



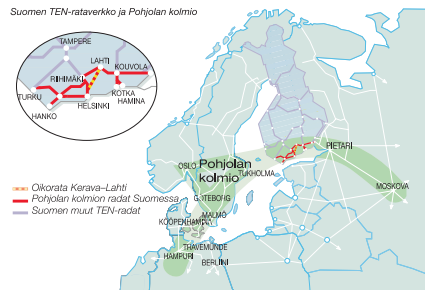
UUSI RATAOSUUS PITKÄSTÄ AIKAA RAKENTEILLE

KERAVA-LAHTI-OIKORATA HAASTEELLINEN MITTAUSKOHDTE

Tauno Suominen

Oikorata Kerava–Lahti on luonteeltaan valtakunnallinen hanke, joka kulkee usean kunnan ja kahden maakunnan alueella. Hankkeella on merkittäviä ympäristövaikutuksia ja vaikutuksia ympäröivän alueen yhdyskuntarakenteeseen. Oikorata helpottaa pääradan liikennettä. Tämän lisäksi oikoradalla on tärkeä rooli itäiseen Suomeen ja edelleen Pietariin suuntautuvassa liikenteessä.

Suomen TEN-rataverkko ja Pohjolan kolmio



Kerava–Lahti-oikoradasta tehtiin poliittisella tasolla toteuttamis- päätös viime kesänä ja sen jälkeen itse toteutus on käynnistynyt vauhdilla. Edellinen uusi rata rakennettiin Parkanoon vuosikymmeniä sitten, joten kokemusta tällaisen hankkeen toteuttamisesta ei kenelläkään liiemmästi Suomessa ole. Ratapuolella on tehty viime vuosina pääosin pieniä rataoikaisuja, asemien parantamisia ja radan peruskunnostusta.

Oikorata Kerava–Lahti on luonteeltaan valtakunnallinen hanke, joka kulkee usean kunnan ja kahden maakunnan alueella. Hankkeella on merkittäviä ympäristövaikutuksia ja vaikutuksia ympäröivän alueen yhdyskuntarakenteeseen. Oikorata helpottaa pääradan liikennettä. Tämän lisäksi oikoradalla on tärkeä rooli itäiseen Suomeen ja edelleen Pietariin suuntautuvassa liikenteessä.

Oikorataan sisältyy 63 kilometriä uutta rataa ja hankkeen kustannusarvio on 330 miljoonaa euroa. Rakentaminen tapahtuu 3–4 vuodessa. Hanke toteutetaan kokonaisrahoituksella.

Mittausten kannalta hanke on haasteellinen johtuen sekä hankkeen laaju-

desta että tiukasta toteutusaikataulusta.

Hanke mittausten näkökulmasta

Kerava–Lahti-oikorata erkanee pääradasta Tuusulan Tuomalassa ja liittyy Riihimäki–Lahti-rataan Hollolan Hakosillassa. 80 % oikoradasta kulkee Helsinki–Lahti-moottoritien kanssa samassa maastokäytävässä. Hankkeen alueelle osuvat Keravan, Järvenpään ja Mäntsälän taajamat. Muutoin hanke kulkee maaseutualueella. Ratalinjaus ylittää useita jokia ja kulkee jyrkkäpiirteisten kallioalueiden halki. Maasto on varsinkin alueen pohjoisosassa erittäin peitteistä.

Hankkeesta on valmistunut yleissuunnitelma vuonna 1998. Yleissuunnitelmaa varten on tehty fotogrammetrisellä kartoituksella 1:2 000 -mittakaavaiset pohjakartat sekä yleissuunnitelmatason maastomalli. Kartat on valmistettu vuon-

na 1995 suoritetusta ilmakuvauksesta. Peitteisillä alueilla fotogrammetristä kartoitusta ei ole täydennetty maastomittauksilla. Kartat ovat tämän vuoksi peitteisillä alueilla varsin likimääräiset. Runkomittauksia ei alueella ole hanketta varten suoritettu, vaan kartoitus on tukeutunut Tielaitoksen runkopisteisiin ja valtakunnallisiin runkopisteisiin.

Hankkeesta tehtiin poliittinen päätös kesällä 2001 ja kaikkien hallintokiemuroiden jälkeen mittaustyöt oli mahdollista käynnistää lokakuun alussa. Hankkeen yleissuunnitelman tarkistus käynnistyi koko alueella marraskuussa. Tarkistusta varten käynnistettiin samanaikaisesti hyvin massiiviset pohjatutkimukset. Ensimmäisen neljän sillan suunnittelu alkoi myös jo marraskuussa. Samanaikaisesti käynnistyi myös Mäntsälän kohdalla Fortumin kaasuputken siirron suunnittelu.



Mittausten kannalta tämä tarkoitti sitä, että runkomittaus koko hankkeen alueella piti olla valmiina käytännössä marraskuussa, koska pohjatutkimukset piti voida paikantaa. Yleissuunnitelman tarkistusta varten tarvittiin likimääräinen maastomalli koko hankkeen alueelta marraskuun lopussa. Ensimmäisten neljän sillan suunnittelua varten piti olla tarkat maastomallit joulukuun alussa. Kaasuputken siirron suunnittelua varten tarvittiin digitaaliset kuvasaatiikit sekä maastomalli joulu-

kuun alussa. Ensimmäisen urakkausuruden rakennussuunnittelua varten varauduttiin tuottamaan tarkka maastomalli heti tammikuun alussa. Yleissuunnitelman pohjakarttojen päivitys Mäntsälästä pohjoiseen oli ajoitettu tammikuun loppuun ja Mäntsälästä etelään maaliskuun loppuun.

Vaihtoehdot olivat vähissä

Mittaustekniikan kannalta hankkeen tekee vaikeaksi hankkeen ajoitus ja koko-

naisaikataulu. Käynnistyminen osui ajankohtaan, jolloin perinteisen ilmakuvauksen suorittaminen on jo hyvin ongelmallista. Kuvausvalmistelut tämänkokoisella alueella ovat sen suuruinen urakka, että tätä vaihtoehtoa ei Tieliikelaitoksen puolella edes vakavasti harkittu. Ilmakuvauksen suorittaminen syksyllä on aina riskipeliä ja onnistuminen vaatii hyvää tuuria. Oikoradan maasto on paikoitellen fotogrammetrian kannalta hyvin hankalaa ja syyskuvauksen osalta ongelmat vain lisääntyvät. Tieliikelaitoksen kokemusten mukaan fotogrammetrisen kartoituksen vaatimat maastotäydennykset olisivat olleet hankkeen aikataulu ja lähestyvä talvi huomioiden epätoivoiset.

Tieliikelaitos on soveltanut helikopterista tapahtuvaa laserkeilausta vuodesta 1998 lähtien erityyppisillä suunnitteluhankkeilla. Menetelmästä on kertynyt runsaasti kokemusta ja osaamista ja näin uskalsimme tarjota sitä vaihtoehtoksi näinkin vaativaan ja aikataulun kannalta kriittiseen hankkeeseen. Laserkeilauskin vaatii aina täydennykseksi maastomittauksia ja näiden määrää suhteessa kireään aikatauluun laskeskeltiin ja arvioitiin pelonsekaisin tuntein. Ongelmana oli tältä osin lähestyvä talvi, joka pahimmillaan estää maastotöiden suorittamisen.

Utuna asiana tässä hankkeessa tuli eteen laserkeilaus käytössä olevien pohjakarttojen päivitykseen. Tästä ei Tieliikelaitoksella ollut aikaisempaa kokemusta, koska laserkeilaus on tähän asti tuotettu lähinnä maastomalleja. Uskoimme kuitenkin, että menetelmä taipuu tähänkin tarkoitukseen ja tarjosimme sitä epäroimattä.

Aikamoisen haasteen maastotiedon kerääjälle muodostaa tällaisessa hankkeessa olevien eri osapuolten lukumäärä. Työllä on tietysti tilaaja, mutta hän ei näitä maastotietoja mihinkään tarvitse. Maastotietoja käyttävät suunnittelijat, joita on monta. Yleissuunnitelman tarkistuksessa on suunnittelijoina kaksi eri yritystä. Neljän ensimmäisen sillan suunnitteluun osallistuu kolme eri yritystä. Lisää suunnitteluyrityksiä tulee kuvaan mukaan, kunhan hanke etenee. Suunnitteluyrityksillä on hyvin toisistaan poikkeavia ohjelmistoja ja työtapoja. Lisäksi käsitykset maastotiedon ominaisuuksista ja laadusta vaihtelevat yrityksittäin jonkin verran. Periaatteena on kuitenkin se, että kaikille suunnittelijoille saadaan heidän tarpeisiinsa sopivat maastotiedot tarkkojen aikataulujen mukaan. Suunnittelijoiden aikataulut

ovat kireitä, eikä niissä ole mitään löysää maastotietojen keruuta varten.

Keilauksen suunnittelu

Laserkeilauksen lähtökohdiana oli hankkeesta tehty yleissuunnitelma. Sen pohjalta määriteltiin alueet, joilta tarkka maastomalli tullaan tarvitsemaan. Ratalinjan lisäksi hankkeeseen liittyy suuri määrä tiejärjestelyjä, joiden suunnittelu vaatii myös maastomallin. Vanhan yleissuunnitelman pohjakartat käsittävät noin 500 metriä leveään alueen ratalinjan ympärillä. Yleissuunnitelman mukaiseen linjaukseen ei ollut odotettavissa suuria sijaintimuutoksia, mutta radan korkeustaso oli määrä tarkastella ja lisäksi radan aiheuttamia tiejärjestelyjä.

Keilauksen suunnittelussa lähdettiin siitä, että tarkka maastomalli laaditaan 100 metrin lentokorkeudesta tehdystä keilauksesta ja pohjakarttojen päivitykseen käytetään 400 metrin lentokorkeudesta suoritettua keilausta. Tarkkaa maastomallia varten jouduttiin näin ollen suunnittelemaan koko hankkeen alueelle vähintään kolme rinnakkaista lentolinjaa ja lisäksi ylimääräisiä lentolinjoja tiejärjestelyjä varten. Karttojen päivitystä varten tarvittava keilaus suunniteltiin tehtäväksi kolmena rinnakkaisena lentolinjana. Mäntsälän kohdalla Fortum oli suorittamassa kaasuputken siirron suunnittelua ja tätä varten suunniteltiin keilauksia tarvittaville kohdille.

Digitaaliset ilmakuvat ovat keilausaineiston lisäksi välttämättömät sekä maastomallin laatimisessa että pohjakarttojen päivittämisessä. Lisäksi arvioitiin, että suunnittelijat tulevat tarvitsemaan digitaalista ilmakuvamosaiikkia suunnittelun aikana. Kaasuputken siirron suunnittelu oli myös määrä tapahtua digitaalista ortokuvamosaiikkia käyttäen. Maastomallia tarvittiin kaasuputken siirron suunnittelussa vain putken pystygeometrian suunnittelussa.

Keilauksen yhteydessä päädyttiin suorittamaan koko alueella ja molemmissa lentokorkeuksissa samanaikainen digitaalinen ilmakuvaus korkearesoluutiolisella kameralla. Näin varmistetaan se, että maastomallin tuottamiseen ja karttojen päivitykseen on käytettävissä riittävän laadukas kuvamateriaali. Lisäksi varauduttiin palvelemaan suunnittelijoita heidän kuvatarpeissaan.

Laserkeilaus on GPS-paikannukseen perustuva globaali mittausten menetelmä. Siinä käytetään suhteellisen harvoja maastossa olevia tukiasemia. Tarkan maastomallin tuottaminen tällä tekni-

kalla edellyttää hankkeen runkomittaukselta paljon suurempaa tarkkuutta kuin tavanomainen fotogrammetrinen kartointus. Tämän vuoksi hankkeelle suunniteltiin mitattavaksi yhtenäinen runkopisteistö, joka tulisi toimimaan kaikkien hankkeella suoritettavien myöhempien mittausten lähtöpisteistönä.

Eihän tällainen urakka mittajaajan kannalta helppo ole

Tieliikelaitos lähti hankkeeseen jo suhteellisen kokeneella henkilöstöllä. Muutama henkilö on ollut päätoimisesti laserkeilaushankkeissa mukana jo vuodesta 1998 lähtien. Suhteellisen isojakin hankkeita oli tällä tekniikalla jo tehty.

Oikorata oli kuitenkin hankkeena sikäli poikkeuksellinen, että hankkeen kokoon nähden aikataulu oli erittäin kireä. Ensimmäiset aineistotoimitukset oli määriteltäviä tiukalla aikataululla, että selaisesta ei ollut aikaisempaa kokemusta. Tekniset ongelmat ja niistä aiheutuvat aikatauluongelmat olisivat erittäin kohtalokkaita tässä projektissa. Erityisen huolissamme olimme siitä, miten Tieliikelaitoksen maastomittausorganisaatio selviää haasteesta. Tehtävä oli nimittäin haastava, koska ensimmäiseksi piti suorittaa suurta tarkkuutta vaativa runkomittaus. Tämän jälkeen oli vasta mahdollista aloittaa maastokartoitukset GPS:llä ja takymetreillä.

Laserkeilausten onnistumisesta emme sinänsä olleet kovin huolissamme, koska kokemusta oli toimimisesta hankalisakin sääoloissa edellisenä syksynä. Laserkeilaus onnistuu lähes säässä kuin säässä eikä lehden putoamista puusta tarvitse jäädä odottelemaan. Tietynlaisen ongelman muodostavat kuitenkin digitaaliset ilmakuvat. Niiden osalta ollaan samojen realiteettien armoilla kuin perinteisessä ilmakuvauksessa. Matkalta suoritettavassa keilauksessa kuvien ottaminen ei ole suuri ongelma. Riittää, että pilvikorkeus on lentokorkeutta suurempi. Korkeammalta suoritettava keilaus on kuvien kannalta paljon ongelmallisempi. Hyvälaatuisten kuvien saaminen 400 metrin korkeudesta edellyttää suhteellisen kirkasta säätä eikä pilviä tietenkään saa olla.

Keilauksia alettiin suorittaa heti, kun aloituslupa Ratahallintokeskukselta saatiin. Keilaukset suoritettiin viikon kuluessa. Samanaikaisesti Tieliikelaitoksen maastomittausorganisaatio hoiti GPS-tukiasemia ja suoritti ensimmäisiä runkomittauksia. Tavoitteena oli, että kaikkien tulosten takia ongelmalliseksi muut-

tuvat maastomittaukset saataisiin suoritettua hyvissä ajoin loka-marraskuussa. Runkomittaus oli erittäin kiireellinen tehtävä, koska myöskään laserkeilausaineistoa ei päästäisi työstämään ennen sen valmistumista.

Oikoradan maasto on paikoitellen tavattoman hankala ja mittausten kannalta erittäin peitteinen. Tieliikelaitoksen uusimmat GPS-GLONASS-vastaanottimet tulivat tälle hankkeelle todella tarpeeseen.

Hankkeen toteuttaminen lähti käyntiin juuri niin rivakasti kuin olimme pelänneetkin. Yleissuunnitelman tarkistukseen tarvittiin maastomallia nopeasti ja pohjatutkimusten paikantamista varten tarvittiin perusrunkopisteitä paljon suunniteltua aikaisemmin.

Huipputekniikka näyttää tehonsa

Hankkeeseen keskityttiin muutaman viikon ajan lähes koko mittausten organisaation voimalla ja tulokset alkoivat näkyä. Keilaukset saatiin suoritettua viikossa ja kahden viikon jälkeen alkoi runkomittaus olla valmiina. Tämän jälkeen alkoivat maastokartoitukset ja laseraineiston käsittely. Hankkeella tehtävät työt kohdistettiin niin, että kyettäisiin toimittamaan aineistot suunnittelun vaatimissa tahdissa.

Laserkeilaus on kokonaan digitaalinen mittausten prosessi, joten työn tekeminen on mahdollista hyvin joustavasti. Työläimpiä työvaiheita ovat aineiston luokittelu ja koodaaminen. Tähän työhön ei löydy kovin automaattisia työkaluja, vaan työ on ihmistyötä. Tuotteen laatu on pitkälti kiinni henkilön huolellisuudesta ja osaamisesta. Silloin, kun jalostettavaa aineistoa on paljon ja aikataulut kireitä, tarvitaan useita tekijöitä.

Oikoradan maasto on paikoitellen maastomallin tekijälle kauhistus. Peitteisiä kalliioalueita jyrkänteineen ja suurine korkeuseroineen riittää, varsinkin alueen pohjoisosassa. Lisäksi maan pinnan kasvillisuus vaihtelee suuresti ja vaikeuttaa mallinnusta. Ensimmäisten prosessointien perusteella laserkeilaus näytti kuitenkin sopivan hyvin tämän tyyppiseen maastoon. Puusto ei aiheuttanut katveita maanpintamalliin ja aluskasvillisuuden suodatukseen löysimme sopivat menetelmät.

Maaston mallintamisen kannalta eniten pohtimista aiheutti maastomallin pistemäärän harventaminen, koska suunnittelijat haluavat tietokoneelleen mallin mahdollisimman vähillä pisteillä. Testasimme erilaisia suodatustekniikoita ja

olimme valmiit vastaamaan suunnittelijoiden hyvinkin yksilöllisiin toiveisiin.

Digitaaliset ilmakuvat onnistuivat hyvin sekä matalalta että korkealta. Näin käytettävissämme oli nopeasti digitaalinen ortokuvamosaiikki maastomallin muokkaamiseen ja pohjakarttojen päivitykseen. Varauduimme myös toimittamaan digitaalisia kuvia suunnittelijoiden käyttöön tarpeen mukaan. Matalamman keilauksen yhteydessä otetuista kuvista on mahdollista muodostaa ortokuvamosaiikki tarvittaessa jopa 2 cm:n pikselikoolla. Korkeammasta kuvauksesta on mahdollista tuottaa kuvamosaiikki 10 cm:n pikselillä.

Suunnittelijoita palvellaan

Tilaaajan puolelta toimeksiannon vaatimus oli yksinkertainen. Suunnittelijoiden pitää saada aineistot aikataulussa ja heidän pitää olla niihin tyytyväisiä. Tämähän se on ollut tilanne jo aika monessa tiehankkeessakin ja vaatimus ei sinänsä säikäyttänyt.

Ensimmäisenä toimitukseen lähti yleissuunnitelman tarkistuksen maastomalli. Yleissuunnitelman tarkistuksessa suunnittelijoina oli kaksi suurta insinööri-toimistoa, joilla oli runsaasti aikaisempaa kokemusta maastomallien käytöstä. Maastomalli toimitettiin pintamallina Tielaitoksen formaatissa. Maastomallin pistemäärää ei lähdetty optimoimaan, koska mallin käsittämä alue oli mahdollista rajata suhteellisen kapeaksi. Kummallakaan suunnittelukonsultilla ei näytännyt olevan ongelmia mallin pistemäärien kanssa.

Seuraavaksi alkoi kaasuputken siirron suunnittelu ja tässä tapauksessa suunnittelija halusi käyttöönsä digitaalisen ortokuvan keilauksen yhteydessä otetuista digitaalisista ilmakuvista. Toimitukset kykenimme suorittamaan nopeasti ja saatuaan kuvamosaiikilla putkilinjan paikalleen suunnittelija määritteli käytävän, josta hän tarvitsee maastomallin. Maastomalli oli tässä tapauksessa hyvin kapea ja näin pistemäärä ei ollut ongelma. Putken pystygeometrian suunnittelussa jopa haettiin mahdollisimman suurta tarkkuutta.

Ensimmäisten neljän sillan suunnittelu käynnistyi ripeästi ja siltapaikkojen osalta maastomallia toimitettiin kolmelle eri suunnittelukonsultille. Konsulteilla oli käytössä erilaisia ohjelmistoja ja malliakin toimitettiin jo kolmessa eri formaatissa. Tässä vaiheessa ei vielä toimitettu digitaalista ortokuvaa siltasuunnittelijoille, koska ensimmäisenä vaiheena

heillä on edessä siltojen geotekninen suunnittelu.

Karttojen päivitystä varten muodostettiin likimääräinen maastomalli vanhojen karttojen käsittämästä alueesta. Tästä mallista lasketaan korkeuskäyrät ja päivitetään ne kartalle tarpeellisilta osin. Maastossa tapahtuneet muutokset määritettiin korkeamman keilauksen ja digitaalisen ortokuvamosaiikin avulla. Suurimmat muutokset alueella ovat aiheutuneet Helsinki–Lahti-moottoritien rakentamisesta kartoituksen jälkeen.

Maastomittaukset ovat työläitä

Laserkeilaustakin käytettäessä tarvitaan melko paljon maastomittauksia. Keilauksella ei saada määritettyä rumpujen vesijuoksujen korkeuksia eikä veden peitossa olevien ojien pohjia. Pintakallioiden tarkka rajaaminen on suoritettava maastossa, koska niitä ei keilausaineistosta eikä digitaalisilta ilmakuvilta saada määritettyä. Oikoradan sijoituessa moottoritien viereen joudutaan useiden siltojen alustat mittaamaan maastossa

Maastomittaukset on suoritettu käyttäen sekä GPS-mittausta että takymetri-mittausta. GPS-mittauksella on suoritettu pääosa pintakallioiden rajauksista, mutta peitteisyyden takia takymetrimittaus on ollut ainoa soveltuva tekniikka monin paikoin. Maastomittaus vaatii luonnollisesti runsaasti tukipisteitä, joihin tukeutua.

Vaikka maastomittausten määrä on vain murto-osa fotogrammetrisen kartoituksen yhteydessä tarvittavista, koostuu niistä tämän suuruusluokan hankkeessa kohtalainen työmäärä. Vaikka käytettävissämme ovat nykyaikaisimmat takymetrit ja GPS-laitteet, ei tässä työssä näin vaikeassa maastossa ole oikotietä onneen. Maastotyöt on suoritettu keskimäärin viiden henkilön miehityksellä. Tällä henkilömäärällä on pysytty aikataulussa vaikka talvi tuli etelään paljon normaalia aikaisemmin.

Mitä tästä hankkeesta on tähän mennessä opittu

Kyllähän tämäntyyppinen hanke on mitatajalle mielenkiintoinen, mutta samalla erittäin stressaava. Tieto siitä, että tekninen epäonnistuminen jossakin työvaiheessa aiheuttaa pahimmassa tapauksessa katastrofin, on koko ajan henkilöstön ja projektipäällikön mielessä.

Tämäntyyppinen hanke vaatii huolellista suunnittelua. Pitäisi osata ennakoita hankkeen eteneminen mahdoli-

simman pitkälle. Tilaajakaan ei tämän tyyppisessä hankkeessa pysty antamaan selkeitä ohjeita, aikatauluja ja vaatimuksia, koska tilanne on hänellekin uusi ja outo.

Organisaation, joka lähtee tämän tyyppiseen hankkeeseen, pitää olla joustava. Resursseja on tarvittaessa voitava keskittää suuria määriä johonkin kohteeseen tai työvaiheeseen. Kaikkien projektissa työskentelevien henkilöiden on ymmärrettävä, mitä ollaan tekemässä ja valmistauduttava mukautumaan työn aikana ilmeneviin muutoksiin. Täysin täsmällisiä ja yksityiskohtaisia ohjeita ei voida antaa, koska tilanne elää.

Tämäntyyppisessä hankkeessa ei voi liikaa korostaa runkomittauksen tärkeyttä. Rungon pitää olla tarkka ja liittäminen valtakunnalliseen koordinaatioon oikein ratkaistu. Kaikkien hankkeen toimijoiden on tukeuduttava samaan perusrunkoon ja pisteistön on säilyttävä alueella riittävän tiheänä myöskin rakentamisvaiheeseen.

Oikoradan osalta runkomittaus hoidettiin hyvin ja toimintaperiaate oli myöskin tilaaajan puolelta selkeä. En jaksaa uskoa, että tässä suhteessa hankkeelle aiheutuisi ongelmia.



**Kirjoittaja on diplomi-insinööri
Tieliikelaitoksen konsultointi-
yksikössä.
Sähköposti:
tauno.suominen@tieliikelaitos.fi**