

Maa-57.290 Fotogrammetrian erikoistyö

**TIESUUNNITTELUSSA KÄYTETTÄVIEN KARTTA- JA
MALLIAINEISTOJEN TUOTTAMINEN**

Erno Puupponen, 45021M

2005

1. JOHDANTO	3
2. TIEHANKKEIDEN SUUNNITTELU JA LÄHTÖTIEDOT.....	4
3. LÄHTÖAINEISTOT JA NIIDEN TUOTTAMINEN ERI SUUNNITELMAVAIHEISSA	7
3.1 KIINTEISTÖTIEDOT	7
3.1.1 Kiinteistö tiedot yleissuunnitelmavaiheessa.....	7
3.1.2 Kiinteistö tiedot tiesuunnitelmavaiheessa	8
3.1.3 Kiinteistö tietojen muoto ja esitystapa	9
3.2 POHJAKARTTA	9
3.2.1 Pohjakartta yleissuunnitelmavaiheessa	10
3.2.2 Pohjakartta tiesuunnitelmavaiheessa.....	12
3.2.3 Pohjakartan muoto ja esitystapa.....	13
3.3 LIKI- JA MAASTOMALLI	15
3.3.1 Yleissuunnitelman likimalli	16
3.3.2 Tarkka maastomalli tie- ja rakennussuunnitteluun.....	17
3.3.3 Maasto- ja likimallin muoto ja esitystapa.....	19
3.4 DIGITAALINEN ILMA- TAI ORTOKUVA.....	21
3.4.1 Ortokuvien tuottaminen.....	22
3.4.2 Ortokuvien muoto ja esitystapa.....	22
4. KARTOITUSPROSESSIN LAADUNVARMISTUS.....	24
4.1 KIINTEISTÖTIE TOJEN LAATUTARKASTUKSET.....	24
4.2 POHJAKARTAN LAATUTARKASTUKSET	24
4.3 MAASTO- JA LIKIMALLIEN LAATUTARKASTUKSET	25
4.3.1 Vertailuprofilien tarkistus	25
4.3.2 Pintatunnusten tarkastus	26
4.3.3 Karkeiden virheiden tarkastus	26
4.3.4 Luokittelun (koodauksen) tarkastus	26
4.3.5 Kolmioituvuuden tarkastus.....	27
4.3.6 Tiealueen poikkileikkausten tarkastus.....	27
4.4 MITTAUS AINEISTON DOKUMENTOINTI JA METATIEDOT	27
5. TUOTANTOPROSESSIN KUVAUS	29
5.1 LÄHTÖAINEISTOT	29
5.2 TUOTANTOPROSESSIN VAIHEET.....	29
5.2.1 Valmistelevat toimet.....	29
5.2.2 Likimallin mittaus ja pohjakartan laatiminen.....	30
5.2.3 Ortokuvamosaiikin tuottaminen	31
5.2.4 Monikulmiopisteistön rakentaminen ja mittaus	31
5.2.5 Tarkan mallin mittaus, kiinteistö tietojen ja kartan päivitys	32
LÄHDELUETTELO.....	33
LIITTEET	34

1. JOHDANTO

Tässä erikoistyössä käsitellään tiesuunnittelussa käytettäviä maastotietoja. Työ keskittyy erityisesti aineistojen tuottamiseen sekä siihen liittyviin prosesseihin. Olemassa olevien valtakunnallisten aineistojen hyödyntäminen on sivuutettu maininnoilla pääpainon ollessa uuteen mittaukseen perustuvissa kartta- ja malliaineistojen tuottamisessa.

Työn tavoitteena on kuvata tiesuunnittelun eri vaiheet ja näiden asettamat vaatimukset maastotiedoille sekä erityisesti kuvata näiden aineistojen tuotantoprosessit, mukaan lukien tuotantomenetelmät ja laadunvarmistuksen menetelmät.

Osana tätä työtä selvitin kyselytutkimuksella fotogrammetrian alalla toimivien henkilöiden käsityksiä liittyen eri malliaineistoista käytettäviin termeihin. Vastausten perusteella käytettävien termien merkityksestä on erilaisia käsityksiä toimijoiden välillä. Yhteenveto saaduista vastauksista on esitetty tämän työn liitteessä 1.

Työssä esitetyt menetelmät eivät suinkaan ole ainoita mahdollisia tapoja tuottaa kyseisiä aineistoja. Ne kaikki pohjautuvat kuitenkin pitkään kokemukseen ja käytännössä toteutettuihin projekteihin.

Kaikki tämän erikoistyön kirjoittamiseen vaikuttaneet hankkeet liittyvät Siton (Suomalainen Insinööritoimisto Oy) paikkatieto-osaston tekemiin fotogrammetrisiin mallinnushankkeisiin.

2. TIEHANKKEIDEN SUUNNITTELU JA LÄHTÖTIEDOT

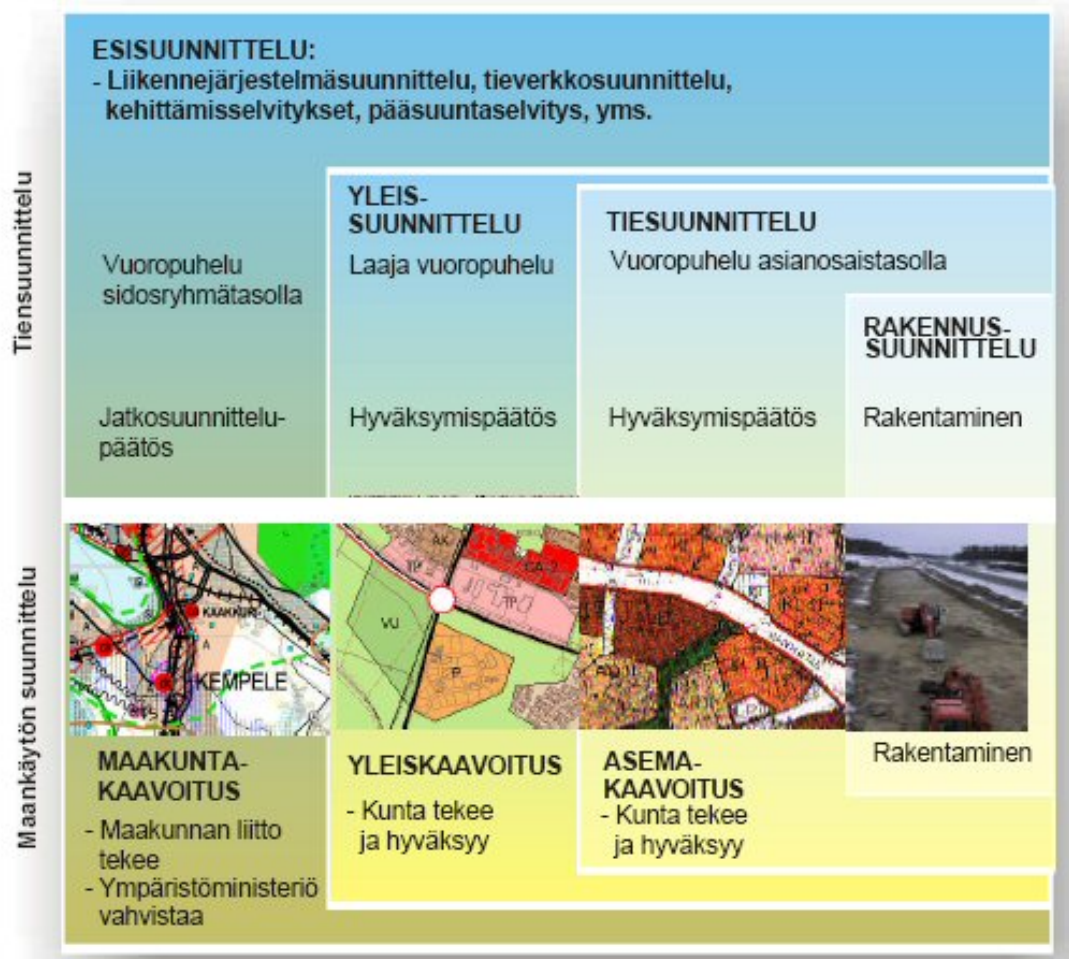
Varsinainen tienpidon suunnittelu on jatkuvassa vuorovaikutussuhteessa muiden liikennemuotojen, maankäytön ja alueellisen suunnittelun sekä yhteiskunnan taloudellisen suunnittelun kanssa. Tienpidon suunnittelu voidaan jakaa vaiheittain strategiseen suunnitteluun, toiminta- ja taloussuunnitteluun, tiehankkeiden suunnitteluun sekä vaikutusten arviointiin. Tässä työssä keskitytään tiehankkeiden suunnitteluun ja siinä käytettäviin maastotietoihin. Tiehankkeiden suunnittelu jaetaan neljään vaiheeseen, jotka ovat (Tiehallinto 2005):

- Esisuunnitelma
 - o Kehittämisselvitys tai –suunnitelma
 - o Tilavaraussuunnitelma
 - o Tarveselvitys
 - o Toimenpideselvitys
- Yleissuunnitelma
- Tiesuunnitelma
- Rakennussuunnitelma

Suunniteltaessa uutta tietä tai olemassa olevan tien uutta linjaamista on suunnittelun perustuttava maankäyttö- ja rakennuslain mukaiseen kaavaan. Tiesuunnittelun vaiheet liittyvät maankäytön suunnitteluun seuraavasti (Tiehallinto 2002a):

- Esisuunnittelussa tutkitaan tiehankkeiden tarvetta ja ajoitusta maakuntakaavan sekä yleiskaavan likimääräisellä tarkkuustasolla
- Yleissuunnittelu vastaa yleiskaavatasoista tai asemakaavatasoista maankäytön suunnittelua. Siinä määritellään tien paikka ja tilantarve sekä suhde ympäröivään maankäyttöön
- Tiesuunnittelu on yksityiskohtaista suunnittelua ja vastaa asemakaavan tarkkuutta
- Rakennussuunnittelu liittyy hankkeen toteuttamiseen ja tehdään vasta sitten, kun hankkeelle on olemassa rahoitus

Kuvassa 1 on esitetty tiensuunnittelun vaiheet ja peilattu niitä kaavoituksen eri vaiheisiin.



Kuva 1. Tien suunnittelun vaiheet (Tiehallinto 2002a).

Pienissä tiehankkeissa suunnittelu- ja päätöksentekovaiheita voidaan yhdistää (Tiehallinto 2005).

Eriasteiset suunnitelmat asettavat omat vaatimuksensa myös suunnittelun pohjana käytettäville maastotiedoille. Tyypillisesti maastotietojen tarpeen alueellinen laajuus pienenee, mutta tarkkuusvaatimukset kasvavat suunnitteluvaiheiden tarkentuessa.

Tässä erikoistyössä on kuvattu tiesuunnitteluun kuuluvista maastotiedoista perinteisten kartta-aineistojen tuottaminen. Tällaisia aineistoja ovat kiinteistötiedot, pohjakartat, liki- ja maastomallit sekä ilmakuvamosaiikit. Sen sijaan muiden suunnittelun kannalta

olennaisten tietojen, kuten runkopisteiden, pohjatutkimusten ja muiden maaperätietojen tuottamista ei ole käsitelty. Samoin valtakunnallisten kartta- ja paikkatietoaineistojen hyödyntäminen suunnittelun osana on rajattu kattamaan ainoastaan niiden hyödyntämisen edellä mainittujen suurikaavaisten aineistojen osana.

Hyvät ja ajan tasalla olevat maastotiedot ovat edellytys hyvän suunnitelman tekemiselle. Maastotiedoissa olevat virheet aiheuttavat virheellisiä suunnitteluratkaisuja, jotka taas aiheuttavat ongelmia hankkeen toteutusvaiheessa (Tiehallinto 2002b).

Hankkeiden toteutusaikataulut ovat viime vuosina lyhentyneet merkittävästi, joka on aiheuttanut osaltaan paineita myös suunnitteluaikeisiin. Suunnitteluprosessin sujuvan etenemisen kannalta on tärkeää, että eri suunnitteluvaiheissa tapahtuva maastotietojen hankinta on koordinoitua, jotta vältetään päällekkäiseltä työltä (Tiehallinto 2002b).

Olellaisena osana suunnittelun lähtötietoina käytettävien maastotietojen hankinnassa ja tuottamisessa tulee huomioida laadunvarmistus. Laadunvarmistuksen tulee kattaa sekä varsinainen aineistojen tuotanto että alkuperäisen laadun säilyminen koko tietojen hyödyntämisen ajan. Tässä työssä on esitetty konkreettisia toimintamalleja laadunvarmistuksen menettelyihin käytännön projekteissa. Laadunvarmistuksen kuvaus on jaettu aineiston tuottajalta lähtevän lopputuotteen kontrolliin ja tuotantoprosessin kriittisiin kohtiin ja toisaalta aineistoihin liitettävien metatietojen vaatimuksiin. Suunnitteluhankkeissa käytettävien lähtöaineistojen laadunvarmistuksen eräs haaste on säilyttää aineiston laatu koko sen elinkaaren ajan. Tällä tarkoitetaan sitä, että aineistoihin liittyvä metatieto sekä itse aineiston ”tekniset ominaisuudet” säilyvät myös kaikilla loppukäyttäjillä.

3. LÄHTÖAINEISTOT JA NIIDEN TUOTTAMINEN ERI SUUNNITELMAVAIHEISSA

Kappaleessa on kuvattu tässä erikoistyössä käsitellyt maastotiedot, niille asetettavat edellä mainittujen tiesuunnittelun vaiheiden mukaiset vaatimukset sekä yleisimmin käytetyt tuotantomenetelmät niiden tuottamiseksi.

Esisuunnitelmia on olemassa nimeltään ja sisällöltään erilaisia, sillä sitä tarvitaan erilaisiin tarkoituksiin. Tästä johtuen selvää määritelmää esisuunnitelmissa käytettäville lähtöaineistoille ei ole olemassa, vaan ne määräytyvät hyvin tapauskohtaisesti. Suunnittelun lähtökohtia ovat toteutunut maankäyttö sekä nykyiset tie- ja liikenneolosuhteet (Tiehallinto 2002a). Lähtöaineistojen osalta ratkaisevaa on usein se mitä aineistoja suunnittelualueelta on jo olemassa. Tässä vaiheessa harvoin kuitenkaan tuotetaan uutta maastotietoa fotogrammetrisella mittauksella. Tyypillisiä tässä vaiheessa käytettäviä aineistoja ovat valtakunnalliset kartta- ja maastomalliaineistot, esimerkiksi PerusCD, maastotietokanta, Maanmittauslaitoksen 25 m:n korkeusmalli sekä muut pienempikaavaiset, yleensä 1:50 000 – 1:200 000 mittakaavaiset valtakunnalliset karttatietokannat. Usein käytetään myös, mikäli mahdollista, kuntien olemassa olevia kantakartta-aineistoja. Tästä johtuen esisuunnitelmavaiheen aineistojen tuottamiseen ei paneuduta tässä työssä sen enempään. Useat myöhemmin esiteltävät laadunvarmistuksen keinot ovat kuitenkin soveltaen käytettävissä myös näiden aineistojen osalta.

3.1 Kiinteistötiedot

Tiesuunnittelussa käytettävät kiinteistötiedot voidaan jakaa kahteen osaan. Nämä osat ovat kiinteistöjaotus sekä kiinteistöjen omistajatiedot. Nämä muodostavat olennaisen osan suunnittelun lähtöaineistoa.

3.1.1 Kiinteistötiedot yleissuunnitelmavaiheessa

Yleissuunnitelmavaiheessa kiinteistöjaotuksella ja omistajatiedoilla on merkitystä erityisesti suunnitteluhankkeen aikana tapahtuvan vuoropuhelun kannalta. Tässä

vaiheessa ei kuitenkaan tarvita vielä sijaintitarkkoja kiinteistötietoja, vaan kiinteistöjaotuksen ja omistajien selvittäminen riittää (Tiehallinto 2002b).

Kiinteistöjaotus hankitaan tässä yhteydessä pelkästään olemassa olevista rekistereistä ja arkistoista (Tiehallinto 2002b), tyypillisesti joko Maanmittauslaitoksen JAKO-tietojärjestelmästä tai asianosaisen kunnan järjestelmästä. Rajamerkit eivät ole välttämättömiä tässä vaiheessa ja yleinen käytäntö näiden hankinnan suhteen vaihtelee. Myös omistajatiedot hankitaan tässä yhteydessä yleensä suoraan Maanmittauslaitoksen tietojärjestelmästä. Aineiston hankinnan suorittaa useimmiten muusta maastotietojen tuottamisesta vastaava konsultti.

Maanmittauslaitos toimittaa kiinteistörekisterikartan normaalisti jossakin yleisesti käytössä olevassa tiedostomuodossa. Tyypillisiä formaatteja tämän tiedon toimittamiseen ovat fingis, maagis / xl, MapInfo mif/mid ja Esri Shape. Omistajatiedot toimitetaan yleensä excel muotoisena taulukkona.

Kiinteistöjaotustiedot viedään numeerisessa muodossa suunnittelussa käytettävään ohjelmistoon (Tiehallinto 2002b). Samoin kiinteistöjaotus esitetään suunnittelun pohjakartoilla. Omistajatietojen osalta tyydytään useimmiten pelkkään listaukseen, mutta pikkuhiljaa on alettu oppia myös niiden hyödyntäminen paikkatietoaineistona, jolloin omistajatiedot linkitetään muihin kartta-aineistoihin ja ne ovat hyödynnettävissä myös numeerisessa muodossa suoraan oikeassa sijainnissaan.

3.1.2 Kiinteistötiedot tiesuunnitelmavaiheessa

Kiinteistötiedot ovat lakisääteinen osa tiesuunnitelman maastotietoa. Ne tarvitaan tiealueen lunastamiseksi. Tässä vaiheessa tarvitaan sijaintitarkat rajatiedot siltä alueelta, mikä tulee lunastettavaksi tiealueeksi. Tällöin myös epäselvät rajat käydään tai selvitetään maastossa ja rajamerkkien paikat määritetään suunnitteluhankkeen koordinaatistossa. Tarkkojen rajatietojen perusteella voidaan lunastettava tiealue määrittellä lopulliseen paikkaansa jo suunnitteluvaiheessa. Kiinteistötiedot ja suunnitteluvaiheessa laskettu tiealueen rajaus siirretään numeerisessa muodossa Maanmittauslaitoksen käyttöön hankkeen tietoitusta varten (Tiehallinto 2002b).

Tiesuunnitelmavaiheessa suoritetaan tarkempi rajamerkkien kartoitus niiden rajojen osalta, jotka vaikuttavat lunastettavan tiealueen laskentaan ja joista ei ole riittävän tarkkaa sijaintitietoa valmiina olemassa. Rajamerkkien kartoitus tapahtuu yleensä tiesuunnittelun pohjakartan tai maastomallin laatimisen yhteydessä (Tiehallinto 2002b). Käytettävä mittausmenetelmä on yleensä rajamerkkien signalointiin perustuva fotogrammetrinen mittaus tai maastomittaus gps- tai takymetrilaitteistoa käyttäen.

Tiealueen laskenta sisältyy yleensä tiesuunnitelmaan, mutta se voidaan tehdä myös erillisenä työvaiheena ennen rakentamisen aloittamista, mikäli hankkeen toteutus on epävarma. Lunastettavan tiealueen rajaamiseksi täytyy käytössä olla yksikäsitteiset ja tarkat numeeriset kiinteistötiedot (Tiehallinto 2002b).

Rajamerkkien kartoituksella määritetään tarkat koordinaatit kaikille maastosta löytyville rajamerkeille. Epäselvien ja kadonneiden merkkien osalta määritetään rajojen tarkat sijainnit joko rajankäynnillä tai rajaselvityksellä. Tämä työ on osittain Maanmittauslaitoksen suorittamaa viranomaistyötä (Tiehallinto 2002b).

3.1.3 Kiinteistötietojen muoto ja esitystapa

Kiinteistöjaotus tulee siirtää numeerisessa muodossa suunnittelujärjestelmissä hyödynnettäväksi. Yleisimmin käytetty siirtomuoto näiden osalta on ascii-muotoinen fmgis-siirtotiedosto, jota useimmat suunnitteluohjelmistot osaavat lukea.

Suunnittelujärjestelmän lisäksi kiinteistöjaotus esitetään omana elementtinä tai osana seuraavassa kappaleessa kuvattavaa suunnittelun pohjakartta. Tämän osalta kiinteistöjaotuksen esitysmuoto vastaa pohjakartan muotoa ja on kuvattu kappaleessa 3.2.3.

3.2 Pohjakartta

Hankekohtainen pohjakartta tehdään joko yleissuunnitelma- tai tiesuunnitelmavaiheessa. Taajamassa tapahtuvissa suunnitteluhankkeissa pohjakarttana voidaan käyttää myös kunnan olemassa olevaa kantakarttaa. Mikäli olemassa oleva

kartta on hyvälaatuinen, mutta ei ole ajan tasalla, voidaan tämä ajantasaistaa (Tiehallinto 2002b).

Tuotettavan pohjakartan mittakaava määräytyy hankkeen luonteen mukaisesti. Maaseudulla ja haja-asutusalueilla käytetään tyypillisesti 1:2000 mittakaavaista pohjakarttaa, taajamassa kartta tuotetaan joko 1:2000, 1:1000 tai 1:500 mittakaavaan (Tiehallinto 2002b). Toki numeerinen vektorimuotoinen aineisto mahdollistaa myös muissa mittakaavoissa tapahtuvan tulostuksen.

Tuotettavan pohjakartan leveys vaihtelee hankekohtaisesti. Yleisesti olemassa olevien teiden parannushankkeissa käytetään n. 400 metriä leveää kartoitusta (200 metriä molemmille puolille nykyisestä tiestä). Uusien tieyhteyksien suunnittelussa kartoitus saattaa olla leveämpi, sillä näissä tielinjaus saattaa vielä siirtyä suunnitteluprosessin edetessä. Yleisenä huomiona voidaan todeta, että kartan laajentaminen myöhemmin on huomattavasti hankalampaa ja kalliimpaa kuin riittävien alueiden kartoittaminen samalla kertaa.

3.2.1 Pohjakartta yleissuunnitelmavaiheessa

Yleissuunnitelmavaiheessa toteutettava uudiskartoitus pohjakartan laatimiseksi tehdään yleensä ilmakuvauksiin perustuvana stereokartoituksena. Pienissä hankkeissa, joissa suunniteltava alue on pinta-alaltaan hyvin pieni, voidaan käyttää myös maastomittausta pohjakartan tuottamiseen. Uutena vaihtoehtona pohjakartan tuottamiselle on viime aikoina joissakin tapauksissa käytetty tapa tehdä kartta kuvaruutudigitointina laserkeilauksen yhteydessä tuotetuilta ortokuvilta.

Pohjakartta laaditaan useimmiten samanaikaisesti kappaleessa 3.3.1 kuvatun yleissuunnittelussa käytettävän yleispiirteisen maastomallin, eli likimallin kanssa.

Viime vuosina fotogrammetrisesti tuotettavat pohjakartat on yleissuunnitelmavaiheessa tuotettu yhä useammin käyttäen Maanmittauslaitoksen olemassa olevia ilmakuvaineistoja. Eniten näistä on käytetty ns. ortokuvausta, eli 21 cm:n optiikalla 3400 m:n korkeudelta kuvattua 1:16 000 mittakaavaista ilmakuvausta. Nämä ovat hyvin suurelta

osin syrjäyttäneet aiemmin paljon käytetyt erilliset kartoitukseen ja likimallin muodostamiseen käytetyt ilmakuvaukset.

Ilmakolmioinnilla tarkoitetaan kuvajoukon ulkoisten orientointien ratkaisemista stereokartoituksen ja ortokuvien tuottamisen tarpeisiin. Kolmioinnilla on erityinen merkitys geometrialtaan yhtenäisen ja tasalaatuisen kartta-aineiston tuottamisessa. Kolmioduista kuvista tulkitut stereomallit liittyvät saumattomasti toisiinsa (Fotogrammetrinen kartoitus 2004). Maanmittauslaitoksen ilmakuvauksia käytettäessä kuvien orientointiin voidaan käyttää olemassa olevien ilmakolmiointien tuloksia tai vaihtoehtoisesti näitä voidaan parantaa käyttämällä joitakin lisätukipisteitä joko suoraan mallien orientoinnissa tai laskemalla blokkitasoitus uudelleen. Toistaiseksi kokemukset Maanmittauslaitoksen valmiiden kolmiointien hyödyntämisestä perustuvat hyvin pitkälle vanhoihin analyyttisillä stereokojeilla tehtyihin kolmiointeihin. Kokemuksia digitaalisten blokkien hyödyntämisestä tiesuunnittelun lähtötietojen hankkimisessa ei vielä juurikaan ole. Tehtyjen hankkeiden perusteella Maanmittauslaitoksen valmiiden kolmiointien tuloksena saatujen liitospisteiden koordinaatit ovat varsin hyvin käyttökelpoisia tasokoordinaattien osalta. Sen sijaan korkeuksissa on havaittu joissakin hankkeissa varsin merkittäviäkin virheitä. Tästä johtuen hankkeissa pyritään usein parantamaan korkeustarkkuutta mittaamalla suunnittelun kannalta oleelliselle alueelle lisää korkeustukipisteitä luonnollisiin kohteisiin, joita hyödynnetään joko sellaisenaan stereomallien orientoinnissa tai vaihtoehtoisesti suorittamalla uusi ilmakolmiointi käytettävillä kuvilla. Uusi kolmiointi on hyödyllinen myös silloin, kun hankkeen mittauksessa käytetään eri kuvausten kuvia. Näin saadaan varmistettua käytettävän blokin homogeenisuus mitattavalla alueella.

Luonnollisten korkeustukipisteiden käyttöä voi suositella kohteissa, joissa lähtöpisteistö on harva, koska korkeustukipisteillä voidaan blokin deformatumista estää parhaiten. Valitsemalla uudet korkeustukipisteet maaston tasaisille alueille, ovat havainnot tarkkoja z-koordinaatin osalta ja identifioinnin epätarkkuus vaikuttaa ainoastaan x- ja y-koordinaatteihin. Hyviä kohteita korkeustukipisteille ovat maaston lakipisteet, tasaiset niityt ja teiden risteysalueet (Fotogrammetrinen kartoitus). Näistä viimeksi mainitut ovat eniten käytettyjä tiesuunnitteluun liittyvissä kartoituksissa.

Pohjakartoitus tehdään usein samanaikaisesti likimallin muodostamisen kanssa. Ilmakuvamittaukseen perustuvassa kartoituksessa tämä tarkoittaa sitä, stereomalleilta mitataan yhdellä mittauskerralla sekä pohjakarttaan että likimalliin kuuluvat kohteet. Pohjakartalla kuvattavien kohteiden määrittelyä käytetään yleensä Maanmittauslaitoksen julkaisua ”Kaavan Pohjakartta 1997”. Stereomittauksessa mitataan siinä esitettävät karttakohteet lukuun ottamatta korkeuskäyriä, jotka yleensä interpoloidaan malliaineistosta. Samanaikaisesti mitattavien kartta- ja mallikohteiden hyödyntäminen toisistaan poikkeavissa lopputuotteissa asettaa erityisiä vaatimuksia kohteiden luokittelulle jo tiedonkeruuvaiheessa.

Käytettäessä pohjakartan tuottamiseen laserkeilausta ja sen yhteydessä muodostettavaa digitaalista ortokuvaa, suoritetaan vektorimuotoisten karttakohteiden digitointi kuvaruutudigitointina. Esitettävät kohteet digitoidaan ja luokitellaan ortokuvilta periaatteessa samalla tavoin kuin stereomittauksessa stereomalleilta. Erona on, että kohteiden korkeudet saadaan laserkeilauksella muodostetusta pintamallista, jos karttakohteilla halutaan korkeudet esittää. Korkeuskäyrät saadaan niin ikään pintamallista interpoloimalla, samalla tavoin kuin stereomittauksenkin yhteydessä. Etenkin keilausaineistosta tuotettujen korkeuskäyrien kartografiseen ulkoasuun tulee kiinnittää huomiota ja käyttää asianmukaisia pehmennysalgoritmeja. Kohteiden monipuolisen hyödyntämisen luokittelulle asettamat erityisvaatimukset ovat vastaavat kuin stereodigitoinnin yhteydessä.

Yleissuunnitelmavaiheessa pohjakarttaa ei yleensä täydennetä maastomittauksilla peitteisyyden takia mittaamatta jääneillä alueilla. Stereomittauksessa nämä alueet kuitenkin merkitään kartoille katvealueina ja niiden sisällä olevat epävarmat kohteet luokitellaan varmoista kohteista eroavasti. Mikäli katvealueita jää suunnittelun kannalta erittäin kriittisiin paikkoihin, voidaan myös tässä vaiheessa joutua turvautumaan maastomittauksiin karttojen täydentämiseksi.

3.2.2 Pohjakartta tiesuunnitelmavaiheessa

Tiesuunnitelmavaiheessa ei yleensä tuoteta kokonaan uutta pohjakarttaa, mikäli yleissuunnitelmavaiheessa tuotettu kartta on ajantasainen ja luotettava. Merkittävien

päivitys tiesuunnitelman maastotiedoissa koskee kiinteistörajoja ja likimallin täydentämistä tarkaksi maastomalliksi. Pohjakartan osalta päivitetään kartta joissakin tapauksissa sijainniltaan tarkennetun linjauksen kohdalta maastomallin tarkennuksessa saatavilla tiedoilla. Tämä ei kuitenkaan ole aina välttämätöntä.

3.2.3 Pohjakartan muoto ja esitystapa

Pohjakartta palvelee sekä suunnitelmien laatimista että niiden esittämistä. Lähtökohtana karttatietojen osalta on kuitenkin se, että ne ovat aina loppukäyttäjän eli suunnittelijan kannalta stabiileja lähtötietoja, joiden tietosisältöön ei tehdä muutoksia. Tämän vaikutus suhteessa perinteiseen kunnan tai kaupungin kantakartan tuottamiseen näkyy ennen kaikkea siinä, että pohjakartan luokittelun tulee olla huomattavasti yksinkertaisempi. Yksinkertaisimmillaan pohjakartta voidaan esittää jopa rasterikuvana tai vektoritietona yhdellä tasolla ja värillä. Tämä riittää yleensä suunnitelmien esityspohjina toimiviin karttoihin. Koska suunnittelijat käyttävät karttoja myös varsinaisen suunnitteluprosessin tukena, on kartoilla suotavaa olla myös jonkinlainen kohdeluokitus.

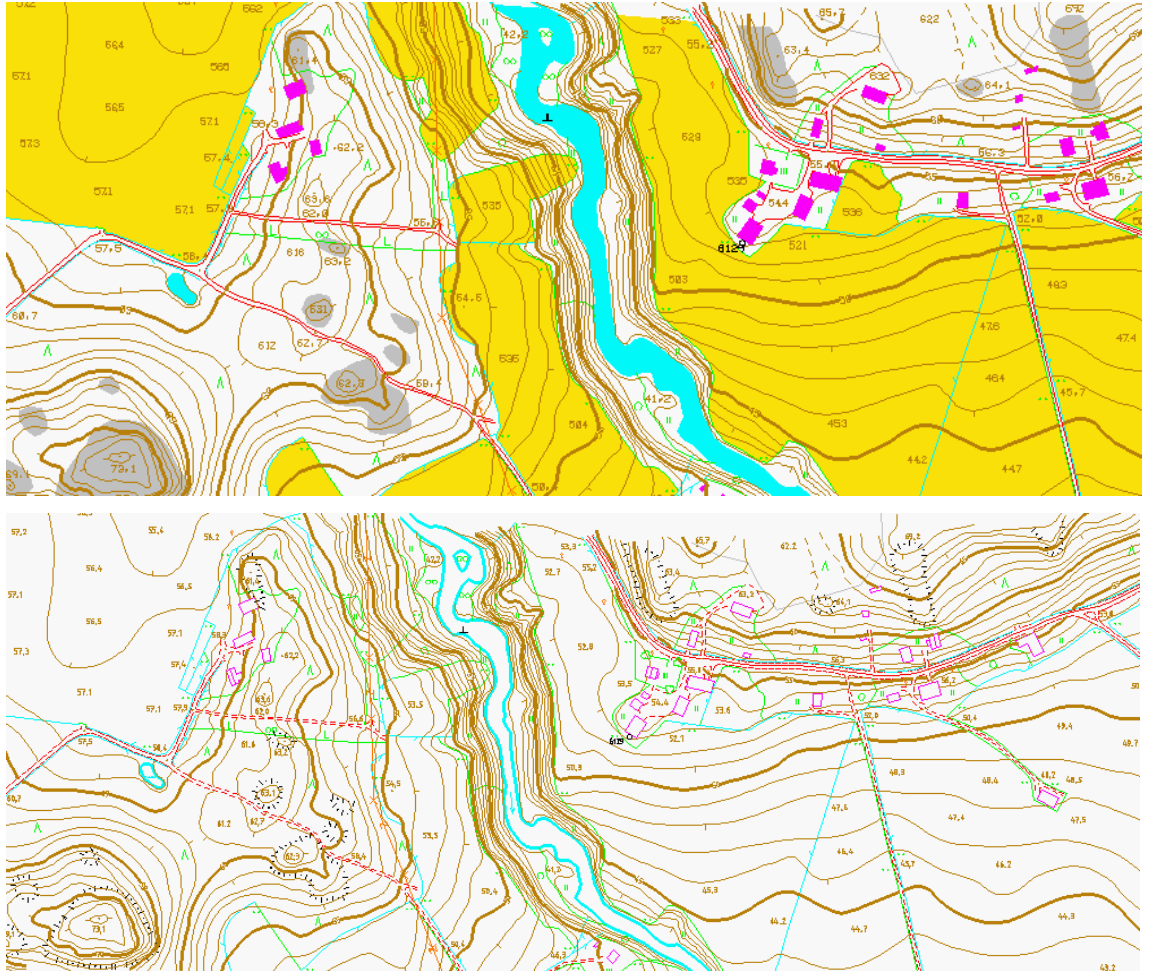
Tiehallinnolla, joka tiehankkeissa yleensä toimii varsinaisena kartoitusprojektin tilaajana, ei ole olemassa pohjakarttojen osalta ohjeistusta samalla tavoin kuin suunnitteluprosessin kannalta tärkeämmän elementin, eli maastomallin osalta. Tästä johtuen eri kartan tuottajilla ja niiden käyttäjillä on olemassa erilaisia käytäntöjä ja toiveita pohjakarttojen luokittelun suhteen. Liitteessä 2 on esitetty Siton paikkatieto-osaston käyttämä karttojen luokittelu. Se on muotoutunut nykyiseen muotoonsa useiden hankkeiden ja suunnittelijoiden kanssa käydyin tiiviin yhteistyön tuloksena.

Kartan tuottajan kannalta tiesuunnitteluhankkeet poikkeavat usein perinteisestä kantakartan laatimisesta myös siinä, että tuotteen loppukäyttäjä ja heidän käyttämänsä ohjelmistoympäristö ei ole vielä kartantuotanto vaiheessa selvillä. Kartoitukset tehdään monasti ennen varsinaisen suunnittelijan valintaa, toki yhä useammin myös lähtöaineistojen hankinta ja tuottaminen on nivottu yhteen kokonaisuuteen hankkeen varsinaisen suunnittelun kanssa. Joissakin hankkeissa myös varsinaista suunnittelua tehdään useiden eri suunnittelutoimistojen välillä, jolloin karttojen tuotannossa tulee huomioida näiden järjestelmien eroavaisuudet ja niiden asettamat vaatimukset

lopputuotteille. Usein kartat tuotetaan valmiiksi useaan eri tiedostomuotoon, jotta kaikki yleisimmin käytössä olevat suunnittelujärjestelmät pystyvät niitä vaikeuksitta hyödyntämään.

Yleisimmin käytetyt tiedostomuodot pohjakarttojen osalta ovat MicroStationin dgn ja Autocadin dwg tai dxf, jotka molemmat ovat cad-ohjelmien kuvatiedostoja. Kuvatiedostoja käytettäessä ei yleensä lähtökohtaisesti käytetä näiden ohjelmien päällä toimivien sovellusten lisäominaisuuksia esimerkiksi luokittelun suhteen, vaan aineistojen tulee olla käytettävissä ohjelmistojen perusversioilla. Näissä tapauksissa karttojen luokittelu perustuu yleensä cad-ohjelmien käyttämän tasojaon hyödyntämiseen. Tähän pohjautuu myös liitteessä 2 esitetty esimerkki. Joissakin tapauksissa, etenkin jos aineistoa hyödyntävä suunnittelija on tiedossa jo karttaa laadittaessa, voidaan kartta toimittaa joko tiettyyn suunnittelusovellukseen räätälöidyssä muodossa tai jossakin yleisesti käytetyssä ascii-formaatissa jota kyseinen sovellus osaa hyödyntää. Karttojen osalta eniten käytetty ascii-formaatti on fingis. Karttojen osalta toinen paljon käytetty tapa siirtää tietoa on käyttää rasteritiedostoja, kuten tif, rle, cit tai muu vastaava. Näitä käytettäessä kartta-aineistoihin tulee aina liittää koordinaattitieto formaattiin kuuluvassa tiedostomuodossa. Rasterikuvien etuna on se, että kuvaustekniikka säilyy riippumatta käytettävästä ohjelmistosta. Heikkoutena taas voidaan pitää sitä, ettei kuvalta ole poistettavissa mitään elementtejä eikä mitään voidaan korostaa. Samoin karttojen hyödyntäminen eri mittakaavoissa on hankalampaa rasterikuvien osalta. Myös tulostus saattaa aiheuttaa etenkin suurten alueiden yhteydessä ongelmia rasterimuotoisia karttoja käytettäessä. Yleisenä huomiona tiedostomuotoihin liittyen voidaan sanoa, että mielipiteet ja toiveet karttojen tiedostomuotojen suhteen ovat hyvin subjektiivisia ja riippuvat paljolti käytettävästä ohjelmistosta ja käyttäjän omista kokemuksista.

Pohjakarttojen esitysmuodossa esiintyy vaihtelevaa käytäntöä aluemaisten kohteiden esittämisessä. Perinteisen viivapiirroksen rinnalle on noussut myös esitystapa, jossa aluemaisten kohteet esitetään väripintoina. Kuvassa 2 on esitetty esimerkki pohjakartasta samalta alueelta käyttäen näitä vaihtoehtoisia karttojen esitystapoja.



Kuva 2. Suunnittelun pohjakartta värillisillä aluetäytöillä sekä viivaesityksenä.

Graafiset tulosteet pohjakartoista tehdään yleensä lähinnä kartoitushankkeen tarkastamista palvelevaksi sekä suunnittelun alkuvaiheen tueksi.

3.3 Liki- ja maastomalli

Numeerinen maastomalli muodostaa perustan ATK-avusteiselle suunnittelulle. Sitä tarvitaan sekä vaaka- että pystygeometrian suunnitteluun, tierakenteen mallintamiseen, kuivatuksen suunnitteluun, tilavuuslaskentoihin sekä lunastettavan teialueen suunnitteluun (Tiehallinto 2002b).

Tie- ja rakennussuunnitteluvaiheessa tarvitaan tarkkaa maastomallia, jolla voidaan suunnitella lopulliset rakenteet ja jota käytetään myös rakentamisvaiheessa urakoiden

määrälaskentoihin (Tiehallinto 2002b). Sen sijaan yleissuunnitelmavaiheessa riittää yleispiirteisempi maastomalli, josta käytetään nykyisin usein nimitystä likimalli.

3.3.1 Yleissuunnitelman likimalli

Yleissuunnittelussa tarvitaan alueelta maastomallia, mutta mallin tarkkuudelle ei ole asetettu yhtä tiukkoja vaatimuksia kuin tie- ja rakennussuunnitteluvaiheessa. Koska nykyisin mallien luokittelu ja muoto vastaavat hyvin paljon toisiaan, eikä lähtöaineistojen hallinta ole aina täysin koordinoitua, on tästä yleissuunnitelmavaiheen aineistosta alettu käyttää termiä likimalli, jotta se paremmin erottuu varsinaisesta maastomallista. Likimallin ja maastomallin ero liittyy siis käytännössä ainoastaan niiden tuottamisessa käytetyn menetelmän tarkkuuteen ja tiettyjen yksityiskohtien kuvaamiseen formaatin ja luokittelun pysyessä samana. Tämä mahdollistaa myös likimalliaineistojen hyödyntämisen myös myöhemmissä suunnitteluvaiheissa korvaamalla osa siitä tarkemmalla aineistolla.

Likimallin tuottamista kuvattiin jo aiemmin yleissuunnittelun pohjakartan tuottamista kuvaavassa kappaleessa. Likimalli tuotetaan usein samanaikaisesti pohjakartan kanssa. Yleisimmin käytetyt tuotantomenetelmät ovat stereomittaus ilmakuvilta sekä enenevässä määrin myös laserkeilaus.

Stereokartoitukseen perustuva likimallien tuottaminen pohjautuu nykyisin yhä useammin Maanmittauslaitoksen olemassa oleviin ilmakuviin. Koska näitä kuvauksia on saatavilla lähes kaikkialta Suomesta, on ilmakuville tyypillinen riippuvuus vuodenajasta saatu eliminoitua. Samalla luonnollisesti tuotantokustannukset ovat tippuneet oleellisesti erillisen ilmakuviin jäädessä pois.

Likimallin mittauksessa noudatetaan tyypillisesti soveltaen Tielaitoksen ohjetta ”Maastomallimittaukset”. Likimallimittauksessa kuvataan maaston muodot käyttäen hajapisteitä ja taiteviivoja. Kohteet luokitellaan käyttäen ohjeen mukaista standardia maastomallin maastopistetiedolle. Sen mukaisesti luokittelu sisältää kohdekoodit ja pintatunnuksen, joka ilmoittaa mihin maastomallin pintaan piste kuuluu. Pintatunnuksilla kuvattavat pinnat ovat maanpinta (1), kalliopinta (2), maalajipinnat (3-

8) ja ei-maastomallin pinta, eli rakenne-/karttapinta (9) (Tielaitos 1994). Pintatunnuksella 9 kuvataan siis paitsi rakenteita, myös kartan kannalta oleellisia kohteita, joiden korkeustarkkuutta ei voida varmuudella määrittää.

Likimallimittauksessa ei tyypillisesti tehdä lainkaan maastomittauksia peitteisten alueiden täydentämiseksi. Peitteisyyden takia mittaamatta jääneet alueet tulee kuitenkin rajata ja dokumentoida. Peitteisille alueille pyritään mittaamaan mahdollisuuksien mukaan kohteita, jotka ovat havaittavissa. Tässä mittauksessa tulee tarkasti erotella käytetäänkö ns. pakkomittausta, jossa katveisiin mitataan epävarmoja kohteita, vai mitataanko ainoastaan katvealueilla näkyviä varmoja kohteita.

Laserkeilaukseen perustuvassa likimallin tuottamisessa kuvataan kohdealue tyypillisesti korkeammalta kuin tarkan maastomallin yhteydessä. Myös tässä yhteydessä voidaan ortokuvilta mitata luokiteltuja taiteviivoja kuvaruutudigitointina. Ortokuvilta perustuva taiteviivojen mittaus eroaa stereomittauksesta siinä, että ortokuvilta saadaan digitoitua ainoastaan kohteet, joissa tekstuuri muuttuu olennaisesti. Näin ollen luonnollisia taiteviivoja ei tällä menetelmällä ole mahdollista mitata. Laserkeilauksella muodostetusta pistepilvestä saadaan myös suodattamalla tuotettua esimerkiksi maanpintaa kuvaava pisteaineisto. Joissakin tapauksissa likimallina voidaan käyttää myös tätä pelkkää pisteaineistoa.

3.3.2 Tarkka maastomalli tie- ja rakennussuunnitteluun

Pohjakartan osalta ei välttämättä juurikaan tule muutoksia siirryttäessä yleissuunnitelmasta tie- ja rakennussuunnitelmavaiheisiin. Sen sijaan maastomallin suhteen vaikutus on merkittävä. Tämä näkyy jo yleisen termin muuttuessa likimallista maastomalliksi. Joskus tätä maastomallilta edellytettävää tarkkuuden muutosta painotetaan myös käyttämällä termiä tarkka maastomalli.

Tarkan maastomallin osalta on olemassa Tielaitoksen ohje ”Maastomallimittaukset”, jossa on esitetty hyvinkin yksityiskohtaiset tarkkuusvaatimukset käytettävälle maastomallille.

Tarkan maastomallin tuotannossa voidaan käyttää likimallin tavoin fotogrammetrista mittausta ja laserkeilausta. Tässä yhteydessä myös maastomittaukset, erityisesti takymetrimittaus, on paljon käytetty tuotantomenetelmä.

Fotogrammetrisen mittauksen osalta hyppäys likimallista maastomalliin on suuri. Maanmittauslaitoksen valmiit ilmakuvaukset eivät enää riitä tarkkuudeltaan vaan mittaus tulee perustua aina matalalta tehtyyn ilmakuvaukseen. Tyypillisesti kuvaus tehdään noin 500 m:n korkeudelta. Kuvauskorkeuden lisäksi kuvablokin orientointiin käytettävälle runko- ja tukipisteistölle asetetaan erityisiä vaatimuksia. Tämä luonnollisesti nostaa ilmakuvaukseen perustuvan mittauksen kustannuksia oleellisesti. Samoin vaatimus uudesta ilmakuvauksesta vaikuttaa hankkeen toteutusaikatauluun, sillä ilmakuvaus on tehtävä joko keväällä ennen lehtien puhkeamista tai syksyllä lehtien putoamisen jälkeen. Ilmakuvamittaukseen perustuen alueelle jää aina myös katvealueita, joita ei peitteisyyden takia saada mitattua. Usein nämä joudutaan täydentämään maastomittauksella.

Myös laserkeilausta käytettäessä joudutaan tarkan mallin osalta keilauslento tekemään matalammalta kuin likimallin yhteydessä. Keilausta käytettäessä tehdään lennot kuitenkin usein samalla kertaa kahdelta korkeudelta, jolloin ylempää saadaan keilattua likimallia varten laajempi alue ja alemmaa tarkempi malli kapeammalta alueelta. Tämä edellyttää luonnollisesti, että tarkka tieto suunniteltavan linjan sijainnista on selvillä jo keilausta tehtäessä. Keilaus menetelmänä ei ole aivan yhtä kriittinen ajankohdan suhteen kuin perinteinen ilmakuvaus. Toki keilaustakaan ei kannata tehdä lumen ollessa maassa tai lumisateella. Vaikka laserkeilaus onkin vähemmän kriittinen ajankohdalle ja säälle kuin ilmakuvaus, vaikuttaa ajankohta toki myös keilausaineistojen hyödynnettävyyteen. Kesällä tehtynä keilauksesta saadaan maanpintaa kuvaava malli paremmin esiin kuin vastaavan ajankohdan ilmakuvauksesta, mutta taiteviivojen digitoinnissa törmätään samoihin ongelmiin. Kasvillisuuden johdosta myös laserkeilauksella saadaan keväällä tehtynä tarkempi malli kuin kesällä. Laserkeilauksella tarvitaan maastomittausta esimerkiksi kallioiden rajausten määrittämiseen sekä ojien, uomien ja muiden vesialueiden pohjien määrittämiseen.

Molemmissa edellä kuvatuissa menetelmissä alueelle jää myös kohteita, jotka tarkan mallin muodostamisessa on tarpeen mitata maastossa. Tällaisia kohteita ovat esimerkiksi ojien ja uomien pohjat, jotka saattavat esimerkiksi kuivatussuunnittelun kannalta olla oleellista tietoa.

Pienissä kohteissa maastomittaus takymetrikalustolla on aina ollut vartenotettava vaihtoehto tarkan maastomallin tuottamisessa. Nykyisin on käyttöön tullut yhä useammin myös likimalliaineiston päivitys tarkaksi malliksi maastomittausta hyödyntäen. Näin toimimalla olemassa olevaa likimalliaineistoa parannetaan mittaamalla vain suunnittelun kannalta olennainen osa, esimerkiksi tien parannushankkeissa ainoastaan olemassa olevan tierakenteen mukainen alue, maastomittauksena ja yhdistämällä tämä saumattomasti olemassa olevaan likimalliin. Tätä toimintatapaa on hyödynnetty hyvällä menestyksellä useissa viimeisten vuosien aikana tehdyssä hankkeessa.

3.3.3 Maasto- ja likimallin muoto ja esitystapa

Maastomalli ja likimalli ovat maastoaineistot, joille on olemassa Suomessa kenties kaikkein vakiintunein esitysmuoto. Lähes poikkeuksetta maastomalliaineisto toimitetaan loppukäyttäjille ns. Tielaitoksen maastopistemuodossa. Vaikka formaatti on hyvin vakiintunut ja luokittelu perusosiltaan vakioitu on muodolle olemassa useita nimityksiä, jotka saattavat aiheuttaa sekaannusta. Formaatti ja luokitus on kuvattu tarkasti Tielaitoksen ohjeessa ”Maastomallimittaukset”. Joissakin erityistapauksissa myös maastomalliaineistosta voidaan käyttää muita muotoja kuten Autocad tai MicroStation ohjelmistojen kuvatiedostoja tai suunnittelujärjestelmien omia tiedostomuotoja.

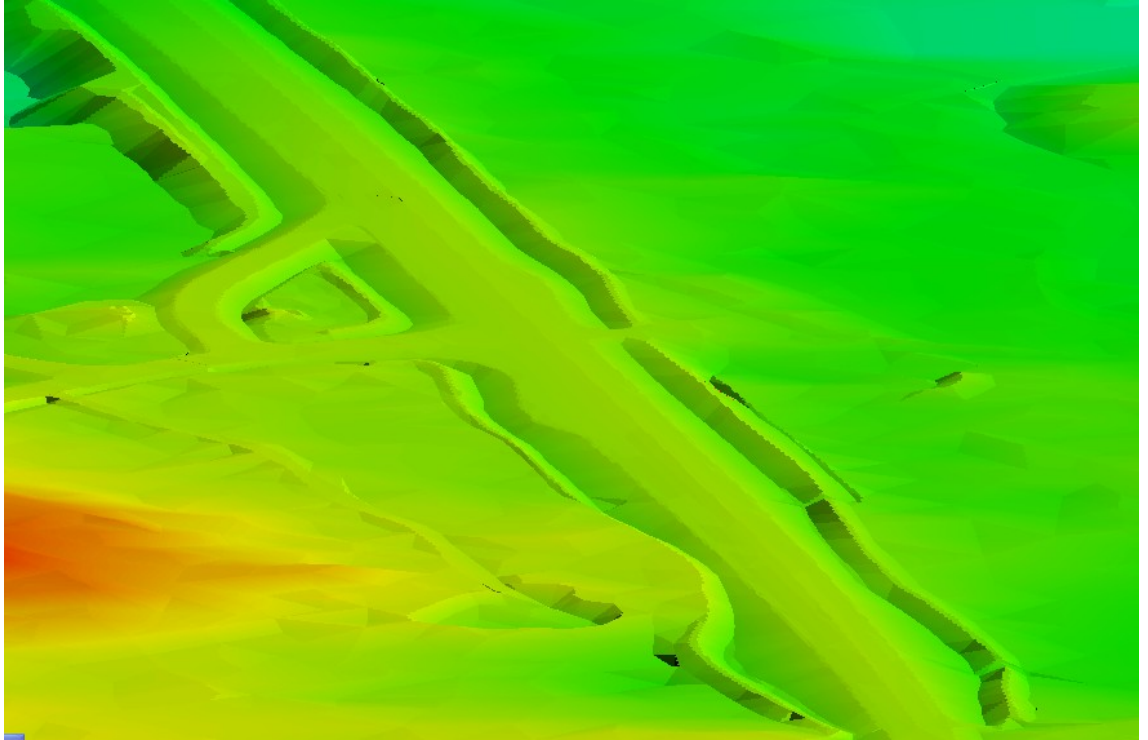
Tielaitoksen ohjeen mukainen vakioitu kohdeluokittelu ei ole kovin kattava. Tästä johtuen monet mallien mittaajat ovat laajentaneet tätä luokittelua, joka on aiheuttanut pientä ristiriitaa eri lähteistä tulevien aineistojen suhteen.

Laserkeilauksella tuotetuissa malliaineistossa tulee huomioida myös suunnittelujärjestelmien asettamat rajoitukset tiedostojen koolle ja pisteiden tiheydelle.

Maastomalliaineistojen esitysmuotoja ovat hajapisteistä ja taiteviivoista muodostuvan pisteaineiston lisäksi erilaisina pintoina esitettävät mallit. Kuvassa 3 on epäsäännöllisenä kolmioverkkona (TIN) esitetty maastomalli ja kuvassa 4 varjostettu rasterikuva maastomallista.



Kuva 3. Kolmiverkkona esitetty maastomalli (maanpinta).



Kuva 4. Varjostettu rasterikuvaesitys maastomallista (maanpinta).

3.4 Digitaalinen ilma- tai ortokuva

Digitaalisia ilmakuvia tai ortokuvia voidaan nykyisin yhä useammin pitää yhtenä suunnitelmahankkeen perusmaastotietona. Tietokonelaitteistoiden ja ohjelmistojen huima kehittyminen viime vuosina on mahdollistanut entistä suurempien rasterikuva-aineistojen hyödyntämisen. Ortokuvien käyttö ei rajoitu pelkästään suunnittelijan lisäinformaatioksi, vaan ortokuvia hyödynnetään myös yleisö- ja esittelytilaisuuksissa suunnitelmien esityspohjana. Ilmakuvien hyödynnettävyys perustuukin ennen kaikkea niiden havainnollisuuteen. Koordinaatistoon sidottuna niillä voidaan korvata osa pohjakartan tiedoista, joskin tämän käyttökelpoisuudesta on suunnittelijoiden keskuudessa erilaisia näkemyksiä.

Koska nykyisin hankkeissa käytetään lähes poikkeuksetta kartan projektioon oikaistuja ilmakuvia, eli ortokuvia keskitytään tässä työssä kuvaamaan ainoastaan niitä. Aiemmin myös tiehankkeissa käytettyjä koordinaatistoon sidottuja, mutta maaston muotojen osalta oikaisemattomia kuvia ei tässä työssä käsitellä lainkaan.

3.4.1 Ortokuvien tuottaminen

Suunnitteluhankkeissa käytetään sekä ”hyllytuotteena” saatavia ortokuvia että itse hanketta varten tuotettuja ortokuvia. Hyllytuotteet ovat tyypillisesti joko Maanmittauslaitoksen tai kuntien valmiita ortokuvia.

Ortokuvamosaiikki on mahdollista laatia joko fotogrammetrista mittausta varten suoritetusta ilmakuvauksesta tai erillisestä kuvauksesta. Samoin ortokuvat voidaan tuottaa erillisestä digitaalikameralla tehdystä kuvauksesta tai laserkeilauksen yhteydessä tehdystä digitaalikuvauksesta. Usein käytetään myös olemassa olevia ilmakuvauksia ortokuvien tuottamiseen, tällaisia kuvauksia ovat esimerkiksi jo kartoitushankkeen yhteydessä kuvatut Maanmittauslaitoksen kuvaukset sekä kuntien ja kaupunkien ilmakuvaukset.

Ortokuvien käyttöön ja tuottamiseen ei toistaiseksi ole olemassa vakiintuneita ohjeita ja määräyksiä samoin kuin maastomallien osalta. Tästä johtuen normaalia käytäntöä kuvien tuottamisesta ja niille esitetystä vaatimuksista ei ole, vaan ne vaihtelevat tapauskohtaisesti.

3.4.2 Ortokuvien muoto ja esitystapa

Ortokuvat ovat luonteensa mukaisesti rasterikuvia. Digitaaliset ortokuvat sisältävät aina myös kuvan orientoinnin ilmoittavan koordinaattitiedon käytettävän rasteriformaatin edellyttämässä muodossa. Tiesuunnitteluhankkeissa ortokuvat tuotetaan yleensä tif/tfw ja ecw formaatteihin, mutta myös muita yleisiä rasteriformaatteja on käytössä.

Kuvissa 5 ja 6 on esimerkit tiesuunnitteluhanketta varten tuotetusta ortokuvamosaiikista. Kuvat on tuotettu samasta ilmakuvauksesta kuin vastaavan hankkeen yleissuunnittelun pohjakartta ja likimalli.



Kuva 5. Ortokuva tiesuunnitteluhankkeesta.



Kuva 6. Sama kohta kuin kuvassa 5, mutta lähempää tarkasteltuna.

4. KARTOITUSPROSESSIN LAADUNVARMISTUS

Tässä kappaleessa kuvatut laadunvarmistuksen toimenpiteet ovat käytännön projekteissa käytettyjä tapoja varmistaa, ettei lopputuotteeseen asti pääse kartoitusprosessissa mahdollisesti syntyneitä virheitä. Nämä eivät siis anna kokonaiskuvaa kaikista hankkeisiin liittyvistä laadunvarmistuksen menettelyistä. Hankkeiden suunnitteluun ja dokumentointiin liittyviä tavoitteita ja laadunvarmistuksen menettelyjä on kuvattu Tiehallinnon ohjejulkaisussa ”Tiesuunnittelun laatujärjestelmä, Maastotietojen hankinta, toimintaohje”. Samoin tämän työn ulkopuolelle on jätetty kolmannen osapuolen, kuten Maanmittauslaitoksen, aineistoissa olevat tietosisältöön liittyvät virheet.

4.1 Kiinteistötietojen laatutarkastukset

Tiesuunnittelussa kiinteistötietoja käytetään pääasiassa karttatietona, joten niille ei aseteta vastaavia topologisia eheysvaatimuksia kuin kiinteistöjaotukselle on muissa yhteyksissä totuttu asettamaan. Näin ollen laadunvarmistus prosessin aikana syntyneisiin virheisiin rajoittuu tiedonsiirron toimivuuden varmistukseen.

4.2 Pohjakartan laatutarkastukset

Pohjakarttaan liittyvien korkeustietojen osalta laadunvarmistus käsitellään osittain liki- ja maastomallin laadunvarmistuksen yhteydessä. Tästä syystä oleellista on, että korkeuskäyrät interpoloidaan vasta, kun varsinaisen malliaineiston laatutarkastukset on tehty. Mikäli korkeuskäyrien kartografisen ulkoasun viimeistelyyn on käytetty jotakin pehmenysalgoritmeja, tulee tämän vaikutus lopullisten käyrien sijaintiin varmistaa vertaamalla kuvaruudulla laskettuja ja pehmenettyjä käyriä keskenään.

Muilta osin pohjakartan laadunvarmistus sisältää kohdeluokituksen tarkastuksen ja karttojen visuaalisen tarkastuksen.

4.3 Maasto- ja likimallien laatutarkastukset

Kuten kappaleessa 3.3 mainittiin, on maasto- ja likimallien laatu olennainen osa onnistunutta suunnitteluhanketta. Tästä johtuen näille aineistolle tulee tehdä huolelliset laatutarkastukset ennen aineistojen toimittamista suunnittelijoiden käyttöön. Seuraavassa on esitetty toimenpiteitä näiden tarkastusten suorittamiseksi.

4.3.1 Vertailuprofiilien tarkistus

Vertailuprofiileilla tarkastetaan mallin interpolointitarkkuus. Toisin sanoen varmistetaan, että hajapisteistä ja taiteviivoista muodostuvasta mallista interpoloitu epäsäännöllinen kolmiverkko kuvaa mahdollisimman hyvin maanpintaa. Tarkastus tehdään vertaamalla maastossa tai stereomallilta mitattua tai suodattamattomasta laserkeilausaineistosta muodostettua vertailuprofiilia interpoloituun kolmioverkkoon.

Useimmissa suomalaisissa maastomallin käsittelyohjelmistoissa on valmiina toiminnot näiden vertailuprofiilien laskemiseksi.

Maastomallin pisteistö tulee mitata siten, että mallista interpoloitujen ja suoraan stereomallilta mitattujen leikkausten väliset poikkeamat noudattavat seuraavia arvoja (Tielaitos 1994):

Sallitut poikkeamat korkeudessa:

- Keskipoikkeama: alle 100 mm
- Maksimipoikkeama: 250 mm
- Maksimin ylittäviä: 1 %

Poikkeamat tarkistetaan vertaamalla leikkauksia keskenään. Leikkauksia mitataan vähintään yksi kullakin stereomallilta. Poikkeamista lasketaan keskiarvo, maksimi ja sallitun maksimin ylittävien poikkeamien prosenttiosuus kullekin leikkaukselle erikseen sekä koko hankkeelle yhteensä (Tielaitos 1994).

Liitteessä 3 on esitetty esimerkki vertailuprofiilin tarkastuksesta.

4.3.2 Pintatunnusten tarkastus

Pintatunnukset, joiden merkitys ja sisältö on kuvattu kappaleessa 3.3.1, ovat maastomallin käytön osalta varsinaista luokittelua tärkeämmässä roolissa. Tästä johtuen näiden oikeellisuuden tarkastaminen on olennainen osa malliaineistojen laatutarkastusta. Tarkastusrutiineja voi olla erilaisia, eikä mitään yleisesti vallalla olevaa tapaa näiden tarkastamiseen ole. Pintatunnuksissa esiintyy myös normaalista käytännöstä poikkeavia tapauksia. Nämä tulee dokumentoida aineistoa toimitettaessa (Sito 2004).

4.3.3 Karkeiden virheiden tarkastus

Aineistoissa olevalla karkealla virheellä tarkoitetaan joko taso- tai korkeussijainniltaan olennaisesti vääriä kohdetta tai pistettä. Tällainen virhe saattaa syntyä joko mittauksen tai editoinnin yhteydessä. Virhe on tyypillisesti sellainen, että se ei ole syntynyt mittauksessa vaan virheellisen rekisteröinnin tai hiiren painalluksen seurauksena.

Nämä voidaan usein paikantaa visuaalisesti joko taso- tai sivukuvaan katsomalla. Näistä pystytään helposti näkemään jos joku piste tai viiva ei näytä luonnolliselta tai sijoittuu jopa kohdeavaruuden ulkopuolelle.

Näitä pienemmät karkeat virheet voidaan paikallistaa esimerkiksi muodostamalla alueelta korkeuskäyrät normaalia 1 m:n korkeuskäyrästä tiheämmin, esimerkiksi 20 cm:n käyrävälillä. Näitä visuaalisesti tutkimalla on myös helppo paikallistaa karkeita virheitä. Tämä tapa auttaa myös väärin pintatunnusten löytämisessä (Sito 2004).

4.3.4 Luokittelun (koodauksen) tarkastus

Mittauksessa käytetään yleensä Tielaitoksen maastopistemuotoa laajempaa koodausta. Tämä on tarpeen erityisesti tapauksissa, joissa pohjakartta tuotetaan samassa yhteydessä. Lopputuotteessa luokittelu on kuitenkin oltava standardin mukaista, joten on oleellista tarkastaa, että kaikki lopputuotteessa olevat kohteet ovat standardin

mukaisia. Joissakin tapauksissa myös koodeja voi käyttää, mutta kaikki standardista poikkeavat koodit tulee dokumentoida (Sito 2004).

4.3.5 Kolmioituvuuden tarkastus

Kolmioituvuuden tarkastuksella varmistetaan, että aineistosta muodostettavaan kolmioverkkoon ei jää reikiä. Mikäli katvealueita ei täydennetä, on näille mahdollista kuitenkin jäädä reikiä. Kolmioituvuuden tarkastuksesta ei ole vahvistettua standardiohjetta, mutta Sitossa tarkastuksessa käytetään kolmioverkon sivujen maksimipituutena seuraavia arvoja (Sito 2004):

- tarkka malli (kuvaus 1:3000-1:4000) 25 m
- likimalli (kuvaus 1:4500-1:9000) 30 m
- likimalli (kuvaus 1:9500-1:12 000) 40 m
- likimalli (kuvaus 1:12 500 ->) 50 m

4.3.6 Tiealueen poikkileikkausten tarkastus

Malliaineistosta satunnaisiin kohtiin muodostettavilla tiealueen poikkileikkauksilla varmistetaan visuaalisesti tierakenteen oikea kuvautuminen mallilla. Tämä tarkastusrutiini ei ole dokumentoitu eikä sitä edellytetä aina tehtäväksi (Sito 2004).

4.4 Mittausaineiston dokumentointi ja metatiedot

Kuten aiemmin mainittiin, ei malliaineistojen osalta riitä että aineisto on virheetön mittaajalta lähtiessään ja toimii hyvin mittauskonsultin omassa ohjelmistoympäristössä.

Eri ohjelmistojen suhteen varmin tapa toimia, on käyttää standardoituja tiedonsiirtomuotoja ja standardin mukaista luokittelua. Maastomallien osalta nämä ovat Tielaitoksen maastopistemuotoa ja sen kohdeluokitus. Kartta- ja kiinteistötietojen kohdalla, joiden suhteen ei ole olemassa yleistä standardia, on hyvä testata tiedonsiirron toimivuus eri ohjelmistojen välillä ja käyttää vain testattua tiedonsiirtomuotoa. Joskaan kartta-aineiston siirrossa mahdollisesti syntyvät virheet eivät aiheuta samanlaisia ongelmia kuin maastomallien tiedonsiirron ongelmat.

Tiedonsiirron lisäksi toinen merkittävä virhelähde loppukäyttäjän päässä on aineiston hyödyntäminen siihen sopimattomaan tarkoitukseen. Esimerkkinä tästä voidaan mainita liian epätarkkojen malliaineistojen hyödyntäminen tai paikallisten ja valtakunnallisten koordinaattijärjestelmien sekoittaminen. Tästä syystä aineiston mukana toimitettava metatieto tulee olla selkeää ja helposti mukana säilyvää.

Tiesuunnittelun maastotietojen osalta ei ole olemassa standardia tai käytäntöä niissä kuvattaville metatiedoille. Tästä syystä käytäntöjä näiden toimittamiselle on varmaan yhtä monta kuin aineistojen tekijöitäkin. Liitteessä 4 on esimerkki Siton tavasta toimittaa metatieto toimittamiensa maastotietojen liitteenä.

5. TUOTANTOPROSESSIN KUVAUS

Tässä kappaleessa on kuvattu lyhyesti tuotantoprosessi tyypillisen tiesuunnitteluhankkeen kartoituksen osalta. Esimerkkityön tavoitteena on laatia suunnittelun pohjakartta ja likimalli sekä hankkia tarvittavat kiinteistötiedot ohituskaistan suunnittelua varten. Esimerkki perustuu aitoon tapaukseen, mutta osa tiedoista on muista vastaavanlaisista hankkeista poimittuja ”oppikirjaesimerkkejä”, eivätkä vastaa täysin todellisen hankkeen työnkulkua.

5.1 Lähtöaineistot

Lähtöaineistona hankkeessa on käytetty seuraavia aineistoja:

- Maanmittauslaitoksen ilmakuvaukset, 2 erillistä kuvausta, diapositiivit
- Maanmittauslaitoksen pistetihennystiedot, koordinaattilistaus ja pistekuvat
- Kiinteistöjaotus Maanmittauslaitoksen JAKO-järjestelmästä fmgis formaatissa
- Kiinteistöjen omistajatiedot JAKO-järjestelmästä excel taulukkona

5.2 Tuotantoprosessin vaiheet

Varsinainen tuotantoprosessi koostuu seuraavista osavaiheista, jotka tehdään suunnitteluprosessin etenemisen mukaan:

1. Valmistelevat toimet (YS)
2. Likimallin mittaus ja pohjakartan laatiminen (YS)
3. Digitaalisen ortokuvamosaiikin tuottaminen (YS)
4. Monikulmiopisteistön rakentaminen ja mittaus (TS)
5. Tarkan mallin mittaus, kiinteistötietojen tarkennus ja kartan päivitys (TS)

5.2.1 Valmistelevat toimet

Valmisteleviin toimiin sisältyy lähtöaineistojen hankinta ja lisätukipisteiden mittaus kohdealueelle. Lisätukipisteitä mitataan lähinnä Maanmittauslaitoksen pistetietojen korkeuksien tueksi. Tukipistemittaukset tehdään RTK-GPS mittauksena. Tukipisteet mitataan suunnittelualueelle tielinjalle, sekä risteäville teille.

5.2.2 Likimallin mittaus ja pohjakartan laatiminen

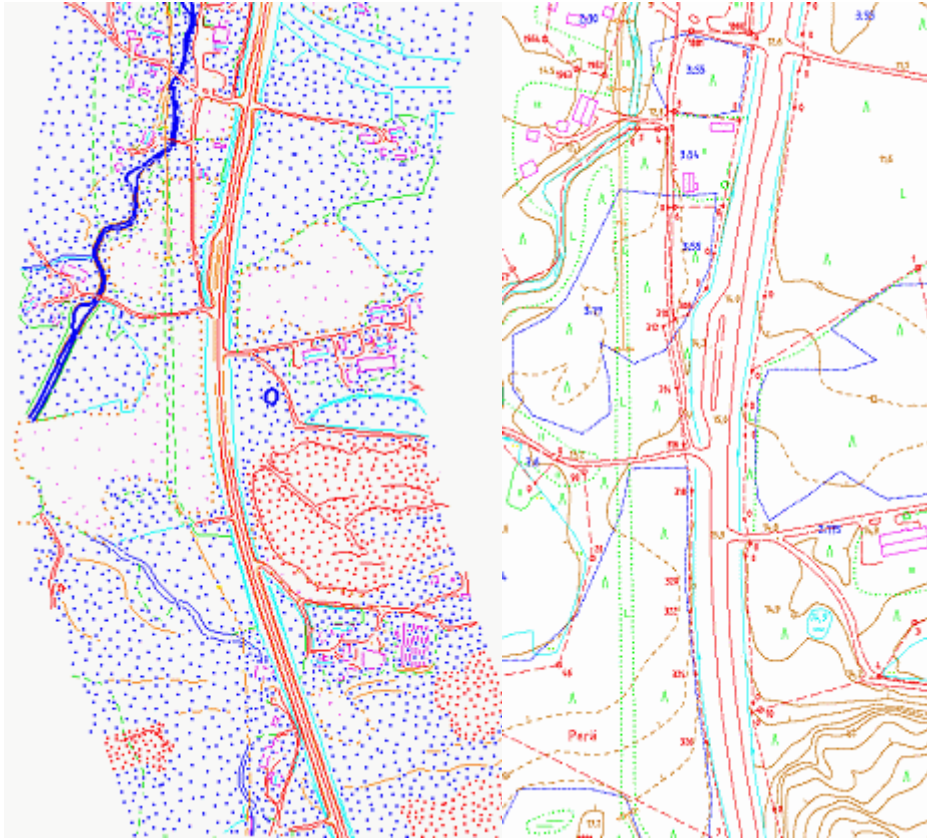
Ennen varsinaisen mittauksen aloittamista suoritetaan uusi fotogrammetrinen pistetihennys eriaikaisten kuvausten yhteensopivuuden varmistamiseksi. Pistetihennyksen lähtöpisteinä käytetään lähtötiedoissa mainittuja vanhan pistetihennyksen tietoja, sekä maastossa mitattuja korkeustukipisteitä.

Pistetihennyksen jälkeen stereomallit orientoidaan analyyttiseen stereokartoituskojeeseen. Stereodigitoinnissa mitataan tähän tarkoitukseen räätälöityä kohdeluokitusta hyväksikäyttäen samanaikaisesti sekä likimallilla kuvattavat taiteviivat ja hajapisteet, että kaavan pohjakartan mukaiset karttakohteet.

Mitattu aineisto siirretään kahdelle eri tuotantolinjalle, maastomalli ja karttatuotantoon. Osa mitatuista kohteista siirretään molempiin tuotteisiin, osa puolestaan vain toiseen. Näiden päätuotteiden lisäksi aineistosta tehdään erillinen likimallista karsittu versio käyrälaskentaa varten. Näin kasassa on kolme erillistä aineistoa, likimalli, pohjakartta ja editoimaton käyräelementti.

Pohjakartan tuotantolinjalla ensimmäinen vaihe on parantaa laskettujen korkeuskäyrien kartografista ulkoasua. Tämän jälkeen sekä käyrät, mitattu pohja ja lähtöaineistona saatu kiinteistöjaotus viedään kartan editointiohjelmistoon, jossa viimeistellään sen lopullinen ulkoasu ja muodostetaan siirtotiedostot.

Likimallin tuotantolinjalla suoritetaan lähinnä mallin topologiaan, mallinnukseen ja luokitukseen liittyviä laadunvarmistuksen menettelyjä, jonka jälkeen muodostetaan siirtotiedostot sovittuun formaattiin. Kuvassa 7 on esitetty otteet kartta- ja likimallituotteista.



Kuva 7. Vasemmalla likimalli ja oikealla kartta esimerkkiprojektista

5.2.3 Ortokuvamosaiikin tuottaminen

Kohdealueelle tuotetaan digitaalinen ortokuvamosaiikki käyttäen samoja ilmakuvia kuin varsinaisessa stereomittauksessa. Kuvat skannataan fotogrammetrisella skannerilla digitaaliseen muotoon. Ulkoisen orientoinnin tiedot saadaan edellä kuvatun fotogrammetrisen pistetihennyksen tuloksena. Korkeusmalli muodostetaan käyttäen mitattua likimallia ja sen ulkopuolella valtakunnallista korkeusmallia. Lopputuotteena lasketaan digitaalinen ortokuvamosaiikki, joka leikataan sopivaan lehtijakoon.

5.2.4 Monikulmiopisteistön rakentaminen ja mittaus

Työvaiheessa rakennetaan ja mitataan alueelle hankkeen suunnittelu- ja rakentamistoimintaa palveleva kiintopisteistö. Mittaukset tehdään käyttäen staattista gps-mittausta tai takymetrimittausta sarjahavaintomenetelmällä.

5.2.5 Tarkan mallin mittaus, kiinteistötietojen ja kartan päivitys

Työvaiheessa mitataan tiesuunnitelman edellyttämä tarkka maastomalli. Mittaus suoritetaan maastomittauksena robottitakymetrillä käyttäen edellisen kappaleen mukaisesti mitattua runkopisteistöä. Malli mitataan kapealta alueelta olemassa olevan tielinjan rakenteen mukaan. Mittauksen jälkeen likimalliaineistosta poistetaan kohteet tältä osin ja aineistojen looginen yhdistyvyys varmistetaan. Tämän jälkeen hankkeen suunnittelussa käytetään mallia, joka koostuu suunnittelun intressialueella tarkasta mallista ja ulkopuolella likimallista.

Suunnittelun pohjakartan tarkkuutta ja ajantasaisuutta päivitetään tarkan mallin kohteiden avulla intressialueelta.

Kiinteistötiedot päivitetään mittaamalla alueen rajamerkit maastomittauksena. Omistajatiedot hankitaan paikallisesta maanmittaustoimistosta tarkastettuna.

LÄHDELUETTELO

Tiehallinto 2005. www.tiehallinto.fi, Tienpito, suunnittelu, tiehankkeiden suunnittelu.

Tiehallinto 2002a. Tiensuunnittelun kulku, Tiehallinnon esite julkaisu 2002.

Tiehallinto 2002b. Tiesuunnittelun laatujärjestelmä, Maastotietojen hankinta, Toimintaohjeet.

Tielaitos 1994. Tielaitoksen julkaisu TIEL21400008: Maastomallimittaukset 1994.

Fotogrammetrinen kartoitus. http://foto.hut.fi/opetus/220/luennot/5/L5_2004.htm, Maa-57.220 Fotogrammetrinen kartoitus luento 5: Kolmioinnin laskenta. Alkuperäinen luento Henrik Haggrén 11.10.2002, muutoksia Eija Honkavaara 19.9.2004.

Kaavan Pohjakartta 1997. Karttakohdemalli, käsikirja karttakohteiden mallinnuksesta ja esitystavasta suurimittakaavaisissa kartoissa. Maanmittauslaitoksen julkaisuja n:o 85.

Sito 2004. Maasto- ja likimalliaineistojen laadunvarmistus. Siton toimintaohje 2004.

Mäkelä J. 1995. Mäkelä J. Ympäristö ja kaupunkimallit, Maanmittaustieteiden päivät 1995.

LIITTEET

- Liite 1. Kyselytutkimus erilaisten mallien termien selityksistä.
- Liite 2. Esimerkki suunnittelun pohjakartan kohde- ja tasojaosta
- Liite 3. Vertailuprofiili
- Liite 4. Esimerkki tiesuunnittelun maastotietojen metatietolomakkeesta

1. KYSELYTUTKIMUS 3D-MALLIEN TERMISTÖSTÄ

Malleista käytettävät termit ja niiden tarkoitus saattavat vaihdella huomattavasti eri lähteissä. Osana tätä työtä kartoitin Suomalaisten fotogrammetrian alan ammattilaisten käsityksiä eri termien merkityksistä. Tehtyyn kyselyyn vastasi kaikkiaan 18 henkilöä, jotka työskentelevät hyvin erilaisissa tehtävissä ja organisaatioissa fotogrammetrian alalla. Selkeää yhteenvetoa kyselystä on vaikea tehdä, koska vastaukset olivat melko kirjavasti muotoiltuja, mutta kysely osoitti selkeästi ihmisten henkilökohtaisten käsitysten termeistä poikkeavan toisistaan paikoin varsin huomattavasti. Kysytyt termit olivat maastomalli, korkeusmalli, pintamalli, kaupunkimalli ja ympäristömalli. Lisäksi kysyttiin lyhenteiden DEM, DTM, DHM ja DSM merkitystä. Seuraavassa on vedetty yhteen kyselyn tuloksia, sekä selitetty mitä kyseisellä termillä tässä erikoistyössä tarkoitetaan. Osittain termien selitykset ovat myös kirjoittajan omien kokemusten ja käsityksen mukaisia.

1.1 Maastomalli (DTM)

Kyselyn vastauksissa maastomalli oli lähes poikkeuksetta mielletty malliksi, joka sisälsi *tulkittun* tiedon maanpinnasta. Hieman hajontaa puolestaan vastauksissa oli puolestaan siinä, miellettiinkö myös rakenteet, rakennukset ja kasvillisuus maastomalliin kuuluviksi. Enemmistö vastanneista piti kasvillisuutta ja rakennuksia maastomalliin kuuluvina elementteinä, mutta joukossa oli myös vastauksia joissa maastomallia pidettiin yksinomaan maanpinnan korkeutta kuvaavana mallina.

Tässä erikoistyössä maastomallilla tarkoitetaan hajapisteistä ja taiteviivoista koostuvaa mallia, joka sisältää joko ihmisen (stereo-operaattori) tulkitseman tai laserkeilauksesta ja ihmisen tulkitsemista taiteviivoista muodostetun 3D-aineiston maanpinnasta, sekä rakenteista ja rakennuksista. Rakennukset ja rakenteet voidaan kuvata joko ”rautalankana” tai 3-ulotteisina karttakohteina. Tässä työssä ei ole otettu kantaa tähän seikkaan. Puusto ja kasvillisuus eivät tässä työssä kuulu maastomalliin.

Tässä työssä tutkitut maastomallit perustuvat luokittelultaan Suomessa kaikkein yleisimmin käytössä olevaan maastomallin luokittukseen, Tielaitoksen maastomallistandardiin. Tästä luokittelusta on olemassa useita nimityksiä ja variaatioita, mutta tämän työn esimerkkihankkeet perustuvat täysin standardin mukaisen luokitteluun. Maastomallin jaotellaan absoluuttisen

tarkkuuden, lähinnä ilmakuvauksen tai laserkeilauksen lentokorkeuden mukaisesti, joko tarkkoihin maastomalleihin tai likimalleihin.

1.2 Korkeusmalli (DEM, DHM)

Korkeusmallia pidettiin vastauksissa yleensä maastomallia yleispiirteisempänä esityksenä, jossa kuvataan ainoastaan maanpinnan korkeuksia. Joukossa oli myös useampia vastauksia, jossa korkeusmallia ja maastomallia pidettiin toistensa synonyymeinä. Varsin moni mielsi korkeusmallin gridi- tai rasterimuotoiseksi esitykseksi.

Tässä työssä korkeusmallilla tarkoitetaan maanpinnan korkeutta esittävää tulkitsematonta mallia, joka kuvataan joko säännöllisen ruutuverkon (grid) tai epäsäännöllisen kolmioverkon (TIN) avulla. Korkeusmalli on joko pisteittäisellä korkeudenmittauksella tai olemassa olevasta korkeustiedosta interpoloimalla tuotettu esitys.

1.3 Pintamalli (DSM)

Pintamallin käsitteessä oli vastauksissa huomattavasti enemmän hajontaa kuin maasto- ja korkeusmallissa. Vastauksissa heijastui kaksi pääsuuntaa. Ensimmäinen oli Tielaitos tyyppinen ajattelutapa, jossa pintamallilla tarkoitetaan yksittäisten maastomallin rakenteiden (maanpinta, kalliopinta, rakenteet) esitetyistä. Tämän käsityksen mukaisesti maastomalli koostuu useista pintamalleista. Tällöin pintamallilla tarkoitetaan siis maanpinnan mallia, rakennepinnan mallia, kalliopinnan mallia jne. Toinen pintamallia kuvaava käsitys oli eräänlainen peitekäsitys, jossa pintamalli koettiin jonkin kohteen päälle lasketuksi peitteeksi, joka muodostaa jatkuvan pinnan. Tämän mukaisesti ajateltuna kohteen pintamalli muodostuu kaikki näkyvät elementit sisältävästä pinnasta. Näin pintamalli sisältää sekä maanpinnan, puut että rakenteet ja vastaavat, eikä niitä ole mahdollista erotella erilleen mallista. Jotkut vastaajat kokivat pintamallin nimenomaan automaattisen fotogrammetrian tuottamana mallina, jossa kaikki kuvilla näkyvä tulee mitatuksi (myös autot, ihmiset yms.). Toinen termiä pintamalli hyvin kuvaava aineisto on laserkeilauksen ns. ”raakadata”.

Tässä työssä termiä pintamalli käytetään jälkimmäisessä edellisen kappaleen tarkoituksessa, eli se sisältää kaiken kohteesta mitatun aineiston yhtenäisenä jatkuvana pintana. Pintamalli esitetään korkeusmallin tapaan joko säännöllisen ruutuverkon tai epäsäännöllisen kolmioverkon avulla. Myös laserkeilauksella tuotettavat pistepilvet voidaan mieltää pintamalliksi.

1.4 Ympäristömalli

Saamistani vastauksista päätellen ympäristömalli on melko vieras käsite. Varsin moni vastaajista ei tuntenut termiä lainkaan. Termiä kommentoineet pitivät yleensä ympäristömallia kaikkein laajimpana kysytyistä termeistä. Muita kysytyjä termejä pidettiin ikään kuin ympäristömallin erikoistapauksina. Yleisesti ympäristömalli koettiin malliksi jossa on kuvattu kaikki ympäristön näkyvät kohteet luokiteltuina, ja jollakin tavalla havainnollisesti esitettynä. Esitystapa saattoi vastaajien mielestä olla joko rautalankamallinen tai fotorealistinen, jossa käytetään myös ilma- tai ortokuvien tekstuureja. Joissakin vastauksissa ympäristömallin koettiin sisältävän myös rakennusten julkisivuja ja muita ilmakuvilla näkymättömiä kohteita. Ympäristömallin koettiin tavallaan olevan virtuaalinen malli kuvattavasta ympäristöstä.

Tässä työssä ympäristömallia käytetään kuvaamaan mallia, jossa esitetään erilaisia mallinnustekniikkoja käyttäen maanpinta ja maanpäälliset kolmiulotteiset kohteet CAD- ja GIS-järjestelmien tarpeisiin. Se voi myös sisältää kohteiden alue- ja ominaisuustietoja (Mäkelä, J., 1995).

1.5 Kaupunkimalli

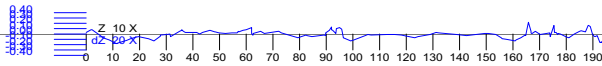
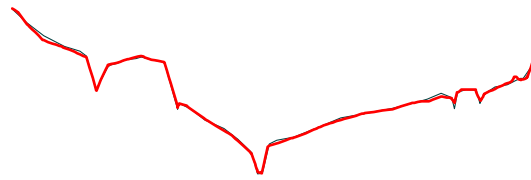
Kaupunkimalli koettiin vastauksissa lähes poikkeuksetta kaupunkialuetta kuvaavaksi malliksi, joka koostuu pääasiassa maanpinnan korkeusmallista ja 3D kappaleina kuvatuista rakennuksista. Yleisesti sitä pidettiin mittatarkkuudeltaan ympäristömallia parempana, mutta siinä ei oletettu yhtä paljon yksityiskohtia. Kaupunkimallia ei myöskään välttämättä koettu fotorealistiseksi.

Tässä työssä kaupunkimallilla kuvataan kaupunkialueelta mittaamalla saadusta aineistosta muodostettua mallia, jossa pyritään ensisijaisesti mallintamaan maanpinta, rakennukset ja rakenteet.

Taso	Ryhmänimi
1	Kiintraja_viiva
2	Rajapyykit
3	Pyykin_numero
4	Kiintjaotus_teksti
5	Kiinteistötunnukset
6	Kiinteistötunnusten_viiteviiva
11	Maastokuviot_viivat
12	Maastokuviot_symbolit
13	Maasto_tekstit
15	Vesistö_viivat
16	Vesistö_symbolit
17	Vesistö_tekstit
18	Rumpu_viivat
19	Rumpu_symbolit
20	Kaivot
21	Johtokäyrät
22	Välikäyrät
23	Katvekäyrät
24	Korkeuspisteet
25	Rakennus_viivat
26	Rakennus_symbolit
27	Rakennus_tekstit
28	Rakenne_viivat
29	Rakenne_symbolit
30	Rakenne_tekstit
31	Liikenneväylä_viivat
32	Liikenneväylä_symbolit
33	Liikenneväylä_tekstit
34	Liikenneväylät_silta
36	Sähköverkko_viivat
37	Sähköverkko_symbolit
38	Sähköverkko_tekstit
40	Runkopisteet_symbolit
41	Runkopisteet_tekstit
60	Koordinaattiristit
62	Katvealueen_rajaus

Suomalainen Insinööritoimisto Oy

— laskettu
 — stereo



ARITM. KESKIARVO -0.017
 NEL. KESKIARVO 0.065
 EROT (MIN,MAX) -0.186 0.213
 YLI 0.25 m EROJA 0.0 %
 ALKUPISTE XY 6741065.148 2579181.861
 LOPPUPISTE XY 6741059.675 2579378.998
 PISTEITÄ 2151 (197.213 m)

mittausosasto

TIEHALLINTO
 HÄMEEN TIEPIIRI
 Levanto - Hujjala

Mk 1:2000/1:200

Päiväys 09.05.2003

prof 44



Sito-yhtiöt
 Suomalainen Insinööritoimisto Oy
 Sito-konsultit Oy
 Sito-Kuopio Oy
 CityCad Finland Oy
 Centroid Oy

PAIKKATIETOAINEISTOJEN METATIETOKORTTI

Yleiset tiedot

Projekti, johon aineisto liittyy:
 Projektinnumero:
 Aineiston lähetyspvm:
 Kontaktihenkilö:
 Yritys:
 Yhteystiedot:

VT8 välillä Korvenkulma-Peränpää
17527
5.10.2004
Erno Puupponen
Suomalainen Insinööritoimisto Oy
erno.puupponen@sito.fi, 09-4761 1651, 040-565 5724

Aineiston erityistiedot

Aineiston sisältö:
 Tiedostomuoto:
 Tuottamisajankohta:
 Ajankohta, jota aineisto kuvaa:
 Koordinaatisto:
 Tarkkuus:
 Koodaus/tasojako:
 Alueellinen kattavuus:

Likimalli
geonic (Tielaitos)
09/2004
05/1994, 05/2001
KKJ1/N60
Kaavoitusmittausohjeet, III luokka
Tielaitos, koodilista liitteenä tiedostossa koodit_malli.txt
Likimalliaineisto käsittää alueen VT8:n alueelta välillä Korvenkulma-Peränpää. Osa alueesta on likimallissa tyhjää jotka voidaan täyttää muilla mukana olevilla aineistoilla.

Tiedostojen sisältö

likimalli_xx.tif, likimalliaineisto (xx = kuvauksen vuosiluku)
katveraja_xx.tif, katvealueiden rajaukset
katve_xx.tif, katvealueen pisteet

Aineiston vapaa kuvaus

Aineisto on tuotettu stereomittauksella käyttäen Maanmittauslaitoksen ilmakuvauksia 94102 ja 01104B.
--

Aineistolle tehdyt toimenpiteet

Aineistolle on tehty leikkaavien taiteviivojen tarkastus ja korjaus, vertailuprofiilien tarkistus sekä pintatunnusten tarkastus.
--

Toimitus-/käyttöehdot

Tiehallinnolla on kaikki oikeudet syntyneeseen likimalliaineistoon. Yhteyshenkilö on rkm. Hannes Mäkinen.

PAIKKATIETOAINESTOJEN METATIETOKORTTI

Yleiset tiedot

Projekti, johon aineisto liittyy:
Projektinnumero:
Aineiston lähetysspm:
Kontaktihenkilö:
Yritys:
Yhteystiedot:

VT8 välillä Korvenkulma-Peränpää
17527
5.10.2004
Erno Puupponen
Suomalainen Insinööritoimisto Oy
erno.puupponen@sito.fi, 09-4761 1651, 040-565 5724

Aineiston erityistiedot

Aineiston sisältö:
Tiedostomuoto:
Tuottamisajankohta:
Ajankohta, jota aineisto kuvaa:
Koordinaatisto:
Tarkkuus:
Koodaus/tasojako:
Alueellinen kattavuus:

Suunnittelun pohjakartta
Microstation dgn V8 ja V7, Autocad dwg 2000 ja R13
09/2004
05/1994, 05/2001
KKJ1/N60
Kaavoitusmittausohjeet, III luokka
Tasojako esitetty liitteessä tasojako.pdf
Likimalliaineisto käsittää alueen VT8:n alueelta välillä Korvenkulma-Peränpää.

Tiedostojen sisältö

kartta_vt8korpe_r14.dwg, kartta-aineisto Autocad R14 muodossa
kartta_vt8korpe_r2000.dwg, kartta-aineisto Autocad 2000 muodossa
kartta_vt8korpe_v8.dgn, kartta-aineisto MicroStation V8 muodossa
kartta_vt8korpe_v7.dgn, kartta-aineisto MicroStation V7 muodossa

Aineiston vapaa kuvaus

Aineisto on tuotettu käyttäen stereomittausta Maanmittauslaitoksen ilmakuvauksia 94102 ja 01104B, Tiehallinnon toimittamaa maastomittaus aineistoa vuodelta ? sekä Maanmittauslaitoksen kiinteistörajoja.

Aineistolle tehdyt toimenpiteet

Aineistolle on tehty kartografinen editointi.

Toimitus-/käyttöehdot

Tiehallinnolla on kaikki oikeudet pohjakartta-aineistoon. Yhteyshenkilö on rkm. Hannes Mäkinen. Kiinteistörajojen oikeudet ovat Maanmittauslaitoksella, Tiehallinnolla on niihin rinnakkainen käyttöoikeus.