

<http://www.jyu.fi/library/tutkielmat/109/>

Jouni Kahelin ja Anne Kuokka

**PAIKKATIETOJÄRJESTELMÄN VAATIMUSMÄÄRITTELY:  
MENETELMÄVALINNAN VIITEKEHYS JA MÄÄRITTELYÄ  
TUKEVA KUVAUSMALLI**

Tietojärjestelmätieteen  
pro gradu -tutkielma  
24.3.1997

Jyväskylän yliopisto  
Tietojenkäsittelytieteiden laitos  
Jyväskylä

# TIIVISTELMÄ

Kahelin, Jouni Kristian

Kuokka, Anne Maarit

Paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittely: menetelmävalinnan viitekehys ja määrittelyä tukeva kuvausmalli / Jouni Kahelin, Anne Kuokka

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 1997.

s. 142

Pro gradu -tutkielma

Paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittelyssä käytettävät menetelmät on valittava kulloisenkin määrittelytilanteen ominaispiirteet huomioiden. Jotta tämä olisi mahdollista, on ensin tunnistettava ja arvioitava tekijöitä, joilla on vaikutusta menetelmien valintaan.

Tässä tutkimuksessa on esitetty paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittelymenetelmien valinnan viitekehys, joka koostuu valintaan vaikuttavista tekijöistä, tyyppitilanteista, menetelmäsuosituksista ja menetelmien ominaisuuskartoituksesta. Valintaan vaikuttavia tekijöitä on arvioitu niiden aiheuttamana toiminnallisena epävarmuutena. Sen pohjalta on esitetty neljä paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittelyn tyyppitilannetta sekä annettu ominaisuuskartoitukseen perustuva menetelmäsuositus kuhunkin tilanteeseen. Lisäksi on esitetty vaatimusmäärittelyvaiheeseen sopiva paikkatietojärjestelmän kuvausmalli, joka koostuu tietovarastoarkkitehtuurista, use case-mallista, kerrosmallista ja yhteysmallista.

Tutkimuksen empiirisessä osuudessa viitekehysten toimivuutta on testattu Jyväskylän kaupungin paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittelyssä. Tämän pohjalta voidaan sanoa, että määrittelyyn merkittävimmin vaikuttava tekijä on sovellusalueen tuntemus ja parhaaseen määrittelytulokseen päästään käyttämällä jo määrittelyvaiheessa apuna prototyyppien rakentamista.

AVAINSANAT: paikkatietojärjestelmä, vaatimusmäärittely, vaatimusmäärittelymenetelmä, viitekehys, kuvausmalli

# SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO .....	1
2. PAIKKATIETO JA PAIKKATIETOJÄRJESTELMÄT .....	5
2.1 Paikkatieto ja sen rakenne .....	5
2.2 Paikkatietojärjestelmä.....	8
2.3 Paikkatietojärjestelmistä saatavat hyödyt .....	12
2.4 Paikkatietojen sovelluksia .....	12
3. VAATIMUSMÄÄRITTELY JA SIINÄ KÄYTETTÄVÄT MENETELMÄT .....	15
3.1 Vaatimusmäärittely.....	15
3.2 Vaatimusmäärittelyn ongelmat.....	18
3.3 Vaatimusmäärittelyssä käytettäviä menetelmiä.....	19
3.3.1 Haastattelu.....	20
3.3.2 Kyselylomakkeen käyttö .....	24
3.3.3 Havainnointi.....	26
3.3.4 Prototyypin rakentaminen .....	28
3.3.5 Aineistotutkimus .....	31
3.3.6 Skenaariot.....	32
3.3.7 Olemassaolevista järjestelmistä päättely .....	33
3.3.8 Kuvausmallit .....	34
3.3.9 Ryhmätyömenetelmät.....	35
3.4 Yhteenveto vaatimusmäärittelymenetelmistä.....	38
3.5 Määrittelymenetelmien luokittelu.....	40
4. VAATIMUSMÄÄRITTELYMENETELMIEN VALINTAAN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT JA NIIDEN ARVIOINTI.....	44
4.1 Menetelmien valintaan vaikuttavat tekijät.....	44
4.1.1 Määrittelylle asetetut tavoitteet .....	45
4.1.2 Käyttäjät .....	46
4.1.3 Suunnittelijat .....	52
4.1.4 Resurssit .....	55
4.2 Tekijöiden vaikutus menetelmien valintaan .....	56
4.3 Vaatimusmäärittelyn tyyppitilanteet.....	60
4.4 Menetelmien valinnan viitekehys.....	69
4.5 Yhteenveto.....	71
5. VAATIMUSMÄÄRITTELYMENETELMIEN VALINTA JA KÄYTTÖ ESIMERKKITILANTEESSA .....	72
5.1 Esimerkkitilanteen kuvaus.....	72
5.1.1 Vaatimusmäärittelyn tavoitteet ja aikataulu.....	73
5.1.2 Käyttäjryhmät, niiden valintaperusteet ja luonnehdinta.....	75
5.1.3 Suunnittelijat .....	77
5.2 Toimintasuunnitelma .....	77
5.3 Menetelmien valinta .....	78
5.3.1 Toiminnallisen epävarmuuden määrä ja tyyppitilanteen tunnistaminen.....	79
5.3.2 Kohdejärjestelmään perehtyminen .....	80
5.3.3 Vaatimusten kerääminen .....	80
5.3.4 Vaatimusten varmistaminen ja dokumentointi.....	82

5.4 Valittujen menetelmien soveltaminen esimerkkitalanteeseen.....	82
5.4.1 Kohdejärjestelmään perehtyminen.....	82
5.4.2 Vaatimusten kerääminen.....	84
5.4.3 Vaatimusten varmistaminen ja dokumentointi.....	87
5.5 Johtopäätöksiä .....	89
<b>6. PAIKKATIETOJÄRJESTELMÄN KUVAUSMALLIT .....</b>	<b>95</b>
6.1 Mallin tehtävät.....	95
6.2 Hyvän kuvausmallin ominaisuudet .....	96
6.3 Mallien yleisiä luokitteluperusteita .....	97
6.4 Paikkatietojärjestelmän kuvaamiseen käytettyjä malleja .....	98
6.4.1 G-IFO .....	98
6.4.2 GOMT-menetelmän oliomalli.....	100
6.4.3 Use case -malli .....	101
6.4.4 Aronoffin vuokaavio .....	103
6.5 Mallien soveltuvuus paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittelyyn.....	105
6.6 Paikkatietojärjestelmän kuvausmalli .....	107
6.6.1 Kuvausmallin tavoite ja osat .....	108
6.6.2 Käsitteet ja notaatio .....	110
6.6.3 Tietovarastoarkkitehtuuri .....	112
6.6.4 Use case -malli .....	114
6.6.5 Kerrosmalli.....	117
6.6.6 Yhteysmalli .....	119
6.6.7 Kuvausmallin käyttö jatkossa.....	120
6.7 Yhteenveto.....	121
<b>7. YHTEENVETO.....</b>	<b>123</b>
<b>LÄHDELUETTELO.....</b>	<b>127</b>
<b>LIITTEET.....</b>	<b>137</b>

## 1. JOHDANTO

Karttoja on kautta aikojen tuotettu avustamaan suunnittelua ja havainnollistamaan päätöksenteossa tarvittavia tietoja. Nykyaikainen tieto- ja ohjelmistotekniikka on siirtänyt kartat paperilta tietokoneen näytölle tarjoten päätöksentekijöille uuden apuvälineen - paikkatietojärjestelmät. Paikkatietojärjestelmä (Geographical Information System, GIS) on tietokonepohjainen järjestelmä, joka käsittelee paikkatietoja. Paikkatiedot ovat kartta- ja rekisteritietoja, jotka voivat kuvata lähes mitä tahansa ympäristöön ja ihmisen toimintaan liittyvää.

Aiemmin paikkatietojärjestelmät olivat vain maantieteen, kartografian ja teknisen mitaustoimen ammattilaisten työvälineitä, mutta nykyään ne ovat nopeasti levinneet myös julkishallintoon ja liike-elämään. Tämä on ollut odotettavissa, sillä tutkimusten mukaan yli 70 prosenttia julkishallinnon ja jopa 90 prosenttia liike-elämän käsittelemästä tiedosta on liitettävissä kartalla esitettävään sijaintiin (Nuora, 1995, Grimshaw, 1994). Suomessa paikkatietojärjestelmien käyttäjämäärä on tällä vuosikymmenellä lisääntynyt lähes 50 prosentin vuosivauhtia (Kosonen, Pekkinen, 1996), ja Yhdysvalloissa järjestelmiä pidetään jo merkittävimpänä yritysjohton ajattelutapaan 90 -luvulla vaikuttaneena välineenä (Grimshaw, 1994).

Vaatimusten määrittämistä pidetään yhtenä tietojärjestelmän menestykselliseen kehittämiseen merkittävimmin vaikuttavista vaiheista (Taggart, Tharp, 1977, Davis, 1982, Bostrom, 1989, Davis, 1990, Shia, ym., 1994, Pohl, 1996). Vaatimusmäärittelyllä tarkoitetaan tietojärjestelmälle asetettavien tieto- ja toimintovaatimusten keräämistä, dokumentointia ja varmistamista. Tutkimusten mukaan suurin osa tietojärjestelmissä havaituista virheistä voidaan jäljittää aina vaatimusmäärittelyvaiheeseen saakka. Mitä myöhemmin virheet havaitaan, sitä kalliimpaa ja vaikeampaa on niiden korjaaminen (Davis, 1990). Vaatimusmäärittelyn onnistumisen kannalta myös määrittelyssä käytettävät me-

netelmät ovat keskeisessä asemassa, joten niiden valintaan tulee kiinnittää erityistä huomiota.

Tähän saakka paikkatietojärjestelmiin liittyvä tutkimus on keskittynyt pääosin teknisten ratkaisujen vertailuun, suunnittelumenetelmien arviointiin ja toteutukseen liittyviin kysymyksiin (Robey, Sahay, 1996, Hadzilacos, Tryfona, 1996, Helokunnas, 1995, Indome, Hutton, 1992, Worboys, ym., 1990). Sen sijaan järjestelmien kehittämisen alkuvaiheisiin liittyvä tutkimus on ollut hyvin pinnallista. Esimerkiksi vaatimusmäärittelyn suorittaminen kuitataan tyypillisesti vain toteamalla, että ”suunnittelija haastattelee käyttäjiä” (Helokunnas, 1995, Bernhardsen, 1992, Laurini, 1992, Huxhold, 1991). Mitään kriteerejä käytettävien menetelmien valintaan tai määrittelyn suorittamiseen ei ole esitetty.

Yleisessä tietojärjestelmäkirjallisuudessa vaatimusmäärittelyä sen sijaan on tutkittu varsin runsaasti. Taggart ja Tharp (1977) tarkastelivat jo kaksikymmentä vuotta sitten vaatimusmäärittelyssä käytettäviä menetelmiä. Myöhemmin Davis (1982) esitti joukon tekijöitä, joilla on vaikutusta vaatimusmäärittelyssä käytettävän strategian valintaan. Hänen työtään jatkoi edelleen Bostrom (1989), joka korosti erityisesti kommunikaation merkitystä tietojärjestelmän kehittämisprosessissa. Tällä vuosikymmenellä on tutkittu varsinkin vaatimusmäärittelyprosessia (Pohl, 1996, NATURE Team, 1996) ja menetelmien osalta suuren huomion on saanut niin sanottu etnografinen lähestymistapa (Huges, ym., 1995b). Sen sijaan käytettävien menetelmien valintaa käsitteleviä tutkimuksia ei ole tehty.

Nopean leviämisen ja käyttäjien asettamien vaatimusten kasvun myötä myös paikkatietojärjestelmien määrittelyyn liittyvät kysymykset ovat tulleet entistä ajankohtaisemmiksi. Paikkatietojärjestelmä on ensisijaisesti tietojärjestelmä, joten vaatimusmäärittelyn asema osana sen kehittämistä on yhtä keskeinen kuin perinteisissäkin tietojärjestelmissä. Lisäksi paikkatietojärjestelmien kehittäminen on usein hyvin kallista ja vaatii runsaasti aikaa. Tämä korostaa entisestään onnistuneen vaatimusmäärittelyn merkitystä,

sillä on todettu, että mitä myöhäisemmässä vaiheessa määrittelyssä tehdyt virheet havaitaan, sitä kalliimpaa ja vaikeampaa on niiden korjaaminen (Davis, 1990).

Tämän tutkielman päätavoitteena on kehittää viitekehys tukemaan paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittelyssä käytettävien menetelmien valintaa. Viitekehys muodostuu neljästä osasta: menetelmien valintaan vaikuttavista tekijöistä, tyyppitilanteista, menetelmäsuosituksista ja menetelmien ominaisuuskartoituksesta. Valintaan vaikuttavat tekijät jäsennetään määrittelyn tavoitteesta, käyttäjistä, suunnittelijoista ja käytettävissä olevista resursseista johtuviin. Näitä tekijöitä ja niiden vaikutusta tarkastellaan erityisesti organisationalisen paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittelyn näkökulmasta. Tämän jälkeen tekijöiden perusteella on tarkoitus muodostaa joukko todellisuuden määrittely-ympäristöjä vastaavia tyyppitilanteita. Kunkin tyyppitilanteen yhteydessä esitetään suositus vaatimusmäärittelyssä käytettäväksi menetelmiksi. Tämä suositus perustuu kirjallisuuden pohjalta tehtyyn vaatimusmäärittelymenetelmien ja niiden ominaisuuksien tarkasteluun. Koska paikkatietojärjestelmiä käsittelevässä kirjallisuudessa ei näitä asioita juurikaan esitetä, ominaisuuksien tarkastelu perustuu pääosin yleiseen tietojärjestelmäkirjallisuuteen (Mason, Willcocks, 1994, Flynn, 1991, Davis, 1982). Viitekehysten toimivuuden testaamiseksi sitä sovelletaan tutkielman empiirisessä osuudessa Jyväskylän kaupungin paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittelyyn.

Sovellettaessa valittuja menetelmiä esimerkkitilanteeseen havaittiin, että vaatimusten dokumentoinnin ja varmistamisen tueksi tarvitaan uudenlaista, riittävän yleisellä tasolla olevaa kuvausmallia. Mallin tulisi sopia erityisesti kevyiden järjestelmien, kuten ohjelmistopaketteja räätälöimällä toteutettavien, kuvaukseen. Lisäksi mallin avulla tulisi pysytävä havainnollistamaan paikkatietoajattelun periaatteita. Paikkatietoajattelulla tarkoitetaan niin paikkatietoon kuin paikkatietojärjestelmiin ja -tekniikkaan liittyviä käsitteitä. Lisäksi siihen kuuluvat paikkatietojärjestelmän toimintaperiaatteen tuntemus sekä yleinen näkemys paikkatietotekniikasta ja sen hyödyntämisestä. Kirjallisuuden perusteella tehdyn kartoituksen pohjalta todettiin, että paikkatietojärjestelmien kuvaamiseen käytetyt mallit ovat liian monimutkaisia ja yksityiskohtaisia käytettäväksi vaatimus-

määrittelyvaiheessa. Tästä syystä tutkielman toisena tavoitteena on kehittää paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittelyn tueksi uusi kuvausmalli.

Tutkielma jakautuu johdannon lisäksi kuuteen lukuun. Toisessa luvussa esitetään paikkatietoon ja paikkatietojärjestelmiin liittyviä keskeisimpiä käsitteitä ja ominaisuuksia. Kolmannessa luvussa käsitellään vaatimusmäärittelyä ja siihen liittyviä ongelmia. Tämän lisäksi siinä kuvataan yleisimmät tietojärjestelmien vaatimusmäärittelyssä käytettävät menetelmät sekä arvioidaan niiden soveltuvuutta eri tilanteisiin. Neljännessä luvussa esitetään paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittelymenetelmien valinnan viitekehys, jota seuraavassa viidennessä luvussa sovelletaan käytännön esimerkkitalanteeseen. Kuudes luku esittelee paikkatietojärjestelmien kuvaamiseen käytettäviä malleja sekä arvioi niiden soveltuvuutta vaatimusmäärittelyyn. Luvussa esitetään myös paikkatietojärjestelmien vaatimusmäärittelyä varten kehitetty kuvausmalli. Tutkielman päättää seitsemäntenä lukuna yhteenveto.



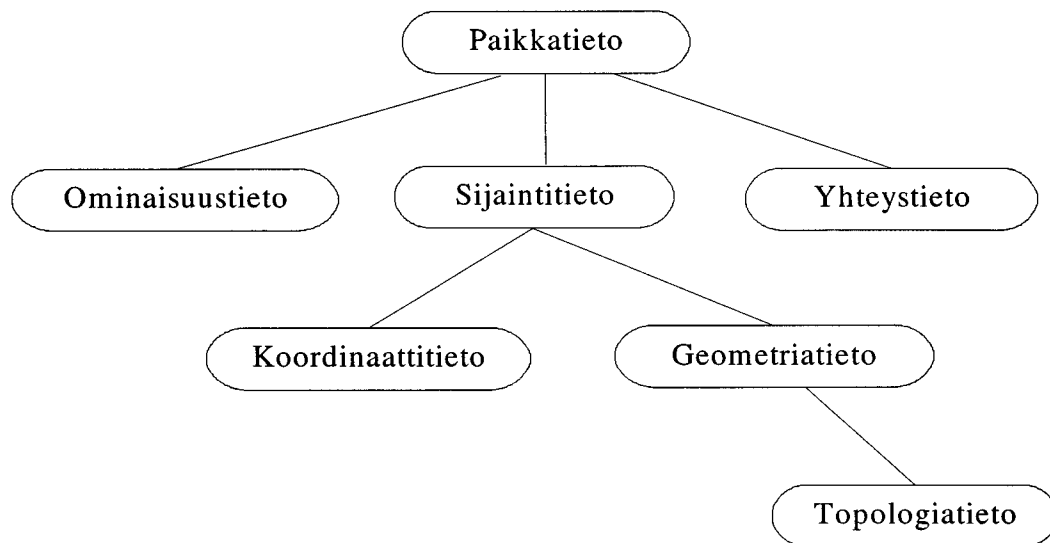
## 2. PAIKKATIETO JA PAIKKATIETOJÄRJESTELMÄT

Paikkatietojärjestelmien historia on varsin lyhyt, vain noin 30 vuotta. Siinä ajassa järjestelmät ovat kehittyneet kömpelöistä tietokonepohjaisista kartantuotantovälineistä 90 -luvun monipuolisiksi mikrotietokonepohjaisiksi tehotyökaluiksi. Samalla niiden käyttäjäkunta on kasvanut ja monipuolistunut. Tässä luvussa määritellään paikkatietoon ja paikkatietojärjestelmiin liittyviä keskeisimpiä käsitteitä sekä esitellään paikkatiedon hyötyjä ja sovellusalueita, joilla paikkatietotekniikkaa nykyään käytetään. Paikkatietoon ja paikkatietojärjestelmiin liittyviä käsitteitä on lukuisa joukko, joista tähän on pyritty valitsemaan tämän työn kannalta merkittävimmät. Alan termistö on valitettavasti vielä varsin vakiintumatonta, mikä aiheuttaa sen, että joitakin käsitteitä on kirjallisuudessa määritelty hyvin eri tavoin riippuen esimerkiksi määrittelijän omasta tieteenalasta. Suomessa paikkatietoon ja paikkatietojärjestelmiin liittyvää termistöä on pyrkinyt vakiinnuttamaan Maanmittauslaitoksen yhteydessä toimiva Paikkatietokeskus, joka julkaisee myös kaksi kertaa vuodessa päivitettävää Paikkatietojen Yhteiskäytön käsikirjaa.

### 2.1 Paikkatieto ja sen rakenne

Yleisesti paikkatietoa (geographical information) voitaisiin luonnehtia numeeriseksi kartta- ja rekisteritiedoksi, joka kuvaa ympäröivää todellisuutta, kuten luonnonvaroja, ympäristön tilaa, elinkeinotoimintaa tai liikenneverkkoja. Rakenteeltaan paikkatieto on varsin monimutkainen kokonaisuus, joka koostuu useasta eri tiedosta. *Paikkatieto* voidaan määritellä todellisuuden kohdetta kuvaavien sijainti-, ominaisuus- ja yhteystietojen muodostamaksi kokonaisuudeksi sekä näiden tietojen laatua koskeviksi

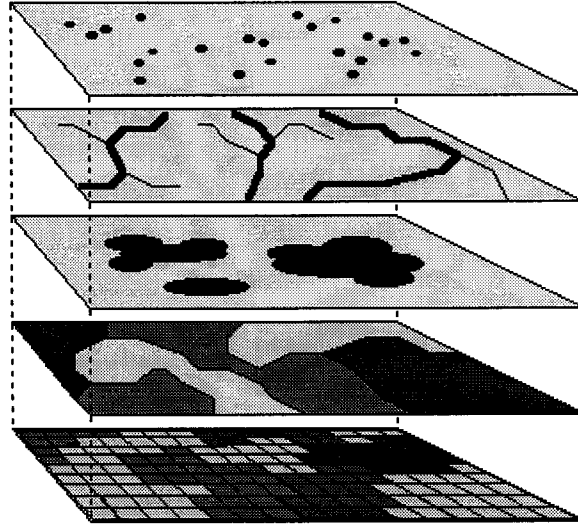
tiedoiksi (KUVA 1). Näistä *sijaintitiedolla* (spatial data) tarkoitetaan kohdetta kuvaavien koordinaatti- ja geometriatietojen muodostamaa kokonaisuutta. *Ominaisuustieto* (attribute data) taas on kohteen yksilöivä, ajoittava tai sen piirteitä kuvailevaa tietoa. *Yhteystiedolla* tarkoitetaan todellisuuden kohteiden yksilöintiin perustuvaa, kohteiden välisiä suhteita kuvaavaa tietoa.



KUVA 1. Paikkatiedon rakenne (JHS, 1997).

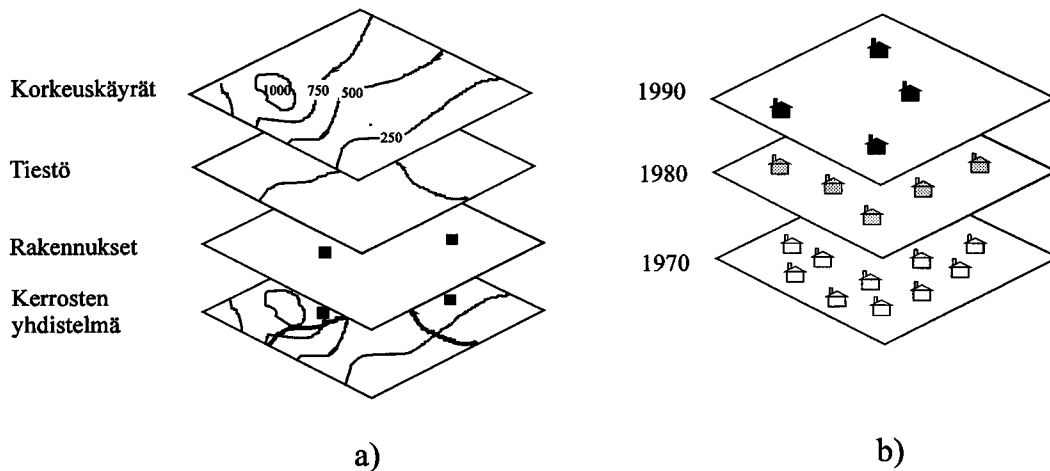
*Koordinaattitiedolla* tarkoitetaan koordinaattilukuarvoja sekä tietoja koordinaattijärjestelmästä ja koordinaattilukuarvojen epävarmuudesta. *Geometriatieto* taas kertoo kohteen kuvaamiseksi valitusta geometrisesta yksilötyypistä ja sen piirteistä sekä geometrisen yksilön topologisista suhteista toisiin geometrisiin yksiköihin (Maanmittauslaitos/Paikkatietokeskus, 1997). Geometriselta yksilötyypiltään kohteet voivat olla joko vektori- tai rasterimuotoisia. *Vektorimuotoinen tieto* (vector data) rakentuu pisteistä, viivoista ja alueista, kun taas *rasterimuotoinen tieto* (raster data) esitetään hilana, jonka alkio on pikseli. Rasterimuotoisesta tiedosta käytetään myös nimityksiä matriisimuotoinen tieto tai hilatieto. Kuvassa 2 havainnollistetaan vektori- ja

rasterimuotoisia tietoja. Geometriatietoon liittyvällä *topologiatiedolla* tarkoitetaan geometrinen yksilöiden välistä suhdetta kuvaavaa tietoa. Esimerkiksi verkostoa kuvattaessa pisteitä yhdistävät viivat. Solmusta lähtevien viivojen ja toisaalta viivan alku- ja loppupisteiden ilmoittaminen on topologista tietoa (Artimo, 1993).



KUVA 2. Paikkatiedot voivat esittää pisteistöjä, verkostoja, alueita, aluejakoja tai ruudustoja (vrt. JUHTA, 1996 s. 4).

*Kerroksella* tarkoitetaan tietyistä tietokokonaisuudesta muodostuvaa, esitettävissä olevaa tasoa. Kuvassa 3 havainnollistetaan paikkatietojen kerrostamista. Kohdassa a) maa-alue esitetään kerroksina siten, että alueen vedet, tiet ja rakennukset muodostavat kukin oman tietokerroksensa. Kohdassa b) taas kuvataan aikasarjaa, jolla esitetään maaseudun autioitumista.



KUVA 3. Paikkatietojen esittäminen kerroksina (vrt. Laurini, 1991, s. 27).

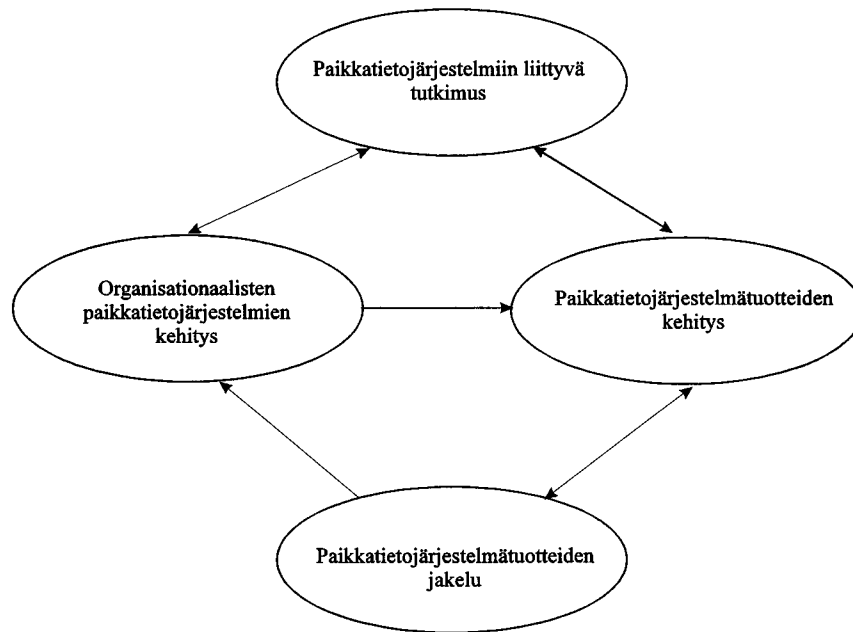
## 2.2 Paikkatietojärjestelmä

Paikkatietojärjestelmälle (Geographical Information System), josta kirjallisuudessa usein käytetään pelkkää englanninkieliseen nimeen perustuvaa lyhennettä GIS, on annettu useitakin eri määritelmiä riippuen määrittelijän näkökulmasta. Yleisimmin esitetyt määritelmät ovat joko tieto- tai toiminto-orientoituneita. Tieto-orientoituneet määritelmät painottava paikkatietojärjestelmän käsittelemien tietojen keskeistä asemaa, kun taas toiminto-orientoituneet painottuvat järjestelmältä vaadittaviin toimintoihin. Esimerkiksi Tomlin (1990) on määritellyt paikkatietojärjestelmän toiminto-orientoituneesti ”laitteistoksi, jonka avulla voidaan tuottaa, esittää ja tulkita maapallon pintaan liittyvää tietoa”. Vastaavasti Artimo (1994a) on antanut paikkatietojärjestelmälle tietokeskeisen määritelmän, jonka mukaan ”paikkatietojärjestelmä on tietokonepohjainen järjestelmä, joka käsittelee paikkatietoja”. Eri lähteiden esittämiä määritelmiä on laajemmin tarkastellut muun muassa Helokunnas (1995), jonka työstä löytyy toistakymmentä erilaista paikkatietojärjestelmän määritelmää.

Tässä työssä *paikkatietojärjestelmällä* tarkoitetaan tietokonepohjaista järjestelmää, jonka avulla voidaan esittää ja tulkita paikkatietoja. Määritelmä on lähellä Artimon (1994) esittämää, mutta tässä halutaan erityisesti korostaa paikkatietojärjestelmän asemaa tietojen visualisoijana.

Paikkatietojärjestelmien kehitys on kohdistunut paikkatietojärjestelmätuotteisiin ja organisationaalisiin paikkatietojärjestelmiin. *Paikkatietojärjestelmätuotteiden* kehityksellä tarkoitetaan kaupallisten ohjelmistojen tuotantoa, jota ohjaa alan tutkimuksen ohella myös markkinoiden kysyntä. *Organisationaalisten paikkatietojärjestelmien* kehityksellä taas tarkoitetaan joko paikkatietojärjestelmän rakentamista alusta lähtien itse, tai kuten nykyisin yleensä tapahtuu, valmiin ohjelmiston räätälöintiä tarpeisiin sopivaksi. Organisationaalisen paikkatietojärjestelmän kehittämiseen vaikuttaa paikkatietojärjestelmiin liittyvän tutkimuksen lisäksi myös kaupallisten järjestelmien jakelu (Helokunnas, 1995) (KUVA 4). Tässä työssä paikkatietojärjestelmä -käsitteellä tarkoitetaan nimenomaan organisationaalisia paikkatietojärjestelmiä.

Paikkatietojärjestelmien koko vaihtelee mikrotietokonepohjaisista, niin sanotuista ”desktop-GIS” -sovelluksista aina laajoihin ja ammattimaiseen käyttöön tarkoitettuihin järjestelmiin. Desktop-GIS -sovellukset on ensisijaisesti tarkoitettu muilla järjestelmillä tuotettujen tietojen kevyeen analysointiin ja visualisointiin. Laajat järjestelmät taas kykenevät visualisoinnin ohella myös raskaisiin analyysiin sekä paikkatietojen keräämiseen ja tuotantoon (Maguire, Dangermond, 1995).

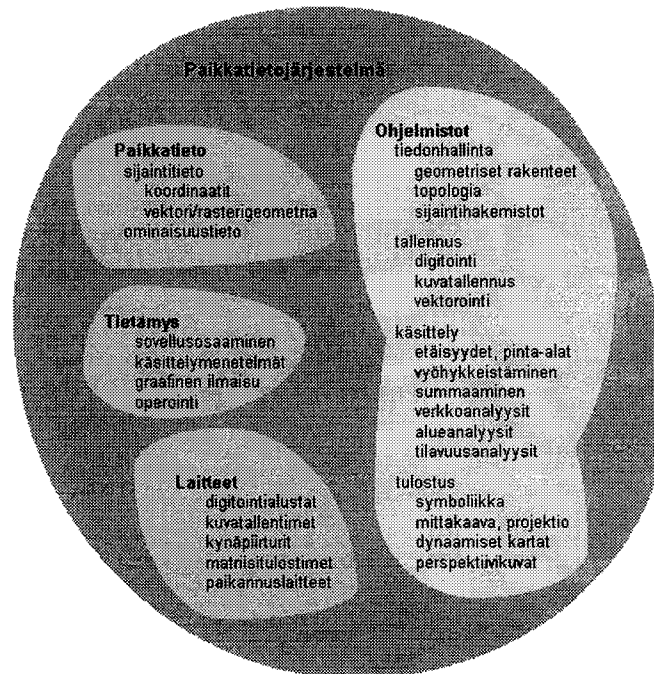


KUVA 4. Paikkatietojärjestelmien kehitys on jakautunut paikkatietojärjestelmätuotteiden ja organisationalisten paikkatietojärjestelmien kehitykseen (Helokunnas, 1995 s. 8).

Paikkatietojärjestelmä on ensisijaisesti tietojärjestelmä, mutta sillä on erityispiirteitä, joiden ansiosta se poikkeaa perinteisistä hallinnollisista tietojärjestelmistä sekä graafisista suunnittelujärjestelmistä, kuten CAD (Computer Aided Design) -järjestelmistä (KUVA 5). Näkyvin ero perinteiseen tietojärjestelmään verrattuna on paikkatietojärjestelmälle tyypillinen karttakäyttöliittymä, jossa interaktiivinen kuvaruutukartta mahdollistaa kartan käyttämisen käyttöliittymänä tietokannassa olevien tietojen kyselyyn. Karttaviestinnän lisäksi paikkatietojärjestelmässä voidaan tietokantaan tallennettuja tietoja esittää myös perinteisinä lomakkeina ja luetteloina (Artimo, 1993).

Paikkatietojärjestelmien keskeinen toiminnallinen piirre on mahdollisuus suorittaa erilaisia sijainti- ja ominaisuustietoihin kohdistuvia analyyseja. Aronoffin (1991) mukaan paikkatietojärjestelmän analyysitoiminnot voidaan jakaa neljään ryhmään:

- sijaintitiedon säilyttävään tiedonhallintaan, joka kattaa tiedon perinteiset käsittelytavat, kuten haun, luokittelun, yleistyksen ja mittauksen
- vastaavuusanalyyseihin, joilla tarkoitetaan karttatasojen päällekkäin asettamista ja vastinkohtien ominaisuuksien tarkastelua
- naapuruusanalyyseihin, joissa analyysi kohdistuu kohteen niin sanotuilla naapuruusalueilla olevaan tietoon sekä
- yhdistävyysanalyyseihin, jotka perustuvat johonkin funktioon, jolla kumulatiivisesti lasketaan ominaisuuksien arvoja kuljettaessa kohteena olevan tietorakenteen kautta.



KUVA 5. Paikkatietojärjestelmillä on omat erityispiirteensä muihin tietojärjestelmiin verrattuna (Artimo 1993, s. 9).

### 2.3 Paikkatietojärjestelmistä saatavat hyödyt

Paikkatiedoista ja paikkatietotekniikasta saatavat hyödyt voidaan jakaa rationalisointi-, synergia-, rakenne- ja potentiaalsiin hyötyihin (Maanmittauslaitos/Paikkatietokeskus, 1997). *Rationalisointihyöty* on perinteinen tietojärjestelmien kautta saavutettava hyöty, jota syntyy, kun perinteinen työvaltainen prosessi voidaan korvata automaatiolla. Esimerkiksi monien paikkatietoa käyttävien suunnitteluprosessien aikaisemmat jopa viikkoja kestäneet työlääät rutiinivaiheet voidaan paikkatietojen automaattisen käsittelyn ansioista korvata muutaman minuutin tietokoneajolla. *Synergiahyötyä* syntyy, kun eri tahoilla ja tarpeisiin kerättyä paikkatietoa voidaan karttakoordinaattien avulla yhdistellä, jolloin syntyy uutta tietoa. Tämä mahdollistaa myös tietojen välisten uusien yhteyksien havaitsemisen. *Rakennehyötyjä* taas syntyy silloin, kun tietoja keräävät osapuolet huomaavat saavansa tarvittavia tietoja toisiltaan ja voivat luopua päällekkäisten rekistereiden pidosta ja tiedonkeruusta. *Potentiaaliset hyödyt* ovat niitä mahdollisuuksia, joita paikkatietojen käsittelytekniikka tarjoaa tulevaisuudessa. Muistivälineiden ja prosessorivoiman halpeneminen ja tiedonsiirtotekniikan kehittyminen tarjoavat aivan uusia tapoja tietoaaineistojen hyväksikäyttöön.

### 2.4 Paikkatietojen sovelluksia

Paikkatietojärjestelmät ovat aivan viime vuosina varsin nopeassa tahdissa levinneet usealle eri elämänalalle. Pelkästään suomalaisen paikkatiedon erikoislehden Position vuosien 1993 - 1996 aikana ilmestyneiden numeroiden läpikäynti tuotti yli 20 numeerisia paikkatietoja ja paikkatietojärjestelmiä hyödyntävää aluetta. Taulukkoon 1 on koottu esimerkkejä paikkatiedon ja -tekniikan soveltamisaloista Suomessa.

Maailmalla ja erityisesti Pohjois-Amerikassa, missä aineistot ovat hyvin kattavia ja käyttökustannuksiltaan alhaisia, paikkatietojen käyttö on levinnyt vieläkin laajemmalle.



Suomessa paikkatietojen käytön leviämistä rajoittaa vielä toistaiseksi sovellusalueen vierauden ohella myös aineistojen kalleus. Sen sijaan aineistoista ja niiden tuottajista ei enää menneiden vuosien tapaan ole pulaa: Maanmittauslaitoksen yhteydessä toimiva Paikkatietokeskus ylläpitää tietoja Suomesta tarjolla olevista paikkatietoaineistoista, ja tällä hetkellä, helmikuussa 1997, aineistojen tarjoajia on yli 20 ja varsinaisia aineistoja lähes 300 (Maanmittauslaitos/Paikkatietokeskus, 1997).

TAULUKKO 1. Esimerkkejä paikkatietoja ja -tekniikkaa hyödyntävistä elämäntiloista.

<p><b>Alkutuotanto:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• maatalous</li> <li>• riistanhoito</li> <li>• metsätalous</li> <li>• kaivos- ja kaivannaistoiminta</li> </ul>	<p><b>Infrastrukturi ja sen huolto:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kiinteistönmuodostus</li> <li>• maankäytön suunnittelu</li> <li>• toimipisteiden sijainnin suunnittelu</li> <li>• yhdyskuntahuollon verkostojen suunnittelu ja ylläpito</li> <li>• radioverkkojen suunnittelu</li> </ul>	<p><b>Tutkimus:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• maantiede ja muut geotieteet</li> <li>• muut luonnontieteet</li> <li>• liiketaloustieteet</li> <li>• kansanterveystiede</li> </ul>
<p><b>Kuljetus, navigointi ja viestintä:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kuljetusten suunnittelu ja optimointi</li> <li>• autojen, laivojen ja lentokoneiden navigointi</li> <li>• liikenteen valvonta ja ohjaus</li> <li>• tiedonsiirto</li> </ul>	<p><b>Palvelut ja kauppa:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• markkinatutkimukset</li> <li>• palveluverkkojen suunnittelu</li> </ul>	<p><b>Tietovarantojen keruu ja ylläpito:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• maastokartoitus</li> <li>• luonnonvarojen kartoitus ja tilinpito</li> <li>• ympäristön tilan seuranta ja ympäristön suojeleminen</li> <li>• yhteiskunnallinen rekisterinpito ja tilastotuotanto</li> </ul>

Suomen Kuntaliitto teki vuonna 1995 kyselytutkimuksen (Nuora, 1995) kartoittaakseen kuntien numeeristen paikkatietojen käyttöä. Tutkimuksen mukaan kaikkein yli 20 000 asukkaan kuntien hallinnossa käytetään jo numeerisia paikkatietoja. Sen sijaan pienissä

kunnissa käyttö ei vielä ole kovin yleistä. Syynä tähän pidetään pääasiassa asiaa tuntevien toimihenkilöiden ja yleensä toimihenkilöiden puutetta. Toisaalta asiat ovat pienessä kunnassa usein helpommin hallittavissa myös manuaalisin menetelmin.

Yleisimmin paikkatietoa käytetään mittaustoimessa, mikä onkin hyvin luonnollista, onhan sen tehtävänä huolehtia kuntien kartanvalmistuksesta ja kartastojen ylläpidosta. Muutenkin paikkatietoja jo hyödyntävät toimialat olivat pääosin tekniseen toimeen kuuluvia, kuten rakentaminen ja maankäyttö. Eräät kunnat ilmoittivat tosin jo käyttävänsä paikkatietoja ja paikkatietojärjestelmiä myös kuntasuunnittelussa, palo- ja pelastustoimessa, sivistystoimessa, terveydenhuollossa ja sosiaalitoimessa. Tulevaisuudessa näiden alueiden arvioidaan nousevan yhä merkittävimiksi paikkatietojen hyödyntäjiksi, mutta vielä tänä päivänä esteenä ovat paikkatietotekniikan vieraus sekä sopivien työvälineiden puute.

### **3. VAATIMUSMÄÄRITTELY JA SIINÄ KÄYTETTÄVÄT MENETELMÄT**

Vaatimusmäärittelyä pidetään eräänä keskeisimmistä tietojärjestelmän kehittämiseen liittyvistä vaiheista ja sitä on aina 1970 -luvulta lähtien tutkittu varsin runsaasti (Taggart, Tharp, 1977, Davis, 1982, Bostrom, 1989, Davis, 1990, Shia, ym., 1994, Pohl, 1996). Vaatimusmäärittelyä pidetään hyvin vaikeana kehittämisen osa-alueena, sillä käyttäjien vaatimusten täydellinen kerääminen on lähes mahdotonta ja lisäksi vaatimukset usein muuttuvat määrittelyn edetessä (Davis, Shia, 1994).

Tässä luvussa kuvataan vaatimusmäärittelyä prosessina sekä tarkastellaan siihen liittyviä ongelmia. Tämän jälkeen esitellään vaatimusmäärittelyssä yleisimmin käytettäviä menetelmiä sekä arvioidaan niiden soveltuvuutta eri tilanteisiin. Luvun lopuksi esitetään menetelmäluokittelu, jonka perusteella menetelmät jaetaan suoriin, epäsuoriin ja tukeviin menetelmiin. Jatkossa tässä luvussa tehtyä menetelmien ominaisuuskartoitusta ja esitettyä menetelmäluokittelua käytetään pohjana esitettäessä menetelmäsuosituksia erilaisiin paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittelytilanteisiin.

#### **3.1 Vaatimusmäärittely**

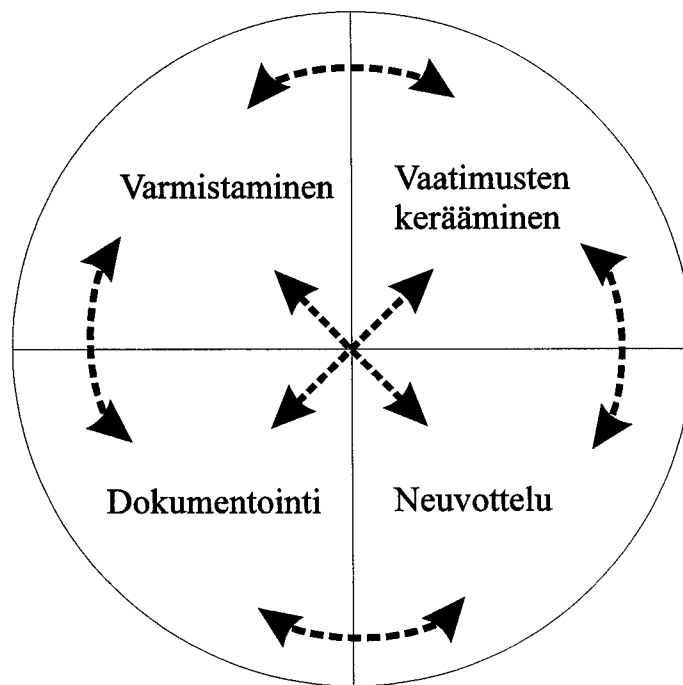
Vaatimusmäärittely on kirjallisuudessa määritelty usealla eri tavalla riippuen siitä, mitä sen osaa on haluttu painottaa. Eräät määritelmät korostavat vaatimusten keräämistä ja siten vaaditun vuorovaikutuksen merkitystä, kun taas toiset pitävät merkittävämpänä vaiheen tuottamaa tulosta (Pohl, 1996). Esimerkiksi Loucopoulos ja Karakostas (1995) ovat määritelleet vaatimusmäärittelyn ”vaatimusten järjestelmälliseksi kehittämiseksi iteratiivisen ja yhteistyöhön perustuvan prosessin kautta, jossa analysoidaan havaittuja

ongelmia, dokumentoidaan havaintoja eri esitystavoin sekä varmistetaan saadun ymmärryksen oikeellisuus”. IEEE:n standardi (IEEE, 1991) taas määrittelee vaatimusmäärittelyn prosessiksi, jossa käyttäjän tarpeiden tutkimuksen avulla muodostetaan määritelmä järjestelmästä sekä sille asetettavista laitteisto- ja ohjelmistovaatimuksista. Tässä yhteydessä *vaatimusmäärittelyllä* tarkoitetaan lyhyesti prosessia, jonka tehtävänä on selvittää, millainen järjestelmä toteutetaan sekä dokumentoida ja varmistaa näin kerätyt vaatimukset. Tietojärjestelmälle asetettavalla *vaatimuksella* taas tarkoitetaan ominaisuutta tai piirrettä, joka tulevan järjestelmän tulee omata, jotta se vastaisi käyttäjien tarpeita.

Vaatimusmäärittely voidaan Pohlin (1996) mukaan jakaa neljään vaiheeseen: vaatimusten keräämiseen (requirements elicitation), neuvotteluun (negotiation), yksilöintiin ja dokumentointiin (specification and documentation) sekä vahvistamiseen ja varmentamiseen (validation and verification). Vaatimusmäärittely lähtee liikkeelle *vaatimusten keräämisestä*. Sen tavoitteena on tunnistaa määrittelyn kannalta merkitykselliset tiedon lähteet ja tuoda esiin kaikkien määrittelyyn osallistuvien ymmärtämällä tavalla kohdejärjestelmään tai havaittuun ongelmaan liittyvä näkymätön tieto. Koska vaatimusmäärittelyyn osallistuu yleensä suuri joukko taustoiltaan ja tarpeiltaan erilaisia ihmisiä, ovat päämäärät ja tavoitteet usein ristiriitaisia. *Neuvotteluvaiheen* tehtävänä on saavuttaa havaittuja ristiriitoja koskeva yhteisymmärrys määrittelyyn osallistuvien kesken. Vaiheen tavoitteena on tuoda esiin havaitut ristiriidat ja niihin liittyvät vaihtoehdot ja perustelut sekä varmistaa, että tehdyt päätökset ovat mahdollisimman oikeita. Näiden lisäksi neuvotteluvaiheessa on varmistuttava, että mukana ovat ristiriitojen ratkaisun kannalta oikeat henkilöt oikeaan aikaan. *Yksilöinti- ja dokumentointivaiheen* tehtävänä on tuottaa kuvaukset edellisissä vaiheissa syntyneistä vaatimuksista. Kuvauksissa tulee ottaa huomioon kaikkien määrittelyyn osallistuvien näkökulmat ja esittää lopullisten määritysten ohella myös välivaiheiden tuloksia. Lisäksi kuvausten on oltava yhdenmukaisia ja jäljitettävissä olevia. Jatkossa dokumentointi - käsitteellä tarkoitetaan sekä yksilöintiä että dokumentointia. *Vahvistus- ja varmennusvaiheessa* vaatimukset tarkastetaan. Vahvistamisen tarkoituksena on tarkastaa

vaatimukset suhteessa asetettuihin rajoituksiin ja varmistamisen tehtävänä taas on tarkastaa, että kerätyt vaatimukset vastaavat käyttäjien tarpeita. Vahvistusta ja varmentamista tarvitaan aina, kun vaatimus tai vaatimusten joukko on saatu määriteltyä.

Kuvassa 6 esitetään vaatimusmäärittelyn eri vaiheet ja niiden väliset suhteet. Kuten kuvasta voidaan havaita, vaatimusmäärittelyn eri vaiheilla ei ole mitään tiettyä suorittamisjärjestystä, vaan ne toimivat vuorovaikutuksessa keskenään. Esimerkiksi vaatimusten välisen ristiriidan havaitseminen saattaa neuvotteluvaiheen ohella johtaa lisätiedon hankkimiseksi myös uuteen keräysvaiheeseen.



KUVA 6. Vaatimusmäärittelyn neljä vaihetta (vrt. Pohl, 1996 s. 11).

Jatkossa yllä esitetty vaihejako toimii osana tyyppitilanteisiin esitettävää menetelmäsuositusta, siten, että niiden yhteydessä pyritään antamaan menetelmäsuositus kuhunkin yllä esitetyistä neljästä vaiheesta.

### 3.2 Vaatimusmäärittelyn ongelmat

Tyypillisinä vaatimusmäärittelyä vaivaavina ongelmina pidetään seuraavia (Woolgar, 1994):

- Käyttäjät eivät tiedä, mitä haluavat.
- Käyttäjät eivät osaa ilmaista vaatimuksiaan, vaikka kykenevät tunnistamaan ne.
- Käyttäjien vaatimukset muuttuvat usein.
- Yksittäiset käyttäjät kertovat eri tahoille sisällöltään erilaisia vaatimuksia.
- Käyttäjät eivät pääse yhteisymmärrykseen vaatimuksista.
- Yksittäisten käyttäjien tarpeet eivät aina vastaa kaikkien käyttäjien tarpeita.

Näiden lisäksi ongelmallisena pidetään myös suunnittelijoiden ja käyttäjien välisen kommunikaation heikkoutta sekä menetelmien ja välineiden puutetta ja huonoa tuntemusta suunnittelijoiden keskuudessa. Ongelmana pidetään myös vaatimusmäärittelyyn liittyvän teoreettisen tutkimuksen ja käytännön välisen yhteyden puuttumista (Sutchliffe, 1996, Zowghi, 1996, Davis, Shia, 1994, Flynn, Warhurst, 1994, Christel, Kang, 1992).

Paikkatietojärjestelmien vaatimusmäärittelyssä käyttäjän ja suunnittelijan välistä kommunikaatiota vaikeuttaa yleisten kommunikaatio-ongelmien, kuten henkilökohtaisten ominaisuuksien lisäksi myös alan terminologiaan liittyvien standardien puute (Goodchild, 1995, Laurini, 1992). Tämä saattaa vaikeuttaa vaatimusmäärittelyä sellaisissakin tilanteissa, joissa kaikki määrittelyyn osallistuvat tuntevat sovellusalueen, mutta ovat omaksuneet sen eri tieteenalojen tai sovellusten kautta.

Paikkatietojärjestelmien rakentamiseen ei vielä ole tarjolla koko kehittämisen elinkaarta kattavia omia metodologioita. Sen sijaan esimerkiksi suunnitteluvaiheeseen on jo

kehitetty paikkatietojärjestelmien ominaispiirteitä huomioivia menetelmiä (Helokunnas, 1995, Tryfona, Hadzilacos, 1994).

Vaatusmäärittelyyn liittyvät ongelmat on syytä ottaa vakavasti, sillä jopa yli 50 prosenttia tietojärjestelmien epäonnistumiseen johtavista virheistä tehdään jo vaatusmäärittelyvaiheessa (Davis, 1990). Mikäli tehdyt virheet havaitaan vasta kehittämisen myöhemmissä vaiheissa, nousevat korjausten kustannukset usein moninkertaisiksi. Davis (1990) on esittänyt taulukon 2 mukaisen arvion siitä, kuinka moninkertaisiksi määrittelyvirheiden korjauskustannukset nousevat, kun ne havaitaan vasta kehittämisen myöhemmissä vaiheissa.

TAULUKKO 2. Kehittämisen eri vaiheissa havaittujen virheiden korjauskustannukset (Davis, 1990, s. 23).

Kehittämisen vaihe	Virheiden suhteelliset korjauskustannukset
Vaatusmäärittely	0.1 - 0.2
Suunnittelu	0.5
Koodaus	1
Yksikkötestaus	2
Hyväksymistestaus	5
Ylläpito	20

### 3.3 Vaatusmäärityksessä käytettäviä menetelmiä

Seuraavassa esitetään vaatusmäärityksessä käytettäviä menetelmiä. *Vaatusmäärityksen menetelmällä* tarkoitetaan menetelmää, jota käytetään

tietojärjestelmälle asetettavien vaatimusten keräämiseen, varmistamiseen tai dokumentointiin. Tässä työssä vaatimusmäärittelyssä käytettävänä menetelminä käsitellään perinteisten haastattelun, kyselylomakkeiden käytön, havainnoinnin ja aineistotutkimuksen ohella myös prototyyppien rakentamista, skenaarioita, kuvausmalleja, olemassaolevista järjestelmistä päättelyä sekä ryhmätyömenetelmiä.

### 3.3.1 Haastattelu

*Haastattelulla* tarkoitetaan ennalta suunniteltua tilaisuutta, jonka tarkoituksen on hankkia tietoa haastattelun kohteena olevalta (Shelly ym., 1991). Haastattelun pääasiallisena tehtävänä osana tietojärjestelmän vaatimusmäärittelyä on (Cooke, 1994, Mason, Willcocks, 1994, Flynn, 1992, Shelly ym., 1991):

- kerätä tietoa
- varmistaa muilla menetelmillä kerättyä tietoa
- vaikuttaa mielipiteisiin ja
- tarjota mahdollisuus osallistumiseen.

Haastattelut voidaan rakenteensa perusteella jakaa kahteen ryhmään: ohjattuihin (structured) ja vapaasti eteneviin (unstructured) (Cooke, 1994, Newman, Lamming, 1994). *Ohjattu haastattelu* etenee ennalta suunnitellussa järjestyksessä (Cooke, 1994). Jokaiselle haastateltavalle esitetään samat kysymykset ja yleensä myös samassa järjestyksessä (Jacobsen, 1993). *Vapaassa haastattelussa* taas haastattelun kulkua ei ole ennalta määrätty, vaan tilaisuus etenee vapaasti, yleensä kuitenkin haastattelijan ohjaamana, aiheesta toiseen. Myös vapaaseen haastatteluun voi liittyä valmiita kysymyksiä, mutta niiden esittämisjärjestystä ei välttämättä ole määrätty (Cooke, 1994, Newman, Lamming, 1994).

Haastattelussa käytettäviä kysymyksiä on kahta tyyppiä: avoimia ja suljettuja. Avoimiin kysymyksiin haastateltava voi vastata vapaasti omin sanoin. Ne sopivat parhaiten



tilanteisiin, joissa halutaan selvittää suuria kokonaisuuksia sekä saada selville haastateltavan mielipiteitä, asenteita ja ehdotuksia. Suljetuissa kysymyksissä vastausvaihtoehdot taas ovat rajalliset. Niihin voidaan esimerkiksi vastata vain joko kieltävästi tai myöntävästi, tai vastaus voi olla pelkkä luku tai muuta vastaavaa. Suljetut kysymykset sopivat hyvin yksityiskohtaisen tiedon keräämiseen tai yksityiskohtien varmistamiseen ja selventämiseen. Niitä voidaan käyttää myös pyrittäessä selvittämään henkilöiden mielipiteitä arkoina pidetyistä aiheista (Conger, 1994, Shelly ym., 1991).

Menetelmänä haastattelu muodostuu kolmesta vaiheesta: haastattelun suunnittelusta, toteutuksesta ja jälkitoimista (KUVA 7). Suunnitteluvaiheessa päätetään haastattelun tavoite, valitaan haastateltavat ja muotoillaan kysymykset. Tässä vaiheessa myös sovitaan haastateltavan kanssa haastattelun ajankohdasta ja lähetetään mahdollisesti jotain etukäteistietoa. Toteutusvaiheessa suoritetaan varsinainen haastattelu. Hyvän haastattelun suorittamiseksi on annettu lukuisia vinkkejä, joita on kattavasti käsitellyt muun muassa Frey ja Mertens-Oishi (1995). Haastattelun jälkitoimia ovat kerätyn tiedon analysointi ja dokumentointi sekä palautteen antaminen haastateltavalle. Palautteen avulla voidaan varmistaa, että haastattelija on ymmärtänyt ja tulkinut oikein haastateltavan antamia vastauksia (Mason, Willcocks, 1994, Conger, 1994).



KUVA 7. Haastattelun kolme vaihetta.

Haastattelun taltiointiin voidaan perinteisen kynän ja paperin lisäksi käyttää myös nauhuria tai vaikkapa videokuvausta. Näiden apuvälineiden käytöstä on kuitenkin

muistettava sopia haastateltavan kanssa etukäteen, sillä jotkut saattavat kokea ne epämiellyttäväksi ja uhkaaviksi.

Hyvin pitkälle ohjatut ja täysin vapaat haastattelut ovat tietojärjestelmien alustavassa vaatimusmäärittelyssä harvinaisia (Yourdon, 1992, Newman, Lamming, 1994). Koska haastattelu, kuten useat muutkin vaatimusmäärittelymenetelmät, on omaksuttu muualta, ei mikään yksittäinen tyyppi sellaisenaan sovi kaikkiin yhteyksiin. Kulloinkin käytettävää menetelmää onkin muokattava paremmin sopimaan tilanteen ja sovellusalan erityispiirteisiin (Firlej, Hellens, 1991). Kohderyhmän ominaisuudet ja valmiudet sekä määrittelyn vaihe viime kädessä ratkaisevat, millaisilla haastatteluilla saavutetaan parhaat tulokset (Frey, Mertens-Oishi, 1995).

### **Haastattelun soveltuvuus**

Haastattelu on käytetyin vaatimusmäärittelymenetelmä. Sen etuina ovat erityisesti joustavuus ja muunneltavuus (Firlej, Hellens, 1991). Haastattelua pidetään kuitenkin useisiin muihin menetelmiin verrattuna aikaavievänä ja kalliina. Se on lisäksi epäkäytännöllinen tilanteissa, joissa määrittelyssä mukanaolevien joukko on suuri ja/tai se on maantieteellisesti hajallaan (Frey, Mertens-Oishi, 1995, Mason, Willcocks, 1994, Conger, 1994, Shelly ym., 1991).

Haastattelun heikkoutena on myös sen alttius haastattelijan vastauksiin aiheuttamalle harhalle. Haastattelijalla saattaa tahattomastikin johtaa haastateltavaa antamaan omasta mielestään ”oikeita” vastauksia tai tulkita kuulemansa vastaukset haluamallaan tavalla. Tämä on yleensä suurempi ongelma vapaassa kuin ohjatussa haastattelussa (Conger, 1994).

Haastattelun eri tyypeistä vapaa haastattelu sopii alustavaan vaatimusmäärittelyyn sekä tilanteisiin, joissa haastateltavat eivät aikaisemmin ole osallistuneet tietojärjestelmien rakentamiseen. Tällöin vapaa haastattelu toimii ”pehmeänä laskuna” varsinaiseen

vaatimusmäärittelyyn, jossa tullaan myöhemmin käyttämään myös ohjatumpia menetelmiä (Yourdon, 1993). Vapaa haastattelu tarjoaa lisäksi haastattelijalle vapaammat kädet muokata haastattelun kulkua ja esitettäviä kysymyksiä paremmin haastateltavalle sopiviksi (Conger, 1994). Vapaan haastattelun avulla suunnittelija voi myös paremmin tutustua kohdeympäristöön ja määrittelyyn osallistuviin henkilöihin. Näin voidaan jatkossa helpottaa luottamuksellisen ja tuotteliaan vaatimusmäärittelyympäristön muodostumista (Cooke, 1993).

Vapaat haastattelut sopivat myös käyttäjien motivointiin (Mason, Willcocks, 1994) sekä uuden järjestelmän ”myymiseen” käyttäjille: haastattelun kuluessa voidaan esitellä sovellusalue ja perustella uuden järjestelmän hyödyllisyyttä. Tämä sopii hyvin tilanteisiin, joissa sovellusalue on käyttäjälle vieras tai ajatus järjestelmän rakentamisesta ei ole käyttäjiltä lähtöisin.

Vapaalla haastattelulla on myös heikkoutensa. Se ei sovi yksityiskohtaisen tiedon keräämiseen, sillä pelkästään haastateltavan ohjaamina muodostuvat kuvat toiminnoista ja tiedoista ovat usein epätäydellisiä ja hajanaisia (Byrd, ym., 1992). Vapaa haastattelu vaatii myös yleensä enemmän aikaa kuin ohjattu ja saatujen tulosten analysointi saattaa rakenteen puutteesta johtuen olla vaikeaa.

Vaikka avoin haastattelu on haastattelumuodoista toteutukseltaan kaikkein yksinkertaisin, vaatii se haastattelijalta kaikkein eniten. Siksi se sopiikin parhaiten koulutettujen, kokeneiden ja hyvän kommunikointikyvyn omaavien haastattelijoiden työvälineeksi (Cooke, 1994, Jacobsen, 1993).

Ohjatun haastattelun etuna on sen rakenteellisuus. Systemaattisella etenemistavalla saadaan yleensä kattavampi ja luotettavampi kuva käsiteltävästä aiheesta (Cooke, 1994). Lisäksi määrätty käsittelyjärjestys takaa, että kaikilta haastateltavilta kysytään samat asiat ja näin tuotetaan keskenään vertailukelpoista tietoa. Ohjatun haastattelun suorittamiseen kuluva aika on yleensä vapaata lyhyempi ja se sopii myös

kokemattomamman suunnittelijan työvälineeksi, sillä sen onnistuminen ei ole niin riippuvainen haastattelijan henkilökohtaisista ominaisuuksista (Conger, 1994, Mason, Willcocks, 1994, Jacobsen, 1992).

Ohjatun haastattelun heikkoutena on, että se vaatii vapaata enemmän etukäteissuunnittelua. Lisäksi se edellyttää haastattelijalta kohtuullista kohdeympäristön tuntemusta, jotta hän pystyy suunnittelemaan haastattelulle sopivan rakenteen ja muotoilemaan kysymykset. Haastateltavat saattavat myös kokea vahvasti ohjatun ja vastausvaihtoehdoiltaan rajoitetun haastattelun epämiellyttäväksi. Vahvasti ohjattu haastattelu vaikeuttaa myös spontaanien kommenttien ja asiaa selventävien lisäkysymysten esittämistä (Conger, 1994, Cooke, 1994).

### **3.3.2 Kyselylomakkeen käyttö**

*Kyselylomake* on erityisesti tarkoitukseensa suunniteltu dokumentti, jonka avulla kerätään tietoa ja mielipiteitä vastaajilta (Whitten, ym., 1989). Se voi olla joko perinteinen paperilomake tai elektronisessa muodossa oleva (Conger, 1994, Newman, Lamming, 1994). Kyselylomake on yleisesti käytetty väline tietojärjestelmien vaatimusmäärittelyssä, sillä sen avulla voidaan suurelta joukolta kerätä standardissa muodossa olevaa tietoa suhteellisen nopeasti ja edullisesti (Mason Willcocks, 1994, Newman, Lamming, 1994).

Luotettavaa tietoa tuottavan kyselylomakkeen suunnittelu vaatii suurta huolellisuutta ja taitoa. Lomakkeen tulee vastaajan näkökulmasta olla mahdollisimman ”helppo”: kysymysten sisältö on pyrittävä pitämään yksinkertaisena ja johdonmukaisena ja niiden määrää on pyrittävä rajoittamaan, jotta vastaaminen ei vaatisi kohtuuttomasti aikaa. On myös muistettava, että lomakkeessa esitettäviä kysymyksiä ei voida haastattelun tavoin selventää vastausvaiheessa, joten niistä on muotoiltava mahdollisimman yksikäsitteisiä.

Kyselylomakkeessa käytettävät kysymykset voivat olla, haastattelun tavoin tyypiltään joko avoimia tai suljettuja. Luotettavan ja tarkan tiedon keräämisen kannalta parhaita ovat suljetut kysymykset, joihin voidaan vastata esimerkiksi pelkin numeroin. Laajoihin avoimiin kysymyksiin vastaaminen saatetaan kokea vaikeana ja aikaavievänä. Lisäksi esimerkiksi tehokkuutta kuvaavien avoimien vastausten, kuten ”onneton”, ”kamala” ja ”enimmäkseen hyvä” johdonmukainen tulkitseminen on varmasti vaikeaa (Newman, Lamming, 1994, Flynn, 1992). Kyselylomakkeen mukaan tulee aina muistaa liittää myös kirje, jossa kerrotaan, miten kerättävää tietoa käsitellään ja mihin sitä tullaan jatkossa käyttämään (Mason, Willcocks, 1994).

### **Kyselylomakkeen soveltuvuus**

Arvioitaessa kyselylomakkeen vahvuuksia ja heikkouksia sitä verrataan yleensä henkilökohtaiseen haastatteluun. Kyselylomaketta voidaan kuitenkin käyttää myös haastattelua tukevana menetelmänä. Ennen varsinaista haastattelua voidaan haastateltavalle lähettää lomake, jossa avoimin kysymyksin tiedustellaan tulevan haastattelun aiheeseen liittyviä yleisiä asioita ja taustatietoja. Näin varsinaista haastattelutilannetta voidaan tehostaa keskittymällä vain olennaiseen (Firlej, Hellens, 1991).

Kyselylomake on monien mielestä nopein, edullisin ja vaivattomin tapa kerätä tietoa suurelta vastaajajoukolta. Sitä käyttämällä voidaanakin mahdollisimman monelle tarjota tilaisuus henkilökohtaisesti vaikuttaa tulevaan järjestelmään. Kyselylomake on haastattelua käyttökelpoisempi menetelmä myös silloin, kun haastateltavat ovat maantieteellisesti hajallaan. (Conger, 1994, Mason, Willcocks, 1994, Shelly ym., 1991).

Kyselylomakkeen käyttö saattaa myös vastaajan kannalta olla henkilökohtaista haastattelua miellyttävämpi, koska sen avulla voidaan haluttaessa taata nimettömyys. Nimettömyyden turvin voidaan erityisesti henkilökohtaisia tai arkoja asioita

tiedusteltaessa tuottaa usein haastattelua luotettavampia tuloksia. Tästä huolimatta haastattelua pidetään kuitenkin kyselylomaketta parempana menetelmänä mielipiteitä ja asenteita selvitettyessä (Conger, 1994, Shelly, ym., 1991).

Kyselylomakkeen heikkoutena on hyvän ja tehokkaan lomakkeen vaikea suunniteltavuus. Lomakkeessa esitettäviä kysymyksiä ei vastausvaiheessa voida enää tarkentaa ja niinpä vastaaja saattaa käsittää niiden sisällön toisin kuin esittäjä (Conger, 1994, Shelly, ym., 1991). Kyselylomakkeiden käytön ei voidakaan sanoa sopivan tilanteisiin, joissa käsiteltävä asia on vastaajille vieras. Aina ei myöskään voida olla varmoja, onko kysymyksiin vastannut juuri haluttu henkilö tai onko hänellä ollut riittävästi aikaa paneutua vastaamiseen. Monet pitävätkin kyselylomakkeita epäluotettavina, aikaavievinä, persoonattomina ja kiusallisina (Shelly, ym., 1991). Tällaisilla mielipiteillä on varmasti vaikutusta myös kerättyjen tietojen laatuun.

### **3.3.3 Havainnointi**

*Havainnoinnilla* tarkoitetaan havainnoitavan tai hänen työympäristönsä tarkkailua toiminnan aikana. Luonteeltaan havainnointi voi olla joko osallistuvaa tai passiivista. Osallistuvassa havainnoinnissa havainnoitavalle henkilölle voidaan havainnoinnin yhteydessä esittää hänen toimintaansa selventäviä kysymyksiä tai hänen voidaan itse antaa vapaasti kertoa, mitä on tekemässä ja miksi. Passiivisessa havainnoinnissa havainnoija pyrkii tekemään itsensä mahdollisimman huomaamattomaksi, jotta ei vaikuttaisi havainnoitavan toimintaan. Tällainen havainnointi voidaan tarvittaessa suorittaa esimerkiksi videokuvaamalla toimintaa (Cooke, 1994, Flynn, 1992).

Havainnoinnista, jossa havainnoija osallistuu kohdejärjestelmän toimintaan, käytetään usein nimitystä toimintatutkimus (action research). Toimintatutkimusta pidetään perinteisesti yhteiskunnallisen tutkimuksen apuvälineenä, mutta esimerkiksi Pohjoismaissa sitä on menestyksekkäästi sovellettu myös tietojärjestelmien

rakentamiseen (Thoresen, 1993). Toimintatutkimuksen avulla voidaan välttää passiivisen havainnoinnin merkittävin heikkous, joka kirjallisuudessa tunnetaan niin sanottuna Hawthornen efektinä. Se on saanut nimensä Western Electric Companyn tehtailla jo 1920 -luvulla tehdystä tutkimuksesta, jossa havaittiin, että työntekijöiden tarkkailu lisäsi heidän työpanostaan (Newman, Lamming, 1994, Shelly ym., 1991).

Erityisesti viimeaikoina on suuren mielenkiinnon kohteeksi noussut havainnointia perusmenetelmänään käyttävä niin sanottu etnografinen lähestymistapa (Sutchliffe, 1996), jota voidaan pitää myös tietynlaisena toimintatutkimuksena. Siinä suunnittelijat joko passiivisesti havainnoivat kohdejärjestelmän toimintaa tai toimivat aktiivisesti mukana (Blomberg, ym., 1993). Etnografisen menetelmän keskeisenä tavoitteena on tuoda esiin myös tehtäviin liittyvä sosiaalinen konteksti, eli esittää asiat niinkuin niiden tekijät ne näkevät ja kokevat. Lähestymistavan puolestapuhujat pitävät toimintojen sosiaalisen kontekstin unohtamista vaatimuksia määritettäessä syynä useiden tietojärjestelmäprojektien epäonnistumiseen (Huges ym., 1995 a).

Vaikka etnografia vaikuttaakin lupaavalta menetelmältä, on sitä käytetty vasta vähän. Eräänä syynä tähän pidetään sitä, että sen soveltaminen käytäntöön vaatii runsaasti aikaa - joskus jopa useita vuosia. Lisäksi sitä pidetään suunnittelijoiden keskuudessa liian abstraktina: etnografian keinoin saatuja tuloksia on vaikea rekisteröidä ja muuttaa yksikäsitteiseksi vaatimuksiksi (Huges, ym., 1995b).

### **Havainnoinnin soveltuvuus**

Havainnointi on hyvin vaativa, mutta oikein käytettynä tehokas menetelmä. Ainoastaan havainnoimalla voi suunnittelija saada ensikäden tietoa siitä, miten kohdejärjestelmä todellisuudessa toimii. Tämä pitää paikkaansa varsinkin käytettäessä osallistuvaa havainnointia (Blomberg, ym., 1993). Havainnointia käytetään pääasiassa silloin, kun tietoa kohdejärjestelmän toiminnasta ei voida hankkia millään muulla menetelmällä.

Sitä voidaan käyttää myös varmistamaan ja tarkentamaan muilla menetelmillä kerättyä tietoa (Flynn, 1992).

Havainnointi sopii muita menetelmiä paremmin niin sanotun epävirallisen organisaation rakenteiden ja vaikutusten tarkasteluun. Havainnoimalla voidaan myös tutkia työssä tapahtuvia vaihteluita, kuten kausivaihteluiden vaikutusta työmääriin tai tehtävien suoritusaikojen muuttumista. Havainnointi ei myöskään haastatteluiden tavoin ole altis mielipiteiden ja politikoinnin vaikutuksille (Conger, 1994, Mason, Willcocks, 1994).

Havainnoinnin haittapuolena on, että se vaatii runsaasti aikaa suoritettiinpa se sitten jonkin henkilön toimesta tai automaattisesti esimerkiksi videokuvaamalla. Havainnointi saattaa myös tarpeettomasti ärsyttää tarkkailun kohteena olevia henkilöitä tai osua ajankohtaan, joka ei havainnoitavan toiminnon suorittamisen kannalta ole paras mahdollinen (Conger, 1994, Mason Willcocks, 1994). Osallistuvaan havainnointiin liittyy lisäksi ongelmia, jotka aiheutuvat havainnoijan kahdesta roolista työntekijänä ja havainnoijana. Usein työtehtävien oppiminen vaatii niin paljon energiaa, ettei havainnoija enää ehdi tai muista tehdä muistiinpanoja ja tarkkailla toimintaa riittävän tarkasti ja kriittisesti (Blomberg, ym., 1993).

### **3.3.4 Prototyyppien rakentaminen**

*Prototyyppityksellä* tarkoitetaan jonkin tai joidenkin järjestelmän osien osittaista suunnittelua ja toteutusta jo kehittämisen alkuvaiheissa ja tämän toteutuksen arviointia yhdessä käyttäjän kanssa (Flynn, 1992). Prototyyppien rakentamista ei tietojärjestelmäkirjallisuudessa lueta varsinaisten vaatimusmäärittelymenetelmien joukkoon, sillä jo ensimmäisen prototyypin rakentaminen edellyttää alustavien vaatimusten olemassaoloa. Sitä pidetään paremminkin vaatimusten varmistamisen sekä järjestelmän suunnittelun ja toteutuksen apuvälineenä (Luff, ym., 1994, Mason, Willcocks, 1994, Newman, Lamming, 1994, Sommerville, 1994, Flynn, 1992, Shelly



ym., 1991). Prototyypitystä käsitellään tässä kuitenkin vaatimusmäärittelymenetelmänä, koska erityisesti innovatiivisten järjestelmien, kuten paikkatietojärjestelmien, vaatimusmäärittelyssä sillä saavutetaan usein perinteisiä menetelmiä parempia tuloksia (Newman, Lamming, 1994).

Prototyypit voidaan jakaa esimerkinomaisiin (low-level) ja kehittyneisiin (high-level). *Esimerkinomaiset prototyypit* tarjoavat vain yleiskuvan siitä, miltä järjestelmä tulee näyttämään, eikä niiden tehtävänä ei ole yksityiskohtaisesti osoittaa, miten se tulee toimimaan. Esimerkinomainen prototyyppi voi yksikertaisimmillaan olla esimerkiksi vain paperilla toteutettu sarja näyttöjä. *Kehittyneissä prototyypeissä* on mukana myös toiminnallisuutta ja käyttäjillä on mahdollisuus kokeilla järjestelmää itse. Ne saattava olla niin kehittyneitä, ettei käyttäjä välttämättä edes erota niitä valmiista järjestelmästä (Rudd ym., 1996).

Toinen prototyyppeihin liittyvä ryhmittely on jako poisheitettäviin (throw away) ja evolutionaarisiiin (evolutionary) prototyyppeihin. *Poisheitettävien prototyyppien* tarkoituksena on vain toimia esimerkiksi ongelman havainnollistajana tai ratkaisuesimerkkinä ja ne hylätään niiden täytettyä tehtävänsä. *Evolutionaaristen prototyyppien* kehittämistä sen sijaan jatketaan, kunnes niistä muodostuu joko valmis järjestelmä tai jonkin sen osa (Davis, 1990). Verrattaessa näitä kahta ryhmittelyä voidaan todeta, että yleensä esimerkinomaiset prototyypit ovat poisheitettäviä prototyyppejä, mutta kehittyneistä voi toisinaan muodostua myös evolutionaarisia prototyyppejä.

### **Prototyypityksen soveltuminen**

Prototyypitys ei sovi ensimmäiseksi ja ainoaksi vaatimusmäärittelymenetelmäksi. Jo ensimmäisen prototyypin rakentamiseksi on oltava joukko todellisia vaatimuksia, jotta prototyyppi olisi käyttäjien näkökulmasta järkevä ja palvelisi sille asetettuja tavoitteita (Miller-Jacobs 1991). Sen sijaan yhdistettynä muihin vaatimusmäärittelymenetelmiin, se

saattaa olla hyvinkin tehokas menetelmä vaatimusten keräämiseksi ja varmistamiseksi (Sutchiffe, 1996).

Prototyypitys sopii hyvin tilanteisiin, joissa käyttäjillä on vaikeuksia ilmaista tarpeitaan, johtuen joko ongelman epäselvyydestä tai sovellusalueen vieraudesta (Laudon, Laudon, 1994, Mason Willcocks, 1994). Se sopii myös uusien ja innovatiivisten järjestelmien suunnitteluun. Kun muita vastaavia järjestelmiä ei vielä ole, on vaatimukset kerättävä alusta alkaen itse, jolloin määrittely- ja suunnitteluvaihe ovat usein yhtäaikaista. Tällöin prototyyppien avulla voidaan arvioida eri suunnitteluratkaisujen vaikutusta järjestelmään (Newman, Lamming, 1994).

Prototyyppien rakentaminen sopii paremmin pienten kuin suurten järjestelmien kehittämismenetelmäksi. Suuren järjestelmän osittaminen sopiviin, riittävän nopeasti toteutettavissa oleviin osiin saattaa vaikeuttaa eri osien välisten yhteyksien ja järjestelmän muodostaman kokonaisuuden hahmottamista (Laudon, Laudon, 1994).

Myös prototyypin toteutustavalla on vaikutusta sen soveltavuuteen. Erityisesti esimerkinomaisia prototyyppisiä pidetään vaatimusmäärittelyvaiheeseen sopivina, sillä ne ovat edullisia ja nopeita toteuttaa. Esimerkinomaisten prototyyppien heikkoutena on, että ne ovat yleensä suunnittelijavetoisia, eli käyttäjät eivät itse voi kokeilla järjestelmän toimintaa. Lisäksi uusien ominaisuuksien lisääminen vaatimusten kehittyessä sekä toimintojen todellisen käyttökelpoisuuden toteaminen on usein vaikeaa.

Kehittyneet prototyypit taas ovat esimerkinomaisia taloudellisempia siinä mielessä, että niitä voidaan määrittelyn edetessä kehittää eteenpäin tai niitä voidaan käyttää osana vaatimusten dokumentointia. Ne ovat myös runsaamman toiminnallisuutensa ansioista käyttäjävetoisempia mahdollistaen kokeilun. Näin ollen ne sopivat hyvin esimerkiksi järjestelmän markkinointiin käyttäjille. Kehittyneiden prototyyppien heikkoutena on niiden tuottamisen kalleus ja usein myös hitaus. Tästä syystä ne eivät esimerkinomaisten

tavoin yhtä hyvin sovikaan vaatimusten määrittämisvaiheessa käytettäväksi (Rudd, ym., 1996).

### **3.3.5 Aineistotutkimus**

*Aineistotutkimuksella* tarkoitetaan rakennettavaan järjestelmään tai kohdeorganisaatioon liittyvän tiedon hankkimista kirjallisen materiaalin avulla. Käytettävä materiaali voidaan jakaa sisäiseen ja ulkoiseen dokumentaatioon. Sisäisellä dokumentaatiolla tarkoitetaan organisaation itsensä tuottamaa materiaalia, kuten organisaatiokaavioita, työnkuvauksia ja tietovarastokuvauksia. Ulkoista dokumentaatiota taas ovat asiaan liittyvä organisaation ulkopuolelta löytyvä materiaali, kuten lehdet, kausijulkaisut ja kirjat (Conger, 1994, Mason, Willcocks, 1994, Shelly ym., 1991). Varsinkin käytettäessä kohdeorganisaation omia rekistereitä, on aina varmistettava, että ne ovat ajantasalla. Tutkittavan aineiston valintaan on myös kiinnitettävä riittävästi huomiota, jottei analysointi vaatisi liikaa aikaa. (Mason, Willcocks, 1994).

#### **Aineistotutkimuksen soveltuvuus**

Aineistotutkimus sopii hyvin organisaation toimintaan tutustumisen lähtökohdaksi. Se on edullinen ja oikein toteutettuna nopea tapa kerätä alustavaa tietoa. Aineistotutkimus ei juurikaan vaadi kokemusta, joten se sopii myös kokemattoman suunnittelijan käytettäväksi. Se tarjoaa yleensä varsin luotettavaa tietoa varsinkin luku- ja suoritemääristä eikä välttämättä vaadi käyttäjän läsnäoloa. Aineistotutkimusta voidaan käyttää apuna myös selvittäessä, miten vastaavia tilanteita on muualla ratkaistu.

Aineistotutkimuksen heikkoutena on, että se tuottaa ainoastaan taustatietoa: sen avulla kerätty tieto on aina varmistettava jollakin muulla menetelmällä, joten sitä voidaan pitää lähinnä muita menetelmiä tukevana. Aineistotutkimus ei myöskään paljasta mielipiteitä

tai käyttäjien motivaatiota ja erityisesti ulkoiseen dokumentaation perustuva tutkimus saattaa tuottaa myös tilanteen kannalta epärelevanttia tietoa. On myös muistettava, että aineistot tarjoavat yleensä vain virallisen version asioista - todellisuus voi olla toinen (Conger, 1994, Mason, Willcocks, 1994, Shelly ym., 1991).

### 3.3.6 Skenaariot

*Skenaariolla* tarkoitetaan tässä yhteydessä kuvausta tietyistä toiminnoista, jonka käyttäjä suorittaa tietyissä olosuhteissa saavuttaakseen halutun lopputuloksen (Karat, Bennett, 1991). Nielsenin (1990) mukaan skenaarioita on kahdeksaa eri tyyppiä. Vaatimusmäärittelyyn sopiviksi on tähän valittu ne, jotka ovat ominaisuuksiltaan ja toteutukseltaan sellaisia, että niitä voidaan käyttää tukemaan käyttäjän ja suunnittelijan välistä kommunikaatiota. Tällaisia skenaariotyyppisiä ovat suunnittelu-, esittely- ja dokumenttiskenaariot sekä paperilla tai tietokoneella esitettävät mallit.

*Suunnitteluskenaarioissa* (design scenarios) luodaan esimerkkitalanteita tavoitteista, joita käyttäjillä saattaa olla uutta järjestelmää käytettäessä. *Esittelyskenaarioissa* (presentation scenarios) käyttäjille tarjotaan yleisen tason kuva tulevasta järjestelmästä. Ne voidaan toteuttaa joko videosesityksinä, dioina tai kuvasarjoina, jotka esittävät esimerkiksi tulevaan järjestelmään ajateltuja keskeisimpiä näyttöjä. *Dokumenttiskenaariot* (documentation scenarios) taas ovat yleensä tekstimuotoisia kuvauksia siitä, mihin tulevaa järjestelmää voidaan käyttää. *Mallit* (mockups) ovat eräänlaisia halpoja prototyyppisiä. Niillä voidaan esittää esimerkiksi tietyn tehtävän toteuttaminen näyttösarjana. Näytöt voivat olla joko tietokoneella tuotettuja tai pelkkiä piirroksia. Mallin avulla käyttäjä voi itse ”suorittaa” tehtävän ja samalla saada kuvan järjestelmän käyttäytymisestä (Nielsen 1990).

## Skenaarioiden soveltuvuus

Shian ym. (1994) mukaan skenaarioita voidaan vaatimusmäärittelyssä käyttää

- kuvaamaan järjestelmän toimintaa käyttäjän näkökulmasta
- tukemaan käyttäjien osallistumista ja tehostamaan vuorovaikutusta aina määrittelyn alkuvaiheista lähtien
- pohjana prototyypin tuottamiselle
- apuna kerättyjen vaatimusten varmistamisessa.

Skenaariot sopivat hyvin tukemaan muita menetelmiä. Niitä voidaan käyttää esimerkiksi haastatteluissa tukemaan käyttäjien kykyä hahmottaa tuleva järjestelmä ja samalla helpottamaan sille asetettavien vaatimusten ilmaisua. Skenaarioita voidaan käyttää myös yksityiskohtaisemman kohdejärjestelmän toimintaa koskevan tiedon keräämiseen kuvailemalla jonkin käyttäjälle tyypillisen tilanteen ja esittämällä ”mitä seuraavaksi tapahtuu” -tyyppisiä kysymyksiä (Yourdon, 1993).

### 3.3.7 Olemassaolevista järjestelmistä päättely

*Olemassaolevista järjestelmistä päättelyllä* tarkoitetaan vaatimusten määrittämistä käyttäen lähtökohtana organisaatiossa jo käytössä olevia järjestelmiä. Sillä voidaan tarkoittaa myös muiden kuin kohteena olevan organisaation omien järjestelmien tarkastelua. Esimerkiksi suunniteltaessa suhteellisen uuteen teknologiaan perustuvaa järjestelmää, vastaavan tyyppisiin organisaatioihin muualla toteutetut järjestelmät ja niistä saadut kokemukset voivat osoittautua hyvinkin arvokkaiksi (Bernhardsen, 1992).

## Olemassaolevista järjestelmistä päättelyn soveltuvuus

Olemassaolevista järjestelmistä päättely sopii kohdejärjestelmän toimintaan tutustumiseen sekä nykyisten järjestelmien asettamien rajoitusten selvittämiseen (Conger, 1994). Aineistotutkimuksen tavoin menetelmä on varsin yksinkertainen, eikä sen käyttö juurikaan vaadi suunnittelijalta erityisominaisuuksia tai kokemusta. Myös olemassaolevista järjestelmistä päättely tuottaa yleensä vain taustatietoa, joten sen avulla kerättävä tieto on aina varmistettava. Toisaalta aineistotutkimustakin voidaan käyttää muilla menetelmillä kerätyn tiedon vahvistamiseen.

### 3.3.8 Kuvausmallit

*Kuvausmallilla* tarkoitetaan abstraktia kuvausta todellisuudesta (Flynn, 1992). Prototyypityksen tavoin kuvausmalleja ei kirjallisuudessa pidetä varsinaisina vaatimusmäärittelymenetelminä, vaan lähinnä muita menetelmiä analysointi- ja varmistusvaiheessa tukevinä. Vaatimusmäärittelyssä käytettäväksi kuvausmalleiksi Davis (1990) tarjoaa perinteisiä tietovirta- ja ER -kaavioita ja tietohakemistoja. Näiden lisäksi tarjolla on muun muassa Jacksonin ja Warnier-Orrin -kaavioita (Pressman, 1992). Eräs erityisesti vaatimusmäärittelyä silmälläpitäen kehitetty kuvausmalli on Duffyn (1995) esittämä käsitteellinen kartta. Se perustuu Novakin ja Gowinin (1984) kehittämään käsitteellisen mallintamiseen. Kuvausmalleja käsitellään tarkemmin luvussa 6.

### Kuvausmallien soveltuvuus

Kuten jo edellä todettiin, ei kuvausmalleja pidetä varsinaisina vaatimusmäärittelymenetelminä, vaan paremminkin analysoinnin ja varmistamisen apuvälineinä. Toiset ovat myös sitä mieltä, että kuvausmalleja käytettäessä ollaan jo suunnitteluvaiheessa (Simsion, 1996). Kuvausmallit ovat parhaimmillaan käyttäjän ja

suunnittelijan välisen kommunikaation edistäjiä ja ohjaavat työskentelyä ongelman kannalta merkityksellisiin aiheisiin. Lisäksi ne edistävät ideoiden syntyä ja niiden avulla voidaan usein kuvata myös abstraktien kohteiden ja/tai asioiden välisiä yhteyksiä (Hay, 1996, Duffy, 1994).

Kuvausmallit koetaan kuitenkin käyttäjien taholta usein liian monimutkaisiksi ja vaikeiksi ymmärtää (Hay, 1996, Simsion, 1996, Bubenko, 1995, Duffy, 1994, Flynn, Warhurst, 1994). Tämä saattaa pahimmassa tapauksessa johtaa tilanteeseen, jossa käyttäjä hyväksyy virheellisen kuvauksen, koska ei ymmärrä, mitä se esittää. Erityisesti vaatimusmäärittelyä tukevien kuvausmallien puutetta pidetäänkin yhtenä merkittävimmistä vaatimusmäärittelyyn liittyvistä ongelmista (Zowghi, 1995).

### **3.3.9 Ryhmätyömenetelmät**

*Ryhmätyömenetelmä* voidaan määritellä ohjatuksi kokoukseksi, johon osallistuu kolme tai useampia henkilöitä. Tietojärjestelmien vaatimusmäärittelyssäkin käytettyjä yleisiä ryhmätyömenetelmiä ovat aivoriihi ja Delphi-menetelmä.

Aivoriihi on ehkä tunnetuin ja käytetyin luovan työn menetelmä. Sen tavoitteena ei ole pelkästään tuottaa uusia ideoita, vaan myös opettaa osanottajia irrottautumaan tavanomaisista työskentelytottumuksistaan. Se koostuu kolmesta vaiheesta: ongelman määrittämisestä ja tosiasioiden hausta, ideoinnista ja ratkaisuvaiheesta. Ensimmäisessä vaiheessa määritellään ja rajataan käsiteltävä ongelma, jaetaan se tarpeen vaatiessa osiin sekä kerätään ratkaisun kannalta merkityksellistä taustatietoa. Ideoiden tuottovaiheessa tuotetaan vapaasti uusia ideoita ja kehitellään edelleen muiden tuottamia ajatuksia. Vaiheen tavoitteena on tuottaa suuri määrä osittain absurdejakin ideoita ilman kritiikin ja arvostelun pelkoa. Ratkaisuvaiheessa päätetään ensin ideoiden arviointia ja seulontaa koskevat kriteerit. Näiden kriteerien perusteella arvioidaan sitten kunkin idean

toteuttamiskelpoisuutta ja pyritään löytämään lopullinen ratkaisu ja sen toteuttamistapa (Valtion Koulutuskeskus, 1981).

Delphi -menetelmää on alunperin käytetty ennusteiden keräämiseen, mutta se on levinnyt myös useille muille sovellusalueille. Menetelmä voidaan vaatimusmäärittelyyn sovellettuna kuvata tekniikaksi, jonka avulla voidaan saavuttaa yhteisymmärrys käsiteltävästä aiheesta. Menetelmä koostuu kyselylomakkeiden avulla suoritetuista kyselykierroksista. Aikaisempien kierrosten tulokset välitetään aina uuden kierroksen yhteydessä nimettöminä kaikille osallistujille. Tällä tavoin halutaan rohkaista vastaajaa arvioimaan uudelleen omia ratkaisujaan ja ehkä muuttamaankin niitä muiden osallistujien antamien vastausten perusteella. Yleensä kahden tai kolmen kyselykierroksen jälkeen ryhmän mielipide muodostetaan keskiarvona annetuista vastauksista. Delphi -istunto voidaan toteuttaa joko perinteisenä kynä-paperi -versiona (Linstone, Turoff, 1975) tai nykyisin myös tietokonekonferenssina.

Erityisesti tietojärjestelmien vaatimusmäärittelyä varten kehitetty ryhmätyömenetelmä on FAST (Facilitated Application Specification Technique) (Zahniser, 1990). Siinä käyttäjät ja suunnittelijat muodostavat yhteisen ryhmän, jonka tavoitteena on tunnistaa ongelmat, ehdottaa ratkaisuja ja keskustella niistä sekä määrittää joukko alustavia vaatimuksia. FAST:ista on olemassa useita eri muunnoksia, mutta niistä kaikista löytyvät seuraavat peruspiirteet (Pressman, 1992):

- Kokoontuminen järjestetään ”puolueettomassa” paikassa ja siihen osallistuvat sekä käyttäjät että suunnittelijat.
- Alussa sovitaan valmistelua ja osallistumista koskevista säännöistä.
- Esitetään ohjelma, jonka on oltava riittävän muodollinen kattaakseen kaikki keskeiset kysymykset, mutta samalla riittävän vapaa salliakseen vapaan ideoiden synnyn.
- Kokoukselle valitaan puheenjohtaja (facilitator).
- Kokouksessa käytetään tiettyä esittämismekanismia (definition mechanism), joka voi olla fläppitaulu, seinätaulu tai vastaava.



Eräs FAST -menetelmästä tehty, kirjallisuudessa usein esitetty muunnos on IBM:n kehittämä JAD (Joint Application Development). Siinä käyttäjät ja suunnittelijat tapaavat useana eri päivänä tavoitteenaan selvittää järjestelmälle asetettavat vaatimukset. Ennen JAD -kokousta käyttäjille opetetaan käytettävien menetelmien ja kuvausmallien perusteet. Tämän jälkeen käyttäjät kuvaavat omat kohdejärjestelmässä suorittamansa tehtävät näillä menetelmillä ja malleilla käyttäen apuna myös työhönsä liittyvää dokumentaatiota, kuten lomakkeita, raportteja, muistioita ja niin edelleen. JAD -kokous kestää 7 - 10 tuntia päivässä 3 - 8 päivän ajan (Conger, 1994).

Viime vuosina ryhmätyön apuvälineiksi ovat tulleet myös tietokonetuetut ryhmätyöohjelmistot. Niiden avulla maantieteellisestikin hajallaan olevat käyttäjät voidaan saada ”saman pöydän ääreen” määrittämään ja sopimaan vaatimuksista.

### **Ryhmätyömenetelmien soveltuvuus**

Ryhmätyömenetelmät sopivat hyvin tilanteisiin, joissa halutaan päästä yhteisymmärrykseen usean eri käyttäjäryhmän samalle järjestelmälle asettamista vaatimuksista. Ne sopivat hyvin myös eri vaihtoehtojen arviointiin, vaatimusten varmistamiseen ja uusien ideoiden keräämiseen. Ryhmätyömenetelmien avulla määrittelyyn voidaan usein myös ottaa mukaan enemmän käyttäjiä ja näin parantaa motivaatiota ja sitoutumista.

Ryhmätyömenetelmien käyttö ei välttämättä ole tehokas menetelmä, jos käyttäjien joukko on hyvin suuri ja vaatimuksiltaan heterogeeninen. Tällöin tilaisuudesta saattaa muodostua eri käyttäjäryhmien välinen kilpajuoksu siitä, kenen vaatimukset hyväksytään ja kenen hylätään. Tällöin joidenkin käyttäjäryhmien vaatimukset saattavat jäädä kokonaan huomiotta. Tämä vaara on olemassa esimerkiksi silloin, kun kyse on uudesta, osalle käyttäjistä vieraasta sovellusalueesta (Conger, 1994).

Aivoriihi -menetelmä sopii parhaiten tilanteisiin, joissa ongelmat ovat suhteellisen suppeita ja rajattuja ja ratkaisuvaihtoehtojen määrä on suuri. Se sopii uusien, tuoreiden ideoiden tuottamiseen sekä spontaanin ilmaisun rohkaisemiseen ja ryhmien aktivoimiseen (Valtion Koulutuskeskus, 1981). Delphi -menetelmä taas sopii tilanteisiin, joissa ratkaisun muodostamiseen osallistuvat käyttäjät eivät välttämättä ole hyviä kommunikoijia ja ovat taustoiltaan ja taidoiltaan paljon toisistaan poikkeavia.

### **3.4 Yhteenveto vaatimusmäärittelymenetelmistä**

Edellä on esitelty vaatimusmäärittelyssä yleisimmin käytettäviä menetelmiä. Yhteenveto menetelmien soveltuvuudesta esitetään taulukossa 2. Siinä kunkin menetelmän osalta esitetään tilanteet, joihin se sopii ja vastaavasti tilanteet, joissa se ei ole käyttökelpoinen. Soveltuvuuden arviointi perustuu menetelmien kuvauksen yhteydessä esitettyihin ominaisuuksiin. Taulukkoon on myös lisätty joitakin menetelmien kuvauksesta pääteltyjä ominaisuuksia, joita kirjallisuudessa ei ole suoraan esitetty. Jatkossa tätä yhteenvetoa käytetään valittaessa menetelmiä erityyppisiin paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittelytilanteisiin.

TAULUKKO 3. Yhteenvedo vaatimusmäärittelymenetelmien soveltuvuudesta.

Sopii tilanteisiin, joissa	Ei sovi tilanteisiin, joissa
<p><b>Haastattelu</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• halutaan selvittää myös mielipiteitä ja asenteita</li> </ul> <p>Vapaa haastattelu</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vaatimusmäärittely on alkuvaiheessaan</li> <li>• tarvitaan käyttäjien motivointia</li> <li>• käyttäjät ovat kokemattomia</li> <li>• kohdejärjestelmä on suunnittelijoille vieras</li> <li>• sovellusalue on käyttäjille vieras</li> </ul> <p>Ohjattu haastattelu</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• halutaan kerätä vertailukelpoista tietoa</li> <li>• halutaan kerätä yksityiskohtaista ja tarkkaa tietoa</li> <li>• suunnittelijat ovat kokemattomia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• resurssit ovat vähäisiä</li> <li>• vaatimusmäärittelyyn osallistuvien joukko on suuri ja / tai se on maantieteellisesti hajallaan</li> <li>• halutaan kerätä yksityiskohtaista tietoa</li> <li>• suunnittelijat ovat kokemattomia</li> <li>• suunnittelijoiden kohdejärjestelmän tuntemus on vähäinen</li> </ul>
<p><b>Kysymyslomake</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• halutaan kerätä pohjatietoa</li> <li>• resurssit ovat vähäiset</li> <li>• vaatimusmäärittelyyn osallistuvien joukko on suuri ja / tai se on maantieteellisesti hajallaan</li> <li>• käyttäjät eivät halua esittää mielipiteitään julkisesti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• halutaan selvittää mielipiteitä ja asenteita</li> <li>• sovellusalue on käyttäjille vieras</li> <li>• kohdejärjestelmä on suunnittelijoille vieras</li> <li>• tarvitaan käyttäjien motivointia ja sitouttamista</li> </ul>
<p><b>Havainnointi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• halutaan varmistaa muilla menetelmillä kerättyjä vaatimuksia</li> <li>• halutaan selvittää myös epävirallisen organisaation rakenteita</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• suunnittelijoilla vähän resursseja käytettävissä</li> <li>• tarkkailu häiritsee tai muuttaa käyttäjän normaaleja työskentelytapoja</li> <li>• vaatimusmäärittelyyn osallistuvien joukko on suuri ja / tai se on maantieteellisesti hajallaan</li> </ul>
<p><b>Prototyypin rakentaminen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• halutaan varmistaa vaatimuksia</li> <li>• halutaan parantaa käyttäjien kykyä ilmaista vaatimuksia</li> <li>• vastaavia järjestelmiä ei ole aikaisemmin toteutettu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vaatimusmäärittely on alkuvaiheessaan</li> <li>• resurssit ovat vähäiset</li> <li>• määritellään suurta järjestelmää</li> </ul>

(jatkuu)

TAULUKKO 3. (jatkuu)

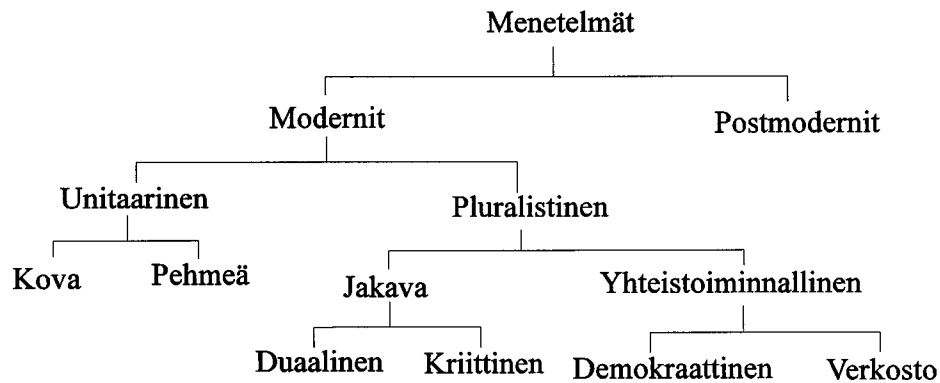
<b>Aineistotutkimus</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• halutaan kerätä pohjatietoa</li> <li>• resurssit ovat vähäiset</li> <li>• suunnittelijat ovat kokemattomia</li> <li>• käyttäjien osallistuminen vaikea järjestää</li> <li>• tiedon luotettavuus on tärkeää</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• halutaan selvittää käyttäjien mielipiteitä, asenteita ja motivaatiota</li> <li>• halutaan selvittää myös epävirallisen organisaation rakenteita</li> <li>• olemassaoleva dokumentaatio on vanhentunutta</li> </ul>
<b>Skenaariot</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• halutaan parantaa käyttäjien kykyä ilmaista vaatimuksia</li> <li>• halutaan tukea käyttäjien osallistumista ja tehostaa vuorovaikutusta</li> <li>• halutaan varmistaa vaatimuksia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• suunnittelijoiden kohdejärjestelmän tuntemus on vähäinen</li> </ul>
<b>Olemassaolevista järjestelmistä päättely</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• suunnittelijat ovat kokemattomia</li> <li>• halutaan varmistusta kerätyille vaatimuksille</li> <li>• halutaan kerätä pohjatietoa</li> <li>• kohdejärjestelmä on suunnittelijoille vieras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• halutaan selvittää käyttäjien mielipiteitä, asenteita ja motivaatiota</li> </ul>
<b>Kuvausmallit</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• halutaan analysoida ja varmistaa vaatimuksia</li> <li>• halutaan parantaa käyttäjien kykyä ilmaista vaatimuksia</li> <li>• halutaan kuvata asioiden välisiä yhteyksiä</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• käyttäjien kokemus kuvausmallien käytöstä vähäistä</li> </ul>
<b>Ryhmätyömenetelmät</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• halutaan saavuttaa yhteisymmärrys vaatimuksista</li> <li>• tarvitaan uusia ideoita</li> <li>• halutaan varmistaa vaatimuksia</li> <li>• halutaan parantaa käyttäjien motivaatiota ja sitoutumista</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vaatimusmäärittelyyn osallistuvien joukko on suuri ja / tai vaatimuksiltaan heterogeeninen</li> <li>• suunnittelijat ovat kokemattomia</li> <li>• sovellusalue on käyttäjille vieras</li> </ul>

### 3.5 Määrittelymenetelmien luokittelu

Pelkästään vaatimusmäärittelyssä käytettäviä menetelmiä koskevia luokituksia löytyy kirjallisuudesta hyvin vähän. Eräs harvoista vaatimusmäärittelymenetelmien

luokitteluista on Oxfordin yliopiston eräässä projektissa muodostettu sosiologisten teorioiden luokitteluun perustuva ryhmittely, jossa menetelmät on jaettu kuvan 8 mukaisesti kahteen pääluokkaa ja useisiin alaluokkiin (Goguen, 1994). Luokittelu on hyvin teoreettinen, eikä se perustu käytännön kokemuksiin. Lisäksi se on varsin monimutkainen, mikä tekee siitä käytäntöön soveltamisen kannalta epäkäytännöllisen.

Toisen kirjallisuudesta löydetyn luokituksen ovat esittäneet Byrd ym. (1992). He luokittelevat vaatimusmäärittelymenetelmiä yhdessä tietämyksenhankintamenetelmien kanssa vertaillen tietämyksenhankinta- ja vaatimusmäärittelyprosesseja toisiinsa. Esitetty luokittelu on hyvin monimutkainen sisältäen viisi luokkaa, ja suurin osa luokitelluista on tietämyksenhankintamenetelmiä.



KUVA 8. Eräs vaatimusmäärittelymenetelmien luokittelu (vrt. Goguen, 1994, s. 180).

Jotta tietojärjestelmän vaatimusmäärittelyssä käytettävien menetelmien luokittelu olisi käyttökelpoinen myös käytännössä, tulee sen olla riittävän yksinkertainen ja perustua menetelmien ominaisuuksiin. Menetelmien käytön kannaltahan on keskeistä, että menetelmät sopivat käsillä olevaan tilanteeseen ja sen erityispiirteisiin. Kuten menetelmien esittelyn yhteydessä todettiin, menetelmillä on sekä hyvät että huonot puolensa ja tietyt menetelmät sopivat paremmin eri tilanteisiin ja tavoitteisiin.

Seuraavassa esitetään yksinkertainen vaatimusmäärittelymenetelmien luokittelu, jossa menetelmät on jaettu kolmeen ryhmään: suoriin, epäsuoriin ja tukeviin menetelmiin. *Suorina menetelminä* pidetään sellaisia, joissa menetelmän käyttö edellyttää käyttäjän ja suunnittelijan välistä suoraa vuorovaikutusta. Niitä voidaan tämän ominaisuutensa perusteella pitää myös käyttäjien osallistumismahdollisuuksia lisäävinä. Suorien menetelmien ryhmään kuuluvat haastattelun ja osallistuvan havainnoinnin eri muodot sekä erilaiset ryhmätyömenetelmät. *Epäsuorien menetelmien* käyttö taas ei edellytä suoraa vuorovaikutusta. Nämä menetelmät ovat hyvin suunnittelijakeskeisiä, sillä materiaaleista ja palautteista tehtävät tulkinnat ovat yleensä vain suunnittelijan näkemyksiä. Tällaisia menetelmiä ovat kyselylomakkeiden käyttö, passiivinen havainnointi, aineistotutkimus ja olemassaolevista järjestelmistä päättely. *Tukevina menetelminä* pidetään sellaisia, joiden käyttö edellyttää aina alustavien vaatimusten olemassaoloa. Näitä menetelmiä voidaan käyttää suorien ja epäsuorien menetelmien tukena kerättyä lisää ja tarkempia vaatimuksia sekä varmistettaessa jo kerättyjä. Tukeviin menetelmiin kuuluvat prototyyppien rakentaminen, skenaariot ja kuvausmallit. Taulukossa 4 esitetään yhteenveto menetelmien luokittelusta.

TAULUKKO 4. Vaatimusmäärittelyssä käytettävien menetelmien luokittelu.

Suorat menetelmät	Epäsuorat menetelmät	Tukevat menetelmät
Haastattelumenetelmät	Kyselylomake	Prototyyppien rakentaminen
Osallistuvaan havainnointiin perustuvat menetelmät	Passiiviseen havainnointiin perustuvat menetelmät	Skenaariot
Ryhmätyömenetelmät	Olemassaolevista järjestelmistä päättely	Kuvausmallit
	Aineistotutkimus	

Tähän luokitukseen palataan seuraavassa luvussa, jossa esitetään paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittelyssä käytettävien menetelmien valintaan vaikuttavia tekijöitä sekä esitetään tyyppitilanteet, joita voidaan käyttää apuna menetelmiä valittaessa.

## **4. VAATIMUSMÄÄRITTELYMENETELMIEN VALINTAAN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT JA NIIDEN ARVIOINTI**

Paikkatietojärjestelmien tutkimus on näihin päiviin saakka keskittynyt pääasiassa teknisten ratkaisujen arviointiin, järjestelmien suunnitteluun ja toteutukseen sekä aineistoihin liittyviin kysymyksiin. Järjestelmien nopea yleistyminen ja leviäminen yhä uusille sovellusalueille on viimeaikoina herättänyt keskustelua myös niiden kehityksen ja käytön tehokkuudesta ja laadusta sekä näihin vaikuttavista tekijöistä (Sahay, Robey, 1996). Kiinnostus on kuitenkin toistaiseksi rajoittunut vain käyttöönottoon ja siihen vaikuttaviin tekijöihin, kun taas kehittämisen alkuvaiheisiin, kuten vaatimusmäärittelyyn liittyvien kysymysten pohdinta on ollut lähes olematonta.

Tässä luvussa tarkastellaan paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittelyssä käytettävien menetelmien valintaan vaikuttavia tekijöitä. Tekijöiden vaikutuksen arvioinnin perusteella muodostetaan neljä menetelmien valintaa ohjaavaa tyyppitilannetta, joihin kuhunkin esitetään menetelmäsuositus. Lopuksi luvussa 3 tehdyn menetelmien ominaisuuskartoituksen sekä tässä luvussa esitettyjen vaikuttavien tekijöiden, tyyppitilanteiden ja niihin esitettyjen menetelmäsuositusten perusteella kootaan paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittelymenetelmien valinnan viitekehys. Jatkossa tätä viitekehystä testataan myös käytännön esimerkkitilanteessa.

### **4.1 Menetelmien valintaan vaikuttavat tekijät**

Davisin (1982) mukaan vaatimusmäärittelyssä käytettävän strategian valintaan vaikuttavia tekijöitä ovat käyttäjät, suunnittelijat, hyväksikäyttävä järjestelmä ja itse rakennettava järjestelmä sekä näistä tekijöistä aiheutuva epävarmuus. Davisin jälkeen



vaatimusmäärittelyssä käytettävien menetelmien valintaa ei juurikaan ole tutkittu, vaan kirjallisuus on keskittynyt pääasiassa vaatimusmäärittelyssä havaittujen ongelmien teoreettiseen tarkasteluun.

Seuraavassa esitetään joukko paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittely-ympäristöstä tunnistettavissa olevia tekijöitä, joilla on vaikutusta määrittelyssä käytettävien menetelmien valintaan. Tekijät perustuvat osin Davisin (1982) esittämiin vaatimusmäärittelyn strategian valintaan vaikuttaviin tekijöihin, mutta myös paikkatietojärjestelmäkirjallisuuden perusteella tehtyihin omiin johtopäätöksiin. Tekijät on jaettu neljään ryhmään - määrittelyn tavoitteesta, käyttäjistä, suunnittelijoista ja käytettävissä olevista resursseista johtuviin.

#### **4.1.1 Määrittelylle asetetut tavoitteet**

Vaatimusmäärittelylle asetetuilla tavoitteilla tarkoitetaan niitä päämääriä, joita määrittelyn avulla halutaan saavuttaa. Määrittelyn keskeisimpinä tavoitteina pidetään yleensä tieto-, toiminto- ja laatuvaatimusten keräämistä, näistä vaatimuksista sopimista ja niiden dokumentointia. Näiden lisäksi vaatimusmäärittelylle usein, esimerkiksi määrittelyn tilanteen asiakkaan toimesta, asetetaan muun muassa käyttäjien motivointiin ja järjestelmän toteuttamisen hyväksymiseen tähtäviä tavoitteita. Vaatimusmäärittelyn yhtenä tavoitteena voi siis esimerkiksi olla myös järjestelmän ”myyminen” käyttäjille.

Tavoitteilla on ehkä merkittävämpi vaikutus määrittelyprosessin ja käytettävien menetelmien sisältöön kuin valintaan. Kerätessä esimerkiksi vaatimuksia prototyypin rakentamista varten ei määrittelyprosessin sisällön aina välttämättä tarvitse täyttää kaikkia lopulliselle määrittelylle asetettuja vaatimuksia. Toisaalta tavoitteilla voi olla hyvin merkittäväkin vaikutus käytettävän menetelmän valintaan. Mikäli määrittelyssä halutaan esimerkiksi huomioida suuren käyttäjäjoukon mielipiteet eivätkä resurssit salli

henkilökohtaisten haastattelujen järjestämistä, on menetelmäksi valittava vaikkapa kyselylomake. Määrittelylle asetettujen tavoitteiden vaikutus käytettävien menetelmien valintaan on siis hyvin tilannekohtaista.

#### **4.1.2 Käyttäjät**

Bernhardsenin (1992) mukaan paikkatietojärjestelmän käyttäjät voidaan jakaa tieto- ja toimintotarpeidensa perusteella neljään ryhmään: loppukäyttäjiin, paikkatietoammattilaisiin, käyttöhenkilöstöön ja tiedon tuottajiin. Loppukäyttäjät käyttävät paikkatietojärjestelmää välineenä ongelmiansa ratkaisuun. He näkevät yleensä vain järjestelmän tuottamat tulosteet, kuten kartat ja raportit, mutta eivät välttämättä tunne niiden muodostamisperiaatteita. Paikkatietoammattilaisten tehtävänä taas on tukea muita käyttäjäryhmiä järjestelmien käytössä. He tuntevat hyvin paikkatietoajattelun ja käytössä olevan teknologian mahdollisuudet ja rajoitukset. Paikkatietoammattilaisten on usein hallittava useita eri alueita aina kartantuotannosta tietomuunnoksiin, joskin eri organisaatioiden asettamat vaatimuksen vaihtelevat varsin paljon. Käyttöhenkilöstön tehtävänä on sovellusten toiminnan ylläpitäminen ja järjestelmässä käytettävän tiedon alustava käsittely. Koska paikkatietojärjestelmät ovat yleensä monimutkaisia ja runsaasti toimintoja sisältäviä, vie hyvän käyttöhenkilöstön kouluttaminen normaalisti vähintään vuoden. Tiedon tuottajat tuottavat järjestelmässä käytettävän tiedon, mutta tuntevat vain vähän sen toimintaperiaatteita. Tiedon tuottajia ovat esimerkiksi kartanpiirtäjät.

Nijkamp ja Scholten (1993) taas ovat esittäneet hieman tarkemman, erityisesti julkishallinnon järjestelmiin sopivan käyttäjäluokittelun, jota voidaan pitää Bernhardsenin loppukäyttäjien ryhmää tarkentavana. Heidän mukaansa paikkatietojärjestelmän käyttäjät voidaan jakaa tietoammattilaisiin, päätöksenteon valmistelijoihin, päätöksentekijöihin ja asioista kiinnostuneisiin kansalaisiin. Kuten taulukosta 5 voidaan havaita, kullakin näistä ryhmistä on omat vaatimuksensa järjestelmässä käytettävien tietojen ja toimintojen suhteen.

Tässä työssä tarkastellaan vaatimusmäärittelyssä käytettävien menetelmien valintaan vaikuttavia tekijöitä erityisesti loppukäyttäjien ryhmän osalta. Näitä tekijöitä ovat sovellusalueen tuntemus, kohdejärjestelmän tuntemus, motivaatio ja sitoutuminen sekä aikaisempi kokemus tietojärjestelmätyöstä.

TAULUKKO 5. Eri käyttäjäryhmien paikkatietojärjestelmälle asettamat vaatimukset (Nijkamp, Scholten, 1993 s. 89).

Käyttäjärühmä	Tietotarve	Keskeiset ominaisuudet	Järjestelmän tyyppi	Kehittämisessä huomioitava
Tietoammattilainen	Käsittämätön tieto	Analyysit Joustavuus	Suuri Joustava	Yhteydet muihin sovelluksiin
Päätöksenteon valmistelija	Käsittämätön ja alustavasti muokattu tieto	Analyysit Tietojen helppo saatavuus	Suppea Mukautuva	Makrokielten käyttömahdollisuus Yhteydet muihin sovelluksiin
Päätöksentekijä	Strateginen tieto	Tietojen helppo saatavuus Analysointi- ja optimointimahdollisuudet	”Pieni on kaunista”	Hyvä käyttöliittymä Avaintietojen käsittely
Asioista kiinnostunut kansalainen	Pitkälle käsitelty tieto	Tietojen helppo saatavuus	”Pieni on kaunista”	Hyvä käyttöliittymä

### Sovellusalueen tuntemus

*Sovellusalueen tuntemuksella* tarkoitetaan käyttäjien tietämystä paikkatietoajattelun periaatteista ja paikkatietotekniikan mahdollisuuksista. Kuhnin (1996) mukaan paikkatietotekniikan, niin toimintojen kuin tietojenkin, on oltava merkityksellistä siitä mahdollisesti hyötyville, ennenkuin se voi olla käyttökelpoista. Paikkatietojärjestelmien rakentamista käsittelevä kirjallisuus lähtee pääosin siitä oletuksesta, että käyttäjät tuntevat paikkatietoajattelun periaatteet ja pystyvät osoittamaan tarvitsemansa tiedot ja toiminnot. Tämä pitää varmasti paikkaansa maissa, joissa paikkatietojen keräämisellä ja

käsittelyllä on pitkät perinteet ja hyödyntäminen on laajalle levinnyttä. Sen sijaan esimerkiksi suomalaisessa julkishallinnossa ja erityisesti teknisen toimen ulkopuolella, paikkatiedot ja -ajattelu, tekniikasta puhumattakaan, ovat suurimmalle osalle vieraita. Yleisesti ottaen paikkatietojen käsittely ja paikkatietotekniikka ovat meillä vielä varsin uusia eikä mahdollisuuksia tunneta kovinkaan laajasti. Tämä osaltaan vaikeuttaa paikkatietojärjestelmien leviämistä perinteisten sovellusalueiden ulkopuolelle (JUHTA, 1996).

Sovellusalueen tuntemuksen arvioinnin lähtökohdaksi voidaan ottaa esimerkiksi järjestelmän tilaajan antama arvio tietämyksen määrästä. Tilaajalla tässä tarkoitetaan sitä tahoa, joka on käynnistänyt järjestelmän rakentamishankkeen. Tietämystä voidaan arvioida myös jo mahdollisesti käytössä olevien paikkatietojärjestelmien käyttäjäryhmien ja -määrien perusteella. Mikäli ollaan toteuttamassa organisaation ensimmäistä paikkatietojärjestelmää tai tietämyksen määrää ei muuten voida arvioida, voidaan asiaa selvittää ennen vaatimusmäärittelyn aloittamista esimerkiksi kyselylomakkeiden avulla.

Käyttäjien kykyä omaksua sovellusalue voidaan ennakoida myös tarkastelemalla organisaation toiminnan luonnetta. Organisaatiot voidaan Francican (1993) mukaan jakaa maantieteellistä menetelmistä riippuviin (geographically rooted) ja maantieteellisesti haastaviin (geographically challenged). Maantieteellisistä menetelmistä riippuvia ovat esimerkiksi mittaus-toimi ja useat ympäristösuunnittelutoiminnot, eli sellaiset, joiden toimintaan maantieteellisten menetelmien käyttö perinteisesti kuuluu. Näillä alueilla paikkatieto ja -tekniikka tunnetaan yleensä varsin hyvin ja myös tutustuttaminen ja havainnollistaminen on tarvittaessa varsin helppoa: Esimerkit löytyvät jokapäiväisestä työstä ja hyödyt esimerkiksi työn nopeutumisena ja tuottavuuden parantumisenä ovat usein ilmeisiä. Paikkatietojärjestelmän rakentamista maantieteellisistä menetelmistä riippuville alueille voidaankin usein verrata minkä tahansa operatiivisen tietojärjestelmän toteuttamiseen,

sillä keskeisenä tavoitteena yleensä on manuaalisten tietovarastojen ja/tai toimintojen automatisointi.

Maantieteellisesti haastavia taas ovat esimerkiksi kaupan, pankkitoiminnan, terveydenhuollon sekä turismin piirissä toimivat organisaatiot. Näissä organisaatioissa maantieteellisillä menetelmillä voisi olla käyttöä, mikäli menetelmät tunnettaisiin ja kohteet kyettäisiin tunnistamaan. Koska paikkatietoajattelua ja -tekniikkaa tunnetaan näillä alueilla yleensä vain vähän, on sovellusalueelle ensin ”luotava” markkinat osoittamalla tuleville käyttäjille paikkatietojen ja paikkatietotekniikan tarjoamia hyötyjä (Bernhardsen, 1992, Huxhold, 1992). Tämä taas edellyttää aiheen esittelijältä, esimerkiksi vaatimusmäärittelyä suorittavalta suunnittelijalta, hyvää sovellusalueen tuntemusta ja innovointikykyä sekä taitoa esittää asiat käyttäjien ymmärtämällä tavalla. Tulevaisuudessa maantieteellisesti haastavien alueiden arvioidaan olevan yhä merkittävämpiä paikkatietotekniikan käyttäjiä (Bidgoli, 1995, Grimshaw, 1994), joten myös sovellusaluetta ennalta tuntemattomien käyttäjien määrä tulee lisääntymään.

### **Kohdejärjestelmän tuntemus**

*Kohdejärjestelmän tuntemuksella* tarkoitetaan käyttäjän tietämystä toimintaympäristöstään ja sen mahdollisesta asemasta osana suurempaa kokonaisuutta. Käyttäjä tuntee yleensä hyvin sen osan kohdejärjestelmästä, joka on hänen työympäristönsä. Sen sijaan suurissa organisaatioissa, joissa toiminta on jakaantunut useisiin pienempiin yksiköihin, ei tietämys koko organisaation toiminnasta aina välttämättä ole hyvä. Davisin (1982) mukaan kohdejärjestelmän perustoimintoja suorittavat pystyvät yleensä hyvin osoittamaan järjestelmän yksittäisille toiminnoille asetettavia vaatimuksia mutta eivät sen sijaan kykene määrittelemään järjestelmän sisältöä kokonaisuudessaan. Juuri puutteellinen näkemys organisaatiosta kokonaisuutena saattaa paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittelyssä johtaa tilanteeseen, jossa kaikkia tarjolla olevia mahdollisuuksia ei huomata, koska ei tunneta esimerkiksi muiden yksiköiden tuottamia aineistoja ja palveluja.

## **Motivaatio ja sitoutuminen**

*Motivaatiolla ja sitoutumisella* tarkoitetaan käyttäjien paikkatietojärjestelmän rakentamista kohtaan osoittamaa kiinnostusta. Eräs keskeisin paikkatietojärjestelmän menestyksekkääseen toteutukseen vaikuttava tekijä on organisaation eri tahojen kiinteä sitoutuminen ja osallistuminen (Worrall, Bond, 1994). Erityisesti johdon tukea pidetään merkittävänä (Grimshaw, 1994, Bernhardsen 1992, Aronoff, 1991). Valmiin järjestelmän käytettävyyden ja hyväksyttävyyden takia on kuitenkin aivan yhtä tärkeää hankkia rakentamiselle myös järjestelmää päivittäisessä työssään hyödyntämään tulevien käyttäjien tuki ja hyväksyntä.

Uuden teknologian esittely mihin tahansa kohdejärjestelmään on vaikeaa: se, mikä toisten mielestä on mahdollisuus, saattaa toisista vaikuttaa uhkaavalta. Bernhardsenin (1992) mukaan paikkatietojärjestelmän toteuttajan onkin varauduttava siihen, että vähintään kolmannes tulevista käyttäjistä vastustaa järjestelmän toteuttamista.

Käyttäjien motivaatioon ja sitoutumiseen voi osaltaan vaikuttaa se, kenen aloitteesta paikkatietojärjestelmän kehittäminen on lähtenyt liikkeelle. Aronoffin (1991) mukaan ajatus paikkatietotekniikan käyttöönotosta voi tulla kolmelta taholta: johdolta, käyttäjiltä tai joltakin ulkopuoliselta. Johdon aloitteesta syntyvillä kehittämishankkeilla on yleensä takanaan suuri arvovalta ja kattavat resurssit, mutta usein ongelmaksi muodostuu käyttäjien suuri vastarinta. Käyttäjien itsensä aloitteesta syntyneiden hankkeiden toteuttamisessa ei yleensä vaadita yhtä suuria ponnistuksia motivaation parantamiseksi, sillä ne hyväksytään helpommin myös muiden käyttäjien keskuudessa. Sen sijaan johdon tuen ja tarvittavien resurssien hankinta voi usein muodostua ongelmaksi. Kolmas paikkatietojärjestelmähankkeen käynnistäjätaho voi olla esimerkiksi organisaation paikkatietoja tuottava tai itse jo hyödyntävä yksikkö, joka haluaa edistää järjestelmien ja tietojen käyttöä. Tällöin tarvittavan motivoinnin ja sitouttamisen määrä riippuu

hankkeen käynnistäjän asemasta ja arvovallasta koko organisaatiossa sekä siitä, kuinka hyvin tämä taho pystyy perustelevaan hankkeensa.

Motivaation ja sitoutumisen yhteys sovellusalueen ja kohdejärjestelmän tuntemukseen on ilmeinen. Käyttäjien motivaatio saattaa sovellusalueen tuntemuksen lisääntymisen myötä kasvaa merkittävästikin heidän ymmärtäessään uuden järjestelmän tarjoamat mahdollisuudet.

### **Kokemus tietojärjestelmätyöstä**

*Kokemuksella tietojärjestelmätyöstä* tarkoitetaan käyttäjien aikaisempaa kokemusta tietojärjestelmien rakentamisesta. Tämä tekijä, kuten määrittelylle asetettu tavoitekin, vaikuttaa ehkä enemmän käytettävän menetelmän sisältöön kuin sen valintaan. Käyttäjien kokemusta ei kuitenkaan sovi tyystin unohtaa menetelmiä valittaessakaan. Esimerkiksi valittaessa määrittelyssä tukevinä menetelminä käytettäviä kuvausmalleja, on varmistuttava siitä, että käyttäjä ymmärtää, mitä mallilla halutaan kuvata, sekä tuntee siinä käytetyn notaation.

Varmasti merkittävimmin tietojärjestelmätyökokemuksen vaikutus näkyy käyttäjien kyvyssä kohdistaa huomio vaatimusmäärittelyn kannalta keskeisiin asioihin. Vähäinen kokemus saattaa haitata esimerkiksi prototyyppien käyttöä, mikäli ne annetaan käyttäjien yksin arvioitaviksi. Heidän huomionsa saattaa, esimerkiksi etsittäessä käyttöliittymälle asetettavia vaatimuksia, kiinnittyä järjestelmän puutteelliseen toiminnallisuuteen, vaikka tarkoituksena on järjestelmän ulkoasun arviointi.

Käyttäjien runsas kokemus vastaavasti saattaa joskus merkittävästikin helpottaa määrittelyä suorittavan suunnittelijan työtä. Esimerkiksi yhteisen kielen löytäminen on varmasti helpompaa ja mikäli käyttäjä vielä tuntee sovellusalueen, voidaan määrittelyä nopeuttaa esimerkiksi käyttämällä haastattelujen sijasta kyselylomakkeita.

### 4.1.3 Suunnittelijat

Tietojärjestelmän suunnittelijalta yleisesti vaadittavat ominaisuudet (Mason, Willcocks, 1994, Pressmann, 1992, Niederman, Brancheau, Wetherbe, 1991) voidaan jakaa kahteen ryhmään: toiminnallisiin ja teknisiin. Toiminnalliset taidot ovat pitkälti henkilökohtaisista ominaisuuksista riippuvia kykyjä, kuten hyvä kommunikointi- ja havainnointikyky, kyky hahmottaa ja luokitella abstrakteja asioita sekä kyky erottaa järjestelmän kannalta olennaisia piirteitä. Teknisiä taitoja taas ovat sovellusalueen tuntemus, tietojärjestelmän kehittämismenetelmien tuntemus sekä kyky soveltaa niitä kuhunkin tilanteeseen sopivasti.

Paikkatietojärjestelmiä käsittelevässä kirjallisuudessa suunnittelijalta vaadittavia ominaisuuksia ei juurikaan esitetä. Esimerkiksi Huxholdin (1991) mukaan paikkatietojärjestelmää suunnittelevalta edellytetään hyvän kommunikointikyvyn lisäksi vain paikkatietotekniikkaan liittyviä taitoja, jotta hän kykenisi muuntamaan käyttäjien tarpeet järjestelmälle asetettaviksi vaatimuksiksi. Artimon (1994b) mukaan taas paikkatietojärjestelmäammattilainen on henkilö, joka on sekä paikkatietotekniikan että atk:n asiantuntija ja tuntee lisäksi myös käyttäjän ympäristöä. Atk-asiantuntemuksen Artimo määrittää rakentamis- ja projektimenetelmien sekä laitteistojen, ohjelmistojen ja muiden teknisten ratkaisujen tuntemukseksi. Edellä esitetyt määritelmät puoltavat hyvin paikkaansa tarkasteltaessa paikkatietojärjestelmien kehittämistä historiallisesta näkökulmasta: ennen paikkatietojärjestelmäprojektien keskeisimmät ongelmat liittyivät käytettävissä olevan teknologian kykyyn tuottaa halutut ominaisuudet.

Nopeasti kehittyvät laitteistot ja ohjelmistot ovat kuitenkin ratkaisseet merkittävimmät tekniset ongelmat ja tämä vaikuttaa osaltaan myös paikkatietojärjestelmän suunnittelijalta vaadittaviin ominaisuuksiin. Tärkeimpinä suunnittelijalta vaadittavina ominaisuuksina voidaankin tänä päivänä pitää:



- sovellusalueen hyvää tuntemusta ja innovatiivisuutta, joiden avulla hän kykenee löytämään paikkatietotekniikan keinoin tuettavia toimintoja myös ympäristöistä, joissa maantieteellisiä menetelmiä ja paikkatietojärjestelmiä ei aikaisemmin ole hyödynnetty
- sosiaalisia taitoja, kuten kommunikointi- ja yhteistyökykyä
- tietojärjestelmien kehittämismenetelmien tuntemusta, jotta hän pystyy olosuhteet huomioonottaen valitsemaan käyttökelpoiset ja tehokkaat menetelmät kuhunkin kehittämisvaiheeseen
- uskoa sovellusalueen mahdollisuuksiin, jotta hän pystyy ”myymään” paikkatietotekniikan myös sellaisille organisaatioille ja käyttäjille, jotka eivät sitä vielä tunne
- paikkatietotekniikan tuntemusta, jotta hän kykenee osoittamaan ne laitteisto-, ohjelmisto- ja aineistoratkaisut, jotka parhaiten palvelevat käyttäjien tarpeita.

Vaatimusmäärittelyssä käytettävän menetelmän valintaan vaikuttavina, suunnittelijoista johtuvina tekijöinä tässä käsitellään sovellusalueen ja kohdejärjestelmän tuntemusta sekä kokemusta tietojärjestelmätyöstä.

### **Sovellusalueen tuntemus**

Sovellusalueen tuntemuksella on keskeinen asema vaatimusmäärittelyssä, sillä se ohjaa suunnittelijaa keräämään järjestelmän toteuttamisen kannalta relevanttia tietoa (Pohl, 1996). Paikkatietojärjestelmälle asetettavia vaatimuksia määritettäessä suunnittelijan sovellusalueen tuntemus nousee keskeiseen asemaan erityisesti silloin, kun kohdejärjestelmässä ei perinteisesti esitetä tietoja karttapohjilla ja käyttäjien tietämys sovellusalueesta on muutenkin vähäinen. Tällöin paikkatietojärjestelmän avulla tuettavien toimintojen sekä tieto- ja toimintovaatimusten määrittäminen jää usein hyvin paljon suunnittelijan vastuulle.

Paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittelyä suorittavalta suunnittelijalta edellytetään poikkeuksetta ainakin sovellusalueen perusasioiden tuntemista. Tarvittavan tuntemuksen määrän ratkaisee osaltaan rakennettavan järjestelmän tyyppi, sillä laajojen, aineistojen tuottamiseen ja raskaisiin analyysihin kykenevien järjestelmien määrittely vaatii suunnittelijalta enemmän tietämystä kuin kevyen ohjelmistopakettien räätälöinti.

### **Kohdejärjestelmän tuntemus**

Suunnittelijoiden kohdejärjestelmän tuntemuksen merkitys on viime aikoina noussut yhä merkittävämpään asemaan, mistä todistaa myös vaatimusmäärittelyssä käytettävien menetelmien yhteydessä mainittujen etnografisten menetelmien suosio (Huges, ym, 1995, Holzblatt, Beyer, 1993). Myös paikkatietojärjestelmän suunnittelussa kohdejärjestelmän tuntemuksella on keskeinen asema. Järjestelmän soveltuvuus tiedon tulkinnan ja suunnittelun apuvälineeksi riippuu siitä, kuinka hyvin se on toteutettu kohdeympäristön tarpeiden mukaiseksi (Fries, 1992). Huxhold (1992) taas viittaa suunnittelijoilta vaadittavaan kohdejärjestelmän tuntemukseen mainitsemalla, että paikkatietotekniikan hyötyjen tunnistaminen edellyttää selkeää kuvaa siitä, miten ja missä toiminnoissaan organisaatio nykyään käyttää paikkatietoa. Tosin tämä pitää paikkaansa vain, mikäli paikkatietoja jo käytetään tai ne tunnetaan, olivat ne sitten manuaalisia tai numeerisia.

Kohdejärjestelmän toimintaan tutustuminen pelkästään käyttäjiltä saadun informaation perusteella ei aina välttämättä riitä. Tämä johtuu siitä, etteivät käyttäjät aina tiedosta kaikkea, mitä tekevät, tai he eivät kykene sanallisesti kuvaamaan toimiaan. Lisäksi kuten käyttäjien kohdejärjestelmän tuntemuksen yhteydessä todettiin, käyttäjien näkemys organisaatiosta kokonaisuutena voi olla suppea.

## **Kokemus tietojärjestelmätyöstä**

Eräänä merkittävimmistä vaatimusmäärittelyyn liittyvistä ongelmista pidetään sitä, että suunnittelijat eivät tunne riittävän hyvin vaatimusmäärittelyssä käytettävissä olevia tekniikoita, kuvaustapoja ja muita työvälineitä. Vain hyvin harvat ovat myöskään saaneet varsinaista eri menetelmien soveltamiseen liittyvää koulutusta (Zowghi, 1996).

Kokemus on suunnittelijoiden osalta hyvin keskeinen vaatimusmäärittelyn onnistumiseen vaikuttava tekijä, onhan määrittelyn onnistuminen ensisijaisesti suunnittelijan vastuulla. Kuten menetelmien esittelyn yhteydessä joidenkin menetelmien osalta todettiin, vaatii niiden tehokas ja onnistunut käyttö yleensä käytännön työkokemusta. Esimerkiksi vapaan haastattelun suorittamisessa ei menetelmän käytön tuntemus teoriassa vastaa käytännöstä saatuja kokemuksia.

### **4.1.4 Resurssit**

*Resursseilla* tarkoitetaan vaatimusmäärittelyssä käytettävissä olevaa aikaa sekä taloudellisia ja henkilöresursseja. Resurssien vaikutus vaatimusmäärittelyssä käytettävien menetelmien valintaan on hyvin konkreettinen: mikäli käytettävissä oleva aika on hyvin rajallinen ja/tai taloudelliset ja henkilöresurssit ovat vähäisiä, on joistakin muuten käyttökelpoisista menetelmistä luovuttava.

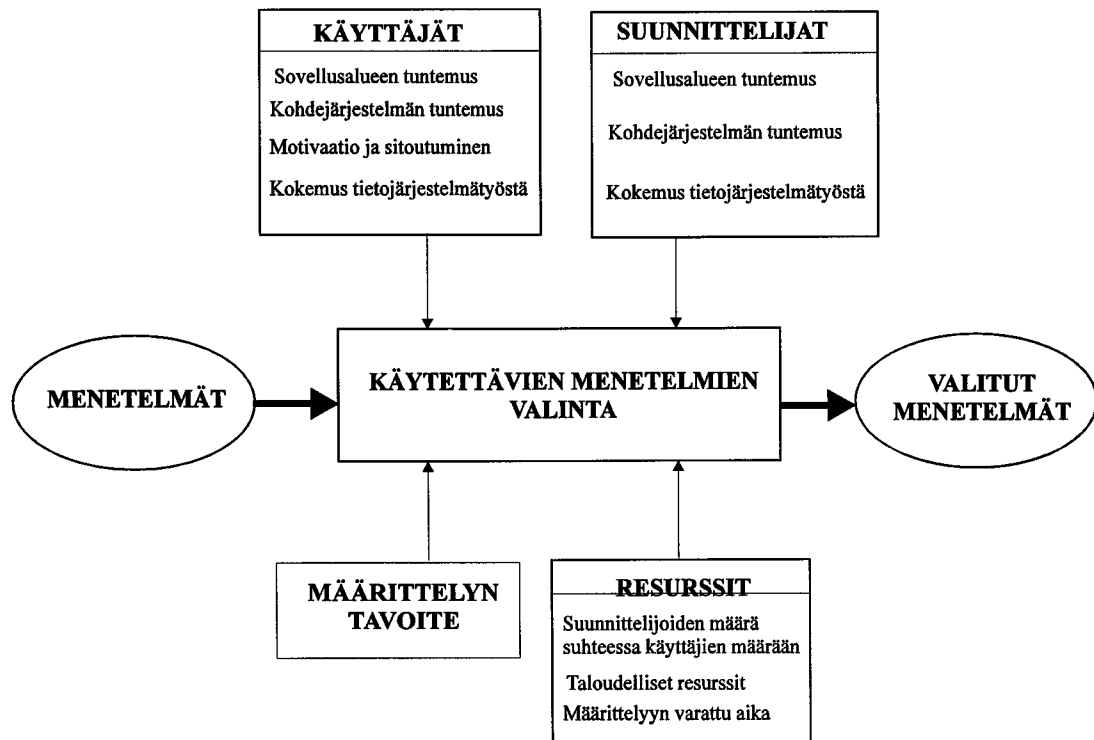
Paikkatietojärjestelmien kehittämisessä resursseilla on hyvin keskeinen asema, sillä kehitystyötä pidetään hyvin kalliina ja paljon aikaa vievänä. Esimerkiksi pelkän paikkatietojärjestelmän käyttöönotto voi kestää 4-7 vuotta. Toteutuksen onnistumiseen merkittävästi vaikuttavana tekijänä pidetäänkin riittävien ja tarvittaessa joustavien resurssien olemassaoloa (Bernhardsen, 1992, Huxhold, 1992).

Varsinkin toteutettaessa suureen organisaatioon sen useiden yksiköiden käyttöön tulevaa paikkatietojärjestelmää nousee käyttäjien määrä yleensä varsin suureksi. Vain harvoin vaatimusmäärittelyvaiheessa on käytettävissä niin paljon suunnittelijaresursseja, että kaikkia käyttäjiä voitaisiin esimerkiksi henkilökohtaisesti haastatella, ja sovellusalueen tuntemus voi olla niin heikko, ettei kysymyslomakkeiden avulla voida kerätä luotettavaa tietoa. Tällöin käyttäjät on jaettava mahdollisimman homogeenisiin ryhmiin, joista kustakin valitaan yksi tai useampia käyttäjiä osallistumaan varsinaiseen määrittelyyn.

#### **4.2 Tekijöiden vaikutus menetelmien valintaan**

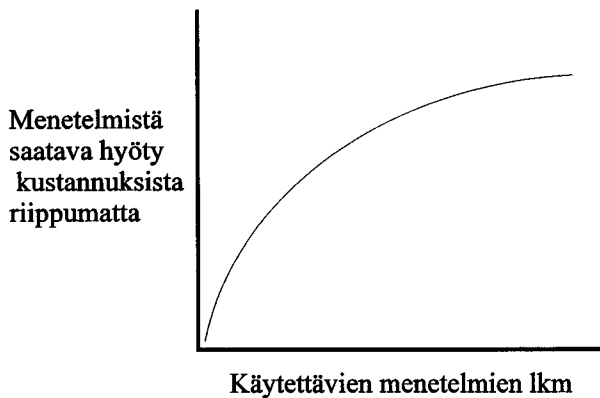
Yhteenvedona edellä esitetyistä menetelmien valintaan vaikuttavista tekijöistä esitetään kuvassa 9 käsitteellinen malli. Seuraavassa tarkastellaan mallissa esitettyjen tekijöiden vaikutusta vaatimusmäärittelyssä käytettävien menetelmien valintaan.

Yksikäsitteisen ja ehdottomasti taloudellisimman ja laadukkaimman menetelmäjoukon valintaan ohjaavan kriteeristön esittäminen lienee täysin mahdotonta. Tämä johtuu pääosin siitä, että menetelmän valintaan vaikuttavien tekijöiden vaikutuksen määrää ei voida objektiivisesti mitata, vaan arviointi on aina subjektiivista ja tilannekohtaista. Lisäksi määrittelyn edetessä edellisten vaiheiden tuottamat tulokset ja saadut kokemukset saattavat muuttaa arvioita tekijöiden vaikutuksesta. Esimerkiksi vaatimusten varmistamiseen tarvittavia menetelmiä ei voida juurikaan luotettavasti ennalta valita, koska ei voida tietää, millaisia tuloksia vaatimusten keräämisvaihe tuottaa.



KUVA 9. Käsitteellinen malli vaatimusmäärittelymenetelmien valintaan vaikuttavista tekijöistä.

Vaatimusmäärittelyssä tulisi käyttää useampaa kuin yhtä menetelmää. Keil ja Carmel (1995) totesivat tietojärjestelmäprojektien menestymistä tutkiessaan, että vaatimusmäärittelyssä tulisi käyttää vähintään neljää eri menetelmää. Mikäli menetelmien määrä kuitenkin nostetaan yli kuuden, ei tämän määrän ylittävän osan menetelmistä enää saada vastaavaa hyötyä kuin edellisistä. Tämä perustuu siihen, että vaikka jokainen käytettävä menetelmä lisää saatavan informaation määrää, niin tiedon arvo vähenee, koska myös suunnittelijan vaatimuksista muodostama käsitys paranee. Kuva 10 esittää käytettävien menetelmien määrän vaikutusta määrittelyn tuotokseen.



KUVA 10. Käytettävien menetelmien määrän vaikutus määrittelyn tuotokseen (Keil, Carmel, 1995, s. 38).

Tässä tutkimuksessa paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittelyssä käytettävien menetelmien valinnan lähtökohdaksi esitetään neljää tyyppitilannetta. Niissä käytettävien menetelmien valintaan keskeisimmin vaikuttavina tekijäryhminä pidetään käyttäjiä ja suunnittelijoita. Näihin ryhmiin kuuluvien tekijöiden vaikutusta arvioidaan niiden aiheuttamana toiminnallisena epävarmuutena. Käyttäjien osalta toiminnallisella epävarmuudella tarkoitetaan käyttäjien kykyä ilmaista paikkatietojärjestelmälle asetettavia vaatimuksia. Suunnittelijoista aiheutuva toiminnallinen epävarmuus taas tarkoittaa epävarmuutta suunnittelijoiden kyvystä määrittää ja arvioida vaatimuksia. Epävarmuuden määrää lisäävät ja vähentävät tekijät kummankin ryhmän osalta esitetään taulukossa 6.

Toiminnallisen epävarmuuden määrää lisäävät käyttäjien osalta sovellusalueen ja kohdejärjestelmän heikko tuntemus sekä huono motivaatio. Näistä erityisen merkittävänä voidaan pitää heikkoa sovellusalueen tuntemusta, sillä se vaikuttaa eniten käyttäjien kykyyn ilmaista vaatimuksia. Sen sijaan käyttäjän vähäistä tietojärjestelmätyökokemusta ei voida pitää toiminnallisesta epävarmuudesta merkittävästi tai yleensäkin lisäävänä tekijänä, sillä määrittely on tehtävä, oli käyttäjällä aikaisempaa

kokemusta tai ei. Sen sijaan runsaan tietojärjestelmätyökokemuksen voidaan olettaa vähentävän epävarmuutta.

TAULUKKO 6. Tekijöiden vaikutus toiminnallisen epävarmuuden määrään.

Tekijä	Vaikutus toiminnallisen epävarmuuden määrään
<b>Käyttäjät</b>	
Hyvä sovellusalueen tuntemus	Vähentää merkittävästi
Runsas tietojärjestelmätyökokemus	Vähentää
Hyvä kohdejärjestelmän tuntemus	Vähentää
Vahva motivaatio	Vähentää
Vähäinen sovellusalueen tuntemus	Lisää merkittävästi
Vähäinen tietojärjestelmätyökokemus	Ei vaikuta
Vähäinen kohdejärjestelmän tuntemus	Lisää
Heikko motivaatio	Lisää
<b>Suunnittelijat</b>	
Hyvä sovellusalueen tuntemus	Vähentää merkittävästi
Runsas tietojärjestelmätyökokemus	Vähentää
Hyvä kohdejärjestelmän tuntemus	Vähentää
Vähäinen sovellusalueen tuntemus	Lisää merkittävästi
Vähäinen tietojärjestelmätyökokemus	Lisää merkittävästi
Vähäinen kohdejärjestelmän tuntemus	Lisää

Suunnittelijoiden osalta toiminnallista epävarmuutta lisäävät merkittävästi sovellusalueen vähäinen tuntemus sekä vähäinen kokemus tietojärjestelmätyöstä. Lisäksi toiminnallista epävarmuutta lisää, tosin edellisiä vähemmän, myös heikko kohdejärjestelmän tuntemus.

Tekijöiden epävarmuutta lisäävä vaikutus ei kuitenkaan aina ole näin mustavalkoinen. Tämä pitää paikkaansa varsinkin suunnittelijoiden kohdalla. Esimerkiksi mikäli sekä suunnittelijoiden että käyttäjien kohdejärjestelmän tuntemus on vähäinen, nousee se suunnittelijoiden osalta merkittävästi toiminnallista epävarmuutta lisääväksi tekijäksi. Tämä johtuu siitä, että tällöin suunnittelija ei voi käyttäjän tietämyksellä korvata omia

puutteitaan, mutta ensisijainen vastuu määrittelyn onnistumisesta on kuitenkin suunnittelijalla. Yleisenä ohjeena voidaan kuitenkin sanoa, että mikäli luotettavaa tietoa jonkin tekijän määrästä ei ole saatavissa, kannattaa sen vaikutus arvioida epävarmuutta lisääväksi.

### 4.3 Vaatimusmäärittelyn tyyppitilanteet

Käyttäjien ja suunnittelijoiden aiheuttaman toiminnallisen epävarmuuden määrän perusteella voidaan johtaa neljä perustason vaatimusmäärittelytilannetta:

- Tilanne 1: Sekä käyttäjistä että suunnittelijoista johtuva epävarmuus on pieni.
- Tilanne 2: Käyttäjistä johtuva epävarmuus on suuri ja suunnittelijoista johtuva pieni.
- Tilanne 3: Suunnittelijoista johtuva epävarmuus on suuri ja käyttäjistä johtuva pieni.
- Tilanne 4: Sekä käyttäjistä että suunnittelijoista johtuva epävarmuus on suuri.

Tilanteet ovat hyvin pelkistettyjä, sillä monimutkaisuuden välttämiseksi niissä oletetaan, että resurssit eivät rajoita käytettävien menetelmien valintaa ja määrittelyn tavoitteena on vaatimusten kerääminen, varmistaminen ja dokumentointi. Lisäksi, mikäli suunnittelijoista ja/tai käyttäjistä johtuva toiminnallinen epävarmuus tulkitaan keskimääräiseksi, on sitä tyyppitilanteen tunnistamiseksi pidettävä joko pienenä tai suurena. Ratkaisu voidaan tehdä joidenkin yksittäisten tekijöiden perusteella, sillä kuten taulukosta 6 voidaan havaita, tietyillä tekijöillä on toisia suurempi vaikutus epävarmuuden määrään. Esimerkiksi vaikka suunnittelijan valmiudet muuten olisivatkin hyvät, nostaa sovellusalueen vähäinen tuntemus epävarmuuden keskimääräistä suuremmaksi. Kussakin tilanteessa esitetty menetelmäsuositus perustuu luvussa 2 esitettyihin vaatimusmäärittelymenetelmien ominaisuuksiin ja soveltuvuuteen.

Seuraavassa kuvataan tarkemmin kukin edellä esitetyistä tyyppitilanteista ja samassa yhteydessä esitetään suositus tilanteeseen sopivista menetelmistä. Sitä ennen arvioidaan kuitenkin prototyypityksen roolia osana paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittelyä.



Tyyppitilanteille on nimittäin yhteistä se, että kussakin niistä prototyypityksellä on vaatimusmäärittelyn kannalta keskeinen, tilannekohtaisesti vaihteleva rooli. Lopuksi arvioidaan vielä resurssien ja tavoitteiden vaikutusta käytettävien menetelmien valintaan.

### **Prototyypityksen keskeinen asema**

Kuten jo aiemmin todettiin, paikkatietojärjestelmät ovat sovellusalueena varsin uusi ja järjestelmät rakenteeltaan usein hyvin monimutkaisia. Lisäksi erityisesti organisationaalaisia paikkatietojärjestelmiä toteutetaan yleensä hyvin monimutkaisiin organisaatioihin. Tällöin saatetaan joutua tilanteeseen, jossa kaikki osapuolet eivät ole selvillä, millaista järjestelmää ollaan rakentamassa tai mihin sitä voidaan käyttää. Arvioitaessa näiden piirteiden perusteella paikkatietojärjestelmien vaatimusmäärittelyä Davisin (1982) esittämän määrittelystrategian valintakehikon avulla päädytään kokeilua perusmenetelmänään käyttävän vaatimusmäärittelyn kannalle. Myös alan kirjallisuudessa tehokkaimpana ja lopputuloksen laadun kannalta parhaimpana lähestymistapana paikkatietojärjestelmien kehittämiseen pidetään prototyyppien rakentamista (Douglas, 1995, Fries, 1994, Bernhardsen, 1992, Huxhold, 1991). Tästä johtuen myös tyyppitilanteiden yhteydessä prototyypitys on nostettu keskeiseen asemaan.

Prototyypityksen merkittävin etu muihin menetelmiin verrattuna on sen konkreettisuus. Minkään muun menetelmän avulla ei tulevan järjestelmän toimintaa voida yhtä aidosti ja mielenkiintoisesti havainnollistaa kuin kokeiltavalla prototyyppillä. Vaikka prototyypitys ei sovikaan ensimmäiseksi ja ainoaksi vaatimusmäärittelymenetelmäksi, on se usein sovellusaluetta tuntemattomalle käyttäjälle se menetelmä, jonka avulla hän kykenee hahmottamaan todellisia tarpeitaan. Tästä syystä prototyypityksen käyttöä voidaan pitää perusteltuna juuri organisationaalisten paikkatietojärjestelmien kehittämisessä, sillä ympäristö, johon näitä järjestelmiä toteutetaan, on

ominaisuuksiltaan yleensä hyvin heterogeeninen. Joukossa on käyttäjiä, joille paikkatietojärjestelmät ja maantieteelliset menetelmät ovat arkipäivää, mutta myös niitä, joiden tehtävissä paikkatiedoista olisi apua, mutta tietämys mahdollisuuksista puuttuu.

### **Tilanne 1: Käyttäjistä ja suunnittelijoista johtuva epävarmuus on pieni**

Ensimmäinen tyyppitilanne on menetelmien valinnan kannalta kaikkein yksinkertaisin, mutta valitettavasti vielä hyvin harvinainen. Tällöin sekä käyttäjät että suunnittelijat omaavat hyvät lähtökohdat määrittelyn suorittamiseksi. Tämä voi tarkoittaa esimerkiksi sitä, että molemmat tuntevat sovellusalueen ja käyttäjät kokevat sen myös itselleen hyödylliseksi. Lisäksi suunnittelijat ovat ehkä aiemmin olleet mukana paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittelyssä. Tässä tapauksessa määrittely ei välttämättä ole pelkkää suunnittelijoiden toimesta suoritettavaa vaatimusten keräämistä, sillä myös käyttäjillä on hyvät valmiudet osallistua täysipainoisesti määrittelyprosessiin. Myös resurssien kannalta tilannetta voidaan pitää helppona, sillä osapuolien hyvät ominaisuudet helpottavat tarvittavien resurssien määrän arviointia.

### **Menetelmäsuositus**

Tässä tyyppitilanteessa vaatimusmäärittelymenetelmät voidaan resurssien ja asetettujen tavoitteiden puitteissa valita vapaasti. Menetelmien valinnassa voidaan esimerkiksi keskittyä vaatimusmäärittelyyn kuluvien resurssien minimointiin. Koska epäsuorien menetelmien resurssitarve on suoria menetelmiä vähäisempi, voidaan esimerkiksi vaatimusten keruumenetelmäksi valita haastattelun sijasta kyselylomake.

Myös kerättyjen vaatimusten varmistamiseen käytettävien menetelmien valinnassa voidaan keskittyä määrittelyn tehostamiseen. Mikäli käyttäjillä voidaan olettaa olevan riittävästi kokemusta tietojärjestelmätyöstä, voidaan varmistamisen ensimmäinen vaihe viedä läpi pelkästään pyytämällä kommentteja kuvattuihin vaatimuksiin. Mikäli vaatimuksissa havaitaan selkeitä ristiriitoja, joiden ratkaisemiseen pelkkä suunnittelijan

kokemus ja tietämys kohdejärjestelmästä eivät riitä, voidaan apuna käyttää esimerkiksi ryhmätyöskentelyä.

### **Prototyypityksen rooli**

Tässä tapauksessa jo ensimmäisten tuotettavien prototyyppien voidaan olettaa olevan hyvin kehittyneitä. Tämä johtuu siitä, että vaatimusten keräämisen niin sanotuilla perusmenetelmillä oletetaan tuottavan käyttäjien ja suunnittelijoiden ominaisuuksista johtuen oikeita ja luotettavia tuloksia. Prototyypin tehtävä vaatimusmäärittelyn kannalta onkin lähinnä vain varmistaa vaatimuksia eikä niinkään enää kerätä niitä. Voidaankin sanoa, että prototyyppien rooli tässä tapauksessa onkin keskeisempi vasta suunnitteluvaiheessa, jolloin ratkaistaan järjestelmän ulkoasuun ja toimintojen rakenteeseen liittyviä asioista. Tähän tapaukseen sopii hyvin niin sanottu evolutionaarinen prototyypitys, jossa ensimmäisestä prototyypistä vähitellen kehitetään valmis järjestelmä tai sen osa.

### **Tilanne 2: Käyttäjistä johtuva epävarmuus on suuri ja suunnittelijoista johtuva pieni**

Tämä tyyppitilanne on paikkatietojärjestelmien vaatimusmäärittelyssä tänä päivänä ehkä kaikkein yleisin. Tällöin esimerkiksi käyttäjien sovellusalueen tuntemus on vähäinen, mikä saattaa vaikuttaa myös motivaatioon heikentävästi. Sen sijaan suunnittelijoiden valmiuksia voidaan pitää hyvinä: he esimerkiksi tuntevat sovellusalueen ohella myös kohdejärjestelmän toimintaa.

### **Menetelmäsuositus**

Tässä tyyppitilanteessa käyttäjän ja suunnittelijan välinen vuorovaikutus on merkittävämmässä asemassa kuin edellisessä. Tämä johtuu siitä, että käyttäjä tarvitsee enemmän tukea vaatimustensa tunnistamiseen ja ilmaisuun. Tästä johtuen myös suorien

ja tukevien menetelmien käytön merkitys on suurempi. Tilanteelle on lisäksi tyyppillistä se, että vaatimukset saattavat muuttua merkittävästikin määrittelyn edetessä. Tämä johtuu siitä, että myös käyttäjän kykyjen oletetaan kehittyvän määrittelyn edetessä ja näin hän kykenee yhä tarkemmin ilmaisemaan vaatimuksiaan. Vaatimusten keräämiseen käytettävien menetelmien valinnassa tuleekin alusta lähtien kiinnittää huomiota tulevaa järjestelmää konkretisoiviin ja käyttäjiä motivoiviin menetelmiin.

Vaatimusten keräämismenetelmäksi tässä tyyppitilanteessa sopivat haastattelut, joissa käyttäjien kykyä tuottaa vaatimuksia tehostetaan esimerkiksi skenaarioin. Haastattelun käyttöä vaatimusten keräämisessä puoltaa myös se, että haastattelun kuluessa käyttäjille voidaan esitellä sovellusaluetta ja samalla perustella uuden järjestelmän hyödyllisyyttä. Skenaarioiden käyttöä taas puoltaa se, että niiden avulla voidaan parantaa käyttäjien kykyä hahmottaa tuleva järjestelmä ja näin helpottaa sille asetettavien vaatimusten määrittämistä.

Myös vaatimusten varmistamismenetelmiksi kannattaa valita suoria menetelmiä, sillä on epärealistista olettaa, että pelkkä keruuvaihe olisi parantanut käyttäjien kykyjä niin, että epäsuorilla menetelmillä voitaisiin saada luotettavia tuloksia. Vaatimusten varmistamiseen ja mahdollisten ristiriitojen ratkaisuun voidaan käyttää haastatteluja tai ryhmätöitä. Vaatimusten vahvistaminen voidaan jättää myös suunnittelijan vastuulle. Tätä voidaan perustella sillä, että käyttäjien ei voida olettaa vielä vaatimusmäärittelyn alkuvaiheissa pystyvän riittävän tarkasti määrittämään, mikä on mahdollista.

### **Prototyypityksen rooli**

Prototyyppien rooli on tässä tapauksessa jo hyvin keskeinen. Varsinkin silloin, kun käyttäjien sovellusalueen tuntemus on hyvin heikko, on ensimmäinen prototyyppi pyrittävä tuottamaan jo mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Prototyyppien ensisijaisena tehtävänä on osoittaa käyttäjille, millaista järjestelmää tavoitellaan. Niiden avulla pyritään erityisesti parantamaan käyttäjien kykyä tuottaa vaatimuksia ja myös

varmistamaan, että suunnittelijoiden tekemät tulkinnat kerätyistä vaatimuksista ovat oikeita. Tähän tarkoitukseen sopivat parhaiten esimerkinomaiset prototyypit, jotka voidaan yksinkertaisimmillaan toteuttaa myös ilman teknisiä apuvälineitä. Esimerkinomaisten prototyyppien käyttöä puoltaa se, että protoja joudutaan todennäköisesti tuottamaan useita jo pelkkää vaatimusten keräämistä varten. Tässä tapauksessa esimerkiksi suoraan evolutionaariseen prototyyppitykseen siirtyminen voisikin osoittautua hyvin kalliiksi, koska jouduttaisiin todennäköisesti tuottamaan vähäisillä ja epävarmoilla vaatimuksilla ehkä useitakin laadultaan korkeatasoisia prototyyppijä.

### **Tilanne 3: Suunnittelijoista johtuva epävarmuus on suuri ja käyttäjistä johtuva pieni**

Tällä hetkellä todellisten paikkatietoammattilaisten määrä on sen verran vähäinen ja paikkatietojärjestelmien leviäminen niin nopeaa, että myös tällaiset tilanteet ovat hyvin mahdollisia. Ne johtuvat useimmiten siitä, että käyttäjät tuntevat sovellusalueen suunnittelijoita paremmin ja kokevat paikkatietotekniikan itselleen hyödylliseksi.

### **Menetelmäsuositus**

Tässä tilanteessa on pyrittävä mahdollisuuksien mukaan parantamaan suunnittelijoiden ominaisuuksia jo ennen varsinaisen määrittelyn aloittamista. Mikäli sovellusalueen ja/tai kohdejärjestelmän tuntemus on heikko, voidaan niitä parantaa epäsuorien menetelmien, kuten aineistotutkimuksen ja olemassaoleviin järjestelmiin tutustumisen avulla. Näiden lisäksi sovellusalueen tuntemuksen parantamiseksi voidaan myös haastatella sovellusalueen asiantuntijoita. Mikäli resurssit eivät salli ominaisuuksien parantamista tai siinä ei onnistuta, ei vaatimusmäärittelyn suorittamiselle ole riittävää pohjaa: pelkästään vaatimusten rekisteröimiseen kykenevän suunnittelijan ei voida olettaa pystyvän paikkatietojärjestelmän kaltaisen monimutkaisen ja sovellusalueen tuntemusta edellyttävän järjestelmän vaatimusmäärittelyyn.

Suunnittelijoiden vähäisen tietojärjestelmätyökokemuksen ja vähäisen sovellusalueen tuntemuksen aiheuttamaa epävarmuutta voidaan pyrkiä hallitsemaan käyttämällä ohjattuja menetelmiä, kuten ohjattua haastattelua ja kyselylomakkeita. Kysymykset näihin tulisi kuitenkin laatia yhdessä sovellusalueen asiantuntijoiden ja tietojärjestelmäkokemusta omaavien suunnittelijoiden kanssa. Koska käyttäjien valmiudet oletetaan hyviksi, voidaan vaatimusten keräämiseen käyttää myös ryhmätöitä, joissa käyttäjät voivat yhdessä ideoida vaatimuksia. Tällöin vaatimusmäärittelyyn voi jo vaatimusten keruuvaiheessa osallistua suurikin joukko käyttäjiä. Tämä edellyttää kuitenkin suunnittelijalta kokemusta ryhmätyömenetelmien käytöstä.

Vaatimusten varmistamiseksi voidaan käyttää osittain samoja menetelmiä kuin vaatimusten keräämiseenkin, siis haastatteluja ja ryhmätöitä. Myös sanalliset kuvaukset ovat käyttökelpoisia, varsinkin jos niiden tueksi voidaan tuottaa graafisia kuvauksia.

### **Prototyypityksen rooli**

Tässä tilanteessa vaatimusmäärittelyvaiheessa tapahtuvalla prototyypityksellä on myös suunnittelijan kannalta keskeinen merkitys. Eräs prototyypityksen tärkeimmistä tehtävistä nimittäin on varmistaa, että suunnittelijat ovat ymmärtäneet käyttäjien vaatimukset oikein, sekä samalla myös esimerkiksi parantaa suunnittelijoiden tietämystä sovellusalueesta. Myös tähän tilanteeseen sopivat ensimmäisiksi prototyypeiksi esimerkinomaiset protot, sillä ne ovat edullisia ja nopeita tuottaa jo määrittelyn alkuvaiheista lähtien. Niistä on kuitenkin syytä varsin nopeasti siirtyä kehittyneempiin ratkaisuihin, sillä käyttäjä saattaa kyllästyä suunnittelijan ”opettamiseen” ja motivaatio voi kärsiä.

#### **Tilanne 4: Sekä käyttäjistä että suunnittelijoista johtuva epävarmuus on suuri**

Tämä tilanne on vaatimusmäärittelyn kannalta epätoivottavin, tosin vielä nykyään hyvin mahdollinen. Kun sekä suunnittelijat että käyttäjät ovat valmiuksiltaan heikkoja, on vaatimusmäärittelyn onnistumisen todennäköisyys varsin pieni. Tällöin varsinaista vaatimusmäärittelyä ei kannatakaan käynnistää ennenkuin voidaan varmistua siitä, että vähintään toisen osapuolen valmiuksia erityisesti sovellusalueen ja kohdejärjestelmän tuntemuksen osalta on kehitetty siinä määrin, että niitä voidaan pitää ainakin suunnittelijoiden osalta vähintään keskimääräisinä. Tämä tarkoittaa sitä, että pyritään ensin siirtymään kehittyneempään tilanteeseen, jossa vaatimusmäärittelyn suorittaminen vielä on mahdollista. Valmiuksien parantamiseen voidaan käyttää samoja menetelmiä kuin edellä, siis aineistotutkimusta sekä olemassaoleviin järjestelmiin tutustumista. Lisäksi voidaan järjestää esimerkiksi käyttäjien ja suunnittelijoiden yhteinen teemapäivä, jossa asiantuntijat esittelevät sovellusaluetta ja sen käyttömahdollisuuksia kohdejärjestelmässä.

#### **Resurssien ja tavoitteen vaikutus käytettävien menetelmien valintaan**

Resurssien vaikutus käytettävän menetelmän valintaan tulee esiin silloin, kun ne ovat tarvetta vähäisemmät ja joustamattomat. Tällöin resursseilla voi olla merkittäväkin vaikutus käytettävissä oleviin menetelmiin ja tätä kautta erityisesti määrittelyn lopputuloksen laatuun. Esimerkiksi tilanteessa, jossa käyttäjistä johtuva epävarmuus on suuri ja suunnittelijoista vastaavasti pieni, tyyppitilanteiden mukaan paras vaatimusten keräämismenetelmä olisi skenaarioin tuettu haastattelu. Mikäli käyttäjien määrä kuitenkin on suuri ja suunnittelijoiden käytettävissä olevat aikaresurssit ovat vähäiset, joudutaan haastattelujen sijasta usein turvautumaan kyselylomakkeisiin. Tällaisessa tilanteessa tulisi kuitenkin pyrkiä ensin parantamaan käyttäjien valmiuksia, jotta kyselylomakkeiden avulla voitaisiin saavuttaa edes tyydyttäviä tuloksia. Esimerkiksi

käyttäjien sovellusalueen tuntemusta voidaan parantaa järjestämällä aiemmin esitellyn kaltainen teemapäivä.

Yhteenvedo tyyppitilanteiden menetelmäsuosituksista ja prototyypityksen roolista kussakin tilanteessa esitetään kuvissa 11 ja 12.

		<b>TYYPPIKILANNE 1</b>	<b>TYYPPIKILANNE 3</b>	
Käyttäjistä johtuva epävarmuus	PIENI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menetelmät voidaan resurssien ja tavoitteiden puitteissa valita vapaasti</li> <li>• Taloudellisimpia epäsuorat menetelmät esimerkiksi kuvausmallein tuettuna</li> <li>• Ryhmätyöt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aineistotutkimus</li> <li>• Olemassaoleviin järjestelmiin tutustuminen</li> <li>• Asiantuntijoiden haastattelu</li> <li>• Ohjatut haastattelut</li> <li>• Kyselylomakkeet</li> </ul>	
	SUURI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haastattelut</li> <li>• Skeanaariot</li> <li>• Kokemukseen perustuva päättely</li> <li>• Ryhmätyöt</li> <li>• Yksinkertaiset kuvausmallit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aineistotutkimus</li> <li>• Olemassaoleviin järjestelmiin tutustuminen</li> </ul>	
		PIENI	Suunnittelijoista johtuva epävarmuus	SUURI

KUVA 11. Tyyppitilanteiden menetelmäsuositukset.

Kuten tekijöiden esittelyn yhteydessä todettiin, tavoitteilla on keskeisempi vaikutus määrittelyprosessin sisältöön ja menetelmien käyttötapaan kuin varsinaiseen menetelmien valintaan. Esimerkiksi haluttaessa kerätä yksityiskohtaista tietoa haastattelemalla, kannattaa menetelmäksi valita vapaiden sijasta ohjatut, suljetuista kysymyksistä koostuvat haastattelut. Joskus tavoitteet saattavat kuitenkin nousta merkittävään asemaan jo menetelmien valintavaiheessa. Esimerkiksi mikäli määrittelyssä halutaan huomioida suuren käyttäjäjoukon mielipiteet eivätkä resurssit salli tilanteeseen parhaiten sopivan menetelmän, henkilökohtaisten haastattelujen



käyttämistä, on menetelmäksi valittava esimerkiksi resurssitarpeiltaan vaatimattomampi kyselylomake.

		<b>TYYPPIILANNE 1</b>	<b>TYYPPIILANNE 3</b>
Käyttäjistä johtuva epävarmuus	PIENI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kehittynyt prototyyppi</li> <li>• Varmistus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esimerkinomainen prototyyppi</li> <li>• Varmistus</li> </ul>
	SUURI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esimerkinomainen prototyyppi</li> <li>• Vaatimusten keruu</li> </ul>	Prototyypin rakentamista lykätään, kunnes on muiden menetelmien avulla päästy jonkin muun tyyppitilanteen tasolle
		PIENI	SUURI
		Suunnittelijoista johtuva epävarmuus	

KUVA 12. Prototyypityksen rooli kussakin tyyppitilanteessa.

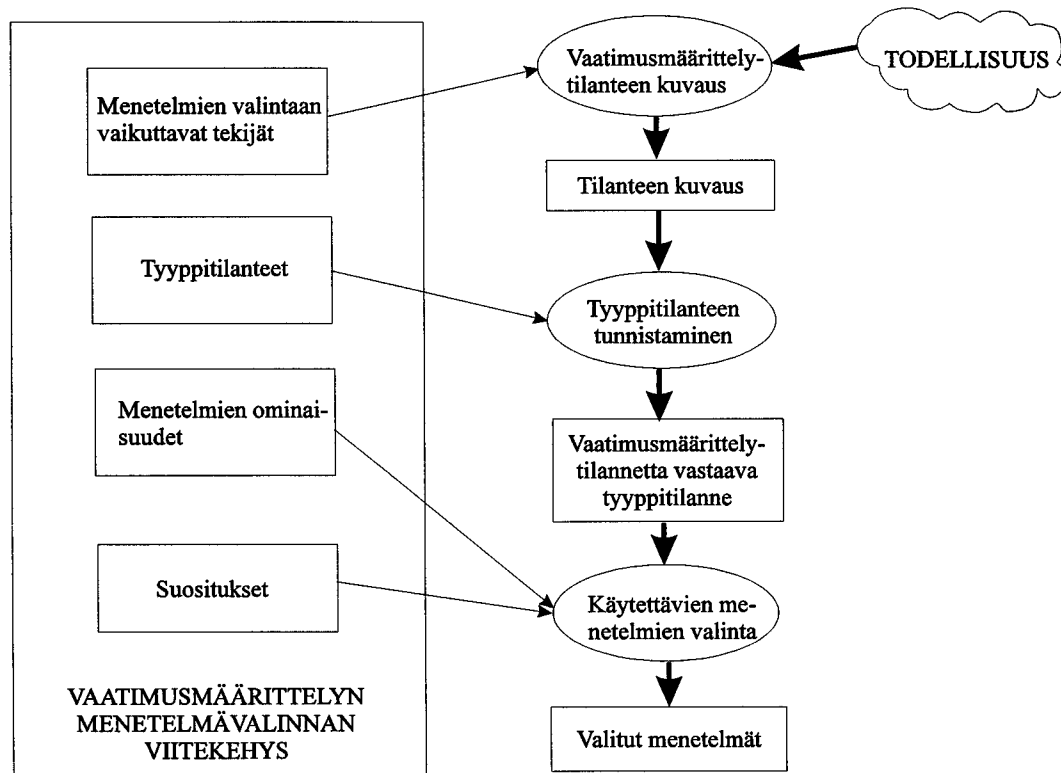
#### 4.4 Menetelmien valinnan viitekehys

Seuraavassa esitetään vaatimusmäärittelyssä käytettävien menetelmien valinnan viitekehys, joka koostuu edellä käsitellyistä osista eli

- menetelmien valintaan vaikuttavista tekijöistä,
- näiden tekijöiden perusteella tunnistetuista tyyppitilanteista,
- vaatimusmäärittelymenetelmien ominaisuskartoituksesta,
- tyyppitilanteiden yhteydessä esitetyistä menetelmäsuosituksista.

Kuvassa 13 havainnollistetaan viitekehysten rakennetta ja sen käyttöä menetelmien valintatilanteessa. Menetelmien valinta lähteen liikkeelle tunnistamalla määrittelyympäristöstä menetelmien valintaan vaikuttavat määrittelyn tavoitteesta, käyttäjistä, suunnittelijoista ja käytettävissä olevista resursseista johtuvat tekijät. Näin muodostetun tilanteen kuvauksen perusteella tunnistetaan sitä vastaava tyyppitilanne. Tämän jälkeen valitaan tilanteessa käytettävät menetelmät tyyppitilanteen kuvauksen yhteydessä esitetyn suosituksen mukaisista menetelmistä.

Muodostettu viitekehys on keskeinen osa paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittelyä. Se soveltuu ohjaamaan kaikkien määrittelyvaiheessa käytettävien menetelmien valintaa aina vaatimusten keruusta niiden dokumentointiin saakka. Näin ollen sitä voidaan pitää osana jokaista vaatimusmäärittelyn neljästä vaiheesta.



KUVA 13. Paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittelyn menetelmävalinnan viitekehys ja sen käyttö.

## 4.5 Yhteenveto

Tässä luvussa on esitetty joukko määrittelyn tavoitteesta, käyttäjistä, suunnittelijoista ja käytettävissä olevista resursseista johtuvia tekijöitä, joilla on vaikutusta paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittelyssä käytettävien menetelmien valintaan. Tekijöiden vaikutusta arvioitiin käyttäjien ja suunnittelijoiden osalta heistä johtuvien tekijöiden aiheuttamana toiminnallisena epävarmuutena, eli epävarmuutena siitä, kuinka hyvin käyttäjät kykenevät ilmaisemaan vaatimuksia ja suunnittelijat määrittämään ja arvioimaan niitä. Tämän perusteella esitettiin neljä paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittelylle ominaista tyyppitilannetta sekä esitettiin kuhunkin tilanteeseen sopiva menetelmäsuositus vaatimusmäärittelyssä käytettäviksi menetelmiksi. Luvun lopuksi koottiin menetelmien valintaan vaikuttavista tekijöistä, tyyppitilanteista, menetelmien ominaisuuskartoituksesta sekä menetelmäsuosituksista paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittelymenetelmien valinnan viitekehys. Seuraavassa luvussa tämän viitekehysten toimivuutta testataan käytännön esimerkkitilanteessa.

## **5. VAATIMUSMÄÄRITTELYMENETELMIEN VALINTA JA KÄYTTÖ ESIMERKKITILANTEESSA**

Edellisissä luvuissa on esitetty paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittelyyn käytettäviä menetelmiä, kuvattu käytettävien menetelmien valintaan vaikuttavia tekijöitä sekä esitetty tyyppitilanteita menetelmäsuosituksineen käytettävien menetelmien valinnan perustaksi. Näiden pohjalta on muodostettu paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittelymenetelmien valintaa ohjaava viitekehys. Tässä luvussa tämän viitekehysten toimivuutta testataan käytännön tilanteessa. Tarkoituksena on valita menetelmät luvun alussa esiteltävään esimerkkitalanteeseen. Tämän jälkeen kerrotaan valittujen menetelmien soveltamisesta käytäntöön ja arvioidaan niiden toimivuutta. Luvun lopuksi esitetään esimerkkitalanteen perusteella saatuihin kokemuksiin perustuvia johtopäätöksiä.

### **5.1 Esimerkkitalanteen kuvaus**

Tässä tutkimuksessa viitekehysten käytäntöön soveltamisen kohdeorganisaationa on Jyväskylän kaupunki. Seuraavassa kuvataan käytetty esimerkkitalanne alkaen vaatimusmäärittelyn tavoitteista ja aikataulusta sekä niiden perusteella muotoillusta toimintasuunnitelmasta. Tämän jälkeen kuvataan määrittelyyn valitut käyttäjäryhmät, tarkastellaan niiden ominaisuuksia ja niiden valintaperusteita sekä arvioidaan myös suunnittelijoiden ominaisuuksia. Tämän kuvauksen perusteella on jatkossa tarkoitus tunnistaa esimerkkitalannetta parhaiten vastaava tyyppitalanne ja valita käytettävät menetelmät sen mukaisesti.

### 5.1.1 Vaatimusmäärittelyn tavoitteet ja aikataulu

Jyväskylän kaupunki on jo usean vuoden ajan panostanut merkittävästi numeeristen paikkatietojen tuotantoon. Nyt kun karttamateriaalin numeeristaminen on pääosin saatu päätökseen, on numeeristamisesta vastanneen Mittaus- ja suunnitteluyksikön tavoitteena saattaa aineistot myös muiden hallintokuntien ulottuville. Selvittääkseen muiden hallintokuntien tarpeita, se päätti suorittaa kaupungin paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittelyn. Mittaus- ja suunnitteluyksikkö kuuluu Jyväskylän kaupungin Tekniseen Palvelukeskukseen ja sen tehtävänä on tuottaa karttoja kaupungin alueelta sekä tehdä erilaisia maastomittauksia ja maaperätutkimuksia. Lisäksi mittaus- ja suunnitteluyksikkö tuottaa yhdyskunta-, geo- ja vihertekniikkaan sekä liikunta-alueisiin ja liikenteeseen liittyviä suunnitelmia.

Kirjallisuudessa vaatimusmäärittelyn oletetaan tyypillisesti käynnistyvän jonkin ilmeisen ongelman tai epäkohdan havaitsemisen seurauksena. Esimerkkitilanteessa käynnistäjänä oli kuitenkin uusi mahdollisuus. Tämän mahdollisuuden tarjosivat kaupungin karttamateriaalin digitoinnin loppuunsaattaminen sekä nopeasti kehittynyt laitteisto- ja ohjelmistotekniikka, jotka mahdollistivat aineistojen käytön.

Vaatimusmäärittelyn keskeisimpänä tavoitteena oli kerätä alustavat vaatimukset kaupungin paikkatietojärjestelmän prototyypin rakentamiseksi. Tämän lisäksi haluttiin selvittää Jyväskylän kaupungin hallinnosta löytyviä numeerisen paikkatiedon hyödyntämismahdollisuuksia ja potentiaalisia käyttäjäryhmiä. Koska prototyyppi oli päätetty toteuttaa tietyllä ohjelmistolla, oli määrittelyn pääpaino järjestelmässä tarvittavien tietojen ja käytettävien karttapohjien tunnistamisessa. Tarvittavien toimintojen tunnistamista ei vielä tässä vaiheessa pidetty keskeisenä, koska niiden oletettiin olevan paikkatietojärjestelmille tyypillisiä perustoimintoja, jotka jo sisältyivät tulevan toteutuksen pohjana olevaan ohjelmistoon. Vaatimusmäärittelyn tavoitteena oli myös samalla ”markkinoida” paikkatietotekniikkaa. Sen tehtävänä ei ollut pelkästään

selvittää, mitä käyttäjät tarvitsevat, vaan myös levittää tietoutta paikkatiedosta ja sen hyväksikäyttömahdollisuuksista.

Mittaus- ja suunnitteluyksiköllä oli näiden tavoitteiden lisäksi myös muita päämääriä. Eräänä merkittävänä tavoitteena oli, ja on edelleen, säilyttää Jyväskylän kaupungin paikkatietojärjestelmäkanta yhtenäisenä. Paikkatietotekniikan nopean yleistymisen pelätään johtavan tilanteeseen, jossa kaupungin hallinnossa on käytössä usean eri ohjelmistovalmistajan sovelluksia. Tällöin Mittaus- ja suunnitteluyksikkö joutuisi tuottamaan samasta aineistosta useita eri tiedostomuotoja, mikä ei nykyisillä resursseilla olisi juurikaan mahdollista. Vaatimusmäärittelyn eräänä tehtävänä olikin myös viestittää paikkatietojärjestelmän hankintaa harkitseville Mittaus- ja suunnitteluyksikön suunnitelmista.

Verrattaessa edellä esitettyjä tavoitteita kohdassa 2.3 esitettyihin paikkatiedon ja paikkatietojärjestelmien tuomiin hyötyihin, voidaan havaita, että kaupungin paikkatietojärjestelmän avulla voitaisiin saavuttaa ainakin rationalisointi-, synergia- ja rakennehyötyjä. Eräänä potentiaalisena hyötynä taas voidaan pitää asiakkaan esittämää visiota, jonka mukaan osa kaupungin paikkatiedoista olisi tulevaisuudessa myös kaikkien kaupunkilaisten ulottuvilla esimerkiksi yleisöpalvelupäätteiden tai Internetin välityksellä.

Vaatimusmäärittelyn suorittamiseen varattiin aikaa kolme kuukautta alkaen helmikuun 1996 alusta. Aikataulu oli suhteellisen joustamaton, sillä asiakas halusi määrittelyn tuloksen ulkopuolisen ohjelmistotoimittajan tuottaman prototyypin suunnitteluvaiheeseen, jonka oli tarkoitus käynnistyä toukokuussa 1996.

### 5.1.2 Käyttäjryhmät, niiden valintaperusteet ja luonnehdinta

Paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittelyyn valittiin mukaan yhdeksän Jyväskylän kaupungin hallinnollista yksikköä tai osastoa. Valinnan suoritti pääosin määrittelyn tilaaja, mutta siinä käytettiin apuna myös Suomen Kuntaliiton tekemää tutkimusta (Nuora, 1995) kuntien numeeristen paikkatietojen käytöstä. Siinä esitetään kuntien antamia arvioita siitä, mitkä toimialat voisivat tulevaisuudessa hyötyä numeerisista paikkatiedoista. Vaatimusmäärittelyyn valittiin mukaan seuraavat ryhmät:

- kaavoitus
- katu- ja puisto-osasto
- keskushallinto ja kuntasuunnittelu
- kouluvirasto
- tilapalvelu
- Teknisen Palvelukeskuksen asiakaspalvelu
- tonttiosasto
- sosiaali- ja terveystalvelukeskus
- ympäristövirasto

Näiden lisäksi kaupungin hallinnosta olisi varmasti löytynyt myös muita potentiaalisia käyttäjryhmiä, mutta aikataulun tiukkuus ja vähäiset suunnittelijaresurssit rajoittivat määrittelyyn osallistuvien määrän näihin kymmeneen.

Ryhmien valinnan perusteena käytettiin kahta tekijää. Mukaan pyrittiin valitsemaan kaikki sellaiset ryhmät, jotka jo käyttivät numeerisia paikkatietoja tai tiettävästi suunnittelivat paikkatietojärjestelmän hankintaa. Tämän lisäksi mukaan valittiin ryhmiä, joiden työskentelyä paikkatietojen ja paikkatietojärjestelmän voitiin toiminnan tuntemuksen perusteella olettaa tukevan. Paikkatietoja jo hyödyntäviin kuuluivat ainoastaan Tekniseen palvelukeskuksen omat yksiköt - kaavoitus, katu- ja puisto-osasto, asiakaspalvelu ja tonttiosasto. Sen sijaan muista vain sosiaali- ja terveystalvelukeskus

oli suunnitellut paikkatietojärjestelmän hankintaa. Kouluvirastolle, keskushallinnolle, tilapalvelulle ja ympäristövirastolle paikkatietotekniikka oli siis täysin uutta.

Vaatimusmäärittelyn kohdejärjestelmä, kaupunkiorganisaatio, on tyypiltään linjaorganisaatio, joka koostuu useista eri yksiköistä, jotka muodostavat ominaisuuksiltaan hyvin heterogeenisen käyttäjäryhmän. Ryhmät koostuivat kohdassa 4.3.2 esitetyn käyttäjäluokituksen mukaan tarkasteltuna loppukäyttäjistä, tarkemmin sanottuna joko päätöksenteon valmistelijoista tai päätöksentekijöistä. Kaikkien voitiin olettaa omaavan perustiedot tietojenkäsittelystä, koska tietotekniikan hyväksikäyttö hallinnossa on runsasta. Sen sijaan tietämys paikkatietojärjestelmistä vaihteli suuresti. Kuten edellä todettiin, teknisellä puolella paikkatietojärjestelmiä ja numeerista materiaalia käytettiin jo jonkin verran hyväksi, mutta muualla tietämys oli terveystietoa lukuunottamatta lähes olematonta.

Yksiköiden muutosmotivaatio tiedettiin ainakin osan kohdalta varsin vähäiseksi. Merkittävimmät syyt tähän olivat organisaatiossa työskentelevien henkilöiden varsin korkea keski-ikä ja julkisessa hallinnossa meneillään olleesta voimakkaasta saneerauksesta johtunut yleinen epävarmuus. Vaatimusmäärittelyn eräänä tehtävänä olikin herättää yksiköiden kiinnostus paikkatietojärjestelmiä ja paikkatiedon hyödyntämismahdollisuuksia kohtaan esittelemällä aihetta jokaisen yksikön omasta näkökulmasta muun muassa esimerkein.

Koska arvioituja käyttäjiä oli yhteensä yli 60, ei heitä kaikkia käytettävissä olevan ajan ja resurssien puitteissa voitu ottaa henkilökohtaisesti mukaan määrittelyyn. Jokaisesta ryhmästä päätettiin valita vaatimusmäärittelyyn yksi edustaja, jolle annettiin kuitenkin vapaus halutessaan valita yksiköstään lisäksi 1-2 muuta henkilöä. Yksikön edustajan valinnassa käytettiin apuna erästä tietohallinnon avainhenkilöä.

Vaikka valitut henkilöt olivatkin pääosin yksiköidensä tietojenkäsittelystä vastaavia, ei heidän aikaisemmista kokemuksistaan tietojärjestelmälle asetettavien vaatimusten



määrittäjinä ollut luotettavaa tietoa. Myöskään tietoa siitä, kuinka hyvin käyttäjät todellisuudessa tunsivat kohdejärjestelmän, eli oman yksikkönsä toiminnan ja sen osuuden osana kokonaisuutta, ei tiedetty.

### **5.1.3 Suunnittelijat**

Vaatusmäärittelyä suorittavia suunnittelijoita oli kaksi, jotka molemmat olivat vielä yliopisto-opiskelijoita. Teoreettinen tietämys tietojärjestelmien rakentamisesta ja vaatusmäärittelystä oli varsin vankka, sen sijaan käytännön kokemusta ei ollut juuri lainkaan. Tämän lisäksi kohdejärjestelmän tuntemus oli vähäinen rajoittuen yleistietoon kaupungin organisaation toiminnasta.

Suunnittelijoiden sovellusalueen tuntemusta voitiin sen sijaan pitää varsin hyvänä. Molemmat olivat aiemmin opintojensa yhteydessä osallistuneet paikkatietojärjestelmän vaatusmäärittelyyn ja toisella oli lisäksi kokemusta järjestelmien rakentamisesta. Tämän lisäksi prototyypin rakentamiseen valittu ohjelmisto ja sen ominaisuudet tunnettiin.

## **5.2 Toimintasuunnitelma**

Käyttäjärühmien valinnan jälkeen vaatusmäärittelyn suorittamiseksi laadittiin kolmivaiheinen toimintasuunnitelma, joka koostui menetelmien valintaa ohjaavan tyyppitilanteen tunnistamisesta ja menetelmien valinnasta, varsinaisesta vaatusmäärittelystä sekä tulosten raportoinnista asiakkaalle.

Ensimmäisessä vaiheessa oli tarkoitus tunnistaa tyyppitilanne, jota käsillä oleva vaatusmäärittely-ympäristö parhaiten vastasi ja menetelmäsuosituksen pohjalta valita

käytettävät menetelmät. Tyyppitilanteen tunnistaminen päätettiin suorittaa asiakkaalta ja avainhenkilöltä saatujen tietojen perusteella, joten siihen ei oletettu kuluvan paljon aikaa. Tyyppitilanteen tunnistamiseen ja menetelmien valintaan varattiin aikaa 5-10 tuntia.

Toiseen vaiheeseen kuului varsinainen vaatimusmäärittely. Vaikka toimintasuunnitelmaa laadittaessa ei tarkkaan tiedettykään osallistuvien käyttäjien määrää tai taitotasoa, arvioitiin tämän vaiheen vaativan suurimman osan määrittelyyn käytettävissä olevasta ajasta. Siihen päätettiin käyttää valmisteluineen enintään 100 tuntia.

Kolmannen vaiheen tehtävänä oli tuottaa määrittelystä loppuraportti asiakkaalle, joka samalla toimisi vaatimusten dokumentaationa. Vaiheen ajateltiin koostuvan pääosin raportin kirjoittamisesta, sillä tarvittavat analyysit suunniteltiin suoritettavan jo edellisessä vaiheessa. Raportin tuottamiseen arveltiin kuluvan aikaa noin 20 tuntia.

Määrittelyyn arvioitiin siis kuluvan kokonaisuudessaan noin 130 tuntia. Tämän lisäksi sekä toiseen että kolmanteen vaiheeseen arvioitiin kuuluvan myös joitakin yhteisiä palavereja asiakkaan kanssa. Näihin arveltiin kuluvan yhteensä korkeintaan 10 tuntia.

### **5.3 Menetelmien valinta**

Seuraavassa esitetään menetelmien valinta esimerkkitilanteeseen. Ensin arvioidaan sekä käyttäjien että suunnittelijoiden osalta toiminnallisen epävarmuuden määrää. Tämän jälkeen tunnistetaan tilannetta parhaiten kuvaava tyyppitilanne, johon liittyvän menetelmäsuosituksen perusteella valitaan käytettävät menetelmät.

### 5.3.1 Toiminnallisen epävarmuuden määrä ja tyyppitilanteen tunnistaminen

Taulukkoon 7 on koottu esimerkkitalanteen vaatimusmäärittely-ympäristöstä tunnistettujen menetelmien valintaan vaikuttavat tekijät sekä arvioitu niiden vaikutusta toiminnallisen epävarmuuden määrään. Taulukosta voidaan havaita, että käyttäjien heikko sovellusalueen tuntemus ja huono motivaatio sekä suunnittelijoiden vähäinen kokemus ja heikko kohdejärjestelmän tuntemus johtivat suureen toiminnalliseen epävarmuuteen. Lähtötilannetta vastasi siis parhaiten tyyppitilanne numero 4. Kuten kohdassa 4.4.1 todettiin, tällaisessa tyyppitilanteessa määrittelyn onnistumisen todennäköisyys on varsin pieni, joten ensin kannattaa panostaa määrittelyyn osallistuvien ominaisuuksien parantamiseen.

Tässä tapauksessa päätettiin lähteä liikkeelle parantamalla suunnittelijoiden kohdejärjestelmän tuntemusta. Tähän päädyttiin, koska sitä pidettiin tässä tapauksessa nopeimpana ja edullisimpana tapana saattaa määrittely-ympäristö tasolle, jolla määrittelyn suorittaminen olisi järkevää. Tällä tavoin pyrittiin siis ennen varsinaisen määrittelyn aloittamista pääsemään toisen tyyppitilanteen tasolle, jossa suunnittelijoista johtuva toiminnallinen epävarmuus olisi vähäisempi.

TAULUKKO 7. Käyttäjistä ja suunnittelijoista johtuvien tekijöiden vaikutus toiminnallisen epävarmuuden määrään esimerkkitalanteessa.

Vaikuttava tekijä:	Vaikutus epävarmuuden määrään:
<b>Käyttäjät:</b>	
• Vähäinen sovellusalueen tuntemus	Lisää merkittävästi
• Vähäinen kokemus tietojärjestelmätyöstä	Ei vaikutusta
• Vaihteleva kohdejärjestelmän tuntemus	Lisää
• Huono motivaatio	Lisää merkittävästi
<b>Suunnittelijat:</b>	
• Vähäinen kokemus tietojärjestelmätyöstä	Lisää merkittävästi
• Heikko kohdejärjestelmän tuntemus	Lisää
• Hyvä sovellusalueen tuntemus	Vähentää

Tässä tapauksessa tiedettiin jo etukäteen, että suunnittelijat eivät tule suorittamaan määrittelyä loppuun saakka, vaan se tulisi jäämään tyyppitilanteena tarkasteltuna ”kesken”. Tämän aiheutti määrittelylle asetettu tavoite: tehtävänä oli vain kerätä riittävä määrä vaatimuksia ensimmäisen prototyypin toteuttamiseksi. Prototyypin tulisi jatkossa toteuttamaan joku muu. Suoritettavaa vaatimusmäärittelyä voitiinkin kutsua *alustavaksi vaatimusmäärittelyksi*.

### **5.3.2 Kohdejärjestelmään perehtyminen**

Suunnittelijoiden kohdejärjestelmään perehdyttämiseen päätettiin käyttää kahta neljännen tyyppitilanteen mukaista menetelmää: aineistotutkimusta ja olemassaoleviin järjestelmiin tutustumista. Aineistotutkimus valittiin perehdyttämismenetelmäksi sen nopeuden ja joustavuuden vuoksi: kaupunkiorganisaatiosta oli tarjolla runsaasti eri tasoista dokumentaatiota ja aineistotutkimuksen suorittaminen ei ollut haastattelujen tavoin niin aikaan ja paikkaan sidottua.

Olemassaoleviin järjestelmiin tutustumisella oli kaksi tavoitetta: ensinnäkin haluttiin parantaa huonosti kohdejärjestelmää tunteneiden suunnittelijoiden kykyä kohdistaa huomio järjestelmän kannalta keskeisiin asioihin. Toiseksi sillä haluttiin selvittää, miten vastaavia järjestelmiä oli muualla toteutettu ja miten toteutuksessa oli onnistuttu. Näiden tavoitteiden saavuttamisen katsottiin myös parantavan suunnittelijoiden sovellusalueen tuntemusta erityisesti hallinnollisten paikkatietojärjestelmien osalta.

### **5.3.3 Vaatimusten kerääminen**

Kohdejärjestelmään perehtymisen tehtävänä oli perehdyttää suunnittelijat kohdejärjestelmän toimintaan niin hyvin, että varsinaisessa määrittelyssä käytettävät

keruumenetelmät voitaisiin valita tyyppitilanteen kaksi mukaisesti. Tilanteessa, jossa käyttäjistä johtuva epävarmuus on suuri ja suunnittelijoista johtuva pieni, tulee tyyppitilanteen kuvauksen mukaisesti käyttää haastattelua, jota mahdollisuuksien mukaan tuetaan tukevien menetelmien, kuten skenaarioiden avulla.

Tämän mukaisesti pääasialliseksi vaatimusten keruumenetelmäksi valittiin henkilökohtainen haastattelu. Haastattelun käyttöä puolsivat seuraavat tekijät:

- Sovellusalue, paikkatietotekniikka, oli käyttäjille pääosin vieras. Kirjallisten kysymysten muotoilu käyttäjien ymmärtämään muotoon olisi todennäköisesti epäonnistunut, koska suurin osa käyttäjistä ei ymmärtänyt, mitä oltiin tekemässä.
- Sovelluksen rakentamisidea ei ollut lähtöisin varsinaisilta käyttäjiltä, joten heitä oli motivoitava ja sitoutettava mukaan määrittelyprosessiin.
- Kohdeorganisaatio koostui useista heterogeenisista ryhmistä. Mikäli olisi päädytty haastattelun sijasta käyttämään kyselylomakkeita, olisi ne todennäköisesti jouduttu tekemään kullekin ryhmälle erikseen, jotta niiden avulla olisi pystytty keräämään riittävän tarkkoja vaatimuksia.

Haastattelujen suorittamiseksi käyttäjät päätettiin jakaa ryhmiin, joissa kussakin oli 1-5 henkilöä. Toisin sanoen, haastateltiin vain yhden yksikön edustajia kerrallaan. Ryhmiinjaon tavoitteena oli asettaa käyttäjät tasa-arvoiseen asemaan: eri yksiköiden edustajien yhteiset haastattelut olisivat saattaneet johtaa tilanteisiin, joissa paikkatietotekniikan tuntevat tai muulla tavoin aktiivisemmat käyttäjät olisivat liikaa vaikuttaneet määrittelyn tuloksiin.

Tyyppitilanteen suosituksen mukaisesti päätettiin käyttää luonteeltaan avoimia ja epävirallisia haastatteluja, joiden tukena käytettäisiin skenaarioita. Kaikilta haluttiin kerätä tietyt perustiedot, mutta kysymysten muotoa tai esittämisjärjestystä ei ennalta tarkasti määrätty. Käytettävien kysymysten sisällöstä päättäminen ja tukena käytettävien skenaarioiden suunnittelu tulisi tapahtumaan vasta kohdejärjestelmään perehtymisen jälkeen, jolloin suunnittelijoiden valmiuksien odotettiin olevan paremmat.

### **5.3.4 Vaatimusten varmistaminen ja dokumentointi**

Vaatimusten varmistamiseen käytettävän menetelmän valintaa päätettiin lykätä, kunnes saataisiin selville, kuinka paljon varmistamiseen lopulta jäisi aikaa. Esimerkkitalannetta vastanneen tyyppitilanteen perusteella parhaiten vaatimusten varmistamiseen sopisivat haastattelut ja ryhmätyöt. Vaatimusten vahvistamisen arveltiin joka tapauksessa jäävän pääasiassa suunnittelijoiden vastuulle. Syynä tähän oli käyttäjien vähäinen sovellusalueen tuntemus. Vaatimusten dokumentoinnin osalta oli jo aiemmin sovittu, että määrittelystä toimitettaisiin asiakkaalle kirjallinen raportti määräpäivään mennessä.

## **5.4 Valittujen menetelmien soveltaminen esimerkkitalanteeseen**

Seuraavassa kerrotaan valittujen vaatimusmäärittelymenetelmien soveltamisesta esimerkkitalanteeseen sekä arvioidaan niiden soveltuvuutta. Arvioinnissa noudatetaan samaa jakoa kuin menetelmien valinnankin yhteydessä: ensin tarkastellaan kohdejärjestelmään perehtymistä ja tämän jälkeen vaatimusten keruuta sekä varmistamista ja dokumentointia..

### **5.4.1 Kohdejärjestelmään perehtyminen**

Kohdejärjestelmään perehtyminen suoritettiin suunnitelmien mukaisesti aineistotutkimuksen ja olemassaoleviin järjestelmiin tutustumisen avulla. Kohdejärjestelmän toimintaan tutustuminen oli tavallaan alkanut jo aikaisemmin määrittelyyn mukaan tulevien ryhmien valinnan yhteydessä. Tällöin oli haastateltu kaupungin tietohallinnossa toimivaa henkilöä, jolla oli laaja näkemys kohdeorganisaation toiminnasta kokonaisuudessaan. Haastateltu henkilö oli usealle

kaupungin yksiköistä eräänlainen ”käyttöliittymä” tarvittaviin tietoihin. Hän suoritti yksiköiden pyynnöstä erilaisia hakuja kaupungin tietovarastoihin. Tämän haastattelun avulla saatiin runsaasti tietoa muun muassa siitä, miten eri yksiköt toimivat ja millaisia aineistoja ne toiminnassaan tuottavat ja käyttävät.

Aineistotutkimuksen materiaaliksi valittiin kaupungin omaa aineistoa, kuten organisaatiokaavioita ja kuvauksia tietojärjestelmien sisällöstä. Näiden lisäksi tutustuttiin muun muassa ohjelmistotoimittajien kunnallishallinnon alalle sopivia sovelluksia esitteleviin materiaaleihin ja paikkatietotekniikkaa käsitteleviin koti- ja ulkomaisiin lehtiin.

Perehtymisvaiheessa tarjoutui myös tilaisuus osallistua kunnallishallinnon edustajille suunnattuun, erään suuren ohjelmisto- ja aineistotoimittajan järjestämään seminaariin. Siellä oli hyvä mahdollisuus tutustua alan kaupallisiin sovelluksiin ja jopa kokeilla niitä käytännössä. Lisäksi tilaisuudessa kuultiin myös muiden kuntien kokemuksia paikkatietojärjestelmien toteutuksesta ja käyttöönotosta.

Jyväskylän kaupungissa käytettävien paikkatietojärjestelmien lisäksi tässä vaiheessa tutustuttiin myös Joensuussa toteutettuun tämän määrittelyn tavoitteena olevan järjestelmän kaltaiseen sovellukseen. Erityisesti tähän järjestelmään tutustuminen paransi kohdejärjestelmän tuntemusta merkittäväällä tavalla, koska siellä voitiin konkreettisesti todeta, mitä tehtäviä paikkatietojärjestelmällä kaupunkiorganisaatiossa voitiin tukea. Samalla saatiin arvokasta tietoa rakentamiseen ja toteutukseen liittyvistä ongelmista, sillä sovellusta esitellyt henkilö oli vastannut sen määrittelystä ja suunnittelusta. Joensuun matkan parasta antia oli kuitenkin se, että sovellus saatiin sieltä malliaineistoinen Jyväskylään esiteltäväksi.

## **Vaiheen onnistuminen**

Kokonaisuutena kohdejärjestelmään perehtyminen onnistui varsin hyvin. Erityisesti Joensuussa rakennettuun järjestelmään tutustuminen ja avainhenkilön haastattelu paransivat suunnittelijoiden mahdollisuuksia onnistua tehtävässään. Vain aineistotutkimuksessa hieman epäonnistuttiin, sillä se jäi hyvin sovellusaluepainotteiseksi, vaikka tässä vaiheessa olisi pitänyt keskittyä myös kohderyhmien tehtävien ja toimintojen tarkasteluun. Syy ei kuitenkaan ole menetelmän, vaan lähinnä sen sisällön: aineistojen valintaan ei kiinnitetty riittävästi huomiota, joten niistä muodostui liian yksipuolinen kokonaisuus.

Perehtymisvaiheessa olisi lisäksi kannattanut kiinnittää huomiota myös organisaatiossa ja sen eri osissa käytettyyn erikoiskieleen ja terminologiaan, sillä haastatteluvaiheessa yhteisen kielen puuttuminen vaikeutti ajoittain kommunikaatiota. Esimerkiksi erityyppisistä kartoista käytetyt nimitykset olisi pitänyt hallita, sillä kaupunkiorganisaatiosta löytyy lähes kymmenen erityyppistä karttaa. Lisäksi kartoista käytettiin hieman erilaisia nimityksiä eri yksiköissä.

Perehtymisvaiheeseen kului enemmän aikaa kuin oli suunniteltu, sillä varsinkin käynti Joensuussa ja teemapäivään osallistuminen kuluttivat aikaresursseja. Suunnittelijoiden ominaisuuksien parantamisen kannalta vaiheen ”laajentaminen” oli kuitenkin välttämätöntä ja tässä menetetty aika korvattiin myöhemmissä vaiheissa parempina valmiuksina.

### **5.4.2 Vaatimusten kerääminen**

Vaatimusten kerääminen toteutettiin suunnitelmien mukaisesti haastattelemalla. Keräysvaiheen käynnisti haastattelussa esitettävien kysymysten sisällöstä päättäminen sekä alustavien skenaarioiden laadinta. Tässä käytettiin apuna perehtymisvaiheessa



saatua materiaalia. Esimerkiksi avainhenkilön haastattelun yhteydessä oli tullut esille useita käytännön tietojenkäsittelytilanteita, joita hän piti sopivina herättämään käyttäjien mielenkiintoa paikkatietojärjestelmiä kohtaan. Esimerkki käytetyistä skenaarioista on liitteessä 1.

Ennen haastatteluiden aloittamista käyttäjille tarjottiin tilaisuus tutustua Joensuusta tuotuun Allmap -sovellukseen. Esittelyn toivottiin selkiyttävän varsinkin paikkatietoa tuntemattomien käyttäjien näkemystä siitä, mitä paikkatietojärjestelmät ovat ja miten ne toimivat. Samalla sen uskottiin herättävän mielenkiintoa paikkatietojärjestelmiä kohtaan.

Varsinaisia haastattelutilaisuuksia järjestettiin yhdeksän kappaletta, joissa haastateltavia oli yhteensä 19. Yhden haastattelun keskimääräinen kesto oli 1,5 tuntia, vaihdellen jonkin verran riippuen haastateltavien kiinnostuksesta asiaa kohtaan sekä aiheen esittelyyn kuluneesta ajasta.

### **Vaiheen onnistuminen**

Haastattelun valinta vaatimusten keruumenetelmäksi oli suhteellisen onnistunut, vaikka joissakin kohdin hieman epäonnistuttiinkin. Esimerkiksi ryhmiinjaon taustalla ollut ajatus käyttäjien saattamisesta tasa-arvoiseen asemaan ei aina toiminut, sillä usein kun haastatteluun osallistui useampi kuin yksi henkilö, innostunein sai äänensä parhaiten kuuluville. Tämä saattoi johtaa tilanteeseen, jossa jokin yksikön toiminnoista jäi lähes huomiotta. Määrittelyn kattavuusongelmat olivat kuitenkin osaltaan myös yksiköiden itsensä aiheuttamia, sillä kaikkien toimintojen edustajia ei osallistunut haastattelutilaisuuksiin. Eräs ratkaisu tähän olisi ollut, etteivät yksiköt olisi vain sisäisesti suorittaneet haastatteluihin osallistuvien valintaa, vaan suunnittelijat olisivat varmistaneet, että kaikki yksikön toiminnot ovat edustettuina.

Vapaaamuotoiset haastattelut sopivat esimerkkitalanteeseen hyvin. Esitettäviä kysymyksiä ja haastattelun etenemistä pystyttiin muuttamaan tilanteen vaatimalla tavalla. Usein käyttäjät eivät pystyneet suoraan vastaamaan esitettyyn kysymykseen, vaan tarvitsivat tarkempaa selvitystä siitä, mitä haluttiin tietää. Vapaiden haastattelujen ongelmana kuitenkin oli, että haastattelutilanne saattoi ajoittain karata kokemattoman haastattelijan hallinnasta ja lipua aiheisiin, jotka eivät suoranaisesti tai lainkaan liittyneet käsiteltävään asiaan. Toisaalta vapaa keskusteluympäristö rohkaisi käyttäjiä avoimesti kertomaan mielipiteistään ja toiveistaan.

Haastattelut taltioitiin ainoastaan kirjallisesti. Nauhuria ei käytetty, koska sen arveltiin vaikeuttavan vapaan keskusteluympäristön syntymistä. Nauhuria ei myöskään käytännön syistä tarvittu: kuhunkin haastatteluun osallistui kaksi suunnittelijaa, joista toinen esitti kysymykset ja toinen keskittyi vastausten ja keskustelun etenemisen kirjaamiseen.

Suunnittelijoiden varsin hyvä paikkatietoajattelun tuntemus helpotti haastattelujen suorittamista ja osaltaan myös paransi niistä saatuja tuloksia. Sovellusalueen hyvä tuntemus helpotti myös käyttäjien motivointia ja sitouttamista mukaan paikkatietojärjestelmän vaatimusten määrittelyyn: aihetta voitiin konkretisoida kunkin ryhmän omaan toimintaan liittyvin esimerkein. Tästä johtuen skenaarioiden käyttö osoittautui onnistuneeksi menetelmäksi varsinkin teknisen toimen ulkopuolella, siellä missä paikkatietotekniikkaa ei tunnettu. Haastattelujen tukena käytettiin sekä valmiita että tilanteen mukaan muodostettuja skenaarioita, jotka olivat sekä piirrettyjä hahmotelmia että suullisia kuvauksia. Skenaarioiden käyttöä olisi kuitenkin voinut vielä tehostaa käyttämällä niissä enemmän esimerkiksi käyttäjien työssään tarvitsemia karttoja.

### 5.4.3 Vaatimusten varmistaminen ja dokumentointi

Kuten aiemmin todettiin, vaatimusten varmistamiseen käytettyä menetelmää ei etukäteen valittu. Haastatteluiden suorittamisen ja analysoinnin jälkeen päätettiin, että vaatimusten varmistaminen suoritettaisiin kuvaamalla kerätyt vaatimuksen sanallisesti ja lähettämällä kuvaukset käyttäjille. Tähän päädyttiin, koska kohdejärjestelmään perehtyminen ja haastatteluiden suorittaminen veivät suunniteltua enemmän aikaa. Haastatteluakataulun venymisen aiheutti se, että haastateltaviksi valittujen henkilöiden tavoittaminen ja yhteisistä ajoista sopiminen oli yllättävän vaikeaa. Tästä pääteltiin, että myös ryhmätyötilaisuuksien järjestäminen olisi ollut hankalaa. Toisaalta ryhmätöitä ei tässä tapauksessa välttämättä tarvittukaan, sillä vaatimuksia analysoitaessa ei juurikaan havaittu ristiriitoja. Ristiriitojen arveltiin tulevan esiin vasta suunniteltaessa järjestelmän toimintojen toteutusta sekä käyttöliittymää, koska tällöin ryhmien välisten tieto- ja taitotasojen erot tulevat korostumaan. Esimerkki käytetyistä sanallisista kuvauksista on liitteessä 2.

Vaatimusten vahvistaminen sen sijaan suoritettiin suunnitelmien mukaan suunnittelijoiden toimesta. Käytännössä tämä tapahtui siten, että kerätyjä vaatimuksia verrattiin prototyypin toteutuksen pohjaksi valitun ohjelmiston ominaisuuksiin. Lisäksi vaatimuksia verrattiin Joensuussa toteutettuun järjestelmään.

Vaatimusten dokumentointi rajoittui ainoastaan asiakkaalle toimitettuun raporttiin määrittelyn suorittamisesta. Se sisälsi vaatimusten ohella myös tietoa muista kaupungin paikkatietojärjestelmän menestykseen vaikuttavista tekijöistä, kuten käyttäjien kiinnostuksesta järjestelmää kohtaan ja halukkuudesta hankkia se. Lisäksi arvioitiin mahdollisia ongelmatilanteita sekä kuvattiin niitä ongelmia, joita käyttäjät tällaisen järjestelmän rakentamisessa ja käyttöönotossa näkivät.

## **Vaiheen onnistuminen**

Käyttäjille välitettyjen vaatimusten varmistamiseen tähdänneiden sanallisten kuvausten käytössä epäonnistuttiin. Huolimatta alkuperäiseen kahden viikon vastausaikaan myöhemmin annetusta viikon lisäajasta vain muutama ryhmistä vastasi. Tätä pidettiin merkkinä siitä, että käyttäjien sitouttamisessa ja motivoinnissa oli osittain epäonnistuttu. Tosin syitä saattoi olla muitakin. Käyttäjiä saattoi esimerkiksi hämmentää sanallisten kuvausten sisältö. Vapaista haastatteluista tiivistetyt vaatimukset saattoivat vaikuttaa vierailta. Myös vaatimusten ilmaisussa käytetty kieli ja terminologia oli ehkä vierasta. Toisaalta vaatimukset ovat saattaneet vaikuttaa myös hyvin irrallisilta: sanallisissa kuvauksissa eri aineistojen väliset yhteydet ”katkeavat” ja kokonaisuuden hahmottaminen vaikeutuu.

Vastausten vähäisyys saattoi myös johtua siitä, etteivät haastatellut henkilöt pitäneet asiaa ajankohtaisena tai itselleen tarpeellisena. Sillä, että kuvaukset välitettiin nimenomaan sähköpostin välityksellä, ei uskota juurikaan olleen vaikutusta saatujen vastausten määrään. Kaikki haastattelutilaisuuksiin liittyvät etukäteisvalmistelut, kuten tapaamisajoista sopiminen ja ennakkoinformaation välittäminen, hoidettiin sähköpostin kautta ja järjestely toimi erinomaisesti.

Vaatimuksia analysoitaessa ja vahvistettaessa huomattiin, että sovellusalueen tuntemuksella oli hyvin merkittävä osuus siihen, kuinka hyvin käyttäjät olivat kyenneet vaatimuksiaan yksilöimään. Sovellusalueen pääpiirteissään ennalta tunteneelta tekniseltä puolelta kerätyt vaatimukset olivat huomattavasti muualta kerättyjä tarkempia, sillä muita yksiköitä haastateltaessa tarvittiin aina ensin aiheeseen tutustuttava osa, jonka jälkeen vasta päästiin käsittelemään varsinaisia vaatimuksia. Tällöin käyttäjillä ei ollut ehkä riittävästi aikaa sijoittaa sovellusaluetta omaan toimintaympäristöönsä.

Yksiköiden toiminnan luonteen huomattiin taas vaikuttavan merkittävästi käyttäjien kykyyn omaksua sovellusalue. Maantieteellisistä menetelmistä riippuvaisilla alueilla,

kuten ympäristövirastossa, sovellusalueeseen tutustuttaminen kävi varsin nopeasti, vaikka aikaisempia kokemuksia paikkatietojärjestelmistä ei ollutkaan.

Vaatimusten dokumentointiin käytettiin pääasiassa sanallista kuvausta, mutta myös kuvia ja taulukoita, joista koostettiin asiakkaalle noin 40 sivua pitkä raportti. Dokumentoinnissa käytetyistä taulukoista ja kuvista on esimerkit liitteissä 3 ja 4. Vaatimuksia dokumentoitaessa huomattiin, että käytettyjen kuvaustapojen tueksi tarvittaisiin myös graafinen kuvausmalli. Sen avulla vaatimukset olisi voitu kuvata pitkän sanallisen selvityksen lisäksi myös ”tiivistetysti” kuvana. Lisäksi sen avulla olisi voitu paremmin hahmottaa vaatimuksista muodostuvaa kokonaisuutta. Tarvittavan kuvausmallin olisi pitänyt riittävän yksinkertaisella ja havainnollisella tavalla kuvata sekä vaatimuksia että paikkatietoajattelun periaatteita. Kirjallisuuden pohjalta tehty kartoitus osoitti, etteivät nykyiset paikkatietojärjestelmien kuvaamiseen käytetyt mallit ole riittävän yksinkertaisia ja vastaavasti perinteisten mallien ilmaisuvoima ei riitä paikkatietoajattelun havainnollistamiseen.

## **5.5 Johtopäätöksiä**

Seuraavassa esitetään johtopäätöksiä, jotka on tehty viitekehyksen esimerkkitalanteeseen soveltamisen perusteella. Ensin käsitellään menetelmien valintaan vaikuttavia tekijöitä ja tämän jälkeen tyyppitalanteita sekä käytettyjä menetelmiä ja menetelmäsuosituksia.

### **Menetelmien valintaan vaikuttavat tekijät**

Vaatimusmäärittelyssä käytettävien menetelmien valintaan vaikuttavista tekijöistä keskeisimmäksi havaittiin sovellusalueen tuntemus. Ilman sitä käyttäjät eivät juurikaan pysty hahmottamaan ja ilmaisemaan vaatimuksiaan tai suunnittelijat arvioimaan niiden toteuttamiskelpoisuutta. Käyttäjien osalta kykyyn omaksua sovellusalue näytti merkittävästi vaikuttavan kohdejärjestelmän toiminnan luonne. Mikäli kyse oli

maantieteellisistä menetelmistä riippuvista yksiköstä, tapahtui sovellusalueen omaksuminen huomattavasti nopeammin kuin maantieteellisesti haastavissa yksiköissä. Erityisen hyvin tämä havaittiin ympäristövirastossa, jossa paikkatietojärjestelmät olivat täysin vieraita, mutta parin tunnin haastattelu poiki lukuisan määrän vaatimuksia. Vastaavasti esimerkiksi Tilapalvelussa suurin osa haastattelusta kului aiheen esittelyyn, eikä kelpollisia vaatimuksia juurikaan saatu. Lisäksi tehtiin se johtopäätös, että todennäköisimmin maantieteellisistä menetelmistä riippuvien yksiköiden vaatimusten määrä tulee prototyypityksen myötä merkittävästi lisääntymään. Tämä taas saattaa johtaa siihen, että järjestelmästä tulee niin monimutkainen ja runsastoimintoinen, ettei se enää täytä helppokäyttöisyyden vaatimusta.

Myös käyttäjien sitouttamisen ja motivoinnin merkitys havaittiin keskeiseksi. Tässä tapauksessa näiden tekijöiden merkitys ehkä korostui juuri siksi, että aloite järjestelmän rakentamiseksi ei ollut lähtöisin käyttäjiltä. Sitouttamisen ja motivoinnin huomattiin vaativan suunnittelijalta hyvää sovellusalueen tuntemusta, sillä käyttäjien esittämät vastakysymykset järjestelmän hyödyllisyydestä juuri heille olivat usein hyvin vaativia. Samalla huomattiin myös se, ettei paikkatietojärjestelmien ”myyminen” käyttäjille pelkästään puhumalla ole tuottava keino, vaan aina tulisi tukena olla jotain konkreettistakin.

Kohdejärjestelmän tuntemuksen kaupunkiorganisaatiossa havaittiin olevan kaksitasoinen. Haastatellut tunsivat hyvin oman työympäristönsä toiminnan, mutta vain harvat, yleensä johtotehtävissä toimivat, kykenivät hahmottamaan yksikkönsä osana kaupungin monien organisaatioiden muodostamaa kokonaisuutta. Tämä vaikutti osaltaan niin vaatimusten keräämiseen kuin motivointiinkin. Esimerkiksi kaikkia tarjolla olevia yksiköille tarpeellisia aineistoja ei ehkä saatu selville. Lisäksi osa saattoi kokea järjestelmän tarpeettomaksi, koska he luulivat, että aineistojen saanti muualta ja yhdistely omiin tietoihin ei olisi mahdollista.

Myös suunnittelijoiden kannalta hyvä kohdejärjestelmän tuntemus havaittiin erittäin tärkeäksi. Varsinkin kohdejärjestelmissä, joissa sovellusalue on uusi, tarvitaan runsaasti päivittäiseen toimintaan liittyviä esimerkkejä, joiden avulla käyttäjien mielenkiintoa voidaan herättää ja vaatimusten ilmaisemista helpottaa. Tässä tapauksessa suunnittelijoiden kohdejärjestelmän tuntemus oli, perehtymisvaiheesta huolimatta, varsin vähäinen. Se haittasi varmasti määrittelyä varsinkin sellaisten käyttäjäryhmien osalta, joille sovellusalue oli vieras, koska käytännönläheisiä esimerkkejä paikkatietojärjestelmien käyttömahdollisuuksista ei aina voitu antaa. Tämä taas saattoi johtaa siihen, ettei kaikkia vaatimuksia saatu kerättyä.

Käyttäjien kokemus tietojärjestelmätyöstä näkyi selvimmin kyvyssä ilmaista vaatimuksia. Useasti aiemmin vaatimusten määrittämiseen osallistuneet henkilöt kykenivät ilmaisemaan vaatimuksensa hyvin jalostuneessa muodossa. Kun tähän vielä lisättiin hyvä sovellusalueen tuntemus, oli määrittelyn suorittaminen näiden henkilöiden osalta varsin helppoa ja haastattelut yleensä hyvin tuottoisia.

Suunnittelijoiden vaatimaton käytännön kokemus vaatimusmäärittelyn suorittamisesta taas vaikutti osaltaan aikataulujen pettämiseen. Esimerkiksi vaatimusten keräämiseen kuluva aika ei osattu riittävän hyvin arvioida etukäteen. Lisäksi luonteeltaan vapaiden haastattelujen hallitseminen oli ajoittain vaikeaa. Yllättävää oli se, että suunnittelijoiden vähäinen kokemus ja auktoriteetti eivät vaikuttaneet käyttäjien suhtautumiseen asiaa kohtaan.

Vaikuttavien tekijöiden määrän arviointi suunnittelijoiden osalta oli varsin helppoa. Toisaalta, kun suunnittelijat arvioivat itse itseään, ei tulosten luotettavuudesta voida mennä takuuseen. Sen sijaan käyttäjistä johtuvien tekijöiden arviointi oli vaikeaa. Tämä johtui osaltaan siitä, että suunnittelijat tulivat kohdejärjestelmän ulkopuolelta ja arvio ominaisuuksista tehtiin pääasiassa asiakkaan antamien tietojen perusteella. Luotettavampi arvio käyttäjien ominaisuuksista olisi varmasti saatu, mikäli olisi ensin

lähetetty käyttäjille asiaa esittelevä kirje ja lyhyt käyttäjien ominaisuuksia kartoittava kyselylomake.

Määrittelylle asetettujen tavoitteiden ja resurssien vaikutus käytettävien menetelmien valintaan on aiemmin esitetyn kaltainen. Tavoitteet eivät vaikuttaneet menetelmien valintaan, vaan ainoastaan niiden sisältöön. Esimerkiksi haastattelut toteutettiin vapaina haastatteluina, koska määrittelyn eräänä tavoitteena oli myös paikkatietojärjestelmien ”markkinointi”. Resurssien vaikutus käytettäviin menetelmiin taas oli hyvin merkittävä. Esimerkiksi vaatimusten varmistamisvaiheessa jouduttiin aikataulun tiukkuuden vuoksi luopumaan haastatteluista ja turvautumaan käyttäjille välitettyihin sanallisiin kuvauksiin.

### **Tyypitilanteet**

Ainakin tässä tapauksessa tyypitilanteen tunnistaminen todellisuudesta oli helppoa. Tunnistamista helpotti se, että tilanteista oli muotoiltu riittävän yksinkertaisia. Tyypitilanteen tunnistamisen havaittiin myös helpottavan huomion kohdistamista määrittelyn epävarmuutta lisääviin tekijöihin.

Tyypitilanteissa ja niiden käytössä havaittiin kuitenkin myös puutteita. Esimerkkitalannetta vastaava tyypitilannetta tunnistettaessa kohdejärjestelmää arvioitiin kokonaisuutena, mutta se osoittautui huonoksi lähestymistavaksi, sillä käyttäjien ominaisuuksien ryhmäkohtainen vaihtelu oli suurta. Kun käyttäjien määrä vielä oli suuri, olisi vaatimusmäärittely-ympäristöä vastaavia tyypitilanteita pitänyt tunnistaa mahdollisesti useitakin. Kaupunkiorganisaation kaltaisissa, useista eri yksiköistä koostuvissa kohdejärjestelmissä parempi lähestymistapa onkin jakaa käyttäjät ensin ominaisuuksiensa perusteella homogeenisiin ryhmiin ja tämän jälkeen tunnistaa kutakin ryhmää vastaava tyypitilanne ja valita myös menetelmät ryhmäkohtaisesti. Esimerkkitalanteessa tällä lähestymistavalla olisi voitu esimerkiksi säästää resursseja ja näin mahdollistaa useampien käyttäjien osallistuminen.



Tyyppitilanteiden yleisenä heikkoutena on, että alussa tunnistettu tyyppitilanne ei välttämättä päde koko vaatimusmäärittelyn ajan. Usein tekijöiden vaikutuksen määrä muuttuu määrittelyn kuluessa: esimerkiksi käyttäjien sovellusalueen tuntemus lisääntyy merkittävästi ja näin myös määrittely-ympäristöä vastaavaa tyyppitilanne muuttuu. Alussa tunnistettua tyyppitilannetta tuleekin pitää vain lähtökohtana määrittelyn suorittamiselle.

### **Menetelmien soveltuvuus**

Tämän tutkimuksen perusteella voidaan sanoa, että perinteiset vaatimusmäärittelymenetelmät sopivat hyvin myös paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittelyyn. Menetelmien käyttöön ja sisältöön tulee kuitenkin kiinnittää riittävästi huomiota. Esimerkiksi tässä tapauksessa vapaita haastatteluja olisi pitänyt pystyä ohjaamaan tiukemmin, jotta asiassa olisi pysytty paremmin. Myös sanallisten kuvausten käytössä olisi voitu onnistua paremmin, mikäli niitä olisi tuettu graafisin kuvauksin.

Myös käyttäjien sovellusalueen tuntemusta olisi pitänyt pyrkiä vielä enemmän parantamaan jo ennen määrittelyn aloittamista. Tämä olisi voitu toteuttaa järjestämällä esimerkiksi aihetta esittelevä teemapäivä, jonka yhteydessä olisi myös tarjottu mahdollisuus Joensuun sovelluksen ja Jyväskylän kaupungissa jo käytössä olevien paikkatietojärjestelmien kokeiluun. Tällä tavoin olisi myös voitu osaltaan parantaa suunnittelijoiden kohdejärjestelmän tuntemusta.

Perinteisten menetelmien lisäksi olisi tarvittu myös paikkatiedon ja paikkatietojärjestelmien kuvaamiseen sopivia, riittävän yksinkertaisia ja havainnollisia kuvausmalleja. Nykyiset paikkatietojärjestelmien kuvaamiseen käytettävät mallit ovat liian monimutkaisia asiakkaalle ja käyttäjälle esitettäviksi ja palvelevat lähinnä vain suunnittelua. Perinteisistä kuvausmalleista taas puuttuvat välineet paikkatietoajattelun

havainnollistamiseen, joka on keskeinen ominaisuus varsinkin silloin, kun käyttäjät eivät tunne sovellusaluetta. Tästä johtuen paikkatietojärjestelmien kuvaamiseen käytettäviä malleja päätettiin tutkia tarkemmin ja aihetta käsitelläänkin syvemmin luvussa 6.

## **Menetelmäsuositus**

Tunnistettujen tyyppitilanteiden menetelmäsuositukset osoittautuivat riittäviksi: määrittelylle asetettu tavoite pystyttiin niiden avulla saavuttamaan. Ainoastaan vaatimusten varmistamiseen jouduttiin resurssien puutteen vuoksi valitsemaan suosituksesta poikkeava menetelmä. Vaikka valitun menetelmän, sanallisten kuvausten, käytössä epäonnistuttiinkin, ei kuitenkaan voida sanoa, että juuri suosituksen mukainen menetelmä, haastattelu, olisi ehdottomasti oikea varmistamismenetelmä, sillä sitä ei kokeiltu. Myöskään prototyypityksen vaikutusta ei tässä yhteydessä voitu arvioida, sillä prototyyppi toteutetaan tämän tutkimuksen ulkopuolella.

Suosituksen mukaan myös ryhmätyöt olisivat olleet käyttökelpoinen menetelmä esimerkkitilanteessa. Tässä tapauksessa niiden käytöstä kuitenkin resurssien niukkuuden takia luovuttiin, vaikka ne olisivat ehkä olleet toimiva tapa vaatimusten keräämiseen ja varmistamiseen. Niiden avulla olisi voitu ottaa mukaan enemmän käyttäjiä ja ehkä saatu aktivoitua myös niitä, jotka henkilökohtaisissa haastatteluissa olivat passiivisia. Toisaalta jo vapaiden haastatteluiden käyttö osoitti, että suunnittelijan kokemuksella on merkitystä menetelmän käytön onnistumiseen ja myös ryhmätöiden käyttö edellyttää kokemusta.

## 6. PAIKKATIETOJÄRJESTELMÄN KUVAUSMALLIT

Kuten esimerkkitalanteen yhteydessä todettiin, paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittelyssä tarvitaan myös graafisia tapoja kuvata vaatimuksia. Tässä luvussa tarkastellaan paikkatietojärjestelmien kuvaamiseen käytettyjä malleja sekä arvioidaan niiden soveltuvuutta vaatimusmäärittelyvaiheeseen. Aluksi esitellään kuvausmallien yleisiä piirteitä ja tämän jälkeen malleja, joita on käytetty paikkatietojärjestelmien ja -tiedon mallintamiseen. Esitettyjen mallien soveltuvuutta vaatimusmäärittelyyn arvioidaan kolmen eri tekijän perusteella. Lopuksi esitellään esimerkkitalanteen asettamien vaatimusten pohjalta kehitetty paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittelyn soveltuva kuvausmalli.

### 6.1 Mallin tehtävät

Mallille on olemassa lukuisia määritelmiä asiayhteydestä riippuen. Tryfona (1996) määrittelee mallin kohdemaailman joidenkin osien subjektiiviseksi kuvaukseksi. Flynnin (1992) mukaan mallilla taas tarkoitetaan abstraktia kuvausta todellisuudesta. Tässä *mallilla* tarkoitetaan ”kohdetta, jota käytetään helpottamaan ja mahdollistamaan jonkin toisen kohteen analyysia, suunnittelua ja/ tai toteutusta” (Leppänen, 1994 s. 129).

Mallit palvelevat monia päämääriä. Niiden keskeisimpänä tehtävänä on helpottaa kommunikaatiota, lisätä suunnittelijoiden ja käyttäjien ymmärrystä kohdejärjestelmästä ja vähentää sen monimutkaisuutta (Helokunnas, 1995, Rumbaugh, 1991, Codd, Yourdon, 1990). Niitä voidaan käyttää myös järjestelmän keskeisten piirteiden esiinnostamiseen, visualisointiin sekä varmistamaan, että suunnittelija on ymmärtänyt

oikein käyttäjän ympäristön ja dokumentoinut sen riittävän tarkasti (Hay, 1996, Jayaratna, 1994, Rumbaugh, 1991, Yourdon, 1989).

## 6.2 Hyvän kuvausmallin ominaisuudet

Kirjallisuudessa esitettyjen vaatimusten mukaisesti hyvä kuvausmalli (Hay, 1996, Jayaratna, 1994, Flynn, 1992, Rumbaugh, 1991, Yourdon, 1989):

- vangitsee ongelman kriittiset näkökulmat
- kuvaa ongelma-alueen relevantit piirteet riittävän tarkasti
- mahdollistaa tehokkaan abstrahoinnin ja yksinkertaistamisen
- on selkeä ja helppo lukea
- on nopea piirtää ja muuttaa
- tarjoaa mahdollisuuden asteittaiseen tarkentamiseen
- sisältää mahdollisimman vähän toistoa.

Vaatimusmäärittelyvaiheessa käytettävälle kuvausmallille voidaan lisäksi asettaa seuraavat erityisvaatimukset (Flynn, 1992, Rumbaugh 1991):

- mallin on pysyttävä riittävän abstraktilla tasolla; se ei saa sisältää yksityiskohtia tiedon esityksestä eikä tietokonetoteutuksesta
- mallissa tulee käyttää käyttäjien kieltä ja käsitteitä, jotta he kykenevät vaivatta ymmärtämään kuvauksia.

Näiden erityisvaatimusten lisäksi vaatimusmäärittelyssä käytettävien kuvausmallien on oltava helposti omaksuttavissa. Käyttäjillä on vain harvoin niin paljon kokemusta tietojärjestelmätyöstä, että he kykenevät vaivatta ymmärtämään suunnittelijoiden käyttämiä malleja.

### 6.3 Mallien yleisiä luokitteluperusteita

Kohdejärjestelmän kuvaamiseen käytettäviä kuvausmalleja voidaan luokitella usealla eri tavalla. Luokitteluperusteena voivat olla mallin näkökulma, käytetty kuvaustapa tai kehittämisvaihe, jota malli tukee.

Mallin näkökulma voi olla tieto-, toiminto- tai organisaatiokeskeinen tai järjestelmän käyttäytymistä kuvaava. Toimintokeskeinen näkökulma tarkastelee järjestelmässä suoritettavia prosesseja sekä näihin liittyviä tietovirtoja. Tietokeskeinen näkökulma kuvaa prosessien käsittelemiä ja tuottamia tietoja. Se sisältää tietokohteiden rakenteet sekä niiden väliset suhteet. Organisationaalinen näkökulma esittää prosessien suorittajat ja suorituspaikat. Se kuvaa tietokohteiden välittämiseen käytettävät fyysiset kommunikointimekanismit sekä tietojen tallennuspaikat. Järjestelmän käyttäytymistä kuvaavassa näkökulmassa tarkastellaan tapahtumien ja toimintojen aikaan perustuvaa suorittamisjärjestystä (Curtis, ym., 1992).

Kuvaustavan mukaan luokiteltaessa mallit voidaan jakaa graafisiin-, taulukko-, kehys- ja tekstipohjaisiin esityksiin. Esimerkkejä graafisista malleista ovat ER -malli ja tietovirtakaavio, taulukkopohjaisista tilasiirtymä- ja toimintotaulut, kehyspohjaisista määrämuotoiset lomakkeet sekä tekstipohjaisista formaalit sanalliset kuvaukset (Yourdon, 1993).

Luokiteltaessa malleja kehittämisvaiheen mukaan ne voidaan jakaa ominaisuuksiensa perusteella analyysi-, suunnittelu- tai toteutusvaihetta tukeviin. Esimerkiksi tietokeskeisessä lähestymistavassa mallit jaetaan kehittämisvaiheen mukaan semanttisiin, loogisiin ja fyysisiin malleihin (Tryfona, Hadzilacos, 1996).

## 6.4 Paikkatietojärjestelmän kuvaamiseen käytettyjä malleja

Paikkatietojärjestelmien kuvaamiseksi on kehitetty niiden erityispiirteet huomioivia kuvausmalleja, koska esimerkiksi perinteisen ER -mallin (Chen, 1976) ilmaisuvoima ei riitä paikkatietojärjestelmän piirteiden kuvaamiseen. Paikkatieto koostuu usein monimutkaisista tietorakenteista, kun taas perinteisten tietomallien rakenteet ovat suhteellisen yksinkertaisia (Worboys ym., 1990). Sen sijaan oliomallinnusta on onnistuneesti sovellettu paikkatietojärjestelmien kuvaamiseen (Helokunnas, 1995).

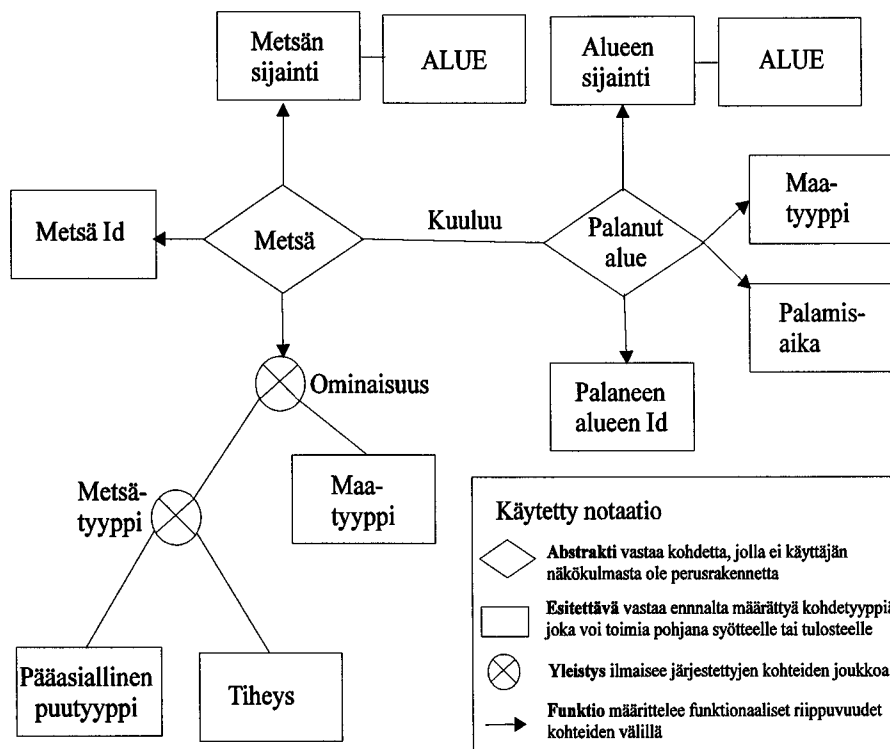
Seuraavassa esitetään neljä paikkatietojärjestelmän kuvaamiseen käytettyä mallia: tietokeskeiset G-IFO (Tryfona, Hadzilacos, 1993) ja oliomalli (Helokunnas, 1995) sekä toimintokeskeiset use case -malli (Jacobson, 1992) ja Aronoffin vuokaavio (Aronoff, 1991). Seuraavassa alakohdassa arvioidaan näiden mallien soveltuvuutta vaatimusmäärittelyvaiheeseen.

### 6.4.1 G-IFO

G-IFO (Geographic Is-a relationships, Functional relationships, complex Objects) (Tryfona, Hadzilacos, 1993) on Abiteboulin ja Hullin (1987) esittämästä IFO -mallista muokattu paikkatietojärjestelmän tietokeskeinen kuvausmalli. IFO-mallia on laajennettu lisäämällä siihen GRDM -malli (The GeoRelational Data Model). GRDM laajentaa relaatiomallia lisäämällä siihen paikkatietojärjestelmälle tyypillisiä rakenteita ja käsitteitä sekä tarjoamalla yksinkertaisen mekanismin ajan hallitsemiseksi. G-IFO -malli koostuu kolmesta atomisesta tietotyypistä sekä kahdesta monimutkaisempien tietotyyppien kuvaamiseen tarkoitettusta rakenteesta (Tryfona, Hadzilacos, 1996).

G-IFO:n käyttämä notaatio esitetään kuvassa 14. Esimerkissä esitetään osa metsäpalojen hallintajärjestelmän semanttisesta tietomallista. Kuvauksessa ”Metsä” ja ”Palanut alue”

ovat ns. abstrakteja tietotyyppejä eli kohteita, joiden taustalla ei käyttäjän näkökulmasta tarkasteltaessa ole mitään tiettyä rakennetta. ”Metsään” liittyvä ominaisuustieto ”Metsän sijainti” osoittaa sen, että ”Metsä” -kerros voidaan esittää. Sijaintiin liittyy myös kerroksen geometriatieto, joka tässä tapauksessa osoittaa ”Metsä” -kerroksen olevan GRDM -mallin mukainen aluetyyppi. ”Metsän” muita ominaisuustietoja ovat ”Metsätyyppi” ja ”Maatyyppi”. ”Metsätyyppi” -tieto koostuu ”Puutyyppistä” ja ”Tiheydestä”. ”Metsä” kuuluu ”Palaneeseen alueeseen”, jolla on omat sijainti- ja ominaisuustietonsa. Koska ”Maatyyppi” esiintyy myös ”Palaneen alueen” ominaisuustietona, voidaan sitä pitää itsenäisenä paikkatietona, joka voidaan kuvata omana kerroksenaan.



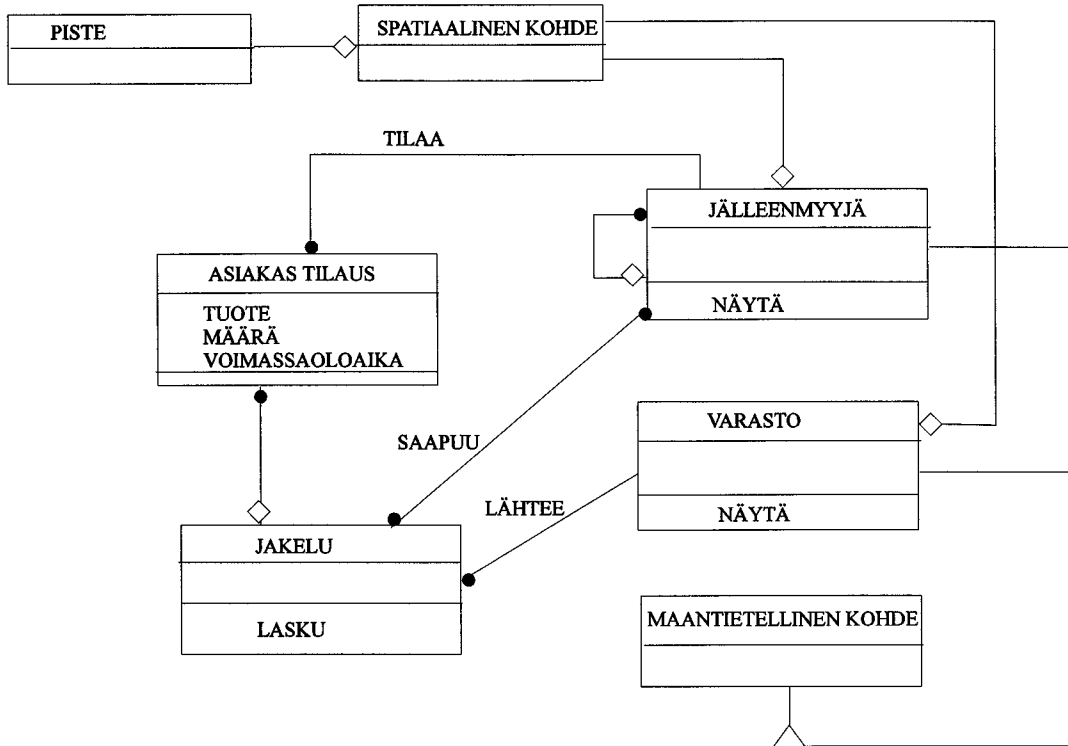
KUVA 14. Osa metsäpalojen hallintajärjestelmää kuvattuna G-IFO -notaatiota käyttäen (vrt. Tryfona, Hadzilacos, 1996 s.188).

### 6.4.2 GOMT-menetelmän oliomalli

GOMT-menetelmässä (Geographic Object Modelling Technique) (Helokunnas, 1995) paikkatietojärjestelmän tietojen kuvaamiseen käytetään oliomallia. Malli on kehitetty muokkaamalla OMT -menetelmän oliomalli (Object Modelling Technique) (Rumbaugh ym., 1991) paikkatietojärjestelmän erityispiirteisiin sopivaksi lisäämällä siihen SAIF -standardi (Spatial Archive and Interchange Format). SAIF on Kanadan ympäristöministeriössä kehitetty oliosuuntautunut aikapaikka -tiedon siirtämisen standardi. SAIF sisältää olioluokat kohdemaailman maantieteellisten kohteiden tietorakenteiden kuvaamiseen sekä paikkatietojärjestelmätermistön (Helokunnas, 1995). GOMT:in oliomallissa käytetään OMT -menetelmän oliomallinotaatiota.

Esimerkki oliomallin käytöstä paikkatietojärjestelmän kuvaukseen on kuvassa 15. Esimerkissä esitetään osa huonekalujen jakelua tukevan järjestelmän oliomallista. ”Asiakastilaus”, ”Jälleenmyyjä”, ”Varasto” ja ”Jakelu” ovat OMT:n mukaisia olioluokkia ja ”Maantieteellinen kohde”, ”Piste” ja ”Spatiaalinen kohde” ovat SAIF-standardin mukaisia olioluokkia. ”Maantieteellinen kohde” on ”Varaston” ja ”Jälleenmyyjän” ylikuokka. ”Varasto” ja ”Jälleenmyyjä” koostuvat ”Spatiaalisista kohteista”. ”Spatiaalinen kohde” koostuu ”Pisteistä”.





KUVA 15. Paikkatietojärjestelmän kuvaaminen GOMT-menettelyn oliomallia käyttäen (vrt. Helokunnas, 1995 liitteet s. 4).

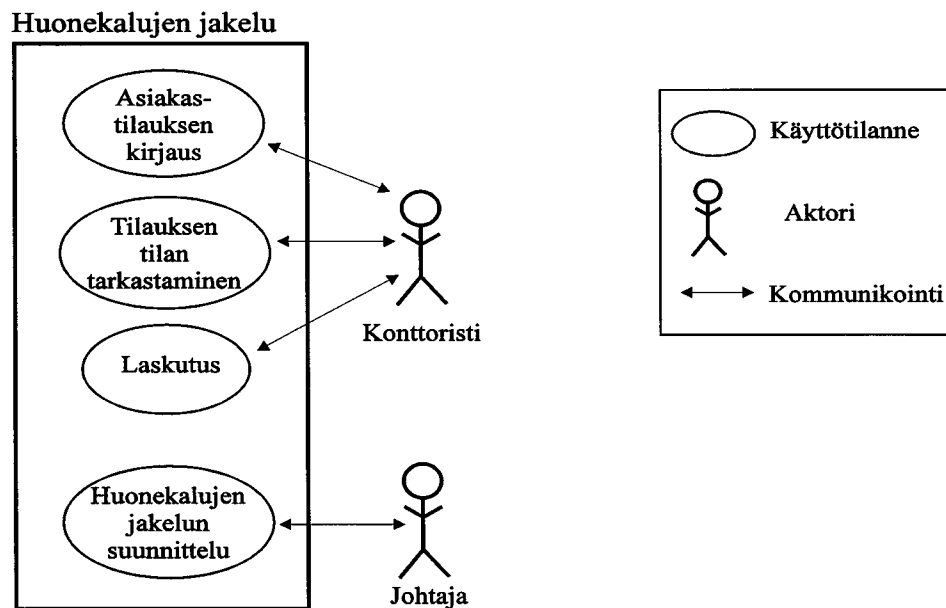
### 6.4.3 Use case -malli

Use case -malli on osa Jacobsonin ym. (1992) kehittämää OOSE-menettelmää (The Object Oriented Software Engineering). Mallia käytetään tietojärjestelmän toimintokeskeiseen mallintamiseen vaatimusmäärittely- ja analyysivaiheissa. Use case -mallia käytetään paikkatietojärjestelmien kehittämisessä osana GOMT-menettelmää (Helokunnas, 1995).

Use case -malli koostuu kahdesta osasta: use case -kaaviosta sekä -kuvauksista. Use case -mallia voidaan käyttää järjestelmän toimintojen, rajausten ja välittömän ympäristön kuvaamiseen käyttäjien näkökulmasta. Malli kuvaa yleisellä tasolla:

- käyttötilanteet, joita järjestelmä tukee
- aktorit, jotka esittävät järjestelmän kanssa tietoa vaihtavia kohteita
- kommunikointia aktorien ja järjestelmän välillä

Esimerkki Use case -kaaviosta sekä siinä käytetty notaatio esitetään kuvassa 16. Esimerkkinä on osa huonekalujen jakelua tukevasta järjestelmästä. Esimerkissä aktoreita ovat ”Konttoristi” ja ”Johtaja”. ”Konttoristin” käyttötilanteita ovat ”Asiakastilauksen kirjaaminen”, ”Asiakastilausten tilan tarkistaminen” ja ”Tilausten laskutus”. ”Johtajan” tehtävänä on ”Huonekalujen jakelun suunnittelu”.



KUVA 16. Huonekalujen jakeluun liittyvät käyttötilanteet.

Esimerkkinä karkean tason use case -kuvauksesta on käyttötilanne ”Huonekalujen jakelun suunnittelu” (Helokunnas, 1995):

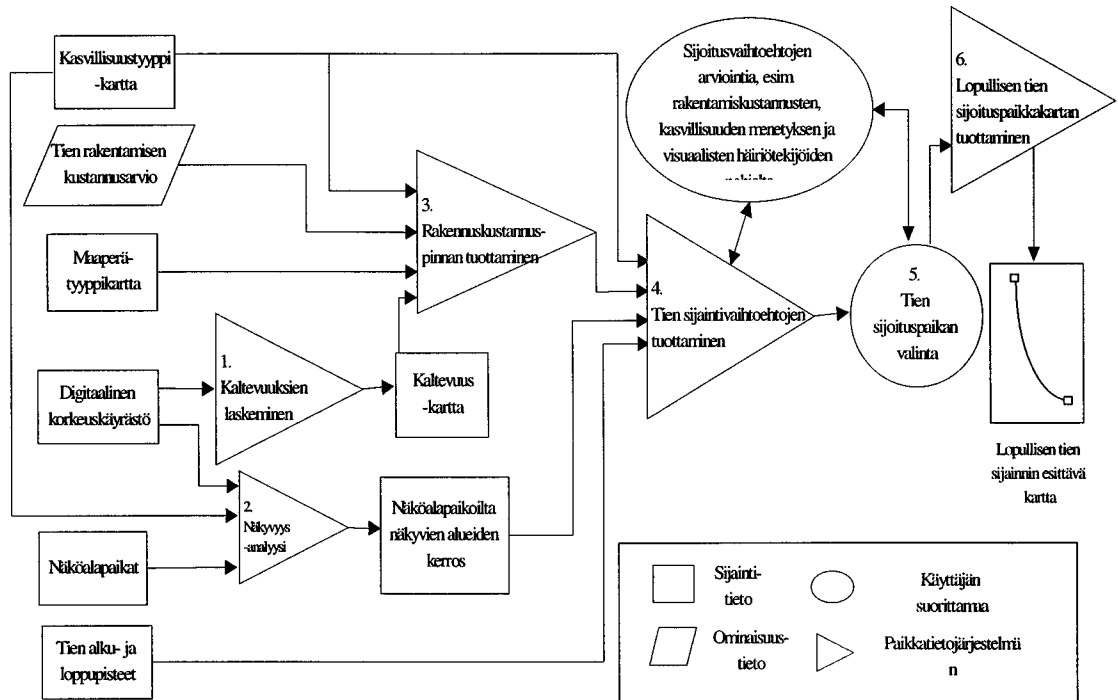
1. Alustus: Järjestelmä esittää näytöllä pienimittakaavaisen kartan.

2. Käyttäjä valitsee suunniteltavan alueen.
3. Järjestelmä pyytää käyttäjää valitsemaan karttapohjan päällä esitettävät tiedot. Käyttäjä voi valita näytettäväksi nimet, tiet, rautatiet ja vesistöt.
4. Järjestelmä esittää jälleenmyyjät ja varastot karttapohjalla.
5. Lataus: Järjestelmä esittää käyttäjälle jakeluehdotuksia. Ehdotukset perustuvat asiakkaiden tekemiin tilauksiin ja sisältävät kuljetettavat määrät ja vaihtoehtoiset kuljetusreitit.
6. Kuljetusmääräysten luonti: Käyttäjä hyväksyy jakelusuunnitelman. Järjestelmä tuottaa vastaavat kuljetusmääräykset.
7. Siirto: Järjestelmä siirtää kuljetusmääräykset kuljetusten hoitajille.
8. Kuittaus: Jakelu muutetaan suorittamattomasta suoritetuksi sen tapahduttua.

#### **6.4.4 Aronoffin vuokaavio**

Aronoff (1991) on käyttänyt paikkatietojärjestelmän mallintamiseen eräänlaista vuokaaviota (flow chart). Hän ei ole esittänyt mallia yleisenä paikkatietojärjestelmän kuvausmallina, vaan käyttänyt sitä erään paikkatietoanalyysi -esimerkin yhteydessä. Malli esitellään tässä kuitenkin yhtenä käyttökelpoisena paikkatietojärjestelmän kuvausmallina, koska sen avulla voidaan mallintaa paikkatietojärjestelmissä hyvin yleisiä analyysitoimintoja.

Mallissa kuvataan analyysitoiminnon suorittamiseksi tarvittavat tiedot sekä analyysiprosessin eteneminen. Malli huomioi myös vaiheet, jotka edellyttävät käyttäjän tekemää arviointia ennen seuraavaan vaiheeseen siirtymistä. Vuokaaviossa käytetty notaatio ja esimerkki sen käytöstä esitetään kuvassa 17.



KUVA 17. Aronoffin vuokaavio (vrt. Aronoff, 1991, s.241).

Mallissa on oma notaationsa sijainti- ja ominaisuustiedoille sekä käyttäjän tekemille arvioinneille ja paikkatietojärjestelmän suorittamille toiminnoille. Esimerkissä kuvataan paikkatietoanalyysi tien optimaalisen sijainnin määrittelemiseksi. Sijaintiin vaikuttavat maaperätyyppi, tien rakennuskustannukset, näköalapaikat, korkeuserot ja kasvillisuustyyppi. Näiden tekijöiden perusteella tuotetaan tien mahdolliset sijaintivaihtoehdot. Näistä käyttäjä valitsee mielestään sopivimman, joka lopuksi esitetään karttapohjalla.

## 6.5 Mallien soveltuvuus paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittelyyn

Edellisessä kohdassa kuvattujen mallien arvioinnissa keskitytään tarkastelemaan niiden soveltuvuutta kevyen, organisationaalisen paikkatietojärjestelmän vaatimusten määrittäsvaiheeseen. Kohdassa 6.2 esitetystä hyvältä kuvausmallilta vaadittavista ominaisuuksista on tähän soveltuvuuden arvioinnin pohjaksi valittu seuraavat vaatimusmäärittelyvaiheen kannalta keskeiset piirteet:

- Kuvauksen tarkkuustaso. Vaatimusmäärittelyssä käytettävän kuvausmallin on pystyttävä kuvaamaan käyttäjän ympäristöä ja/tai tulevaa järjestelmää riittävän yleisellä käyttäjän ymmärtämällä tasolla.
- Mallin omaksumisen helppous eli millaista tietämystä ja kokemusta kuvauksen tulkitseminen edellyttää. Vaatimusmäärittelyssä käytettävän kuvausmallin on oltava notaatioltaan yksinkertainen ja nopeasti omaksuttavissa, eikä sen tulkitseminen saa vaatia paljon kokemusta.
- Kuvauksen kyky havainnollistaa paikkatietoajattelua. Paikkatietojärjestelmiä ei vielä tunneta kovinkaan laajasti niiden perinteisten käyttöalueiden, kuten maantieteen ja mittausstoimen ulkopuolella, joten käytettävän kuvausmallin tulee myös edistää paikkatietoajattelun omaksumista.

Esitellyistä malleista G-IFO ja oliomalli soveltuvat tiedon rakenteen yksityiskohtaiseen kuvaamiseen. Vaatimusmäärittelyn alustavassa vaiheessa tiedon rakenteen yksityiskohtainen kuvaaminen ei kuitenkaan yleensä ole mahdollista, sillä järjestelmässä tarvittavia tietovarastoja ei vielä ole tunnistettu. Toisaalta vaikka esimerkiksi karkean tason oliokaava voitaisiin jo alustavassa vaatimusmäärittelyvaiheessa tuottaa, edellyttää sen tarkastelu oliomenetelmän periaatteiden tuntemusta ja kokemusta tietojärjestelmien suunnittelusta. Molemmat mallit myös olettavat käyttäjän tuntevan paikkatietoajattelua. Esimerkiksi G-IFO:ssa ei ole omia symboleita sijainti- ja ominaisuustietojen kuvaamiseen. Sekä G-IFO että oliomalli onkin tarkoitettu suunnitteluvaiheessa käytettäväksi. Lisäksi näitä malleja tarkasteltaessa voidaan havaita,

että ne on kehitetty nimenomaan paikkatietokantojen eli sekä ominaisuus- että sijaintitietoja sisältävien tietokantojen mallinnusta silmälläpitäen. Tämä aiheuttaa ongelmia erityisesti ulkoisia liitäntöjä sisältävien paikkatietojärjestelmien kuvaamisessa, sillä niissä pysyviä paikkatietokantoja muodostetaan vain harvoin: yleensä paikkatieto syntyy muilla järjestelmillä ylläpidettyjen tietojen yhdistelminä.

Use case -malli on riittävän yksinkertainen ja yleinen käytettäväksi alustavassa vaatimusmäärittelyssä. Mallia voidaan käyttää apuna etsittäessä paikkatietojärjestelmän avulla tuettavia toimintoja. Pelkkä use case -kaavio ei havainnollista paikkatietoajattelua, vaan vaatii tuekseen tarkentavan sanallisen kuvauksen.

Aronoffin esittämä vuokaavio sopii myös käytettäväksi alustavassa vaatimusmäärittelyssä, sillä se on rakenteeltaan riittävän yksinkertainen. Kaaviossa on omat symbolit sijainti- ja ominaisuustiedoille, joten siltä osin se havainnollistaa paikkatietojen muodostumista. Kaavion ymmärtäminen vaatii kuitenkin tiettyjen paikkatietoajattelun periaatteiden tuntemista. Esimerkiksi kerros -käsite ja analyysitoimintojen rakenne on tunnettava. Kaavion tuottaminen edellyttää kohdejärjestelmän hyvää tuntemusta, joten se sopii parhaiten kerättyjen vaatimusten varmistamiseen.

Yleisesti havaittu, vaatimusmäärittelyyn liittyvä ongelma on vaatimusten kuvaamiseen sopivien mallien puute (Bubenko, 1995, Flynn, Warhurst, 1994). Edellä mainittu ongelma on paikkatietojärjestelmien osalta vieläkin suurempi: erityisesti vaatimusmäärittelyä tukevia malleja ei löydy lainkaan. Eräs merkittävä syy tähän on se, että paikkatietojärjestelmät ovat sovellusalueena varsin uusi ja käyttäjien suora osallistuminen kehitysohjelmaan on vielä vähäistä, joskin merkittävästi lisääntymässä. Aiemmin uusien sovellusten kehittäminen tapahtui ainoastaan ammattilaisten toimesta (Dangermont, 1993), joten käyttäjäystävällisille menetelmille ei ole ollut tarvetta. Tietojärjestelmien kehittämiseen yleisesti käytettyjä menetelmiä voidaan soveltaa myös

paikkatietojärjestelmiin, mutta kuten Tryfona ja Hadzilacos (1996) ovat todenneet, on niitä ensin muokattava paremmin soveltuviksi sovellusalueen erityispiirteisiin.

## **6.6 Paikkatietojärjestelmän kuvausmalli**

Edellä suoritetun kirjallisuusanalyysin perusteella voidaan todeta, ettei ole olemassa paikkatietojärjestelmien vaatimusmäärittelyvaiheeseen sopivia riittävän yleisellä tasolla olevia tieto- ja toimintokeskeiset kuvausmallit, joiden avulla voitaisiin myös havainnollistaa paikkatietoajattelun peruseriaatteita.

Tästä syystä tässä tutkimuksessa on kehitetty kevyen paikkatietojärjestelmän alustavan vaatimusmäärittelyn apuvälineeksi sopiva kuvausmalli. Kuvausmallin kehittämisen pohjana on edellisessä luvussa esitetty esimerkkutilanne, jossa paikkatietojärjestelmä on tarkoitus toteuttaa valmista ohjelmistoa räätälöimällä. Vaatimusmäärittelyssä halutaan lisäksi kerätä erityisesti tarvittaviin aineistoihin liittyviä vaatimuksia ensimmäisen prototyypin rakentamista varten. Toimintojen osalta tyydytään vielä tässä vaiheessa alustana toimivan ohjelmiston tarjoamiin paikkatietojärjestelmän perustoimintoihin, kuten yksinkertaisiin analyyseihin ja teemakarttojen tuottamistoimintoihin. Vaatimusmäärittelyyn osallistuvat käyttäjät muodostavat tiedoiltaan, kokemuksiltaan ja vaatimuksiltaan hyvin heterogeenisen joukon. Suurimmalla osalla ei ole kokemusta paikkatietotekniikan hyödyntämisestä tai tietojärjestelmien kehittämisestä. Lisäksi vastaavaa järjestelmää ei aiemmin ole ollut. Tulevaan järjestelmään halutaan tuoda tietoa useasta eri lähteestä, joten siihen tarvitaan runsaasti liitäntöjä.

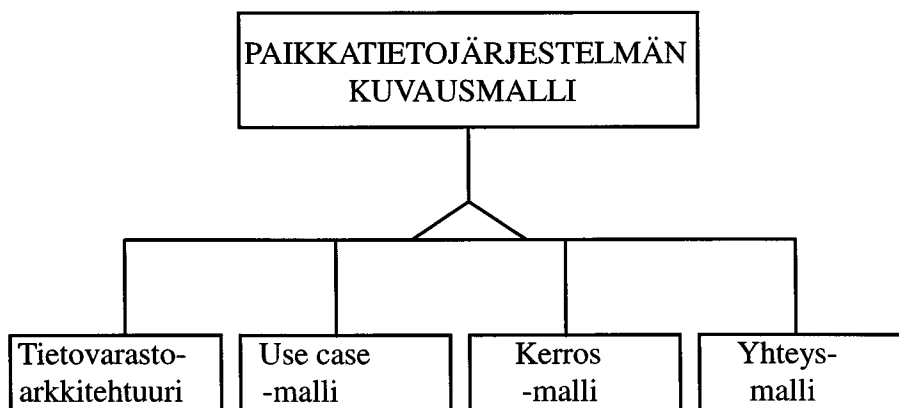
### 6.6.1 Kuvausmallin tavoite ja osat

Kuvausmallin tavoitteena on:

- tukea käyttäjän ja suunnittelijan välistä kommunikaatiota vaatimusten keruu- ja varmistusvaiheissa
- tuottaa sekä käyttäjien että suunnittelijoiden ymmärtämä kuva paikkatietojärjestelmälle alustavasti asetettavista tieto- ja toimintovaatimuksista
- selventää sovellusaluetta tuntemattomalle käyttäjälle paikkatietotekniikan keskeisiä periaatteita
- vähentää alustavan vaatimusmäärittelyn epävarmuutta

Paikkatietojärjestelmän kuvausmalli, jota jatkossa kutsutaan lyhyesti kuvausmalliksi, sisältää neljä eritasoista kuvausta (KUVA 18):

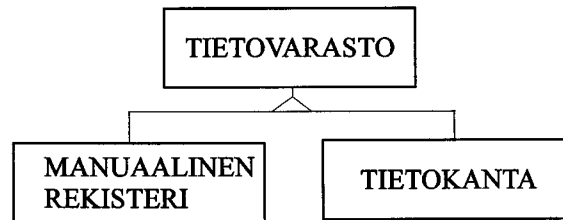
- paikkatietojärjestelmään liitettäviä tietovarastoja kuvaavan tietovarastoarkkitehtuurin
- järjestelmän avulla tuettavia toimintoja kuvaavan use case -mallin
- karttaesityksen muodostumista kuvaavan kerrosmallin
- paikkatietokerroksen luomiseksi tarvittavia tietoja kuvaavan yhteysmallin.



KUVA 18. Paikkatietojärjestelmän kuvausmalli.



Kuvausmallissa *tietovarastolla* tarkoitetaan joko paikkatietojärjestelmän käyttämiä numeerisia tietovarastoja eli tietokantoja tai manuaalisessa muodossa olevia rekistereitä (KUVA 19). Tietovarastoista sijainti- ja ominaisuustietovarastot sekä karttavarastot voivat olla joko tietokantoja tai manuaalisia rekistereitä, mutta yhteys- ja paikkatietokannat ovat aina numeerisia.

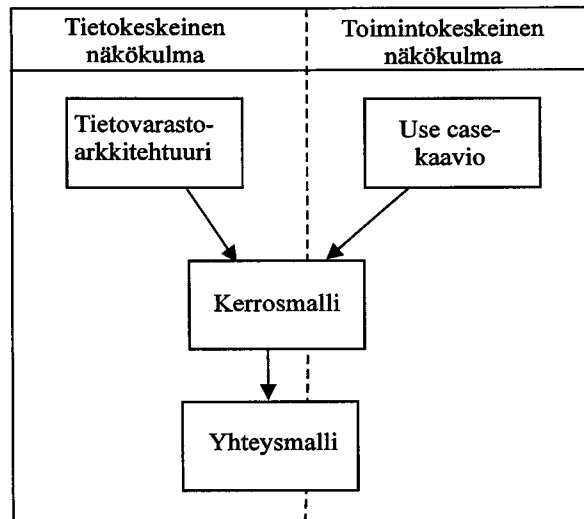


KUVA 19. Kuvausmallissa tietovarasto voi olla tyypiltään tietokanta tai manuaalinen rekisteri

Kuvausmallia käytetään ylhäältä-alas -periaatteen mukaisesti. Ensin tuotetaan tietovarastoarkkitehtuurikuvaus ja use case -malli, jotka toimivat pohjana kerrosmallin luomiselle. Use case -mallissa esitettyjä paikkatietojen visualisointiin liittyviä käyttötilanteita tarkennetaan tuottamalla jokaisesta oma kerrosmallinsa. Kussakin käyttötilanteessa tarvittavat tietovarastot löytyvät tietovarastoarkkitehtuurista. Jos kerrosmallia tuottaessa havaitaan, että alustavassa tietovarastoarkkitehtuurissa on virheitä tai siitä puuttuu tarvittavia tietovarastoja, täydennetään kuvausta kerrosmallia laadittaessa. Kerrosmalli toimii pohjana yhteysmallin muodostamiselle, sillä sen avulla tunnistetaan tietovarastot, joiden välille on löydettävä yhteystieto (KUVA 20). Kun kaikki kuvaukset on kunkin käyttäjäryhmän osalta tuotettu, yhdistetään tietovarastoarkkitehtuurikuvaukset ja use case -mallit. Tällöin muodostuu kokonaiskuva järjestelmään tarvittavista tietovarastoista ja toiminnoista.

Kuvausmallin kuvauksista kaikkia voidaan käyttää yhdessä loppukäyttäjän kanssa. Kerros- ja yhteysmallin mukaisten kuvausten tuottaminen edellyttää kuitenkin

tietämystä tietovarastojen tarkemmasta sisällöstä. Lisäksi oletetaan, että ainakin suunnittelija tuntee olemassa- ja luotavissaolevat sijaintitietovarastot sekä mahdolliset yhteystietokannat.

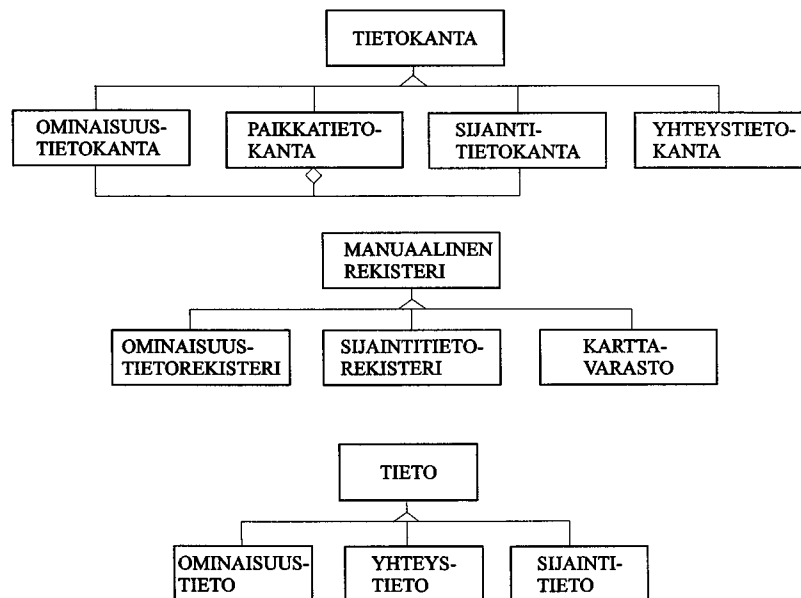


KUVA 20. Paikkatietojärjestelmän kuvausmallin kuvausten tyyppi ja muodostamisjärjestys.

### 6.6.2 Käsitteet ja notaatio

Seuraavassa esitetään kuvausmallissa käytettävät keskeiset käsitteet sekä notaatio. Keskeisiä käsitteitä ovat ominaisuus-, sijainti- ja yhteystieto, ominaisuus-, sijaintitieto ja karttavarasto sekä yhteys- ja paikkatietokanta. Ominaisuus- ja sijaintitieto vastaavat kohdassa 2.1 niille annettuja määritelmiä, mutta sen sijaan *yhteystiedolla* tässä tarkoitetaan sekä ominaisuus- että sijaintitietovarastosta löytyvää samanmuotoista tietoa, jonka avulla tietyt ominaisuustiedot voidaan paikantaa tiettyyn sijaintiin eli muodostaa paikkatietoa.

*Ominaisuustietovarasto* on tietovarasto, joka ylläpitää ominaisuustietoja. Vastaavasti *sijaintietovarasto* ylläpitää sijaintitietoja. *Karttavarasto* ylläpitää karttatietoja. Numeerinen karttavarasto on vektori- tai rasterimuotoinen ja manuaalinen karttavarasto taas on perinteinen paperikartta. *Yhteystietokantaa* tarvitaan silloin, kun yhdistettävien tietokantojen tieto ei ole suoraan yhteneväistä. Esimerkiksi ihmiset sijoitetaan kartalle yleisimmin kotiosoitteensa perusteella ja mikäli käytettävä ominaisuustietokanta ei sisällä osoitetta, on se ensin haettava esimerkiksi väestörekisteristä. Saadun osoitteen perusteella henkilö voidaan sijoittaa kartalle hakemalla osoitetta vastaava sijainti rakennusten sijainnit sisältävästä tietokannasta. Tällöin väestörekisteri toimii yhteystietokantana. *Paikkatietokannat* koostuvat ominaisuus- ja sijaintitietokannoista yhteystietojen avulla yhdistetyistä tiedoista. Kuvausmallin keskeiset käsitteet ja niiden väliset yleistys- ja koostesuhteet on esitetty kuvassa 21.



KUVA 21. Keskeiset käsitteet ja niiden väliset suhteet.

*Karttaesitys* on käyttäjälle näkyvä, valituista tietokerroksista ja karttapohjasta muodostettu esitys. Kerros -käsite on määritelty kohdassa 2.1. Karttaesitys toimii myös käyttöliittymänä esitettyihin tietoihin. Kuvausmallissa kerrokselle ja karttaesitykselle ei ole tiettyä symbolia, vaan ne kuvataan käyttäjälle näkyvällä tavalla riippuen mallinnettavasta tilanteesta.



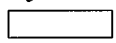





Paikkatietojärjestelmän kuvausmallin notaatio esitetään kuvassa 22. Notaatiota laadittaessa on pyritty siihen, että käytetyt symbolit olisivat havainnollisia, mutta siitä huolimatta yksinkertaisia ja nopeita piirtää sekä helposti toisistaan erottuvia. Notaatio sisältää omat symbolinsa numeeriselle ja manuaaliselle tietovarastolle. Paikkatietokannan symboli muodostuu sijainti- ja ominaisuustietokannan symbolien yhdistelmästä. Yhteystiedon symboli taas on ominaisuus- ja sijaintitietoja kuvaavien symbolien yhdistelmä. Notaatio on varustettu kutakin symbolia selittävin sanallisin kuvauksin, jotta paikkatietotermien sisältö tulisi tutuksi myös käyttäjälle.

### **6.6.3 Tietovarastoarkkitehtuuri**

Tietovarastoarkkitehtuuri on nimensä mukaisesti tietokeskeinen kuvaus. Paikkatietojärjestelmään liitettävien tietovarastojen esittämiseksi tietovarastoarkkitehtuuria luotaessa ei vielä ole välttämätöntä tietää tietovarastojen todellisia nimiä, vaan käyttäjien normaalikielessään käyttämät nimityksetkin riittävät. Esimerkiksi oppilastietokannasta saatetaan yleisesti käyttää nimitystä oppilastiedot. Näitä nimityksiä tarkennetaan jatkossa muissa kuvauksissa. Jokaiselle käyttäjäryhmälle tuotetaan oma tietovarastoarkkitehtuuri, joista lopuksi koostetaan kaikkien käyttäjäryhmien tietovarastot sisältävä kuvaus. Yhdistetyn kuvauksen avulla voidaan jo määrittelyn alkuvaiheessa tunnistaa samoja tietoja tarvitsevat käyttäjät. Näin kuvausta voidaan jatkossa hyödyntää esimerkiksi suunniteltaessa tietovarastojen ylläpitoa.

Tietovarastoarkkitehtuurin tehtävänä on:

- luoda käyttäjille ja suunnittelijoille yleiskuva paikkatietojärjestelmässä tarvittavista tiedoista
- havainnollistaa paikkatietoajattelua osoittamalla, että paikkatietojärjestelmä tarvitsee kahdentyyppisiä tietovarastoja, sijainti- ja ominaisuustietoja
- osoittaa, että paikkatietojärjestelmä kykenee käyttämään olemassaolevia tietokantoja eikä järjestelmä välttämättä edellytä uusien kantojen luontia.

Ominaisuustieto 	Ominaisuustieto on kohteen yksilöivä, ajoittava tai sen piirteitä kuvaileva tieto. Esimerkiksi rakennukseen liittyvä ominaisuustieto on sen osoite
Ominaisuustietovarasto 	Ominaisuustietovarasto ylläpitää ominaisuustietoja. Se voi olla mikä tahansa organisaation käyttämä tietovarasto.
Sijaintitieto 	Sijaintitieto on kohdetta kuvaavien koordinaatti- ja geometriatietojen sekä mahdollisten topologiatietojen muodostama kokonaisuus. Esimerkiksi rakennuksen sijaintitieto osoittaa sen sijainnin kartalla.
Sijaintitietovarasto 	Sijaintitietokanta ylläpitää sijaintitietoja, joiden geometriatieto voi olla tyypiltään piste-, viiva- tai aluetyyppistä. Manuaalinen sijaintitietovarasto taas voi olla esimerkiksi paperikartalle piirretty alue.
Yhteystieto 	Sijainti- ja ominaisuustietovarastojen yhdistämiseen käytettävä tieto.
Yhteystietokanta 	Paikkatiedon muodostamiseen tarvittava tietokanta, kun yhdistettävistä kannoista ei löydy yhtenevää tietoa.
Karttavarasto 	Karttavarasto voi olla joko jo numeeristettu tai manuaalinen. Karttavarasto sisältää esimerkiksi opaskartan.
Paikkatietokanta 	Paikkatietojärjestelmän muodostama ominaisuus- ja sijaintitiedon yhdistelmä.

KUVA 22. Paikkatietojärjestelmän kuvausmallissa käytetty notaatio.

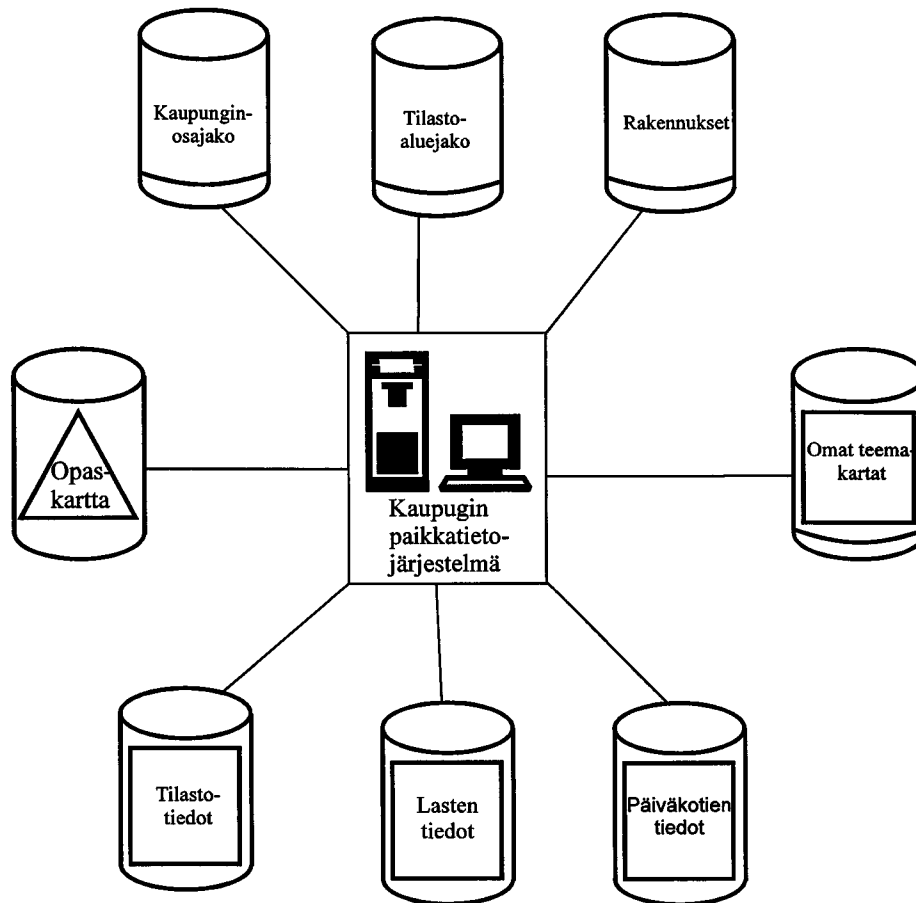
Tietovarastoarkkitehtuurissa tietovarastot jaetaan sijainti- ja ominaisuustietovarastoihin, karttavarastoihin ja paikkatietokantoihin. Sijaintitietovarastot esitetään paikkatietojärjestelmää kuvaavan symbolin yläpuolella ja ominaisuustietovarastot alapuolella. Paikkatietokannat kuvataan paikkatietojärjestelmä -symbolin oikealla puolella ja vasemmalta puolelta löytyvät tarvittavat karttavarastot.

Kuvassa 23 on esimerkki tietovarastoarkkitehtuurista. Se kuvaa kaupungin paikkatietojärjestelmää päivähoiton suunnittelusta vastaavien henkilöiden näkökulmasta. Kuvauksessa esitetään paikkatietojärjestelmän avulla tapahtuvan päivähoiton suunnittelun tarvitsemia tietovarastoja. Päivähoiton suunnittelijat käyttävät lapsiin ja päiväkoteihin liittyvien tietojen lisäksi myös erilaisia tilastotietoja. Nämä ovat paikkatietojärjestelmän kannalta tarkasteltuna ominaisuustietovarastoja. Varastojen viralliset nimet eivät vielä tässä vaiheessa ole selvillä, joten niitä kutsutaan vain lasten tiedoiksi, päiväkotien tiedoiksi ja tilastotiedoiksi. Sijaintitietoja suunnittelijoiden tarvitsemista tiedoista taas ovat kaupunginosa- ja tilastoaluejako sekä rakennukset. Taustakartoista päivähoiton suunnittelijat tarvitsevat ainakin opaskarttaa. Päivähoiton suunnittelijoiden itse muodostamat paikkatietokannat sisältävät tässä vaiheessa vain teemakarttoja. *Teemakartalla* tarkoitetaan jotakin tiettyä teemaa kuvaavaa karttaesitystä. Päivähoiton suunnittelijoiden tarvitsema teemakartta voi olla esimerkiksi lasten ikäjakaumaa kaupungin eri osissa kuvaava karttaesitys.

#### 6.6.4 Use case -malli

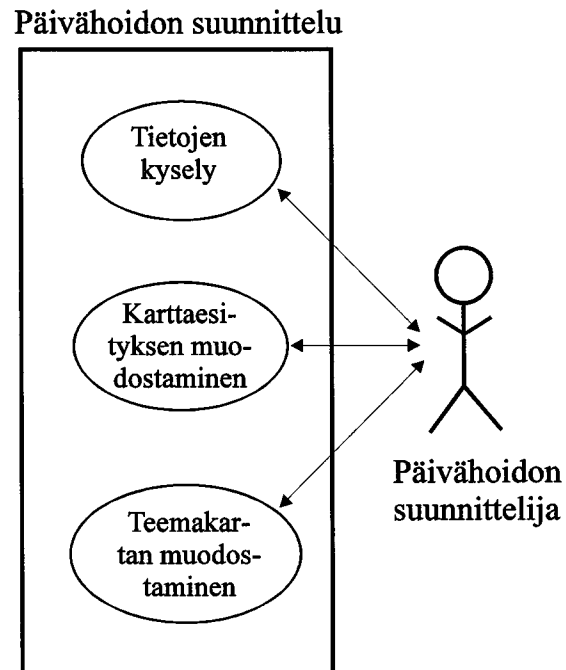
Paikkatietojärjestelmän avulla tuettavien toimintojen mallintamiseen käytetään kohdassa 6.4.3 esiteltyä use case -mallia, joka koostuu use case -kaaviosta ja -kuvauksesta. Use case -kaaviolla esitetään järjestelmässä tarvittavat toiminnot kunkin käyttäjäryhmän kannalta. Toimintojen sisältöä tarkentaa niihin liittyvä sanallinen kuvaus. Yhdistettäessä

eri käyttäjäryhmien kaaviot voidaan muodostaa alustava näkemys järjestelmästä vaadittavista toiminnoista.



KUVA 23. Päivähoidon suunnittelun tietovarastoarkkitehtuuri.

Esimerkki use case -kaaviosta on esitetty kuvassa 24. Siinä kuvataan päivähoidon suunnittelusta vastaavan yksikön keskeiset paikkatietojärjestelmän käyttötilanteet. Esimerkissä aktori on päivähoidon suunnittelusta vastaava taho. Päivähoidon suunnittelun käyttötilanteita ovat ”Tietojen kysely”, ”Karttaesityksen muodostaminen” ja ”Teemakartan muodostaminen”.



KUVA 24. Use case -kaavio päivähoiton suunnittelijan käyttötilanteista.

Esimerkkinä use case -kuvauksesta on käyttötilanne ”Karttaesityksen muodostaminen”:

1. Käyttäjä valitsee haluamansa taustakartan.
2. Käyttäjä avaa esitettäväksi haluamansa aineistot:
  - tarkasteltavan päiväkodin sen nimen perusteella
  - kaikki ko. päiväkodissa hoidettavat lapset sijoitettuina kotiosoitteisiinsa
  - kaupunginosajaon.
3. Järjestelmä muodostaa jokaisesta aineistosta oman kerroksensa ja esittää ne päällekkäin karttapohjalla.



### 6.6.5 Kerrosmalli

Kerrosmalli on yksittäistä paikkatietojen visualisointiin liittyvää käyttötilannetta tarkentava tietokeskeinen kuvaus. Sen avulla havainnollistetaan karttaesityksen muodostamista ja etsitään siinä tarvittavia tietovarastoja sekä tarkennetaan tietovarastoarkkitehtuurin yhteydessä varastoista käytettyjä nimityksiä.

Kerrosmallin tehtävänä on:

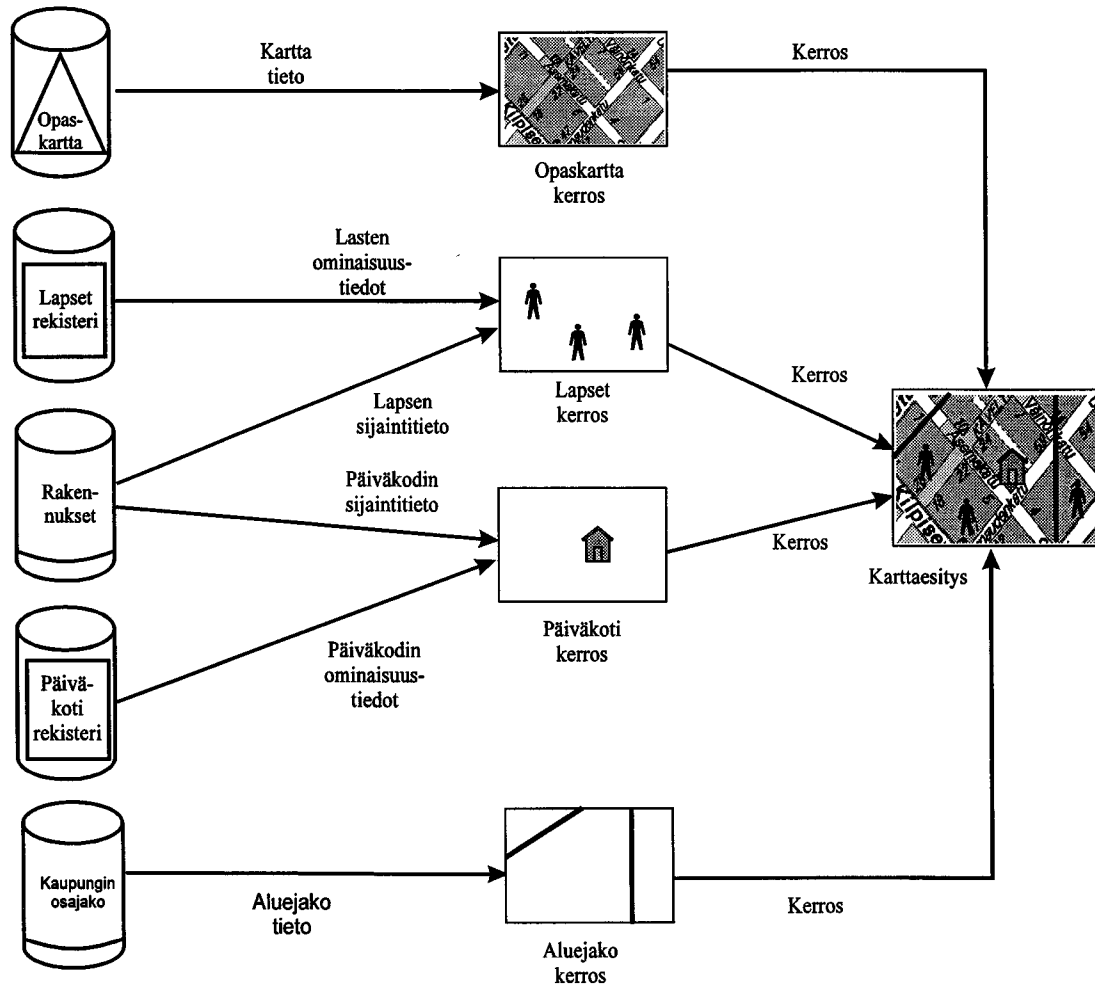
- selventää käyttäjälle paikkatiedon kerrosajattelua
- esittää käyttäjän kannalta tietojen väliset merkitykselliset yhteydet
- esittää käyttäjän karttaesityksen muodostamiseen tarvitsemat tiedot
- selventää käyttäjälle tietojen yhdistelyn merkitystä; pelkkä sijainti- tai ominaisuustieto ei yksin ole välttämättä hyödyllinen, mutta niiden yhdistelmät sen sijaan ovat.

Muodostettava kerrosmalli nimetään sen käyttötilanteen mukaan, jota siinä havainnollistetaan. Nimi merkitään kuvauksen vasempaan yläkulmaan. Varsinaisen kuvauksen muodostaminen lähtee liikkeelle tavoitteena olevasta karttaesityksestä eli siitä, mitä käyttäjä haluaa näytöllään nähdä. Haluttu näyttö sijoitetaan kuvauksen oikeaan reunaan. Tämän jälkeen karttaesitys jaetaan paikkatietokerroksiksi siten, että kukin tietokokonaisuus muodostaa oman kerroksensa. Kukin kerros kuvataan karttaesityksen symboleja vastaavana. Seuraavaksi etsitään tietovarastot, joista kerroksien muodostamiseksi tarvittavat tiedot löytyvät. Tietovarastot kuvataan allekkain vasemmassa reunassa. Tietovirroilla esitetään, mitä tietoa järjestelmän ja tietovarastojen välillä liikkuu.

Kuvassa 25 on esimerkki kerrosmallista. Siinä kuvataan päivähoidon suunnittelun eräs käyttötilanne, ”Karttaesityksen muodostaminen”, jossa halutaan esittää tietty päiväkotijärjestelmä ja siinä hoidettavina olevien lasten kotien sijainnit sekä kaupunginosajako

opaskarttapohjalla. Kerrosmallin muodostamiseksi on jo selvitetty tietovarastojen viralliset nimet. ”Päivähoidettavat lapset” -tietokannan ominaisuustiedoista ja ”Rakennukset” -tietokannan sijaintitiedoista muodostetaan ”Lapset” -kerros. Vastaavasti ”Päiväkodit” -tietokannan ominaisuustiedoista ja ”Rakennukset” -tietokannan sijaintitiedoista muodostuu ”Päiväkoti” -kerros. ”Alue” -kerros haetaan kaupunginosajaon sisältävästä tietokannasta. Opaskartta haetaan karttatietokannasta. Lopullinen käyttäjälle näkyvä karttaesitys muodostuu yhdistettäessä kerrokset.

### ”Karttaesityksen muodostaminen”



KUVA 25. Kerrosmalli päivähoidon suunnittelun karttaesityksestä.

### 6.6.6 Yhteysmalli

Yhteysmalli kuvaa paikkatietokerroksen luomiseksi tarvittavia tietovarastoja sekä varastojen yhdistämisessä käytettäviä yhteystietoja. Yhteystiedolla tarkoitetaan sekä sijainti- että ominaisuustietovarastosta löytyvää samansisältöistä ja -muotoista tietoa. Malli on tietokeskeinen, koska siinä keskitytään kantoja yhdistävien tietojen tunnistamiseen.

Yhteysmallin tehtävänä on :

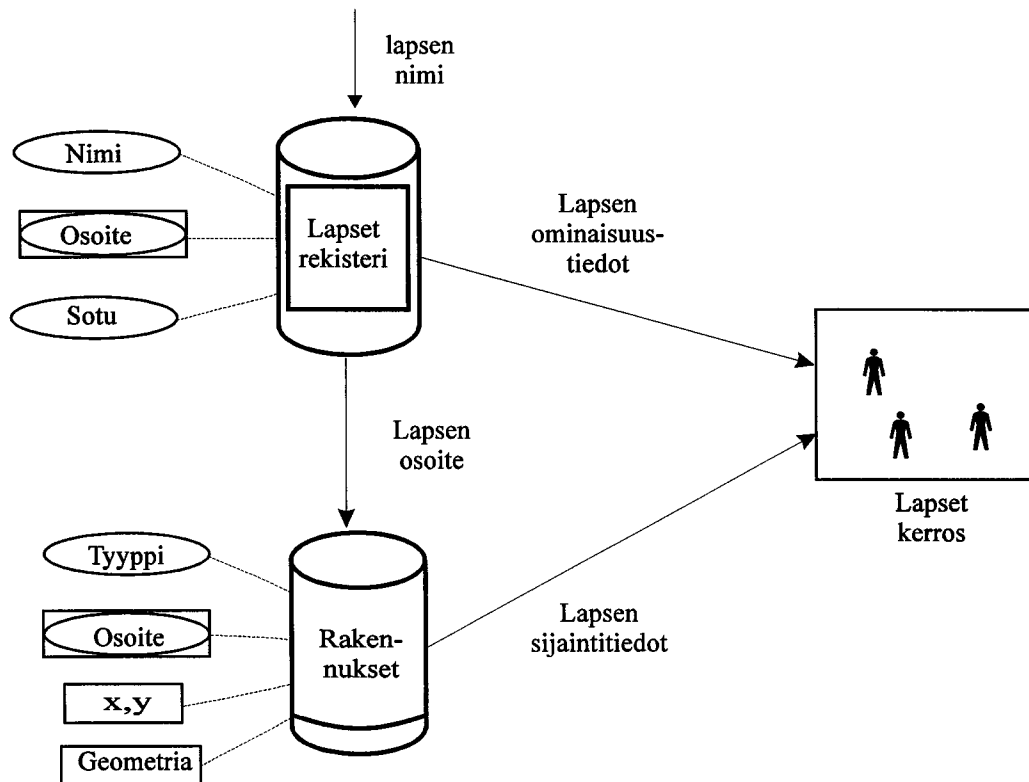
- esittää sijainti- ja ominaisuustiedot yhdistävä avaintieto
- tarkentaa kerrosmallia tietovarastojen yhdistämisen osalta
- esittää yksittäisten tietokantojen väliset yhteydet

Yhteysmallin tuottaminen edellyttää, että tietokantojen sisältö tunnetaan, jotta sijainti- ja ominaisuustietovarastoja yhdistäviä tietoja voidaan löytää. Loppukäyttäjät eivät aina tunne käyttämiensä tietovarastojen sisältöä riittävän tarkasti, joten yhteysmallin luomisessa voidaan usein tarvita myös tietovarastojen sisällöstä vastaavien henkilöiden apua.

Yhteysmalli nimetään muodostettavan paikkatietokerroksen mukaan. Yhdistettävät tietovarastot, joista ainakin yhden on oltava sijaintitietovarasto, kuvataan allekkain kuvauksen vasemmalla reunassa. Kunkin tietovaraston sisältämät sijainti- ja ominaisuustiedot kuvataan varaston vasemmalla puolella. Muodostuva paikkatietokerros taas sijoitetaan kuvauksen oikeaan reunaan. Yhteystietosymbolin avulla kuvataan ne tiedot, joiden avulla varastot yhdistetään paikkatiedoksi.

Esimerkki yhteysmallista on kuvassa 26. Siinä kuvataan päiväkodin lapsia esittävän kerroksen muodostumista. Lapsen nimen perusteella haetaan päiväkodin tietokannasta kotiosoite. Kotiosoitteen perusteella voidaan hakea rakennustietokannasta lapsen

sijaintitieto. Päiväkodin tietokannan lasten ominaisuustiedot ja rakennustietokannasta saatu sijaintitieto yhdistetään paikkatietojärjestelmässä lapsen sijaintia esittäväksi kerrokseksi.



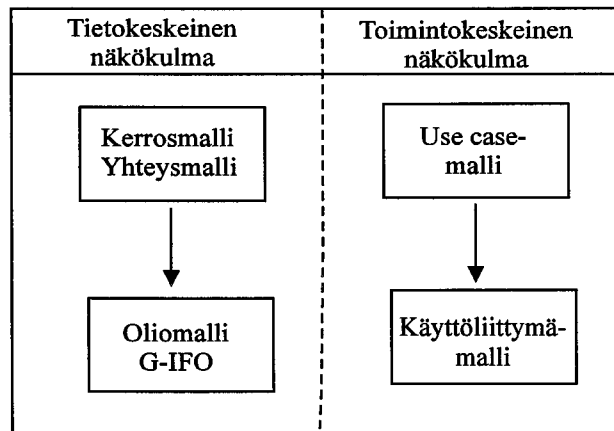
KUVA 26. ”Lapset” -kerroksen yhteysmalli

### 6.6.7 Kuvausmallin käyttö jatkossa

Edellä kuvattu kuvausmalli on tarkoitettu vain alustavan vaatimusmäärittelyn apuvälineeksi ja sen tueksi tarvitaan muita malleja lopullisen järjestelmän vaatimusten kuvaamiseksi. Sen avulla ei esimerkiksi voida mallintaa analyysejä, sillä tilanteissa, jonka kaltaisia varten malli on kehitetty, on keskeisessä asemassa tarvittavien aineistojen tunnistaminen. Kuvausmalli sopiikin parhaiten tilanteisiin, joissa halutaan

löytää riittävästi vaatimuksia ohjelmistopakettin päälle prototyypityksen avulla räätälöitävän järjestelmän toteuttamiseksi.

Kuvausmalli toimii perustana muiden mallien avulla tuotettaville tarkemmille kuvauksille (KUVA 27). Analyysi- ja suunnitteluvaiheissa kuvausmallia voidaan käyttää esimerkiksi GOMT -menetelmässä käytettävien kuvausten pohjana. Tällöin oliomalli voidaan tuottaa kuvaamalla tarkemmin kerros- ja yhteysmallin sisältämät tietovarastot. GOMT -menetelmä sisältää käyttöliittymien suunnittelua tukevan käyttöliittymämallin (dialog diagram). Use case -kaavioita voidaan käyttää perustana näiden käyttöliittymämallien tuottamisessa. Tällöin kutakin käyttötilannetta vastaa oma mallinsa.



KUVA 27. Paikkatietojärjestelmän kuvausmallin hyödyntämismahdollisuuksia analyysi- ja suunnitteluvaiheissa.

## 6.7 Yhteenveto

Tämän luvun alussa tarkasteltiin kuvausmallien tehtäviä ja ominaisuuksia sekä esitettiin mallien luokitteluperusteita. Tämän jälkeen esitettiin paikkatietojärjestelmien

kuvaamiseen käytettyjä malleja ja arvioitiin niiden soveltuvuutta kevyen paikkatietojärjestelmän alustavaan vaatimusmäärittelyvaiheeseen. Arviointi perustui kolmeen kriteeriin: kuvauksen tarkkuustasoon, mallin omaksumisen helppouteen ja sen kykyyn havainnollistaa paikkatietoajattelua. Arvioinnin perusteella todettiin, että nykyisin paikkatietojärjestelmien kuvaamiseen käytettävät mallit eivät täytä vaatimusmäärittelyssä käytettävälle mallille asetettuja vaatimuksia, vaan riittävän yleisellä tasolla olevat kuvausmallit puuttuvat kokonaan. Tämän perusteella luvussa esitettiin paikkatietojärjestelmän alustavaan vaatimusmäärittelyyn sopiva kuvausmalli.

## 7. YHTEENVETO

Paikkatietojärjestelmiä hyödynnetään jo mitä erilaisimmissa kohteissa ja niiden käyttö leviää yhä nopeammin. Tämän myötä myös järjestelmien kehittäminen on muuttunut haasteellisemmaksi. Varsinkin käyttäjien vähäinen sovellusalueen tuntemus vaikeuttaa usein paikkatietojärjestelmälle asetettavien vaatimusten määrittelyä. Vaatimusmäärittelyvaiheen onnistumisella on kuitenkin ehkä merkittävin vaikutus siihen, kuinka hyvin järjestelmä lopulta vastaa käyttäjien todellisia tarpeita. Tästä johtuen myös vaatimusmäärittelyyn liittyvien teorioiden ja menetelmien kehittäminen on ensiarvoisen tärkeää.

Tässä tutkielmassa on tarkasteltu tietojärjestelmätieteen näkökulmasta vielä harmaata tutkimusaluetta - paikkatietojärjestelmiä ja niiden vaatimusmäärittelyä. Tutkielman tavoitteena on ollut muodostaa viitekehys tukemaan paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittelymenetelmien valintaa. Esitetty viitekehys koostuu neljästä osasta: menetelmien valintaan vaikuttavista tekijöistä, tyyppitilanteista, menetelmäsuosituksista ja menetelmien ominaisuuskartoituksesta. Menetelmien valintaan vaikuttavat tekijät jaettiin määrittelyn tavoitteesta, käyttäjistä, suunnittelijoista ja käytettävissä olevista resursseista johtuviin. Tekijöiden vaikutusta menetelmien valintaan arvioitiin käyttäjien ja suunnittelijoiden osalta heistä johtuvana toiminnallisena epävarmuutena. Koska määrittelyn tavoitteella ja käytettävissä olevilla resursseilla todettiin olevan vain määrittelyprosessia ohjaavia ja rajoittavia vaikutuksia, päätettiin ne jättää epävarmuuden arvioinnin ulkopuolelle. Toiminnallisen epävarmuuden määrää käytettiin jatkossa pohjana paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittelylle tyypillisten tyyppitilanteiden muodostamisessa. Kunkin tyyppitilanteen yhteydessä esitettiin menetelmäsuositus vaatimusmäärittelyssä käytettäväksi menetelmiksi. Menetelmäsuositukset perustuivat vaatimusmäärittelymenetelmien kuvauksen yhteydessä esitettyyn ominaisuuskartoitukseen.

Tutkimuksen empiirisessä osuudessa viitekehystä testattiin käytännön tilanteessa. Tällöin havaittiin, että perinteiset vaatimusmäärittelymenetelmät, kuten haastattelu, kyselylomakkeet ja aineistotutkimus sopivat hyvin myös paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittelyyn. Menetelmien valintaan ja sisältöön tulee kuitenkin kiinnittää erityistä huomiota. Jokainen vaatimusmäärittely on tilanteena hyvin erilainen, joten yhtä, kaikkiin tilanteisiin sopivaa menetelmäsuositusta ei voida antaa, vaan tilanteita on ympäristön piirteiden mukaan pyrittävä ensin luokittelemaan. Toinen keskeinen havainto oli, että käyttäjien sovellusalueen tuntemus vaikutti merkittävästi heidän kykyynsä määrittää ja ilmaista paikkatietojärjestelmälle asetettavia vaatimuksia. Tästä johtuen varsinkin ympäristöissä, joissa sovellusalue on vieras, tulee vaatimusmäärittelyn olla vuorovaikutteinen prosessi. Lisäksi käytettävien menetelmien avulla on kyettävä havainnollistamaan sovellusaluetta sekä tukemaan käyttäjiä vaatimusten määrittämisessä ja ilmaisussa. Tähän liittyen huomattiin lisäksi, että paikkatietojärjestelmien vaatimusmäärittelyvaiheeseen tarvitaan riittävän yleinen ja yksinkertainen kuvausmalli, jonka avulla vaatimuksia voidaan kuvata käyttäjien ymmärtämällä tavalla. Empiirisen osuuden perusteella tultiin myös siihen johtopäätökseen, että luotettavien ja kattavien vaatimusten kerääminen ympäristössä, jossa sovellusalue on vieras, edellyttää poikkeuksetta prototyypin käyttöä.

Tutkimuksessa esitetyn paikkatietojärjestelmän kuvausmallin kehittämisessä pyrittiin kiinnittämään huomiota vaatimuksiin, joita esimerkkitalanteessa havaitut tarpeet kuvausmallille asettivat. Esitetty paikkatietojärjestelmän kuvausmalli koostuu neljästä osasta: tietovarastoarkkitehtuurista, use case -mallista, kerrosmallista ja yhteysmallista. Tietovarastoarkkitehtuurin tehtävänä on esittää paikkatietojärjestelmässä käytettäviä tietovarastoja ja havainnollistaa järjestelmää kokonaisuutena. Use case -mallin tehtävänä taas on kuvata järjestelmän toiminnot sen käyttäjän näkökulmasta tarkasteltuina. Kerrosmallin avulla käyttäjälle voidaan havainnollistaa paikkatiedon kerrosajattelua sekä kuvata sijainti- ja ominaisuustietojen välisiä yhteyksiä. Yhteysmallin tehtävänä taas on kuvata yksittäisen kerroksen muodostamiseksi tarvittavia tietovarastoja sekä osoittaa niiden yhdistämisessä käytettävät tiedot. Esitettyä kuvausmallia ei vielä ole testattu



käytännössä, mutta sen uskotaan kuitenkin pystyvän nykyisin käytettyjä malleja paremmin kuvaamaan paikkatietojärjestelmää myös sovellusaluetta tuntemattomalle käyttäjälle. On myös syytä huomata, että kuvausmalli kehitettiin tukemaan nimenomaan kevyiden organisaationaalisten paikkatietojärjestelmien kuvausta, joten sen ilmaisuvoima ei riitä suunnittelutasoiseen kuvaukseen eikä laajojen järjestelmien esittämiseen.

Tutkimuksessa esitetty viitekehys on suoraan hyödynnettävissä kevyiden organisaationaalisten paikkatietojärjestelmien vaatimusmäärittelymenetelmiä valittaessa. Sitä voidaan kuitenkin hyödyntää myös yleisemmin. Menetelmäkartoitus sopii osaksi minkä tahansa tietojärjestelmän vaatimusmäärittelyä ja tyyppitilanteita vastaavia vaatimusmäärittely-ympäristöjä voidaan varmasti tunnistaa myös muiden uusiin sovellusalueisiin perustuvien tietojärjestelmien kohdeorganisaatioista. Sen sijaan valintaan vaikuttavat tekijät ja sitä kautta myös menetelmäsuositukset ovat siinä määrin sidottuja paikkatietojärjestelmiin, että niiden yleistäminen on vaikeampaa. Lisäksi tutkimuksessa on paneuduttu vain pienen paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittelyyn, joten suuren järjestelmän tai kaupallisten tuotteiden määrittely vaatii huomattavasti laajempaa näkökulmaa sekä useamman tekijän huomiointia. Vaikka viitekehystä ei ole testattu muussa kuin julkishallinnon organisaatioissa, sen voidaan edellä esitetyin varauksin olettaa toimivan pääosin myös liike-elämän organisaatioissa.

Tutkimuksellisesta näkökulmasta tarkasteltuna esitettyä viitekehystä voidaan pitää jatkeena Davisin (1982) esittämälle vaatimusmäärittelyssä käytettävän strategian valinnan viitekehykselle. Se tarkoittaa prototyyppilähestymistavassa käytettävien yksittäisten menetelmien valintaa paikkatietojärjestelmien osalta. Paikkatietojärjestelmiin liittyvässä tutkimuksessa taas ei aikaisemmin ole juurikaan käsitelty vaatimusmäärittelyvaihetta, joten myöskään menetelmävalinnan viitekehystä vastaavia teorioita ei aiemmin ole esitetty.

Tämän tutkimuksen myötä nousi esiin useita paikkatietojärjestelmiin liittyviä mielenkiintoisia tutkimusaiheita. Ensimmäkin esitettyä viitekehystä voitaisiin soveltaa käytän-

nössä myös muihin kuin hallinnollisiin paikkatietojärjestelmiin ja tutkia, miltä osin sen eri osat ovat sellaisinaan soveltuvia myös niihin. Toiseksi kuvausmallien osalta olisi kiinnostavaa tutkia edelleen, mitä ovat ne paikkatiedon ja paikkatietojärjestelmien piirteet, joita kuvausmallien avulla tulisi tässä esitettyjen lisäksi pystyä havainnollistamaan. Lähtökohtana tarkastelussa voitaisiin käyttää esitettyä paikkatietojärjestelmän kuvausmallia ja sen testausta käytännössä. Kolmas mielenkiintoinen jatkotutkimuksen aihe olisi määrittää koko paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittelyyn vaikuttavia tekijöitä. Laajentamalla näkökulmaa saatettaisiin löytää myös lisää menetelmien valintaan vaikuttavia tekijöitä.

## LÄHDELUETTELO

Abiteboul, S., Hull, R., IFO: A formal semantic database model. *ACM Transactions on Databases Systems*, Vol. 12, No. 4, 1987, 525-565.

Aronoff, S., *Geographic information systems: A management perspective*. WDL Publications, Ottawa, 1991.

Artimo, K., GIS pähkinänkuoressa. *Positio*, No. 2, 1993, 8-10.

Artimo, K., The bridge between cartographic and geographic information systems. Teoksessa: *Visualization in modern cartography* (ed. MacEachren, A., Taylor, F.). Pergamon Press, Oxford, Great Britain, 1994a.

Artimo, K., *Johdatus paikkatietojärjestelmiin*. Opetusmoniste Maa-6.422. Otatieto Oy, Espoo, 1994b.

Bernhardsen, T., *Geographic information systems*. Viak IT, Norway, 1992.

Bidgoli, H., *Geographic information systems: A new strategic tool for the 90's and beyond*. *Journal of System Management*, May/June, 1995, 24-27, 66-67.

Blomberg, J., Giacomo, J., Mosher, A., Swenton-Wall, P., *Ethnographic field methods and their relation to design*. Teoksessa: *Participatory Design: Principles and Practises* (ed. Schuler, D., Namioka, A.). Lawrence Erlbaum Associates, 1993, 123- 155.

Bostrom, R. P., Successful application of communication techniques to improve the systems development process. *Information & Management*, Vol. 16, No. 5, 1989, 279-295.

Bubenko, J. A. jr., Challenges in requirements engineering. Teoksessa: RE'95: Second IEEE International Symposium on Requirements Engineering, IEEE Press, USA, 1995, 160-162.

Byrd, T. A., Cossick, K. L., Zmud, R. W., A synthesis of research in requirements analysis and knowledge acquisition techniques. *MIS Quarterly*, Vol. 16, No. 1, 1992, 117-136.

Chen, P. S., The entity-relationship model: Toward a unified view of data, *ACM Transactions on Database Systems*, Vol. 1, No. 1, 1976, 9-36.

Christel, M. G., Kang, K. C., Issues in requirements elicitation. Technical Report CMU/SEI-92-TR-12. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pennsylvania, 1992.

Codd, P., Yourdon, E., Object-oriented analysis. Yourdon Press, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA, 1990.

Conger, S., The new software engineering. Wadsworth Publishing Company, California, USA, 1994.

Cooke, N. J., Varieties of knowledge elicitation techniques. *International Journal of Human-Computer Studies*, No. 41, 1994, 801-839.

Curtis, B., Kellner, I., Over, J., Process modelling. *Communications of the ACM*, Vol. 35, No. 9, 1992, 75-90.

Dangermont, J., The role of software vendors in integrating GIS and environmental modeling. Teoksessa: Environmental Modeling With GIS, Oxford University Press, Inc., New York, 1993, 51-56.

Davis, A., Software requirements: Analysis and specification. Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, 1990.

Davis, A., Shia, P., Giving voice to requirements engineering. IEEE Software, Vol. 11, No. 2, 1994, 12-15.

Davis, G. B., Strategies of information requirements determination. IBM Systems Journal, Vol. 21, No. 1, 1982, 4-30.

Douglas, W. J., Environmental GIS, application to industrial facilities. CRC Press, Inc. USA, 1995.

Duffy, D., From chaos to classes: Object-oriented software development in C++. McGraw-Hill Book Company Europe, 1995.

Firlej, M., Knowledge elicitation : a practical handbook. New York, Prentice Hall, 1991.

Flynn, D., Information systems requirements: Determination and analysis. McGraw-Hill Book Company Europe, England, 1992.

Flynn, D., Warhurst, R., An empirical study of the validation process within requirements determination. Information Systems Journal, No. 4, 1994, 185-212.

Francica, J. R., The geographically rooted and the geographically challenged have similar needs. Business Geographics, Vol. 2, No. 1, 1993, 23-24.

Frey, J.H., Mertens-Oishi, S., How to conduct interviews by telephone and in person. Sage Publications Inc. Thousand Oaks, California 1995.

Fries, M., Interests of national importance and geographical information systems (GIS) in local government planning. Teoksessa: Proceedings: The 4th Scandinavian Research Conference on GIS (ed. Artimo, K.). Helsinki University of Technology, 1992, 123-177.

Goodchild, M., Geographic information systems and geographic research. Teoksessa: Ground Truth: The Social Implications of Geographic Information Systems. The Guilford Press, USA, 1995.

Grimshaw, D. J., Bringing geographical information systems into business. Longman Scientific & Technical, England, 1994.

Hadzilacos, T., Tryfona, N., Logical data modelling for geographical applications. International Journal of Geographical Information Systems, Vol. 10, No. 2, 1996, 179-203.

Hay, C., Data modelling patterns: Conventions of thought. Dorset House Publishing, New York, 1996.

Helokunnas, T., Object-oriented approaches applied to GIS development. Acta Polytechnica Scandinavica, Helsinki, 1995.

Holzblatt, K., Beyer, H., Making customer-centered design work for teams. Communication of ACM, Vol. 36, No. 10, 1993, 93-103.

Huges, J., King, V., Rodden, T., Andersen, H., The role of ethnography in interactive systems design, Interactions, Vol. 11, No. 2, 1995a, 57-65.

Huges, J., O'Brien, J., Rodden, T., Rouncefield, M., Sommerville, I., Presenting ethnography in the requirements process. Teoksessa: RE'95: Second IEEE International Symposium on Requirements Engineering, USA, 1995b, 27-34.

Huxhold, W. E., An introduction to urban geographic information systems. Oxford University Press Inc., 1991.

Indome, F., Hutton, C., GIS data integration: Towards an object-oriented approach. Teoksessa: Proceedings: The 4th Scandinavian Research Conference on GIS (ed. Artimo, K.). Helsinki University of Technology, 1992, 151-161.

Jacobson, I., Christerson, M., Jonsson, P., Övergaard, G., Object-oriented software engineering. A use case driven approach, ACM Press, USA, 1992.

Jayaratna, N., Understanding and evaluating methodologies: NIMSAD - A systemic framework. McGraw-Hill Book Company Europe, 1994.

JUHTA (Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta), Kansallinen paikkatiedon infrastruktuuri, JUHTA julkaisu 2/1996.

JHS 116 (Julkisen hallinnon suositus) (ei pvm), Sanomavälitteinen tietopalvelu. Paikkatietojen yhteiskäytön suositusten viitemalli. [Http://www.nls.fi/ptk/pyk-kasikirja/standardit/jhs116/3.html](http://www.nls.fi/ptk/pyk-kasikirja/standardit/jhs116/3.html) (20.2.1997).

Karat, J., Bennet, J. L., Using scenarios in design meetings - A case study example. Teoksessa: Taking Software Design Seriously (ed. Karat, J.). Academic Press, Inc. USA, 1991, 63-94.

Keil, M., Carmel E., Customer-developer links in software development. Communication of ACM. Vol. 38, No. 5, 1995, 33-44.

Kosonen, A., Pekkinen, P., Paikkatietomarkkinat hiipineet ennätykseen. *Positio*, No. 1, 1996, 8-9.

Kuhn, W., *Semantics of geographic information*. Department of Geoinformation, Technical University of Vienna, Austria, 1996.

Laudon K.C, Laudon J. P., *Management information systems: organisation and technology*, Macmillan College Publishing Company, Inc. 1994.

Laurini, R., Thompson, D., *Fundamentals of spatial information systems*. Academic Press Inc., San Diego, California, 1992.

Leppänen, M., *Metamodelling: Concept, benefits and pitfalls*. Teoksessa: *Proceedings of the Fourth International Conference Information Systems Development - ISD '94, Methods & Tools, Theory & Practice*. KAVC d.o.o, Kranj, 1994, 126-137.

Linstone, H. A., Turoff, M., *The Delphi method: Techniques and applications*. Addison-Wesley Publishing Company Inc. Canada, 1975.

Loucopoulos, P., Karakostas, V., *Systems requirements engineering*. McGraw-Hill, 1995.

Luff, P., Heath, C., Greatbatch, D., *Work, interaction and technology: The naturalistic analysis of human conduct and requirements analysis*. Teoksessa: *Requirements Engineering: Social and Technical Issues* (ed. Jirotko, M., Goguen, J.). Academic Press Limited, 1994, 259-288.

Maanmittauslaitos/Paikkatietokeskus (6.3.1996), *Paikkatietotekniikan perusteet*. [Http://www.nls.fi:80/pkt/perusteet/](http://www.nls.fi:80/pkt/perusteet/) (25.2.1997).



Maguire, D., Dangermond, J., Future GIS technology. Teoksessa: Green, D., Rix, D., The AGI Source Book for geographic information systems, United Kingdom, 1995.

Mason, D., Willcocks, L., Systems analysis, system design. Alfred Waller Ltd. Publishers, 1994.

Miller-Jacobs, H. H., Rapid prototyping: An effective technique for system development. Teoksessa: Taking Software Design Seriously (ed. Karat, J.). Academic Press, Inc. USA, 1991, 273-286.

NATURE Team, Defining visions in context: Models, processes and tools for requirements engineering. Information Systems, Vol. 21, No. 6, 1996, 515-547.

Newman, W. M., Lamming, M. G., Interactive system design. Addison-Wesley Publishing Company Inc., University Press, Cambridge, Great Britain, 1995.

Niederman, F., Brancheau, J. C., Wetherbe, J. C., Information systems management issues for the 1990s. MIS Quarterly, December 1991, 475-502.

Nijkamp, P., Scholten, H. J., Spatial information systems: design, modelling, and use in planning. International Journal of Geographic Information Systems, Vol. 7, No. 1, 1993, 85-96.

Nuora, A., Paikkatietojen käyttö kunnissa. Suomen Kuntaliitto, Helsinki 1995.

Pohl, K., Requirements engineering: An overview. Technical Report 96-04, University of Aachen, Germany, 1996.

Pressman, R. S., Software engineering: A practitioner's approach. McGraw-Hill, Inc. USA 1992.

Rudd, J., Stern, K., Isensee, S., Low vs. high prototyping debate. IEEE Interactions, Vol. 3, No. 1, 1996, 76-85.

Rumbaugh, J., Blaha, M., Premerlani, W., Eddy, F., Lorensen, W., Object-oriented modelling and design. Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, USA, 1991.

Sahay, S., Robey, D., Organizational context, social interpretation and the implementation and consequences of geographic information systems. Accounting, Management and Information Technologies, Vol. 6, No. 4, 1996, 255-282.

Shelly, G., Cashman, T., Adamski, J., Adamski, J., Systems analysis and design. Boyd and Frazer Publishing Company, Boston, 1991.

Shia, P., Samuel, J., Gao, J., Kung, D., Formal approach to scenario analysis. IEEE Software, Vol. 11, No. 2, 1994, 33-42.

Simsion, G., Data modelling: Testing the foundations. Database Programming & Design, Vol. 9, No. 2, 1996 50-54.

Sutchliffe, A., A conceptual framework for requirements engineering. International Journal of Requirements Engineering, Vol. 1 No. 1, 1996, 170-189.

Sommerville, I., Software engineering. Addison-Wesley Publishing Company Inc., USA, 1992.

Taggart, W. M., Tharp, M. O., A survey of information requirements analysis techniques. Computing Surveys, Vol. 9, No. 4, 1977, 273-290.

Thoresen, K., Principles in practise: Two cases of situated participatory design. Teoksessa: Participatory Design: Principles and Practises (ed. Schuler, D., Namioka, A.). Lawrence Erlbaum Associates, 1993, 271-287.

Tomlin, D., Geographic information systems and cartographic modelling. Englewood Cliffs, New Jersey, USA, 1990.

Tryfona, N., Hadzilacos, T., Semantic design for geographic applications. C.T.I. Technical Report 93.06.24, Computer Technology Institute, Patras Greek, 1993.

Yourdon, E., Model-driven system development. Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, USA, 1993.

Yourdon, E., Modern structured analysis. Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, USA, 1989.

Valtion Koulutuskeskus, Ryhmätöön käyttö koulutuksessa. Valtion Painatuskeskus, 1981.

Whitten, J., Bentley, L., Barlow, V., System Analysis and Design Methods, Richard D. Irwin, Inc., Boston, 1989.

Woolgar, S., Rethinking requirements analysis: Some implications of recent research into producer-consumer relationship in IT development. Teoksessa: Requirements Engineering: Social and Technical Issues (ed. Jirotko, M., Goguen, J.). Academic Press Limited, 1994, 201-216.

Worboys, M., Hearnshaw, H., Marquire, D., Object-oriented data modelling for spatial databases. International Journal of Geographical Information Systems, Vol. 4, No. 4, 1990, 369-383.

Worrall, L., Bond, D., Geographical information systems, spatial analysis and public policy. Teoksessa: Proceeding of UDMS'94 17th Urban Data Management Symposium, Helsinki-Espoo, Finland. 1994, 167-177.

Zahniser, R. A., Building software in groups. American Programmer, Vol. 3 No. 7/8, 1990.

Zowghi, D., Requirements engineering: Key issues (12.10.1995). [Http://www-comp.mpce.mq.edu.au/~didar/seweb/keyissues.html](http://www-comp.mpce.mq.edu.au/~didar/seweb/keyissues.html) (20.12.1996).

## Esimerkki haastatteluissa käytetyistä skenaarioista

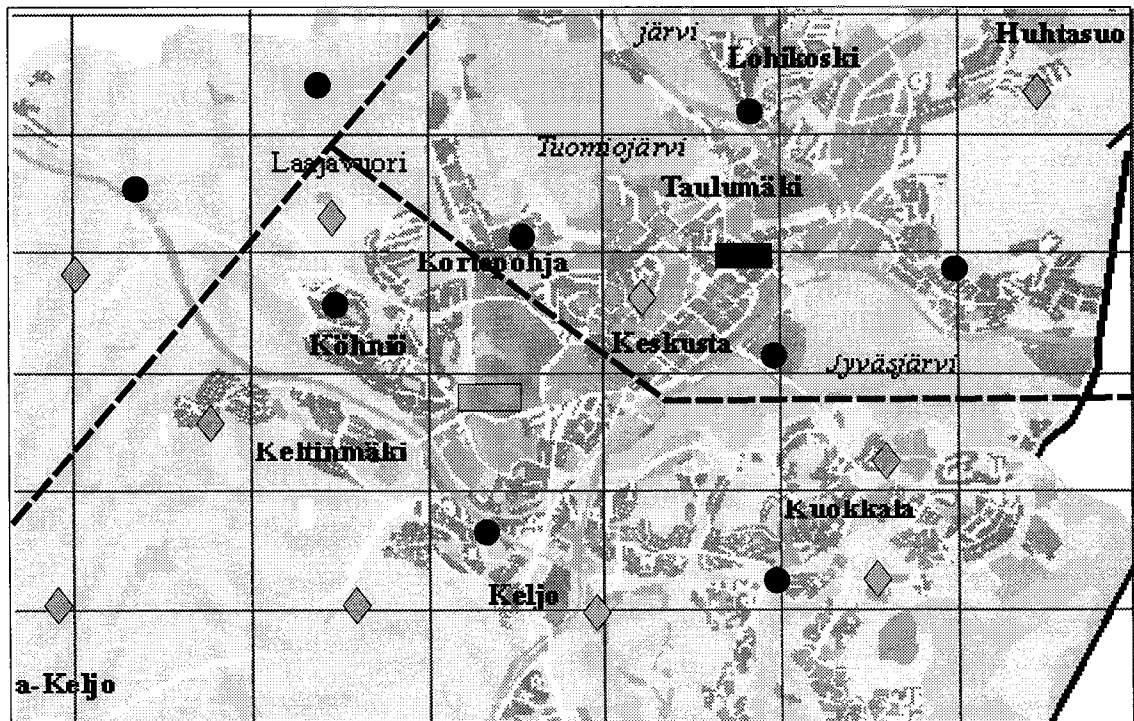
Esimerkkiskenaario kuvaa sosiaali- ja terveyspalvelukeskuksen käyttämän karttaesityksen muodostumista. Skenaarion tarkoituksena on havainnollistaa käyttäjälle kuinka karttaesitys muodostetaan ja miltä se näyttää. Skenaariossa opaskarttapojalla halutaan esittää terveyskeskukset ja niissä käyvät ihmiset sekä hoitopiirijako. Skenaarion muodostamisessa tarvittavat välineet: paperinen opaskartta ja värikyniä.

1. Käyttäjä avaa tarvitsemansa aineistot:

- terveyskeskukset
- ihmiset
- hoitopiirijaon
- opaskartan

2. Käyttäjä valitsee symbolit terveyskeskusten ja ihmisten esittämiseksi.

3. Esitetään aineistot opaskarttapohjalla valituin symbolein.



**Esimerkki käyttäjille välitetystä sanallisesta kuvauksesta. Esimerkkinä Katu- ja puisto-osaston vaatimukset.**

**KARTTAPOHJAT:**

Opaskartta 1:10000, risteyskartat 1:500, bussireittikartta, katukartta

**TIETOKANNAT:**

Onnettomuusrekisteri, osoiterekisteri, TEVE (Paradox), Kuntatietojärjestelmä, Kiinteistorekisteri, Pysäkkirekisteri (MS Access).

**ALUEJAOT:**

- Tilastoaluejaot

**TOIMINNOT:**

- Onnettomuustietojen syöttäminen tietokantaan sijoittamalla onnettomuus suoraan kartalle.
- Onnettomuuksien näyttäminen karttapohjalla (vaihtoehtoina esim. tietyntyypiset onnettomuudet, tietyllä alueella tapahtuneet jne.).
- Bussipysäkkien ja bussireittien näyttäminen karttapohjalla.
- Tietokantakyselyiden tulosten näyttäminen karttapohjalla esim.: väestön määrä tietyn levyisen melupuskurin etäisyydellä tiestä, liikenneväylien kuormitus, kadunvarrella olevien kiinteistöjen esittäminen (kunnossapitovastuut), tietyn reitin varrella olevien pysäkkien hakeminen.
- Alueiden vapaa rajaaminen karttapohjalta esim. kyselyiden pohjaksi.
- Pinta-alojen, kuten katupinta-alan laskeminen.

- Kohteeseen liittyvien tietojen näyttäminen kohdetta osoitettaessa, esim. katuun liittyvät tiedot.
- Teemakarttojen tekeminen esim. liikennemäärät eri väylillä, melunmäärä.

### **ERITYISESTI HUOMIOITAVIA ASIOITA:**

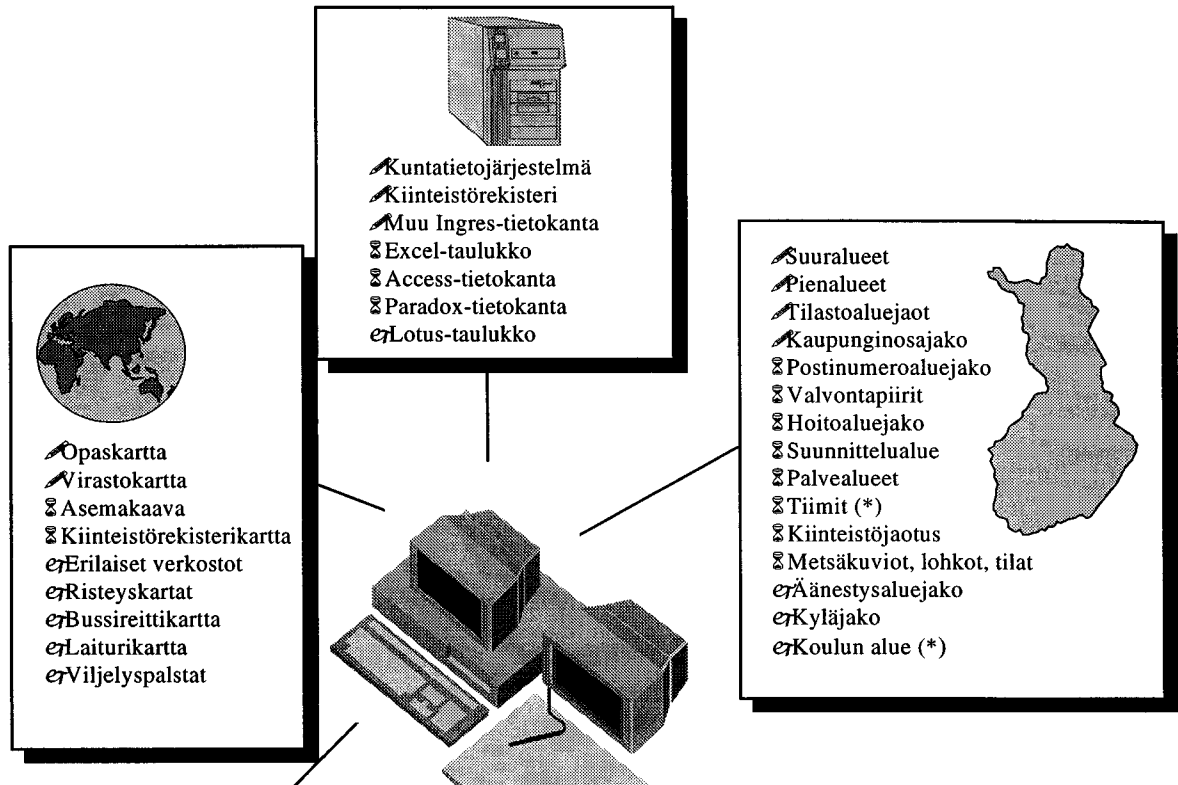
- Miten saadaan tiedot TEVE:sta paikkatietojärjestelmään ja päinvastoin ?  
Kuinka Katupoika-rekisterissä olevat katuun liittyvät tiedot saadaan käsiteltäviksi karttapohjan kautta ?
- Onko mahdollista saada Rikin tietoja numeerisessa muodossa ?
- Tietokantakyselyiden tekeminen ilman SQL-osaamista.

	Ympäristövirasto	Teknisen Palvelukeskuksen asiakaspalvelu	Katu- ja puisto-osasto	Sosiaali- ja terveyspalvelukeskus	Kaavoitus	Tonttosasto	Kouluvirasto	Keskushallinto ja Kuntasuunnittelu	Tilapalvelu
<b>Karttapohjat</b>									
Opaskartta	X	X	X	X	X	X	X	X	
Virastokartta	X			X		X		X	
Asemakaava	X				X				
Kiinteistörekisterikartta						X			
Peruskartta	X					X			
Erilaiset verkostot (vesi, viemari, voimalinjat jne.)	X								
Risteyskartat 1:500, bussireittikartta			X						
Laiturikartta		X							
Viljelyspalstat						X			
Kantakartta		X							
<b>Tietokannat:</b>									
Kuntatietojärjestelmä	X		X	X	X	X	X	X	
KIIRE3-järjestelmä					X	X			X
Muu Ingres-tietokanta	X		X	X			X		
Excel-taulukko	X				X				
Access-tietokanta		X	X						
Paradox-tietokanta			X						
Lotus-taulukko					X				
Tilastokeskuksen aineistot								X	
Taina						X			
Tilapörssi, Wintaku, Nixdorf, Integraph									X
<b>Aluejaot:</b>									
Suuralue				X				X	
Tilastoaluejaot			X	X		X		X	
Pienalueet				X		X			
Kaupunginosajako		X			X			X	
Valvontapiirit	X								
Kiinteistöjaotus						X			
Palvelualueet, tiimit				X					
Metsäkuviot, lohkot, tilat						X			
Postinumeroaluejako					X				
Suunnittelualue					X				
Hoitoaluejako			X						
"Koulun alue"							X		
Kyläjako	X								
Äänestysaluejako					X			X	





## Kaupungin paikkatietojärjestelmä



### KAUPUNGIN PAIKKATIETOJÄRJESTELMÄ

- ✓ Kohteeseen liittyvien tietojen kysely karttapohjalta osoittamalla
- ✓ Kohteen paikantaminen karttapohjalle
- ✓ Tiedon hakeminen jonkin siihen liittyvän ominaisuustiedon perusteella
- ✓ Alueen vapaa rajausta karttapohjalta
- ✓ Teemakarttojen tuottaminen
- ✓ Pinta-alojen, keskiarvojen ja summien laskenta
- ✓ Etäisyyksien mittaaminen
- ✓ Kyselyiden suorittaminen ilman SQL-osaamista
- ✓ Tietokantakyselyiden muotoilu ja tallennus
- ✓ Tiedon syöttäminen karttapohjan kautta
- ✓ Kuvien esittäminen järjestelmässä



- ✓ Vähimmäisvaatimus
- ⊗ Ratkaisevia jonkin käyttäjäryhmän kannalta
- ⇨ Joillekin käyttäjälle käyttökelpoinen aineisto
- (\*) = virallista nimeä ei ole