

MITTAUSTYÖT TIETYÖMAALLA

Henri Nopanen

Opinnäytetyö
Tekniikan ja liikenteen ala
Maanmittaustekniikan koulutusohjelma
Insinööri (AMK)

2015

Tekniikan ja liikenteen ala
Maanmittaustekniikan koulutusohjelma

Tekijä	Henri Nopanen	Vuosi	2015
Ohjaaja	Jaakko Lampinen		
Työn nimi	Mittaustyöt tietyömaalla		
Sivu- ja liitemäärä	27		

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on toimia perusohjeena tietyömaalla suoritettaviin mittauksiin. Työ toimii myös työnjohdon apuna työsuunnittelussa. Työssä esitellään tietyömaan maastomittauksia ja kerrotaan niiden suorittamisesta. Opinnäytetyössä on esitelty mittaajalle yleisimmät ja suuritöisimmät tietyömaalla esiintyvät työvaiheet. Työvaiheet esitellään kronologisessa järjestyksessä tietyömaan rakennusvaiheiden mukaan ja suoritettavat mittaustoimet on kuvattu perusteellisesti.

Opinnäytetyö on laadittu alan kirjallisuuden ja julkaisujen avulla. Lähteiden avulla työssä on kerrottu tietyömaalla eri rakennusvaiheissa vaadittavat tarkkuus- ja laatuvaatimukset. Tietoperustana on käytetty myös henkilökohtaista työkokemusta, joka on hankittu tietyömailta opiskelun aikana. Opinnäytetyöntekijä on työskennellyt maanmittausharjoittelijana Haminan Kehä valtatietyömaalla sekä Rovaniemen kaupungin infrapalvelukeskuksessa.

Opinnäytetyössä esiintyvistä mittauksen työvaiheista käy ilmi työn haasteellisuus sekä vaadittava huolellisuus. Työvaiheissa esitellään lyhyesti myös kuinka yhteistyö sujuu koneohjauksen kanssa erinäisissä rakennusvaiheissa.

Avainsanat
Muita tietoja

maarakennus, mittaaja, merkintä, tietyömaa
-

Technology, Communication and Transport
Degree Programme of Land Surveying

Author	Henri Nopanen	Year	2015
Supervisor(s)	Jaakko Lampinen		
Subject of thesis	Measuring Work at a Road Construction Site		
Number of pages	27		

The aim of this Bachelor's thesis was to write a guidebook that would serve as basic guidelines for the measuring work done at a road construction site. The purpose was to present the stages in a chronological order according to road construction site progress.

The data for this thesis was collected from literature and from personal experience. The study described a required accuracy and quality requirements used at the different stages at a road construction site.

The study contains a job description of a measuring work at the road construction site. Each stage has been presented thoroughly. The study also contains a representation of a co-operation between the measurer and machine control.

Key words

earthworks, measurer, marking, road construction site

SISÄLLYS

KÄYTETYT LYHENTEET JA KÄSITTEET	5
1 JOHDANTO	6
2 MERKINTÄMITTAUKSET	8
2.1 Mittauspisteiden ja tiealueen merkintä	8
2.2 Louhinnan mittaukset	9
2.3 Pohjanvahvistukset	10
2.4 Tiekerrokset	11
2.5 Luiskat ja ojat	13
2.6 Melusteet	14
2.7 Putki- sekä johtokaivannot ja rummut	15
2.8 Valaisinpylväät ja anturat	16
2.9 Reunakivet ja muut merkinnät	17
3 KARTOITUSMITTAUKSET	18
3.1 Pintamaanpoisto ja pohjanvahvistukset	18
3.2 Tiekerrosten tarkkeet	19
3.3 Louhinnan tarkkeet	21
3.4 Putki- sekä johtokaivannot ja rummut	21
3.5 Anturat ja muut kartoitukset	22
4 POHDINTA	24
4.1 Yhteistyö koneohjauksen kanssa	24
4.2 Tulokset	25
4.3 Oma kehitys	25
LÄHTEET	26

KÄYTETYT LYHENTEET JA KÄSITTEET

Arp	Alin rakennepinta
GPS	Global Positioning System
Mittamerkki	Paalu, johon tarvittu tiedot merkitään
Sihtilappu	Mittamerkkiin kiinnitettävä lappu, jolla haluttu korko ilmoitetaan
Suuntamerkki	Paalu, jolla halutun kohteen sijainti osoitetaan
Takyhöylä	Takymetrin avulla orientoitava tiehöylä
Tarke	Tarkastusmittaus

1 JOHDANTO

Mittaajalla on suuri vastuu työstään, sillä suurin osa rakentamisesta tehdään mittamerkkien perusteella. Osassa rakentamista on mukana koneohjaus, mutta yleensä vain pintapuolisessa maisemoinnissa rakennetaan silmämääräisesti. Mittaajan täytyy tehdä työnsä huolella, sillä niin moni on sen tuloksista riippuvainen. Koneenkuljettajat luottavat mittamerkkien oikeellisuuteen sen suuremmin niitä kyseenalaistamatta. Mittaajan on syytä tarkistaa aina mahdollisten merkintöjen jälkeen oman työn tulos. Mahdolliset inhimilliset virheet kyllä varmasti huomaa kauempaa katsellessa. Myös suunnitelmissa saattaa olla välillä virheitä, jotka eivät tietenkään ole mittaajan vastuulla. Tällaisissa tilanteissa olisi kuitenkin hyvä omata kykyä havainnoida mahdollisia virheitä. Mikäli havaitsee jotain epäselvää, on se syytä tarkistaa suunnitelmista.

Mittaajan vastuulla on merkitä suunnitelmat maastoon mittamerkein. Maastoon mitattu mittamerkki saa sisältää +- 10 millimetrin poikkeaman sekä taso- että korkeussuunnassa (Tiehallinto 2008, 25). Työskennellessä täytyy siis olla huolellinen ja tarkka. (Tielaitos 1993, 40.)

Opinnäytetyön kirjoittajalla on henkilökohtaista kokemusta tietyömailla työskentelystä. Työn aihe on läheinen ja kiinnostava. Mittausten suorittamisen ohjeita on julkaistu vain hajanaisesti eikä vastaavaa työtä ole vielä tehty. Opinnäytetyö kerää tietyömailla vaadittavat mittaussuoritteet yhdeksi kokonaisuudeksi. Opinnäytetyö toimii aloittelevalle mittaajalle perusohjeena tietyömaamittauksiin sekä apuna työnjohdolle työnsuunnittelussa.

Tekniikan kehittyessä mittamiehen työnkuva nopeutuu ja helpottuu. Opinnäytetyön tavoitteena on myös päivittää yleiskäsitystä maarakennusmittauksista. Koneohjaus yleistyy tietyömaan työkoneissa mikä vaikuttaa mittaajan työnkuvaan. Opinnäytetyössä esitellään esimerkeillä mittaajan ja koneohjauksen yhteistyötä. Opinnäytetyö esittelee keskeiset työtehtävät sekä kertoo maastomittausten suorittamisesta. Työvaiheet on esitetty kronologisessa järjestyksessä tietyömaan rakennusvaiheiden mukaan.

Työ keskittyy maarakennusmittauksiin tietyömailla ja rajaa pois tietyömailla tapahtuvat rakennusmittaukset kuten silta- ja tunnelimittaukset. Työn ulkopuolelle rajataan myös mittausaineistojen suunnittelu ja laatiminen sekä työmaalta saatujen kartoitusaineistojen käsittely. Opinnäytetyön sisältö on riittävä kokonaisuus ilman edellä mainittuja osa-alueitakin.

Työn tietoperustana on käytetty alan kirjallisuutta ja julkaisuja. Infrarakentamiseen liittyviä ohjeita ovat julkaisseet muun muassa Tielaitos, Tiehallinto ja Liikennevirasto. Mittausten tarkkuus- ja laatuvaatimukset on esitelty teoksen InfraRYL 2010, Osa 1 Väylät ja alueet pohjalta. Teosta käytetään myös tietyömaasuunnitelmien laatimisessa.

Suuri osa mittausmenetelmien suorittamisesta on esitetty lähteiden avulla, mutta työvaiheita on esitetty myös henkilökohtaisen kokemuksen pohjalta. Opinnäytetyön kirjoittaja on saanut henkilökohtaista kokemusta maanmittausharjoittelija tietyömailta. Harjoittelujen aikaisina työmaina ovat toimineet Haminan Kehä valtatietyömaa ja Rovaniemen kaupungin tietyömaat.

2 MERKINTÄMITTAUKSET

Pääasiallisesti suurin osa mittauksista suoritetaan takymetrillä. Joitakin karkeampia mittauksia voidaan tehdä GPS -laitteilla kuten massanvaihtojen mittaukset, pintamaan kartoitukset ja ojien merkinnät. Mittamerkkeinä käytetään mitatapaaluja joihin tarvittavat sihtilaput kiinnitetään ja kirjoitetaan kohteen tiedot. (Leppäniemi 2014, 24.)

Työmaan mittausperusta muodostuu runkopisteistä. Aluksi tehdään peruspisteet ja käyttöpisteet, lisäksi mittausperustaa tarvittaessa laajennetaan apupisteillä. Työmaalle on syytä tehdä tarpeeksi kattava pisteverkko, jotta takymetri saadaan orientoitua vapaa asemapisteen menetelmällä aina haluttuun paikkaan. Jos samalla alueella on tarkoitus suorittaa useampi mittaus, olisi ne hyvä suorittaa samalta asemapisteltä työn nopeuttamiseksi. (Tiehallinto 2008, 15.)

2.1 Mittauspisteiden ja tiealueen merkintä

Mittausperustana tietyömaalla käytetään runko- ja apupisteitä. Runkopisteet pyritään rakentamaan ensisijaisesti kallioon, maaperäkiveen tai johonkin pysyvään rakenteeseen kiinnitettävällä metallipultilla. Runkopisteet merkitään maastoon esimerkiksi puupaalulla tai muoviputkella johon merkitään pisteen numero. Kun pisteitä käytetään ensimmäistä kertaa lähtöpisteinä, tarkistetaan pisteiden yhteensopivuus vähintään kolmeen pisteen avulla. Runkopisteitä on tietyömaalla noin tuhannen metrin välein. (Tielaitos 1993, 38; Tiehallinto 2008, 15, 41.)

Runkopisteiden lisäksi tietyömaalle tehdään apupisteitä mittauksen helpottamiseksi. Apupisteet tehdään maastoon yleensä puuston poiston jälkeen, jolloin näkyvyys on parantunut ja mittauksia pystytään suorittamaan takymetrillä. Takymetri orientoidaan työmaan alussa tehtyjen runko- ja käyttöpisteiden avulla ja näin pystytään tekemään apupisteitä tarvittaville alueille. (Tielaitos 1993, 39.)

Apupisteet voidaan merkitä tarraprismalla esimerkiksi rakennusten seiniin, siltojen kaiteisiin, puun runkoihin, valaisinpylväisiin tai kallion seinämiin. Pisteet ra-

kennetaan mahdollisimman näkyvälle paikalle ja korkealle jotta ne näkyisivät tarpeeksi kauas. Runko- sekä apupisteitä tuhoutuu työmaan edetessä joten uusia pisteitä on tehtävä tarpeeksi ajoissa, että mittaaminen sujuu joka puolella työmaata ilman turhia viivästyksiä. Pisteitä saattaa jäädä myös tulevien rakenteiden ja maavallien taakse. Apupisteitä tehdään tietyömaalle 100 – 300 metrin välein. (Tielaitos 1993, 39; Tiehallinto 2008, 15.)

Ensimmäisenä maastoon merkitään tiealueen rajat. Merkintänauhalla merkitään rajat puuston poistoa varten. Puuston poisto tehdään tiealueen rajaa pitkin tai hieman ulompaa. Tieurakan haltuunottorajat merkitään tarvittaessa mittamerkeillä sekä urakkarajat paalulukemiseen. (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2011, 18, 24.)

2.2 Louhinnan mittaukset

Tietyömaan leikkauspohjia kaivettaessa saattaa työmaalta todennäköisesti löytyä kalliota. Paikoittain tie rakennetaan tarkoituksella kallion läpi, jolloin saatu kiviaines käytetään tienpohjiin louheena tai murskeena.

Louhintaa varten poraajille merkataan kallioon poraamissyvyudet. Kallion pintaan merkitään etäisyys leikkuupohjaan ja lisätään lukemaan metri. Lisäyksen tarkoituksena on saada pohja tarpeeksi syväksi, sillä ammuttaessa pohja jää epätasaiseksi. Kovaksi eli liian korkeaksi jääneet leikkuupohjan kohdat merkitään louhittavaksi samalla tavalla. Porausreikien kohtia ei mittaajan tarvitse merkata sillä poraajat tekevät ne itse. Porausyvyyksien merkinnät on syytä tehdä tarpeeksi lähekkäin työn helpottamiseksi maaston muodot huomioiden. Yleisesti merkintään riittää spray-maali, mutta mikäli kallio on märkää tai alueella on paljon kuivaa porauspölyä tai hiekkaa, on louhinta syvyudet merkittävä mittamerkeillä. Tällöin mittamerkit voi merkitä suoraan taiteviivojen kohdalle tai tien keskilinjalle. (Rakennustieto Oy 2004, 1, 3, Rakennustieto 2010a, 223.)

Louhintaa varten ei merkitä tien reunaa vaan rakolinja. Rakolinja tulee tiepohjan uloimmasta taitteesta viistosti ulospäin. Työmaan suunnitelmissa määritellään

millaisella suhteella rakolinja louhitaan tien pohjaan nähden. (Rakennustieto 2010a, 224.)

2.3 Pohjanvahvistukset

Pohjanvahvistuksia ei tarvitse tehdä mikäli tien pystyy rakentamaan louhimalla tai leikkaamalla suoraan soraiseen maaperään. Jotkin alueet kuitenkin ovat rakentamiskelvottomia jolloin tarvitaan pohjanvahvistuksia (Liikennevirasto 2014b, 10). Massanvaihdossa rakentamiseen sopimattomat ainekset kaivetaan pois, kun taas stabiloinnissa ja paalutuksessa maapohjaa tuetaan rakenteilla.

Yleisimpänä vaihtoehtona pohjanvahvistuksissa käytetään massanvaihtoa. Massanvaihdossa kaivetaan pehmeät ja rakentamiseen sopimattomat maakerrokset pois kovaan pohjaan saakka. Poistettu aines korvataan karkearakeisemmilla massoilla, esimerkiksi saviset alueet täytetään usein louheella. Mittaajan tehtävänä on merkitä massanvaihtoalueen reunat mittamerkeillä. Merkit sijoitetaan tulevasta kaivannosta hieman ulospäin jotta ne säilyvät myös kaivamisvaiheen aikana paikallaan. (Liikennevirasto 2014b, 27 – 28.)

Toisena pohjanvahvistus keinona on stabilointi. Stabiloinnissa maapohjaa lujitetaan sideaineilla. Tavallisesti sideaineina käytetään kalkkia ja sementtiä. Yleisimmin käytössä on pilaristabilointi jossa maahan pystytään tekemään 600 – 800 millimetriä leveitä ja kaksikymmentä metriä pitkiä pilareita. Massanvaihdon tapaan mittaaja merkitsee stabilointialueen mittamerkeillä. Stabilointireikiä ei mittaajan tarvitse merkitä sillä koneissa on nykyisin koneohjaus jossa pisteet näkyvät suoraan. (Liikennevirasto 2014b, 29 – 30.)

Massanvaihdon ja stabiloinnin lisäksi yleisimpiin pohjanvahvistuksiin kuuluu myös paalulaatat. Paalulaattoja rakennetaan yleensä silloin kun massanvaihto ei onnistu esimerkiksi vieressä olevien rakenteiden takia. Paalulaatan avulla kuorma siirretään paalujen kautta kantaviin kerroksiin. Paalut kairataan maahan ja päälle tehdään valu. Valun päälle voidaan siten rakentaa tiekerrokset. (Tiehallinto 2009, 31; Liikennevirasto 2014b, 32.)

Yksittäisille paaluille merkitään sijainnit ja kairaamisen jälkeen paaluille merkitään katkaisukorot paalun kylkeen. Valun tekemistä varten paalulaatan kulmat merkitään mittamerkeillä ja valun yläpinnan taso merkitään sihtilapuilla samalle korkeudelle. (Rakennustieto Oy 2010a, 72 – 73.)

2.4 Tiekerrokset

Tiekerrokset merkitään mittamerkeillä tasaisin välein tasapaalujen kohdalle. Merkkeihin kirjoitetaan tien nimi, etteivät lähekkäin olevat muut mittamerkit sekoitu keskenään, sekä paalulukema jotta tiedetään missä kohtaa tietää rakennetaan. Lisäksi mittamerkkiin kirjoitetaan etäisyys kohteesta jota sillä osoitetaan. (Tielaitos 1993, 37.)

Mittamerkkiin kiinnitettävään sihtilappuun kirjoitetaan rakennettavan maakerroksen nimi ja korkeus jollakin ajolla. Esimerkiksi metrin ajolla olevat sihtilaput tulevat metrin suunnitellun pinnan yläpuolelle. Sihtilapuista koneenkuljettajat näkevät yleensä silmämääräisesti pinnan tason, mutta jotkut haluavat itselleen ajokepin. Mittaaja tekee ajokepin joka näyttää sihtilappujen avulla pinnan korkeuden. Ajokeppiin kiinnitetään metrin ajolla oleva sihtilappu. Kun ajokeppi sijoitetaan mittamerkkien väliin, kaikki sihtilaput ovat samalla tasolla kun niitä katsotaan poikkipaaluittain. Tiekerros on jäänyt vajaaksi jos ajokepin sihtilappu on alempana kuin mittamerkkien laput. Ajokeppi hyödyntää erityisesti koneita joissa ei ole käytössä koneohjausta. (Laurila 2011, 252; Leppäniemi 2014, 25 – 26, 28.)

Edellä mainitun merkintätavan lisäksi Haminan Kehä tietyömaalla käytettiin väliillä ristiinlaputusta. Ristiinlaputusta käytetään jos kaksikaistaisella tiellä ei ole yksipuoleista kallistusta. Mittamerkit tulivat samaan tapaan tien kanttien ulkopuolelle, mutta niihin merkittiin tien molempien puolien kallistukset. Sihtilappuja katsoessa ne leikkaavat tien keskilinjassa ja näin tien keskelle saadaan harja.

Alin rakennepinta on tienpohjan alin kerros eli leikkuutaso johon asti maaines kaivetaan pois. Alin rakennepintapinta eli arp merkitään mittamerkeillä tien reunoille tasapaalulukemin kahdenkymmenen metrin välein. Merkit sijoitetaan metrin arp:n kantista ulospäin ja sihtilaput sopivalle korkeudelle maanpinnasta, yleensä metrin korkeudelle mikäli vain mahdollista. Maasto on tässä vaiheessa rakentamista vielä epätasaista joten mittamerkkejä saattaa joutua sijoittamaan eriävästi. Jos arp:n kaltevuus vaihtelee, mittamerkit sijoitetaan jokaiseen taitekohtaan. (Tielaitos 1993, 37; Tiehallinto 2009, 36.)

Jakava kerros rakennetaan murskeesta tai louheesta. Mittamerkit sijoitetaan tasapaaluin kahdenkymmenen metrin välein ja puolen metrin päähän jakavan kantista. Sihtilaput laitetaan puolen metrin ajolla jakavan pintaan. Tiepohja on tässä vaiheessa jo tasaisempaa joten mittamerkit pystytään laittamaan tarkemmin kuin arp:n vaiheessa. Tarkempi merkintä poistaa yksittäisten poikkeamien mahdollisuutta. (Rakennustieto Oy 2010a, 308; Leppäniemi 2014, 25.)

Kantava kerros on viimeinen kerros ennen päällystettä, se tehdään kalliomurskeesta tai soramurskeesta. Kantava kerros merkitään samaan tapaan kuin jakavan kerros, puolen metrin ajolla. Mittamerkit kuitenkin laitetaan hieman tiheämmin, kymmenen metrin välein, jotta kantava kerros pystytään höyläämään tarkasti asfaltointia varten. Nykyisin on käytössä takyhöyliä, jotka pystyvät ajamaan pinnan suoraan vaadittuun korkoon. (Rakennustieto Oy 2010a, 322; Leppäniemi 2014, 25.)

Tien päällyste eli asfaltti levitetään jyrätyn kantavan kerroksen päälle. Asfalttipinta koostuu minimissään neljäkymmenen millimetrin kerroksista riippuen tien koosta. Mittaaja merkitsee asfaltoinnin reunat noin viiden metrin välein maalimerkein. Maalimerkkejä voi mutkaksiin kohtiin laittaa tiheämminkin. Merkintä tapahtuu yleensä samaan aikaan kuin asfaltointi etteivät maalimerkit syystä tai toisesta kulu pois ennen asfaltointia. Jos katualueelle rakennetaan liimattavia reunakiviä, mittaaja ottaa reunakivien sijainnin huomioon asfaltoinnin merkinnässä, ettei päällyste jää liian kapeaksi. (Rakennustieto Oy 2010a, 344; Leppäniemi 2014, 30 – 31; Liikennevirasto 2014a, 12.)

Kevytsora kerros toimii eristekerroksena muiden kerrosten alla ja sitä käytetään erityisesti kevyenliikenteenväylien pohjana. Kevytsorasta tehdään patja suodatinkankaan sisälle ja näin patja ikään kuin kelluu pehmeän maapohjan päällä. Kevytsora on routimatonta ja päällysrakenteen mitoittamisessa on kevytsorarakenteilla yksi ongelma vähemmän verrattuna normaaleihin maarakenteisiin. Muut tiekerrokset pystytään rakentamaan normaalisti kevytsoran päälle. Kevytsora kerroksessa merkitään patjan päädyt mittamerkeillä. Merkit sijoitetaan suoraan patjan kulmiin ja näin kevytsora kerros on helppo täyttää mittamerkkien sihtilappuihin asti. Jos kevytsoraa tehdään pitkälle matkalle, mittamerkkejä laitetaan myös reunoille täytön helpottamiseksi. (Tielaitos 1997, 19, 36, 43; Rakennustieto 2010a, 257 – 258.)

Suodatin kerros tehdään tienrakenteissa jakavan kerroksen alle, mikäli jakavan kerroksen kiviaineksessa on alle kahden millimetrin seulan läpäisevää ainesta. Suodatinkerrosta käytetään siis yleisesti pienemmillä teillä kuten kevyenliikenteen väylillä. Suodatinmateriaalina toimii hiekka. Suodatinkerros merkitään mittamerkeillä kahdenkymmenen metrin välein tasapaaluin ja metrin päähän suodattimen kantista. Mikäli merkittävä tie tekee jyrkkiä mutkia, kuten kevyenliikenteen väylät yleensä, mittamerkit laitetaan mutkissa kymmenen metrin välein. (Rakennustieto Oy 2010a, 298 – 300.)

2.5 Luiskat ja ojat

Luiskat merkitään luiskamalleilla. Luiskamalli rakennetaan mittakepeistä ja se osoittaa tulevan luiskan kaltevuuden, kaltevuus on myös syytä kirjoittaa luiskamalliin jotta sen voi tarvittaessa tarkistaa. Mikäli tien pengeri on korkealla ja luiskaan tarvitaan täyttöä, mallit merkitään luiskan alareunaan. Näin rakennusvaiheessa näkee hyvin mistä asti maantäyttö aloitetaan. (Liikennevirasto 2010, 18; Laurila 2011, 252.)

Luiskaamisien yhteydessä merkintämittauksiin kuului myös ojien merkinnät, sekä Haminan Kehä tietyömaalla, että Rovaniemen kaupungilla. Ojista merkit-

tiin vain ojan keskilinja eli ojanpohja. Ojanpohja-aineistoissa saattaa kulkea vierekkäin molemmat ojan alareunat, tällöin mittamerkki sijoitettiin niiden keskelle. Mittamerkkiin merkittiin leikkaussyvyys sekä tarvittaessa paalulukema tien mukaan. Ojien reunoja ei tarvinnut merkitä sillä ne kaivettiin suhteessa tien penkereeseen ja toisella puolella vanhaan maanpintaan.

2.6 Melusteet

Tärkeimmät melusteet mittaajan kannalta ovat meluvalli ja meluseinä. Muunlaisia melusteita kuten melukaidetta ja läpinäkyvää meluseinää käytetään esimerkiksi siltarakentamisessa. Meluseinien rakentamisessa mittaaja merkitsee maastoon tulevien anturoiden sijainnin ja anturoiden yläpinnan. Seinä rakennetaan anturoiden varaan joten asennusvaiheessa mittaaja on yleensä paikalla tarkistamassa että asennus sujuu vaaditun tarkkuuden puitteissa. Pilarien sallittu poikkeama sivusuunnassa on +- 100 millimetriä ja pilarivälin poikkeama +- 20 millimetriä. (Liikennevirasto 2010, 22, 24, 68.)

Melusteista mittaajaa työllistää eniten meluseinien lisäksi meluvallit. Meluvalli rakennetaan yleensä työmaalta kertyneestä maa-aineksesta. Meluvallista merkitään ensin karkeasti alue johon maata tuodaan työmaan edetessä. Vasta myöhemmin kun maakasa on tarpeeksi suuri, merkitään meluvalli tarkemmin sen muotoilua varten. Vallin päälle merkitään yläharjanteen keskilinjän tavoitekorkeus jotta koneuskien on helppo täyttää meluvalli merkkeihin asti. Alareunat merkitään luiskamallilla. Luiskamalli rakennetaan mittakepeistä ja se osoittaa tulevan luiskan kaltevuuden, kaltevuus on myös syytä kirjoittaa luiskamalliin jotta sen voi tarvittaessa tarkistaa. Kaltevuus vaihtelee käytetyn maa-aineksen mukaan, esimerkiksi kuivissa savisissa maissa ja moreenissa käytetään suhdetta 1:2 ja sorassa käytetään suhdetta 1:1,5. (Liikennevirasto 2010, 18; Laurila 2011, 252.)

2.7 Putki- sekä johtokaivannot ja rummut

Putki- ja johtokaivantoihin kuuluvat kaikki maahan kaivettavat putki- ja johtolinjat:

- hulevesiviemärit ja kaivot
- jätevesiviemärit ja kaivot
- salaojaputket ja kaivot
- kaukolämpölinjat ja kaivot
- kaapelisuojojaputket ja vetokaivot
- vesijohdot (Yläjääski 2014, 21.)

Kaikki kaivot ja viemärit merkitään maastoon mittamerkein. Mittamerkit pyritään sijoittamaan putkilinjasta ulospäin, etteivät merkit kaadu putkia asennettaessa. Riittävän etäisyyden päässä kaivannosta ne säilyvät pidempään. Mittamerkin taakse merkitään suuntakeppi josta kaivon sijainti saadaan tarkistettua. Myös kaivon kohdalle merkitään maahan maalilla kaivon sijainti kaivamisen helpottamiseksi. Lähimpään mittamerkkiin merkitään etäisyys kaivon ja sihtilapulla ilmoitetaan vesijuoksun korkeus halutulla ajolla. Mikäli kaivossa on useampi vesijuoksu, ilmoitetaan sihtilapussa alimman vesijuoksun korko. Mittaaja ei vielä ennen asennusta välttämättä tiedä minkälainen kaivo kaivantoon asennetaan joten asentajat laskevat itse vesijuoksusta kaivannon syvyyden. (Tiehallinto 2008, 36, 38; Yläjääski 2014, 21.)

Rovaniemen kaupungin saneeraus työmailla ja Haminan Kehä tietyömaalla suoritettiin kaivojen tarkemittaukset samalla tapaa. Asennetusta kaivosta otettiin tarke ja laskettiin vesijuoksusta kaato seuraavaan suunniteltuun kaivon. Mikäli asentajia ei ollut paikalla, merkittiin kaadot kaivosta lähteisiin putkiin esimerkiksi tussilla tai maalimerkillä.

Putki- ja johtokaivantojen lisäksi tietyömaalle rakennetaan useita erikokoisia rumpuja. Kaikista rummuista merkitään rummun päät mittamerkeillä. Mittamerkit

sijoitetaan rummun päästä sopivan matkan päähän tien pituussuunnan mukaisesti. Sopiva matka on esimerkiksi kolme metriä, että asentajille jää reilusti tilaa työskennellä. Mittamerkin taakse merkitään vielä suuntakeppi jotta rummun pään sijainti saadaan tarkastettua. Lähimpään mittamerkkiin merkitään rummun pään vesijuoksu halutulla ajolla. Rummun asentajat ottavat sihtilapusta vesijuoksun koron talteen tasolaseriin. (Tiehallinto 2008, 37.)

2.8 Valaisinpylväät ja anturat

Valaisinpylväiden asennus kuuluu tietyömaan viimeisiin vaiheisiin. Pylväät merkitään mittamerkein maastoon jolloin merkit tulevat tien ulkopuolelle. Merkit sijoitetaan metrin päähän pylvästä ja lähemmän merkin taakse tehdään toisesta merkkipaalusta suuntapaalu jotta pylväs asennetaan oikeaan kohtaan. Lähempään mittamerkkiin merkitään sihtilapulla pylvään jalustan korko halutulla ajolla. (Tiehallinto 2008, 37, Leppäniemi 2014, 30 – 31.)

Tietyömaan maarakennuskohteisiin kuuluu myös liikenneopasteiden ja liikenneportaalien anturoiden rakentaminen. Haminan Kehä tietyömaalla liikenneopasteita asennettiin paljon ja ne lisäsivät mittauksen tarvetta reilusti. Anturan kaivantoa varten maastoon merkittiin ensin anturan keskikohta mittamerkein. Mittamerkkiin merkittiin anturan yläpinnan korko sihtilapulla ja suuntakepillä osoitettiin anturan keskikohta. Asentajat kaivoivat yläpinnan koron avulla halutun syvyyden tulevalle anturalle.

Pohjanteon jälkeen mittajaan tehtävänä oli tarkistaa pohjan korko ja tasaisuus. Anturan pohjan täytyi olla tasainen, ettei liikenneopasteisiin tule asennusvaiheessa turhia kallistuksia. Mittaaja oli aina paikalla elementin asennusvaiheessa jotta elementti asennettiin varmasti oikein. Kaivannon pohjalle merkittiin anturan kulmat maalimerkein jotta valua varten voitiin rakentaa kehikko tai että valmis elementti voitiin laskea paikalleen. Valmista elementtiä siirrettiin usein moneen kertaan ennen kuin se saatiin suunniteltuun kohtaan. Elementin kulmien sijainti tarkistettiin aina siirtojen välissä. Kun kulmat saatiin kohdilleen, tarkistettiin elementin yläosasta vielä keskikohdan sijainti, ettei turhaa kallistusta ole

tullut. Elementissä olevilla asennuspulteilla pystyttiin korjaamaan pieni kallistusvirhe liikenneopasteita asennettaessa. Paikalleen valettavassa anturassa merkittiin valun yläpinta kehikkoon tussilla tai maalilla.

2.9 Reunakivet ja muut merkinnät

Liimattavat reunakivet asennetaan päällysteen teon jälkeen päällysteen päälle ja upotettavat reunakivet asennetaan maahan ennen päällystystä. Reunakivet merkitään maastoon maalimerkein. Tasatun kantavan pinnan päälle merkitään reunakiven alku- ja loppupäät selkeästi, sekä parin metrin välein reunakiven ulkoreuna. Reunakiven merkintään on syytä käyttää eri maaliväriä kuin päällysteen merkintään etteivät viivat mene keskenään sekaisin. Selkeyttämiseksi voi myös käyttää lyhennettä RK. Liimattavat reunakivet merkitään maastoon asfaltinauloilla. Naulat lyödään halutun etäisyyden esimerkiksi kymmenen senttimetrin päähän reunakiven reunasta. Tällöin asentajat osaavat ottaa oikean etäisyyden naulasta asennusvaiheessa. Asfaltinauloilla merkintä on huomattavasti tarkempaa kuin maalimerkeillä. (Tiehallinto 2008, 40; Rakennustieto Oy 2010a, 400 – 401, 403; Leppäniemi 2014, 32.)

Tietyömaalla on myös lukuisa määrä muita pienempiä mittauksia jotka suoritetaan varsin nopeasti tietyssä vaiheessa työmaan rakentamista. Tällaiset nopeammat mittaukset joita ei juuri määritellä tarkkuusvaatimuksissa, suoritettiin Haminan Kehä tietyömaalla takymetrin sijaan GPS -laitteella. Näihin mittauksiin kuuluivat esimerkiksi aitojen, kaiteiden, istutuksien, liikennemerkkien, suojateiden, tiemaalausten, haltuunottorajojen, työmaateiden ja kiertoteiden merkinnät.

3 KARTOITUSMITTAUKSET

Merkintämittauksien lisäksi tietyömaalla suoritetaan tarke- eli tarkistusmittauksia. Tarkkeiden avulla pystytään kontrolloimaan rakentamista ja voidaan selvittää mahdollisia ongelmakohtia. Tarkkeita otettiin Haminan työmaalla ainakin jokaisesta tiekerroksesta, kaivoista ja putkilinjoista. Tarkkeiden lisäksi olen suorittanut työmailla kartoitusmittauksia massa- ja määrälaskentoja varten. Kartoitusmittauksiin ovat kuuluneet muun muassa kallionkartoitukset ja pintamaankartoitukset.

Tietyömaasuunnitelmien työselostuksissa on määritelty eri työvaiheiden tarkkuusvaatimukset sekä millä menetelmällä tarkemittaukset tulisi suorittaa. Tarkemittaukset osoittavat työvaiheiden kelpoisuuden suhteessa työmaasuunnitelmiin. Tarkkeista tehdään myös dokumentit rakennuskohteen asiakirjoihin. Tässä työssä esiintyvät työvaiheiden vaatimukset on otettu teoksesta Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset Osa1 Väylät ja alueet jonka pohjalta myös tietyömaasuunnitelmat tehdään. (Tielaitos 1993, 37.)

3.1 Pintamaanpoisto ja pohjanvahvistukset

Pintamaat poistetaan tiealueelta puuston raivauksen jälkeen. Alueelta poistetaan aluskasvillisuus, mättäät, kannot ja kivet. Pintamaat läjitetään tai hyödynnetään rakentamisessa riippuen onko maa-aines rakentamiseen kelpaavaa (Rakennustieto Oy 2010a, 61). Jotta kaivetut pintamaamassat saadaan lasketua, kartoitetaan alue ennen maiden poistoa. Koska pintamaan muodot ovat epätasaisia, voidaan kartoitus suorittaa hieman karkeammalla mittauksella. Kartoituspisteitä otetaan tiealueelta noin kymmenen metrin välein ruudukkomaisesti. (Rakennustieto Oy 2010b, 41 – 43; Leppäniemi 2014, 32.)

Pohjanvahvistuksissa tarkkeita otetaan massanvaihdoista ja paalulaatoista. Massanvaihdon tarkkeita otetaan kaivuun edetessä, viimeistään ennen täyttöä. Massanvaihtokaivannoissa on syytä käydä mittaamassa tiheästi sillä kaivannot etenevät yleensä nopeaa tahtia. Tarkkeita otetaan reunoilta kaivannon pohjalta

sekä kaivannon yläreunasta samalta kohtaa. Mikäli mahdollista, tarkkeita on hyvä ottaa myös keskeltä kaivantoa. Täytön jälkeen voidaan laskea massat joita täyttämiseen on mennyt. (Tiehallinto 2009, 41; Rakennustieto Oy 2010a, 288.)

Paalulaatan paaluista otetaan tarkkeet ennen valun tekemistä. Yksittäisen paalun sijaintipointkeama saa olla +/- 100 millimetriä. Valun jälkeen paalulaatan sijainnista otetaan tarkkeet. Päädyn sijainnin suurin sallittu poikkeama tien pituussuunnassa on +/- 200 millimetriä ja reunan etäisyys tien keskilinjasta + 100 / - 50 millimetriä. Laatan yläpinnan korkeusaseman sallittu poikkeama on + 30 / - 20 millimetriä. (Rakennustieto Oy 2010a, 72 – 73.)

3.2 Tiekerrosten tarkkeet

Tiekerroksista otetaan tarkepisteet pinnan tasauksen jälkeen. Tarkkeet otetaan aina tien molemmista kanteista sekä keskilinjalta. Kanttien tarkkeet otetaan kantien ulkopuolelta ja keskilinjalla tarkkeet keskeltä. Arp:n pinnalla saattaa olla useampia taitteita jos tielle rakennetaan useampi kaista. Tarkkeet otetaan silloin myös jokaisen taitteen kohdalta. (Tielaitos 1993, 37; Tiehallinto 2008, 24.)

Alimman rakennepinnan tarkkeet otetaan tien kanteista sekä keskilinjalta. Leikkauspohjan yksittäisen poikkeaman tarkkuusvaatimus on 0 / – 100 millimetriä. Pohja ei saa olla senttimetriäkään kova jotta yläpuolelle tulevaa jakavan kerrosta pystytään rakentamaan riittävä määrä. Jos jakavan kerros on määritelty louheeksi, saa poikkeama olla – 200 millimetriä, eli kaksisataa millimetriä liian syvä poikkeama sallitaan. (Rakennustieto Oy 2010a, 192.)

Sallittujen vaatimusten ulkopuolella olevat kohdat ilmoitetaan joko kaivinkoneen kuljettajalle tai mestarille. Korjattavien kohtien puuttuvat mittamerkit on merkittävä uudelleen. Jos korjaustyö tehdään heti, voidaan liian suuret poikkeamakohtat merkitä maahan maalimerkein ja ilmoittaa etäisyys arp:n nolatasoon. Uudet tarkkeet otetaan korjausten jälkeen. (Leppäniemi 2014, 31.)

Jakavan tarkkeet otetaan tien kanteista sekä keskilinjalta. Jakavan kantin tasosijainnin sallittu poikkeama on $- 0 / + 150$ millimetriä, eli kantti saa olla sataviisikymmentä millimetriä liian leveä. Kapeaksi jäämistä ei sallita sillä jakavan kerroksen päälle rakennetaan vielä muita kerroksia. (Rakennustieto Oy 2010a, 309.)

Korkeustason poikkeamaksi sallitaan ± 30 millimetriä. Mikäli poikkeamia on paljon pienellä alueella, mittausmerkit merkitään uudelleen. Yksittäiset poikkeamat voi merkitä maastoon maalimerkein. (Rakennustieto Oy 2010a, 309.)

Kantavan kerroksesta on otettava tarkkeet vaikka se olisi ajettu takyhöylällä. Tarkkeet otetaan tien kanteista ja keskilinjalta kymmenen metrin välein. Näin varmistetaan että asfaltointi tehdään varmasti tasaiselle alustalle. Kantin tasosijainnin sallittu poikkeama on sama kuin jakavan kerroksessa, $- 0 / + 150$ millimetriä. Kapeaksi jäämistä ei sallita sillä päällyste tehdään aivan kantin viereen. (Rakennustieto Oy 2010a, 321.)

Sallittu korkeuspoikkeama on ± 20 millimetriä. Tarkkuuden onnistuminen riippuu pitkälti höyläämisen ja jyräämisen onnistumisesta, mittaajan on hyvä olla paikalla ottamassa tarkkeita ja auttamassa höyläkuljettajaa. (Rakennustieto Oy 2010a, 321.)

Päällysteen reunat kartoitetaan jotta asfaltoinnin neliöt saadaan laskettua ja urakoitsijaa voidaan laskuttaa. Molemmissa harjoittelupaikoissani, sekä Rovaniemen kaupungilla, että Haminan Kehällä on asfaltinkartoitukset suoritettu samalla tapaa. Korkeutena on käytetty suunnitelmassa olevaa päällysteen paksuutta joten vain yläreunojen kartoitus on riittänyt. Pitkillä suorilla tarkkeita mitattiin hieman harvemmin, kun taas mutkaiset kohdat mitattiin tiheämmin jotta kaikki kaaret tulevat tarkasti. Mahdolliset liikenteenjakajat tai liikenneympyrät täytyi muistaa kartoittaa asfaltoinnin keskeltä.

Suodatinkerroksen tarkkeet otetaan kahdenkymmenen metrin välein suodatimen kanteista. Kantin tasosijainnin sallittu poikkeama vaakasuunnassa on $- 0$

/ + 150 millimetriä ja suurin sallittu yksittäinen poikkeama pystysuunnassa on +- 40 millimetriä. Kantin vaakasuunnan poikkeama on siis sama kuin muissakin täyttökerroksissa, kun taas pystysuunnan poikkeamat saavat olla hieman suurempia kuin muissa kerroksissa. Mikäli mittamerkkejä on merkitty mutkaisella osuudella kymmenen metrin välein, on tarkkeet myös otettava siltä kohtaa kymmenen metrin välein. (Rakennustieto Oy 2010a, 298; Leppäniemi 2014, 25.)

3.3 Louhinnan tarkkeet

Pintamaiden poiston jälkeen työmaalta kartoitetaan kaikki kalliot mahdollisten louhintojen varalta. Haminan Kehä tietyömaalla pinta kartoitettiin tarkasti jotta kaikki pinnanmuodot tulivat selkeästi näkyviin kolmioinnissa määrälaskentaa varten. Kallionpinta kartoitettiin yksittäisillä havainnoilla, mutta selkeät ylä- ja alareunat on hyvä kartoittaa viivamittauksella mittausaineiston tulkinnan helpottamiseksi. Louhinnan jälkeen louheet kuljetetaan pois alueelta jolloin pohjan pääsee myös kartoittamaan.

Pohja kartoitetaan arp:n tarkkeiden tavalla. Kanttien ja taitteiden kohdalta otetaan tarkkeet jotta louhittu massa saadaan laskettua. Samalla pystytään tarkistamaan onko pohjaan jäänyt kovia kohtia (Tiehallinto 2009, 37). Mikäli kallio on jäänyt paikoittain kovaksi, merkitään kovat kohdat lisälouhintaa varten. Louhinta syvyydet ilmoitetaan maalimerkein samalla tapaa kuin aiemmin. (Rakennustieto Oy 2010a, 225.)

3.4 Putki- sekä johtokaivannot ja rummut

Kaivoista ja viemäreistä otetaan tarkkeet asennuksen jälkeen. Suunnitelmaku- vissa näkyy vesijuoksujen korot jokaiselle lähtevälle putkelle, mutta riittää että tarkkeen ottaa alimmasta vesijuoksusta. Kaivot kulkevat paikoittain niin pienellä kaadolla, että asennus täytyy tehdä tarkasti. Suurin sallittu poikkeama korossa on +- 20 millimetriä ja vaakatasossa +- 100 millimetriä (Rakennustieto Oy 2010, 147). Putkilinjoista otetaan myös tarvittaessa tarkkeita asentajia varten jolloin

tarkistetaan onko putki menossa suunnitellun kaadon mukaan. Tarvittaessa lasketaan uusi kaato lähimmälle suunnitellulle kaivolle. (Tiehallinto 2008, 36, 38.)

Kaapeli- ja paineputkikaivannoille ei ole yleisiä laatuvaatimuksia (Rakennustieto Oy 2010a, 194). Kaivannot on määritelty työmaakohtaisissa suunnitelmissa. Yleisesti ne kaivetaan tarpeeksi syvälle ja ulommas tiestä etteivät ne häiritse muuta rakentamista. Kaapeli- ja paineputkilinjat kartoitetaan asennusvaiheen edetessä että ne tarvittaessa löydetään maan alta. Kartoitettaessa on hyvä käyttää kohteille suunniteltuja kartoituskoodeja jotta alueesta pystytään tekemään havainnollistava kartta. Painelinjoissa kartoitus suoritetaan putken päältä ja putken paksuus huomioidaan tallennuksessa. Myös venttiilit ja mutkat kartoitetaan tarkasti. Kaapelilinjoja kartoitettaessa on ilmoitettava että montako linjaa alueella kulkee rinnakkain. Kaikkia rinnakkain kulkevia linjoja ei ole tarpeen kartoittaa erikseen. (Tiehallinto 2008, 39, Leppäniemi 2014, 28 – 29.)

Kaivolinjojen yhteydessä tiekerrosten alle rakennetaan yleensä rumpuja. Rummun tarkkeet otetaan rummun päistä vesijuoksun tasosta. Päätielle asennetun rummun vesijuoksun sallittu korkeuspoikkeama on + 0 / - 50 millimetriä ja sivuojaan rummun + 30 / - 50 millimetriä. Rumpu saa siis olla enemmän alempana kuin ylempänä että vesi pääsee varmasti virtaamaan. Vaakasuunnan sijainti ei ole niin tarkka ja sallittu poikkeama onkin +- 500 millimetriä. (Tiehallinto 2008, 37; Rakennustieto Oy 2010a, 165.)

3.5 Anturat ja muut kartoitukset

Anturan alakulmat tarkistetaan asennusvaiheessa ja jokaisen kulman suurin sallittu poikkeama on +- 20 millimetriä. Kun kulmat on asennettu vaatimusten mukaan, tarkistetaan myös anturan keskikohta yläpinnalta. Mikäli suunnitelmissa on määritelty pulttien sijainnit, voi niistäkin ottaa tarkkeet. (Liikennevirasto 2013, 56.)

Takymetrilla suoritettavien tarkemittauksien lisäksi tietyömaalla tehdään joitakin pikaisia kartoitusmittauksia GPS -laitteella. Näin varmistetaan että kaikki työ-

maan aikana rakennettu on tallennettu. Tällaisia mittauksia ovat esimerkiksi läjitysalueiden, meluvallien, luiskien, aitojen, kaiteiden ja reunakivien kartoitus. (Leppäniemi 2014, 28.)

4 POHDINTA

4.1 Yhteistyö koneohjauksen kanssa

Koneohjausjärjestelmiä käyttävien työkoneiden määrä lisääntyy koko ajan maarakennustyömailla. Koneohjauskone paikannetaan työmaan suunnitelma-alueelle ja koneen kuljettaja vertaa ohjaamon näytöltä sijainnin suhteessa työmaan suunnitelmaan. Koneohjauslaitteistoa on käytössä tietyömaalla kaivinkoneissa, puskukoneissa, tiejyrissä, stabilointikoneissa, paalutuskoneissa ja tiehöylissä. Koneohjauksen yleistymisen keventää mittaajien työkuormaa kun aivan kaikkea ei tarvitse välttämättä merkitä maastoon. Työkoneet pystyvät myös kartoittamaan kohteita kuten merkityn kaivon sijainnin. Kaivon mittamerkkien kaaduttua kaivon sijainti on koneella tallessa eikä mittaajaa tarvitse heti kutsua paikalle vaan kaivanto voidaan tehdä valmiiksi. (Nieminen 2011, 10, 14, 35.)

Useimmat laitteet ovat GPS -käyttöisiä, eivätkä ne sovellu tarkkeiden mittaamiseen. Tärkeimmät mittaukset kuten tiekerrosten tarkkeet jätetään mittaajan vastuulle. Koneohjausjärjestelmät antavat kuitenkin paljon apua pintojen muokkaamiseen. Tarpeeksi lähelle suunnitelmaa tehty tiekerros näkyy myös tarkkeissa eikä mahdollisia korjauksia tarvitse tehdä niin paljon. (Nieminen 2011, 11.)

Käytössä on myös takymetriseurantamenetelmää käyttäviä työkoneita kuten takyhöylät. Robottitakymetri seuraa työkoneen liikettä koko ajan ja näköyhteys prismaan on oltava jatkuva. Takyhöyliä avulla kantavat kerrokset saadaan kerralla riittävän hyvään tarkkuuteen eikä korjauksia yleensä tarvita. (Nieminen 2011, 12 – 13.)

Teknisiä ongelmia ilmenee välillä työmaan edetessä. Mittaustarkkuus ei välttämättä riitä peittoalueilla ja muita koneesta johtuvia ongelmia ilmenee välillä. Tällöin mittaajaa tulee paikalle avustamaan. Vaikka koneohjaus ei vielä sovellu kaikkien tarkkeiden ottamiseen, mittausmenetelmät kuitenkin tukevat toisiaan. (Nieminen 2011, 31.)

4.2 Tulokset

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli esitellä tietyömaalla suoritettavia mittaustehtäviä. Tarkasteltavaksi valittiin eniten mittaajaa työllistävät rakennusvaiheet. Mittaajan toimenkuvan vaiheet on esitelty työssä kronologisessa järjestyksessä. Työvaiheet on käyty läpi perusteellisesti ja työssä on kerrottu mittauksen aikana huomioon otettavista asioista.

Työvaiheiden esittelyssä käy ilmi, että suurin osa mittauksista on suoritettava takymetrillä. GPS -laitteiden ja koneohjauksen tarkkuus ei riitä vaadittaviin tarkkuuksiin. Mittausmenetelmät kuitenkin täydentävät toisiaan.

Opinnäytetyö toimii hyvänä ohjeena aloittavalle mittaajalle. Työvaihe selostuksista selviää eri työvaiheiden haasteellisuus ja vaadittavat suoritteet. Työ on luotettava sillä työmaasuunnitelmien pohjana käytetään InfraRYL:ä ja näin ollen laatuvaatimukset ovat samat työmaasta riippumatta.

4.3 Oma kehitys

Työvaiheista kirjoittaminen sujui vaivattomasti vahvan henkilökohtaisen tietämyksen ansiosta. Oli mielenkiintoista perehtyä tarkemmin vaadittaviin tarkkuuksiin ja näin sain lisää ymmärrystä eri työvaiheiden haasteellisuudesta. Aiheeseen perehtyminen kasvatti myös vastuullisuuden tunnetta työnkuvaan. Moni tietyömaalla työskentelevä on riippuvainen mittaajan työn tuloksesta. Huolellisuuden lisäksi on tarpeen myös kommunikoida muiden työntekijöiden kanssa.

Opinnäytetyön pohjalta voisi suorittaa jatkotutkimuksen tarkkeiden ja kartoitusaineistojen käsittelyyn tai mittausaineistojen suunnitteluun ja tuottamiseen. Maarakennuskohteiden lisäksi tietyömailla suoritetaan mittauksia tunneleissa ja siltarakenteissa, myös näitä kohteita voisi lisätä mahdolliseen jatkotutkimukseen.

LÄHTEET

- Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2011. Maantietoimitus. Viitattu 6.4.2015
http://portal.liikennevirasto.fi/portal/page/portal/f/hankkeet/kaynnissa/koskenkyla_loviisa_kotka/Toimituskalvot_ELY_14062011_Hannulle.pdf.
- Laurila, P. 2011. Mittaus- ja kartoitustekniikan perusteet. Jyväskylä: Kopijyvä Oy.
- Leppäniemi, J. 2014. Ulvilantien kiertoliittymän merkintä- ja kartoitusmittaukset. Lapin Ammattikorkeakoulu. Maanmittaustekniikka. Opinnäytetyö.
- Liikennevirasto 2010. Tien melusteiden suunnittelu. Viitattu 6.4.2015
http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2010-16_meluste_suunnittelu_web.pdf.
- Liikennevirasto 2013. Liikennemerkkien rakenne ja pystytys. Rakenteita ja laatuun koskevat vaatimukset. Viitattu 6.4.2015
http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2013-20_liikennemerkkien_rakenne_web.pdf.
- Liikennevirasto 2014a. Päälysteet. Yleiset laatuvaatimukset. Viitattu 6.4.2015
<http://www2.liikennevirasto.fi/sillat/silko/kansio1/s1802.pdf>.
- Liikennevirasto 2014b. Tien perustamistavan valinta. Viitattu 6.4.2015
http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lop_2014-02_tien_perustamistavan_web.pdf.
- Nieminen, J-M. 2011. Koneohjaus maanrakennustyössä. Saimaan Ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikka. Opinnäytetyö.
- Rakennustieto Oy 2004. Kalliroleikkaukset, -kaivannot ja -tunnelit. Viitattu 6.4.2015
http://www.rts.fi/infraryl/INFRA_maaramittausohje_ver1_0.pdf.
- Rakennustieto Oy 2010a. InfraRYL 2010. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Osa 1 Väylät ja alueet. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Rakennustieto Oy 2010b. MaaRYL 2010. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen maatyöt. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Tiehallinto 2008. Tienrakentamisen mittaus suunnitelman laatimisohje. Viitattu 6.4.2015
http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2000024-v-08tienrakent_mittausuunn_laot.pdf.

Tiehallinto 2009. Urakoitsijan laaturaportointi. Viitattu 6.4.2015
http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2200062-v-09-urakoitsijan_laaturaportointi.pdf.

Tielaitos 1993. Tierakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset. Yleiset perusteet. Viitattu 6.4.2015
http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf2/yleiset_perusteet.pdf.

Tielaitos 1997. Tien kevennysrakenteet. Viitattu 6.4.2015
<http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf2/tienkevennysrakenteet3200475.pdf>.

Yläjääski, E. 2014. Nykyaikaiset mittausmenetelmät ja niiden käyttö maanrakennustyömaalla. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Maanmittaus-tekniikka. Insinööriyö.