ei paikkatieto-ohjelmistoja käytettäessä ole, koska rekisteröinnin jälkeen rasterikartta näkyy kuvaruudulla samassa mittakaavassa muiden tasojen kanssa. Paikkatieto-ohjelmistoja käytettäessä on kartan päälle myös helppo lisätä uusia tasoja joko itse piirtäen tai valmista aineistoa käyttäen.

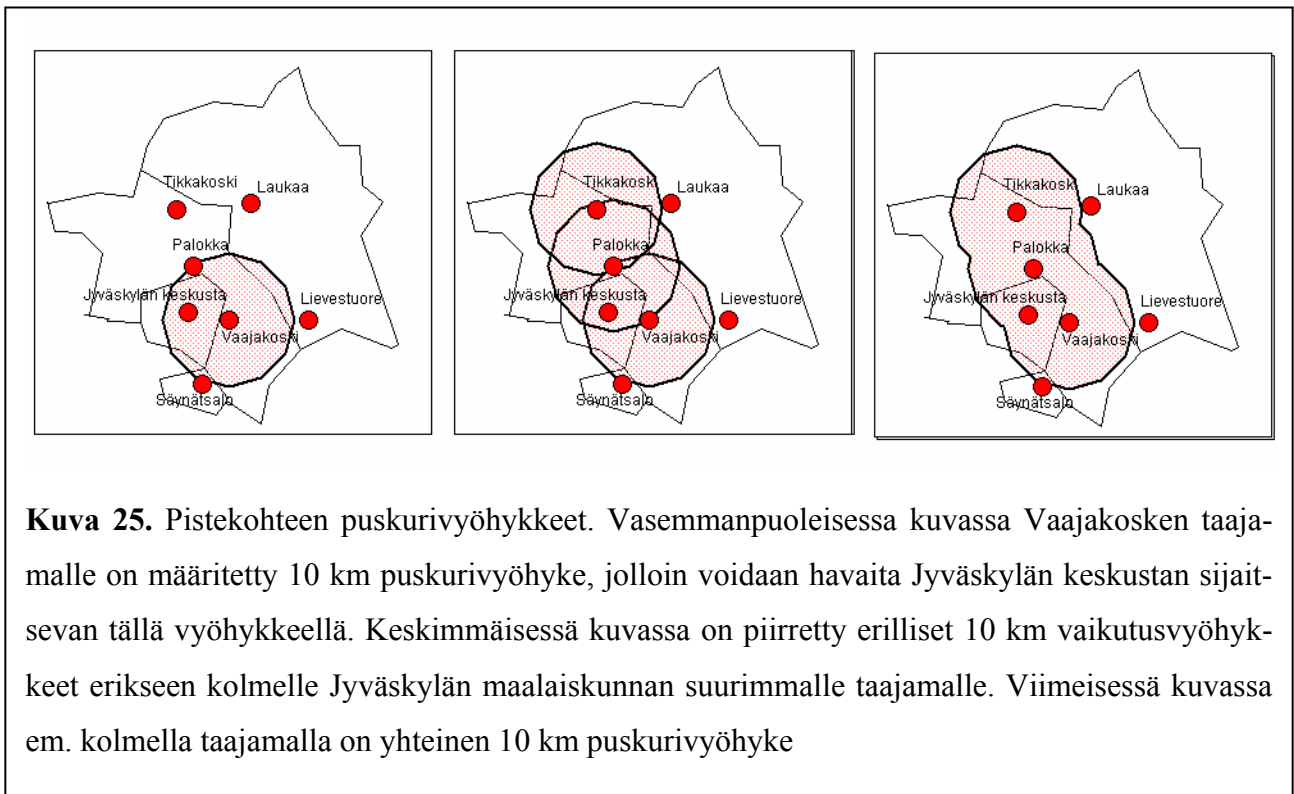
3.4.2 Naapuruusanalyysit

Vektorianeiston naapuruusanalyysillä tarkoitetaan puskurivyöhykkeen määrittystä. Vektorikohteen ympärille muodostetaan halutun levyinen vyöhyke, jolloin syntyy uusi vyöhykealue, jota voidaan käyttää vaikkapa päällekkäisyysanalyysin kohdealueena.

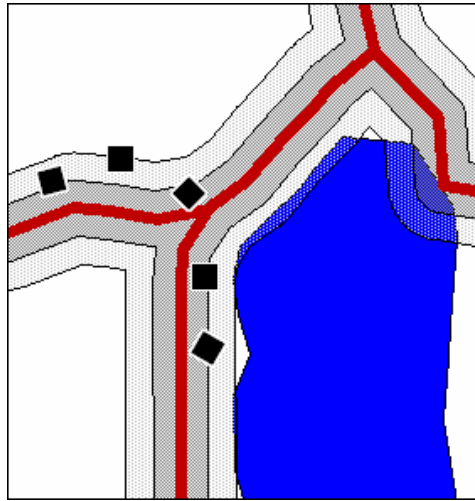
Puskurivyöhyke voidaan määrittää kullekin yksittäiselle kohteelle erikseen tai monelle kohteelle yhteiseksi. Vyöhykkeelle voidaan määrittää vakioleveys esimerkiksi metreinä tai kilometreinä niin, että vyöhyke on kullakin kohteella sama tai kullekin kohteelle voidaan määrittää oma, muista kohteista riippumaton vyöhykeleveys. Vyöhyke voidaan määrittää myös käyttäen jotakin ominaisuustietoa tai kohdetietoa, kuten alueen pinta-alaa tms. käyttäen. Viimeksi mainittu tapa on käytännöllinen esimerkiksi liikenteen meluvyöhykkeitä määritettäessä. Mikäli tietokantaan on tallennettu tiekohtaiset liikennemäärät, voidaan häiritsevän melun vaikutusalueet määrittää tämän tiedon mukaan.

Vektorimuotoinen alue eli monikulmio voidaan muuttaa paikkatieto-ohjelmistolla viivakohteeksi. Tällöin alueen rajasta muodostuu sulkeutunut viiva. Rajan muoto ei muutu, mutta se ei viiva-

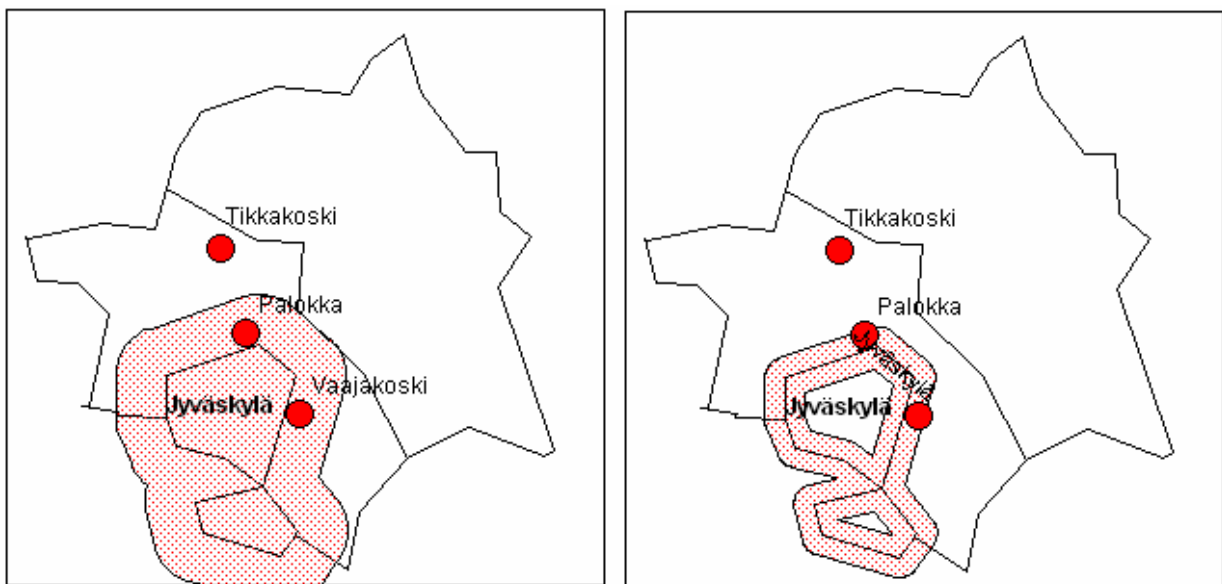
kohteena enää sulje sisällensä aluetta, toisin sanoen ohjelmisto ei esimerkiksi sijaintietoon perustuvassa kyselyssä tunnista viivan sisäpuolella olevaa pistettä kohteeseen kuuluvaksi. Viiva-muoto on käyttökelpoinen myös tarkasteltaessa kunnan tai valtion rajan läheisyydessä asuvien ihmisten lukumäärää. Esimerkiksi muodostettaessa 2 km. puskurivyöhyke tälle rajalle, kattaa vyöhyke alueen 2 km säteellä rajan kummaltakin puolelta. Aluekohteelle tehtäessä puskurivyöhyke kattaa ulospäin suuntautuvan vyöhykkeen lisäksi koko alueen pinta-alan.



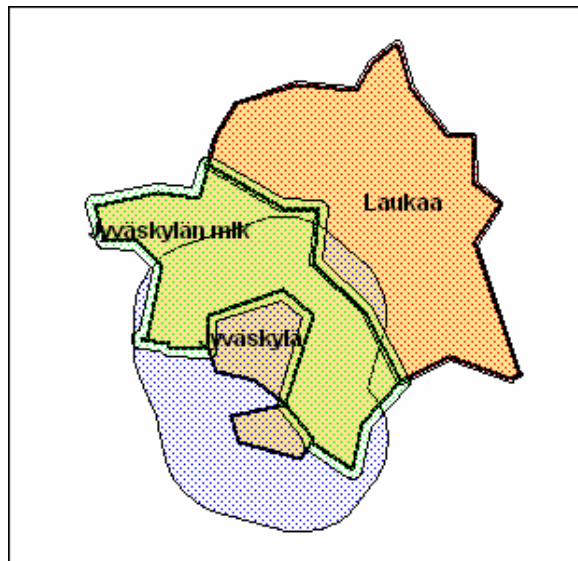
Kuva 25. Pistekohteen puskurivyöhykkeet. Vasemmanpuoleisessa kuvassa Vaajakosken taajamalle on määritetty 10 km puskurivyöhyke, jolloin voidaan havaita Jyväskylän keskustan sijaitsevan tällä vyöhykkeellä. Keskimmäisessä kuvassa on piirretty erilliset 10 km vaikutusvyöhykkeet erikseen kolmelle Jyväskylän maalaiskunnan suurimmalle taajamalle. Viimeisessä kuvassa em. kolmella taajamalla on yhteinen 10 km puskurivyöhyke



Kuva 26. Viivakohteen puskurivyöhykkeet. Maantielle on laadittu kaksi puskurivyöhykettä. Ensimmäinen vyöhyke on leveydeltään 50 metriä tien molemmille puolille. Tällä vyöhykkeellä voidaan olettaa olevan suurimmat meluhaitat. Ulompi vyöhyke on alkaa 50 metrillä jatkuen 100 metrin etäisyydelle tiestä. Kyseinen vyöhyke on laadittu määrittämällä ensimmäiselle vyöhykealueelle uusi vyöhyke, jonka leveys on 50 metriä (aluepuskuri).



Kuva 27. Aluekohteen puskurivyöhyke. Oikeanpuolisessa kuvassa Jyväskylän ympärille on määritetty 5 km puskurivyöhyke. Vyöhykealue kattaa tällöin sekä koko Jyväskylän että alueet 5 km ulospäin sen rajasta. Oikeanpuoleisessa kuvassa Jyväskylän alue on muutettu viivakohteeksi (raja), jonka ympärille on määritetty 2 km puskurivyöhyke (viivakohteen puskuri).

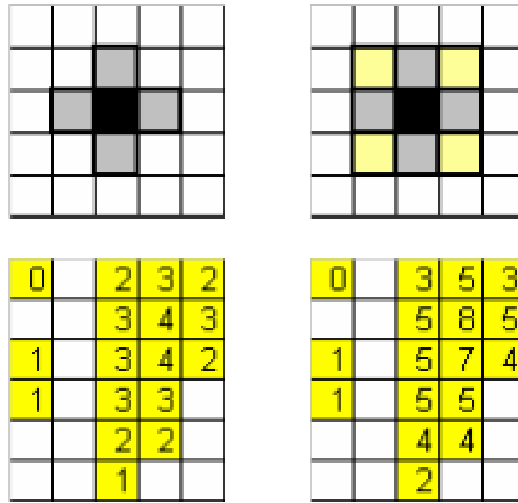


Kuva 28. Aluekohteen puskurit määritettynä ominaisuustietojen avulla. Kullekin kunnalle on määritetyt oma puskuri asukastiheyden avulla, jolloin Jyväskylä (sininen) saa tiheimmin asuttuna suurimman puskurin ja Laukaa (oranssi) pienimmän. Asukastiheystiedon puuttuessa, puskuri määritettiin lausekkeella, jossa asukasluku jaettiin pinta-alalla. Lisäksi käytettiin kokeilemalla saatua kerrointa, jotta vyöhykkeiden leveydet sopivat kartan mittakaavaan.

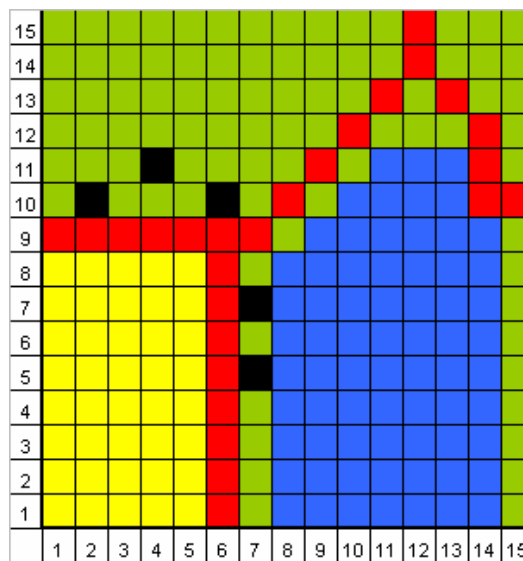
3.4.2.1 Rasteriaineiston läheisyysvyöhykkeet

Rasteriaineiston naapuruusanalyysissä tarkastellaan toisiinsa kosketuksissa olevia kuvapikseleitä. Yhdellä pikselillä on samalla karttatasolla neljä pikseliä, joiden kanssa sillä on yhteinen sivu (4-naapuruus). Mikäli huomioidaan nurkkapisteetkin, yksi pikseli voi olla kosketuksessa kahdeksaan lähipikseliin (8-naapuruus) (kuva 29). Rasteriaineistossa esimerkiksi järvi muodostuu arvon vesi sisältämistä pikseleistä, jotka ovat yhteydessä toisiinsa ja tie toisiinsa kytkeytyneiden arvon tie omaavien pikselien jonosta (kuva 30).

1) 4-naapuruus 2) 8-naapuruus



Kuva 29. Rasteriaineiston naapuruusanalyysissä tarkastellaan toisiinsa kosketuksissa olevia pikseleitä. Tarkastelu voidaan suorittaa joko 4-naapuruutena (yhteiset särmät) tai 8-naapuruutena (särmien lisäksi yhteiset kulmat)..



Kuva 30 Rasterikuvan järvi (sininen) muodostuu toisiinsa kytkeytyneistä pikseleistä, joiden arvona on vesi. Järven keskellä olevat pikselit ovat kosketuksessa useampien saman arvon omaavien pikseleiden kanssa kuin reunalla olevat.

3.4.3 Teemakartat ja diagrammit

Teemakarttojen laatiminen tietokantojen ominaisuustietojen perustella on yksi keskeisimpiä paikkatieto-ohjelmistojen toimintoja. Ohjelmistoissa on yleensä valittavissa useita erilaisia valmiita teemakarttavaihtoehtoja, joilla voidaan nopeasti esittää kartan ominaisuustietoja värien, rasterien, symbolien tai esimerkiksi viivojen paksuuden avulla.

Teemakartat voidaan jakaa perustyyppiltään määrällisiin ja laadullisiin teemakarttoihin.

Määrällisiä teemakarttoja voidaan laatia vain sellaisten numeeristen arvojen perusteella, jotka voidaan laittaa arvonsa perusteella esimerkiksi suuruusjärjestyksen ja joilla voidaan tehdä matemaattisia laskuoperaatioita, kuten yhteen- ja vähennyslaskuja. Määrällisiä muuttujia ovat esimerkiksi pinta-ala, väestötiheys, asukasluku, lämpötila, etäisyys, korkeus, liikenteen keskimääräinen matkanopeus, jne. Tyypillisimpiä paikkatieto-ohjelmistoilla laadittavia määrällisiä teemakarttoja ovat koropleetti- ja pistetiheyskartat. Myös symbolikohteiden koolla tai viivojen leveydellä voidaan ilmaista määrällisiä arvoja.

Laadulliset teemakartat voivat perustua sekä teksti- että numeromuotoisiin kenttiin, jotka sisältävät luokittelevaa tietoa kohteista, kuten kuntien nimet, niiden koodinumerot tai luokittelu asukasluvun perusteella pieniin, keskisuuriin ja suuriin. Luokittelevaa tietoa ei yleensä voi laittaa suuruusjärjestykseen eikä sillä voi tehdä mielekkäitä matemaattisia laskutoimituksia. Mikä kieli olisi esimerkiksi suomi + ruotsi tai onko suomalainen kaupunki, jonka kuntakoodi on 091 (Helsinki) pienempi kuin kunnat, joiden koodit ovat 231 (Kaskinen) tai 992 (Äänekoski), entä olisiko $400 \text{ (Laitila)} + 443 \text{ (Längelmäki)} = 843 \text{ (Turku)}$?

Paikkatietoaineiston ominaisuustietoja voidaan visualisoida karttojen ohella myös diagrammeina eli kaavioina. Eniten käytettyjä kaavioita ovat pylväs- ja sektoridiagrammit, joilla voidaan kuvata ilmiön määrää tai sen eri osatekijöiden suhteellisia osuuksia. Ajallista muutosta voidaan esittää esimerkiksi viivadiagrammeilla. Diagrammeja käytetään myös kartogrammeiksi kutsutuissa teemakartoissa. Kartogrammit ovat diagrammien ja (teema)karttojen yhdistelmiä, joissa pylväs- tai sektoridiagrammi piirretään karttakohteiden päälle.

Paikkatieto-ohjelmistoilla erilaisten karttojen ja diagrammien tuottaminen on helppoa ja nopeaa. Koska erilaisia teemamalleja, diagrammeja, luokitteluperusteita, sekä väri-, rasteri- ja symboli-

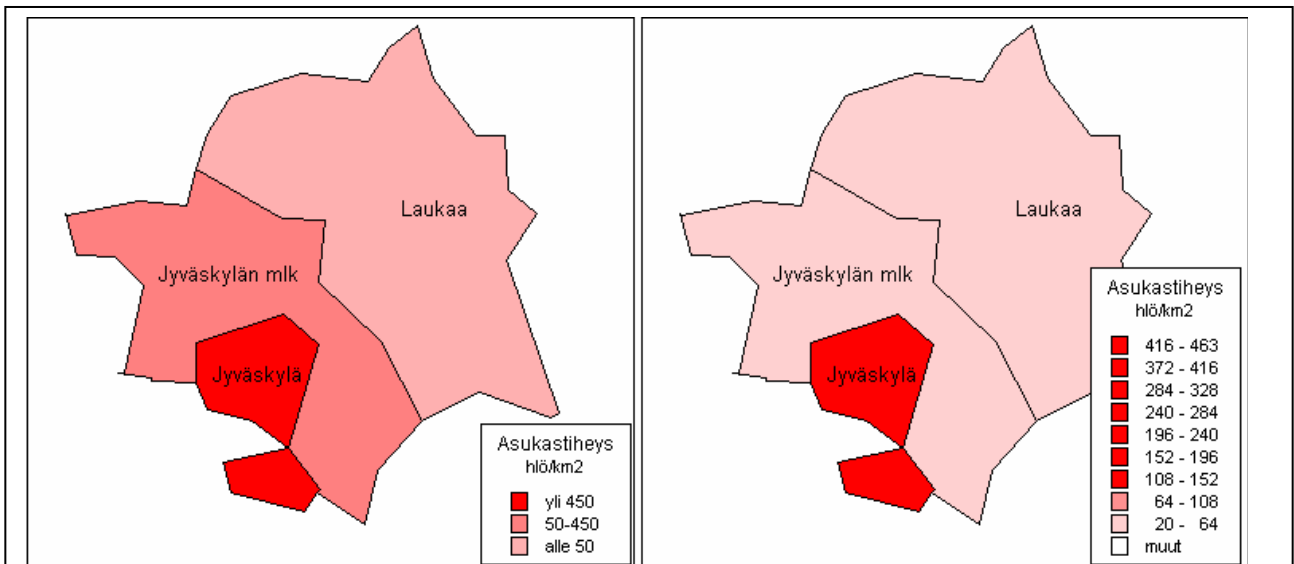
vaihtoehtoja on lukuisia eikä ohjelma esimerkiksi pysty erottamaan onko numeerinen aineisto yksinomaan luokittelevaa vai myös määrällistä, voi lopputulos olla joskus informaatioisällöltään virheellinen, kartografisten ohjeiden vastainen, vaikeasti luettava ja visuaalista silmää rasittava. Näennäisestä helppoudesta huolimatta, tai juuri siitä johtuen, paikkatieto-ohjelmiston käyttäjän on tunnettava kartografian perusteet ja aineiston esittämiseen liittyvät rajoitukset karttaesityksiä laatiesaan.

3.4.3.1 Koropleettikartta (choropleth map)

Koropleettikartat ovat yksi käytetyimmistä paikkatieto-ohjelmien teemakartoista. Koropleetikartalla kuvattava arvo suhteutetaan aina toiseen arvoon, kuten asukasluku pinta-alaan. Esimerkiksi kuntien väestötiheyskartta on koropleettikartta (asukasluku/pinta-ala), mutta pelkkään asukaslukuun perustuva kartta luokittelukartta ei, koska arvoa ei ole suhteutettu toiseen kohteeseen.

Koropleettikartan laatiminen aloitetaan luokittamalla tietyn kentän numeeriset ominaisuustiedot arvojensa perusteella sopivaan määrään luokkia. Ensimmäiseksi on päätettävä, moneenko luokkaan aineisto halutaan jakaa. Luokkien lukumäärän tulisi olla korkeintaan 7 luokkaa, koska tätä suurempi luokkien lukumäärä vaikeuttaa kartan lukemista (kuva 31). Seuraava työvaihe on luokkarajojen määrittäminen. Tämä voidaan tehdä monella eri tavalla. Usein ääriluokkiin pyritään saamaan vähiten ja keskiluokkiin eniten tapauksia. Luokitus voidaan myös tehdä niin, että arvot jakautuvat tasaisesti kaikkiin luokkiin. Perinteisesti luokitus on ollut tasavälinen, mutta paikkatieto-ohjelmistoja käytettäessä tästä säännöstä voidaan poiketa ja voimme esimerkiksi kokeilla etsiä sopivimmat luokkarajat, jotta kartasta saataisiin mahdollisimman informatiivinen.

Koropleettikartan kohteiden väriytyy sen mukaan mihin edellä määriteltyyn luokkaan kohteen kentän arvo sisältyy. Väriytyy tai rasteri valitaan niin, että tummimmat värit tai rasterit kuvaavat suurimpia arvoja ja vaaleat pienempiä. Eri luokkien sävyt tai rasterit eivät saa olla liian lähellä toisiaan, jotta luokat erottuvat toisistaan.

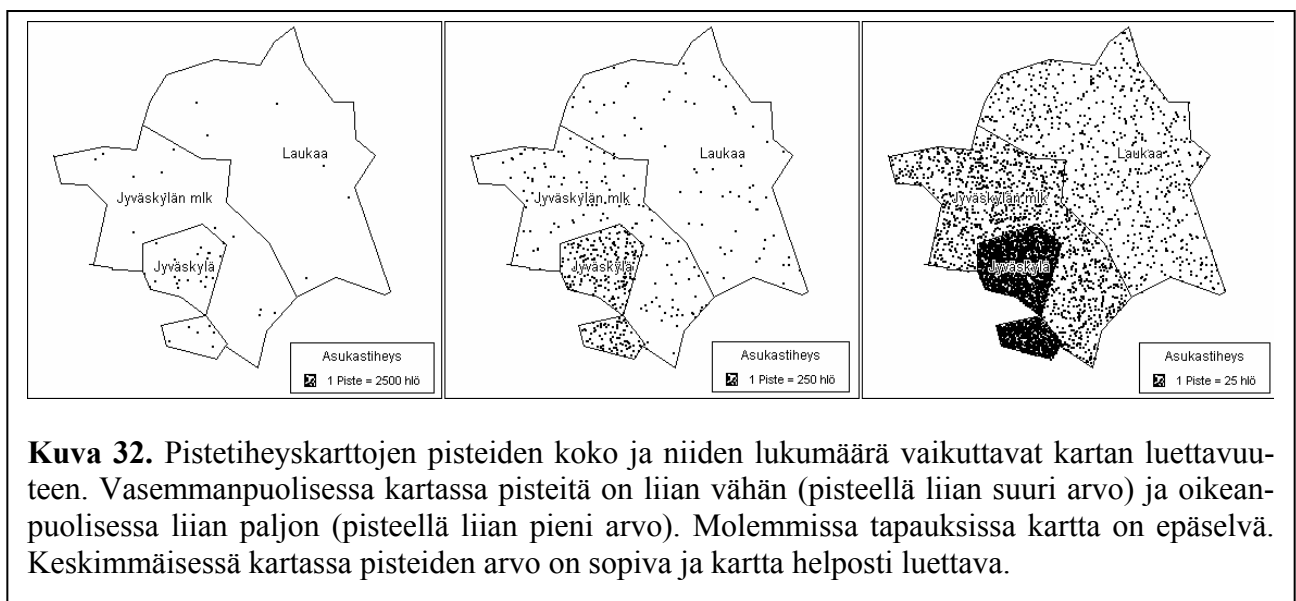


Kuva 31 Koropleettikarttoilla tummemman värisävyn tulkitaan kuvaavan yleensä suurempaa tarkasteltavaa arvoa ja vaalean pienempää. Värisävyn pitää erota toisistaan riittävästi, jotta tavoiteltu informaatio olisi helposti havaittavissa. Myös luokkien lukumäärään ja luokkarajojen määrittämisen pitää kiinnittää huomiota, sillä huonosti valitut luokkarajat ja luokkien liian suuri lukumäärä heikentävät koropleettikarttojen informaatioarvoa (oikeanpuolinen kartta). Paikkatietojärjestelmien avulla sopivien värisävyn ja luokkarajojen löytäminen on helppoa, esimerkiksi kokeilemalla eri vaihtoehtoja.

3.4.3.2 Pistetiheyskartta (dot density map)

Pistetiheyskartoilla voidaan esittää ominaisuuden levinneisyyttä tai sen ilmenemistä eri alueilla. Pistetiheyskarttaa laadittaessa paikkatieto-ohjelmistolla valitaan aluksi tarkasteltava numeerinen ominaisuus ja määritetään yhdelle pisteelle sopiva arvo, jolloin alueelle tulevien pisteiden lukumäärä kentän arvosta jaettuna yhden pisteen arvolla. Pisteiden arvoa määritettäessä on huomioitava, että liian suurilla arvoilla karttaan tulee liian vähän ja liian pienellä pisteen arvolla liikaa pisteitä. Molemmissa tapauksissa teemakartan informatiivisuus kärsii (kuva 32). Joissain paikkatieto-ohjelmistoissa myös pistetiheyskartan yksittäisen pisteen kokoa voi muuttaa. Pisteiden koko kannattaa määrittää sellaiseksi, että se näkyy hyvin, mutta pisteet eivät sulaudu millään alueella yhtenäiseksi massaksi.

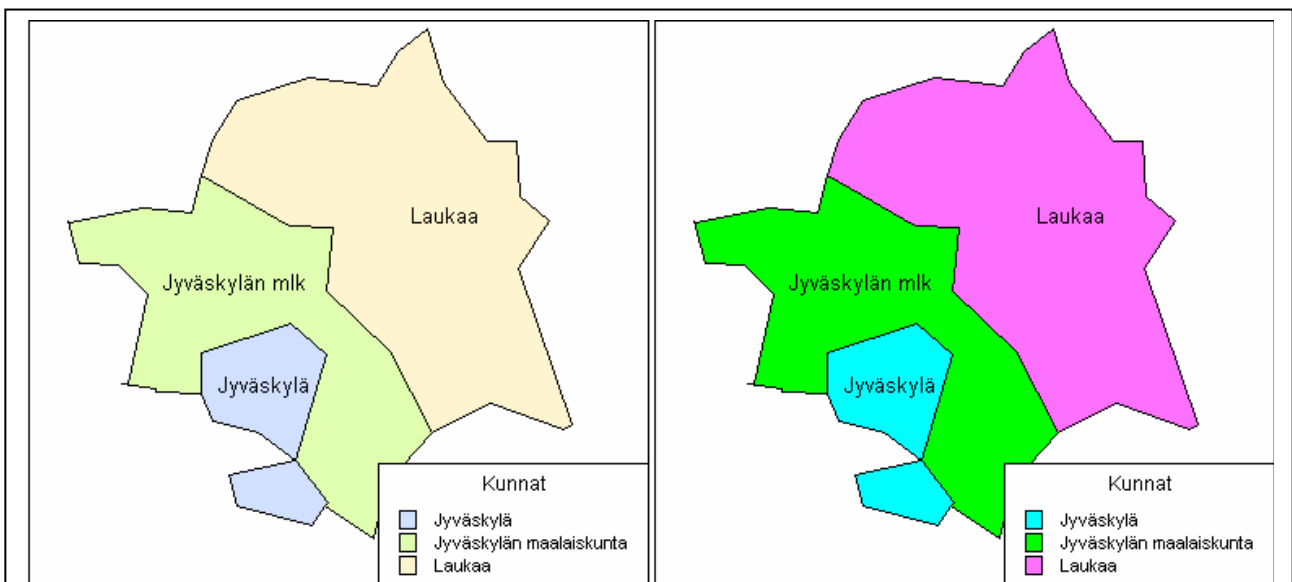
Monissa paikkatieto-ohjelmistoissa pistetiheyskartan käyttöä rajoittaa se, ettei pisteiden sijaintiin alueen sisällä voi vaikuttaa. Perinteisesti pistetiheyskarttojen pisteet on pyritty esittämään niin, että jokaisen pisteen sijainti kunkin alueen sisällä kuvastaisi ilmiön jakaumaa alueella. Mikäli karttaa katsova henkilö ei tiedä ohjelman asettaman pisteen satunnaisesti alueella, hän saattaa tehdä virheellisiä tulkintoja ilmiön alueellisesta esiintymisestä. Esimerkiksi kuvassa 31 pistejakaumat eivät korosta kuntien taajamia mitenkään vaan väestö näyttää virheellisesti jakautuvan tasaisesti koko kunkin kunnan alueelle. Ongelma on vältettävissä korvaamalla pistetiheyskartat tarvittaessa esimerkiksi koropleettikartalla.



3.4.3.3 Suhdeluokituskartta (absolute proportional map)

Tyypillisiä paikkatieto-ohjelmistoilla laadittavia laadullisia teemakarttoja ovat suhdeluokituskartat, kuten esimerkiksi kuntien koodinumeroon tai nimeen perustuvat teemakartta, jossa kukin kunta saa arvonsa mukaan oman värin. Suhdeluokittelukartalla voidaan myös esittää vaikkapa Suomen kuntien jako esimerkiksi kuntiin ja kaupunkeihin tai jaotella maailman valtiot esimerkiksi eniten puhutun kielen tai pääuskonnon perusteella. Suhdeluokitus voidaan tehdä myös piste- ja viiva-kohteille kohteille, jolloin eri luokkiin kuuluvat kohteet erotetaan toisistaan erivärisillä tai näköisillä piste- tai viivasymboleilla.

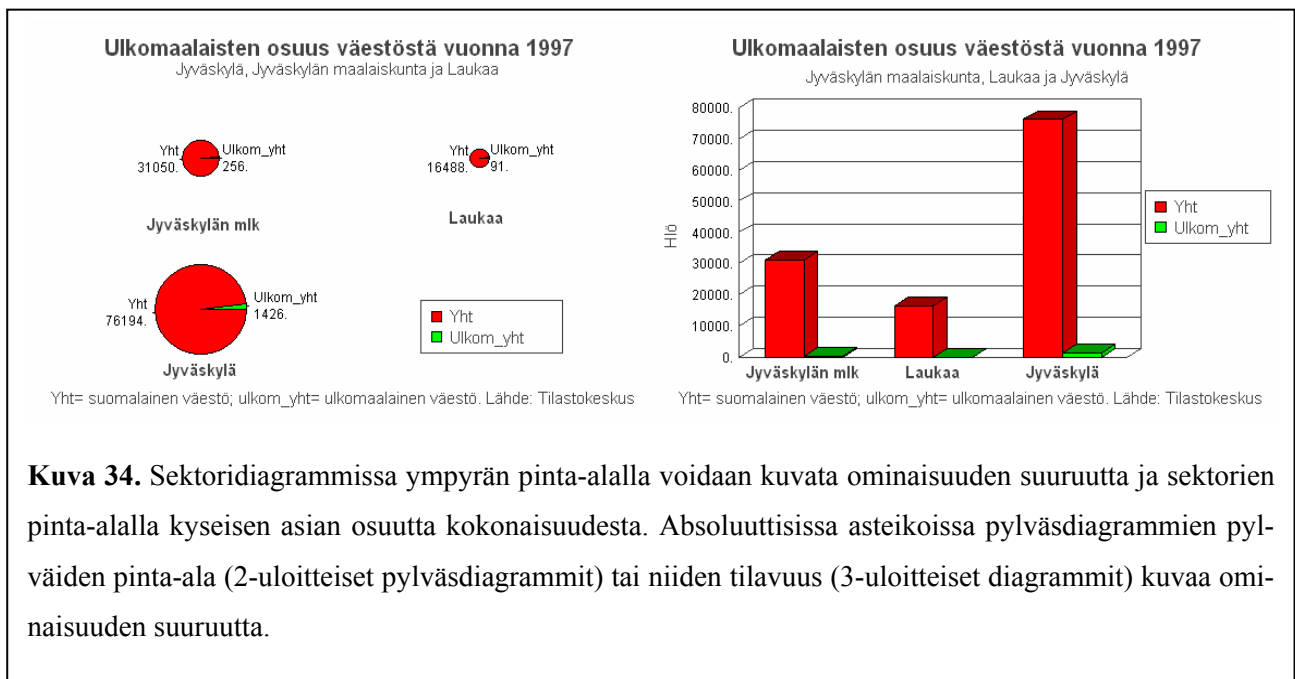
Laadullisessa teemakartassa kohteiden värityksessä ei tarvitse kiinnittää huomiota arvoille määritettyjen värien keskinäiseen tummuusasteeseen koropleettikartan tavoin, koska luokitellun aineiston arvoja, kuten kielten nimiä tai kuntia ja kaupunkeja, ei yleensä ole mielekäästä tai edes mahdollista asettaa suuruusjärjestykseen. Kartan käytettävyyttä ja visuaalista ilmettä mietittäessä on kuitenkin hyvä muista, että on vaikea erottaa toisistaan luokkia, joiden värit ovat liian lähellä toisiaan. Myös liian räikeiden tai esimerkiksi voimakkaiden kontrastivärien käyttöä kannattaa välttää, koska ne tekevät kartasta levottoman ja visuaalisesti epämiellyttävän näköisen (kuva 33). Nämä säännöt on muistettava kaikkia teemakarttoja, niin laadullisia kuin määrällisiä laadittaessa.



Kuva 33 Suhdeluokituskartoissa ei värien tummuusasteet kuvaa koropleettikartan tavoin suuruutta, joten sävyjen tummuusasteisiin ei tarvitse kiinnittää niin suurta huomiota. Värien pitääkin olla lähinnä selvästi toisistaan erottuvia (vasen kartta). Liian räikeiden värien käyttöä on syytä välttää, sillä ne tekevät kartasta levottoman näköisen ja visuaalisesti epämiellyttävän katsoa (oikealla).

3.4.3.4 Pylväs- ja sektoridiagrammit

Monissa paikkatieto-ohjelmistoissa on toiminnot yksikertaisten diagrammien laatimiseen. Eniten käytettyjä diagrammeja ovat pylväs- ja sektoridiagrammit. Diagrammien laatiminen aloitetaan valitsemalla tietokannasta halutut tietueet joko karttakuvasta tai taulukkomuotoisesta esityksestä. Seuraavaksi valitaan mitä diagrammia käytetään. Pylväs- ja viivadiagrammeilla voidaan kuvata ominaisuustiedon suuruutta tai sen eri ominaisuustietojen suhteellista osuutta.



Kuva 34. Sektoridiagrammissa ympyrän pinta-alalla voidaan kuvata ominaisuuden suuruutta ja sektorien pinta-alalla kyseisen asian osuutta kokonaisuudesta. Absoluuttisissa asteikoissa pylväsdiagrammien pylväiden pinta-ala (2-ulotteiset pylväsdiagrammit) tai niiden tilavuus (3-ulotteiset diagrammit) kuvaa ominaisuuden suuruutta.

Pylväsdiagrammin asteikko voidaan määrätä absoluuttiseksi (lukuarvoja). Tällöin sen pinta-ala kuvaa määrää. Asteikko voi olla myös suhteellinen, esimerkiksi prosentteja, jolloin pylvään pinta-ala kuvaa ilmiön osuutta kokonaisuudesta. Sektoridiagrammissa ympyrän pinta-alalla voidaan kuvata ilmiön suuruutta, sektorien pinta-alojen kuvatessa aina osuuksia.

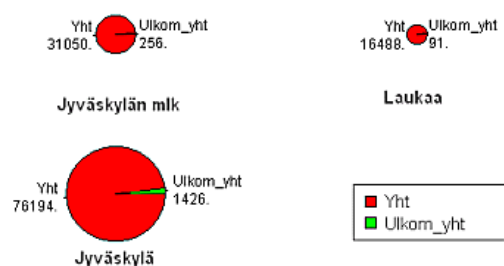
Mikäli diagrammissa tarkastellaan yhtä aikaa useita eri ominaisuuksia eri kohteista, voidaan pylväät ja sektorit ryhmitellä joko kohteittain, jolloin saman kohteen eri ominaisuustiedot ovat pylväinä vierekkäin tai päällekkäin ja sektoridiagrammissa yhdessä ympyrässä tai ominaisuustietojen perusteella, jolloin yhtä ominaisuutta kuvaavat eri alueiden tiedot ovat rinnakkain tai samassa ympyrässä.



Yht= suomalainen väestö; ulkom_yht= ulkomaalainen väestö. Lähde: Tilastokeskus

Ulkomaalaisten osuus väestöstä vuonna 1997

Jyväskylä, Jyväskylän maalaiskunta ja Laukaa



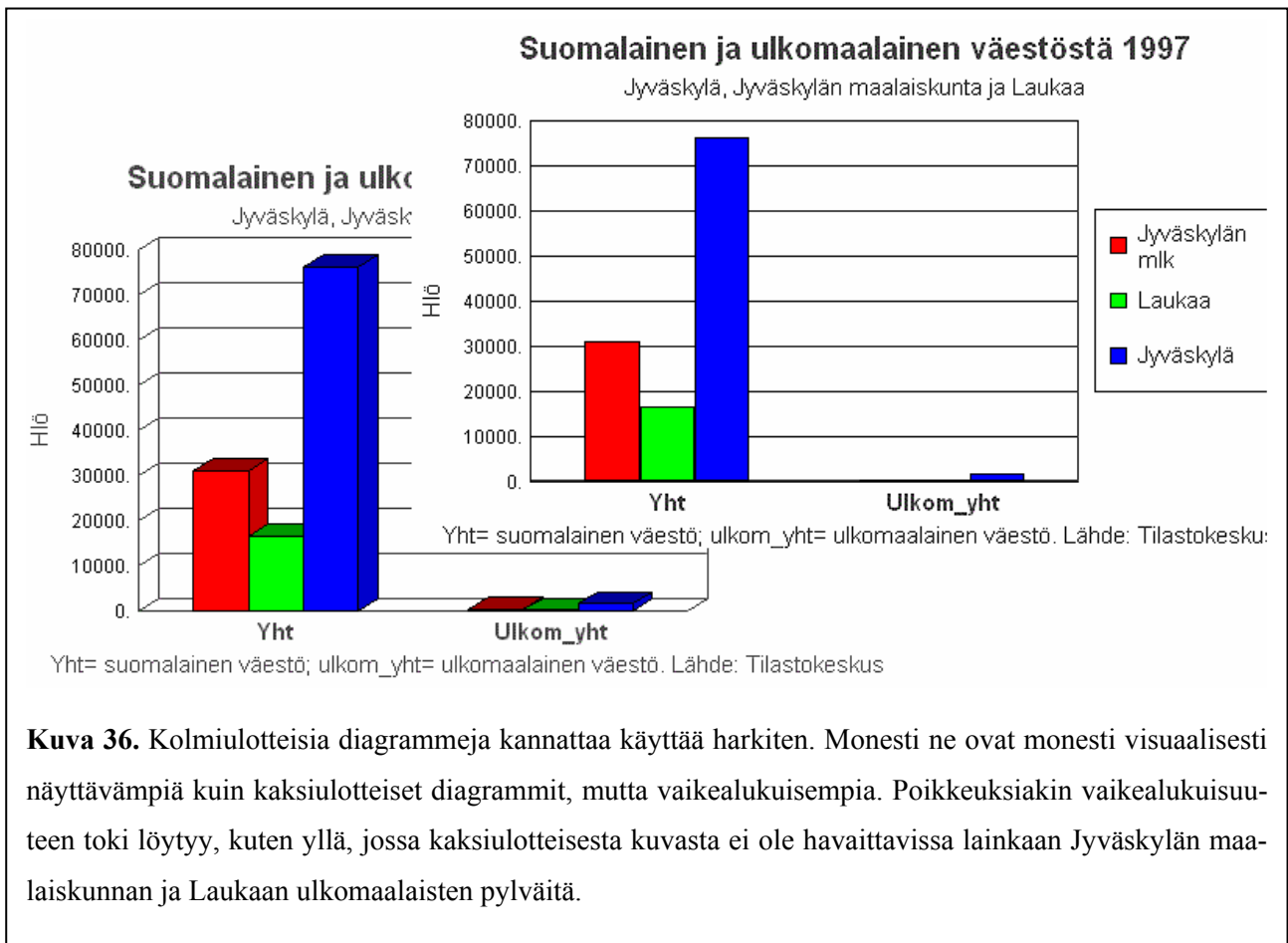
Yht= suomalainen väestö; ulkom_yht= ulkomaalainen väestö. Lähde: Tilastokeskus

Kuva 35. Muuttamalla aineiston ryhmittelyä tai käyttämällä erilaisia diagrammeja, voidaan samaa aineistoa tarkastella erilaisin painotuksin. Ylärivin kuviossa vertaillaan suomalaisten ja ulkomaalaisten määriä eri kaupungeissa, kun taas alarivin sektoridiagrammissa korostuvat sekä väestön määrä (ympyrän koko) että ulkomaalaisten osuudet kussakin kaupungeissa (vihreä sektorin).

Kun sopivan tyyppinen diagrammi on valittu, määritetään, mistä kentistä kaaviossa esitettävät tiedot poimitaan. Ohjelma piirtää diagrammin yleensä ennalta määritettyjen piirtoasetusten mukaan, mutta sen ulkonäköä, kuten fontteja, värejä, otsikoita ym. on mahdollista muokata jälkikäteen.

Diagrammin valintaan ja esitystapaan kannattaa kiinnittää riittävästi huomiota, jotta kaavioista saatava tieto olisi helposti nähtävissä, eikä se olisi – vahingossa tai tahallaan – harhaanjohtavaa tai vaikealukuista. Esimerkiksi vertaillaessa eri alueita sektoridiagrammeja käyttäen on hyvä miettiä halutaanko kaaviolla kuvata vain ilmiön jakautumista erillisten alueiden sisällä, jolloin sektoridiagrammit voivat olla samankokoisia, vai halutaanko kaaviolla tuoda esille myös esimerkiksi ulkomaalaisten todellisia osuuksia eri alueilla, jolloin kuvion koko kannattaa määrittää asukasluvun mukaiseksi.

Kolmiulotteisuus on nykyisin paljon käytetty visuaalinen tehokeino, myös diagrammeissa. Uusilla paikkatieto-ohjelmistoilla kolmiulotteisten diagrammien teko on yhtä helppoa kuin kaksiulotteistenkin. Ne ovatkin usein visuaalisesti näyttävämpiä, mutta myös vaikealukuisempia kuin kaksiulotteiset kaaviot, joten kolmiulotteisuuden käyttöä diagrammeissa kannattaa harkita tarkkaan. Poikkeuksiakin vaikealukuisuuteen toki löytyy, kuten kuvassa 36, jossa kaksiulotteisesta kuvasta ei ole havaittavissa lainkaan Jyväskylän maalaiskunnan ja Laukaan ulkomaalaisten pylväitä.

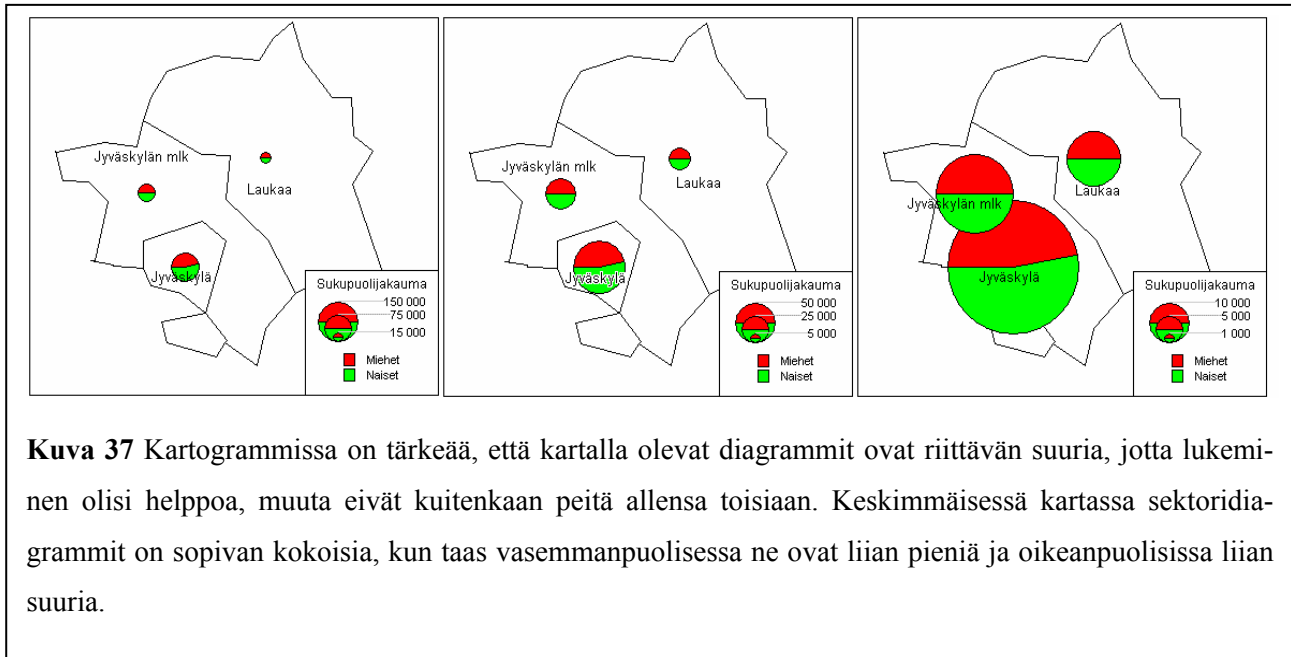


Kuva 36. Kolmiulotteisia diagrammeja kannattaa käyttää harkiten. Monesti ne ovat monesti visuaalisesti näyttävämpiä kuin kaksiulotteiset diagrammit, mutta vaikealukuisempia. Poikkeuksiakin vaikealukuisuuteen toki löytyy, kuten yllä, jossa kaksiulotteisesta kuvasta ei ole havaittavissa lainkaan Jyväskylän maalaiskunnan ja Laukaan ulkomaalaisten pylväitä.

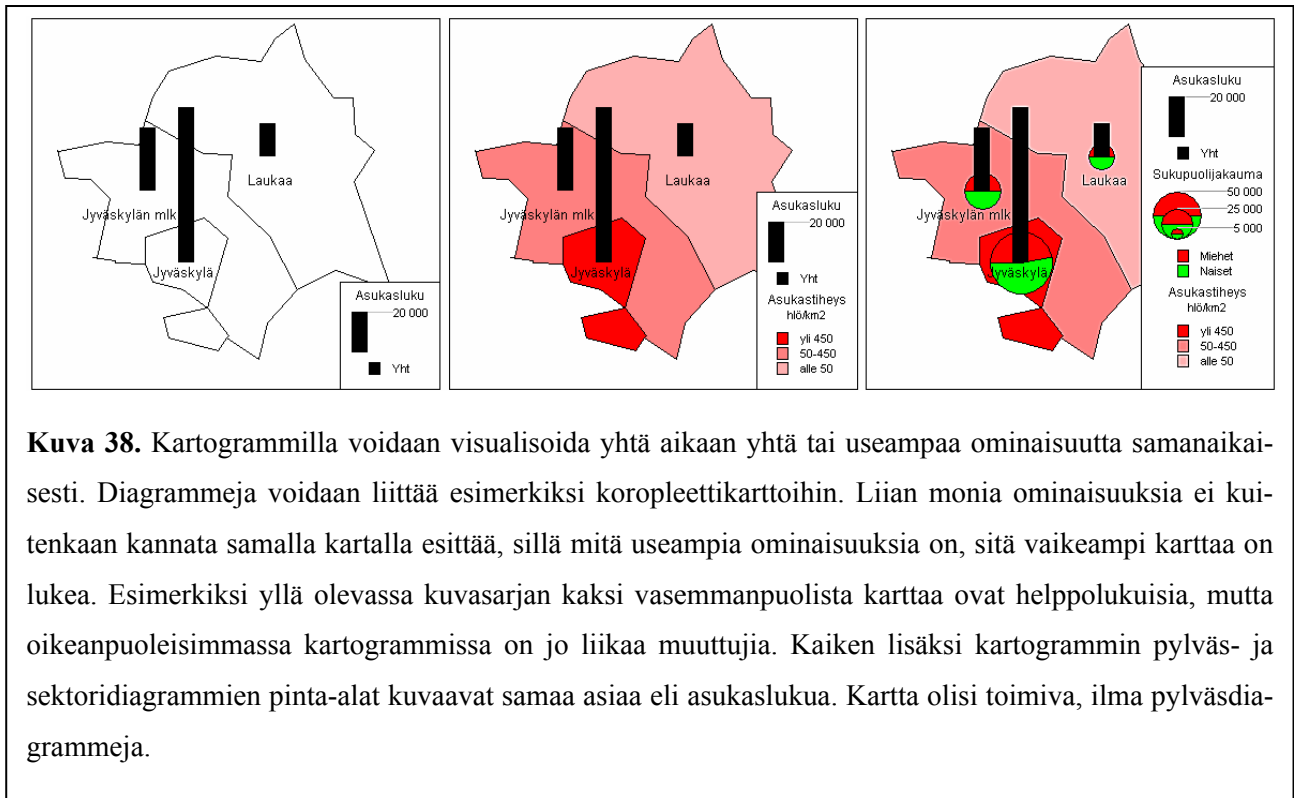
3.4.3.5 Kartogrammit

Kartogrammit ovat teemakarttoja, jossa karttapohjalla esitetään eri kohteiden ominaisuustietoja diagrammeina. Karttapohjat ovat yleensä pelkistettyjä viivakarttoja tai alueisiin perustuvia teemakarttoja (koropleetti- tai suhdeluokittelukarttoja) ja diagrammit yleensä pylväs- tai ympyrä-

diagrammeja. Kartan luettavuuden kannalta on olennaista, että diagrammit ovat piirretty riittävän suuriksi, jotta ne ovat helppolukuisia. Ne eivät kuitenkaan saa peittää toisiaan tai aluerajoja alleen.



Kartogrammien avulla on helppo esittää yhdellä kartalla yhtäaikaaisesti useampaa kuin yhtä ominaisuustietoa. Laatomalla paikkatieto-ohjelmiston eri tasoille erilaisia koropleetti- tai laatuluokituskarttoja sekä kartogrammeja, voimme yhdistellä niitä monin eri tavoin. Tässä kannattaa olla kuitenkin varovainen, sillä kartan luettavuus kärsii nopeasti liiasta yhdistelystä (kuva 38). Onkin suotavaa, ettei tulostettaviin karttoihin liitetä yhtä aikaa kuin yksi teemakartta ja yksi kartogrammi.



4 PAIKKATIEDON SOVELLUSMAHDOLLISUUDET

Paikkatietojärjestelmiä ja paikkatietoa hyödynnetään nykyisin monenlaisissa yhteiskunnan toiminnoissa. Alun perin sotilaalliseen käyttöön suunniteltujen ohjelmistojen siviilipuolen sovellukset ovat jo vuosikymmeniä palvelleet tutkimuslaitoksissa, yliopistoissa ja teknisissä virastoissa toteutettavissa kartografisen tiedon analysointiin, hallinnointiin ja visualisointiin liittyvissä tehtävissä. Tietotekniikan kehittyessä osa paikkatietosovelluksista tulee tavallisten kuluttajien ulottuville erilaisten mobiilipalvelujen ja Internetissä toimivien karttahakupalvelujen muodossa. Satelliittinavigointijärjestelmien käyttö on lisääntynyt voimakkaasti niin veneilyssä kuin retkeilyssä ja niiden toimintaperiaatteen ymmärtäminen yhdessä paikkatiedon kanssa tulee lähitulevaisuudessa osaksi kansalaisaitoja.

4.1 GPS-satelliittipaikannus lähiympäristötutkimuksen apuna

4.1.1 Mikä on GPS?

GPS eli Global Positioning System on Yhdysvaltojen puolustusviranomaisten (Department of Defence) ylläpitämä satelliittipaikannusjärjestelmä, joka perustuu 24:n maata kiertävän satelliitin Navstar-systeemiin. GPS satelliittipaikannusjärjestelmä rakennettiin alun perin sotilaalliseen tarkoitukseen aivan kuten paikkatietojärjestelmätkin. Tätä yhdysvaltalaisista paikannusjärjestelmää hyödynnetään varsin laajasti ympäri maailmaa, koska sille ei tällä hetkellä ole olemassa varteenotettavaa kilpailevaa satelliittipaikannusjärjestelmää. GPS-järjestelmää alettiin rakentaa jo seitsemänkymmentäluvun lopulla. Maailmanlaajuinen kolmiulotteinen paikannus, jossa pituus- ja leveyspiirien lisäksi voitiin määrittää myös korkeus, tuli mahdolliseksi vuonna 1993. GPS-satelliittipaikannusjärjestelmää käytetään yleisesti myös siviilikäyttöön valmistetuissa satelliittipaikantimissa niin veneilyssä kuin maastossa tapahtuvassa retkeilyssäkin.

GPS satelliittipaikannusjärjestelmälle on pyritty rakentamaan kilpailijaa sekä Venäjällä että Euroopan Unionissa. Venäjällä on käytössä jo Neuvostoliiton aikana käynnistetty GLONASS-satelliittipaikannusjärjestelmä. Sen paikannustarkkuus on huomattavasti heikompi kuin GPS-järjestelmän ja sen kehitystyötä ovat hidastaneet monet taloudelliset ongelmat. Euroopan Unioni on

pyrkinyt kehittämään oman pelkästään siviilikäyttöön rakennettavan satelliittipaikannusjärjestelmän, GALILEON. Sen piti valmistua jo vuoteen 2008 mennessä, mutta Yhdysvaltojen vastustuksesta sen toteutus on siirtynyt. Yhdysvallat pelkää GALILEON häiritsevän GPS-järjestelmän toimintaa. Neuvotteluja GALILEON perustamisesta käytiin viimeksi helmikuussa 2004 ja nyt hanke näyttäisi vihdoinkin pääsevän vauhtiin, kunhan rahoitus saataisiin vahvistettua. Eri satelliittipaikannusjärjestelmien yhteensopivuuden kehittäminen ja yhteiskäyttö parantaisi paikannustarkkuutta olennaisesti, koska tällöin satelliittien määrän lisääntyminen vähentäisi ns. katvealueita maanpinnalla merkittävästi.

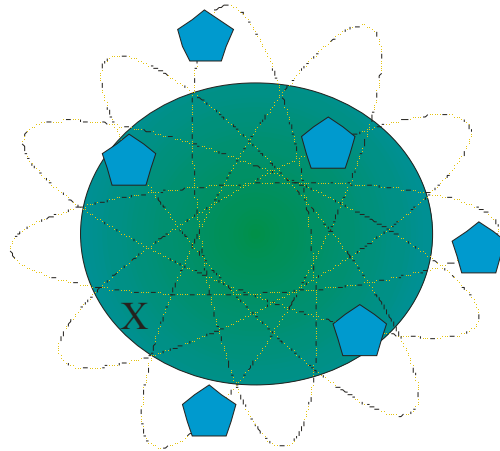
Internetlinkkejä eri satelliittipaikannusjärjestelmiin:

- GALILEO http://europa.eu.int/comm/dgs/energy_transport/galileo/index_en.htm
- GLONASS <http://www.glonass-center.ru/>
- GPS-materiaalia Peter H. Dana, The Geographer's Craft, Department of Geography, The University of Colorado at Boulder, USA
http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/gps_f.html

4.1.2 GPS-satelliittipaikannusjärjestelmän perustoiminnot

GPS-järjestelmä perustuu Navstarin 24 satelliitin maanpinnalle lähettämään radiosignaaliin, jota käyttäjän mukana oleva GPS-vastaanotin hyödyntää määrittäessään oman sijaintinsa ennalta määritellyssä koordinaatistojärjestelmässä. GPS-järjestelmässä paikannus perustuu WGS84 (World Geodetic System 1984) -ellipsoidiin. Käyttäjä voi halutessaan määrittää laitteensa koordinaatistojärjestelmäksi myös jonkun paikallisen järjestelmän, jolloin laite prosessoi koordinaatistomuunnokset ja antaa kulloisenkin koordinaatistojärjestelmän mukaiset arvot näytölle.

GPS-järjestelmässä maata kiertää jatkuvasti 24 aktiivista satelliittia kuudella kiertoradallaan, joiden leveys on 60 astetta. Tällöin satelliittien kiertoradat kattavat maanpinnan 360 asteisesti, jolloin jokaisessa maapallon kolkassa maanpinnalta voidaan vastaanottaa signaalia vähintään kuudesta satelliitista. Satelliittien kiertonopeus ratansa ympäri on 12 tuntia. Kolmiulotteiseen paikannukseen vaaditaan vähintään neljän satelliitin lähettämät signaalit. Vastaanottamiensa radiosignaalien avulla käyttäjän GPS-vastaanotin siis laskee sijaintinsa sekä määrittää kellonajan. Tämän lisäksi laite ilmoittaa kulkusuunnan ja -nopeuden.



Kuva 39. GPS-satelliittipaikannusjärjestelmässä satelliittien kiertoratojen sijainnista ja kiertoajasta johtuen missä tahansa maanpinnalla, esimerkiksi pisteessä X, voidaan vastaanottaa radiosignaalia vähintään kuudesta satelliitista yhtä aikaa.

GPS-vastaanottimien mittaustarkkuus riippuu käytettävästä mittausten menetelmästä. Ammattikäyttöön valmistetuilla GPS -vastaanottimilla päästään senttien tarkkuuteen paikanmäärityksessä, kun taas retkeilykäyttöön valmistettujen laitteiden mittaustarkkuus on joidenkin metrien luokkaa. Hintaluokaltaan kalliimmat vastaanottimet käyttävät mittauksessaan apuna erilaisia korjauksia ja tukiasemia, jolloin mittausvirheitä voidaan korjata laskutoimitusten avulla automaattisesti. Halvemmat perusmallit mittaavat sijaintia noin kolmen metrin tarkkuudella. GPS-järjestelmän mittaustarkkuuteen voidaan myös vaikuttaa lisäämällä signaaleihin häiritsevää kohinaa. Yhdysvaltain puolustusviranomaiset hiljensivät viimeksi häiritsevän kohinan toukokuussa 2000. Tavallisesti GPS-vastaanottimen mittausrvirhe aiheutuu laskentakoordinaatistosta ja koordinaatisto-muunnoksista. Muita virhelähteitä ovat yläilmakehän ja alailmakehän (säätila) aiheuttamat viiveet, vastaanottimen oma kohina sekä ympäristön monitieheijastus (meren ranta, peltikatto, kaupunki-ympäristö).

4.1.3 GPS-vastaanottimen hyödyntäminen lähiympäristön tutkimuksessa

Suomessa GPS-satelliittipaikannusta ei ole käytetty opetuksessa laajamittaisesti. GPS-järjestelmä on kuitenkin käytössä jo monissa yhteiskunnan toiminnoissa ja sen käyttö vapaa-ajan harrastuksissakin on viime vuosina lisääntynyt laitteiden hintojen alentuessa. Rekka-, linja-auto- ja taksiliikenne

hyödyntää GPS-järjestelmää ajoneuvonavigoinnissa. Tavallinen joukkoliikenteen käyttäjä ei miellä hyödyntävänsä GPS-satelliittipaikannusjärjestelmää silmäillessään pysäkillä sähköistä bussiaikataulua ja seuratessaan oman linja-autonsa saapumisajankohtaa. GPS-vastaanotin voi jo löytyä myös monien opiskelijoiden kodeista, etenkin, jos perheen harrastuksiin kuuluu veneily.

Oppitunneilla GPS-vastaanottimen käyttö on ensimmäinen askel paikkatiedon keruussa. GPS-vastaanottimen avulla voimme määrittää tutkittavan kohteen tai ilmiön sijainnin muutaman metrin tarkkuudella. Tällöin saamme paikannettua tarkat koordinaatit kartalle ja tekemiemme havaintojen tai mittausten avulla tuotamme sijaintitiedon lisäksi kohteelle myös ominaisuustietoa. GPS-vastaanottimen avulla määritettävät sijaintitiedot osoittautuvat erityisen arvokkaaksi silloin, kun paikannettavaa kohdetta tai ilmiötä ei voida millään muulla tavalla paikantaa. Tutkivassa oppimisessä GPS-vastaanotin on merkittävä apuväline, esimerkiksi silloin kun halutaan tutkia paikallisten saastepäästöjen leviämistä tai pistelähteestä peräisin olevan melun tai hajuhaitan alueellista laajuutta. Nämä elementit eivät löydy kartoista ja niiden rajoja voidaan määrittää satelliittipaikantimen ja omien aistien avulla.

GPS-vastaanotinta voidaan käyttää apuvälineenä monien eri oppiaineiden opetuksessa. Biologian tunnilla sen avulla voidaan paikantaa muurahaispesiä tai linnunpesiä sekä eri kasvilajeja lähiympäristössä. Historian tunnilla sen avulla voidaan paikantaa vanhoja kulttuurisesti merkittäviä kohteita, kuten karjapolkuja tai uhrikiviä. Äidinkielen tunnilla laitteen avulla voidaan paikantaa paikallista nimistöä maastoon. Maantieteen oppitunnilla GPS-vastaanotinta voidaan käyttää apuna geomorfologisten muodostumien tai tietynikäisten rakennusten paikantamisessa. GPS-vastaanottimen avulla voidaan lisäksi opiskella ilmansuuntia, etäisyyksiä ja välimatkoja. Sitä voidaan käyttää apuvälineenä myös poikkileikkausprofiilien toteuttamisessa ja reittien perustamisessa.

GPS-vastaanotinta voidaan hyödyntää erilaisissa maastoharjoituksissa, joissa opiskellaan suunnistamista tiettyyn pisteeseen koordinaattien perusteella. Tällaiseen harjoitukseen voidaan liittää ns. geokätkennän tavoin erilaisia koordinaatein paikannettuihin kätköihin piilotettuja tehtäviä, joita opiskelijoiden tulee löytää ja ratkaista. Kätköissä voi olla esimerkiksi maastoa tai sen elementtiä kuvaavan peruskarttamerkkin tunnistamistehtävä. Kätkön tehtävä voi olla myös lasku-toimitus, jonka lopputulos antaa seuraavan kätkön koordinaatit. Tällainen geokätkentä -harjoitus on sekä viihdyttävä että opetuksellinen. Se voidaan toteuttaa kilpailullisesti esimerkiksi liikunta-päivänä. Kätkö voi olla filmipurkki tai jokin muu pienikokoinen vedenpitävä säiliö. Sinne voidaan piilottaa paperille kirjoitettu tehtävä tai jokin tunnistettava esine, tms. Paperiin voidaan kirjata myös seuraavan kätkön koordinaatit. Geokätkentä -harjoituksessa voidaan opiskella suunnistamista peruskartaston KkJ-

koordinaatiston perusteella, jolloin opiskelijoiden on pääteltävä kulku-suuntansa GPS - vastaanottimelta lukemiensa koordinaattien avulla, sen mukaan tuleeko koordinaattiarvojen kasvaa vai pienentyä. Kätköihin piilotettujen tehtävien ja koko geokätkennän vaikeusastetta ja sisältöä voidaan muokata opetettavan luokka-asteen ja oppiaineen tai -tunnin oppimistavoitteiden perusteella.

Saat lisää tietoa geokätkennästä seuraavista linkeistä:

- <http://www.geocaching.com/>
- <http://www.kolumbus.fi/geoseikkailijat/>

4.2 Paikkatietojärjestelmien hyödyntäminen lukion aluetutkimuskurssilla

Lukion uusi opetussuunnitelma astuu voimaan elokuussa 2005 ja siinä paikkatieto-järjestelmät ovat yksi lukion aluetutkimuskurssin (GE4) keskeisistä sisällöistä. Kurssin tavoitteisiin kuuluu maantieteellisten paikkatietojärjestelmien periaatteiden ja sovellusmahdollisuuksien tunteminen. Paikkatietojärjestelmät, joiden osa paikkatieto-ohjelmistot ovat, tuleekin käsittää työkaluna ja apuvälineenä opiskelijoiden omien aluetutkimusten toteuttamisessa. Opetussuunnitelmassa mainitaan lisäksi, että kurssin tulisi sisältää esimerkkejä maantieteellisen lähdeaineiston käsittelystä, tulkinnasta ja visualisoinnista eritasoisilla alueilla paikkatieto-ohjelmiston avulla.

Mitä kurssin työvaiheista siis paikkatieto-ohjelmistoilla tulisi toteuttaa? Ottaen huomioon kurssin muutkin keskeiset sisällöt, paikkatieto-ohjelmistoja tulisi hyödyntää erityisesti aluekuvauksiin liitettävien teemakarttojen laadinnassa. Paikkatieto-ohjelmistoilla voidaan helposti havainnollistaa eri teemakarttojen ominaisuuksia, luokittelutyyppejä ja karttaprojektioita. Paikkatieto-ohjelmistojen käyttöä teemakarttojen laadinnassa on käsitelty kappaleessa 3.3.

4.2.1 Tietokantojen yhdistäminen ja teemakartat

Aluetutkimuskurssilla opiskelijat joutuvat etsimään tutkimusaluettaan koskevaa informaatiota eri lähteistä, niin painetuista kuin sähköisistä. Paikkatieto-ohjelmistojen mukana tulevia karttapohjia ja niihin kytkettyjä ominaisuustietotaulukoita voidaan käyttää apuna aluekuvauksen ja teemakarttojen laadinnassa. Tämän monisteen kappaleessa 5. on annettu esimerkkejä lähteistä, joita kurssilla voidaan hyödyntää. Aluetutkimuskurssilla aineistoa voidaan kerätä myös itse haastattelujen tai muiden

kenttähavaintojen avulla. Näiden havaintojen visualisoinnin edellytyksenä paikkatieto-ohjelmistoissa on, että ne sijoitetaan johonkin taulukkomuotoiseen tietokantaan. Taulukon voi luoda alusta asti itse tai laajentaa jo valmista tietokantaa lisäämällä taulukoihin uusia sarakkeita, joihin itse kerätyt tai sekundaarisista lähteistä peräisin olevat tiedot syötetään.

Paikkatieto-ohjelmistoissa voidaan myös kätevästi yhdistää kaksi eri taulukkomuotoista tietokantaa edellyttäen, että kummassakin taulukossa on jokin yhteinen nimittäjä, jonka perusteella yhdistäminen toteutetaan. Suomen kuntia käsittelevissä taulukoissa, joita löytyy esimerkiksi Kuntaliitosta tai Tilastokeskuksesta, kunnat on numeroitu yksilöllisillä kunnanumeroilla, joiden perusteella uusi taulukko voidaan yhdistää paikkatieto-ohjelmistossa olevaan Suomen kunnat -tauluktoon. Paikkatieto-ohjelmistot ovat ns. merkkispesifejä eli edellyttävät yhdistettävien taulukon kenttien sisältämältä tiedolta täydellistä samankaltaisuutta. Tämän vuoksi Suomen kuntien osalla on parempi käyttää kunnanumeroa yhdistävänä tekijänä eikä kuntien nimeä, koska mikäli kunnan nimen kirjoitusasussa on pienikin ero toiseen, yhdistettävään tauluktoon nähden, poikkeavat rivit jäävät yhdistymättä.

Kuntanimi	Numero	Asukasluku	Muutos99
Kotipelto - Hemäker	3	147	2
Pajuniitty	5	201	5

Kuntanimi	Numero	Työttömyys %	Pinta-ala km2
Kotipelto	3	4,2	115
pajuniitty	5	5,2	234

Kuva 40. Näitä kahta taulukkoa ei voitaisi yhdistää kunnan nimen perusteella, koska niiden kirjoitusasussa on eroja. Sen sijaan taulukot voidaan yhdistää oikein kunnan numeron perusteella.

Yhdistämisen jälkeen taulukkoa voidaan hyödyntää teemakartan laadinnassa kartta-ikkunaan. Teemakartan tyyppi riippuu käytössä olevasta taulukkoaineistosta. Mikäli käytössämme olisi vektorimuotoinen kartta, jossa kuntia kuvataan monikulmioin, voimme laatia koropleettikartan, jossa kuvataan täytevärin tummuusasteella kunkin kunnan työttömyysprosenttia ja saadaan aikaan kartta, jossa korkean työttömyysprosentin omaavat kunnat saavat tummemman värisävyn kuin alhaisen työttömyysprosentin kunnat.

Paikkatieto-ohjelmistoilla voidaan tuottaa myös pistekarttoja eli pistekartogrammeja, joissa voidaan kuvata pistemäisten kohteiden sijaintipaikkaa ja sen lisäksi myös kuvata pistesymbolin koon vaihte- lulla kohteen ominaisuuden absoluuttisia määriä kussakin pisteessä. Paikkatieto-ohjelmistolla voi- daan myös nopeasti laatia pylväs- tai sektori-diagrammiesitys eri aluekohteiden perustella.

4.2.2 Oman paikkatietoaineiston tuottaminen kuvaruutudigitoinnilla

Lukion aluetutkimuskurssilla paikkatieto-ohjelmistoa voidaan hyödyntää käyttämällä sitä Internetis- tä ladattujen valmiiden vektoriaineistojen, kuten hallinnollisten aluerajojen, liikenne-reittien, hydro- logisten muodostelmien tai maankäyttömuotojen visualisoinnissa karttapohjalla. Vaihtoehtoisesti paikkatieto-ohjelmaan voidaan avata Internetistä ladattu rasterikarttakuva tai muusta lähteestä pe- räisin oleva, esimerkiksi skannerilla digitaaliseen muotoon muunnettu rasteri-muotoinen karttalehti ja tuottaa sen pohjalta uusia vektoriaineistoja kuvaruutudigitoinnilla.

Kuvaruutudigitointia varten visualisoitavat karttalehdet tulisi ensin kiinnittää, ts. rekisteröidä jo- honkin aluetta edustavasti kuvaavaan koordinaattijärjestelmään. Tämän jälkeen paikkatieto- ohjelmistossa aktivoidaan ns. tyhjä piirtotaso ja määritetään se editoitavaan muotoon, jolloin vekt- orikohteiden piirtotyökalut tulevat käyttöön. Piirtotyökalujen aktivoituminen voidaan todeta painik- keiden värin muutoksesta eli ne muuttuvat sumean harmaasta teräväksi ja värillisiksi. Tavallisesti paikkatieto-ohjelmistoissa voidaan valita kolmen eri digitointityökalun väliltä.

- Symbolityökalu – pistemuotoisen paikkatiedon tuottamiseen
- Viivatyökalu – viivamuotoisen paikkatiedon tuottamiseen ja
- Monikulmiotyökalu – aluekohteiden eli polygonien tuottamiseen

Eri vektoriaineistojen tyypit on käsitelty aiemmin kappaleessa 2.2.1. Pistetyökalulla näpätetään hiiren avulla oikeille paikalleen pistemäisiä kohteita, kuten esimerkiksi kaupunkeja tai havainto- pisteitä pohjakartan sisältämien kohteiden perusteella. Viivatyökalulla piirretään hiiren avulla erilai- sia viivasymboleita seuraten pohjakartan tieverkon kulkua tai jokien virtaa. Viivatyökalusta riippu- en hiirellä näpätetään aina silloin kun halutaan muuttaa viivan kulkusuuntaa, jolloin muodostuu eräänlainen kulmapiste. Monikulmiotyökalulla pyritään tuottamaan aluekohde, jonka reunaviiva seuraa mahdollisimman tarkasti pohjakartan perusteella vektoroitavan kohteen reunaviivaa. Tämän- kin työkalun käytössä on muistettava näpätystä hiirellä kulmapisteissä, jotta reunaviivan kulkusuun-

taa voidaan muuttaa. Viiva- ja monikulmiotyökaluilla digitoitujen viivojen ja aluekohteiden kulmapisteiden sijaintia ja määrää viivalla voidaan muokata jälkikäteen erillisten työkalujen avulla. Tyhjälle piirtotasolle tuotettu vektoriaineisto tulee lopuksi tallentaa uutena tietokantana, jolloin se automaattisesti rekisteröityy samaan koordinaatistojärjestelmään kuin digitoinnin pohjana ollut rasterikarttakin.

4.2.3 Paikkatiedot ja aluekuvauksen visualisointi eri aluetasoilla

Paikkatieto-ohjelmistojen mahdollistama eri aluetasojen joustava skaalattavuus paikallistasolta globaaliin tarkastelumittakaavaan tuo muutoksia aiemmin totuttuun tapaan havainnollistaa alueita ja ilmiöitä karttapohjalla. Paikkatieto-ohjelmiston avulla opiskelijat eivät tuota vain yhden tarkastelumittakaavan sisältämää aluekuvausta vaan voivat keskenään tai opettajan ohjaamana tarkastella tietokoneen näytöltä kuvaamaansa aluetta eri mittakaavoissa ja valita lopulta parhaan vaihtoehdon kirjallista versiota varten. Paikkatieto-ohjelmistoilla voidaan tuottaa tulostettavaan karttaikkunaan mittakaava ja pohjoisnuoli muutamalla hiiren painalluksella. Ladontatoimintojen avulla tulostettavaa tai tekstikäsittelyohjelmaan siirrettävää karttakuvaa voidaan vielä käsitellä, siihen voidaan lisätä tekstiä ja muita visualisoinnin kannalta merkittäviä elementtejä. Maailmankartalle laaditussa teemakarttaikkunassa voidaan rajata tarkastelun kohteeksi joku pienempi alue, kuten Väli-Amerikka tai Eurooppa ja skaalata karttaikkuna oikeaan mittakaavaan. Tällöin karttaikkunassa kuvataan vain valittuun mittakaavaan sopivia kohteita vaikka laaditun teemakartan lähtökohtana olikin koko maailmaa käsittelevä aineisto. Sitten paikkatieto-ohjelmalle voidaan määrätä tulostettavaksi tai tekstinkäsittelyohjelmaan kuvana siirrettäväksi vain sen hetkinen karttanäkymä ja aluetaso.

Käytettävissä olevat paikkatietoaineistot lopulta ratkaisevat sen, miten monella eri aluetasolla paikkatieto-ohjelmistossa voidaan toimia. Joustavasta skaalattavuudesta ei kuntatason tarkastelussa ja visualisoinnissa ole kovinkaan paljon hyötyä, jos aineistoa on käytettävissä vain globaalilla tasolla, ts. valtiota kuvaaviin monikulmioihin liitettyjä paikkatietoja. Tällöin voimme skaalata kartan aluetasoja joustavasti vain globaalista mantereisiin ja naapurivaltioiden tasolle, emme yhtään pidemmälle. Vastaavasti jos paikkatietoaineistoa on käytettävissä vain Suomen kunnista, emme voi silloin edetä aluetasojen tarkastelussa Suomen kartan ulkopuolelle. Tällöin käytettävissä olevan paikkatietoaineiston määrä muodostuu ratkaisevaksi tekijäksi aluetutkimuskurssilla. Seuraavaksi tarkaste-

lemmekin erilaisia paikkatietoaineistojen lähteitä ja eri tiedostomuodoissa olevien paikkatietoaineistojen hyödyntämistä opetuksessa.

5 TIETOVERKOT PAIKKATIETOAINEISTOJEN LÄHTEENÄ

Keskeinen kysymys paikkatieto-ohjelmistojen käyttöönotossa opetuksen tueksi on valmiiden ja käyttökelpoisten opetusmateriaalien ja paikkatietoaineistojen saatavuus. Valitettavasti suurin osa tietoverkoissa olevasta aineistosta on englanninkielistä ja sen maantieteellinen kohdealue on Yhdysvallat. Tämä johtuu siitä, että molemmat laajimmalle levinneistä Windows-pohjaisista työasemakohtaisista paikkatieto-ohjelmistoista ovat yhdysvaltalaisten yritysten tuotteita. Nämä kaksi ohjelmistoa, ArcGIS ja MapInfo, kattavat lähes 90 prosenttia paikkatieto-ohjelmistojen maailmanmarkkinoista. ESRIn eli Environmental Systems Research Instituten tuote ArcGIS on selvä markkinajohtaja yli 60 prosentillaan. Tämän vuoksi valtaosa paikkatietomateriaaleista on ArcGIS-ohjelmiston tuottamassa tiedostomuodossa. Käyttäjien onneksi paikkatieto-ohjelmistot voivat lisätoimintojensa avulla muuntaa toistensa tiedostomuotoja omaan tiedostoformaattiinsa ja käyttää näitä aineistoja kuin omia tuotteitaan. Aluetutkimuskurssin kannalta olisi hyvä, jos oppilaitosten saatavilla olisi mahdollisimman monipuolista paikkatietomateriaalia eri aluetasoilta.

5.1 Paikkatiedon lähteet Suomessa

5.1.1 Kuntien paikkatietoaineistot

Oppilaitoksille arvokkaita yhteistyötahoja lähiympäristöä käsittelevien paikkatieto-aineistojen hankinnassa ovat kuntien tekniset toimistot ja niissä työskentelevät kunnan paikkatietoinsinöörit tai -vastaavat. Joissakin kunnissa paikkatietojärjestelmiä käyttävät paikkatietoinsinöörit tai -vastaavat. Joissakin kunnissa paikkatietojärjestelmät ovat kunnan rakennuspuolen henkilöiden vastuulla. Kunnat tuottavat suuren osan omista paikkatieto-aineistoistaan ja ovat vastuussa niiden ylläpidosta. Kunnan sisällä tehtävä yhteistyö voi edistää oppilaitosten integroitumista tietoyhteiskuntaan ja toimia kanavana oppilaiden työharjoitteluun ja tutustumiskäynteihin. Pääkaupunkiseudun Yhteistyövaltuuskunta YTV on jo useana vuotena koonnut kuntiensa paikkatietoaineistoja SeutuCD:lle. Tuotteen tiedot päivitetään vuosittain.

5.1.2 Valtion virastot paikkatietoaineistojen lähteenä

Lähiympäristöä, omaa kuntaa ja lääniä käsittelevää paikkatietoaineistoa kannattaa tiedustella myös alueellisilta maanmittauslaitoksilta. Maanmittauslaitos on tuottanut Suomen peruskarttalehtien digitaaliset versiot ja korkeuskäyrästä, joita voi ostaa Peruskartta CD:n muodossa. Heiltä voi hankkia myös 1:50 000 mittakaavan topografisia digitaalisia karttalehtiä. Maanmittauslaitokselta voi tilata myös ilmakuvia. Maanmittaus-laitos ylläpitää Karttapaikka-palvelua verkossa. Siihen liittyvän Kansalaisen Karttapaikka-palvelun kautta oppilaitokset ja yksittäiset ihmiset voivat selata Maanmittauslaitoksen maastokarttoja 1: 40 000 mittakaavaan asti. Karttapaikan uudistuksen myötä sinne perustetaan Ammatillisen karttapaikka, jonka sisältämien paikkatietoaineistojen selailu on maksullista ja edellyttää rekisteröitymistä palveluun. Karttapaikan Internet-osoite on <http://www.kartta.nls.fi>

Valtion virastoista myös yliopistot ja korkeakoulut tuottavat monenlaista paikkatieto-aineistoa. Osaa aineistosta ei ole tarkoitettu yleiseen levitykseen kaupallisesti vaan liittyy tutkimushankkeisiin. Geologian tutkimuslaitos on tuottanut ilmaisjakelussa olevaa paikkatietoaineistoa Internetiin. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksella on tuotettu maamme elämistöön liittyvää paikkatietodataa eri aluetasoilta ja metsäntutkimus-laitoksella on metsiin liittyviä paikkatieto-kantoja. Ympäristökeskuksilla on monenlaisia alueellisia paikkatietoaineistoja. Monia valtion virastoissa tuotettuja paikkatietoaineistoja voi tiedustella suoraan näistä virastoista tai niiden myyntipalveluista.

Paikkatietoaineistojen yhteiskäyttöä on pyritty edistämään erilaisilla pilottihankkeilla. Oppilaitosten ja muiden paikkatietoaineistojen käytöstä kiinnostuneiden tahojen kannattaa tutustua paikkatietolainaan sivuihin <http://paikkatietolainamo.utu.fi>. Sitä ylläpitää Turun yliopiston maantieteen laitos ja lainaamon esimerkkialueena on Lounainen Suomi. Lainaan aineistojen jakelu päättyi helmikuussa 2004. Aineiston selailu on mahdollista kesäkuuhun 2004 asti. Tästä pilottipalvelusta pyritään rakentamaan tulevaisuudessa kiinteä osa maamme paikkatietoinfrastruktuuria.

Taulukko 5. Linkkejä paikkatietoaineiston hankkimiseen

Valtion virastot paikkatietolähteinä

-
- Tilastokeskus <http://www.tilastokeskus.fi/paikkatiedot>
 - Maanmittauslaitos <http://www.maanmittauslaitos.fi/>
 - Väestörekisterikeskus <http://www.vaestorekisterikeskus.fi/>
 - Geologian tutkimuskeskuksen Geokartta <http://geokartta.gsf.fi/>
 - Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos <http://www.rktl.fi/>
 - Suomen ympäristökeskuksen paikkatietoaineistot
<http://www.nls.fi/ptk/aineistot/selosteet/syke/>
 - Paikkatietoasiain neuvottelukunta
http://www.mmm.fi/luonnonvarat_vesivarat_maanmittaus/maanmittaus/patine/paneku.htm

Karttoja

-
- Teksasin yliopiston, Austin, Perry Castañeda kirjaston karttakokoelma (rasterikarttakuvia ympäri maailmaa) <http://www.lib.utexas.edu/maps/>

5.1.3 Yritykset paikkatietoaineistojen lähteenä

Maassamme toimii monia paikkatietoa tuottavia yrityksiä ja kansanvälisten ohjelmistoyritysten toimipisteitä, joilta niiden aineistoja voi tilata. Genimap Oy on MapInfo-ohjelmiston maahantuoja ja ESRI Finland Oy on ArcGIS-ohjelmiston maahantuoja. Näiden lisäksi Suomessa toimii kymmeniä paikkatietojärjestelmien parissa toimivia yrityksiä.

Linkit paikkatieto-ohjelmistovalmistajien kotisivuille:

- ArcGIS <http://www.esri.com/>
- MapInfo <http://www.mapinfo.com/>
- GRASS <http://grass.itc.it/>
- MapMaker <http://www.mapmaker.com/>

Ilmaiset paikkatietoaineistojen katseluun tarkoitetut ohjelmistot:

- ArcExplorer <http://www.esri.com/software/arcexplorer/>
- MapInfo ProViewer
<http://extranet.mapinfo.com/products//Download.cfm?ProductID=1062>

5.1.4 Muut paikkatietoaineistojen lähteet

Suurin osa niistä paikkatietoaineistoista, joita oppilaitokset voisivat hyödyntää, ovat edellä mainittujen toimijoiden tuottamia. Paikkatietojärjestelmien käytössä on etuna aineistojen kumuloituvuus ja samaan koordinaatistojärjestelmään rekisteröityjen paikkatieto-aineistojen yhteensopivuus. Paikkatieto-ohjelmistojen käytön yleistyminen oppilaitoksissa tekee näistä yhden merkittävän paikkatietoaineistojen lähteen tulevaisuudessa. Oppilaitosten välisen yhteistyön lisääminen, alueelliset tutkimushankkeet ja oppilaitosten erikoistumisalat antavat mahdollisuuden tuottaa yksilöllistä paikkatietoa, joka opetuksen lisäksi voi palvella myös kuntalaisia, maakuntaa ja koko valtiota.

Yksittäisillä kansalaisillakin saattaa olla kerättyinä eri muodoissa olevia paikkatietoja ornitologisista havainnoista hyviin kalapaikkoihin. Aineistoja etsiessä kannattaa muistaa, ettei kaikki arvokkaista ja soveltuvista paikkaan sidotuista tiedoista suinkaan ole valmiina digitaalisessa muodossa.

5.2 Paikkatietoaineistojen tiedostomuunnokset

Suuri osa Internetissä olevasta paikkatietoaineistosta, erityisesti vektorimuotoisista aineistoista, jotka sisältävät hallinnollisia aluerajoja, liikenne- ja vesistöreitit, asuttuja alueita tai maankäyttöä, ovat ArcInfo-ohjelmiston pakatussa siirtoformaattissa eli niiden päätte on .E00. Tämä tarkoittaa, että käyttääkseen niitä jossain muussa paikkatieto-ohjelmistossa käyttäjän on suoritettava tiedostomuunnos. Tiedostomuunnos on mahdollista suorittaa erityisellä paikkatieto-ohjelmistoihin rakennetulla lisätoiminnolla. Ennen tiedostomuunnosta Internetistä ladatut .E00 -vektoriaineistot on purettava jollain tiedoston pakkausohjelmistolla, esim. WinZip -ohjelmistolla. Purkamisen jälkeen tiedostot saavat .e00 -päätteen, jonka jälkeen niitä voidaan alkaa muuntaa. Muunnetut tiedostot avautuvat yleensä neljänä tai viitenä samannimisenä tiedostona. Muuntamisen jälkeen tiedostoja voidaan avata paikkatieto-ohjelmistossa aivan kuten sen omia tiedostojakin.

Linkkejä ilmaisiin paikkatietoaineistoihin, jotka vaativat em. tiedostomuunnoksen:

- GIS Data Depot <http://data.geocomm.com> (vaatii rekisteröitymisen palveluun)
- Digital Chart of the World <http://www.maproom.psu.edu/dcw/>

5.2.1 Excel-taulukoiden hyödyntäminen paikkatieto-ohjelmistoissa

Eräänlainen tiedostomuunnos pitää tehdä myös silloin, kun Microsoftin Excel-ohjelmistolla laadittuja taulukkomuotoisia tietoja halutaan visualisoida paikkatieto-ohjelmistoilla. Ohjelmistot pystyvät avaamaan tavallisimpia taulukkomuotoja, kuten dBase (.dbf), Delimited ASCII (.txt), Lotus 1-2-3 (.wk1), Excel (.xls) ja MS Access (.mdb). Nämä taulukot avataan yleensä samalla tavalla kuin ohjelmiston omassa tiedostomuodossa olevat aineistotkin. Ensimmäisellä avauskerralla kuitenkin määritellään se tapa, jolla ohjelmisto lukee tiedoston omaan ominaisuustietotaulukko-ikkunaan. Tällöin tarvitaan tiedot siitä, millä Excel-taulukon riveillä sijaitsevat otsikot ja millä riveillä varsinainen data. Tiedostomuunnoksessa ohjelmistolle ilmoitetaan muunnettavan tiedoston tiedostotyyppi ja määritetään tapa, jolla se käsittelee taulukossa olevaa dataa, merkkimuotoista ja numeerista aineistoa. Ohjelmistolle voidaan ilmoittaa, esim. solujen A2:E7 sisältävän varsinaisen paikkatiedotuksen ja solujen A1:E1 sisältävän sarakeotsikot, joita ohjelmisto hyödyntää myös muunnetussa taulukossa. Ohjelmisto siis poimii uuteen, oman tiedostomuotonsa mukaiseen taulukkoon, sarakeotsikot valitun arvovälin yläpuolelta.

A1:E1= sarakeotsikot
A2:E7= varsinainen data

	A	B	C	D	E
1	havaintopisteet	numero	x_koordinaatti	y_koordinaatti	lämpötila
2	Aapaniemi	1	2 556 347	6 677 523	5
3	Honkamäki	2	2 556 115	6 677 220	2
4	Kotipelto	3	2 556 998	6 677 700	4
5	Laaksovaara	4	2 556 622	6 677 096	1
6	Pajuniitty	5	2 556 289	6 677 421	5
7	Ruutijärvi	6	2 555 774	6 678 066	7

Kuva 41. Excel-taulukkoa muunnettaessa paikkatieto-ohjelmistolle pitää ilmoittaa varsinaisen datan sijainti alkuperäisessä taulukossa, jotta se määrittäisi uuden taulukon rivien ja sarakkeiden sisältämän datan oikealle paikalleen.

Muunnetun Excel-taulukon voi seuraavassa vaiheessa yhdistää SQL-tietokantaliitoksen avulla olemassa olevaan karttapohjaan. SQL-toimintoa on esitelty tämän monisteen kappaleessa 3.1.4. Tieto-

kantaliitoksessa kaksi eri taulukkoa yhdistetään niille yhteisen nimittäjän avulla, esimerkiksi kunta-numeron tai kohteen nimen perusteella. Olemassa olevalla karttapohjalla on siis myös jo valmis ominaisuustietotaulukko, johon Excelistä muunnetun taulukon voi liittää.

Excel-taulukko voidaan visualisoida karttapohjalla myös itsenäisesti, mikäli sen sisältämissä sarakkeissa on mukana koordinaattitietoja. Paikkatieto-ohjelmistoissa voidaan hyödyntää paikannustointoja, jotka paikantavat Excelistä muunnetun taulukon rivit kartalle silloin, kun sen sisältämissä sarakkeissa on numeeriset, tunnettuun koordinaattijärjestelmään rekisteröidyt koordinaatit. Paikannuksessa määritetään taulukon riveille pohjakartan mukainen koordinaatisto-järjestelmä. Jos taulukon ja pohjakartan koordinaattijärjestelmät eivät ole yhteneväiset, paikantuvat taulukon rivin virheellisesti eivätkä usein avaudu edes samassa karttaikkunassa.

Excel-muotoisia paikkatietoaineistoja on esimerkiksi Tilastokeskuksen sivuilla:

- Maailma numeroina <http://www.stat.fi/tk/tp/maailmanumeroina/>

6 LÄHDEKIRJALLISUUTTA PAIKKATIEDOSTA

Suomenkielinen lähdekirjallisuus:

Löytönen, Markku, Toivonen, Tuuli ja Kankaanrinta, Ilta-Kanerva (2003). *Globus GIS. Paikkatietojärjestelmä*. WSOY, Porvoo. 193 s. (sisältää cd-romin)

Englanninkielinen lähdekirjallisuus:

Audet, Richard ja Ludvig, Gail (2000). *GIS in Schools*. ESRI Press, Redlands, California, U.S.A. 112 s. (sisältää cd-romin)

Foresman, Joyce ja United Nations Environmental Programme (2002). *My Community, Our Earth. A Student Project Guide to Sustainable Development and Geography*. ESRI Press, Redlands, California, U.S.A. 117 s.

Heywood, Cornelius ja Carver (2002). *An introduction to Geographical Information Systems*. (2nd ed.) Pearson Education Ltd. Harlow. U.K. 295 s.

Malone, Lyn, Palmer, Anita, M. ja Voigt, Christine, L. (2002). *Mapping Our World. GIS Lessons for Educators*. ESRI Press, Redlands, California, U.S.A. 537 s. (sisältää 1-vuotisen ArcView-paikkatieto-ohjelmistolisenssin ja opettajan resurssi cd-romin)

Malone, Lyn, Palmer, Anita, M. ja Voigt, Christine, L. (2003). *Community Geography. GIS in Action. Teacher's Guide*. ESRI Press, Redlands, California, U.S.A. 133 s.

Mitchell, Andy (1999). *The ESRI Guide to GIS Analysis. Volume 1: Geographic Patterns & Relationship*. ESRI Press, Redlands, California, U.S.A. 188 s.

Zanelli, English, Kim ja Feaster, Laura, S. (2003). *Community Geography. GIS in Action*. ESRI Press, Redlands, California, U.S.A. 280 s. (sisältää cd-romin)

Englanninkieliset lehdet ja sarjajulkaisut:

Journal of Geography (2003), 102 (6). Research on GIS in Education. Guest Editors Sarah Witham Bednarz ja Thomas R. Baker. Teemanumero.

International Research in Geographical and Environmental Education (2001), 10 (1). Forum. Geographical Information Systems (GIS) in Education. Teemanumero.

Journal of Geography (1995), 94 (6). A Pedagogic Framework to Link GIS to the Intellectual Core of Geography. Daniel Z. Sui. Artikkel.

Väitöskirja:

Thomas Ray Baker (2002). The Effects of Geographic Information System (GIS) Technologies on Students' Attitudes, Self-efficacy, and Achievements in Middle School Science Classrooms. Department of Teaching and Leadership and the Faculty of the Graduate School of the University of Kansas, U.S.A.

http://tbaker.com/papers/dissertation/public_release/trbaker_dissertation.pdf