

# MITTAMIEHEN TOIMENKUVA INFRAHANKKEESSA

Tehtävistä ja viestinnästä työmaalla

Pehkonen Pietari

Opinnäytetyö  
Maanmittaustekniikka  
Insinööri (AMK)

2021

Maanmittaustekniikka  
Insinööri (AMK)

---

<b>Tekijä</b>	Pietari Pehkonen	<b>Vuosi</b>	2021
<b>Ohjaaja(t)</b>	Janne Matilainen		
<b>Toimeksiantaja</b>	Lapin AMK		
<b>Työn nimi</b>	Mittamiehen toimenkuva	infranhankkeessa.	
	Tehtävistä ja viestinnästä työmaalla		
<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b>	47		

---

Tämän opinnäytteen aiheina olivat inframittaajan tehtävät putki- ja katuhankkeessa. Työmaa sijaitsi Tampereen Hatanpäällä. Opinnäytetyön tekijä toimi työmaan mittamiehenä toukokuusta 2020 lokakuun alkuun 2020. Työn lähtökohtana oli vähäinen työkokemus inframittauksessa, mikä tuo opinnäytteeseen työssäoppimisen ja tuoreen tekijän näkökulman alaan ja mittauskohteeseen.

Tutkimusaiheet olivat inframittaajaan kohdistuvat vaatimukset, infranmittauskohteet, viestintä- ja vuorovaikutustaitojen merkitys työmaamittauksessa sekä havaitut ongelmat ja kehityskohteet. Työ on suunnattu henkilöille, jotka ovat perehtymässä inframittaukseen vastaavilla työmailla ja pohtivat, mitä työhön kuuluu ja mitä on hyvä ottaa huomioon.

Työjakson aikana opittiin, että monet asiat voi omaksua vain työmaaolosuhteissa eikä niitä voi lukemalla ennakoida tai hallita. Työmaan lukemisen taito on inframittauksen ytimessä sekä asiallinen ja tarkoituksenmukainen viestintä kollegojen, työmaajohdon, suunnittelijoiden ja muiden työntekijöiden kanssa. Inframittaus on myös ajoittain kuormittavaa, ja paineensietokyky on alalla toimimisessa edellytys. Mittamieheltä vaaditaan aktiivista ja vastuullista työtettä.

Merkittävimpiä kehityskohteita olivat mittaaajan ja mittauustyön huomioidin parantaminen työmaan toiminnan suunnittelussa. Myös tiedonsiirto ulkopuolisen konsulttiyrityksen kautta toimivan mittamiehen kanssa oli ensiarvoisen tärkeää, jotta työmaahanke eteni ja virheiltä vältyttiin. Jos projektiin liittyvä tietopankki on olemassa, myös mittamiehellä täytyy olla sellaiseen pääsy.

**Avainsanat** inframittaus, putkihanke, ammatillinen viestintä, maanmittaustekniikka, mittamies.

Degree Programme in Land  
Surveying  
Bachelor of Engineering

---

<b>Author</b>	Pietari Pehkonen	<b>Year</b>	2021
<b>Supervisor</b>	Janne Matilainen		
<b>Comissioned by</b>	Lapland University of Applied Sciences		
<b>Subject of thesis</b>	Surveyor's Role in an Infrastructure Project		
<b>Number of Pages</b>	47		

---

The aim of this thesis was to describe the tasks of a surveyor in a project including roadwork and sewage building. The site in question was situated in Hatanpää, Tampere over the time period June to October of 2020.

The subjects of the research were the expected properties of a surveyor, objects measured on an infrastructure site, the importance of communication and interaction skills in site surveying and the problems and targets of development that were noticed.

This thesis is intended for people who are getting acquainted with infrastructural measuring on comparable sites and are pondering about what comes with the work and what matters should be taken into consideration. It offers the viewpoint of a fresh employee with only modest experience in infra surveying. The results of the study showed that many things on the site are not under control in the way as presented in study books. The ability to read the site is in the core of surveying. Appropriate communication with colleagues, site management and planners also play a large part in a successful project. Surveying can also be very stressful and the ability to handle stress is an absolute must for a surveyor.

**Key words** land surveying, surveying, infrastructural worksites, communication

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	8
2 MITTAUSVÄLINEET JA TIEDOSTOT .....	11
3 MITTAUSTYÖT HANKKEEN AIKANA.....	15
3.1 Koneohjaus mittaajan kannalta.....	17
3.2 Mittausteknisiä huomioita.....	19
4 MITTAUSKOhteITA.....	23
4.1 Paineviemäri.....	23
4.2 Kaukojäähdytys .....	24
4.3 Ponttiseinät.....	25
4.4 Vesihuoltolinja.....	25
4.5 Havainnollistavat merkinnät työmaa-alueelle.....	26
4.6 Ennallistaminen ja reunakivimerkinnät.....	27
4.7 Yksittäiset mittaukset .....	28
5 ONGELMIA JA VIRHEITÄ MITTAUKSISSA.....	29
6 MAANMITTAAJAN VIESINTÄTAIDOT INFRATYÖMAALLA.....	32
6.1 Viestintätaidot työelämässä yleisesti .....	32
6.2 Inframittaaja ja viestintä .....	34
6.3 Huomioita omasta mittaustyökohteesta .....	38
7 POHDINTAA, ONGELMIA JA PÄÄTELMIÄ.....	39
LÄHTEET .....	45

## ALKUSANAT

Haluan kiittää seuraavia henkilöitä: mittamies Mikael Sorsaa ja kartoittaja Harri Mansikkaa opetuksesta ja avusta mittaustöissä, opinnäytetyön ohjaajaa Janne Matilaista hyvistä ohjeista opinnäytetyön sisällöstä sekä Heliä kärsivällisyydestä opintoasioiden kanssa.

## KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

3D-koneohjaus: Menetelmä, jossa kolmiulotteiset suunnitelmamallit saadaan kaihinkoneen tai muun työkoneen kuljettajan näytölle. Tietomalliaineistoa hallitaan ja jaetaan pilvipalvelun kautta. Tällainen työmaa lisää tehoa, parantaa laatua ja pienentää materiaalihukkaa. (Lehtonen 2019, 6.)

3D-Win: Novatron Oy:n omistama suomalainen ohjelmisto mittaus-, paikkatieto-, kartta- ja suunnittelukäyttöön. Se on suunniteltu kattamaan ammattilaisten tarpeet maanmittauksesta valmiisiin aineistoihin. (3D-System 2020.)

DWG: Autodeskin kehittämä tiedostomuoto, joka on esitelty alun perin vuonna 1982 ensimmäisen AutoCAD-ohjelmiston yhteydessä. DWG-tiedosto sisältää kaikki tiedot, jotka käyttäjä syöttää CAD-piirustukseen. Tämä käsittää suunnitelmat, geometriset tiedot, kartat ja valokuvat. (Autodesk 2021.)

GNSS: Maailmanlaajuinen satelliittipaikannusjärjestelmä. Lyhenne tulee sanoista Global Navigation Satellite System.

GPS: USA:n puolustusministeriön ylläpitämä GNSS-järjestelmä. Lyhenne tulee sanoista Global Positioning System.

ETRS-GKn: On Suomessa ETRS89-järjestelmän yhteydessä käytettävä Gauss-Krügerin projektioon perustuva suorakulmainen karttakoordinaatisto. N edustaa projektion keskimeridiaania, se on esimerkiksi Tampereen alueella GK24. (Laurila 2012, XVIII.)

Infra: Yhteiskunnan arkisen toiminnan kannalta välttämättömät tekniset rakenteet. Siihen lukeutuvat kadut, tiet, radat, tunnelit, sillat, satamat ja lentokentät sekä maan alla risteilevät verkostot, joissa kulkevat vesi, lämpö, sähkö ja tietoliikenne. Neljäsosa Suomen rakentamisen kokonaisvolyymista on infran rakentamista ja kunnossapitoa. (Rakennusteollisuus 2020.)

Kartoitusmittaus: Mittaus, jonka tavoitteena on ylläpitää maaston mallia ja karttakuva paikkatietojen esittämistä, maankäytön suunnittelua ja rakentamisen tarpeita varten (Laurila 2012, XIII).

Liitospiste: Takymetrin orientointiin käytettävä maastoon mitattu ja merkitty piste, joka voi olla esimerkiksi naula, tarra, pultti tai muu sellainen yksiselitteinen kohde.

Merkintämittaus: Mittaukset, jotka liittyvät rakentamisen ohjaukseen. Rakennussuunnitelmissa kuvatut rakenteiden paikat merkitään rakennuspaikalle. Tasosijainti merkitään perinteisesti puupaaluilla. (Laurila 20212, XIII.)

N2000: Mittauksissa käytössä oleva korkeusjärjestelmä, joka on sidottu eurooppalaisen EVRS-järjestelmän lähtöpisteeseen. Korkeusjärjestelmän taustalla ovat tarkkavaaitukset sekä painovoimahavainnot. (Maanmittauslaitos 2021.)

Orientointi: Takymetrille tehtävä toimenpide ennen mittaamista. Sen avulla mitauskojeelle määritetään sijainti koordinaatistossa.

Robottitakymetri: Servomoottoriohjattu, etäkäytettävä, pitkälle automatisoitu takymetri (Laurila 2012, XIII). Sitä käytetään erilaisissa kartoitus- ja merkintätehtävissä, ja sillä mitataan vaaka- ja pystykulmia sekä etäisyyksiä.

Satelliittipaikannus: Eri alojen hyödyntämä sijaintitietoa tarjoava palvelu. Tällä hetkellä peruspalvelua tuottavat maailmanlaajuisesti neljä eri GNSS-järjestelmää: Galileo, GPS, GLONASS ja BeiDou. Kaikkien järjestelmien palvelut toimivat samalla periaatteella, mutta niiden suorituskyvyssä on eroa, koska niissä on eroavat teknologiaratkaisut. (Traficom, 2020.)

## 1 JOHDANTO



Kuva 1. Tarkemittausta takymetrillä elokuussa 2020.

Tämä opinnäytetyö käsittelee Tampereen Keskuspuhdistamohankkeeseen (Keskuspuhdistamo 2020) liittyvää putkiurakkaa Hatanpäällä. Mittaustyöt ajoittuivat aikavälille toukokuu–lokakuu 2020. Olin mukana mittauksissa alkukartoituksesta ensimmäisten ennallistamistoimenpiteiden alkuun asti. Lisäksi osallistuin lopullisten tarketiedostojen tekemiseen DWG-muotoon. Putkiurakkaan kuuluvia mittaus- töitä olivat alkutilanteen kartoitus ja maastomallin teko sekä urakan merkintä- ja tarkemittaukset. Näitä olivat kaivantoon, ponttiseiniin, putkilinjoihin, valaisimiin, kaapeleihin, reunakiviin ja muihin kohteisiin liittyvät tehtävät.

Urakka-alue sijaitsee lähellä Tampereen keskustaa, ja alueella on paljon liikennettä, kuten autoja sekä kevyttä liikennettä, sekä sairaala. Infrarakentamisen kannalta huomionarvoisia tekijöitä olivat pohjaveden läheisyys, Pyhäjärvi sijaitsee lähellä kaivantolinjaa, maaperän savisuus, lähellä kaivantoa sijaitsevat säily-

tettävät puut sekä rakennukset. Alueella on paljon kaapeleita ja putkia, joten kaapelinäyttöjen huolellinen kartoitus ja taustatiedostojen käyttö olivat mittajaalle vastuullisia tehtäviä.

Työ kuului inframittaukseen. Infrastruktuurilla tarkoitetaan koko yhteiskunnan perusrakennetta, joka takaa toimivuuden arkipäiväisessä elämässä. Se palvelee osaltaan elinkeinoelämää, asumista, työssäkäyntiä sekä vapaa-ajan toimintaa. Se kattaa tiestön ja rautatiet sekä vesi-, viemäri- ja hulevesiverkostot. (Lehtonen 2019, 8.)

Urakkaan kuului erilaisia verkostotyyppisiä. Kadun kuivatusjärjestelmään kuului sadevesiviemäristö keräävine ja linjakaivoineen ja putkineen (Nenonen 2015, 3). Salaojia tai rumpuja ei rakennettu.

Yhdyskuntajätevettä kuljettavia linjoja olivat viettolinjat betoni- ja muoviputkistoinneen ja tarkastuskaivoineen sekä kaksi paineviemäriinjaa, joissa putket paineistetaan (Nenonen 2015, 6). Painelinjalle rakennettiin kaksi kaivoa. Viettolinjalle kaivoja tuli taitekohtiin sekä muuten riittäväillä välimatkoilla, jotka oli suunniteltu huolto- ja kunnostustöitä varten.

Puhdasvesijärjestelmään kuuluvana osana kaivantoon tehtiin myös vesijohtolinja, johon kuuluivat haara- ja taitekappaleet, sulkuventtiilit sekä palopostit. Vesijohto kuljettaa puhdasta käyttövettä, ja siinä ei ole välikaivoja. (Nenonen 2015, 7–8.) Työmaalla aloitettiin myös valaisin- ja tietoliikennekaapeleiden asentaminen sekä valaisinjalustojen sijoittaminen alueen eteläpäähän kevyen liikenteen väylälle, kun putkilinjasto saatiin kerrosten alle.

Opinnäytetyö käsittelee seuraavaksi opinnäytetyöntekijän taustaa maanmittauksessa. Sen jälkeen esitellään mittausvälineet, joihin lukeutuvat mittauskojeet, tiedostot ja muut työssä tarvittavat työkalut. Omassa luvussaan ovat työmaan mittaukset, niitä tarkemmin erittelevät alaluvut kohteittain sekä virheiden ja ongelmien käsittely. Seuraava pääluke käsittelee viestintään ja vuorovaikutukseen liittyviä asioita. Viimeisessä luvussa pohditaan kokemuksien ja kirjallisuuden avulla, mitä inframittajaalta vaaditaan ja oletetaan sekä millaisia päätelmiä ja kehityskohteita tämän työn perusteella aiheesta inframittaaminen nousi esille.

Olen tullut maanmittausalalle vuonna 2018 ja valmistuin oppisopimuskoulutuksesta kartoittajaksi 2019. Työtehtäväni oli vaativa, koska olin kahden viikon jaksossa elokuun alussa lukuun ottamatta ainoa mittamies, joka vastasi koko alueesta. Kyseessä oli usein kokopäiväinen mittauskohde, jossa maastotöitä edelsi ja usein myös seurasi tietojenkäsittelyä tietokoneella. Aikaisempaa taustaa ei ole rakentamis- tai infra-alalta mutta informaatiotutkimuksen yliopisto-opinnoista ja muusta opintotaustasta ja työkokemuksesta muilla aloilla on saattanut olla tässä hankkeessa tukea tuovaa vaikutusta.

Maanmittausuraani on kuulunut vuoden 2018 alusta maastomittauksia ja maastomallien editointia kohteissa eri puolilla Pirkanmaata ja Etelä-Suomea sekä maaperätutkimusten toteutukseen liittyviä maastomittauksia. 3D-Win ja AutoCAD olivat jo tuttuja aiemmin. Infran osalta olin myös mitannut uuden tien rakentamista ja siihen liittyvää putkilinjastoa 2019–2020 Pirkkalassa.

Inframittaus on vastuullista työtä ja kuuluu enemmän maanmittausinsinöörin kuin kartoittajan työhön. Mittaajalta edellytetään kykyä tulkita erilaisia kuvia ja piirustuksia ja kyetä niiden ja oman osaamisensa perusteella mittaamaan oikein. Jos mittaaja on ulkopuolisen yrityksen kautta toimiva mittauskonsultti, hänen menestyksensä vaikuttaa myös hänet työllistävän yrityksen maineeseen (Hettula & Suomalainen 2015, 20.)

Opin, että työssäni vaaditaan improvisaatiotaitoa, verkostojen hyödyntämistä ongelmatilanteissa ja kovassa aikataulupaineessa itsenäistä pärjäämistä. (myös Aalto 2012, 20–21 ja Räsänen & Trux 2012, 23.) Infratyömaalla pääsin Räsänen ja Truxin (2012, 62) mukaisesti myös paikallisen oppimisen ympäristöön, jossa kyseisen työmaa voidaan nähdä esimerkkinä infratyömaasta työyhteisöineen, jolla on toimintatapansa ja käytänteensä.

## 2 MITTAUSVÄLINEET JA TIEDOSTOT

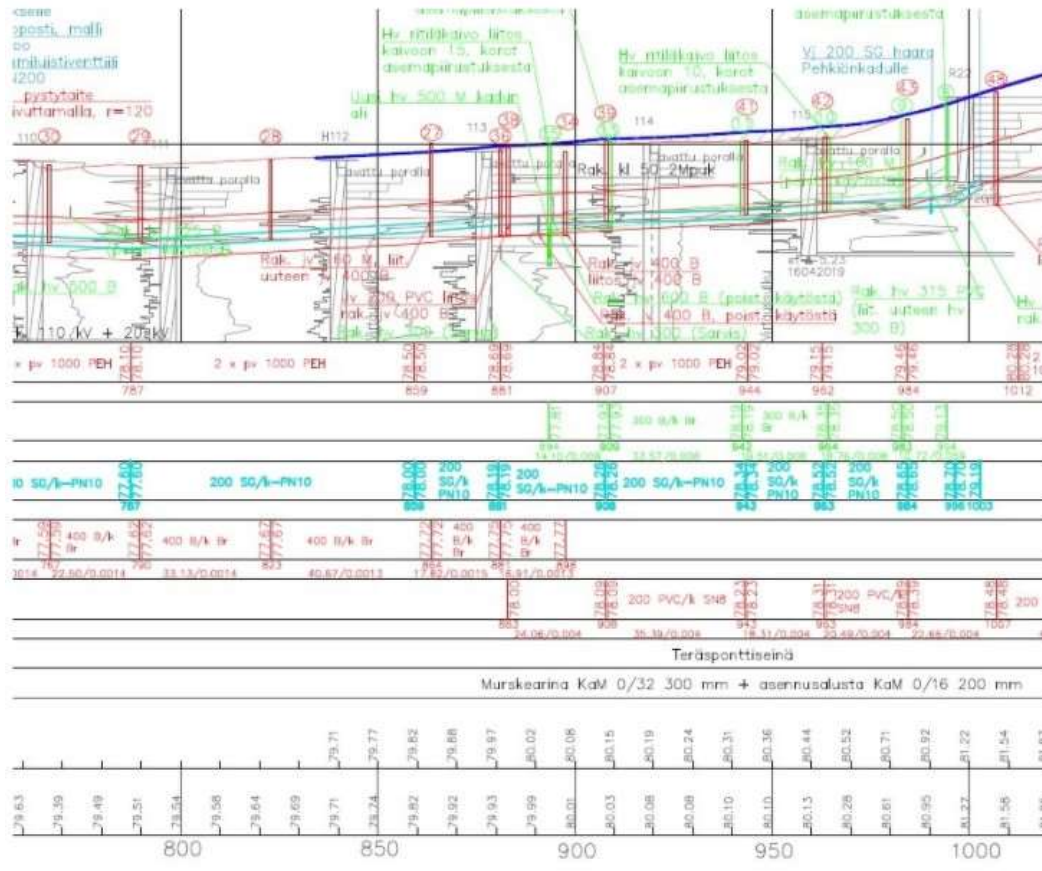
Mittausvälineinä olivat Trimblen GNSS R8s -satelliittimittausvälineistö ja Trimble S6 DR 300+ -robottitakymetri. Maastotietokoneena käytössä oli TSC7, jonka kapasiteetti ja mahdollisuus pyörittää sujuvasti myös isoja taustatiedostoja tuli tehtävässä tarpeeseen. Mittauslaitteiston lisäksi työhön tarvittiin kannettava tietokone, jonka tärkeimmät ohjelmat olivat 3DWin-maastomittausohjelma sekä AutoCAD jolla DWG-aineiston käsittely ja tietojenpoiminta oli käytännöllisempää. Takymetri ja VRS GNSS -mittausvälineet ovat yleisesti käytössä oleva mittausmenetelmäyhdistelmä niin inframittauksessa kuin muissa hankkeissa (Laurila, 2012, 17).

Näistä kahdesta varsinkin takymetri on laajemmin maanmittauksessa käytetty työväline tarkkuutensa ja soveltuvuutensa vuoksi. Sitä käytetään rakennus-, junarata-, tunneli-, kaivos- ja tiemittauksissa. Takymetri on kehittynyt teodoliitista, jolla on mitattu ja edelleen mitataan vaaka- ja korkeuskulmia. (Hettula & Suomalainen 2015, 29.)

Urakkaan liittyi iso määrä tiedostoja ja dokumentteja. Urakan alkuvaiheessa niihin perehtymiseen meni aikaa, ja niihin piti toistuvasti palata kaikissa työn vaiheissa. Varsinaisia maastotietokoneelle vietäviä tiedostoja olivat mittalinjat sekä putkilinjojen DXF-muotoiset taustalinjat. Pistemäiset kohteet poimittiin DWG-tiedostoista ja siirrettiin GT-muotoon koneelle vietäväksi. Suunnitelmapakartan ja erinäisiä taustakarttoja käsiteltiin AutoCADilla tarkoituksenmukaisemmaksi maastotietokoneelle ja maastotyöhön.

Inframittauksessa kadun merkintämittauksen kannalta strategisia tietoja ovat muuan muassa seuraavat: kaivojen sijainnit ja korot, valaisimet, kadun linjat, erityisesti keskilinja, ajoradan reunat, kevyen liikenteen väylän reunat sekä reunakivet. Nämä tiedot mittaajan on poimittava ja siirrettävä maastotietokoneelle ennen merkintämittaamista. (Nenonen 2016, 29.)

Kuvassa 2 on esimerkki suunnitelmaan liittyvästä materiaalista. Pituusleikkausten lisäksi mittaaja toimii asemapiirrosten (kuva 3, sivu 13), tasaussuunnitelmien, poikkileikkausten ja detaljikuvien kanssa.



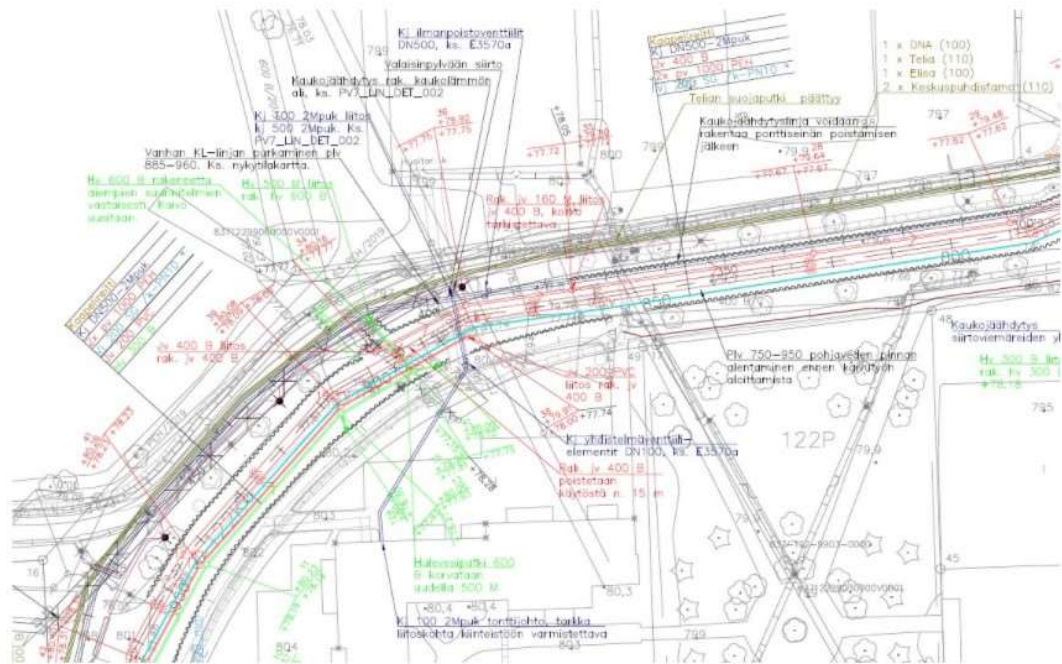
Kuva 2. Yksityiskohta pituusleikkauksesta.

3D-muotoisia yleissuunnitelmia hankkeesta ei ollut. Myöskään mittajalle toimittavaa isommissa hankkeissa yleisesti käytettävää mittaussuunnitelmaa ei ollut. Siitä olisi voinut nähdä suoraan koordinaattitietoja sekä tärkeitä paaluikohtaisia yksityiskohtia (Nenonen 2016, 25, 27).

Sähköpostiin saapuvien aineistojen kohdalla on tarkistettava, ovatko ne koordinaatistossa. Myös PDF-muotoisia suunnitelmakuvia saattaa tulla mittajalle. Jos ei ole oikeita DWG-kuvia, on PDF-kuvasta tehtävä AutoCADilla vektoritiedosto ja käännettävä se muunnostoiminnolla koordinaatistoon vastinpisteiden avulla. Tarkkuus kuitenkin kärsii, joten mittajaan on huolehdittava, että hän saa käyttöönsä tarkat DWG- tai GT-muotoiset mittaustiedostot, kun on kyse sentti- tai millimetreistä.

Mittamiehen tehtäväkuva erilaisten aineistojen parissa ja monessa eri työkohteessa samalla työmaalla ovat sukua rakennusmittauksessa vaadittaville asioille,

vaikka keskeisessä roolissa ovat pituusleikkaukset ja asemapiirroksuunnitelmat (kuva 3) pohjapiirroksen tai BIM-mallin sijaan (Myllärinen, Pahajoki, Peltonen & Saarikko 2017, 152).



Kuva 3. Asemakuva, yksityiskohta. Yhdessä näkymässä on paljon informaatiota. Tästä oli hyvä olla versiot sekä tietokoneella että isona paperitulosteena.

Käytännössä oleelliset tiedostot sisälsivät seuraavia formaattityyppejä:

- GT-tiedostot (pistemäiset tiedostot, yleensä itse tehtyjä muista tiedostoista tai mitattuja)
- DXF-tiedostot (taustakuvat)
- DWG-tiedostot (suunnittelijoilta useimmiten tuleva formaatti, joka vaatii karsintaa ja editointia)
- PDF-tiedostot (piirustukset, taustatiedot ja detaljikuvat)
- XML-tiedostot (mittalinjat ja koneohjauksen maastomallit).

Näiden lisäksi myös suurina paperimuotoisina kopioina kuljetettiin työmaalla mukana suunnitelmakarttoja sekä pituusleikkauksia. Kokemuksen mukaan niiden katseleminen on maastossa käytännöllisempää kuin pyrkiä hahmottamaan kokonaisuutta maastotietokoneen ruudulta. Lisäksi papereista on helpompi tehdä päätelmiä ja käydä neuvonpitoa muiden työmaalla työskentelevien kanssa. En luota pelkästään digitaalisessa muodossa olevaan tietoon. Myös aamulla ennen työmaalle lähtöä tein tulosteita ja suurennuksia työn alla olevista kohteista tai muuten tarpeellisista tiedoista. Myös kynälle ja paperille sekä taskulaskimelle oli päivittäin käyttöä, kun jotain laskutoimituksia oli tehtävä heti kaivannossa tai las-kettava linjoja, joita ei helposti pysty tiedostojen perusteella saamaan selville.

Lisäksi työmaalla tarvittiin muita apuvälineitä, joista tärkeimpänä oli auto, jolla mittavälineet ja mittaja pääsevät työmaalle (ks. myös Hettula & Suomalainen 2015, 38). Muita päivittäin tarvittavia välineitä olivat puhelin, kannettava tietokone, merkintämaalit ja kynät, paalut, sihtilaput, nitoja ja moska. Tarvitsin myös kaivomagneettia, rautakankea, nautoja ja vasaraa. Työmaalla edellytettiin asianmukaista pukeutumista, johon kuuluivat kypärä, kuulosuojaimet, turvakengät ja heijastavat vaatteet.

### 3 MITTAUSTYÖT HANKKEEN AIKANA

Katutekniikka on rakennealalla merkittävä rakentamisen osa-alue, ja sillä tuetaan alueiden toimivuutta. Katutekniikassa on erilaisia osa-alueita, ja niihin liittyy erilaisia rakentamisen ja mittaamisen työvaiheita. (Nenonen 2015, 1.)

Katumittaukseen kuuluvat rakentamiseen liittyvät merkintä- ja kartoitusmittaukset. Mittaajan työnä on merkitä katusuunnitelma maastoon tilanteen vaatimin tavoin, jotta rakennustyöt ovat mahdollisia. Lisäksi kartoitetaan toteutuneet kohteet eli tarkemmitataan ne. (Nenonen 2015, 28.)

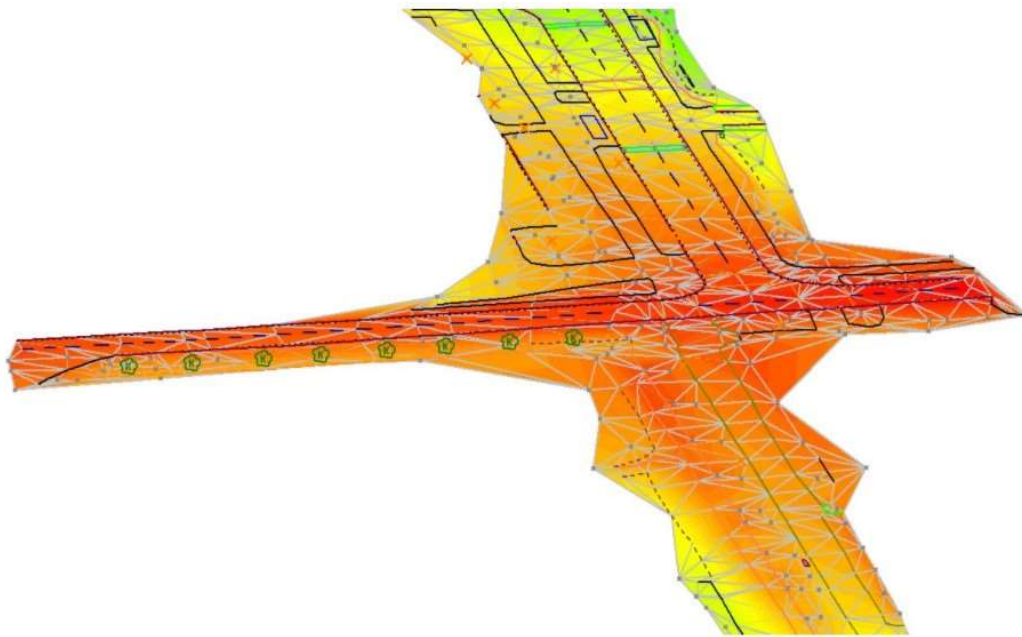
Sisällöllisesti työhön kuului katu- ja kunnallistekniikkaa. Katutekniikalla tarkoitetaan kadun rakennekerroksia, päällystettä, valaistusta sekä liikenteen ohjausta. Kunnallistekniikka liittyy maan alla oleviin linjoihin eli viemäröintiin, puhdasvesijärjestelmään sekä sähkö- ja tietoliikenneverkostoihin. (Nenonen 2015, 3.)

Työ alkoi maastoon tutustumisella kesällä ja alkukartoituksen teolla ja sitä edeltäneellä mittaussuunnitelmalla (ks. Liikennevirasto 2017, 12). Silloin mitattiin alueelle myös perustava apupisteverkosto, jota täytyi laajentaa ja täydentää työn myöhemmissä vaiheissa. Liitospisteet tehtiin joko tarroilla tai asfalttinauloilla. Korkeus otettiin staattisella GPS-mittauksella sekä alueen lähellä olevista virallisista kiintopisteistä. Takymetrin asemointi ja orientointi tapahtui tarrapainotteisuuden ja työmaaluonteen vuoksi poikkeuksetta vapaalle asemapisteele (ks. Laurila 2012, 259). Liitospisteitä myös tuhoutui työn aikana lähinnä tiepäällysteiden poistossa ja valopylväiden siirroissa, joten korvaavia pisteitä tehtiin tarpeen vaatiessa.

Prismaheijastintarrat olivat asemoinnin ja takymetrin siirtojen kannalta paras liitospisteiden merkintätapa (ks. myös Ketonen 2011, 64.). Koneen asemoinnin pystyi suorittamaan ilman pitkiä kävelymatkoja apupisteille ja takaisin mittauskojeen luo.

Maastomallin perusteella tehtäisiin myöhemmin ennallistaminen sekä ylimmän yhdistelmäpinnan koneohjausmalli, joten sen kanssa täytyi olla huolellinen (Nenonen 2016, 29). Ainoastaan alueen ulkorajan hajapisteet joillain nurmikkoal-

eilla mitattiin GPS-mittauksella, muuten takymetrillä. Maastomallissa työn myöhemmissä vaiheissa ovat tärkeitä tielinjat, reunakivet, kaivot, valaisinten sijainnit sekä ennallistettavat erikoiskohteet, kuten istutukset ja kiveykset. Maastomalliin perustuu urakan massojen lasku, joten kyseessä on tärkeä vaihe. Mittaukset tehtiin GK24-koordinaatistoon ja N2000-korkeusjärjestelmään. Maastomallin tekemisessä ohjeena oli Liikenneviraston Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot -mittausohje (Liikennevirasto 2017, 20), ja tiedostosta tehtiin myöhemmässä vaiheessa LiVi:n kooditukselle käännetyn version. Kuvassa 4 on esitettyä osa valmiista maastomallista isometrisessä perspektiivissä.



Kuva 4. Värikoodattu maastomalli 3DWin-ohjelmalla katseltuna.

Kun työkonet saapuivat ja varsinainen työ alkoi, mittamiehellä riitti tehtävää ja kiirettä. Käytännöllistä oli antaa konekuskeille puhelinnumero, jotta yhteydenotto olisi helpompaa, kun mittaajaa tarvitaan. Työmaan laajuus ja välillä samaan aikaan osuneet työvaiheet aiheuttivat paikoin suurta kuormitusta varsinkin laajaan työmaahan tottumattomalle mittaajalle. Uskon kuitenkin selvinneeni siitä kohtuullisen hyvin, vaikka ongelmia esiintyi. Viestintä ja kommunikointi ovat tällaisessa tehtävässä tärkeässä roolissa, ja niihin liittyviä asioita käsitellään omana kokonaisuutenaan 6, jossa käsitellään viestintää.

Mittaajan oli sovittava työt työmaan eri työvaiheiden mukaan aikataulullisesti. Mittaukselle ei tässäkään tapauksessa ollut varattu erikseen aikaa työmaan kalenterissa (ks. myös Jalkanen 2016, 9). Inframittauskokemuksen ollessa vielä vähäistä oli välttämätöntä tarkkailla ympäristöä ennakoivasti ja keskustella muiden työmaalla työskentelevien kanssa ja pyrkiä saamaan tietoa työmaamestareilta tulevasta.

Työmaan pääasiallinen painopiste oli massan vaihdossa, jossa tietä purettiin, rakennettiin tiejärjestelyt, asennettiin putket ja rakenteet arinalle ja toisessa päässä taas täytettiin kaivantoa kerroksittain peittoon (Nenonen 2016, 30). Kerrosrakenne oli arinan jälkeen pintaa lähestyttäessä paaluittain vaihteleva. Silti se noudatti usein kaavaa alkutäyttö, lopputäyttö, jakava, kantava ja päällyste kerros (ks. myös Nenonen 2016, 9).

Massanvaihto on toimintaa, jossa poistetaan laadultaan tai kantavuudeltaan sopimaton maa-aines ja korvataan se suunnitelmanmukaisella aineksella. Se liittyy maarakennuksessa nimenomaisesti tie- ja katurakentamiseen. (Jääskeläinen 2010, 145.)

Mittaustöihin kuului myös kantavuusmittausten suorittaminen asennusalustoista sekä alkutäyttökerroksista kannettavalla Loadmanilla (Vehanen 2020, 20). Loadman-tulokset kirjattiin taulukkoon, joka myöhemmin siirrettiin tietokoneella Excel-taulukkoon ja suunnittelijoille toimistolle toimitettavaksi jatkokäsittelyyn.

Työmaan mittauksissa oli mukana aika ajoin myös mittamies, jolla oli pidempi mittauskokemus ja jolta tarvittaessa sai ohjeita mittaustyöhön. Hän otti hoitaakseen työmaan lokakuun alussa, jolloin putkiosuudet alkoivat olla valmiita ja ennallistaminen oli aloitettu. Kaivuumassojen lasku jäi hänen tehtäväkseen.

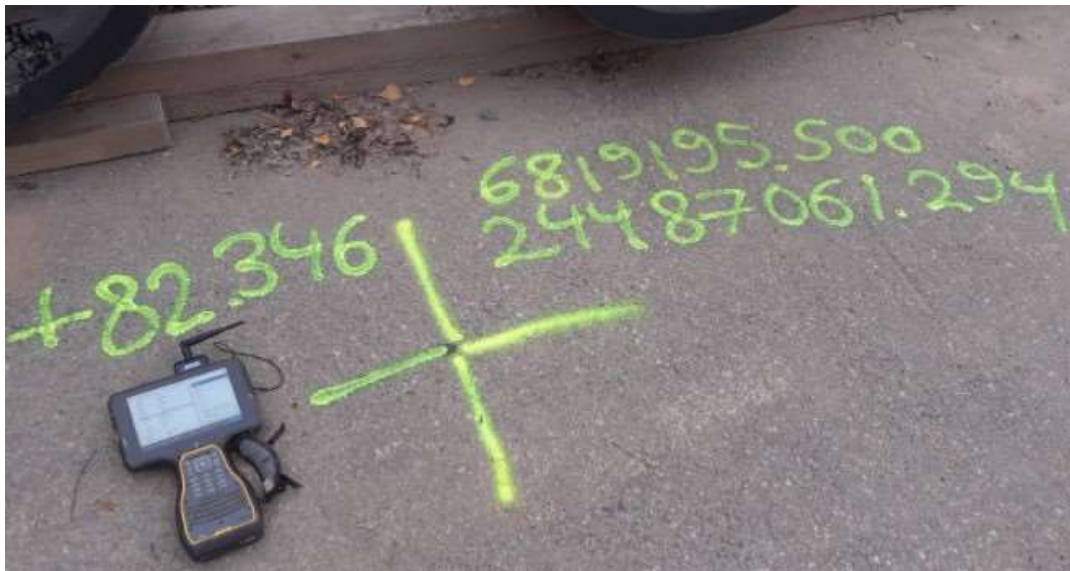
### 3.1 Koneohjaus mittaajan kannalta

Työmaalla oli käytössä useimmissa työkoneissa satelliittipaikannukseen perustuva Novatron-koneohjausjärjestelmä. Sen takia merkintöjä ei tarvittu paaluilla niin paljoa kuin entisaikojen infratyömaalla, koska tietomallit olivat kuljettajien

nähtävillä (Lehtonen 2019, 6). Työkoneiden kuljettajat saivat päivitettyt suunnitelmat suoraan työkoneille, ja tästä oli sekä hyötyä että haittaa mittaajalle, jolle uusimmat suunnitelmat eivät päätyneet välttämättä yhtä vaivattomasti.

Työkoneet saivat satelliittisignaalit VRS-verkon kautta, eli työmaalla ei ollut työmaakonttiin tai muuhun kohteeseen rakennettua omaa tukiasemaa (Lehtonen 2019, 13–14). Satelliittipaikannuksen ja siihen liittyvän verkkokorjauspalvelun korjaussignaalin avulla työkoneen järjestelmällä päästään muutamien senttimetrin tarkkuusluokkaan (Novatron 2020).

Koneohjauksen tarkistamiseen ja kalibrointiin tehtiin aika ajoin tarkistuspisteitä maastoon mahdollisimman säilyville paikoille. Tämä oli tärkeää varsinkin katveisemmilla kohdilla urakka-alueita, jossa GPS-paikannukseen perustuva koneohjaus oli tarkkuudeltaan huomattavan epätarkka. Tällaisessa tilanteessa on parempi tarkistaa tärkeät korot ja sijainnit takymetrillä, joka on asemoitu useampien apupisteiden avulla. Kuvassa 5 on tilapäinen tarkistuspiste kaivinkonekuljettajalle.



Kuva 5. TSC7-maastotietokone ja Novatron-koneohjauksen tarkistukseen tehty tilapäinen piste työmaalla. Pisteitä täytyi ajoittain tehdä uusiksi, koska maastoa muokattiin ja työmaan tarvikkeita siirrettiin.

### 3.2 Mittausteknisiä huomioita

Mittauksissa käytettiin prisma- ja DR-mittausta tarpeen mukaan. Myös laserpistemerkinnälle oli käyttöä. Aktiiviprismasta on merkittävää hyötyä, koska heijastavia pintoja, takymetrin editse kulkevaa liikennettä, välkkyviä valoja ja liikenne-merkkejä oli paljon.

Kohteiden merkinnässä hyödynnettiin pisteiden ja linjojen merkintää sekä suorakulmaista laskentaa linjojen sivuetäisyyksien ja -korkojen merkitsemiseen. Kartitusmittauksessa tarkkeet mitataan pisteinä, jotka yhdistetään tarvittaessa mitatessa tai myöhemmin editoidessa viivoiksi, jos kohde sitä vaatii (esim. kaivannon yläreunan yhdistäminen maastomallin kolmiointia varten, ks. myös Laurila 2012, 266). Putkilinjojen tiemittauksessa merkintätoiminto on hyödyllinen ja pakollinen. Sen kautta tietää, millä paaluluvulla milläkin linjalla ollaan ja mikä on tavoiteltu korko. On oltava tarkkana, mikä korkeus tiedostoon on ilmoitettu, kuten putken laki, kaivannon pohja tai jokin kerros. Tarvittiin myös maastomallin merkintää esimerkiksi silloin, kun kaivojen kansien toteutumaa verrattiin tulevaan ennallistettavaan tienpinnan korkoon.

Infratyömaalla mittaajana tein useita aputiedostoja erilaisten käyttötarpeiden mukaan työmaalle. Esimerkiksi kaivon keskipisteet poimittiin DWG-kuvasta ja syötettiin niille korkeudeksi kaivon vesijuoksu. Eri tiedostot on syytä pitää erillään toisistaan, jotta ruudulle saa vain tarpeelliset tiedot tilanteen mukaan. Kaapelinäytöistä tehtiin päivitettyjä tarketiedostoja, joissa yhdistettiin viivat, koodattiin värien mukaan joko sähkö- tai tietoliikennekaapeleiksi ja tehtiin taustakuva-DXF:n maastokoneelle.

Takymetrin orientoinnissa käytettiin standard-mittausta, ja koje suoritti mittaukset kahdesta kojeasennosta kullekin liitospisteelle. Havainnot mitattiin kahdesta tai kolmesta liitospisteestä mittauksen luonteen ja olosuhteiden mukaan.

Tarkemittaukset on määritelty useimmiten urakkaohjelmaan. Niiden kirjaamista suositellaan myös mittaussuunnitelmaan. Tarkkeita mitataan maan alle tai muuten piiloon jäävistä rakenteista. Niiden pohjalta tehdään toteutumakuvat, jotka toimitetaan tilaajan käytettäväksi. (Jalkanen 2016, 22.)

Kuvassa 6 on poiminta yhdestä tarketiedostosta. Kuvassa näkyvät yksittäiset tarkepisteet ja viivoin yhdistetyt tarkelinjat mustalla. Taustalla on suunnitelma harmaalla värillä.



Kuva 6: Tarkepisteitä 3DWin-ohjelmalla tarkasteltuna. Tarkkeet on hajautettuina eri tiedostoihin tyyppin mukaisesti.

Tarkkeiden toimitusvaiheessa niiltä edellytetään tilaajan vaatimaa kooditusta. Toimin työmaalla niin, että sovelsin omaa koodausta mittauspaikalla ja vaihdoin koodit vasta myöhemmin 3DWinillä tilaajan formaattiin. Tein näin sen takia, että erilaisia koodaustapoja oli eri kohteille, joita oli kuitenkin mitattava limittäin. Lisäksi nämä koodaustavat eivät maastossa ole selkeimpiä tai edes kuvaavimpia. Omaa koodausta sovelsin GT-tiedoston koodikenttiä soveltaen seuraavasti:

- T1 (pinta), tarkekerros tai putken materiaali + halkaisija. Esimerkiksi 200 millimetrin halkaisijan muoviputki M200. ASENAL = asennusalue. ASFR = asfalttirajaus ja niin edelleen
- T2 (viiva), tilanteen mukaan

- T3 (koodi), kohteen mukaan kuvaavasti. JVK = jätevesikaivo. PV1000 = 1000 millimetrin halkaisijan paineviemäri. KERROST = kerrostarke kaivannon keskeltä. YR = kaivannon yläreuna ja niin edelleen
- T4 (yksilöivä pistetunnus) = käytin tarketiedostoihin eri tiedostoja sitä mukaan, kun Trimblen laitteista tuttu 500 pisteen raja lähestyi. Jokin tiedosto saattoi alkaa luvusta 3000, toinen 3500 ja niin edelleen

On erilaisia mittaajakohtaisia lähestymistapoja, mutta näen mittauksen ja editoinnin sekä tietojentarkistuksen kannalta toimivaksi kahtiajakoisen tiedostojärjestelmän:

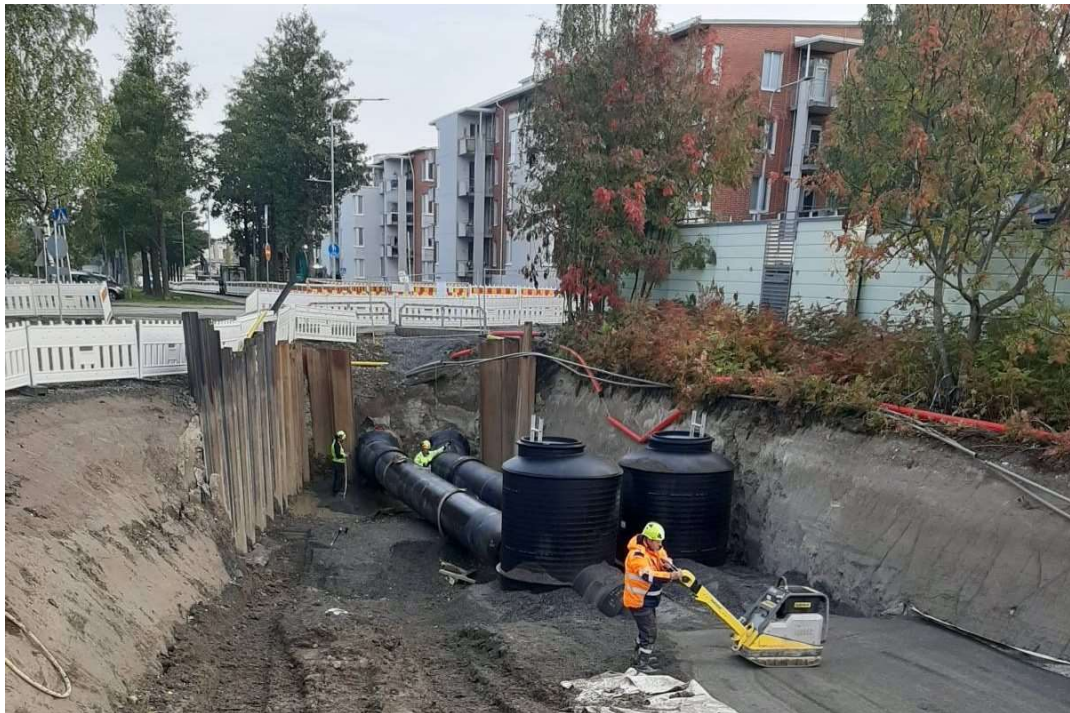
- Raakatarkkeet eli yllä olevalla mallilla koneelta tietokoneelle siirretyt tiedot. Tiedän myöhemmin, mistä pisteistä on kysymys. Pystyn tallentamaan tarvittaessa pisteisiin metatietoa, jota valmis tarkemuoto ei hyväksy, kuten mittaustavan, paaluluvun, tai muita mittaajan kannalta tärkeitä havaintoja.
- Editoidut tarkkeet eli raakatarkkeiden tilaajan koodaukseen käännetty toimitusvalmiit pisteet. Tässä vaiheessa myös "ylimääräiset" pisteet siivotaan pois ja jätetään vain tilaajan kannalta oleelliset tiedot.

Tarkkeiden editointiin liittyy mittaustulosten kriittinen tarkastelu tietokoneella, johon monesti päivän päätteeksi jää aikaa vähän. Virheitä voidaan luokitella eri tyypeihin (Laurila 2012, 33), Yleensä maastossa mitatessa huomaa karkean virheen riskin, kuten prismasauvan pituus on jäänyt muuttamatta. Tällöin virheellisen pisteen voi poistaa ennen tiedoston siirtoa palvelemille. Tietokoneen ääressä tapahtuvassa editoinnissa on poistettava muun muassa GPS:n virheelliset pisteet, jotka ilmenevät muusta aineistosta sijaintinsa ja korkonsa puolesta. Mittaustilanteet on muistettava, jotta myöhemmin osaa epäillä mistä virhe voi löytyä.

Kuvassa 7 näkyy valmiiden putkirakenteiden tarkkeita isometrisesti kuvattuna, taustalla yleinen asemakuva. Kuvassa 8 näkyy tarkemittaustilanne: opinnäytteen kirjoittaja on ottamassa koneelle paineviemärisauman toteutumaa miniprisman ja takymetrin avulla.



Kuva 7. Valmiit tarkelinjat väreillä eroteltuina 3DWinissä.



Kuva 8. Tarkemittausta paineviemärisaumoista. Kuvan lähde:  
<https://www.keskuspuhdistamo.fi/rakentamiskohde/hatanpaa/>

## 4 MITTAUSKOhteITA

Seuraavaksi käsitellään mittauksen kannalta kiinnostavia kohteita urakan ajalta.

### 4.1 Paineviemäri

Kaivantoon laskettiin kaksi kappaletta 1 000 millimetriä halkaisijaltaan olevaa paineviemäriputkea. Mittaajan oli tarkkailtava asennusalustan korkoa, putkien linjausta sekä huolehdittava saumojen tarkemittauksesta ja tilaajan vaatimien koodausvaatimusten täyttämistä: jokainen sauma on yksilöity omalla tunnuksella, ja saumatyyppien koodauserot oli tehtävä selväksi. Paineviemäreille tehtiin alitusporaus myös yhden katuosuuden ali, ja tällöin mitattiin tarkkeina alitusporauksen toteutuma. Kun uusia putkia laskettiin kaivantoon, niiden suunnan hienosäätämiseksi tarvittiin myös mittaajaa. Putkien suunniteltu linja maalattiin arinaan sekä suuntaus tarkastettiin yhteistyössä putkea siirtävän kaivinkoneen kuljettajan kanssa. Kuvassa 9 näkyvät paineviemäriputket, joita ei ole vielä käännetty kohdistuksen mukaisesti.



Kuva 9. Paineviemärin rakentamista.

## 4.2 Kaukojäähdytys

Kaksi 630 millimetrin ulkohalkaisijan kaukojäähdytysputkea olivat oma kokonaisuutensa, jota tehtiin hieman eri tahtiin muun kaivannon ja vesihuoltolinjan kanssa. Kaukojäähdytyskaivanto mitattiin omana erillisenä kokonaisuutenaan. Kaukojäähdytyksessä tarkkeet mitataan taitekohdista ja hitsausaumoista. Myös linjausta ja korkoa on tarkkailtava sekä merkittävä hitsauslaatikoiden paikat hitsaajille. Kaukojäähdytyksessä tuli vastaan linjan- sekä suunnitelmanmuutos, jotka aiheuttivat kiirettä ja tiedostojenmuokkausta työn aikana. Kaukojäähdytysjohtojen pääluku on InfraRYL:ssä 34200, mutta asennus tehdään soveltamalla lukua 34100 (InfraRYL 2020/1). Kuvassa 10 on kuva kaukojäähdytyskaivannosta, jossa putkia hitsataan. Kuvassa olevasta taitoskohdasta tarvittiin tarkepisteet jokaisesta taitekohdasta.



Kuva 10. Kaukojäähdytysputket hitsauksen aikaan.

### 4.3 Ponttiseinät

Kaivannon tuentaa varten maahan asennettiin ponttiseiniä. Ponttiasentajalle oli merkittävä linja seinälle sekä tarkistettava, osuuko reitille käytössä olevia tai käytöstä poistettuja kaapeleita tai säilytettäviä putkilinjoja. Kun ponttiseinä oli asennettu, sitä myös tarkemittattiin liikkumisen seuraamiseksi. Pisteiden merkintään käytin merkintämaalia ja vahaliitua. Tarkemittaus tapahtui takymetrimittauksena siirtymien tarkkuusvaatimusten täyttämiseksi. Ponttiseiniä käsitellään InfraRYL:n luvussa 16320 (InfraRYL 2020/1). Kuvassa 11 näkyy tilanne, jossa takymetri on pystytetty ponttiseinäsiirtymien mittausta varten. Lähistöllä olevien rakennusten sekä savisen maaperän takia kohta oli erityisen tarkkailun kohteena.



Kuva 11. Ponttiseinän sijainnin tarkemittausta.

### 4.4 Vesihuoltolinja

Jäte- ja hulevesilinjasta sekä vesijohdosta tehtiin konekuljettajille ja lapiomiehille linjamerkintä, toteutunutta linjaa ja sen korkoa tarkkailtiin sekä laskettiin kaltevuuksia toteutuneilta kaivoilta linjalla eteenpäin. Rakennettavat linjat olivat vietto-linjoja (Nenonen 2015, 3), paitsi paineistettu vesijohto, jonka osalta tarvittiin korko- ja linjamerkintää sekä sulkuventtiilien ja taitteiden sijainteja (Nenonen

2015, 7–8). Merkintävälineinä on tilanteen mukaan merkintämaali/puupaalut. Betonilinjasta otettiin korkoja talteen putkilinjan selästä sekä pitkillä osuuksilla vesijuoksusta miniprisman ja takymetrin avulla. Kaivotyypien yleisistä vaatimuksista ja rakenteista on tietoa RT-kortista 66-10494 jäte-, sade- ja kuivatusvesikaivot (RT-kortit, 1993). InfraRYL, pääluku 31000. Omina alalukuinaan ovat jätevesiviemärit 31100, hulevesiviemärit 31200 sekä vesijohdot 31300. Kuvassa 12 näkyy etualalla muoviputkella toteutettu jätevesi- ja taka-alalla betoniputkessa sadevesilinja. Vesijohdon paikkaa näyttävät lyhyet puupaalut, joissa myös merkit putken lakeen sekä siniset maalimerkit. Jätevesilinjan kaivojen korkeustarkkeita tarvittiin työn aikana, koska kallistusprosentit ovat pieniä.



Kuva 12. Hulevesi- ja jätevesiviemäri sekä vesijohdon sijainnin merkintöjä.

#### 4.5 Havainnollistavat merkinnät työmaa-alueelle

Joitain alueita suunnitellaan erilaisiksi suhteessa alkutilanteeseen. Mittaajana minulle tuli tehtäväksi merkitä maastokatselmuksia varten erilaisia kohteita urakan vaiheissa. Kuvassa 13 on kyse uudistettavan kevyenliikenteen väylän maastoon

merkinnästä puupaaluilla työmaakokousta varten. Paaluilla on merkitty tulevan päällysteen reunoja sekä liittymien kohdat. Kiinnostus kohdistui siihen, miten puut sijoittuvat suhteessa katusuunnitelmaan ja tuottavatko ne ongelmia.



Kuva 13. Tulevan kevyenliikenteenväylän päällysteen reunat paaluilla merkittynä katselmusta varten.

#### 4.6 Ennallistaminen ja reunakivimerkinnot

Ennallistaminen käynnistyi lokakuussa. Tässä tarvittiin omia alkukartoitustietoja. Reunakivilinjojen merkintään tarvitaan tieto reunakivilinjasta, korosta sekä näkyvästä, joka oli tässä tapauksissa 10 senttimetriä suorilla osuuksilla ja 3 senttimetriä liittymissä. Reunakivilinjoihin liittyvät merkinnät paaluissa on hyvä käydä läpi reunakiviasentajan kanssa väärinkäsitysten välttämiseksi. Tässä tapauksessa asentaja oli jo aiemmilta työmailta tuttu, joten merkintöjen kanssa ei ollut ongelmia. Reunakivimateriaalina toimi luonnonkivi (Nenonen 2016, 10). Tasaussuunnitelmaa tarvittiin alueella, jossa katusuunnitelma oli kokonaan uusi, jotta reunakivikorkeus oli mahdollista laskea (Nenonen 2016, 24–27).

Kuvassa 14 näkyy reunakivilinjan merkintää. Paalut ovat 80 senttimetriä linjasta sivussa ja korkolappu ilmaisee +50 senttimetrin korkoa asennettavan reunakiven

yläreunasta. Paaluja on tasaisesti suorilla osuuksilla sekä erikseen kohdissa, joissa linjassa on taitoksia tai korkeudessa on muutoskohta.



Kuva 14. Reunakivimerkintää.

#### 4.7 Yksittäiset mittaukset

Työmaalla oli tilanteita, joissa mittajaan täytyy ratkaista jokin ongelma maastossa. Kuvassa 15 näkyvässä tilanteessa on kysymys porauskohdan merkitsemisestä vanhan kaivon kylkeen, johon uusi hulevesilinja liitettiin. Mittaukseen käytettiin takymetriä (prisma- ja laserpistemittausta), mittanauhaa sekä vahaliitua merkintöihin.



Kuva 15. Kaivon porauskohdanmerkintä laserpisteen ja kynän avulla.

## 5 ONGELMIA JA VIRHEITÄ MITTAUKSISSA

Mittauksessa on aina virheen mahdollisuus. Mitä aiemmin se huomataan, sen parempi. Virheistä tulee ottaa oppia, ettei sama virhe toistu uudelleen. Ne jaetaan systemaattisiin, karkeisiin ja satunnaisiin. (Jalkanen 2016, 24.)

Karkeat virheet ovat yleensä mittajaasta johtuvia inhimillisiä virheitä, jotka tulevat esille, jos sama kohde mitataan useampaan otteeseen. Systemaattiset virheet aiheutuvat taas yleensä mittauskojeesta, koska tällöin virhe toistuu samanlaisena. Satunnainen virhe on luonteeltaan yleensä pieni, eikä niiltä kokonaan voi välttyä. (Rantanen 2015, 306–207.)

Satunnaisissa virheissä on myös oletus, että niiden syiden löytäminen on hankalaa tai mahdotonta. Satunnaisuutta luonnehtii käsite ennustamattomuus. (Laurila 2012, 35.)

Mittaustyöskentelyssä tulisi pyrkiä tilanteeseen, jossa mukana olisi vain satunnaisia virheitä. Mukaan kuitenkin tulee yleensä myös systemaattista virhettä. (Heimonen 2020.)

Kautonen (2011) on kirjoittanut siitä, kuinka mittauksessa kalibrointitodistus on nostettu liian merkitsevään asemaan. Mittausta tuntemattomat tahot voivat kuvitella, että kalibroidulla laitteella ei voisi mitata väärin. Kautosen mukaan (2011) "Kun auto on katsastettu, kolaria ei voi tulla".

Vehanen (2020) kirjoittaa, että rakennusmittauksessa eniten virheitä tapahtuu suunnitelmakuvien käsittelyssä. Tässä työvaiheessa vaaditaan perehtyneisyyttä sekä kokemusta rakennussuunnittelemisesta. Käsittelyssä on monia vaiheita, ja virhe voi osua niistä mihin tahansa. Näen yhteyden infrahankkeiden asema- ja leikkauskuvien tulkintaan. (Vehanen 2020, 22.)

Suunnitelmakuvissa on varmistuttava siitä, että uusimmat kuvat ovat käytettävissä. Infratyömaalla piirustukset eivät muutu niin usein kuin rakennusmittauksessa. Kuitenkin myös tällä työmaalla oli tilanteita, joissa uusia kuvia odotettiin tai niiden oletettiin olevan joidenkin hallussa.

Virheiden mahdollisuus piilee myös kommunikointiongelmissa. Mittaajan merkintöjä saatetaan tulkita väärin, ja virheen taloudellinen merkitys voi olla merkittävä. (Vehanen 2020, 22).

Koneohjauksessa on huomioitava työmaaympäristön paikoittainen katveisuus. Pyrin varmistamaan rakentamisen toteutumaa takymetrimittauksella ja huolehtimaan korkotietojen merkinnästä siellä, missä niillä oli ratkaiseva merkitys.

Tein työmaalla virheitä, joista olin vastuussa, ja toisinaan virheitä tekivät jotkut muut. Niistä oppii paljon, mutta ne myös harmittavat. Osa virheistä johtui siitä, että inframittauksessa en ollut aiemmin mitannut jotain vaihetta enkä tiennyt etukäteen, mitä olisi pitänyt tehdä ennen kuin tilanne oli jo edennyt seuraavaan vaiheeseen. Kirjoitin nämä tilanteet ylös oppimista varten.

Osa virheistä syntyi sen takia, että en ehtinyt moneen paikkaan samaan aikaan ja toisaalla työmaalla edettiin ilman mittaajan välitarkastuksia eteenpäin. Tilanteet kuitenkin pyrittiin selvittämään yhteisymmärryksessä. Mittaajalta vaaditaan myös sovittelutaitoja ja diplomatiaa. Jos on tehnyt virheen, on se myönnettävä.

Vesijohtolinjaa jouduttiin kaivamaan auki, koska linja oli vaakageometrialta siirtynyt liian lähelle paineviemärilinjaa. Virhe huomattiin, kun työmaakatselmuksessa valvojat kiinnittivät huomiota linjalla eteenpäin lyömiini paaluihin suhteessa näkyvään vesijohtoon kaivannossa. Sen jälkeen tarkkailin vesijohtolinjaa tarkemmin ja lisäsin kommunikointia sitä rakentavien työntekijöiden kanssa montussa.

Yhdessä kohtaa painelinjan päälle oli jo ehditty rakentamaan kerroksia ennen kuin olin ehtinyt kartoittamaan saumat, joihin liittyivät oleelliset koodimerkinnot. Täyttöä oli tehty iltatyönä, joten minulla ei ollut mahdollisuutta saumojen mittaukseen ajoissa. Kaivinkonekuljettaja ymmärsi tilanteen ja kaivoi saumat näkyviin mittauksia varten.

Eräässä kohdassa jätevesilinjan kaivoa oli siirretty suunnitelmasta, ja kaukojäähdytyslinjaa jouduttiin siirtämään. Se ei kuitenkaan lopulta ollut iso ongelma, koska taitos tehtiin loivilla käännöksillä, joten erillisiä taitekohtia ei vaadittu kulman jäädessä hyvin pieneksi pitkällä matkalla.

Kaapelinäyttöjen kanssa työmaalla täytyi olla tarkkana, ja ne työllistivät mittaaajaa paljon. Kerran tuli vastaan tilanne, jossa näytettyä kaapelia ei löytynyt, vaikka savikerrosta kaivettiin useita metrejä pois. Aloitteestani alueelle tilattiin uusi kaapelinäyttö, jolla vahvistettiin kaapelin sijainti. Se kulki huomattavasti syvempänä alituksena kuin olisi uskottu. Tässä tapauksessa onnistuttiin välttymään virheeltä.

Isompana kommunikaatio-ongelmana linjalle sijoitettiin ylimääräinen kaivo kohtaan, johon olisi kuulunut vain liitos. Tässä tapauksessa olimme ymmärtäneet toisemme väärin kuljettajan kanssa. Olin ihmetellyt edellisenä päivänä, miksi linjalle vasta 30 metrin päähän suunniteltu kaivo on jo laskettu kaivantoon. Minun olisi mittaajana pitänyt päättäväisemmin kyseenalaistaa tilanne mutta ajattelin, että suunnitelmia on muutettu, koska muut työntekijät tuntuivat olevan tilanteen tassa.

Mittausteknisesti virheiden mahdollisuutta kasvattivat työmaalla koneiden tuottaman tärinä sekä pakokaasut, jotka väreilyttivät ilmaa esimerkiksi tarroihin tähdätessä.

Muuttuvat ohjeet ja lisävaatimukset on hyvä pyytää kirjallisesti. Ohjeet saattavat muuttua nopeasti tai olla epätarkkoja. Mittaaja suojelee itseään, kun hän vaatii kirjallista aineistoa. Myös suunnitelmakuviin on syytä suhtautua epäillen. Törmäyksiä tai ristiriitoja voi olla merkinnöissä, joten epäilyksittä niihin ei kannata luottaa.

Myös tällä työmaalla kiire ja keskittymisen herpaantuminen olivat keskeisiä syitä, jotka mahdollistivat virheiden syntymisen.

## 6 MAANMITTAAJAN VIESINTÄTAIDOT INFRATYÖMAALLA

### 6.1 Viestintätaidot työelämässä yleisesti

*Työelämässä viestinnän pitää periaatteessa olla sosiaalisia suhteita rakentavaa ja ylläpitävää. Taitava viestijä pyrkii vuorovaikutussuhteissaan toimimaan siten, että ihmisten välinen luottamus ja kunnioitus säilyvät. (Mattila, Ruusunen & Uola 2006, 12.)*

Ihminen käyttää paljon ajastaan viestimiseen. Riemerin (2007) mukaan 70 prosenttia valveillaoloajasta käytetään jonkin viestinnän muodon (mode of communication) parissa: 10 prosenttia kirjoittaen, 15 prosenttia lukien, 30 prosenttia puheen ja 45 prosenttia kuunnellen. (Riemer 2007, 92.) Salminen (2015, 129) jakaa viestinnän puheeseen, kirjoittamiseen, sanattomaan viestintään sekä teknisten apuvälineiden, kuten tietoverkkojen, kautta tapahtuvaan kommunikointiin.

Viestintätaidot ovat ammatillisen osaamisen ytimessä. Ammattiosaaminen nähdään Kostiaisen (2003, 26) mukaan kokonaisuuden summana, jonka rakennosia ovat tiedot, taidot ja ne yksilölliset ominaisuudet, joiden varassa yksilö ammatissaan toimii.

Ammattimaisella vuorovaikutusosaamisella tarkoitetaan kykyä viestiä tehokkaasti erilaisten kohderyhmien kanssa erilaisissa tilanteissa sekä kykyä soveltaa ja hyödyntää tarkoituksenmukaisia viestintävälineitä. Parhaimmillaan tuloksena on selkeää, toiset huomioivaa, tiivistävää ja kontekstiin sopivaa kommunikointia tehokkailla välineillä. (Salminen 2015, 136.)

Modernin työelämän avainkvalifikaatioina on nähty yhteistyötaidot, viestintä, luovuus, itsenäisyys ja joustavuus. Näistä taidoista on hyötyä yli ammatillisten rajojen, ja ne kaikki liittyvät myös maanmittaajan työssä menestymiseen. (Kostiainen 2003, 29.) Toisen kokonaisuuksiin perustuvan luokittelun mukaan työelämävaatimuksia ovat elämänhallinta, kommunikaatiotaito, ihmisten ja tehtävien johtaminen sekä innovaatioiden ja muutosten vauhdittaminen (Huhta, Johnson, Lax & Hantula 2006, 64).

Myös Salminen (2015) lukee omaksi työelämäntaitojen osa-alueeksi yhteistyötaidot. Niihin hän laskee mukaan ryhmätyötaidot, vuorovaikutustaidot, palautteen antamisen ja vastaanottamisen taidot sekä tiimi-, kulttuuri- ja verkostoitumistaidot. Muita pääryhmiä hänen luokittelussaan ovat substanssitaidot, yleiset työelämäntaidot, asiantuntijan erityistaidot, asiakastaidot sekä ammatillisen osaamisen kehittämisen taidot. (Salminen 2015, 70.)

Riemer (2007) tuo artikkelissaan esille viestinnän muotoja, jotka ovat mukana myös maanmittauksessa mutta harvoin mainittuja muualla kirjallisissa lähteissä: kyseessä on visuaalisen kommunikoinnin muodot kuten piirroksot, diagrammit, sekä todellisuutta kuvaavat tai symboliset kuvat. Maanmittausalalla ja monilla muilla insinöörialoilla kuvallisella ja piirrosmuotoisella tiedolla on paljon käyttöä ei-verbaalisessa viestinnässä. (Riemer 2007, 93). Minulla oli työmaalla kynä ja paperi, johon hahmotelin, mitä olin tekemässä ja mistä kohteista mittauskohteet oli määritelty.

Kansainvälistyneessä maailmassa myös kulttuuritaidoilla on merkitystä (Salminen 2015, 136). Työelämässä vaaditaan kulttuurirajat ylittävää kommunikointia, myös ajasta ja paikasta riippumatta. Siihen kuuluu keskinäinen kunnioitus, informaation jakaminen, yhteistyön muodot ja virtuaaliset tiimit. Myös yleisö voi olla kansainvälistä. (Kedrowicz & Taylor 2013, 82.)

On muistettava sisällyttää empatian käsite mukaan työelämän yleiseen viestintään. Hyvä ammatillinen viestijä osaa eläytyä toisen asemaan, hallitsee ristiriitailanteiden ratkaisutaitoja ja pyrkii kohteliaaseen käytökseen. (Salminen 2015, 136.)

Riemer (2007) huomauttaa, että työelämässä ja elämässä yleensä tunneälykyys (EQ, *Emotional Intelligence*) voi olla jopa tärkeämpi menestystekijä kuin perinteinen älykkyydosamäärä eli IQ (*Intelligence Quotient*). Tunneälykyys parantaa tiimityöskentelyä ja heijastuu esimerkiksi vihanhallintaan ja haastaviin tilanteisiin. Empatia on myös keskeinen tehokkaassa johtamisessa ja hallinnoinnissa. (Riemer 2007, 95.)

Vaikka seuraavaksi tarkennetaan inframittaajan työviestintään, laajemmin insinöörialoilla työskentelevät ovat monipuolisesti ja kaikkialla viestinnän kanssa tekemisissä: insinöörit työskentelevät kaikkialla ja hankkeissa, joihin kuuluu ihmisiä erilaisista kulttuureista ja aloilta.

*All of Humanity is Impacted by Engineering* (Ford, J. & Paretto, M. 2013, 4).

## 6.2 Inframittaaja ja viestintä

Mittamieheen kohdistuu laajoja vaatimuksia, jotka eivät aina ole tasapainossa todellisuuden kanssa. Hänet voidaan mieltää yleisenä tietopankkina, jolta rakentajat ja työnjohto voivat kysyä neuvoa. Työmaahan liittyvät asiakirjat joudutaan käymään läpi, koska niihin sisältyy mittamiehen kannalta relevanttia tietoa hajautuneessa muodossa. (Jalkanen 2016, 8.)

Mittamies joutuu viestimään Alatalon (2017) mallia mukaillen enemmän sisäisten kuin ulkoisten sidosryhmien kanssa. Infratyömaan kontekstissa sisäisiä sidosryhmiä ovat esimies, muut mittaajat, työmaamestarit, suunnittelijat, koneiden kuljettajat sekä muut työmaalla työskentelevät henkilöt (Kuva 16). Ulkoisia sidosryhmiä ovat laitevalmistajat ja -maahantuojat sekä ohjelmistojen valmistajat. (Alatalo 2017, 14.)



Kuva 16. Paineviemärin saumoista osa hitsattiin vasta, kun putket olivat kaivannonssa paikoillaan. Hitsausseamat täytyi tarkemittaa niin, että sauman yksilöivä numerotunnus sisältyi tarketiedostoon.

Useissa lähteissä maanmittaajan työhön yhdistetään asiakaspalveluominaisuus. Sosiaalisuus ja ulospäinsuuntautuneisuus ovat varsinkin perinteisessä maanmittaajan työssä tärkeitä. Ihmisten kanssa on tultava toimeen, vaikka yksilöt ovat erilaisia. Myös yksityisissä mittaus- ja konsulttiyrityksissä työskennellään rakennuksilla, tietyömailla ja kaivoksilla, ja siellä tulee vastaan erilaisia ihmisiä. (Hettula & Suomalainen 2015, 8.)

*Tehokas viestintä edellyttää selkeää ajattelukykyä, viestien kiteyttämisen taitoa, kuulijakunnan ominaisuuksien ja valmiuksien tunnistamista, erilaisten viestintävälineiden hallintaa, ja viime kädessä kykyä vaikuttaa viestinnän kohteena oleviin ihmisiin tunnetasolle, innostaen heitä omaksumaan välittämämme ajatukset (Salminen 2015, 129).*

Alatalo (2017) on kirjoittanut, kuinka kaivosmittaajan työssä tärkein vuorovaikutustaito on tulla toimeen erilaisten ihmisten kanssa. He voivat olla Suomesta, Pohjoismaista tai kauempaa ulkomailta. Kohtelias ja asiallinen käytös sekä hyvät

keskustelu- ja kuuntelutaidot ovat pärjäämisen ehto. (Alatalo 2017, 16.) Ammatilaisen tulee kyetä myös kuuntelemaan yhteistyökumppaneita ja asiakkaita, koska silloin saadaan selville, mitä asiakas tarvitsee ja mihin toinen osapuoli on pyrkimässä (Riemer 2007, 96).

Myös paineensietokyky mainitaan toistuvasti, ja se on kokemukseni perusteella alan työtehtävissä tärkeää. Mittamies joutuu tekemään päätelmiä ja valintoja sekä hyväksymään virheiden mahdollisuus ja kyetä myös ottamaan niistä saatu palaute vastaan. (Hettula & Suomalainen 2015, 8–9.)

Itseluottamusta tarvitaan, ja tämä on ammattilaisena alalla kuin alalla toimimisen vaatimus. Ilman hyvää ammatillista itseluottamusta uskottava ja toimiva viestintä on hankalaa. (Aalto 2018, 8.)

Mittaajan työssä viestintätaidot eri muodoissaan ovat isolla infratyömaalla erittäin tärkeät (Kostiainen 2003, 9–10). On seurattava ja lähetettävä sähköposteja, kommunikoitava puhelimitse sekä kasvokkaisessa vuorovaikutuksessa työmaalla. Viestintää käydään kaikkien työmaahan liittyvien tahojen kanssa: työkoneiden kuljettajat, muut työntekijät, työmaamestarit, valvojat ja suunnittelijat. Myös ohikulkijoille voi joutua selvittämään, mitä työmaalla tapahtuu, mistä pääsee kulkemaan muuttuneiden liikennejärjestelyjen takia, tai puuttumaan turvallisuusongelmaan esimerkiksi, kun ohikulkija yrittää oikaista työmaa-alueen läpi. Myös englannin kielen taidolle voi olla käyttöä, kun ihmisiä neuvoo.

Mittaajan tulisi olla tietoinen, mitä työmaan eri alueille ja prosesseissa tapahtuu ja on tapahtumassa lähitulevaisuudessa, jotta merkinnät olisivat ajoissa paikalla tai tarkkeet ehditään mittaamaan. Aikataulu on useimmiten tiukka, ja siihen voi tulla muutoksia. Monestikaan nämä tiedot eivät ole yleisesti saatavilla, varsinkin jos mittaja on ulkopuolisen konsulttiyrityksen palveluksessa ja käy työmaalla aina, kun on tarvetta. On kyseltävä, seurattava ja koitettava oppia lukemaan tilannetta työmaalla. Aktiivinen työote ja oma vastuunottaminen ovat tärkeitä.

Salmisen (2015) mukaan infratyömaa on iso projekti ja siinä vaaditaan projektityötaitoja. Mittaajan tulisi hahmottaa oma vastuualueensa, laajempia kokonaisuuksia, toimia suunnitelmallista, ja hänellä tulisi myös olla mahdollisuus ja edellytykset seurata projektin edistymistä. (Salminen 2015, 157.)

Kollegojen, kuten pidempään alalla toimineiden mittaajien, apu ja kokemukset ovat tärkeä osa viestintää ja tuovat vertaistukea työasioihin. Eri lähteissä on mainittu perinnetietona siirtyvän mittaustietouden painoarvo alaa vasta oppivan kannalta (mm. Alatalo 2017, 13; Hietala 2020, 54). Haluan kiittää Geopalvelu OY:n mittaajia, jotka auttoivat minua urakan aikana, kun kysymyksiä nousi mieleeni ja ongelmia tuli vastaan.

Ammatillinen tiedonvaihto auttaa erottamaan oleellisen tiedon ja relevantin aineiston, ja tietoa myös arvioidaan keskustelun kautta (Aalto 2012, 17–18). Suullinen tarinaperintö on jopa ratkaiseva osa modernia teknistä ammatinharjoittamista. Työkavereiden kanssa tapahtuva tiedonvaihto kantaa tärkeää tietoa, joka maanmittauksessa liittyy muun muassa mittauslaitteisiin ja niissä ilmeneviin ongelmiin, mittauskohteisiin ja muihin jokapäiväisiin asioihin. (Räsänen & Trux 2012, 60–61.)

Myös Huhta ym. (Huhta ym. 2006) ovat kirjoittaneet siitä, kuinka erilaisissa työelämän ympäristöissä kieli muokkautuu diskurssiiviseksi ja sosiaalisiksi käytännöiksi, jotka kommunikoiva yhteisö on valinnut välineikseen. Mitä tutumpi työympäristö, sitä kryptisempää ja ei-sanallista kommunikointi voi olla, ja jäsenet ymmärtävät silti toisiaan. (Huhta ym. 2006, 51.)

Oma roolinsa on verkkotiedonlähteillä ja ammatillisilla forumeilla. Näistä voidaan mainita esimerkkeinä 3DWin-ohjelmiston keskusteluforum ja palvelu ongelmatilanteissa, Autodeskin ohjeistukset ja videot, Trimblen käyttäjäkysymykset sekä erilaiset opetusvideot YouTubessa. Mittaaja voi olla myös jäsen esimerkiksi mittaukseen liittyvässä Facebook-ryhmässä taikka seurata alan digitaalisia tai painettuja julkaisuja. Verkostoitumisen merkitys tulee vain kasvamaan, koska informaatiota ja osaamistarpeita tulee jatkuvasti lisää (Salminen 2015, 164–165).

Myös mittauksessa viestintä on tärkeää: on selvitettävä merkintämittausten osalta, millaisia merkintöjä tarvitaan, ja varmistettava, että ne ymmärretään oikein (Nenonen 2016, 34; Kautonen 2011, 32–33). Tarkemittauksessa on oltava ajoissa paikalla, ja jos ei ehdi, on pyrittävä ilmoittamaan ajoissa, ettei kaivantoa, putkea tai rakennetta peitetä ennen kuin se on otettu ylös koneelle. Merkinnöillä tai kertomalla on viestitettävä, milloin jokin vaihe on mitattu talteen ja töitä voidaan

jatkaa. Kuvassa 17 näkyy, että koneita ja tekijöitä voi olla paljon jo yhdessä työmaan kohteessa kerrallaan.



Kuva 17. Infratyömaalla on paljon työntekijöitä ja mittajaan on kyettävä toimivaan kommunikointiin kiireen keskellä.

### 6.3 Huomioita omasta mittaustyökohteesta

Näkökulma tässä opinnäytetyössä on ulkopuolisen mittauskonsultin. Omien kokemusten ja alalla työskentelevien ihmisten kanssa käytyjen keskustelujen perusteella viestintään liittyvät haasteet ovat yleisesti tunnettuja eivätkä koske yksinomaan tätä kyseistä mittauskohdetta ympäristöineen ja käytäntöineen.

Työmaalla työskentelevien ohella työmaamestarin tai -mestareiden kanssa mittamies on päivittäin tekemisissä puhelimitse, sähköpostitse ja monesti myös paikan päällä työmaalla. Mestari tietää, mitä ollaan tekemässä, ja saattaa kertoa mittamiehelle, mitä tiedostoja tarvitaan, mitä täytyy merkitä tai mitata. Kuitenkin pääosa normaalista päivittäisestä mittauksesta jää mittamiehen oman muistamisen vastuulle.

Suunnittelijoihin ei mittamies ole välttämättä suoraan yhteyksissä, vaan tässä tapauksessa tieto kulki työmaamestareiden kautta. Suunnittelijat saattoivat tilata tarkentavia mittauksia esimerkiksi kaivoista tai muista kohteista, ja tiedostot toimitettiin mittausten jälkeen eteenpäin toivotussa muodossa, useimmiten sekä PDF-tarkekuvana että DWG-muotoon käännettynä tarkemittaustiedostona. Suunnittelijoilta ja koneohjauksmalleja tekevästä yrityksestä mittamiehen täytyy pyytää suunnitelmamuutoksia tai lisätiedostoja, kun tällaisille tuli tarvetta.

Viestinnän haasteita työmaaolosuhteissa olivat monesti kiire, melu, työmaan laajuus sekä samaan aikaan käynnissä olevat prosessit eri puolilla aluetta. Mittamiehen pitäisi pystyä olemaan monessa paikassa samaan aikaan, kun on kova kiire. Samoin mittamieheltä tullaan kysymään kaikenlaisia tietoa ja yksityiskohtia, jotka eivät ole suoraan hänen alaansa tai nopeasti luettavissa käytössä olevista tiedostoista. Infrahankkeen mittauksessa mittaajalle on arvokas etu, jos työmaan toiminnot ovat edes joiltain osin hänelle entuudestaan tuttuja myös mittaamisen ulkopuolisesta työelämästä. Toisaalta asioita saa selvitettyä ja voi myös itse kysyä, jos jokin asia on outo tai tuntematon. Isoimmat ongelmat syntyvät, jos ei kysy silloin kun on epävarma, onko ymmärtänyt asian oikein.

Vieraiden kielten hallinta mielletään tärkeäksi ominaisuudeksi insinöörialalla (mm. Riemer 2007, 90), mutta omalla työmaalla tarvitsin vain englantia ohikulkijan neuvomiseen. Hänelle oli epäselvää, miten työmaa-alueen ohi pääsee toiselle kadulle.

## 7 POHDINTAA, ONGELMIA JA PÄÄTELMIÄ

Ensimmäiseksi käydään läpi inframittauksessa toimivalle maanmittauksen ammattilaiselle toivottavia toimintatapoja ja ominaisuuksia taustakirjallisuuden sekä omien kokemusten myötä.

Infratyömaa on mittaajalle haasteellinen ympäristö. Mittausolosuhteet ovat vaihtelevia, mutta useimmiten mukana ovat liikenne, työkoneet, tärinä ja maastotöihin muutenkin kuuluvat sääolosuhteiden vaihtelut. Mukana on myös rakennushankkeisiin liittyvä vastuu merkintöjen osalta (Laurila 2012, 267).

Työmaanlukutaito on yksi tärkeimmistä asioista, mitä listaisin inframittaukseen. Silloin tietää, missä pitää olla ja milloin ja mitä merkintöjä tarvitaan. Tämä pitäisi kyetä yhdistämään rauhalliseen ja harkittuun toimintaan virheiden minimoimiseksi (ks. myös kaivosmittauksen maailmassa Alatalo 2017, 51). Myös Hietala (2020) on kirjoittanut, kuinka kiire olisi pyrittävä jättämään pois ja priorisoitava luotettavien ja tarkkojen mittaustulosten saanti (Hietala 2020, 22).

Työmaanlukutaito on jotain, mikä mittaajalle kehittyy kokemuksen myötä. Aikaisempi ammatillinen kokemus infratyömaalla työskentelystä on suuri etu: joissain tapauksissa mittaustehtäviin erikoistuu tällainen henkilö, jolloin työmaa prosesseineen ja työkoneineen on entuudestaan tuttu. Kuitenkin mittaaminen tuo tähän uuden ulottuvuuden myös heille.

Lukutaidon kehittymiseen auttaa aktiivinen vuorovaikutus: kannattaa kysellä, mitä on tekeillä ja mitä on suunnitteilla. Työmaalla liikkeessa on oltava tarkkana, ja jos näyttää, että jossain päin tapahtuu, kannattaa käydä tarkistamassa, onko siellä tarvetta mittaajalle tai tarkkeiden ottamiselle. Työmaan suunnitelmiin tulee perehtyä, jotta osaa odottaa, mitä vaiheita ja rakenteita on tulossa. Mittaajalle on eduksi, jos hän on paikalla silloin kun pidetään työmaakokouksia, joissa käydään läpi lähiviikkojen suunnitelmia, ja niissä selviävät muutokset esimerkiksi aikatauluissa.

Paineensietokyky ja toiminnan priorisointi tulevat vastaan aika ajoin, kun tehtävää voi olla enemmän kuin ehtisi tekemään. Miten tämän saa yhdistettyä edellisen kohdan harkittuun toimintaan, on yhdistelmä työkokemusta ja mittamiehen henkilökohtaisia ominaisuuksia.

Työn luonteeseen vaikuttaa paljon se, onko urakoitsijan oma mittamies, jolloin organisaatio, toimintatavat ja ihmiset ovat tuttuja, vai onko kyseessä ulkopuolinen mittauskonsultti, jolla on myös mahdollisesti muita työkohteita. (Jalkanen 2016, 8.)

Koneohjausmaailmassa mallipohjaiselle työmaalle on Lehtonen (2019) esittänyt seuraavia vaatimuksia: vähintään maanmittausalan ammatillinen koulutus, kokemus satelliitti- ja takymetrimittauksesta, ymmärrystä työkoneiden 3D-koneohjausjärjestelmistä sekä toteutumismallien tarkastuksista. (Lehtonen 2019, 17–18.)

Välillä työmaalla tuleekin vastaan tilanteita, joihin sopii lainaus Räsäseltä ja Truxilta (2012, 66):

*Tavallinen ammattitaitoinen työnteko on taktista toimintaa. Se on pärjällyä ja improvisointia annetuissa puitteissa, suorittamista aikataulun puristuksessa, nikkarointia käytettävissä olevista materiaaleista käsille sattuvien välinein. Kukin tekee sitä niillä taidoilla, jotka on joskus oppinut ja niiden ihmisten kanssa, jotka sattuvat olemaan paikalla.* (Räsänen & Trux 2012, 66.)

Mittaajalle tulee myös tilanteita, joissa kukaan muu työmaalla ei kykene auttamaan tai neuvomaan mittauksiin liittyvissä asioissa. Jos mittauksella on kiire, niin kuin monesti on, eikä kollegoilla ole aikaa tai mahdollisuuksia auttaa, on mittajaan valittava ongelmaan parhaiten soveltuva ratkaisu. Alatalo (2017) on kirjoittanut siitä, kuinka myös kaivosmittauksessa mittajaalta kysytään ongelmanratkaisutaitoa, vastuullisuutta, oma-aloitteisuutta sekä yleistä mielenkiintoa ammattitaitonsa kehittämiseen (Alatalo 2017, 12, 55).

Lehtonen (2019) on kirjoittanut inframittauksen muutoksesta maanmittajaan kannalta. Työkoneautomaatio on muuttanut mittaamista ja tulee muuttamaan. Mittamiehen tehtävät tulevat keskittymään yhä enemmän työkoneiden laadun tarkkailuun, orientointiin sekä mallien kanssa työskentelyyn. Mittaajasta muututaan operaattoriksi, joka valvoo koneohjauksella tuotettua mittausaineistoa ja opastaa aineiston tuottamisessa. (Lehtonen 2019, 6–7.)

Salminen (2015) on kirjoittanut, kuinka nykyaikaisessa työelämässä on merkittävä vastuu myös työntekijällä ja ammattilaisella itsellään kehittää omia taitojaan ja osaamistaan. Vastuuta siitä ei voi jättää työllistävälle taholle tai yhteiskunnalle. (Salminen 2015, 11.) Myös kansainvälistä toimintaympäristöä tulisi ehtiä seuramaan (Salminen 2015, 82).

Varsinkaan satelliittipaikannukseen perustuva malliohjaus ei kuitenkaan tule poistamaan kaikkea työmaamittausta. GNSS-perustainen mittaustarkkuus ei riitä kaikkiin kohteisiin, maasto voi olla vaikeakulkuista tai katveista, kuten kaupungeissa, korkeiden rakennusten keskellä. Mittaajan työnkuvassa koneohjaukseen soveltuvien pintamallien tuottaminen ja käsittely sekä suunnitelmien jalostaminen

vaadittuun tiedostomuotoon tulevat kuitenkin olemaan tulevaisuutta. (Lehtonen 2019, 30.)

Inframittaus on maanmittaajalle fyysistä. Mittamies kantaa mukaan monttuun parhaimmillaan paljon tavaraa: takymetrin ja mittalaitteet jalustoineen, merkintämaaleja, puupaaluja, lekan, nauvoja, sihtilappuja, porakoneen, vesurin ja kasan suunnitelmapapereita, kenties myös kannettavan Loadmanin. Muut työntekijät voivat yleensä keskittyä toimimaan yhdessä kohteessa työmaata, mutta mittamieheltä kysytään liikkuvuutta tehtävässään. Kuitenkaan työolosuhteiltaan ei puhuta yhtä vaativasta työympäristöstä kuin kaivokset tai mittauksesta esimerkiksi ruoppaus- ja pora-aluksilla, joissa mukaan tulevat liukkaat kulkutasot, pimeys, sumu, jää ja yöaikainen työskentely (Kautonen 2011, 58–59). Myös infratyömaalla on tilanteita, joissa mitta-apurin käyttö voisi nopeuttaa tehtäviä ja myös lisätä turvallisuutta (Jalkanen 2016, 20).

Työmaalla tulisi kehittää jokin keino, jotta mittaja tietäisi olla paikalla, kun jokin vaihe on mitattavissa, ennen kuin rakenne peitetään. Jos työmaalla ollaan tuntilaskutuksella ja on muuta tehtävää, jonkin työvaiheen odottelu voi olla mahdollista toteuttaa järkevästi. Samoin työmaalla saatetaan tehdä töitä myös illalla tai varhain aamulla, jossain tapauksessa viikonloppuna. Myös työmaalla työskenteleville olisi hyvä olla jonkinlainen tieto, mitä tarkemittauksella tarkoitetaan ja mikä on sen rooli työmaan dokumentoinnissa ja laaduntarkkailussa.

Onnistuneiden työmaamittausten suhteen olisi ideaalitalanne saumaton yhteistyö mittamiehen ja työnjohdon välillä. Mittamiehellä tulisi olla tieto, miten hanke on etenemässä, mikä on aikataulu, ja jos muutoksia tulee, ne tulisi saada tietoon heti. Projektipankki on toimiessaan hyvä väline mittaustietojen ja kuvien hallintaan. Mittamiehelle tulisi heti työmaan alkuvaiheissa järjestää tarvittavat paperikuvat, urakkaan kuuluvat ohjeet, työkohtaiset laatuvaatimukset ja selosteet. (Jalkanen 2016, 23.)

Kiire, monialaisen osaamisen odotukset, suunnitelmamuutokset ja samanaikaiset prosessit tuovat tekemiseen henkistä painetta ja stressiä. Minun kohdallani mittausurakka oli kuluttava ja opettavainen kokemus. Inframittaajan tulisi osata lukea työmaata "etukäteen", mutta vaikka tämä onnistuisi, kiireiseen aikaan ei

etukäteen ehdi tekemään merkintöjä vaan lähinnä viime tinkaen. En voi olla miettimättä, oliko työmaa paikoin liian vilkas ja laaja yhdelle mittaajalle. Sen verran kovaksi kuormitus nousi, että olin työuupumuksen rajalla ja työkaverit huolestuivat. Paineensietokyky, muutoksien sietäminen sekä nopea reagointi ja ongelmanratkaisukyky ovat ominaisuuksia, joita tämänkaltaisen työmaan mittaustöissä työskentelevällä täytyy olla. Vertailukohtana maastokartoittajan tehtävä on erilainen, ja alalle suuntautuvan täytyy huomioida nämä asiat.

Voidaan kysyä, onko työmaan aikataulutuksessa tai vaatimuksissa osattu huomioida mittauksen vaatimukset ja mitä siihen kuuluu. Välillä tuli tunne, että kenelläkään ei ollut kontaktipintaa siihen, mikä oma roolin työmaalla mittaajana kaikkiaan on ja miten mahdottomalta jotkin vaatimukset aikataulun suhteen tuntuivat. Jos maastotyöt ehtii tekemään, missä välissä ehtii siirtämään tarkkeita ja selvittämään suunnitelman muutosten vaikutuksia tai sitä, ovatko toteutumat suunnitelmanmukaisia. Myös muissa hankkeissa ovat mittaajat havainneet, että heidän työsuuttaan ei ole osattu välttämättä suunnitella tai mitoittaa oikein, jos se on otettu huomioon (Kautonen 2011, 7).

Tiedonvaihto suunnittelijoilta mittaajalle ja toisinpäin olisi voinut toimia paremmin. Nyt jouduttiin välillä etsimään kriittisiä tiedostoja pitkään ennen kuin oikea DWG-kuva lopulta tuli sähköpostiin. Toisaalta mittaajalta odotetaan toivotun lisämittauksen ja -tarkkeen editointia, toimittamista ja kommentointia heti. Paperipiirustuksista koordinaattien ynnä muiden sellaisten laskemiseen sisältyy aina virheen mahdollisuus, ja mittamiehen tekemien laskelmien oikeellisuutta ei välttämättä varmista kukaan (ks. myös Kautonen 2011, 50).

Luulen että informaatiokulussa voi olla haaste, kun mittamies on omasta konsulttiyrityksestä. Suunnittelijat eivät välttämättä tiedä, millaisia tiedostoja mittaaja tarvitsee työssään, eikä ole yleistä tietopankkia, johon olisi pääsy ja jossa muutoksia voitaisiin seurata. Ainakin tällä työmaalla moderni malli, jossa myös mittaajalla olisi pääsy aineistoihin ja uusimpiin versioihin, oli tavoittamattomissa.

Mittamiehen osallistamista työmaakatselmuksiin ja muihin tilanteisiin, jossa eri tahot tarkastelevat työn etenemistä ja siihen tehtäviä muutoksia, tulisi kehittää: mittamiehelle täytyisi toimittaa keskeiset tiedot, jos muutoksia on tulossa, ja mitä

ne edellyttävät. Inframittauksen kentällä voidaan olettaa, että omat kokemukseni saattavat olla tuttuja myös muille mittaajille.

## LÄHTEET

3D-system. 2020. 3D-Win monitoimityökalu paikkatiedon ammattilaisille. Viitattu 28.10.2020. <https://3d-system.fi/>

Aalto, T. 2012. Kuinka olla avoin. Työelämän uudet viestintätaidot. Helsinki: Finn Lectura.

Alatalo, M. 2017. Maanalainen kaivosmittaus Kittilän kultakaivoksella. Lapin AMK. Maanmittaustekniikka. Opinnäytetyö. Viitattu 12.4.2021. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/137615/Maanalainen%20kaivosmittaus%20Kittilan%20kultakaivoksella.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Autodesk. 2021. Mikä on DWG? Viitattu 14.3.2021. <https://www.autodesk.fi/products/dwg>

Ford, J. & Paretti, M. 2013. Introduction to Special Issue on International Engineering Communication. Connexions. International Professional Communication Journal. Vol. 1, No 2, 3-8.

Heimonen, T. 2020. Mittausepävarmuus: Yleisiä kommentteja ja määrittämisen periaate. Power Point -oppimateriaali Moodlessa. Lapin AMK.

Huhta, M., Johnson, E., Lax, U. & Hantula, S. (toim.). 2006. Työelämän kieli- ja viestintätaito. Kohti ammatillisen kielen täsmäopetusta. Helsingin Ammattikorkeakoulun Stadian Julkaisuja. Sarja A: Tutkimuksen ja raportit 8. [Helsinki]: Helsingin ammattikorkeakoulu Stadia.

InfraRYL 2020/1. Rakennustieto. <https://www.rakennustieto.fi/>

Hettula, T. & Suomalainen, A. 2015. Yleiskuvaus maanmittausalasta 2015. Lapin AMK. Maanmittaustekniikka. Opinnäytetyö. Viitattu 12.4.2021. [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/92612/Aleksi\\_Suomalainen\\_Toni\\_Hettula.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/92612/Aleksi_Suomalainen_Toni_Hettula.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Hietala, V-P. 2020. Mittausharjoittelijana Oulun infralla. Päiväkirjaopinnäytetyö. Lapin AMK. Maanmittaustekniikka. Opinnäytetyö. Viitattu 12.4.2021. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/334038/MITTAUSHARJOITTELIJANA%20OULUN%20INFRALLA.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Jalkanen, J. 2016. Mittaustietoutta työnjohdolle. Savonia-ammattikorkeakoulu. Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Viitattu 12.4.2021. [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/113642/Jalkanen\\_Juhani.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/113642/Jalkanen_Juhani.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Jääskeläinen, R. 2010. Maarakennuksen ja louhinnan perusteet. [Tampere]: Tammertekniikka.

Kautonen, J. 2011. Rakentamisen mittaukset Vuosaaren satamatyömaalla. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Maanmittaustekniikka. Opinnäytetyö. Viitattu 12.4.2021.

[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/32690/JoniKautonen\\_insinoorityo\\_Packed.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/32690/JoniKautonen_insinoorityo_Packed.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Kedrowicz, A. & Taylor, J. 2013. Engineering Communication and The Global Workplace. Preparing Professionals and Global Citizens. Connexions. International Professional Communication Journal. Vol. 1, No 2, 81–105.

Keskuspuhdistamo. 2020. Keskuspuhdistamo - hankekuvaus. Viitattu 28.10.2020. <https://www.keskuspuhdistamo.fi/keskuspuhdistamo-hankekuvaus/>

Kostiainen, E. 2003. Viestintä ammattiosaamisen ulottuvuutena. Jyväskylän yliopisto. Väitöskirja. Viitattu 1.4.2021. <https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/13469/9513915417.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Laurila, P. 2012. Mittaus- ja kartoitustekniikan perusteet. Rovaniemen ammattikorkeakoulun julkaisuja sarja D nro 3. Rovaniemi: Rovaniemen ammattikorkeakoulu.

Lehtonen, A. 2019. Inframittaus koneohjausmaailmassa. Lapin AMK. Maanmittaustekniikka. Opinnäytetyö. Viitattu 12.4.2021. [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/160752/Lehtonen\\_Antti.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/160752/Lehtonen_Antti.pdf?sequence=1)

Liikennevirasto. 2017. Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot mittausohje. Liikenneviraston ohjeita 18/2017. Viitattu 8.10.2020. [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo\\_2017-18\\_maastotiedot\\_mittausohje\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2017-18_maastotiedot_mittausohje_web.pdf)

Maanmittauslaitos. 2020. Satelliittimittaus. Viitattu 8.10.2020. <https://www.maanmittauslaitos.fi/tutkimus/teematietoa/satelliittipaikannus>

Maanmittauslaitos. 2021. Koordinaatti- ja korkeusjärjestelmät. Viitattu 10.4.2021. <https://www.maanmittauslaitos.fi/tutkimus/tutkimustoiminta/tutkimusryhmat/paattyneet-tutkimusryhmat/koordinaattijarjestelmat-ja-0>

Mattila, H., Ruusunen, T. & Uola K. 2006. Viestinnän työkaluja AMK-opiskelijalle. 1. painos. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit.

Myllärinen T., Pahajoki H, Peltonen P & Saarikko J. 2017. Rakentamisen perusteet. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Mäntykivi, J. 2011. 3D-koneohjauksen kannattavuus pienissä maarakennuskohteissa. Saimaan ammattikorkeakoulu. Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Viitattu 12.4.2021. [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/36209/Mantykivi\\_Jari.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/36209/Mantykivi_Jari.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Nenonen, M. 2016. Katusuunnitelman toteutus katumittauksessa. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Maanmittaustekniikka. Opinnäytetyö. Viitattu 12.4.2021. [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/89941/Nenonen\\_Mikael.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/89941/Nenonen_Mikael.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Novatron. 2020. Mitä on koneohjaus?. Viitattu 28.10.2020.  
<https://novatron.fi/mita-on-koneohjaus/>

Rakennusteollisuus. 2020. Tietoa alasta. Viitattu 8.10.2020.  
<https://www.rakennusteollisuus.fi/INFRA/Tietoa-alasta/>

Rantanen, P. 2015. Maastomittauksen perusteet. 1.–3. painos. Tampere: Juvenes Print.

Riemer, M. J. 2007. Communication Skills for the 21st Century Engineer. Global Journal of Engineering Vol.11, No 1 (89–100).

RT-kortit. 1993. Jäte-, sade- ja kuivatusvesikaivot. RT 66-10494. Helmikuu 1993.

Räsänen, K & Trux, M-L. 2012. Työkirja. Ammattilaisen paluu. Helsinki: Kansanvalistusseura.

Salminen, J. 2015. Työntekijän vastuu ja työelämätaidot. 2 painos. [Helsinki]: J-Impact.

Traficom. 2020. Satelliittipaikannuksen nykytila ja kehitysnäkymät. Viitattu 8.10.2020.  
<https://www.traficom.fi/fi/satelliittipaikannuksen-nykytila-ja-kehitysnakymat>

Vehanen, E. 2020. Maavakio Oy:n rakennusmittausten laadunvarmistus. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Maanmittaustekniikka. Opinnäytetyö. Viitattu 12.4.2021.  
[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/337688/Vehanen\\_Emil.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/337688/Vehanen_Emil.pdf?sequence=3&isAllowed=y)