

# KAIVOKARTOITUKSET RAMBOLL FINLAND OY:SSÄ

Jäte- ja hulevesikaivokartoitukset

Turunen Lauri

Opinnäytetyö  
Maanmittaustekniikka  
Insinööri (AMK)

2021

Maanmittaustekniikka  
Insinööri (AMK)

---

<b>Tekijä</b>	Lauri Turunen	<b>Vuosi</b>	2021
<b>Ohjaaja(t)</b>	Timo Karppinen		
<b>Toimeksiantaja</b>	Ramboll Finland Oy		
<b>Työn nimi</b>	Kaivokartoitukset Ramboll Finland Oy:ssä		
<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b>	34 + 3		

---

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli saada Ramboll Finland Oy:lle uusi päivitetty kaivokortti sekä yhtenäinen linja kaivokartoituksiin ja mittausohje kaivokartoitukseen.

Opinnäytetyössä kerrottiin ensin lyhyesti Ramboll Finland Oy:stä, minkä jälkeen kerrottiin, mitä kaivokartoittaminen on ja minkä vuoksi sitä suoritetaan. Tämän jälkeen perehdyttiin oppaisiin ja ohjeisiin.

Opinnäytetyön keskeisimpinä oppaina ja ohjeina olivat Liikenneviraston ohje Tie- ja ratahankkeiden maastomallitiedot, mittausohje 18/2017 ja Suomen Vesilaitosyhdistys ry:n vesihuoltoverkoston mittaus- ja dokumentointiohje, Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 66, Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunnan ohje ja suositus JHS 184 sekä Väyläviraston ohje Hulevesirakenteiden investointi Väyläviraston ohjeita 14/2021. Näiden ohjeiden lisäksi haastateltiin Ramboll Finland Oy:n suunnittelijoita sekä kartoittajia.

Suunnittelua sekä kaivokartoituksia tehdään ympäri Suomea eri paikkakunnilla, ja jokaisella paikkakunnalla saattaa olla erilaiset käytännöt työn suorittamiseen ja ohjeistukseen.

Tämän opinnäytetyön pohjalta tullaan laatimaan Ramboll Finland Oy:n kaivokartoitusohje ja kaivokortti, joiden tavoitteena on saada koko Suomen kattava yhtenäinen linja jäte- ja hulevesikaivojen kaivokartoituksiin.

Avainsanat hulevesi, jätevesi, kaivokartoitus, kaivokortti, Ramboll Finland Oy,

Degree program of Land Surveying  
Bachelor of Engineer

---

<b>Author</b>	Lauri Turunen	<b>Year</b>	2021
<b>Supervisor</b>	Timo Karppinen		
<b>Commissioned by</b>	Ramboll Finland Oy		
<b>Subject of thesis</b>	Manhole measurement's in Ramboll Finland Oy		
<b>Number of pages</b>	34+3		

---

The aim of this thesis was to get an updated manhole card and new instructions for manhole measurements for Ramboll Finland Oy.

At first, manhole measurements were explained and why it is important to make measurements. The most important source material used in this study are The Finnish Transport Agency's guide 18/2017, the Finnish Water Association's guidelines from year 2021, Public Administration Information Management Advisory Board number 184 recommendation and guideline and Fairway Agency Investment in stormwater structures guide 14/2021. A new manhole card and instructions to manhole measurements were drawn up.

The chapter of the new manhole card and instructions provides more detailed information about the accuracy of measurements and what should be written to the new manhole card. Also, what kind of issues can happen in the manhole measurements and how to resolve problems. The new manhole card and instructions will be presented to the commissioner on Ramboll Finland Oy's Geotechnical site investigation and measurements units in a training event. With the new manhole measurements guideline, the measurements can be made even more uniform and deliver more unified data on manhole measurements to the designers.

Key words

manhole measurements, manhole card, Ramboll Finland Oy, stormwater, wastewater

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	9
2 KAIVOKARTOITUS JA OHJEET .....	10
2.1 Ramboll Group lyhyesti .....	10
2.2 Ramboll Finland Oy lyhyesti .....	10
2.3 Mitä kaivokartoitus on ja miksi sitä tehdään? .....	11
2.4 Oppaat ja ohjeet kaivokartoitukseen .....	13
2.4.1 Tie- ja ratahankkeiden maastomallitiedot, mittausohje 18/2017 ....	13
2.4.2 JHS 184 Kiintopistemittaus EUREF-FIN- koordinaattijärjestelmässä .....	14
2.4.3 Vesihuoltoverkoston mittaus ja dokumentointiohje .....	15
2.4.4 Hulevesirakenteiden investointi, Väyläviraston ohjeita 14/2021 ....	17
2.5 Mittauksen tarkkuus ja mitattavat kohteet .....	18
2.6 Mistä kaivokortti Ramboll Finland Oy:ssä rakentuu? .....	19
2.7 Aiemmin käytössä olleet ohjeet .....	21
2.8 Kaivokartoituksen käytännön haasteita ja virhelähteitä .....	23
2.9 Ramboll Finland Oy:n päivitetty ohje ja kaivokortti .....	26
3 POHDINTA .....	31
3.1 Mitä muutoksia saatiin kaivokorttiin ja mittaustapaan? .....	31
3.2 Miten saadaan Ramboll Finland Oy:lle tulokset käyttöön? .....	32
LÄHTEET .....	33
LIITTEET .....	34

## ALKUSANAT

Haluan kiittää kollegoitani, jotka ovat osallistuneet haastatteluihin, sekä työpaikan ohjaajaani Harri Turkkia ja maanmittausinsinööriä Esa Meririnnettä. He ovat käyneet kanssani useaan kertaan työtäni läpi ja antaneet laadukkaita näkökulmia ja vinkkejä opinnäytetyön etenemiseen sekä työn loppuun saattamiseen.

Haluan kiittää myös ohjaavaa opettajaani Timo Karppista. Hän on ollut aktiivisesti mukana opinnäytetyön etenemisessä ja antanut hyviä neuvoja, että saan opinnäytetyön etenemään.

Haluan kiittää avopuolisoani avusta ja tuesta tätä opinnäytetyötä tehdessäni sekä maallikon näkemyksen tuomista opinnäytetyöhön.

## KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

Datajohto	Tiedonsiirtoon tarkoitettu johto, jossa tieto kulkee päästä toiseen
dwg-formaatti	Autodesk-ohjelmiston perustajan kehittämä tiedostomuoto
Elinkaari	Jonkin tuotteen olemassaolo kokonaisuutena alusta loppuun
EUREF-FIN	ETRS89-datumin realisoinnin tuloksena saatu kansainvälinen koordinaattijärjestelmä (JHS 184 2017).
ETRS-GK-koordinaattijärjestelmä	GK-projektioon perustuva tasokoordinaatisto
ETRS-GK25	Tasokoordinaatisto, jonka y-koordinaatti alkaa numeroilla 25
ETRS-TM35FIN	Tasokoordinaattijärjestelmä, joka kattaa koko Suomen
GNSS	Global Navigation Satellite System. Satelliittipaikannusjärjestelmien muodostama kokonaisuus
GNSS-vastaanotin	Mittaajalla käytössä oleva laite, joka vastaanottaa satelliitista sijaintitietoa
GNSS RTK	Global Navigation Satellite System, Real Time Kinematic. Reaaliaikainen mittaustyyli
gt-formaatti	Tiedonsiirtoformaatti
Hulevesi	Sadevettä, joka useimmiten johdetaan pois asfaltoiduilta pinnoilta
Kaivokartoitus	Sisältää kaivossa olevien putkien ja kaivon pohjan sekä kaivon kannen tietojen selvittämisen ja niiden koordinaattien mittaamisen
Kaivokortti	Valmiiksi tehty pohja, johon täytetään kyseisen kaivon tiedot
Kaivolatta	Vaaituslatta, johon on lisätty poikittainen rauta helpottamaan kaivon putkien vesijuoksujen mittaamista
Kaivon kaulus	Kaivon pystyputkeen kiinnitetty osa, jonka avulla kaivon kansi pysyy paikallaan

Kaivon tunnistetieto	Kaivon nimi, joka koostuu kirjain- ja numeroyhdistelmästä
Kalibrointi	Yleensä toisen osapuolen suorittama tarkistus laitteelle
Kalibrointitodistus	Toisen osapuolen suorittamasta tarkastuksesta laadittu ja allekirjoitettu asiakirja
Kapasiteetti	Suurin mahdollinen kyky jonkin asian tuottamiseen
Kara	Venttiilin kohta, josta saadaan putki suljettua
Keskivirhe	Keskimääräinen virhe, ja sitä voidaan käyttää mittaamaan tiettyä todennäköisyyttä
Kiintopistemittaus	Mittaustyö, jolla tarkoitetaan uusien lähtöpisteiden mittaamista
Koodikirjasto	Ennalta määritetty listaus mitattavista kohteista
Koordinaatisto	Koordinaattiakselien muodostama mitta-akselisto
Koordinaattijärjestelmä	Joukko suureita, jotka määrittelevät koordinaatiston sekä sijoittumisen
Korkeuskiintopiste	Lähtöpiste, jonka korkeus merenpintaan nähden tiedetään
Korkeustieto	Pisteen korkeus merenpintaan nähden
Käyttöpiste	Peruskiintopisteen alainen piste, jonka tarkkuus on heikko
N2000	Korkeusjärjestelmä, joka on yleisesti käytössä Suomessa
Lähtevä putki	Kaivossa alimpana sijaitseva putki, josta vesi virtaa pois
Lähtöpiste	Piste, jonka koordinaatit ovat tiedossa, ja sen mittaus lähdetään suorittamaan
Maastomalli	Mittausalue
Mikroauto	Etäohjattava pienoiskoossa oleva ajoneuvo
Mittauksen tarkkuus	Yksittäisen pisteen tarkkuus lukema-asteikolla
Peruskiintopiste	Piste, joka kuuluu Suomeen rakennettuun kiintopisteverkkoon
Pintakoodi	Valmiiksi määritetty koodi, jossa ohjelmisto määrittää tuleeko kyseinen piste maastomalliin
Prisma	Takymetrin säteen takaisin heijastava vastakappale
Prismasauva	Sauva, johon prisma kiinnitetään

Sakka	Hulevesikaivon pohjalle kertynyttä maa-ainesta
Saneeraus	Jonkin tuotteen korjaaminen, jolla pystytään pidentämään tuotteen elinkaarta
Sijaintitieto	Pisteen x-, y- ja z-koordinaatit
Orientointitarkkuus	Koneen sijainnin määrittäminen tietyissä rajoissa
Runkopistemittaustyyli	Normaalia maastomallimittausta hitaampi mutta tarkempi mittaustyyli
Statiivi	Sauva, jota voidaan käyttää apuna mittauksia suorittaessa
Takymetri	Maanmittauksessa yleisesti käytettävä laite
Teleskooppikaivo	Kaivon yläosa on rakennettu kapeammasta putkesta kuin kaivo
Tuloputki	Kaivoon tulevan veden putki
Tunnettu piste	Piste, jonka koordinaatit tiedetään
Vaaitus	Korkeuden siirtämistä tiedetyltä pisteeltä toiselle pisteelle
Velho-järjestelmä	Kokoaa suunnitelma- ja toteumatiedot yhteen paikkaan (Väylävirasto 2021.)
Venttiili	Vesijohdon tai viemäriin kohta, josta voidaan sulkea kyseinen putki
Verkkotyyppi	Kaivot erotellaan vähintään hulevesi-, jätevesi-, kaapeli- ja puhdasvesikaivoihin
Vesijuoksu	Korkeus, josta vesi pääsee siirtymään eteenpäin



## 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty Ramboll Finland Oy:n maastotutkimusyksiköille. Ramboll Finland Oy:ssä tehdään paljon vesihuoltolinjoihin liittyvää saneerauksen suunnittelua eri puolella Suomea ja tämän lähtöaineistoksi tehdään paljon maastotyötä. Aihe on ollut pitkään ajankohtainen, koska Ramboll Finland Oy:n sisällä eri kaupunkinen yksiköillä on erilaisia tapoja sekä malleja kaivokorteille, jotka mahdollisesti sekoittavat kaivokartoitustietoja käyttäviä suunnittelijoita tai asiakkaita.

Työn tavoitteena on saada aikaan Ramboll Finland Oy:n maastotutkimushenkilöstölle kaivokartoitukseen yhtenäinen linja, kaivokortti jäte- ja hulevesikaivojen kaivokartoitukseen sekä, miten mittaukset suoritetaan ja tallennetaan sähköiseen muotoon kentällä.

Ramboll Finland Oy suorittaa kaivokartoituksia huomattavia määriä. Esimerkiksi, vuonna 2020 Ramboll Finland Oy:n Espoon toimipisteen maastotyöntekijät tekivät kaivokartoituksia noin 1 500–2 000 kaivosta.

Tässä opinnäytetyössä esitellään, mitä on kaivokartoitus ja miten se tulisi toteuttaa. Tähän keskeisimpinä ohjeina on toiminut Liikenneviraston ohje Tie- ja ratahankkeiden maastomallitiedot, mittausohje 18/2017 ja Suomen Vesilaitosyhdistys ry:n vesihuoltoverkoston mittaus ja dokumentointiohje, Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 66, Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunnan ohje ja suositus JHS 184 sekä Väyläviraston ohje Hulevesirakenteiden investointi, Väyläviraston ohjeita 14/2021. Näiden lisäksi on haastateltu Ramboll Finland Oy:n suunnittelijoita, jotka käyttävät tuloksia lähtötietoina suunnittelussa, sekä kartoittajia, jotka suorittavat kaivokartoituksia maastossa.

Ohjeen ja kaivokortin tarkoituksena on saada yhtenäinen linja sekä kaivokortteihin että mittauksiin, jotka perustuvat yleisiin mittausohjeisiin. Ramboll Finland Oy:llä ei ole ollut aikaisemmin tähän liittyvää perusteellista ohjetta. Aikaisemmin vanhat työntekijät ovat opettaneet uusia työntekijöitä. Kaivokartoituksessa on myös käytetty yleisiä mittausohjeita.

## 2 KAIVOKARTOITUS JA OHJEET

### 2.1 Ramboll Group lyhyesti

Ramboll on kansainvälinen suunnittelu- ja konsulttialan yritys. Ramboll on säätiömisteinen yhtiö, ja se on perustettu Tanskassa vuonna 1945. Rambollin perustajat Børge Johannes Rambøll ja Johan Georg Hannemann perustivat yrityksen suunnitellakseen radiomastoja.

Nykyisin Rambollilla on yli 300 toimistoa 35 maassa. Rambollilla on vahva asema Pohjoismaissa, Isossa-Britanniassa, Pohjois-Amerikassa, Lähi-idässä sekä Aasian ja Tyynenmeren alueilla. Asiantuntijoita kansainvälisesti Rambollissa on noin 16 000. (Ramboll Finland Oy 2021.)

### 2.2 Ramboll Finland Oy lyhyesti

Suomeen perustettiin vuonna 1962 Viatek Oy, jonka Ramboll osti vuonna 2003. Suomessa Ramboll Finland Oy:ssä työskentelee noin 2 500 asiantuntijaa 24 eri paikkakunnalla. Ramboll Finland Oy tarjoaa asiantuntijapalveluita infrastruktuurin, kaupunkien, liikenteen, ympäristön ja rakennusten suunnitteluun, rakennuttamisessa sekä rakentamisessa ja ylläpidossa. Ramboll Finland Oy:n tavoitteena on saada yhteiskunnan toimintaa kehittäviä ratkaisuja (Ramboll Finland Oy 2021.)

Ramboll Finland Oy:n kenttätutkimushenkilöstö tarjoaa laajan valikoiman pohjatutkimus- ja mittauspalveluita eri puolella Suomea. Pohjatutkimuksia ja mittauksia Ramboll Finland Oy tarjoaa 12 paikkakunnalla, joista mittauksia tarjotaan niistä jokaisella. Ramboll Finland Oy:n kenttätutkimukset ovat sijoittuneet pääasiassa eteläiseen ja keskiseen Suomeen. Oulun yläpuolella on vain yksi maanmittaus-insinööri, joka suorittaa tarvittaessa mittauspalveluita.

Pohjatutkimuksia tarjotaan yhdeksällä paikkakunnalla. Henkilöstöä pohjatutkimuksissa ja mittauksissa on noin 100, joka sisältää myös yksiköiden johdon (Ramboll Finland Oy 2021).

Pohjatutkimuksien ja -mittauksien tavoitteena on useimmiten tukea suunnittelua, erityisesti ympäristö-, talo- ja infrastruktuurisuunnittelua (Ramboll Finland Oy 2021).

### 2.3 Mitä kaivokartoitus on ja miksi sitä tehdään?

Kaivokartoitus on kaivon tietojen ja kunnan tarkistamista nykytilanteessa. Kai-voista kartoitetaan esimerkiksi seuraavia asioita: Kannen sijainti (x, y) ja korkeus (z), kannen tyyppi, kannen materiaali, kaivon tyyppi, kaivon halkaisija, kaivon ma-teriaali, pohjan sijainti (x, y) ja korkeus (z), lähtevän ja tulevien putkien sijainti (x, y) ja korkeus (z), putkien halkaisija sekä putkimateriaali. Kaivo myös valokuva-taan sisältä, jotta saadaan kaivosta sekä kaivossa näkyvistä putkista havainnoiva kuva. Lisäksi otetaan valokuva alueesta, jossa kaivo on. Kuvasta selviää kaivon ympäristö ja sen materiaali, kuten sijaitseeko kaivo asfaltilla vai hiekalla tai onko kaivo pensaan keskellä. Tämän valokuvan avulla päästään tarvittaessa helpom-min palaamaan samaan kohteeseen ilman koordinaattitietoja ja löytämään kaivo maastosta.

Näiden lähtötietojen sekä muiden olemassa olevien tietojen avulla suunnittelija pystyy suunnittelemaan saneerattavan linjan ja mahdollisia uusia liittyviä putkilin-joja kyseiseen kaivoon. Uusien linjojen suunnittelussa esimerkiksi kaivon pohjan korkeuden sekä lähtevän putken korkeuden tieto ovat oleellisia, koska ilman näitä ei tiedetä, mihin korkeuteen uuden putken voi kaivossa sijoittaa (Salminen & Tai-pale 2021).

Kaivot ovat voineet tukkeutua tai jopa painua kaivon rakentamisen jälkeen vuo-sien saatossa. Tämä saattaa johtua ympäristön rakentamisesta tai päällysteen uusimisesta tai sääolosuhteista, esimerkiksi maan routimisesta. Varsinkin pää-kaupunkiseudulla on jopa lähes sata vuotta vanhoja jäte- ja hulevesilinjoja. (Lai-honen 2021.) Näitä jäte- ja hulevesilinjoja on alettu saneerata sen vuoksi, että on huomattu, miten jäte- ja hulevesiverkosto ei toimi enää samalla kapasiteetilla kuin aikaisemmin. Putket ovat saavuttaneet elinkaarensa lopun tai ovat kunnoltaan heikentyneet lähes käyttökelvottomiksi. Lisäksi on tarve saada suuremmalle hen-

kilömäärälle toimivat putkistot kuin aikaisemmin rakennettujen putkien kapasiteetti on mitoitettu. Useimmiten saneeraus tehdään, koska rakentaminen varsinkin pääkaupunkiseudulla on suurta ja kaupungistumisen vuoksi tarvitaan myös toimivat jäte- ja hulevesijärjestelmät sekä putkistot.

Kaivokartoitusta tehdään yleensä suunnittelun lähtötiedoksi. Tämä suoritetaan silloin, kun ei voida luottaa vanhoihin tietoihin, jolloin tarvitaan nykytilanne kaivosta ja sen kunnosta. Tämän avulla pystytään määrittämään myös alustavasti putkien nykytilanne ja onnistutaan selvittämään, ovatko kaivoon liittyvät putket tukossa tai virtaako jäte- ja hulevesi siihen suutaan kuin kartoissa on merkitty. Yleensä tieto putkista ja kaivoista pääkaupunkiseudun alueella saadaan viemäri- ja hulevesiverkostoa ylläpitävältä taholta tai vaihtoehtoisesti johtotietopalvelusta (Helsingin kaupunki 2021).

Joissain tapauksissa käytetään kameralla varustettua mikroautoa, jolla pystytään kuvaamaan putket kaivojen väliltä. Kyseinen auto lasketaan kaivoon. Siinä on kiinni vaijeri sekä sähkö- ja datajohto, jolla saadaan reaaliaikaista videokuvaa putkesta ja auton liikkeistä putkessa. Vaijeri on varmistukseen liittyvä johto, jolla saadaan vedettyä mikroauto takaisin lähtökaivoon, jos autoon tulee vika ja sitä ei saada toimimaan, jotta voitaisiin peruuttaa mikroauto takaisin lähtökaivoon (Eerola-Yhtiöt 2021.)

Toinen mahdollinen kuvaustyyli on työnnettävä pesuletku, jonka toinen pää on varustettu linssillä, joka kuvaa putkistoa. Useasti tässä on myös mukana paineellinen pesumahdollisuus, jotta saadaan mahdollisimman selkeä kuva putkistosta. Tämän pesuletkun päässä on kamera keskellä, ja sen ympärillä kehällä pesuun tarkoitettut suuttimet (Eerola-Yhtiöt 2021.)

Kummassakin vaihtoehdossa toimittajan mukaan tarkkuus on saatavilla aina  $\pm 5$  senttimetrin tarkkuuteen asti. Videokuva tallentuu johdon toisessa päässä olevaan tietokoneeseen. Kyseinen tallenne voidaan toimittaa asiakkaalle tai suunnittelijalle, joka pääsee näin tarkastelemaan putken kuntoa toimistolla, eikä hänen tarvitse mennä ollenkaan maastokäynnille (Eerola-Yhtiöt 2021.)

## 2.4 Oppaat ja ohjeet kaivokartoitukseen

Tätä opinnäytetyötä varten on etsitty ohjeita kaivokartoituksesta, joita on muutamia. Niiden perusteella laaditaan Ramboll Finland Oy:n henkilöstölle kaivokartoitukseen liittyvä ohje. Ohjeita kaivokartoitukseen ja niihin liittyviin mittauksiin ovat

- Liikennevirasto, Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot, Mittausohje 2017/18 (Liikennevirasto 2017).
- Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta, JHS 184 Kiintopistemitäus EUREF-FIN-koordinaattijärjestelmässä (JHS 184 2017).
- Suomen vesilaitosyhdistys ry, Vesihuoltoverkoston mittaus ja dokumentointi, verkoston elinkaaren hallinnan parantaminen (Hell ym. 2021).
- Väylävirasto, Hulevesirakenteiden investointi, Väyläviraston ohjeita 14/2021 (Väylävirasto 2021).

### 2.4.1 Tie- ja ratahankkeiden maastomallitiedot, mittausohje 18/2017

Liikennevirasto on laatinut ohjeen, jossa käsitellään yleisesti maastomallimittauksia Suomessa. Kyseisessä ohjeessa on kerrottu tie- ja ratahankkeiden suunnittelussa tarvittavat yleiset ja osittain yksityiskohtaiset ohjeet ja laatuvaatimukset. Ohje on yleisesti käytössä Suomessa valtiolla sekä kunta- ja yksityisellä sektorilla. Tämä julkaisu on julkaistu vuonna 2017, joten se on nimellä Liikenneviraston ohjeita 18/2017 (Liikennevirasto 2017).

Liikenneviraston ohje Tie- ja ratahankkeiden maastomallitiedot, Mittausohje 18/2017 kertoo, missä tarkkuudessa kaivokartoitukset tulee tehdä ja mitkä mittaukset kaivoista sisällytetään maastomalliin. Kaivokartoituksen tarkkuus on kerrottu tässä ohjeessa keskivirheenä. Keskivirhe saa olla enintään 50 millimetriä

sijainnissa (x, y) ja korkeudessa (z). Kuitenkin Liikenneviraston ohjeessa viitataan lähtöpisteisiin, joilta mittaus tulee suorittaa. Näille pisteille on määritetty tarkemmat keskivirheet, jotka ovat tasossa  $\pm 4$  millimetriä ja korossa  $\pm 2$  millimetriä, kun lähtöpisteiden etäisyys toisistaan on enimmillään 200 metriä (Liikennevirasto 2017.)

Lähtöpisteiden mittaamiseen Liikenneviraston ohjeessa viitataan Julkisen hallinnon suositukseen JHS184 (JHS184 2017, s.11). Ohje on kiintopistemittaukseen EUREF-FIN-koordinaattijärjestelmässä (JHS 184 2017).

#### 2.4.2 JHS 184 Kiintopistemittaus EUREF-FIN-koordinaattijärjestelmässä

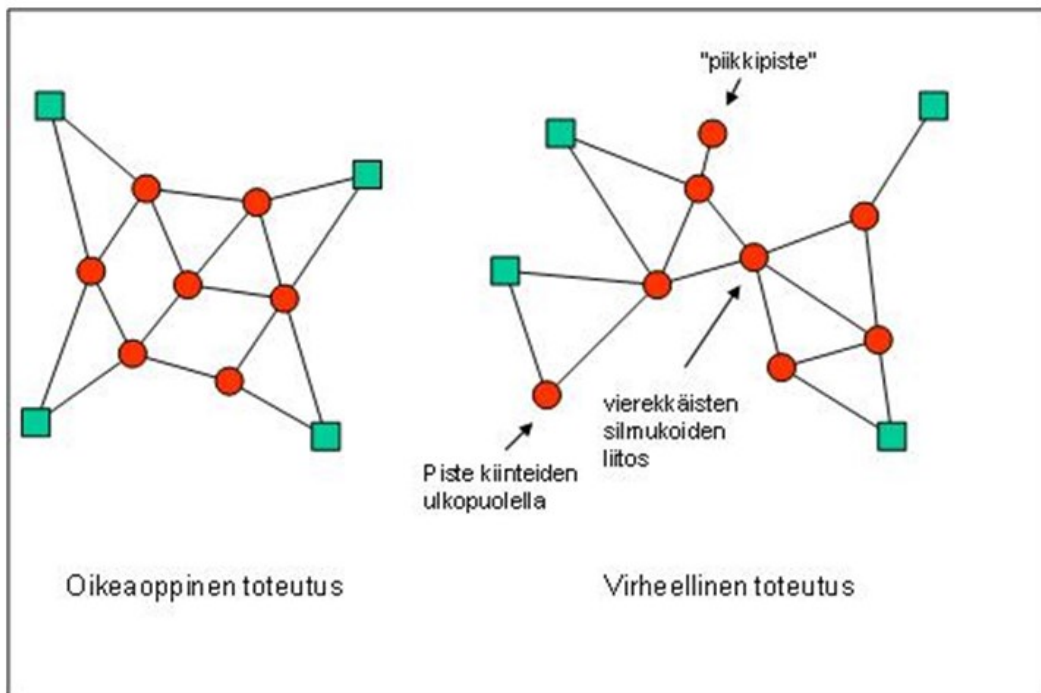
JHS 184 Kiintopistemittaus EUREF-FIN-koordinaattijärjestelmässä on suositus. Suosituksessa on esitetty kiintopisteiden luokitteluun ja mittausmenetelmiin sekä mittauksen suorittamiseen liittyviä ohjeita ja raja-arvoja. Siinä esitetyt ohjeet ja raja-arvot ovat kiintopistemittauksiin liittyviä vähimmäisvaatimuksia, joiden avulla pystytään varmistamaan kiintopisteiden tarkkuus ja samankaltaisuus mittauksen suorittajasta sekä mittausyrityksestä huolimatta. EUREF-FIN-koordinaattijärjestelmässä on eri luokituksella määritettyjä pisteitä. Kyseiset pisteet on luokiteltu peruskiinto- ja käyttöpisteisiin. Luokkia on E1–E6, joista E1 ja E2 ovat valtakunnallisia peruskiintopisteitä, E3 ja E4 paikallisia peruskiintopisteitä sekä E5 ja E6 paikallisia käyttökiintopisteitä (JHS 184 2017.)

Näiden lisäksi on aktiivisia kiintopisteasemia, joilla on pysyvät GNSS-laitteet. Nämä laitteet tallentavat ja keräävät jatkuvasti havaintoja. Koko 2000-luvun aikana kyseisien asemien määrä on lisääntynyt, ja niitä voidaan käyttää valtakunnallisesti sekä paikallisesti (JHS 184 2017.)

Uuden pisteen mittaamiseen on esitetty ohjeessa käytäntö, miten mittaus tulee suorittaa. Uudella kiintopisteellä tulee olla GNSS-vastaanotin. Näiden lisäksi tulee olla samanaikaisesti vastaavanlainen GNSS-vastaanotin vähintään kahdella tunnetulla pisteellä. Ennen uuden pisteverkon rakentamista tulee tehdä mittaus-suunnitelma. Siinä tulee huomioida vähintään, että pisteiden väliset etäisyydet ovat mahdollisimman samanpituisia ja verkossa ei saa olla pisteitä tunnettujen

kiintopisteiden ulkopuolella. Alla olevassa kuviossa 1 on esitetty runkopisteverkon mittaamiseen liittyvä oikeaoppinen- ja virheellinen toteutus (JHS 184 2017.)

Uusille pisteille tuodaan korkeus tunnetulta korkeuskiintopisteeltä vaaitsemalla. Vaaitus suljetaan samalla pisteellä, josta lähdetään. Tässä puhutaan vaaituslenkistä. Toinen vaihtoehto vaaituksen suorittamiseen on jonovaaitus, jossa vaaitus lähdetään yhdeltä tunnetulta korkeuskiintopisteeltä ja suljetaan toiselle tunnetulle korkeuskiintopisteelle.



Kuvio 1. Oikeaoppinen- ja virheellinen toteutus. (JHS 184 2017.)

Maastossa tehtyjen mittauksien jälkeen tehdään havainnoista laskenta, joka vaatii erillisen ohjelman. Tästä kerrotaan tarkemmin JHS 184 Kiintopistemittaus EU-REF-FIN-koordinaattijärjestelmässä ohjeessa sivulla 11 (JHS 184 2017, 11)

#### 2.4.3 Vesihuoltoverkoston mittaus ja dokumentointiohje

Suomen Vesilaitosyhdistys ry on laatinut ohjeistuksen nimeltä Vesihuoltoverkoston mittaus ja dokumentointiohje, verkoston elinkaaren hallinnan parantaminen. Ohje on Vesilaitosyhdistyksen monistesarja numero 66. Se on julkaistu vuonna 2021 alkuvuodesta ja ladattavissa Vesilaitosyhdistyksen internetsivuilta (Hell ym. 2021.)

Kyseisessä ohjeessa kerrotaan vesihuoltoverkostoa koskevien tietojen keräämisen ja merkityksen tärkeydestä sekä niiden mallin mukaisesta tietojen tallentamisesta. Ohjeen tavoitteena on saada se kansalliseksi ohjeeksi vesihuoltolaitoksille ja niille palveluita tuottaville yrityksille, kuten konsulteille. Ohjeessa käsitellään, miten kirjaamiset hoidetaan. Aineiston tarkastajan kannattaa ymmärtää, mitä tarkoitetaan milläkin tiedolla aineistossa. Jos tiedon tallentaja tai tarkastaja ei ymmärrä asiaa, tulee helposti virheellistä tietoa (Hell ym. 2021.)

Suomen vesilaitosyhdistyksen ohjeessa kerrotaan, mitä tulee mitata kaivokartoitusten kuntotutkimusten yhteydessä, jotta saadaan kattava tieto kaivojen kunnosta. Ikä ja erityispiirteet ovat usein tiedossa jo toimeksiantoa annettaessa, mutta kaivon sekä putkien sijainti ja korkeustiedot eivät välttämättä ole tiedossa suunnittelussa, vaan tiedossa on vain epätarkka sijaintitieto. Tämän vuoksi kaivosta tulee kartoittaa kaivon ja putkien sijainti sekä korkeus. Myös kaivon ja putkien materiaali ja halkaisija on suunnittelua tai saneerausta varten oleellinen tieto. Kuitenkin nämä ohjeet, joihin Suomen Vesihuoltoyhdistys viittaa, ovat viitteellisiä tietoja. Jokaisen vesihuoltolaitoksen tulee antaa omat ohjeistuksensa siitä, minkä mukaan tulee toimia (Hell ym. 2021.)

Suomen Vesilaitosyhdistyksen ohjeessa ohjeistetaan valokuvien ottamiseen esimerkiksi jätekaivon osalta, että kuva otetaan siten, että kaivon lähtevä putki osoittaa kello 12:n suuntaan sekä kuva nimetään kaivon nimen mukaan. Kaivon nimi on yleensä kirjattu sähköiseen järjestelmään tai karttaan kaivon rakentamisen yhteydessä. Kaivolle voidaan antaa myös nimi paikan päällä, jos sitä ei ole aikaisemmin nimetty (Hell ym. 2021, 41). Kaivon uusi nimi ilmoitetaan tilaajan sekä alueen vesihuoltourakoitsijan tietoon, jotta he saavat sen omiin järjestelmiinsä kirjattua.

Kuvanottotilanne on esitetty kuviossa 2, Lähtevä putki osoittaa pohjoiseen. Tässä kuvioissa on vain yksi putki, joka on lähtevä putki.





Kuvio 2, Lähtevä putki pohjoiseen.

#### 2.4.4 Hulevesirakenteiden investointi, Väyläviraston ohjeita 14/2021

Väylävirastolta on tullut vuonna 2021 uusi ohje hulevesirakenteiden investoinnista ja niihin liittyvistä mittauksista. Ohjetta tulee käyttää niissä toimeksiantoissa, joissa on tilaajana ELY-keskus tai Väylävirasto taikka investointiin liittyvät mittaukset tehdään näiden yrityksen hallinnoimalla tieverkostolla (Väylävirasto 2021.)

Ohjeen mukaan kaivoista saaduista tiedoista tulee selvittää vähintään seuraavat asiat: missä verkkotyyppissä kaivo on, kaivon tason sijaintitiedot (x, y), maanalaisen kaivon kannen korkeustieto (z) ja kaivon kannen taso maanpintaan nähden, kaivon sijainnin tarkkuus ja millä menetelmällä kartoitus on suoritettu (Väylävirasto 2021).

Investointiohjeen mukaisesti lähtötietoaineistojen saamisen jälkeen tulee selvittää hulevesikaivot maastossa. Kyseisistä kaivoista tulee merkitä aiemmin mainitut asiat ja mittaustarkkuutena käytetään vähintään GNSS RTK -mittauslaitteen  $\pm 3$  senttimetrin tarkkuutta. Mittaukset tehdään muista ohjeista poiketen ETRS-TM35FIN-koordinaattijärjestelmässä. Korkeusjärjestelmänä käytetään N2000-korkeusjärjestelmää, kuten muissa ohjeissa (Väylävirasto 2021.)

Kaivon tiedot tulee tallentaa Väyläviraston käyttämään Velho-järjestelmään viivamaisena tietona. Velho-järjestelmän ohje on esitetty Hulevesirakenteiden investiohjeeseen liitteessä 2 (Väylävirasto 2021.)

## 2.5 Mittauksen tarkkuus ja mitattavat kohteet

Mittauksen tarkkuus määräytyy usean eri asian perusteella: missä luokassa lähtöpiste on, mikä mittauslaitteen orientointitarkkuus, kun mitataan takymetrillä, mikä on laitevalmistajan ilmoittama tarkkuus takymetrille, missä olosuhteissa mitaukset suoritetaan, onko mittalaite kalibroitu ja minkälaisella kalustolla mittaus muuten suoritetaan, esimerkiksi minkälainen prisma on käytössä mitauksia suorittaessa. Useimmiten näiden lisäksi mittausohjeessa, johon kaivokartoitus sisältyy, on määritetty kaivon sijainnin ja korkeuden tarkkuudet erikseen.

Mittauksista tulee tehdä mittaussuunnitelma, mittauksien raportointi, sekä mitauslaitteesta tulee antaa pyydettyä voimassa oleva kalibroitodistus. Jos mitauksissa huomataan merkittäviä poikkeamia, voidaan työn suorittajaa pyytää tekemään uudelleenmittaus (Hell ym. 2021.)

Mittauskäytäntöjen tulee olla yhtenäiset, jotta saadaan aina samankaltainen mitaus aikaiseksi, vaikka mittaaja/yhtiö olisi eri. Suomen Vesilaitosyhdistyksen ohjeessa on määritelty mittauskäytännöksi tarkkuusrajat, jotka ovat ohjeen mukaan  $\pm 20$  millimetriä tasossa (x, y) sekä korossa (z). (Hell ym. 2021.) Suomen Vesilaitosyhdistyksen ja Liikenneviraston ohjeet poikkeavat toisistaan, koska Liikenneviraston ohjeen mukaan keskivirheen tulisi olla  $\pm 50$  millimetriä tasossa (x, y) sekä korossa (z) (Liikennevirasto 2017).

Suomen vesilaitosyhdistyksen mukaan mitattavat kohteet ovat (Hell ym. 2021):

- kaivon sijainnin x, y, ja z-koordinaatit
- kaivon sijainnin syvyystieto
- kaivon paikannussondin tunnistetieto (eli kaivon numero/kirjainyhdistelmä)
- sijainnin tarkkuus ja ilmoitustapa

- kaivon materiaali, rakennusvuosi ja halkaisija.

## 2.6 Mistä kaivokortti Ramboll Finland Oy:ssä rakentuu?

Kaivokartoituksiin liittyviä malleja on ollut vähän saatavilla. Tämän vuoksi Ramboll Finland Oy:ssä on tehty oma kaivokortti, johon alun perin on suunnittelijoitten kanssa yhdessä mietitty, mitä oleellisia tietoja kaivokortissa tulee olla. Tämän vuoksi Rambollissa on käytössä monta erilaista kaivokorttia eri kaupunkien yksiköissä, koska jokainen yksikkö toimii itsenäisesti ja palvelee pääasiallisesti oman toiminta-alueensa suunnittelijoita ja asiakkaita. Kaivokortin yhtenäistämisen pohjalta on tämän opinnäytetyön yhteydessä luotu vanhoihin kaivokortteihin liittyvä ja niiden yhdistelmästä koostuva kaivokortti.

Ramboll Finland Oy:ssä mittaukset suoritetaan ETRS-GK-koordinaattijärjestelmässä ja N2000-korkeusjärjestelmässä, jos tilaajan kanssa ei ole erikseen sovittu jotain muuta koordinaatti- ja korkeusjärjestelmää. Samaa mittauskäytäntöä on ohjeistettu Suomen Vesilaitosyhdistyksen ohjeessa (Hell ym. 2021, 39).

Ramboll Finland Oy:ssä kaivokortti rakentuu normaalissa tilanteessa siitä, mitä tietoja suunnittelussa on pyydetty kaivosta. Tämän vuoksi Rambollin kaivokortti on samanlainen kuin alaluvussa 2.5 on kerrottu. Lähtötietoja on lisätty Ramboll Finland Oy:n kaivokorttiin, kuten kuka on kaivokartoituksen tilaaja ja mikä on Ramboll Finland Oy:n sisäinen työnnumero työlle. Näillä tiedoilla on helpompaa hakea vanhoja kaivokortteja ja niihin liittyviä tietoja Ramboll Finland Oy:n verkkolevyiltä tai sähköisestä järjestelmästä sisäisesti, jos niitä tarvitaan vuosien päästä työn suorittamisesta.

Näiden lisäksi on nähty tarpeelliseksi kertoa kuvalla, missä kunnossa kaivo on. Näin Rambollin kaivokorttiin on lisätty valokuva kaivosta sekä kaivon ympäristöstä, jotta nähdään myös kaivon sijainti ympäristössään. Rambollin kortissa ei kerrota rakennusvuotta, koska se on yleensä suunnittelijalla tiedossa ja tämän tiedon lisääminen erikseen kaivokorttiin on nähty turhaksi.

Ramboll Finland Oy:n kaivokortissa on esillä seuraavat asiat:

- työ/tutkimuskohde
- työn tilaaja
- Ramboll Finland Oy:n työnnumero
- koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä (esimerkiksi ETRS-GK25/N2000)
- kaivon tunnistetieto (kaivon numero/kirjainyhdistelmä)
- kaivon kannen sijainnin x-, y- ja z-koordinaatit
- kaivon pohjan korkeustieto
- mahdollisen vesipinnan korkeustieto
- mahdollinen sakan korkeustieto
- lähtevän ja tulevien putkien
  - o suunta
  - o korkeustieto
  - o materiaali
  - o halkaisija
- kaivotyyppi (esimerkiksi jätevesikaivo), halkaisija, materiaali
- kannen
  - o tyyppi
  - o muoto
  - o materiaali
  - o halkaisija
- onko kaivo teleskooppikaivo

- kuva kaivon sisältä ja sijaintikuva, jossa selviää kaivon lähiympäristöä
- kommentteja kaivon tiedoista ja kunnosta suunnittelijalle
- milloin kaivokartoitus on suoritettu ja kuka/ketkä sen ovat suorittaneet.

## 2.7 Aiemmin käytössä olleet ohjeet

Kaikkien mittauksien osalta tulee kiinnittää huomiota mittaustarkkuuteen sekä käytettävään koodikirjastoon sekä oikean koodin käyttöön (Hell ym. 2021).

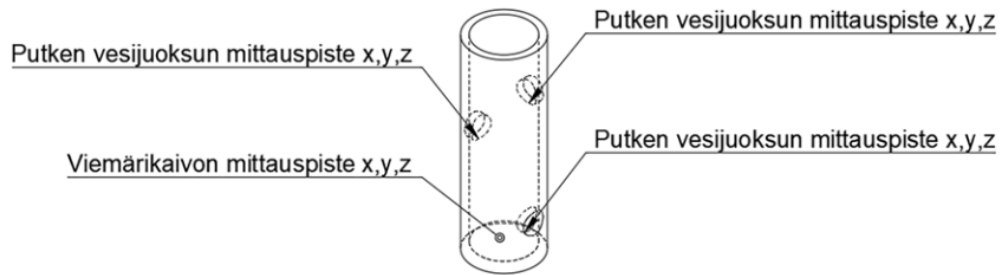
Liikenneviraston ohjeen mukaan kaivot ja venttiilit kuuluvat aina maastomallimitauksiin, joten niiden sijainnin kartoitus tulee tehdä aina, kun mitataan kyseisen ohjeen mukaan. Näin toimitaan siinä tapauksessa, kun venttiilit ja kaivot sisältyvät mitattavaan alueeseen (Liikennevirasto 2017).

Liikenneviraston ohjeen mukaan kaivo mitataan aina keskeltä kaivoa ja tarkkuutena toimii normaali maastomalli. Maastomallimittauksien keskivirhe normaalissa mallissa saa olla enimmillään  $\pm 50\text{mm}$  (Liikennevirasto 2017, liite 7 s.8). Liikenneviraston ohjeen liitteessä 7, Maastotietojen näytetarkastusohjeessa kerrotaan, miten lasketaan poikkeamien suuruus ja laatutulos (Liikennevirasto 2017, liite 7 s. 9).

Suomen Vesihuoltoyhdistyksen mittaus- ja dokumentointiohjeen mukaan mitattavien kohteiden tarkkuus tulee olla  $\pm 20\text{mm}$  (Hell ym. 2021, 39). Suomen Vesihuoltoyhdistyksen ohjeessa kuitenkin jossain tilanteissa viitataan Liikenneviraston ohjeeseen mittauksien tarkkuuden ja laaduntarkkailun osalta (Hell ym. 2021).

Tämän vuoksi mittaustarkkuuden ohjeet tulee katsoa Liikenneviraston ohjeesta. Suomen Vesihuoltoyhdistyksen ohjeessa suositellaan käytettäväksi putkien vesijuoksujen mittaamisessa niin sanottua kaivokärkeä, jolloin saadaan mitattua putken vesijuoksu todellisessa korossa. Näin prisma-auva ei ole vinossa maanpintaan nähden, ja putken korkeus tulee silloin mitattua oikein (Hell ym. 2021).

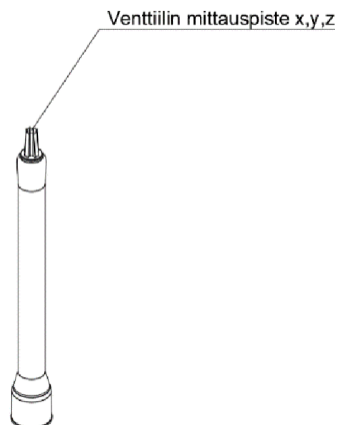
Suomen Vesilaitosyhdistyksen ohjeessa esitetään, mistä kohtaa tulevien ja lähtevän putken vesijuoksu sekä kaivon pohja tulee mitata. Tämä on esitetty kuviossa 3.



Kuvio 3. Viemäri- tai hulevesikaivon mittaaminen. (Hell ym. 2021, 44.)

Suomen Vesihuoltoyhdistyksen ohjeessa esitetään, että jos kaivon pohjalla on kouru, miten kaivon pohja mitataan. Kourun tarkoituksena on ohjata päärunkolinjan vedet suoraan pääasiallisesta tuloputkesta lähtöputkeen. Tässä tapauksessa kaivon pohja mitataan kourun pohjasta (Hell ym. 2021, 44).

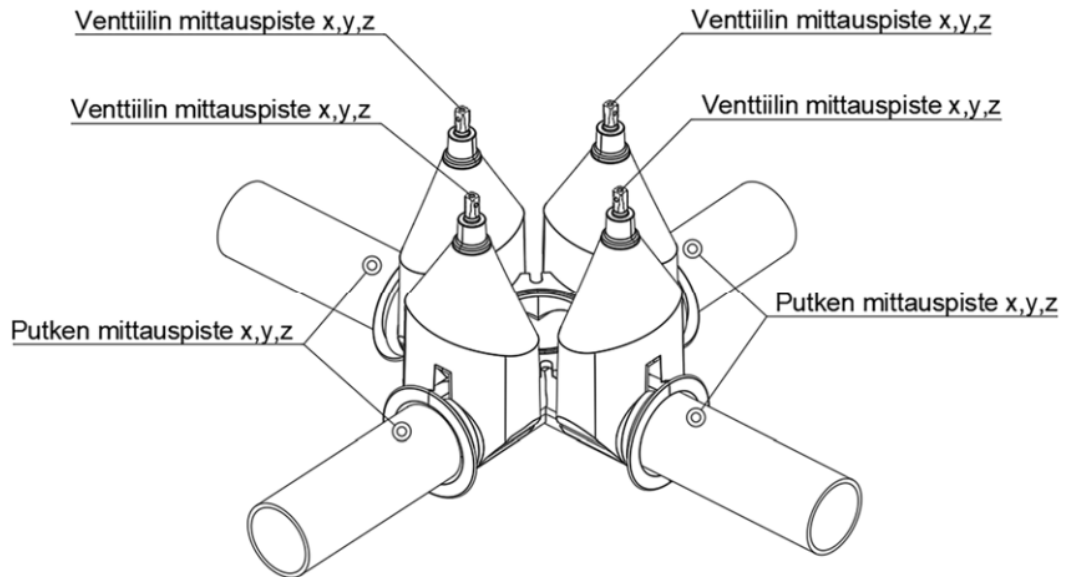
Venttiilien osalta mitataan venttiilin karan koordinaatit ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ). Alla olevassa kuviossa (Kuvio 4) on esitetty venttiilin mittaaminen. Jos venttiili on rakennetulla tai päällystetyllä alueella, on venttiili yleensä venttiilikaivossa. Tässä tapauksessa tulee avata venttiilikaivo ja mitata venttiilin karan yläpää (Hell ym. 2021, 45–47).



Kuvio 4. Venttiilin mittaaminen. (Hell ym. 2021, 46.)

Jos venttileitä on useita samassa ryhmässä, tulee jokainen venttiili mitata erikseen samalla tavalla kuin yksittäinen venttiili. Kuviossa 5 on esitetty, miten mitataan useita venttileitä. Samassa kuvassa on esitetty myös putken mittauspiste,

mutta tätä mittaustapaa esiintyy harvoin Ramboll Finland Oy:n suorittamissa mitauksissa, koska pääasiassa putket ovat maan alla eikä niitä ole tarvetta kaivaa esiin. Putkien mittaukset kaivon sisältä on esitetty kuviossa 3.



Kuvio 5. Monihaaraisen venttiilin mittaaminen. (Hell ym. 2021, 47.)

## 2.8 Kaivokartoituksen käytännön haasteita ja virhelähteitä

Kaivokartoituksessa tulee huomioida erinäiset haasteelliset tilanteet. Tämänkaltaisia haasteita tai ongelmia ovat seuraavat:

- Kaivo on paikallaan valettu.
- Taso- ja korkeuskiintopisteitä ei ole saatavilla.
- Kaivon kannet ovat juuttuneet, ja kantta ei saa avattua.
- Kaivon rakenteiden tunnistaminen on haasteellista.
- Sääolosuhteet vaikuttavat mittaustarkkuuteen.
- Kaivot ovat vinossa.

Kaivo on paikallaan valettu:

Jos kaivo on paikallaan valettu, on lähes mahdotonta saada kaikkia putkien vesijuoksuja ja halkaisijoita. Tämä tarkoittaa usein sitä, että kaivon kansi voi olla esimerkiksi kaksi metriä putken pään vesijuoksusta, koska kaivon kokonaiskoko on kaksi metriä kertaa kaksi metriä ja kaivon kansi ei ole keskellä kaivoa. Tässä tilanteessa kaivolatta on usein erittäin vinossa, joten putken vesijuoksun korkeus sekä halkaisija joudutaan arvioimaan. Tästä on ollut keskustelua usean suunnittelijan kanssa ja on päädytty siihen, että kaivoon ei tarvitse mennä, koska se vaarantaa työturvallisuuden. Arvio putken vesijuoksun korkeudesta ja putken halkaisijasta riittää. Usein kaivon kansi on siten, että lähtevä putki on mitattavissa suhteellisen tarkasti, joka on tuloksien perusteella riittänyt suunnittelijoille.

Taso- ja korkeuskiintopisteitä ei ole saatavilla:

Jossain tapauksissa taso- ja/tai korkeuskiintopisteitä ei ole saatavilla ja joudutaan turvautumaan GNSS-mittaustyyliin lähtöpisteitä tehtäessä. Tässä tulee huomioida, onko alue tarpeeksi avointa GNSS-mittaustavalla suorittamiseen. Kun riittävä lähtöpisteverkko on rakennettu GNSS-mittaustyyliä käyttäen, suoritetaan kaivokartoitus takymetrimittauksena, jotta saadaan tarvittava tarkkuus kaivoista suhteessa toisiinsa. Suurin ongelma näissä on kaivokartoitusalueen reunimmaisat kaivot, jotka saatetaan liittää toiseen kaivokartoitukseen. Näissä mittauksissa saattaa olla eroa, koska mittauksien lähtötiedot on mahdollisesti eri tavoilla toteutettu.

Kaivon kannet ovat juuttuneet, ja niitä ei saa auki:

Kaivojen kansia ei välttämättä ole avattu vuosiin, ja tämän vuoksi kaivon kansi ei aukea. Näissä tapauksissa tulee huomioida, että kaivon kantta koputtaessa kaivon kansi saattaa haljeta. Kaivon kantta voidaan yrittää kangeta rautakangen avulla, ja hyvänä apuna voi käyttää kannen reunan lämmittämistä. Kaivon reunan lämmittäminen tarkoittaa kaivon ja kaivon kauluksen välin puhdistamista. Kyseinen menetelmä tarkoittaa maa-aineksen lämmittämistä polttimella ja pois polttamista, jolloin saadaan kaivon kannen ja kauluksen väliin rakoa. Tämän menetelmän avulla kaivon kansi voi irrota. Jos tämä menetelmä ei auta, tulee olla yhteydessä tilaajaan, suunnittelijaan tai alueen vesihuoltoa ylläpitävään toimijaan,



joilta voidaan pyytää apua kaivon kannen avaamiseen. Kaivon kantta ei tule rikkoa, koska Ramboll Finland Oy:llä ei ole kaivon kansia varastossa, joita taas usein alueen vesihuoltoa ylläpitävällä toimijalla on. Tätä kyseistä tapaa on paljon käytetty pääkaupunkiseudulla, joten se on hyväksi todettu menetelmä.

Kaivon rakenteiden tunnistaminen on haasteellista:

Mittauksia suoritetaan yöaikaan varsinkin vilkkaasti liikennöidyillä alueilla. Yöaikaan kaivonkartoituksen suorittaminen voi tuoda haasteena pimeään olosuhteen, jolloin kaivon rakenteet eivät näy tarpeeksi selvästi ja joudutaan tarkastelemaan kaivoa tarkemmin ja tunnustelemaan kaivoon tulevien ja lähtevän putken materiaaleja. Joissain tapauksissa putken materiaalin tunnistaminen jää epäselväksi, mikä tulisi merkitä kaivokorttiin selkeästi. (Laine, Heikkilä, Meririnne & Östman 2021.) Tällä menetelmällä saadaan myös suunnittelijalle tieto siitä, että kaivon tai sen rakenteiden tunnistamisessa on ollut epäselvyyttä ja kyseistä kaivoa ja sen rakenteita pitää tarkastella uudelleen tiedossa olevista tiedoista.

Sääolosuhteet vaikuttavat mittaustarkkuuteen:

Suomessa sääolosuhteet ovat vaihtelevia. Tämän vuoksi tulee huomioida myös sääolosuhteet. Näitä voi olla esimerkiksi talviset olosuhteet ja kova pakkanen. Tällöin kaivon kannet saattavat jäätyä kiinni ja hulevesilinjoissa esiintyvien ritiläkantiset kaivot saattavat täytyä jäällä ja lumella. Myös kova vesisade vaikeuttaa mittauksien suorittamista, koska usein silloin varsinkin hulevesikaivot ovat täynnä vettä. Nämä tapaukset tulee huomioida erikseen ja mittaukset tulee mahdollisuuksien mukaan siirtää.

Kaivot ovat vinossa:

Jossain tapauksessa kaivot ja niiden kaulus ovat eri linjassa, joten kaivot voivat olla vinossa. Näissä tapauksissa kaivon putkien mittaaminen voi olla haastavaa ja niiden korkeutta pitää arvioida, koska mittauksen suoruus ei ole riittävä. Näissä tapauksissa suoruus tulee arvioida, jos ei saada tarkkaa kaivon putkien suoruutta. Tästä on keskusteltu suunnittelijoiden kanssa, joiden kanssa on sovittu, että arvio putkien korkeudesta riittää, jos ei ole varmaa tietoa. Tämä kuitenkin tulee kirjata selkeästi kaivokorttiin, jotta suunnittelija on tietoinen, että korkeus on

viitteellinen. Kyseisien kaivojen mittaukset on pyritty suorittamaan mahdollisimman tarkasti, jotta saadaan totuutta vastaava tulos suunnittelijalle/tilaajalle.

## 2.9 Ramboll Finland Oy:n päivitetty ohje ja kaivokortti

Liikenneviraston ohjeen liitteessä 1, sivulla 124, on kaivojen sekä putkien koodit, joita tulee käyttää Ramboll Finland Oy:n henkilöstön pääasiallisesti kaivokartoituksessa, jos ei toisin sovita (Liikennevirasto 2017, 123–124.) Kyseinen liite on esitetty myös tämän opinnäytetyön liitteessä 2, Tarkan maastomallin koodiluettelo. Kaivon kansi mitataan pintakoodilla 1, jotta se saadaan myös maastomalliin mukaan, jos kansi ei ole korkeammalla kuin maanpinta. Jos kaivon kansi on maanpinnan tason yläpuolella, mitataan se pintakoodilla 9. Samalla koodilla mitataan kaivon pohja, joka mitataan pintakoodilla 9, jolloin kyseinen mittausta jää pois maastomallista. Myös kaikkien putkien vesijuoksusta mitattava korkeus mitataan pintakoodilla 9.

Kaivon pohja mitataan jokaisessa tapauksessa kaivon alimmasta kohdasta, myös silloin kun on kyse kourullisesta kaivosta. Jos maastossa nähdään selkeästi, että kaivot yhdistyvät toisiinsa, tulee putken päät yhdistää jälkikäsitteilyvaiheessa toimisto-olosuhteissa.

Uudiskohteissa ja maa-alueilla, joissa muokataan maaperää, tulee suunnittelijan laittaa kaivokartoituksien ohjeeseen, jos mittauksissa tulee menetellä eri tavalla kuin edellisessä kappaleessa on esitetty.

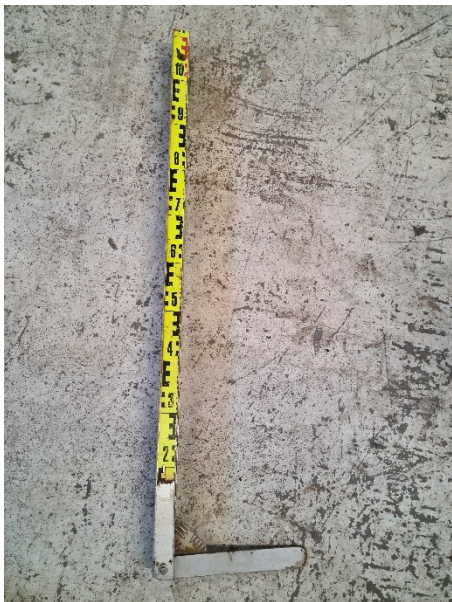
Mittaustarkkuuden suhteen Ramboll Finland Oy:n kaivokartoituksissa tulee huomioida, että välillä mittauksia suoritetaan haja-asutusalueella, jossa ei ole saatavilla erikseen taso- ja korkeuskiintopisteitä. Näissä tapauksissa voidaan käyttää lähtöpisteiden tekemiseen GNSS-mittaustyöliä. Kuitenkin kaivokartoitus tulee tehdä Ramboll Finland Oy:ssä takymetrimittauksena. Lähtöpisteiden mittauksessa tulee huomioida GNSS-mittauksen riittävä näkyvyys satelliitteihin sekä mahdolliset katvealueet, joita esimerkiksi puut synnyttävät.

Mittaustarkkuuden voi tasossa (x, y) suorittaa turvallisesti siten, että lähtöpisteet tehdään GNSS-mittauksena, mutta vain jos alueella ei ole jo valmiina tunnettuja pisteitä maastossa.

Mittaustarkkuuteen korkeuteen (z) tulee kiinnittää erityistä huomiota. Jos alueella ei ole tunnettuja korkeuskiintopisteitä, tehdään lähtöpisteet myös korkeudesta GNSS-mittauksena. Tässä käytetään runkopistemittaustyylä ja yhden pisteen mittaukseen käytetään kerrallaan vähintään 120 sekuntia, mikä toistetaan usealla GNSS-mittaukseen liittyvällä alustuksella. Tässä suositellaan käyttämään statiivia avuksi, jotta prisma-avain pysyy mahdollisimman paikallaan.

Tarkkuuden tulee olla riittävä, jotta voidaan luotettavasti päästä viettoviemäreissä sekä hulevesiviemäreissä oikeaan tarkkuuteen ja saadaan tarpeeksi hyvin selvitettyä lähtevän putken korkeus suhteessa seuraavaan kaivoon, josta otetaan saman putken toisen pään korkeus.

Ramboll Finland Oy:ssä käytetään niin sanottua kaivolattaa. Kyseinen latta useimmiten Ramboll Finland Oy:ssä on vaaituslattaan, johon on lisätty poikittainen rauta, lattan 0-tasoon. Näin saadaan kaivon putkien todellinen korkeus eikä tule vaaraa, että mittaus suoritettaisiin vinossa asennossa. Kuviossa 6 on esitetty havainnointikuva kaivolatasta.



Kuvio 6, Kaivolatta.

Kaivolatan avulla saadaan mitattua muun muassa kaivon halkaisija sekä pohjan syvyys kaivon kanteen nähden.

Jos kaivossa on sakkakerrostumaa tai vettä, saadaan kaivolatalla mitattua myös näiden yläpinnan korkeus suhteessa kaivon kanteen. Näitä esiintyy useimmiten vain hulevesikaivossa.

Lisäksi kaivolatalla pystytään mittaamaan tulevien ja lähtevän putkien korkeus-asema kaivon kanteen nähden ja kirjoittamaan ne paperiselle kaivokortille. Kyseiseltä kaivokortilta otetaan putkien korkeus kaivon kanteen nähden ja lisätään korkeus prisma-auvan korkeuteen. Putken sijainti (x, y) mitataan kaivon kannen tasalta suoraan putken yläpuolella. Tämän vuoksi ei tarvitse laskea prisma-auvaa kaivoon, vaan prisma-auvan ja takymetria käyttämällä saadaan mitattua sähköiseen muotoon nämä asiat kaivokaulurista kaivon kannen tasolta.

Kuitenkin jos mahdollista, voidaan käyttää myös prisma-auvaa aiemmin mainittujen asioiden mittaamiseen ja vasta tämän jälkeen kirjataan tiedot kaivokorttiin (liite 1). Jos mittaukset tehdään suoraan kaivosta laskemalla prisma-auva kaivoon, tulee huomioida prisma-auvan suoruus, joka ei useimmissa tapauksissa ole mahdollista kaivon tulevien ja lähtevän putkien ollessa sivussa kaivorenkasta. Jokaisen kaivon osalta tiedot kirjataan ylös kaivokorttiin sekä otetaan valokuva kaivon sisäpuolelta pohjoiseen nähden siten, että siinä on havaittavissa putket sekä kaivon sisäpuolen yleiskunto ja yleisvalokuva kaivon sijainnista, jossa näkyy kaivon ympäristöä vähintään kolmen metriä jokaiseen suuntaan. Esimerkki valokuvista on esitetty kuviossa 7.



Kuvio 7, Valokuva kaivon sisältä ja yleisvalokuva.

Venttiilien osalta mittaukset tulee suorittaa siten, että saadaan suoraan karan päältä mitattua taso- ja korkeustieto. Jos venttiili on rakennetulla tai pinnoitetulla alueella tai venttiili sijaitsee venttiilikaivossa, tulee kaivon kansi nostaa sivuun ja mittaus tehdä vasta sen jälkeen suoraan karan päältä. Venttiilien osalta ei ole Ramboll Finland Oy:ssä määritetty kaivokortin tekemistä, jos sitä ei ole erikseen toimeksiannossa esitetty.

Pumppaamoiden mittaaminen haastatteluiden perusteella voidaan mitata samalla tavalla kuin kaivokartoituksessa kaivon kannen mittaus eli yhdellä pisteellä kaivon keskeltä. Mittauksien yhteydessä tulisi kuitenkin kartoittaa maanpinnan korkeus vähintään yhdellä pisteellä, jotta saadaan tietoon alueen korkeusasema merenpintaan nähden (Liikanen 2021.)

Maastomittauksien yhteydessä tehdään jokaisesta kaivosta yksilöity kaivokortti, johon annetaan alaluvussa 2.6 ilmoitetut tiedot. Mittaajat tai tekniset avustajat viimeistelevät nämä kaivokortit viimeistellään toimistolla esimerkiksi valokuvilla, ja jokainen kaivokortti käydään vielä läpi. Silloin selvitetään, että kaikki tiedot ovat oikein. Kaikista kaivokorteista tehdään Excel- ja PDF-muodossa olevat kortit sekä sähköinen mittausaineisto käydään läpi sekä otetaan pois aineistosta kaikki,

mikä sekoittaa suunnittelijoita aineistossa. Aineistosta poistetaan esimerkiksi apupisteiden pistetiedot ja jätetään tiedostoon vain kaivojen ja niihin liittyvien putkien tiedot.

Tämän jälkeen kaivokortit ja mittausaineisto GT-formaatissa toimitetaan suunnittelijalle tai tilaajalle sekä tarvittaessa käydään heidän kanssaan vielä mittaukset ja niihin liittyvät dokumentoinnit läpi. GT-formaatissa olevan aineiston loppukäsittelyn DWG-muotoon Ramboll Finland Oy:ssä hoitaa suunnittelija tai hänen määrittämänsä tekninen avustaja ja vie aineiston suunnittelun lähtötiedoksi. Kaivokortit tallennetaan projektin kansioon lähtötiedoksi, että ne on helposti saatavissa suunnittelun edetessä.

### 3 POHDINTA

#### 3.1 Mitä muutoksia saatiin kaivokorttiin ja mittaustapaan?

Kaivokartoituskorttipohjaa laadittaessa huomattiin kartoittajien kanssa, että oleellinen sijaintikuva kaivokortista puuttuu. Tämä lisättiin tähän opinnäytetyöhön liitetyssä haastattelussa. Näin saatiin oleellinen uudistus myös kaivokorttiin. Tulevia putkia on aikaisemmassa kaivokortissa ollut mahdollisuus lisätä yhteen korttiin 1–5 kappaletta. Tähän saatiin pienellä muutoksella lisättyä yhden tulevan putken kaivokorttipohjaan, joten tulevia putkia on enimmillään nyt kuusi kappaletta. On harvinaista, että tulevia putkia olisi näin paljon, mutta ei poikkeuksellista (Meririnne 2021.)

Keskusteltaessa putkien materiaaleista tuli ilmi, että olisi tarvetta saada myös muovin eri materiaalit selvitettyä maastossa tapahtuvan kaivokartoituksen yhteydessä. Tämän vuoksi on ajateltu, että kartoittajat saavat koulutuksen tai perehtyvät itsenäisesti tunnistamaan muovin eri materiaalit. Tämä on kuitenkin vielä kehitysvaiheessa, joten asian selvittäminen jää myöhempään ajankohtaan. (Salminen 2021.) Samaa aihetta on esitetty Suomen Vesihuoltoyhdistyksen ohjeessa, jossa mainitaan, että pelkkä muovi ei riitä materiaaliksi (Hell ym. 2021, 42).

Mittaustyyliä ovat olleet erilaiset eri kaupungeissa, joten tämän perusteella saadaan aikaan yhtenäinen ohjeistus ja tapa mittauksien suorittamiseen jokaiselle Ramboll Finland Oy:n eri yksiköille. Nyt saadaan kaikille vähintään samankaltainen mittaustapa ja samanlainen kaivokortti, jota käyttää jatkossa.

Myös Ramboll Finland Oy:n sisällä on ollut erilaisia kaivokortteja. Tämä ei kuitenkaan ole haastatteluiden perusteella hämmentänyt suunnittelijoita, koska he ovat toimineet samojen henkilöiden kanssa jo vuosien ajan ja saaneet tiettytyyliset kaivokortit pitkän aikaa ja he ovat tottuneet hakemaan kaivokortista tarvitsemansa tiedot (Salminen, Taipale, 2021).

### 3.2 Miten saadaan Ramboll Finland Oy:lle tulokset käyttöön?

Tavoitteena on saada kaivokortti kaikille yksiköille käyttöön Ramboll Finland Oy:n maastomittaushenkilöstölle. Opinnäytetyön tulokset toimitetaan maastovastaville, jotka tarvittaessa pyytävät Lauri Turusta ohjeistamaan erikseen maastohenkilöstöä kaivokortin käyttöön.

Ramboll Finland Oy:n sisäisessä koulutustapahtumassa Lauri Turunen tulee pitämään erikseen esityksen opinnäytetyöstä, jossa esitellään myös kyseinen kaivokortti ja siihen liittyvät uudet ohjeet.



## LÄHTEET

Eerola-Yhtiöt, 2021. Viitattu 17.4.2021 <https://eerolayhtiot.fi/>

Heikkilä, J. 2021. Ramboll Finland Oy. Mittaustyönjohtajan haastattelu 1.3.2021

Hell K., Laakso, T., Laukkanen J., Malmlund J.& Sivonen K., Vesihuoltoverkoston mittaus ja dokumentointi, Suomen Vesilaitosyhdistys ry, Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 66. Helsinki 2021

Helsingin kaupunki 2021. Sähköinen asiointi. Johtotietopalvelu. Viitattu 5.5.2021 <https://bit.ly/3b3hGpE>

JHS 184, 2017. Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta. Versio 1.1/1.11.20217

Laihonen, J. 2021. Ramboll Finland Oy. Projektinjohtajan haastattelu 20.2.201

Laine, A. 2021. Ramboll Finland Oy. Maanmittausinsinöörin haastattelu 1.3.2021

Liikanen, M. 2021. Ramboll Finland Oy. Suunnittelijan haastattelu 28.1.2021

Liikenneviraston ohjeita. Ohje 18/2017. Helsinki: Väylävirasto. [lo 2017-18 maastotiedot mittausohje web.pdf \(vayla.fi\)](https://www.vayla.fi/maastotiedot/mittaushje).

Meririnne, E. 2021. Ramboll Finland Oy. Maanmittausinsinöörin haastattelu 1.3.2021

Ramboll Finland Oy 2021. Viitattu 5.5.2021 [https://fi.ramboll.com/ramboll\\_finland\\_oy](https://fi.ramboll.com/ramboll_finland_oy).

Salminen, T. 2021. Ramboll Finland Oy. Business Development Manager haastattelu 22.2.2021

Taipale, P. 2021. Ramboll Finland Oy Suunnittelijan haastattelu 22.2.2021

Väyläviraston ohjeita. Ohje 14/2021. Helsinki: Väylävirasto. [https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo\\_2021-14\\_hulevesirakenteiden\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo_2021-14_hulevesirakenteiden_web.pdf)

Östman, T. 2021. Ramboll Finland Oy. Mittaustyönjohtajan haastattelu 1.3.2021

## LIITTEET

Ramboll Finland Oy, kaivokortti 2021

Tarkan maastomallin koodiluettelo, kaivot ja putket