

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Yhdyskuntatekniikka  
Sanna Kivelä-Saunamäki

Opinnäytetyö

## **Mittaustöiden laadunvarmistus A-Insinöörit Geotestissä**

Työn ohjaaja diplomi-insinööri Ilkka Tasanen  
Työn teettäjä A-Insinöörit Geotesti Oy, ohjaajana toimitusjohtaja, tekniikan  
liseniaatti Mauri Kulman  
Tampere 4/2011

Kivelä-Saunamäki, Sanna

Opinnäytetyö

Sivumäärä

Valmistumisaika

Työn ohjaaja

Työn teettäjä

Mittaustöiden laadunvarmistus A-Insinöörit Geotestissä

25

4/2011

DI Ilkka Tasanen

A-Insinöörit Geotesti Oy, valvojana TkL Mauri Kulman

---

## TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tarkastella A-Insinöörit Geotesti Oy:n mittaustöiden laadunvarmistusta vertaamalla yrityksen toimintaa laadunvarmistuksen käsikirjan eli toimintajärjestelmän asettamiin toimintaohjeisiin. Työn tavoitteena oli löytää tutkimusmateriaalin avulla kehittämistä vaativat toiminnot prosessista, joka vaikuttaa mittaustöiden laatuun. Opinnäytetyö tehtiin A-Insinöörit Geotesti Oy:n toimeksiannosta.

Teoreettinen viitekehys muodostuu geodesian käytännön sovelluksista, joita käytetään rakentamisen mittaustöissä. Työn suorittamiseksi käytettiin menetelmänä teemahaastattelun ja avoimen haastattelun välimuotoa.

Tutkimuksen tuloksena päädyttiin siihen, että keskeisimmät puutteet mittaustyön laadunvarmistuksessa liittyvät toimintajärjestelmän käyttöön, työntekijöiden motivoimiseen ja mittaustoiminnan organisointiin. Tärkeimpinä kehitysehdotuksina esitetään toimintajärjestelmän rakenteen muuttamista helpommin luettavaksi, motivointiin liittyvien puutteiden korjaamista ja mittaustoimintaan liittyvien tehtävien organisoinnin parantamista. Tulevaisuudessa mittaustoimintaa voitaisiin tutkia lähemmin työmaalla.

## ABSTRACT

The aim of this thesis was to find out how the quality control of surveying in A-Insinöörit Geotesti functions, by comparing the current operations to the policy set in the company's operating system and as a result of this find the flaws in the procedures that might affect the quality of surveying and ultimately come up with some solutions to minimize the number of errors in the process.

The theoretical context of this thesis is based on the practical applications of geodesy, which are used in construction surveying. The study was conducted by interviewing a number of the company's employees. The interview method employed was a combination of theme interview and open interview.

The main results of the study show that the problems in quality control mainly relate to motivating employees insufficiently, organising surveying inadequately and the poor usage of the operating system. And the development proposals which are seen to have the highest impact on solving these problems are changing the operating system's structure to more user friendly, fixing the motivational issues and improving the organising of the surveying functions. In the future it might be justified to study surveying operations on site to get more firsthand information.

## Alkusanat

Kun tämän opinnäytetyön aihetta alun perin opinnäytetyön valvojana toimineen A-Insinöörit Geotestin toimitusjohtajan TkL Mauri Kulmanin kanssa pohdittiin, osoittautui laadunvarmistusmittauksia ja pohjatutkimuksia suorittavassa yrityksessä erittäin laajaksi aiheeksi. Siksi aihe rajattiinkin koskemaan ainoastaan mittaustöiden laadunvarmistusta, ja siitäkin aihe vielä supistui työn edetessä, joten lopputuloksena päädyttiin vertaamaan yrityksen nykyistä toimintaa voimassa olevaan toimintajärjestelmään. Vaikka aihe kaventuikin, toivon silti, että tehdystä työstä on ollut apua yrityksen johdolle tarkasteltaessa mittaustoiminnan laatua ja mietittäessä toimenpiteitä laadun parantamiseksi.

Kiitän opinnäytetyön teon aikaisen työnantajani A-Insinöörit Geotestin henkilökuntaa ja johtoa, joita ilman tätä opinnäytetyötä ei olisi ollut mahdollisuutta tehdä. Kiitän myös ohjaajaani DI Ilkka Tasasta, jonka avustuksella työ sai lopullisen sisältönsä ja muotonsa. Erityisesti kiitän miestäni ja siskoani korvaamattomasta avusta ja tuesta tämän venyneen opinnäytetyöprosessin aikana.

Tampereella huhtikuussa 2011

Sanna Kivelä-Saunamäki

## Sisällysluettelo

1	Johdanto .....	6
1.1	Tausta .....	6
1.2	Tavoitteet .....	6
1.3	Rajaukset .....	6
1.4	Tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen kulku .....	7
2	Maanmittaustekniikka.....	8
2.1	Geodeettiset mittausmenetelmät.....	8
2.2	Vaaitus .....	8
2.3	Takymetrimittaus .....	10
2.4	Satelliittipaikannus .....	12
3	A-Insinöörit Geotesti Oy:n toiminnan laatu .....	14
3.1	A-Insinöörit Geotesti Oy:n toimintajärjestelmä .....	14
3.2	Toimintajärjestelmän toimivuus nykyisellään .....	16
4	Haastattelujen tulokset .....	17
5	Tulosten analysointi.....	19
6	Yhteenveto ja johtopäätökset.....	23
	Lähteet.....	24

# 1 Johdanto

## 1.1 Tausta

A-Insinöörit Geotesti Oy, aiemmin Insinööritoimisto Geotesti, on toiminut rakentamisen mittaus- töiden toteuttajana useita vuosikymmeniä. Vuosien kuluessa mittalaitteet ovat kehittyneet mahdollistaen sen, ettei nykyään mittauksen suorittamiseen tarvita välttämättä kuin yksi työntekijä. Samaan aikaan varsinkin kaupunkialueilla mittaus- töiden vaativuus on lisääntynyt, koska koskematon rakennusmaata ei juuri ole vaan joudutaan purkamaan vanhoja rakenteita, saneeraamaan vanhasta uutta tai vähintään naapuritontti on rakennettu. Maanalainen rakentaminen on myös lisääntynyt huomattavasti lisäten vaativien ja aikaavievien seurantamittausten määrää. Näistä tekijöistä johtuen mittausprosessin täytyy olla selvä kaikille prosessin osapuolille, jotta täysin eliminoitavilta virheil- tä pystytään välttymään. Tästä syystä A-Insinöörit Geotesti Oy:ssä muodostui tarve tutkia laadunvarmistuksen tasoa yrityksen mittaus- töiden suorituksessa.

## 1.2 Tavoitteet

Työn tavoitteena oli tarkastella A-Insinöörit Geotesti Oy:n toimintajärjestelmän toimivuutta käytännössä ja tätä kautta selvittää mittaus- töiden laatua yrityksessä. Työn pohjana oli A-Insinöörit Geotesti Oy:n toimintajärjestelmä, jossa kerrotaan pääpiirteittäin, kuinka yhtiössä tulisi toimia. Tavoitteena oli myös selvittää, kuinka tieto etenee mittausprosessin osapuolelta toiselle ja kuinka tästä ketjusta johtuvat virheet saadaan poistettua. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli siis kerättyjen tietojen perusteella arvioida toimintajärjestelmän toimivuutta ja pohtia mahdollisia muutostarpeita. Tarvittavat tiedot kerättiin haastattelemalla henkilökuntaa, minkä pohjalta pyrittiin selvittämään yrityksen nykyinen toimintamalli. Työssä keskityttiin pääosin kehittämään toimintajärjestelmän käyttöä siten, että mittaus- töiden suorituksessa saataisiin virheiden määrä vähennettyä mahdollisimman pieneksi.

## 1.3 Rajaukset

Toimintajärjestelmä on mittaus- töiden laadunvarmistuksen työkalu A-Insinöörit Geotestissä, eikä muita laadunvarmistuksen keinoja tämän työn puitteissa tarkastella. Työssä esitellään geodesi- aa ja maanmittaustekniikkaa vain perusteiden verran, koska maanmittaus perustuu kyseisiin tieteenaloihin. Työn tuloksia ei kuitenkaan verrata edellä mainittuihin, koska tutkimuksen tavoit- teena oli selvittää laadunvarmistuksen toteutuminen yrityksen suorittamissa mittaus- töissä.

## **1.4 Tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen kulku**

Tutkimustyön pohjana käytettiin kirjallisuuskatsausta, josta muodostettiin teoreettinen viitekehys rakennusalalla käytetyistä geodesian osa-alueista. Nämä osa-alueet ovat perustana A-Insinöörit Geotestin mittaustoiminnalle.

Yrityksen nykyisen toimintamallin selvittämiseksi valittiin metodiksi työntekijöiden haastattelut. Koska A-Insinöörit Geotestin mittaustyöntekijöiden koulutus- ja työtaustat poikkeavat toisistaan, pyrittiin haastateltaviksi valitsemaan mahdollisimman laajasti eri koulutuksen ja työkokemuksen omaavia henkilöitä. Haastattelutyypinä oli teemahaastattelun ja avoimen haastattelun välimuoto, jossa haastattelun aihepiirit oli valittu etukäteen ja käytössä oli muutama ydinasian sisältävä kysymys. Muuten haastatteluissa edettiin vapaamuotoisesti selvittäen työntekijöiden mielipiteitä ja kokemuksia toimintajärjestelmästä. Haastatteluista koottiin yhteenveto, jonka avulla voidaan tarkastella yrityksen toimintaa nykytilassa. Saatuja tuloksia verrattiin yrityksen toimintajärjestelmään, jotta saataisiin selville, onko työskentely toimintajärjestelmässä asetettujen vaatimusten mukaista, ja tulisiko toimintajärjestelmää kehittää tämän tutkimuksen perusteella. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009.)

## 2 Maanmittaustekniikka

Geodesia on tieteen ala, joka tutkii Maan muotoa, kokoa ja painovoimakenttää sekä maanpinnan kohteiden kuvaamista. Maanmittaustekniikka on geodesian alakäsite, jolla tarkoitetaan maaston ja rakennetun ympäristön mittaamiseen ja kartoittamiseen käytettäviä geodesian sovelluksia. Edellä mainittuja mittauksia ja kartoituksia tehdään muun muassa kartanvalmistusta sekä talon- ja maanrakentamisen suunnittelua ja toteutusta varten. Rakennusallalla käytetyimpiä maanmittaustekniikan menetelmiä ovat vaaitus, takymetrimittaus ja satelliittipaikantaminen. Maanmittaustekniikkaa voidaan kutsua myös käytännön geodesiaksi. Koska tutkimuksessa keskitytään geodesian käytännön sovelluksiin, ei geodesiaa tieteenalana käsitellä tarkemmin. Sovelluksia esitellään edempänä tässä opinnäytetyössä. (Laurila 2008.)

### 2.1 Geodeettiset mittausmenetelmät

Mittausmenetelmä voidaan käsittää sellaisena loogisena ongelmanratkaisuvälineenä, jolla mitatuista tuloksista saadaan selville määritettävät suureet. Mittausmenetelmät ovat joko suoria tai välillisiä. Suoralla mittausmenetelmällä määritettävä suure saadaan suoraan mittauksen tuloksena ja välillisellä mittausmenetelmällä määritettävät suureet saadaan selville laskemalla tehtyjen mittausten havainnoista. Maanmittaustekniikan tavoitteena on saada selville mitattavien kohteiden taso- ja korkeussijainti. Tätä varten tarvitaan erilaisia geodeettisia mittausmenetelmiä. (Laurila 2008.)

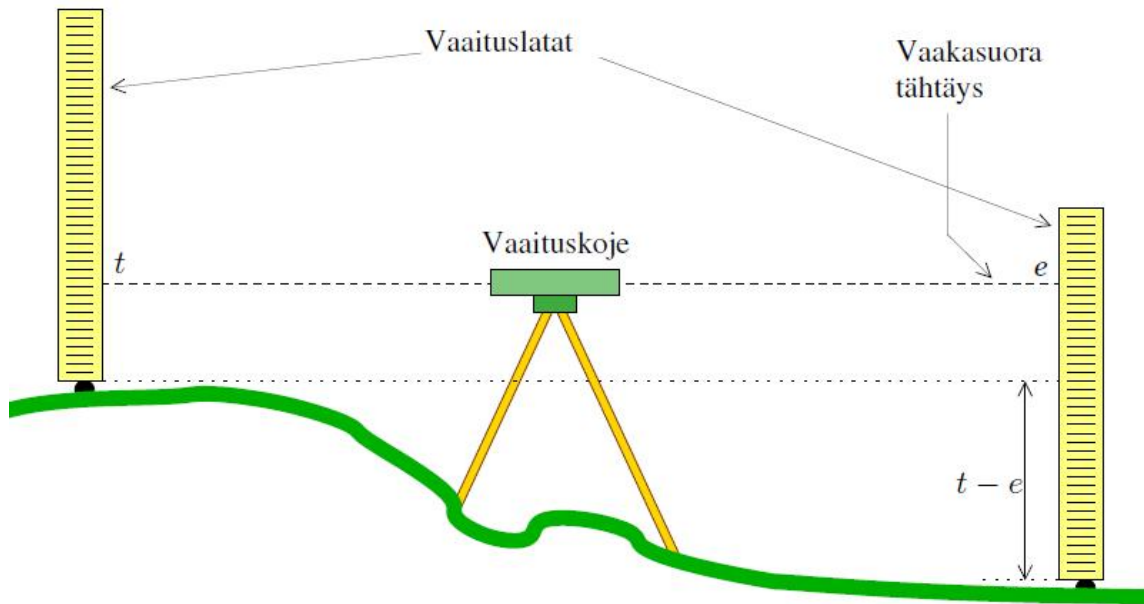
Geodeettiset mittausmenetelmät ovat välillisiä, koska sijainti- ja korkeustietoja ei saada suoraan mittauksen tuloksena, vaan ne saadaan selville käyttämällä tilanteeseen sopivaa laskentamenetelmää. Geodeettiset mittausmenetelmät jaetaan taso- tai korkeussijaintia määrittäviin menetelytapoihin, vaikka nykylaitteiden toimintatavan takia tämä jako on jossain määrin unohtunut. (Laurila 2008.) Geodeettisia mittausmenetelmiä käsitellään tarkemmin luvuissa 2.2, 2.3 ja 2.4

### 2.2 Vaaitus

Vaaituksessa maanpinnan korkeudet selvitetään mittaamalla korkeuseroja. Jotta korkeuseroista saataisiin selville maanpinnan korkeus tutkittavassa pisteessä, täytyy mittauksista tehdessä olla tiedossa vähintään yksi korkeudeltaan tunnettu piste, jonka tiedettyyn korkoon lisäämällä mitattuja korkeuseroja saadaan tulokseksi tutkittavan pisteen korkeus. Tarkin menetelmä näiden korkeuserojen määrittämiseksi on vaaitus, joka voi olla hydrostaattista tai optista. Tässä käsitellään optista vaaitusta (kutsutaan edempänä vaaitukseksi), koska se on yleisemmin käytössä oleva menetelmä.



Vaaitus suoritetaan vaaituskojeella, joka on ainoastaan korkeuserojen mittaukseen soveltuva laite. Vaaituksen periaate, joka esitetään kuvassa 1, on yksinkertainen. Vaaituskoje tasataan vaakasuoraan kojeasemalle eli pisteelle, jolta mittaus suoritetaan. Tämän jälkeen vaaituskojeen kaukoputkella tähdätään vaakasuoraan mitattaville pisteille vietaivälle pystysuoralle latalle, jolta luetaan korkeuslukemia. Myös tunnetun pisteen korkeuslukema luetaan, jolloin verrattaessa muita tuloksia tähän saadaan selville muidenkin mitattujen pisteiden korkeudet.



**Kuva 1. Vaaituksen periaate (Vermeer 2008, 62)**

Vaaitukseen on kaksi eri menetelmää: jonovaaitus ja pintavaaitus. Jonovaaitus aloitetaan tasaamalla vaaituskoje ensimmäiselle kojeasemalle, jolta voi olla muutamien kymmenien metrien matka korkeudeltaan tunnetulle aloituspisteelle. Tunnetulle aloituspisteelle vietyllä latalla tähdätään taaksepäinlukema ja noin saman matkan päähän eteenpäin vietyllä toisella latalla lukema. Vaaituskojeen paikkaa vaihdetaan jokaisen taakse- ja eteenpäin tehdyn tähtäyksen jälkeen, kunnes saavutetaan mittauksen loppu eli toinen korkeudeltaan tunnettu piste. Jonovaaitus päätetään tälle tunnetulle pisteelle, jolloin laskennassa pystytään selvittämään, kuinka paljon mittausvirhettä on tullut jonomittauksen aikana.

Pintavaaitus suoritetaan jonovaaituksesta poiketen vain yhdeltä kojeasemalta. Tältä kojeasemalta tähdätään myös aluksi korkeudeltaan tunnetulle pisteelle, jotta muita mittauksia voidaan verrata tähän. Tämän jälkeen kojeasemalta tehdään eteenpäin tähtäyksiä valituille pisteille, joiden korkeus halutaan tietää esimerkiksi korkeuskäyrien piirtämiseksi kyseiselle alueelle.

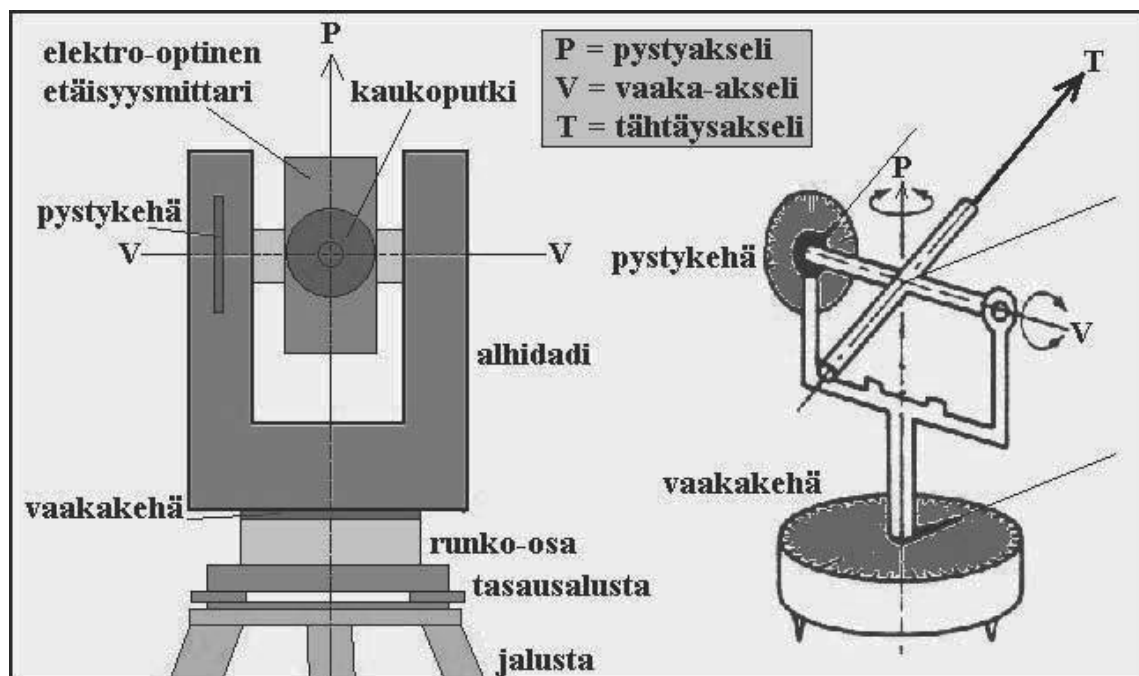
Nykyään korkeuksien mittaaminen onnistuu myös takymetrillä tai satelliittimittauksin. Mutta erittäin tarkkoja tuloksia haluttaessa vaaitseminen on edelleen siihen paras vaihtoehto.

## 2.3 Takymetrimittaus

Takymetrimittauksella voidaan mitata vaakakulmia, pystyakselia ja pisteiden välisiä etäisyyksiä ja näistä tuloksista voidaan geodeettisella laskennalla johtaa kohteen koordinaatit sekä korkeusasema.

Perinteisesti kulmamittaukset on suoritettu teodoliitilla eli kulmanmittauskojeella ja etäisyydet on mitattu erikseen muilla välineillä. 1900-luvun loppupuolella tekniikan kehittyttyä myös mittaus- ja kartoitustekniikan tehtävissä käytettäviä laitteita kehitettiin. Tällöin alettiin käyttää elektro-optista etäisyydenmittauslaitetta teodoliitin alhidadin päällä eli kulma- ja etäisyydsmittaukset voitiin suorittaa samaan aikaan, mutta laitteet kuitenkin olivat vielä erilliset. 1980-luvulla etäisyydenmittauslaitteesta tuli kiinteä osa teodoliittia, jolloin laitteesta alettiin käyttää nimitystä takymetri. Nykyään takymetri on syrjäyttänyt teodoliitin rakentamisen mittauksissa monipuolisten ominaisuuksiensa takia. (Laurila 2008.)

Takymetrin pääosat ovat tasausalusta, mittauskaukoputki, alhidadi, runko-osa ja elektro-optinen etäisyydsmittari, kuten kuvasta 2 voidaan todeta. Mittauskaukoputki sijaitsee laitteen keskellä, alhidadi on u:n muotoinen osa, johon kaukoputki kiinnittyy, ja runko on kojeen alaosa, johon alhidadi kiinnittyy. Näiden lisäksi takymetrissä on irrallinen tasaosalusta, jolla se saadaan kiinnitettyä mittauksia varten kolmijalalle.



Kuva 2: Takymetrin pääosat (Laurila 2008, 244)

Takymetri voidaan mittausten suorittamista varten orientoida eli keskittää ja tasata jollekin tunnetulle pisteelle tai vapaalle asemapisteele, jonka sijaintia ja korkeutta ei tiedetä. Tiedetylle pisteelle orientointia varten kojeessa on optinen luoti ja erilaisia tasaimia sekä jalkaruuvit. Optinen luoti on osa alhidadia ja sillä katsotaan kojeen alapuolelle, jolloin voidaan keskittää laite halutulle pisteelle. Laitteen tasaus aloitetaan asettamalla kolmijalka maahan tukevasti ja silmämääräisesti mahdollisimman vaakasuoraan. Tämän jälkeen takymetri kiinnitetään tasausjalustasta kolmijalkaan ja säädetään jalkaruuveilla optinen luoti täsmälleen pisteessä sijaitsevan merkin keskelle. Sitten tasataan takymetrin rasiatasain kolmijalan avulla ja tämän jälkeen jalkaruuveilla alhidaditasain. Näiden toimenpiteiden jälkeen tarkistetaan optisen luodin sijainti, ja jos se on liikkunut merkiltä, avataan takymetrin kiinnitysruuvi ja kiertämättä kojetta siirretään laitetta siten, että optinen luoti on jälleen oikealla kohdalla. Jos laitteen tasaus on tämän jälkeen muuttunut, toistetaan alhidaditasaimen tasaus. Kahta viimeisintä toimenpidettä toistetaan, kunnes optinen luoti on keskitetty pisteen merkille ja tasaus on kohdallaan. (Laurila 2008, 224–225, Salmenperä 2002,37–38.)

Vapaalta kojeasemalta suoritettavia mittauksia varten takymetri orientoidaan paikkaan, jonka sijaintia ja korkeutta ei tunneta. Tällöin lähistöllä täytyy olla runkopisteitä, joiden sijainti ja korkeus ovat tiedossa. Ennen mittauksia takymetrillä tähdätään runkopisteisiin, jolloin koje pystyy laskemaan asemapisteesä koordinaatit. Tämän jälkeen voidaan suorittaa itse mittaukset. Vapaan kojeaseman menetelmää käytetään rakentamisen mittauksissa yleisesti, koska silloin pystytään valitsemaan kojeaseman paikka siten, että takymetriä joudutaan siirtämään mahdollisimman harvoin, mikä taas vähentää mittauksiin käytettävää aikaa. (Laurila 2008.)

Kun orientointi tietylle tai vapaalle asemapisteele on suoritettu, voidaan aloittaa mittaukset. Takymetrillä siis mitataan vaaka- ja pystykulmia sekä vinoja etäisyyksiä. Mittaukset suoritetaan tähtäämällä halutulle pisteelle sijoitetulle prismalle, jolloin laite mittaa etäisyyden. Jotta saataisiin laskettua koordinaatit, tarvitaan myös toinen tunnettu piste. Silloin saadaan selville näiden kahden pisteen välinen suuntakulma, josta taas päästään johtamaan koordinaattien laskemiseen tarvittava suuntakulma tiedetyltä pisteeltä selvitetäville pisteille. (Laurila 2008.)

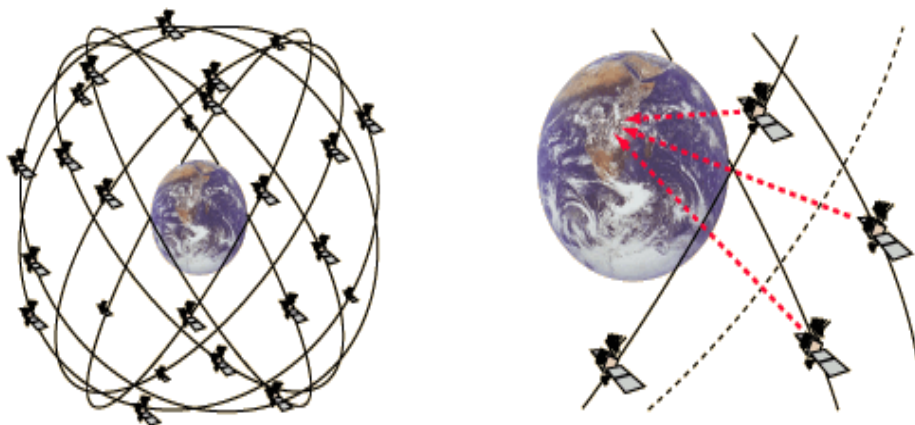
Takymetrillä ei ainoastaan selvitetä pisteiden koordinaatteja, vaan sitä voidaan myös käyttää pisteiden merkitsemiseen halutuille koordinaateille. Tätä mittaustapaa kutsutaan paikalleenmittaukseksi, merkitsemismittaukseksi tai paalutukseksi. Paikalleenmittauksessa takymetrillä tähdätään prismalle, jolloin takymetrin näytöltä nähdään prisman sijainnin koordinaatit, kun takymetri on orientoitu tietylle pisteelle. Kun prisma on oikeassa sijainnissa, pisteelle asetetaan merkki. Tällä tavalla voidaan esimerkiksi merkitä paikalleen tontin pyykki tai tulevan rakennuksen sijainti. (Laurila 2008.)

Takymetrillä suoritetaan myös rakentamisen tarkemittauksia, joilla selvitetään valmiiden rakenteiden sijaintia suunniteltuun nähden. Tällaisia varmistuksia käytetään muun muassa vaativiin betonirakenteisiin, teiden linjauksiin ja rakennekerrosten paksuuksiin sekä paalutuskenttiin. (Lahikainen 2011.)

## 2.4 Satelliittipaikannus

Viimeisten vuosien aikana myös satelliittipaikannus on tullut mukaan maanmittaustekniikan mittavälineeksi, kun laitteet ovat pienentyneet, tulleet edullisemmiksi ja kehittyneet tarkemmiksi: mittauksissa on mahdollista päästä jopa millimetrien tarkkuuteen. (Laurila 2008.)

Satelliittipaikannuksen peruseriaate on melko yksinkertainen (kts. kuva 3). Paikannuksessa vastaanotetaan Maata kiertoradoillaan kiertävien satelliittien lähettämiä signaaleja. Näistä signaaleista lasketaan etäisyys mitattavasta paikasta satelliitteihin tietynä hetkenä. Koska satelliitin sijainti tiedetään, saadaan selville myös mitattavan paikan sijaintitieto. Paikannukseen tarvitaan aina vähintään kolme satelliittia, jotta pystytään määrittämään yksi tietty piste. Tämä perustuu satelliittien havaitsemaan ympyrän muotoiseen alueeseen maapallon pinnalla. Jos kaksi ympyrää leikkaa toisensa, on tarjolla käytännössä vielä ääretön määrä ratkaisuja, mutta kolmannella ympyrällä päästään geometrian kannalta oikeaan ratkaisuun. Lisäksi tarvitaan neljäs satelliitti mahdollistamaan tarkempi havaintotulos. Todellisuudessa rakentamisen mittauksissa käytettävä laite havaitsee niin monta satelliittia kuin sillä hetkellä on mahdollista, yleensä yli kymmenen, mittausten riittävän tarkkuuden takaamiseksi. (Laurila 2008.)



**Kuva 3: Satelliittipaikannuksen periaate (Vaarakallio 2010, 9)**

Tällä hetkellä tunnetuin ja siviilikäytön kannalta luotettavin paikannusjärjestelmä on GPS eli Global Positioning System, joka on Yhdysvaltojen puolustushallinnon kehittämä ja ylläpitämä järjestelmä. GPS-järjestelmä on ollut siviilikäytössä 20 vuotta, ja se kattaa aina vähintään 24 satelliittia, mutta enemmänkin on mahdollista olla toiminnassa. (Laurila 2008.)

GPS-järjestelmä ei ole kuitenkaan ainoa satelliittipaikannusjärjestelmä. Venäläinen Glonass-järjestelmä otettiin myös käyttöön 1990-luvulla hieman GPS:n jälkeen. Glonass-järjestelmä on kärsinyt taloudellisista ja teknisistä ongelmista, mikä hidasti kehitystä 90-luvulla. 2000-luvulla Venäjä on kuitenkin panostanut yhä enemmän rahallisesti Glonass-järjestelmään, ja joulukuussa 2010 kiertoradalle oli tarkoitus lähettää kolme satelliittia lisää, jolloin järjestelmässä olisi ollut

käytössä täydet 24 satelliittia ja useita varalla. Laukaisu kuitenkin epäonnistui ja satelliitit tuhoutuivat. Silti järjestelmässä on tällä hetkellä yli 20 kiertoradalla olevaa satelliittia ja vuonna 2011 on suunnitelmassa laukaista useampia lisää. (Laurila 2008, GPS Daily 2010, Space Daily 2011.)

Euroopan Unioni rakentaa myös omaa satelliittipaikannusjärjestelmää, Galileota, koska GPS-järjestelmää ei pidetä riittävän luotettavana kaikissa tilanteissa sen sotilaskäytön takia. Ensimmäinen satelliitti Galileota varten lähetettiin taivaalle jo vuonna 2005. Projekti on kuitenkin ollut vastatuulella, ja käyttöönotto on siirtynyt jatkuvasti eteenpäin. Alun perin toimintavalmius piti olla jo vuonna 2008, mutta rahoituksen puute on hidastanut järjestelmän kehitystä ja tällä hetkellä valmistuminen näyttää olevan ajankohtaista vasta vuonna 2014.

Satelliittipaikannusjärjestelmää pidetään nykyään suurvallan tunnusmerkkinä, ja siksi myös muun muassa Japani, Kiina ja Intia ovat vieneet eteenpäin hankkeita omista järjestelmistään. Tulevaisuudessa tullaan kuitenkin vasta näkemään, kuinka moni järjestelmän luomisessa onnistuu ja kuinka paljon se hyödyttää maanmittausta. (Laurila, 2008, Kaario, 2010.)

### 3 A-Insinöörit Geotesti Oy:n toiminnan laatu

Tässä osiossa tuodaan esille, mitä on mittaustöiden laatu yleisesti ja kuinka sen toteutuminen varmistetaan A-Insinöörit Geotesti Oy:n suorittamissa mittaustöissä.

Mittaustekniikan laatu käsittää sen, kuinka tarkasti ja virheettömästi mittaukset voidaan suorittaa. Mittauksissa tulee noudattaa hyvää mittaustapaa, jotta mittausten laatu täyttää Suomessa sille asetetut vaatimukset. Hyvällä mittaustavalla tarkoitetaan sitä, että mittaukset suoritetaan käyttäen alalla hyväksytyjä ja hyväksi havaittuja mittausten menetelmiä ja sovelletaan yleisesti hyväksytyä mittausteknillistä tietämystä. Ei kuitenkaan riitä, että tiedetään hyvän mittaustavan olemassa olosta, vaan sitä on myös noudatettava. A-Insinöörit Geotesti Oy:ssä laadunvarmistuksen työkaluksi on kehitetty yrityksen toimintajärjestelmä ja sen sisältämät maastotöiden työohjeet, jotka perustuvat hyvälle mittaustavalle. Lisäksi mittaustöiden laatuun vaikuttaa merkittävästi, kuinka tarkka käytetty havaintolaite on, millaisia virheitä mittauksessa tapahtuu ja millaiset ovat mittaajan havaintolaitteen käyttötaidot. (Laurila 2008, 38.)

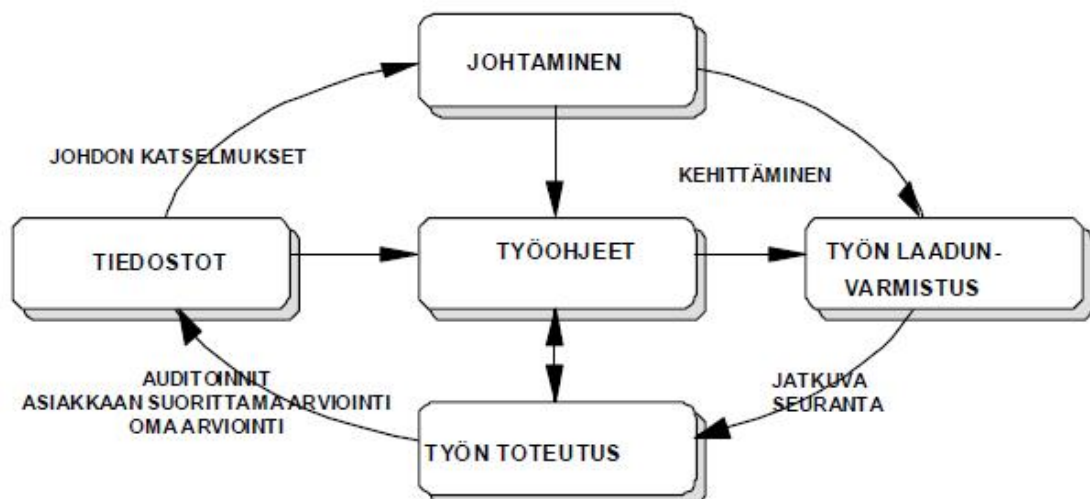
#### 3.1 A-Insinöörit Geotesti Oy:n toimintajärjestelmä

A-Insinöörit Geotestille on tehty toimintajärjestelmä, joka ohjaa yrityksen päätoimintoja. A-Insinöörit Geotesti Oy oli aikaisemmin Insinööri-toimisto Geotesti Oy. Ennen Geotestin yhdistymistä A-Insinöörien konserniin yrityksellä oli käytössä laatujärjestelmä. A-Insinöörit-konsernilla on myös käytössä yhteinen toimintajärjestelmä. Näiden pohjalta on koottu A-Insinöörit Geotestin toimintajärjestelmä, joka vastaa yrityksen toimintaa nykyisessä muodossaan. Toimintajärjestelmän päätoteuttajat olivat ulkopuolinen konsultti, A-Insinöörit Oy:n laatujohtaja sekä A-Insinöörit Geotestin toimitusjohtaja. Toimintajärjestelmä on kiertänyt myös yrityksen työntekijöiden kommentoitavana tekovaiheessa. Toimintajärjestelmä on toteutettu Asunto-, toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry:n, Suunnittelu- ja konsulttitoimistojen liitto SKOL ry:n sekä Arkkitehtitoimistojen liitto ATL ry:n vaatimukset täyttäväksi. (A-Insinöörit Geotesti Oy Toimintajärjestelmä 2010.)

Toimintajärjestelmässä ohjeistetaan kaikki toiminta, jossa on vaarana laadun heikkeneminen ilman kyseisen toiminnan linjausta. Toimintajärjestelmä on kehitetty yritykselle avuksi työn laadukkaan toteutuksen varmistamisessa. Toimintajärjestelmää noudattamalla voidaan varmistua siitä, että kaikkia asiakkaita palvellaan parhaalla mahdollisella tavalla. Siinä rajataan toiminnan vastuut organisaation henkilöiden välillä ja ohjataan näiden tehtäviä työn suunnittelusta toteutukseen ja jälkihoitoon asti. Toimintajärjestelmän pääaihealueet ovat johtaminen, toimintajärjestelmän kehittäminen ja ylläpito, maastotöiden työohjeet, tukipalvelut sekä työohjeet. Koska tutkimuksessa käsitellään mittaustyön laadunvalvontaa, on tarkastelu rajattu koskemaan vain maastotöiden työohjeita. (A-Insinöörit Geotesti Oy Toimintajärjestelmä 2010.)

Maastotöiden työohjeilla ja niiden sisältämillä tarkistuslistoilla varmistetaan yrityksen toimintajärjestelmän mukainen mittaustoiminta. Niitä noudattamalla voidaan myös varmistua siitä, että töiden toteutuksessa käytetään oikeita työtapoja ja etteivät henkilövaihdokset aiheuta häiriöitä toimintaan. Toimintajärjestelmän noudattamisella varmistetaan myös mittaus- ja tutkimuslaitteiden vaatimukset täyttävä kunto ja mittatarkkuus. Näiden perustoimenpiteiden suorittamisen lisäksi voidaan työkohteelle laatia tarvittaessa erillinen laatusuunnitelma esimerkiksi työkohteen vaativuuden sitä edellyttäessä. (A-Insinöörit Geotesti Oy Toimintajärjestelmä 2010.)

Kuten kuvasta 4 ilmenee, tulee toimintajärjestelmän noudattamista ja toimivuutta seurata jatkuvasti. Palautetta sen käytettävyydestä ja noudattamisesta saadaan niin sisäisesti yrityksen työntekijöiltä kuin ulkoisesti yrityksen asiakkailta eli tilaajilta. Toimintajärjestelmän noudattamista seurataan myös auditoinnein. Sisäisten auditointien järjestämisestä vastaa konsernin laatujohtaja. Niissä arvioidaan toimintajärjestelmän toimivuutta ja noudattamista, laatupoikkeamia ja järjestelmän kehittymistä. Ulkoiset auditoinnit suorittaa Rakentamisen laatu RALA ry kahden vuoden välein varmistaakseen, että toimintajärjestelmä täyttää RAKLI ry:n, SKOL ry:n ja ATL ry:n vaatimukset. (A-Insinöörit Geotesti Oy Toimintajärjestelmä 2010.)



**Kuva 4: A-Insinöörit Geotesti Oy:n toimintajärjestelmän kehittämisen prosessikaavio (A-Insinöörit Geotesti Oy:n toimintajärjestelmä 2010)**

Auditoinneista, asiakkailta ja yrityksen työntekijöiltä saadun palautteen ja tehtyjen aloitteiden perusteella mietitään, onko toimintajärjestelmää tarpeen kehittää. Jos edellä mainituissa palautteissa ilmenee kehitystarpeita, käynnistetään kehityshanke kuvan 3 esittämän kaavion prosessivaiheiden mukaisesti toimintajärjestelmän kehittämiseksi. Kehityshankkeesta saatavien tulosten perusteella työpäällikkö tai toimitusjohtaja valmistelee esityksen mahdollisista muutoksista toimintajärjestelmän työohjeisiin. Jatkuvalla seurannalla varmistetaan toimintajärjestelmän ajantasaisuus ja tietojen oikeellisuus sekä niiden välittyminen aina työn toteutukseen asti. (A-Insinöörit Geotesti Oy Toimintajärjestelmä 2010.)

### 3.2 Toimintajärjestelmän toimivuus nykyisellään

Toimintajärjestelmän käytettävyyttä ja toimivuutta nykyisessä muodossa pohdittiin käyttäen apuna SWOT-analyysiä, jossa käsitellään järjestelmän tilaa nyt ja tulevaisuudessa. SWOT-nimitys tulee englanninkielen sanoista Strengths, Weaknesses, Opportunities ja Threats. SWOT-analyysiä kutsutaan myös nelikenttäanalyysiksi, koska se yleensä kuvataan neljänä kenttänä. Kenttien sisältö jakaantuu siten, että ylhäällä on yrityksen nykytila ja sen sisäiset asiat ja alhaalla tulevaisuus ja ulkoiset tekijät sekä vasemmalla eritellään positiivisia tekijöitä ja oikealla negatiivisia. (SWOT analyysi 2009; Synteesi 2010.)

Taulukossa 1 on esitetty SWOT analyysi A-Insinöörit Geotesti Oy:n toimintajärjestelmästä. Opinnäytetyön tekijä käytti SWOT-analyysiä toimintajärjestelmän arvioinnissa, koska siinä on helppo jäsenellä käsiteltävää aihetta. Analyysi saattaa myös olla laajempaa käytettäessä nelikenttää, sillä on mahdollista, että ilman työvälinettä olisi päädytty perinteiseen vahvuudet-heikkoudet-tarkasteluun. SWOT-analyysin tuloksena löydettiin tärkeitä seikkoja, joita tulisi pohtia toimintajärjestelmää käytettäessä.

**Taulukko 1: A-Insinöörit Geotesti Oy:n toimintajärjestelmän SWOT-analyysi**

<b>Toimintajärjestelmän SWOT-analyysi</b>	
<b>Vahvuudet</b>	<b>Heikkoudet</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toiminta on organisoitua</li> <li>• Työntekijät tietävät, kuinka yrityksessä tulee toimia</li> <li>• Herättää luottamusta asiakkaissa</li> <li>• Teoriassa toiminta parasta mahdollista, mihin tällä hetkellä pystytään</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Noudatetaanko sisältöä käytännössä</li> <li>• Hankala rakenne ei kannusta lukemaan</li> <li>• Työntekijät eivät ymmärrä tarkoitusta</li> <li>• Tukahduttaa toiminnan kehittymistä, koska tyydytään toimimaan järjestelmän mukaan</li> </ul>
<b>Mahdollisuudet</b>	<b>Uhkatekijät</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toimintajärjestelmää käyttämällä mahdollisuudet toimia kilpailijoita paremmin</li> <li>• Luotettavan ja laadukkaan projektien toteuttajan maine</li> <li>• Mahdollisuus tehostaa toimintaa ja siten parantaa tuottavuutta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Käyttö unohtuu, jos sen ei koeta koskevan omaa työtä</li> <li>• Asiakkaiden menetys, jos ei toimita asiakkaan parhaaksi, kuten järjestelmässä ilmaistaan</li> <li>• Muilla parempi järjestelmä tai muut noudattavat paremmin omaansa</li> <li>• Toiminnan kehittyminen lakkaa, jos järjestelmää ei kehitetä</li> </ul>



## 4 Haastattelujen tulokset

Haastatteluiden perusteella on tehty yhteenveto toimintajärjestelmän kohdehenkilöiden mielipiteistä järjestelmän käytettävyydestä ja toimivuudesta. Tulosten analysointi ja ratkaisuehdotukset esitellään omassa kappaleessaan.

Haastatteluista kävi ilmi, että toimintajärjestelmä on jaettu työntekijöille luettavaksi, mutta monelta järjestelmä on jäänyt lukematta, koska sen ei koeta koskevan käytännön mittaustöitä. Lisäksi monille maastotöiden ohjeistuksen sisältö on työkokemuksen perusteella itsestään selvää, eikä sen lukemista paperilta pidetä tämän takia mielekkäänä. Tässä on kuitenkin huomattavissa eroja kokeneempien ja uudempien työntekijöiden välillä. Uudemmat työntekijät ovat suopeampia vastaanottamaan ohjeistusta ja mahdollisia tarkistuslistoja työn ohjaukseen, kun taas kokeneemmat pitävät sellaista aikaavievänä ja liioitteluna.

Toimintajärjestelmän sisällöstä keskusteltaessa tuli esiin muutamia asioita, jotka välillisesti tai suoraan voivat vaikuttaa työn toteutuksen laatuun. Selvästi oltiin sitä mieltä, että työmaan lähtötiedoissa on usein puutteita tai selvennettävää, minkä takia joudutaan kysymään lisätietoja työmaalla jo oltaessa. Toimintajärjestelmässä kuitenkin edellytetään, että työpäällikkö tai hänen valtuuttamansa henkilö selvittää kaikki olennaiset mittaustyön laadukkaaseen suorittamiseen vaikuttavat tiedot, kuten työkohteen koordinaatti- ja kaapelitiedot jo etukäteen. (A-Insinöörit Geotesti Oy Toimintajärjestelmä 2010.)

Työpäällikkö tai hänen valtuuttamansa henkilö määrätään toimintajärjestelmässä antamaan henkilöstölle lähtötiedot ja riittävä ohjeistus mittaustyön organisointia ja laadukasta toteutusta varten. (A-Insinöörit Geotesti Oy Toimintajärjestelmä 2010.) Useammassa haastattelussa tuli esille, ettei tällaisia tietoja ja mittauksen tarkoitusta ole aina välttämättä kerrottu, jolloin mittaaja ei voi varautua tarvittavalla laitteistolla työhön eikä olla varma kohteen mittaustarkkuusvaatimuksista. Lisäksi työohjeisiin kaivattiin yhtenäistä linjaa sellaisissa kohteissa, joissa mittaustyö voidaan suorittaa joka kerta samoilla periaatteilla. Esimerkkinä tästä mainittakoon puuston tai kaivojen kartoitus.

Huomionarvoisena seikkana haastatteluissa tuli esille mittaustöiden ja pohjatutkimusten yhteensovitus. Mittaushenkilöstön kannalta hankalana pidettiin kairausryhmän tulemistä samaan aikaan työkohteelle, koska tällöin mittaajat joutuvat tekemään mittauksia sekalaisessa järjestyksessä, jotta kairaajalle saataisiin työtä. Tämä hidastaa mittaajien työtä, koska samoja pisteitä joudutaan mittaamaan useaan kertaan. Töiden yhteensovitusta ei ole ohjeistettu toimintajärjestelmässä. Pahimmassa tapauksessa kairaajan työ voi viivästyä jopa puoli työvuoroa hänen joutuessaan odottamaan mittaryhmän merkintöjä. Kairaajan töiden edistymisestä huolehtimista ei kuitenkaan pidetty mittaajien työnä vaan sen katsottiin kuuluvan työnjohdolle.

Toimintajärjestelmässä vastuutetaan tiettyjä tehtäviä mittausryhmänjohtajalle. Mittausryhmänjohtaja muun muassa tekee viime kädessä päätöksen menettelyistä odottamattomissa tilanteissa, jos ei onnistuta tavoittamaan työnjohtoa tai suunnittelijaa. Tällaista toimintajärjestelmässä mainittua ryhmänjohtajaa ei kuitenkaan haastateltujen mukaan selkeästi nimetä, vaan siitä on olemassa useampi tulkinta. Kokeneempi työntekijä ajateltiin usein mittausryhmänjohtajaksi tai vaihtoehtoisesti kuukausipalkkainen, jolloin tuntipalkkainen toimi apumiehenä. Kuitenkin ilmeni myös, että ryhmänjohtajaksi voi valikoitua henkilö, joka saa työpaperit aamulla haltuunsa. Tällä logiikalla toimittaessa kokemuksella ei välttämättä olekaan vaikutusta ryhmänjohtajan tehtävään.

Vaikka mittausryhmänjohtajan nimeämisessä oli eroavaisuuksia, tälle kuuluvat vastuut olivat kuitenkin yleisesti tiedossa. Näitä ovat jo edellä mainitun ongelmatilanteissa tehtävän yhteydenoton lisäksi kuvauksen kirjoittaminen työkohteen maastosta, työohjelman ja tutkimuspaikkaselosteen täyttämisen, tietojen tallentumisen ja tarvittavien tietojen olemassa olon tarkistaminen sekä mittaustulosten tarkistaminen, editoiminen ja luovuttaminen työnjohdolle.

Lisäksi toimintajärjestelmässä mainittiin erityisesti työntekijöiden tehtäviksi tarvittavien paperien ja kaluston mukana olon ja toimintakunnon varmistaminen. Laitteiden toimintakuntoon oleellisesti liittyy akkujen kunnon tarkistus. Näiden työntekijöiden perustehtävien toteuttamisessa myönnettiin sattuvan unohduksia, koska työmaalle lähdetessä on muistettavia asioita paljon, joten inhimillisiä erehdyksiä saattaa tapahtua. Tähän kuitenkin lisättiin, että uusien toimitilojen myötä laitteille nimetyt tietyt paikat helpottavat lähtöä, koska tietyn kaluston löytää aina samasta paikasta.

Keskusteluista kävi myös ilmi, että työntekijöiden keskuudessa kaivattiin enemmän ammatillista koulutusta muun muassa mittaustiedostojenkäsittelyohjelman hyödyntämistä varten. Aikaisempi mittaustiedostojenkäsittelyohjelma on poistunut käytöstä, mutta henkilöstöä ei ole koulutettu käsittelemään mitta-aineistoa uudella sovelluksella, vaikka sovellukselle on tarvetta päivittäin. Ohjelman käyttöä oli neuvottu ainoastaan pyydettyäessä. Kokeneemmat työntekijät mainitsivat, etteivät olleet saaneet ammatillista koulutusta uransa aikana kertaakaan, vaikka laitteet ja ohjelmistot ovat kehittyneet huimaa vauhtia. Tällä tarkoitettiin siis virallisia koulutuksia, ei yksittäisiä perehdytyksiä laitteen käyttöön. Tämä puute nähtiin tekijäksi, joka saattaa heikentää työn laatua.

Haastatteluiden yhteenvetona voidaan esittää, että toimintajärjestelmä mittaustöiden laadunvarmistajana on ongelmallinen, koska sen käyttöä ei työntekijöiden keskuudessa pidetty mielekkäänä. Tästä johtuen toimintajärjestelmän sisältöä ei tunneta, mistä taas seuraa mahdollisia puutteita lähtötietojen ja ohjeistusten annossa, kaluston toiminnan varmistamisessa ja töiden yhteensovituksessa. Epävarmuutta mittaustyön toteutuksessa saattaa aiheuttaa myös mittausryhmänjohtajan puuttuminen. Tulosten analysointi-osiossa pohditaan seurauksia ja mahdollisia ratkaisuja näihin haastatteluissa esiin nousseisiin teemoihin.

## 5 Tulosten analysointi

Toimintajärjestelmä ei haastatteluiden perusteella nykyään täysin täytä tehtäväänsä, koska kukaan haastatelluista ei ollut sitä lukenut huolimatta siitä, että se oli kaikille jaettu luettavaksi. Siihen lienee useita syitä, mutta yksi niistä saattaa olla järjestelmän rakenne. Työntekijöille luettavaksi jaetussa versiossa on mukana kaikki viisi järjestelmän osa-aluetta, joista mittauksia koskeva osa on sijoitettu kolmanneksi. Järjestelmästä puuttuu kuitenkin yhtenäinen sisällysluettelo, josta selviäisi eri osioiden sijainnit. Siitä syystä mittaustyöntekijä lukee suurella todennäköisyydellä osioita, jotka eivät koske häntä tai joiden sisältöä hän ei ymmärrä. Seurauksena siitä työntekijälle voi muodostua mielikuva, ettei järjestelmä koske hänen työtään. Mittaustyöntekijät voitaisiin saada tutustumaan ohjeistukseen siten, että heille jaettaisiin juuri heitä koskevat osiot, tärkeimpänä maastotöiden työohjeet. Tällöin he ymmärtäisivät, miksi järjestelmä on olemassa, ja voisivat toiminnassaan tukeutua siihen ja antaa helpommin palautetta sisällöstä. Työohjeita voitaisiin tällöin myös täydentää vastaamaan toiminnan tarpeita.

Lähtötietojen puutteellisuus on työn laadun kannalta huolestuttavaa, koska ilman riittäviä tietoja työtä ei voida toteuttaa toimintajärjestelmän edellyttämällä tasolla. Lähtötietojen puutteellisuus saattaa kuitenkin johtua yrityksen työntekijöistä riippumattomista syistä, kuten siitä, ettei tilaajalta ole saatu riittäviä tietoja. Kun tällainen tilanne tulee, voitaisiin tilaajalta yrittää saada lisätietoja tai vaihtoehtoisesti todeta, ettei työtä voida tilauksen mukaan toteuttaa. Tämä asettaa vaatimuksia työn vastaanottajan ammattitaidolle, koska hänen on kyettävä arvioimaan, voidaanko työ toteuttaa. Jos tilaus otetaan vastaan vaillinaisilla lähtötiedoilla eikä sitä kyetä tästä syystä sopimuksen mukaan toteuttamaan, se saattaa aiheuttaa lisäkustannuksia esimerkiksi ylimääräisten työmaakäyntien muodossa. Parhaiten lähtötietojen riittävydestä voitaisiin varmistua käymällä työkohteessa työn suunnitteluvaiheessa. Aina se ei kuitenkaan ole mahdollista työkohteen laajuuden tai kaukaisen sijainnin takia. Lähtötiedoissa on kuitenkin tärkeää mainita kaikki mahdollinen, mikä mittaukseen vaikuttaa. Liika informaatio ei heikennä työn tulosta, mutta liian vähäiset tiedot voivat vaikuttaa mittaustyön laatuun. Ehdottomasti työnannossa tulee aina mainita mittauksen tarkoitus, joka yksinään kertoo työnsä osaavalle mittaajalle työhön käytettävän kaluston ja mittaustarkkuusvaatimukset.

Myös yhteisen käytännön luominen työn toteutuksesta niihin mitattaviin kohteisiin, joihin sellainen on mahdollista muodostaa, olisi kannattavaa. Esimerkkinä tällaisesta käytännöstä voisi olla vaikka kasvuston kartoittaminen. Siitä voitaisiin sopia, että kaikki kymmenen senttimetriä ja sitä halkaisijaltaan paksummat puut kartoitetaan. Usein ohjeissa pyydetään kartoittamaan myös koristekasvillisuus, mutta haastatteluiden perusteella mittaajilla ei ole tietoa siitä, mitkä ovat koristekasveja. Tällaisessa tilanteessa on tietysti mahdollista soittaa työnjohdolle tai suunnittelijalle asian varmistamiseksi. Puhelimen välityksellä tämän kaltainen ongelma voi olla kuitenkin vaikea selvittää. Kasvillisuuden ollessa vähäistä voitaisiin kaikki kartoitetut kasvit valokuvata ja pyrkiä määrittelemään niiden lajit toimistolla ja sen mukaan editoida kartoitustiedostosta pois

sellaiset kasvit, jotka eivät siihen lopulta kuulu. Vaihtoehtoisesti voitaisiin laatia mukana kuljetettava luettelo yleisimmistä koristekasveista. Myös kaivojen kartoitukseen olisi mahdollista tehdä yksiselitteinen ohjeistus, ettei kaivojen tyyppejä jouduta miettimään jälkikäteen tiedostoa käsiteltäessä.

Töiden aikataulutukseen tulisi kiinnittää huomiota, koska haastatteluiden perusteella mittausten ja pohjatutkimusten tekeminen samaan aikaan samassa työkohteessa ei onnistu. Tästä syystä mittaustyönjohtajan ja kairaustyönjohtajan tulisi keskenään miettiä työkohteiden aikataulut, että välttyttäisiin yhtäaikaisuusilta työmaalla. Toimintajärjestelmässä tulisi selvittää, kuka tekee aikataulun projektin kussakin vaiheessa. Aikataulun suunnitteluun voitaisiin myös panostaa nykyistä enemmän jo työsuunnitelman teon yhteydessä. Maastotöiden usein hyvin tiukat aikataulut pitäisi ottaa huomioon jo töitä tarjottaessa. Tilajaalle tulisi totuudenmukaisesti kertoa, missä aikataulussa tutkimukset on mahdollista toteuttaa, ja asiakkaalta tulisi vaatia riittävästi aikaa mittausten suoritusta varten. Tämä olisi ideaalitilanne, johon kaikkien maastotöitä tekevien yritysten tulisi pyrkiä. Tällä hetkellä rakennusalalla toimittaessa tekijä, joka lupaa toteuttaa projektin nopeimmalla aikataululla, yleensä saa toimeksiannon, koska tutkimuksen tekijän mielestä rakennusalalla projekteja toteutetaan yleisesti erittäin tiukoilla aikatauluilla voittojen maksimoinnin vuoksi. Vaikka tilanne on tällainen rakennusalalla, niin työnjohdon tulisi silti tehdä parhaansa, että mittaus- ja pohjatutkimustyöntekijöillä olisi parhaat mahdolliset olosuhteet töiden toteutukseen.

Maastotöiden työohjeissa nimetään mittausryhmänjohtajalle mittaukseen liittyviä tärkeitä tehtäviä. Ryhmänjohtaja tarkistaa mitatun aineiston, tekee maaston kuvauksen kohteesta, päättää ongelmallisissa olosuhteissa lisätutkimusten suorittamisesta, ellei työnjohtoa tai suunnittelijaa tavoiteta sekä hoitaa mittaus tulosten tarkistamisen ja editoinnin työn suorittamisen jälkeen. Hän vastaa ylipäätään projektin mukaisten mittausten toteuttamisesta ryhmässään. Näistä syistä olisi tärkeää aina nimetä työhön ryhmänjohtaja, ettei vastuiden jakamisessa tulisi ongelmatilanteissa epäselvyyttä. Ryhmänjohtajan nimeämisellä saataisiin myös työntekijöiden väliset suhteet toimivammiksi, koska ryhmässä ei tarvitsisi miettiä kelle vastuu kuuluu ja kenen ohjeita noudatetaan, vaan ryhmänjohtaja tekisi päätöksen toimintatavoista.

Toimintajärjestelmässä huomioidaan erityisesti tarvittavien mittausdokumenttien muistaminen ja riittävän kaluston mukana olo sekä toimintakunto. Kaluston toimintakuntoon liittyy myös akkujen toimivuus. Kuten tuloksissa jo mainittiin, myönnettiin näissä tapahtuvan unohduksia, koska työmaalle lähdetessä muistettavaa on paljon. Unohdukset taas pitkittävät työn kestoa, jos joudutaan ajamaan takaisin maaston tukikohtaan noutamaan esimerkiksi unohtuneita papereita. Tässä voitaisiin todeta, että työntekijän ammattitaitoon kuuluu muistaa ottaa mukaan tarvittavat työvälineet ja dokumentit. Erehdyksiltä ei kuitenkaan voida välttyä työn inhimillisen luonteen vuoksi. Haastatteluissa todettiin, että täydellisten tarkistuslistojen tekeminen käytettävästä kalustosta olisi mahdotonta töiden vaihtelevuuden takia ja toisaalta raskaiden listojen tarkistus veisi muutenkin jo vähäistä valmistelu-aikaa. Kevyt tarkistuslista perustarvikkeista, jotka kulkevat aina mukana työmaille, voisi kuitenkin olla toteutettavissa. Siitä voisi ohittaa kuljettaessa tarkistaa

nopeasti, onko tarvittavat paperit, akut ja kamera mukana ja toimintakunnossa. Tällaisia asioita tarkistaakseen tuskin kukaan kaivaa toimintajärjestelmää esiin. Toisaalta voitaisiin esittää kysymys, onko työntekijöille varattu riittävästi valmistelu-aikaa työpäivän puitteissa. On muistettava, että koko työpäivää ei voi varata työmaalla olemiseen ja siirtymisiin, vaan aikaa pitäisi riittää kaluston pakkaamiseen lähtiessä ja paikalleen laittamiseen ja tiedostojen purkamiseen ja käsittelyyn työmaalta tultaessa. Haastateltavien mukaan työmaalle joudutaan monesti lähtemään kiireellä tiukan työaikataulun vuoksi, jolloin ei jää riittävästi aikaa varmistaa, että kaikki paperit ja työvälineet ovat mukana ja toimintakunnossa. Tästä saattaa seurata esimerkiksi työn viivästyminen tai virhe mittauksissa. Nämä virheet ja onohdukset voivat maksaa työnantajalle enemmän kuin pieni lisä valmisteluihin ja jälkitoimenpiteisiin käytettävään aikaan. Esimerkiksi jos mittaja huomaa usean sadan kilometrin päässä unohtaneensa jotain ja työkohteeseen joudutaan mahdollisesti palaamaan tilatun työn toteuttamiseksi, maksaa se yritykselle huomattavasti enemmän kuin yksi lisätunti valmistelevia töitä varten. Tässä pitäisi pystyä arvioimaan aikataulutuksen rahallista vaikutusta pitkäjärteisemmin kuin vain yhden projektin osalta.

Virhetilanteita voi syntyä myös muissa työn vaiheissa kuin työmaalle lähdön valmistelussa. Monet asiakkaiden tekemät reklamaatiot johtuvat liian suppeista mittauksista. Tämä luultavasti johtuu siitä, että mittaja tekee työmaalla liian isoja päätöksiä tarvittavista mittauksista, jolloin jotain olennaista tietoa voi jäädä puuttamaan. Toistuvasti virheitä tapahtuessa, tulisi miettiä, miksi näin käy. Toistuvan huomauttelun voidaan kuvitella muuttavan asiaa, mutta jos se tehdään aina hieman alentuvaan sävyyn, ei kohdehenkilö välttämättä ota niistä opikseen. Asiasta tulisi keskustella rauhallisesti henkilöstön kanssa ja yhdessä miettiä, mitä asialle voisi tehdä, jolloin työntekijät saattavat huomata tekemänsä virheet ja niiden seuraukset paremmin sekä keskittyä työhönsä tulevaisuudessa tarkemmin. Toisaalta työn laadun heikkeneminen saattaa johtua liian vähäisestä työntekijöiden motivoinnista. Saattaisi olla hyödyllistä miettiä yrityksessä mahdollisia motivoinnin keinoja ja panostaa niiden käyttämiseen.

Yksi työyhteisössä helposti toteutettava motivoinnin keino on palautteen antaminen (Motivointi ja palkitseminen 2010). Palautteen antaminen suoritetuista projekteista auttaa kehittämään toimintaa positiiviseen suuntaan. Palaute hyvin tehdystä työstä motivoi henkilöstöä tekemään työnsä hyvin tulevaisakin projekteissa. Positiivisen palautteen lisäksi on tärkeää antaa rakentavaa palautetta, kun työtä ei ole suoritettu toivotulla tavalla. Se auttaa kehittämään yrityksen toimintaa laadukkaampaan suuntaan. Motivoinnin kannalta haitallisinta on, mikäli palautetta ei anneta lainkaan, koska se voi aiheuttaa tunteen, ettei henkilöstön työsuoritusten laadusta välitetä. Palautteen antaminen osoittaa, että työn laatua seurataan. Tämä auttaa synnyttämään tunteen, että työntekijöiden työpanosta arvostetaan. Motivoinnin keinoihin luetaan myös bonusjärjestelmä, jota tällä hetkellä noudatetaan konsernin muissa yhtiöissä lukuun ottamatta Geotes-tiä. Tällainen seikka ei kannusta toimimaan työnantajan eduksi.

Yrityksen toimintajärjestelmässä sanotaan näin:

Henkilöstö on A-Insinöörit yhtiöryhmän tärkein resurssi. Sen suunnitelmallinen kehittäminen on yrityksen johdon yksi keskeisimmistä tehtävistä. Edellytykset onnistuneelle kehittämiselle syntyvät ottamalla huomioon asiakkaiden, henkilöstön ja yrityksen tarpeet ja edellytykset. (A-Insinöörit Geotesti Oy Toimintajärjestelmä 2010.)

Tämä on kuitenkin ristiriidassa sen kanssa, että henkilökunnan haastatteluissa useilta tuli maininta siitä, etteivät olleet kyenneet pitämään osaamistaan yllä välttämättä koko yrityksessä olo aikana. Toimintajärjestelmää ei siis ole noudatettu tältä osin yrityksessä. Henkilökunnan ammattitaito on ensiarvoisen tärkeää tällaisella teknisellä alalla kuin mittaustekniikka, jossa kalusto ja ohjelmistot kehittyvät tietotekniikan kehittyessä. Työntekijöiden kouluttautuminen uusien ohjelmistojen ja laitteiden käyttöön antaa mahdollisuudet niiden tehokkaampaan käyttöön, jolla saattaa olla vaikutuksia työn laadun paranemiseen tai mahdollisesti työaikaan ja tätä kautta yrityksen talouteen. Useammassa haastattelussa tuli esiin huoli siitä, ettei työntekijä pystyisi kilpailemaan työmarkkinoilla muiden kanssa, koska ei olla perillä nykyaikaisten ohjelmistojen ja osaksi myös laitteiden käytöstä. Kouluttautuminen saattaa lisätä myös työntekijöiden motivaatiota, mikäli heidän osaamistaan pidetään arvokkaana yrityksen kannalta.

Kaikki tässä tulosten analysoinnissa mainitut tekijät vaikuttavat joko suoraan tai välillisesti asiakastyytyväisyyteen. Tyytymätön asiakas ei todennäköisesti tilaa uutta työtä tai vähintään tutkii vaihtoehtoja muista yrityksistä. Asiakkaiden välistä kommunikointia ei pitäisi aliarvioida. Huonon toteuttajan maine leviää varmasti asiakkaiden keskuudessa. Tästä voi seurata jopa useamman asiakkaan ja mahdollisesti monen työn menetys kilpailijoille ja siten omalle yritykselle voi koitua suuria tulonmenetyksiä. Tästä syystä kaikki toiminta tulisi olla toimintajärjestelmän mukaista eli parasta mahdollista, mitä tällä hetkellä voidaan asiakkaille tarjota. Koska toiminnan tulee olla toimintajärjestelmän mukaista, täytyy sen kehittämisestä ja päivittämisestä huolehtia, että se vastaa aina kulloisiakin toiminnan tarpeita. Mikäli toimintajärjestelmä ei ole ajantasainen, voidaan sen mukaan toimia esimerkiksi virheellisin menetelmin tai vanhentunein tiedoin, jolloin mittaustyön laatu ei välttämättä täytä sille asetettuja korkeampia vaatimuksia.

Haastatteluiden tulosten analysoinnissa on esitetty tärkeimmät kehitystä tarvitsevat A-Insinöörit Geotestin mittaustoimintaan liittyvät osat. Tärkeimmäksi näistä nousee se, että toimintajärjestelmää ei henkilöstön keskuudessa lueta. Tästä seuraa, että järjestelmässä esitettyjä toimintatapoja ei noudateta. Tilanteen parantamiseksi, toimintajärjestelmän rakennetta voisi muuttaa tai vaihtoehtoisesti jakaa mittaushenkilökunnalle heitä koskevat järjestelmän osat. Muita huomionarvoisia kehityskohteita ovat palautteen anto, koulutuksen puute ja siihen puuttuminen ja ongelmat aikataulutuksessa, jotka saattavat vaikuttaa henkilöstön motivoituneisuuteen. Näiden lisäksi mittaustyön laatuun vaikuttavia tekijöitä ovat puutteet kaluston kunnossa ja lähtötietojen laajuudessa kuten myös se, että mittausryhmänjohtajaa ei nimetä. Kaikki nämä tekijät saattavat vaikuttaa haitallisesti asiakassuhteisiin.

## 6 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tässä opinnäytetyössä tavoitteena oli selvittää, kuinka mittaustöiden laadunvarmistus toimii A-Insinöörit Geotesti Oy:ssä. Yrityksen nykyisen toimintamallin selvittämiseksi käytettiin teema-haastattelun ja avoimen haastattelun välimuotoa, jossa haastatteluiden pääteemat olivat asetettu etukäteen ja muuten haastatteluissa edettiin vapaamuotoisesti selvittäen työntekijöiden mielipiteitä toimintajärjestelmästä. Haastatteluiden teemat saatiin yrityksen toimintajärjestelmästä, joka on yrityksen laadunvarmistuksen työväline.

Työn tuloksena löydettiin muutamia kehittämistä vaativia kohteita toimintajärjestelmän käyttöön liittyen. Näistä merkittävin laatuun mahdollisesti vaikuttava tekijä on, että toimintajärjestelmää luettaisiin henkilöstön keskuudessa joko kehittämällä järjestelmän rakennetta tai esittelemällä työntekijöille heitä koskevat järjestelmän osat. Motivointiin liittyviä puutteita voitaisiin parantaa kehittämällä palautteen antamisen käytäntöjä, lisäämällä työntekijöiden kouluttautumismahdollisuuksia, panostamalla aikataulujen yhteensovitukseen mittaustöiden ja pohjatutkimusten välillä ja sisällyttämällä A-Insinöörit Geotesti A-Insinöörit-konsernin tulospalkitsemisjärjestelmään. Näiden lisäksi mittaustöiden suorittamiseksi tarvittavia tukitoimintoja tulisi kehittää ja kiinnittää huomiota niiden aikaresursointiin.

Työtä aloitettaessa jouduttiin aihetta rajaamaan aika tavalla, koska työstä olisi tullut liian laaja toteutettavaksi opinnäytetyönä. Alkuperäisessä suunnitelmassa olisi käsitelty myös A-Insinöörit Geotestissä tehtäviä pohjatutkimuksia, joihin kuuluu muun muassa kairaukset ja koekuopat. Niiden käsittely kuitenkin päätettiin jättää tämän työn ulkopuolelle, koska mittausten laadunvarmistus katsottiin saatujen palautteiden perusteella tärkeämmäksi kohteeksi. Tulevaisuudessa olisi siis mahdollista tutkia myös pohjatutkimuksien laatua ja kehittää siihen liittyviä työskentelytapoja. Myös mittaustyön laadunvarmistukseen jää tehtävää tämän tutkimuksen jälkeen. Jos lisätutkimusta päädytään tekemään, voisi tutkija tarkkailla mittaustyöprosessin kulkua lähemmin olemalla mukana mittaustoiminnassa. Jos tutkija seuraisi mittaustoimintaa oikeassa työtilanteessa, hän pystyisi kirjaamaan ylös mahdollisia puutteita tai virheitä suoraan omien havaintojensa perusteella eikä ainoastaan sekundäärisen tiedon perusteella. Tässä opinnäytetyössä on annettu alkusysäys mittausten laadunvarmistuksen kehittämiseksi, ja tulevaisuudessa nähdään, miten tämä vaikuttaa töiden tuloksiin ja asiakastyytyvyyteen A-Insinöörit Geotestissä.

## Lähteet

A-Insinöörit Geotestin henkilöstön haastattelut. 2010. A-Insinöörit Geotesti.

Entersol Oy 2009. SWOT analyysi. [www-sivu] [viitattu 3.5.2010] Saatavissa:

<http://www.qualitas-forum.fi/Laadunty%C3%B6kalut/SWOTanalyysi/tabid/132/Default.aspx>

esimies.info valmennusverkko. 2010. Motivointi ja palkitseminen. [www-sivu]

[viitattu 12.11.2010] Saatavissa:

<http://esimies.info/Motivointi-ja-palkitseminen.php>

GPS Daily. 2010. Program Error Caused Russian Glonass Satellite Loss. [www-sivu]

[viitattu 11.2.2011] Saatavissa:

[http://www.gpsdaily.com/reports/Program\\_Error\\_Caused\\_Russian\\_Glonass\\_Satellite\\_Loss\\_999.html](http://www.gpsdaily.com/reports/Program_Error_Caused_Russian_Glonass_Satellite_Loss_999.html)

Hirsjärvi, Sirkka, Remes, Pirkko & Sajavaara, Paula 1997. Tutki ja kirjoita. 15., uudistettu painos. Helsinki: Tammi.

Kaario, Ahti 2010. Galileo-satelliittien rakentajat valittu - järjestelmä käyttöön vuonna 2014

[viitattu 19.06.2010] Saatavissa: [http://yle.fi/uutiset/tiede\\_ja\\_tekniikka/2010/01/galileo-satelliittien\\_rakentajat\\_valittu\\_-\\_jarjestelma\\_kayttoon\\_vuonna\\_2014\\_1353795.html](http://yle.fi/uutiset/tiede_ja_tekniikka/2010/01/galileo-satelliittien_rakentajat_valittu_-_jarjestelma_kayttoon_vuonna_2014_1353795.html)

Lahikainen, Jukka, kairaustyönjohtaja. Haastattelu 10.2.2011. A-Insinöörit Geotesti Oy.

Laurila, Pasi 2008. Mittaus- ja kartoitustekniikan perusteet. Rovaniemen ammattikorkeakoulun julkaisusarja D 3. Rovaniemi: Rovaniemen ammattikorkeakoulu.

Opetushallitus. Etälukio. 2010. Synteesi. [www-sivu] [viitattu 3.5.2010] Saatavissa:

<http://www2.edu.fi/yrittajyysvayla/?page=223#>

Salmenperä, Hannu 2002. Maasto- ja rakennusmittausten perusteet. 3., korjattu painos.

Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto.

Space Daily. 2011. Russia To Launch Glonass Satellite Feb 24. [www-sivu] [viitattu 11.2.2011]

Saatavissa: <http://www.spacedaily.com/reports/>

[Russia\\_To\\_Launch\\_Glonass\\_Satellite\\_Feb\\_24\\_999.html](http://www.spacedaily.com/reports/Russia_To_Launch_Glonass_Satellite_Feb_24_999.html)



Tikka, Martti 1987. Käytännön geodesia I: Mittaustekniikan perusteet ja rakennustekniset sovellutukset. 2., uudistettu painos. Espoo: Otakustantamo.

Toimintajärjestelmä 2010. Tampere: A-Insinöörit Geotesti.

Vermeer, Martin 2008. Johdanto geodesiaan. [pdf][viitattu 15.3.2010] Saatavissa:  
<http://users.tkk.fi/mvermeer/johd.pdf>

Vaarakallio, Joonas 2010. Galileo-satelliittipaikannusjärjestelmä ja sen mahdollisuudet yrityksen näkökulmasta. Opinnäytetyö. Laurea-ammattikorkeakoulu, Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma. Espoo. [pdf] [viitattu 11.2.2011] Saatavissa:  
[https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/15750/opinnaytetyo\\_vaarakallio.pdf?sequence=1](https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/15750/opinnaytetyo_vaarakallio.pdf?sequence=1)