

Jari Karhula, Mikko Turunen

Kaapelikartoitus ja sen dokumentoinnin kehittäminen

Esimerkkinä Muhoksen liikenneasema

Opinnäytetyö

CENTRIA AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Maaliskuu 2015

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Ylivieskan yksikkö	Aika Maaliskuu 2015	Tekijä/tekijät Jari Karhula, Mikko Turunen
Koulutusohjelma Sähkötekniikka		
Työn nimi KAAPELIKARTOITUS JA DOKUMENTOINNIN KEHITTÄMINEN Esimerkkinä Muhoksen liikenneasema		
Työn ohjaaja Hannu Puomio	Sivumäärä 31+4	
Työelämäohjaaja Markku Granlund		
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on rautatieliikenteeseen liittyvän dokumentoinnin kehittäminen kaapelikartoituksen osalta. Työssä on perehdytty siihen, miten tilaajan hallinnoimat maanalaiset kaapeloinnit ja niihin liittyvät laitteet saataisiin esitettyä dokumenteissa koordinaatistoon sidottuna.</p> <p>Esimerkkikohteena on ollut Muhoksen liikenneasema.</p> <p>Opinnäytetyö on tehty Liikennevirastolle ja työn tuloksena Liikennevirasto saa kaapelikartan sähköisessä muodossa sekä hyvän lähtökohdan liikennepaikkojen kaapelikartoituksen ja sen dokumentoinnin kehittämiseen.</p>		
Asiasana Dokumentointi, GPS-paikannus, Kaapelitutkaus.		

ABSTRACT

CENTRIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES Ylivieska	Date March 2015	Author Jari Karhula, Mikko Turunen
Degree programme Electrical Engineering		
Name of thesis CABLE MAPPING AND THE DEVELOPMENT OF DOCUMENTATION Case: The railway station of Muhos		
Instructor Hannu Puomio	Pages 31+4	
Supervisor Markku Granlund		
<p>The purpose of this thesis was to develop rail transport documentation in terms of reporting the location of cables. The focus in the work was on finding a way for how the underground cables of the client organization and the related equipment could be documented utilizing the coordinate system. The example case was the railway station of Muhos.</p> <p>This thesis was commissioned by the Finnish Transport Agency and as the result of work Finnish Transport Agency received a report on the cable locations in an electric format and a great starting point for locating the cables in railway stations and developing the documentation.</p>		
Key words Documentation, GPS-positioning, Cable scanning.		

KÄSITTEITÄ JA MÄÄRITELMIÄ

EMC

Sähkömagneettinen yhteensopivuus

GPS-mittaus

GPS-mittaus on satelliittipaikannusjärjestelmien avulla tehtävää sijainnin määrittämistä.

KKJ-koordinaatisto

Kartastokoordinaattijärjestelmä

Rautatieliikennepaikka

Rautatieliikennepaikka on rataverkolla sijaitseva nimetty kohde, joka toimii henkilö- sekä tavaraliikenteen palvelupaikkana. Paikka toimii yleensä myös rautatieliikenteen ohjaukseen liittyvänä paikkana.

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KÄSITTEITÄ JA MÄÄRITELMIÄ
SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 Dokumentaatio	2
2.1 Nykyinen dokumentointi	3
2.2 Dokumentoinnin puutteellisuus	4
2.3 Dokumentoinnin kehittäminen	5
3 MAANALAISTEN KAAPELEIDEN PAIKANTAMINEN	6
3.1 Kaapeleiden paikantaminen tutkaamalla	6
3.2 vLoc ML-kaapelitutka	7
3.2.1 Etsiminen passiivisella haulla	8
3.2.2 paikantaminen lähettimen avulla	9
3.3 GPS-paikannus	11
3.4 Paikannuslaite ja ohjelmistot	12
3.5 Työn suorittaminen	15
3.5.1 Kaapeleiden paikantaminen	17
3.5.2 Kaapeleiden paikkatietojen keruu	21
3.5.3 Kaapeleiden paikkatietojen käsittely ja dokumentointi	22
4 CASE MUHOS	23
5 JOHTOPÄÄTÖKST JA KEHITTÄMINEN	25
5.1 Kaapelipaikannus ongelmat isoilla ratapihoilla	25
5.2 Kehittäminen	26
LÄHTEET	31
LIITTEET	
LIITE 1. Suomen rataverkosto	33
LIITE 2. Suomen rataverkoston liikennepaikat	34
LIITE 3. Kaapelikartta Muhos länsipää	35
LIITE 4. Kaapelikartta Muhos itäpää	36

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

KUVIOT

KUVIO 1. Leikkaus Suomen rataverkosta vuoden 2013 alussa. (Liikennevirasto julkaisut 2015,28)	2
KUVIO 2. Leikkaus valtion rataverkon rautatieliikennepaikoista vuonna 2013. (Liikennevirasto julkaisut 2015,27)	3
KUVIO 3. Leikkaus Muhoksen ratapihan paperidokumentista	4
KUVIO 4. Maksimi- ja minimimenetelmät (Monni M. 1998, 172)	7
KUVIO 5. Vloc ML-Kaapelitutka tarvikkeineen (Kontram)	8
KUVIO 6. Radiotaajuuden aiheuttama signaali kaapelissa. (SebaKMT, 4.2.2.1)	9
KUVIO 7. Galvaaninen kytkentä. (SebaKMT, 4.1.2.1)	10
KUVIO 8. Pihtiantennikytkentä (Kontram)	10
KUVIO 9. Magneettikentän tuottaminen lähettimen avulla (Kontram)	11
KUVIO 10. GeoExplorer 6000 kämmenmikro	14
KUVIO 11. Leikkaus saamastamme paperiversiona olevasta karttadokumentista. Nykyisin laitetila ja pääkeskus sijaitsevat kuvassa näkyvän linkkikopin läheisyydessä	16
KUVIO 12. Nykyinen laitetila ja pääkeskus	17
KUVIO 13. Induktiivisen signaalin lähetys (Dynatel 2011, 3)	18
KUVIO 14. Pihtiantennin avulla kaapelin paikantaminen (Dynatel 2011, 4)	19
KUVIO 15. Haamusignaalin näkyminen (NaviTrackScout 2015, 148)	20
KUVIO 16. Vastaanotin kaapelinkohdalla samansuuntaisesti	20
KUVIO 17. Kaapelin paikantaminen (Kontram)	21
KUVIO 18. Laiturivalaistus Pathfinder näkyvässä	22
KUVIO 19. Leikkaus sähköisestä karttadokumentista	23
KUVIO 20. Leikkaus vanhasta paperidokumentista	24
KUVIO 21. ID-antennipallon tutkaus (Dynatel, 7)	27

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

KUVIO 22. Nykyinen kaapelijatkoksen merkintätapa	28
KUVIO 23. Kaapelikartan leikkaus	29
KUVIO 24. Kaapelikartan leikkaus	29

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty Liikenneviraston tilauksesta. Projekti toteutetaan opinnäytetyönä, ns. pilottihankkeena tilaajan kanssa sovittuna Muhoksen liikennepaikassa. Opinnäytetyömme lähtökohtana on tuottaa ajan tasalla oleva sähköinen dokumentti Muhoksen liikenneasemalta. Dokumentti sisältää tilaajan hallinnoimat maanalaiset kaapelit ja niihin liittyvät laitteet koordinaatistoon sidottuina. Kaapelipaikannuksessa käytettiin apuna olemassa olevia paperikarttadokumentteja.

Aihe-idean löysimme ollessamme kesällä 2013 ratasähköistystöissä. Nykyisellään kaapelien sijaintitiedot ovat pääosin paperi- tai muovitulosteita, osittain vanhentuneita sekä eri projekteista johtuen useammilla eri dokumenteilla.

Työmme tuloksena tilaaja sai kaapelikartan sähköisessä muodossa ja hyvän lähtökohdan liikennepaikkojen kaapelikartoituksen kehittämiseen. Työ on rajattu siten, että turvalaitejärjestelmä ei ole mukana. Toisessa pääluvussa käsittelemme kaapelidokumentoinnin nykyistä tilannetta ja sen kehittämistä. Tuomme esille myös, mitä puutteelliset dokumentoinnit aiheuttavat. Kolmannessa pääluvussa käsittelemme maanalaisten kaapeleiden paikantamista, sen toteuttamista sekä siinä käytettäviä laitteita ja ohjelmistoja. Pääluvussa neljä tuomme esille työn tuloksen ja sen asettamat erityisvaatimukset. Viimeisessä pääluvussa tuomme esille johtopäätöksiä ja näkemyksiämme, dokumentoinnin ja tietojenhallinnan kehittämiseksi.

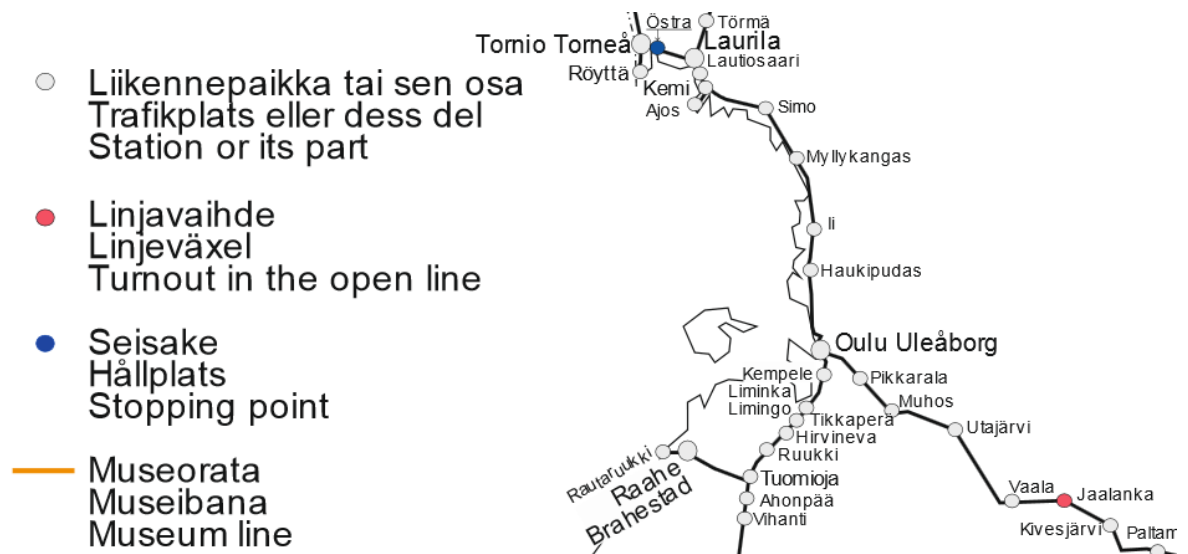
2 DOKUMENTAATIO

Suomen rataverkon ja sen sähköistyksen ylläpito, kehittäminen ja kunnossapito ovat Liikenneviraston vastuulla. Toiminnan tavoitteena on pitää nykyinen rataverkko liikenteen tarpeiden edellyttämässä kunnossa siten, että liikennöinti on turvallista ja liikenteenvälityskyvyltään tehokasta.

Liikennöidyn rataverkon pituus on 5 944 kilometriä, tästä 3 073 kilometriä on sähköistettyä rataosuutta. Kuviossa 1. on esitetty leikkaus Suomen rataverkosta. Koko Suomen rataverkko (LIITE 1). Kuviossa 2. on leikkaus Suomen rataverkolla sijaitsevista asemapaikoista. Koko Suomen asemapaikat (LIITE 2). Vuosittain kunnossapitoon käytetään noin 200 miljoonaa euroa. (Liikennevirasto 2014)



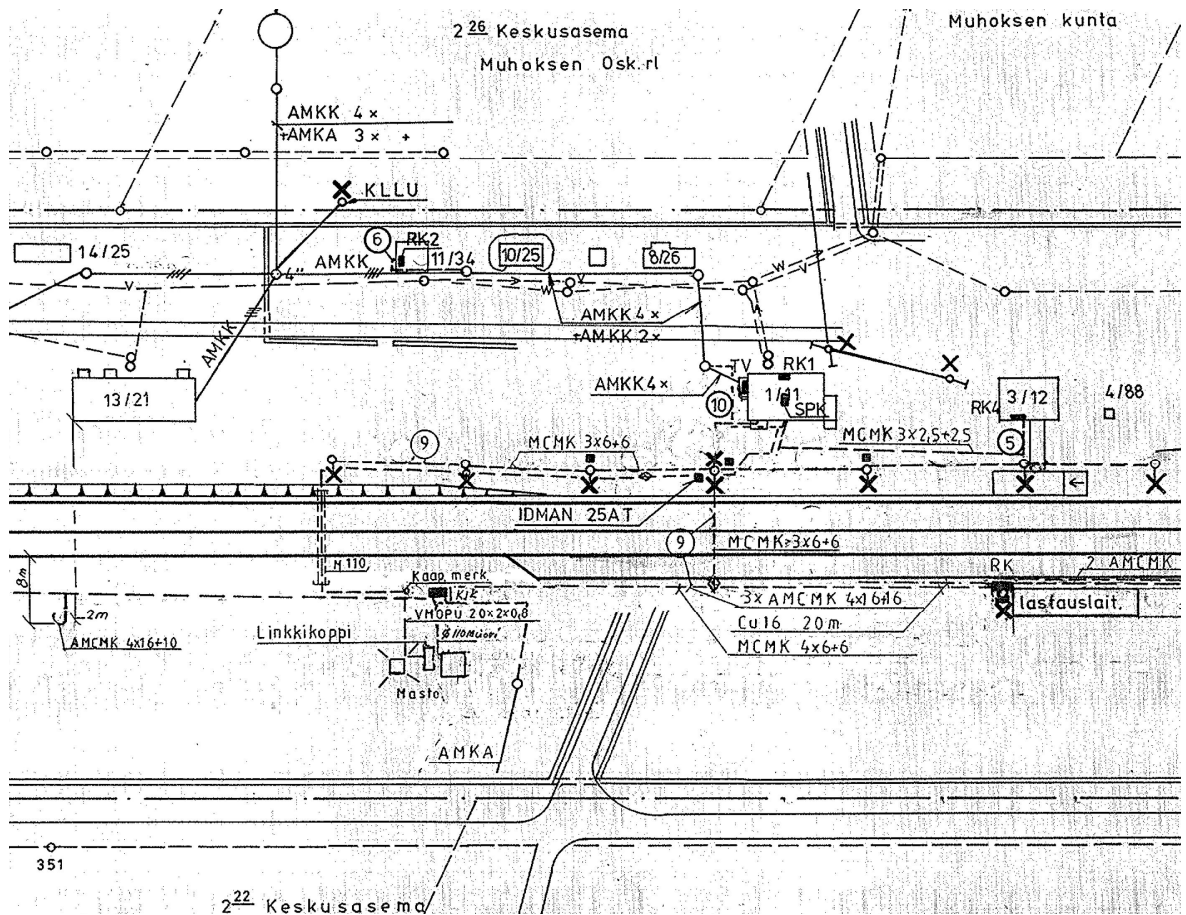
KUVIO 1. Leikkaus Suomen rataverkosta vuoden 2013 alussa. (Liikennevirasto julkaisut 2015,28)



KUVIO 2. Leikkaus valtion rataverkon rautatieliikennepaikoista vuonna 2013
(Liikennevirasto julkaisut 2015,27)

2.1 Nykyinen dokumentointi

Tilaajalla on ollut pidemmän aikaa tiedossa maanalaisten kaapeleiden heikko dokumentoinnin taso asemapaikoilta. Liikenneviraston omistamien kaapelien dokumentaatiot säilytetään VR Track Oy:n hallinnoimassa arkistossa Hyvinkäällä. Nykyisin kaapelien ja siihen liittyvien komponenttien sijaintitiedot ovat pääosin paperi- tai muovitulosteilla. Paperitulosteet ovat osittain ajan patinoimia. Useat kaapelien sijaintitiedot ovat vanhentuneita sekä hyvin puutteellisia, repaleisina useilla eri dokumenteilla. Kuvioista 3. näkyy leikkaus Muhoksen ratapihan paperidokumentista.



KUVIO 3. Leikkaus Muhoksen ratapihan paperidokumentista

2.2 Dokumentoinnin puutteellisuus

Puutteelliset kaapeleiden sijaintitiedot aiheuttavat vuosittain runsaasti lisäkustannuksia. Suunnittelutyöt ja eri projektien toteutukset hidastuvat ja vaikeutuvat. Kaapeleita vahingoittuu runsaasti eri projekteihin liittyvien kaivantojen yhteydessä, mikä johtuu niiden sijaintitietojen puutteellisuudesta. Vahingoittunut kaapeli voi aiheuttaa suuriakin turvallisuusriskejä rautatieliikenteeseen.

Kaapeleiden sijaintitietojen puutteellisuus aiheuttaa päänvaivaa myös kunnossapidon toimijoille. Kiireellisissä vianhakutilanteissa joudutaan turhaan etsimään vikakohtetta liian laajalta alueelta.

2.3 Dokumentoinnin kehittäminen

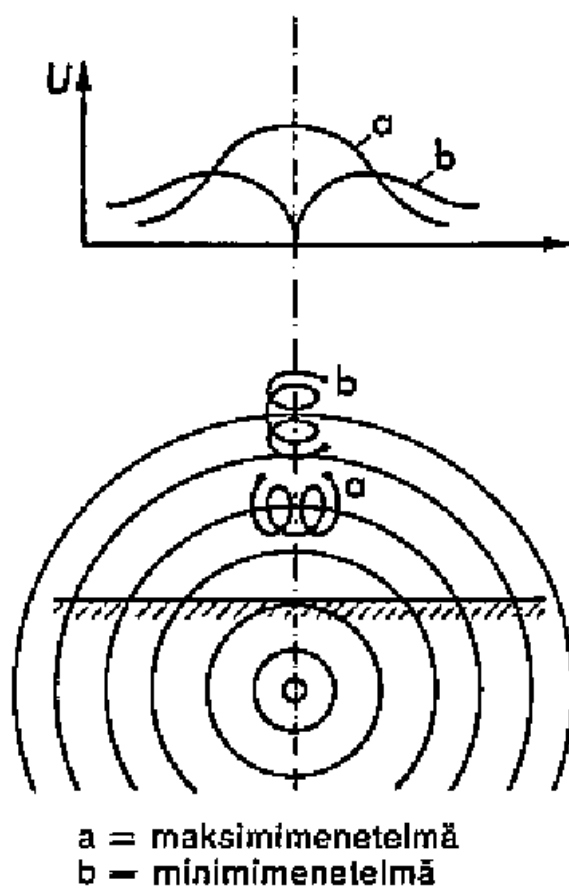
Lähtökohtana dokumentoinnin kehittämisessä on siirrytty nykyaikaiseen tietojen hallintaan. Tilaajan hallinnoimalla rataverkolla sijaitsevat kaapelit dokumentoidaan sähköiseen muotoon koordinaatistoon sidottuina. Tällä korvataan tiedoiltaan vanhentunut paperidokumentti. Formaattilla on saavutettavissa monia etuja, kuten dokumentaatioiden säilyttämisen, hallinnan ja päivittämisen helppous. Sähköinen dokumentointi edesauttaa koko rataverkon suunnitteluorganisaation toimintaa. Nykyinen tekniikka mahdollistaa 3D-suunnittelun ja laajempien kokonaisuuksien hallinnan eri tasoja käyttäen.

3 MAANALAISTEN KAAPELEIDEN PAIKANTAMINEN

3.1 Kaapeleiden paikantaminen tutkaamalla

Maanalaisia kaapeleita voidaan paikantaa tutkaamalla, käyttämällä joko passiivista tai aktiivista hakua. Passiivisessa haussa etsitään kohteesta signaalia, jotka ovat itsensä lähettämiä tai ympäristöstä kohteeseen heijastuvia.

Kaapeleiden tutkaus perustuu yleensä äänitaajuuslähettimen käyttöön. Lähettimellä syötetään kaapeliin esimerkiksi 850 hertsin vaihtovirta, joka synnyttää sähkömagneettisen kentän kaapelin ympärille. Kaapelia seurataan vastaanottimeen sijoitetun etsintäkelan avulla. Kelaan indusoituva jännite on riippuvainen kelan asennosta kaapeliin nähden. Jännite vahvistetaan ja osoitetaan sen optisella näytöllä. Menetelmävaihtoehtoja on kolme: voimakkaan signaalin, leveän huipun ja maksimi signaalin haku. Maksimimenetelmässä kelan ollessa kaapelin yläpuolella jännite on suurimmillaan, minimimenetelmässä kela on lähes jännitteetön kaapelin yläpuolella. Kuvio 4 esittää menetelmien eroja. Jännitteisen kaapelin etsintä perustuu etsintäkelan reagoimiseen magneettikenttään, joka syntyy jännitteisen kuormitetun kaapelin ympärille. (Monni M. 1998, 172.)



KUVIO 4. Maksimi- ja minimimenetelmät (Monni M. 1998, 172)

3.2 vLoc ML-kaapelitutka

vLoc ML-kaapelitutka on ns. yhdistelmälaite. Laite koostuu lähettimestä, vastaanottimesta ja tarvittavista johdoista. Laitteella voidaan paikantaa maanalaiset ID-antennipallot ja kaapelit. Kuviossa 5. nähdään kaapelinhakulaite tarvikkeineen.



KUVIO 5. vLoc ML-Kaapelitutka tarvikkeineen (Kontram)

Vastaanottimessa on valittavissa maanalaisen kaapelin paikantamiseen kolme vaihtoehtoa: passiivinen haku radiotaajuudella, passiivinen haku verkkotaajuudella, tai aktiivinen haku valinnaisella taajuudella. Lähetintä käytettäessä kytkentämahdollisuuksia on kolme: galvaaninen suora kytkentä, kytkentä pihtiantennia käyttäen tai induktiivinen kytkentä, jolloin hyödynnetään maanalaisen kaapelin konsentrista johdinta. (vLoc 2014, 15-17.)

3.2.1 Etsiminen passiivisella haulla

Ilman lähetintä maanalaisia kaapeleita voidaan hakea sekä 16-22kHz radiotaajuushaulla ja 50/60Hz verkkotaajuushaulla. Radiotaajuushaussa haettavat signaalit ovat ympäristöstä kaapeliin heijastuvia radioaaltoja (KUVIO 6.). Radiotaajuushaun ongelmana on pienten kaapeleiden huono heijastavuus. Vastaanotin ei

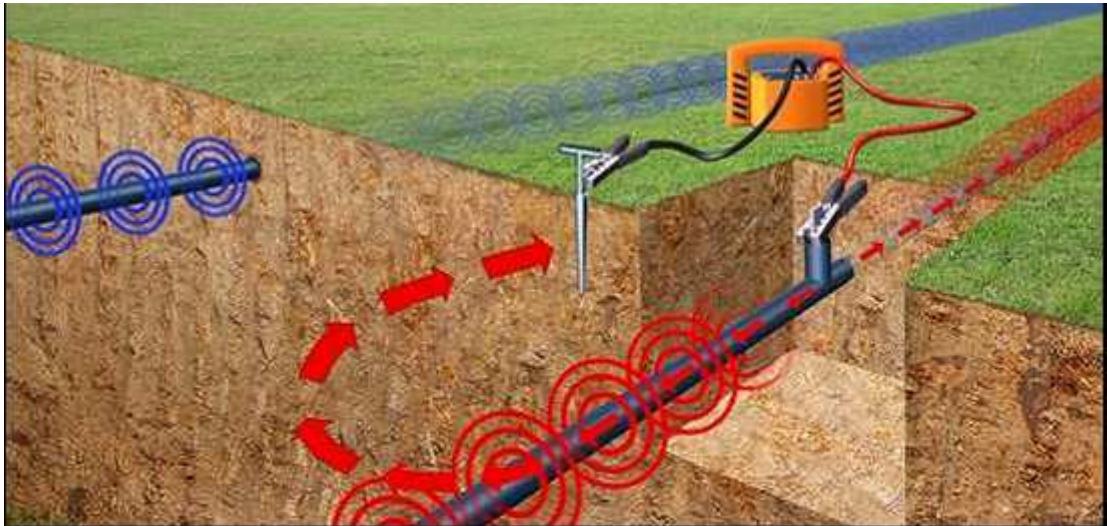
havaitse niiden signaalia. Verkkotaajuushaku perustuu kuormitetun taajuudeltaan 50Hz jännitteisen kaapelin virran synnyttämän magneettikentän havaitsemiseen. (vLoc 2014, 30.)



KUVIO 6. Radiotaajuuden aiheuttama signaali kaapelissa (SebaKMT, 4.2.2.1)

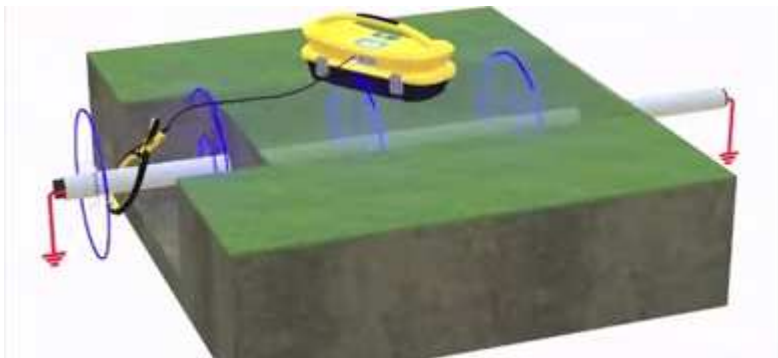
3.2.2 paikantaminen lähettimen avulla

Signaali voidaan lähettää kohteeseen kolmella eri tavalla. Tarkin tapa signaalin syöttämisessä haluttuun johtimeen on galvaanisen kytkennän käyttäminen. Lähettävä signaali tuotetaan suoraan kohteeseen, paluureittinä voidaan käyttää maapotentiaalia ja/tai toista johdinta (kuvio 7). Galvaaninen kytkentä soveltuu ainoastaan jännitteettömille kaapeleille. (SebaKMT, 15.)



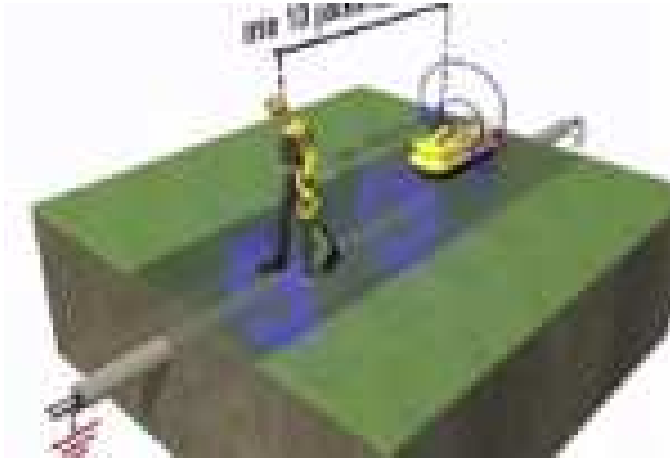
KUVIO 7. Galvaaninen kytkentä (SebaKMT, 4.1.2.1)

Toinen tapa on lähettää signaali pihtiantennikytkennällä. Pihdissä oleva antenni indusoi virtasignaalin, pihtisilmukassa olevaan kaapeliin (kuvio 8.).



KUVIO 8. Pihtiantennikytkentä (Kontram)

Kolmantena vaihtoehtona on induktiivinen kytkentä. Lähettimen sisällä alaosassa oleva antenni lähettää signaalin alapuolella oleviin kaapeleihin (KUVIO 9.).



KUVIO 9. Magneettikentän tuottaminen lähettimen avulla (Kontram)

3.3 GPS-paikannus

GNSS (Global Navigation Satellite System) tarjoaa tarkkaa paikannuspalvelua, joka perustuu maata kiertävien satelliittien lähettämien radiosignaalien rekisteröintiin maanpinnalla olevien vastaanottimien avulla. Niihin kuuluvat muun muassa seuraavat satelliittipaikannusjärjestelmät: USA:n GPS, Venäjän GLONASS, EU-maiden Galileo sekä kiinalainen Compass. Paikannussatelliitit lentävät yli 25000 kilometrin korkeudella ja nykyratkaisussa ne lähettävät samanaikaisesti kahdella eri taajuudella tarkkaan aikatietoon perustuvaa signaalia. Kun vastaanotin havaitsee saman aikaisesti usean satelliitin lähettämän signaalin, se pystyy laskemaan sijaintinsa signaalien kulkuajoista. (Ilmatieteenlaitos.)

Kaapelikartoitustyössä GNSS-paikannukseen käytettiin Geotrim Oy:ltä lainaksi saatuja laitteita ja ohjelmistoja. Käytössämme oli paikannuslaite Trimble GeoExplorer 6000 GeoXH kämmenmikro ja ohjelmistot Trimble Terrasync, GPS Pathfinder Office ja Windows Mobile Device Center.

3.4 Paikannuslaite ja ohjelmistot

Paikannuslaite

Paikannuslaite jota kartoitustyössä käytettiin oli GeoExplorer 6000 GeoXH kämmenmikro, jonka tarkkuus GeoXH senttimetri optiolla on 2cm. Tarkkuus oli saavutettavissa taso- ja korkeusmittauksessa. Paikannuslaitteen mukana oli säädettävä mittaussauva, jonka avulla paikka- ja korkeustieto saadaan mitattua tarkasti sauvan piikin osoittamasta mittauspisteestä.

Ohjelmistot

Paikkatiedonkeruuohjelmana Geoexplorer 6000:ssa oli TerraSync ohjelmisto. TerraSync on Trimblen kehittämä paikkatiedonkeruuohjelma. Tiedonsiirrossa kämmenmikron ja tietokoneen välillä oli internetistä ladattava Windows Mobile Device Center. Trimblen PathFinder Office-ohjelmaa käytettiin tietokoneella keruulistojen tekemisessä ja tiedonsiirrossa.

Geotrim Oy antoi käyttöömme kartoitustyössä tarvittavat Trimble laitteet, ohjelmistot ja lisenssit.

Trimle TerraSync-ohjelmisto

Terrasync-ohjelmisto oli valmiiksi asennettuna Trimble GeoExplorer 6000 GeoXH-kämmenmikroon. Ohjelmisto toimii sijainti-, ominaisuus- ja attribuuttitietojen keruussa. TerraSync tukee yleisempiä eri paikkatietojärjestelmiä ja suunnitteluohjelmia esimerkiksi AutoCAD, Microstation, ArcGIS ja MapInfo. (Geotrim, TerraSync.)

Trimle GPS Pathfinder Office

GPS Pathfinder Office on GNSS-jälkilaskentaohjelmisto. Se hyödyntää differentiaalikorjausteknologiaa ja luo paikkatietoa maastosta kerätyistä GNSS-tiedoista. GPS Pathfinder Office-ohjelman asensimme kannettaviin tietokoneisiin. (Mäenpää. S.)

GeoExplorer 6000 GeoXH

GeoExplorer 6000 GeoXH-kämmenmikroa käytetään paikkatietojen keruuseen. Sen tärkeimpiä ominaisuuksia ovat Trimble Floodlight-tekniikka, 3,5 G datamodeemivalmius, 5 megapikselin autofocus kamera ja ”lennossa vaihdettava akku” . Kuviossa 10. Nähtävissä GeoExplorer 6000 GeoXH-kämmenmikro ja säädettävä mittasauva. (Geotrim, GeoExplorer 6000.)



KUVIO 10. GeoExplorer 6000 kämmenmikro

Mobile Device Center

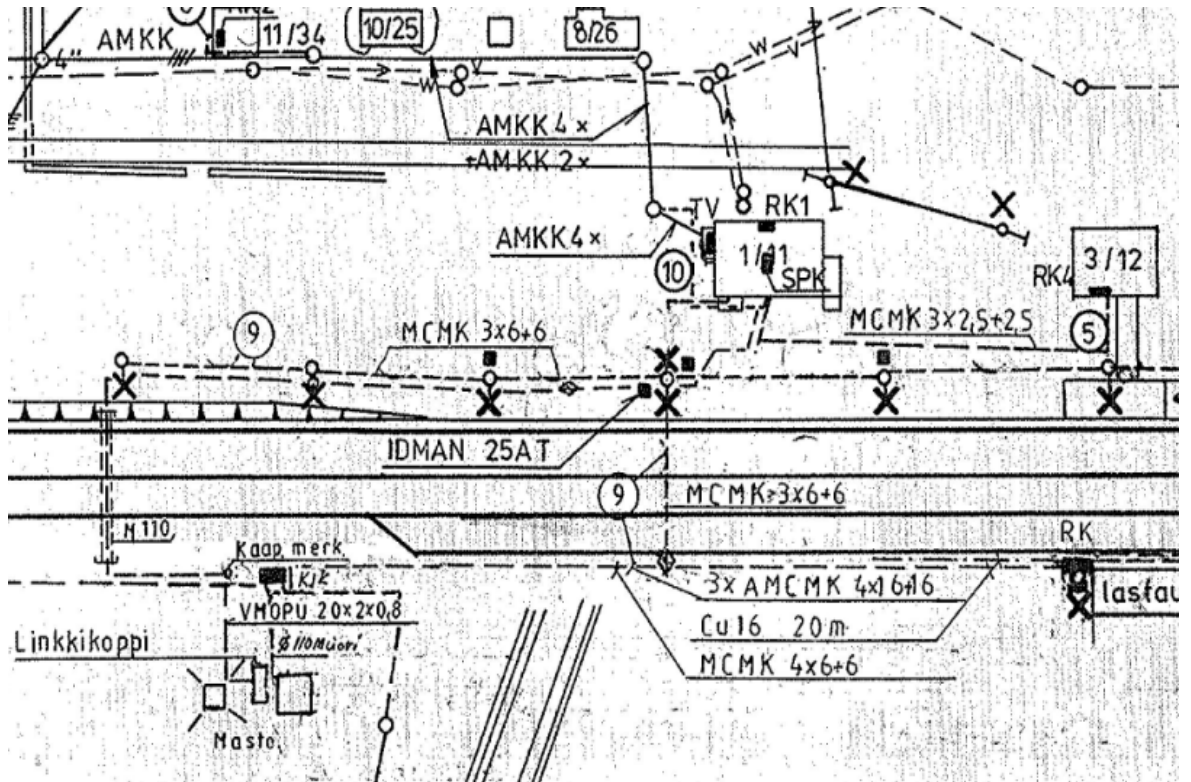
Windows Mobile Device Center-ohjelmiston avulla siirretään ja synkronoidaan tietoja kämmenmikron ja tietokoneen välillä. (Microsoft.)

CADS-planner-ohjelmisto

CADS Planner-ohjelma on tietokoneavusteinen sähkösuunnitteluohjelma. CADS Planner-ohjelma soveltuu laajasti sähkö- ja automaatioalan eri suunnitteluun ja dokumentointiin. Se sisältää työkalut, joilla voi suunnitella esimerkiksi tasokuvat, keskuslayoutit, piirikaaviot ja asemapiirroksset. (Kymdata.)

3.5 Työn suorittaminen

Muhoksen ratapihalla työn suorittaminen aloitettiin tutustumalla vanhaan paperiversiona olevaan kaapelikarttaan (KUVIO 11). Kaapelikarttaa verrattiin maastossa ratapiha-alueella olevista laitetilasta ja pääkeskuksesta (KUVIO 12) lähteviin kaapeleihin. Paperiversiosta huomasimme sen olevan vanhentunut tiedoiltaan.



KUVIO 11. Leikkaus saamastamme paperiversiona olevasta karttadokumentista. Nykyisin laittila ja pääkeskus sijaitsevat kuvassa näkyvän linkkikopin läheisyydessä

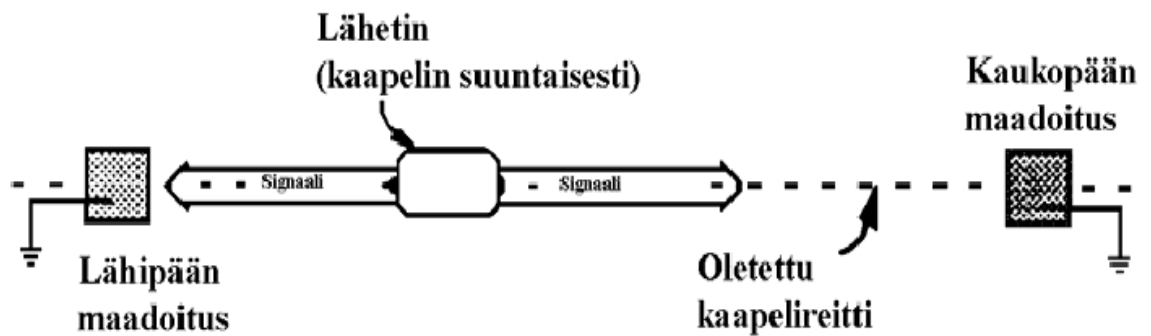


KUVIO 12. Nykyinen laitetilä ja pääkeskus

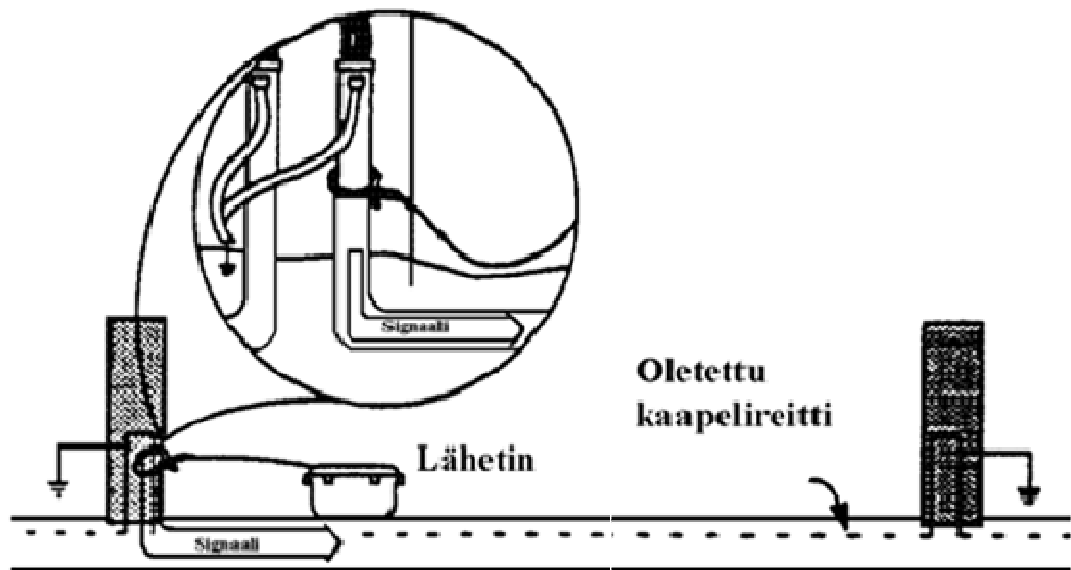
3.5.1 Kaapeleiden paikantaminen

Maanalaisten kaapeleiden paikantamisessa päädyimme käyttämään aktiivista hakutapaa. Paikantamisen yhteydessä merkkasimme kaapeleiden sijainnit maahan käyttäen useampia merkkäusvärejä. Merkkäusvärien käyttö selkeytti myöhempää paikkatietojen tallennusta. Moduloidun virtasignaalin johtamisessa kaapeliin emme voineet käyttää galvaanista kytkentää. Meillä ei ollut kytkennän edellyttämiä valtuuksia. Käytimme ensisijaisesti pihtiantennikytkentää. Kaikkien kaapeleiden päät eivät olleet näkyvillä tai ne olivat muuten sijoitukseltaan sellaisessa paikassa, jottei pihtiantennikytkennän käyttö ollut mahdollista.

Induktiivisellä kytkennällä (Kuvio 13.) päästiin hyviin lopputuloksiin tilanteessa, joissa kaapelit kulkivat suoraviivaisesti ja selkeitä reittejä pitkin, risteilemättä kohtuuttomasti muiden kaapeleiden ja maadoitusjohtimien kanssa. Myös silloin, kun paikannetun kaapelin osoitteesta ei ollut tietoa, induktiivinen kytkentä oli toimivin ja helpoin vaihtoehto. Induktiivista kytkentää paremmin haluttu kohde saatiin paikannettua pihtikytkennän avulla, jossa paikannettavaan kaapeliin oli laitettu pihtisilmukka lähettämään signaalia kaapeliin. (Kuvio 14.)

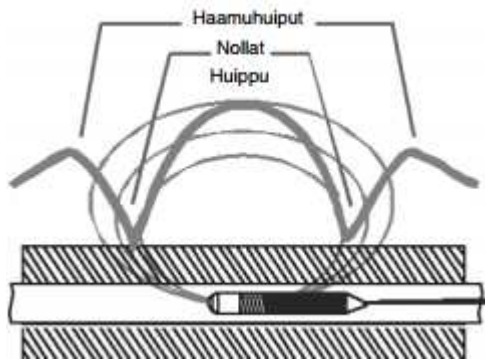


KUVIO 13. Induktiivisen signaalin lähetys (Dynatel 2011, 3)



KUVIO 14. Pihtiantennin avulla kaapelin paikantaminen (Dynatel 2011, 4)

Ratapiha-alueella signaali kulkeutuu yhteisen maadoituspotentiaalin kautta kaikkiin alueen virtapiireihin. Etsittävässä kaapelissa signaali ja lähetysvirran voimakkuus oli suurempi kuin muissa alueen johtimissa. Etsittävän kaapelin vierestä molemmilta puolilta löytyi "haamusignaali", Kuvion 15. esittämällä tavalla. Tämän signaalin näkymisen aiheuttaa, voimakkaan signaalin haussa vastaanottimen käyttämät kaksi tietyistä suunnista havaitsevaa antennia. Näissä signaaleissa voimakkuus oli jopa yhtä suuri kuin kaapelin kohdalla. Tämän signaalin erotimme oikeasta siltä puuttuvalta kaapelin syvyytiedolta.

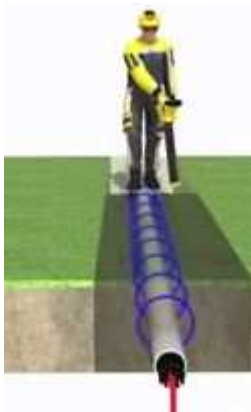


KUVIO 15. Haamusignaalin näkyminen (NaviTrackScout 2015, 148)

Kaapelitutkan näytöltä on havaittavissa, milloin kaapeli sijaitsee vastaanottimen alapuolella. Kompassi osoittaa tällöin kaapelin suunnan ja nuoliosoitimesta selviää mihin suuntaan on liikuttava. Vastaanottimen ollessa kaapelin kohdalla samansuuntaisesti signaali on suurimmillaan ja kompassin väri vaihtuu siniseksi (Kuvio 16). Signaalin lukuherkkyys pidetään sillä tasolla, jotta palkin kärki on koko hakuajan nähtävissä. Herkkyystason ollessa kohdallaan, kaapelin tarkka paikka saadaan liikuttamalla vastaanotinta hitaasti sivusuunnassa. (Kuvio 17).



KUVIO 16. Vastaanotin kaapelinkohdalla samansuuntaisesti



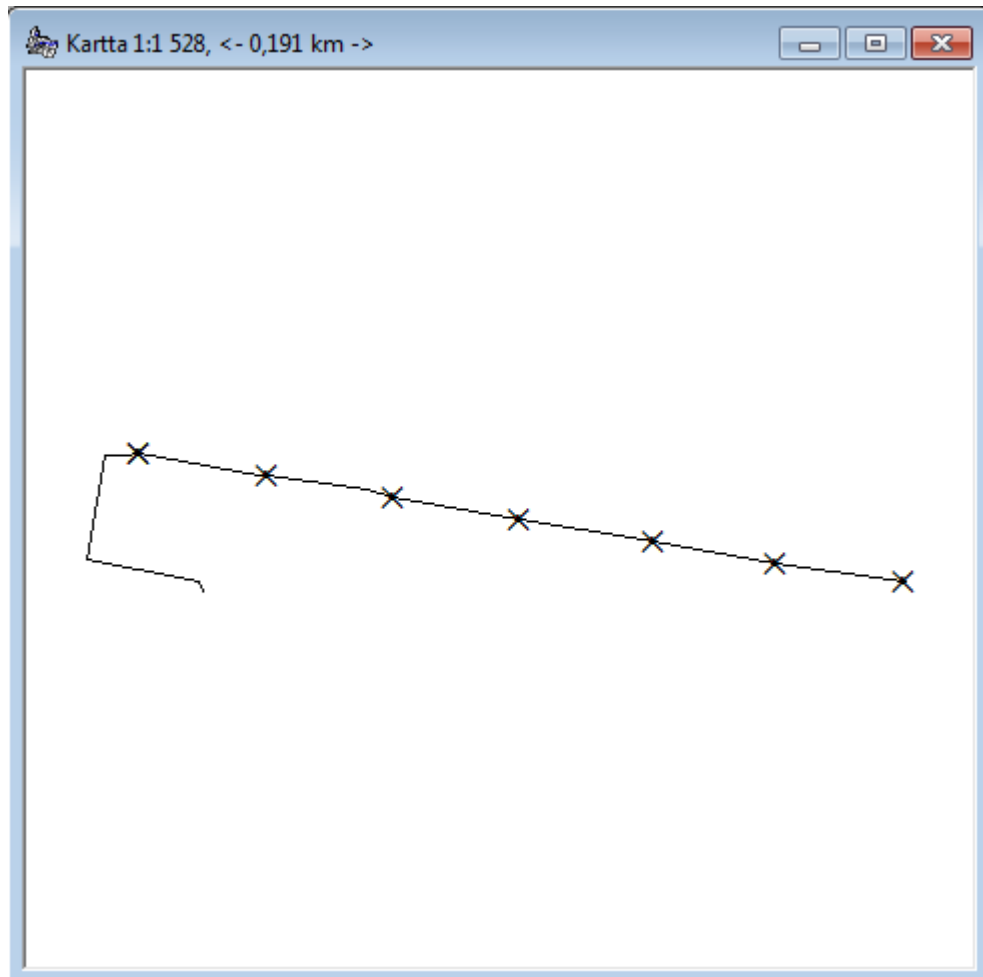
KUVIO 17. Kaapelin paikantaminen (Kontram)

3.5.2 Kaapeleiden paikkatietojen keruu

Kaapeleiden paikkatiedot kerättiin GeoExplorer 6000-kämmenmikroon. Kämmenmikroon olisi ollut mahdollista ladata taustakartta GPS Pathfinderin avulla, jolloin paikkatiedot olisivat tallentuneet suoraan karttapohjaan. Tätä ei kuitenkaan käytetty näytön pienuuden takia. Paikkatietojen siirto CADS-planner suunniteluohjelmassa avattuun karttapohjaan on suhteellisen vaivatonta. Kämmenmikrossa on kirjasto-editori, johon tallensimme jokaisen kaapelin reitin omana tiedostona. Jokaisen mittauspäivän lopuksi tallensimme paikkatiedot GPS Pathfinderiin tietokoneelle (Kuvio 18). Tällä varmistimme senttimetritietojen säilymisen. Tiedot säilyvät tarkkuuslaskettuina kämmenmikrossa maksimissaan viikon.

Käytimme keruussa jatkuvaa tallennusta taitepisteillä. Kaapeleiden tekemät mutkat tallensimme tarvittaessa taitepisteinä. Jatkovaa tallennusta käytimme mittauksessa, koska kaapelin reitti piirtyy tiedostoon, eikä jälkikäsitteilyä tarvitse suorittaa. Taitepisteiden avulla saatiin jyrkemmät mutkat tarkasti sidottua koordinaatistoon.

Kaapelireitillä sijaitsevat komponentit ja laitteet tallennettiin pistemäisen kohteen upottamisella. Tämä mahdollistaa mitattavan kohteen nimeämisen karttatiedostoon.



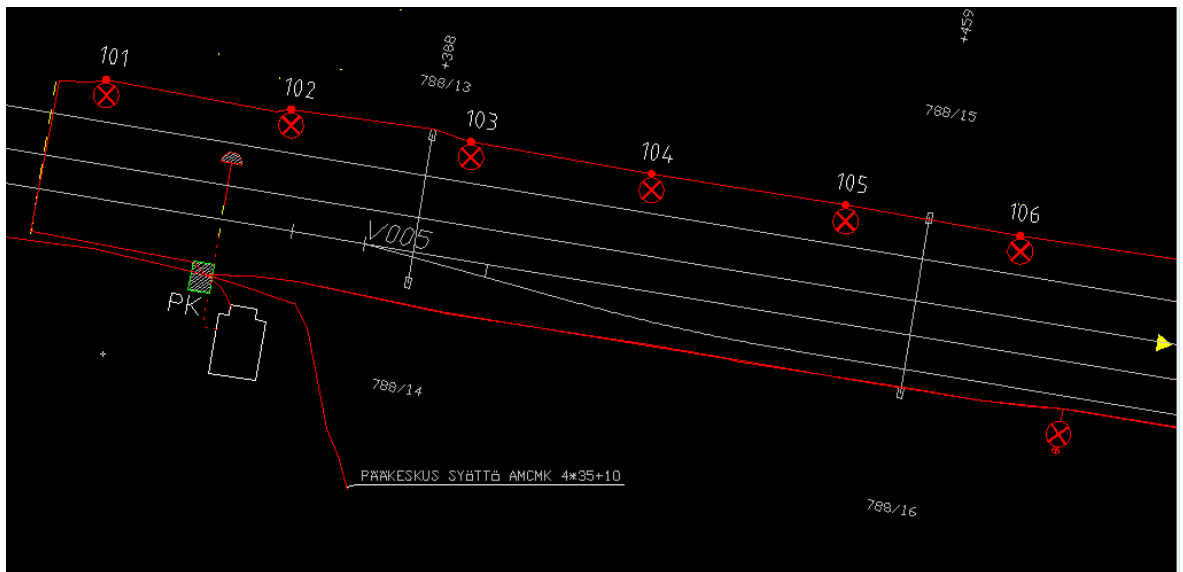
KUVIO 18. Laiturivalaistus Pathfinder näkymässä

3.5.3 Kaapeleiden paikkatietojen käsittely ja dokumentointi

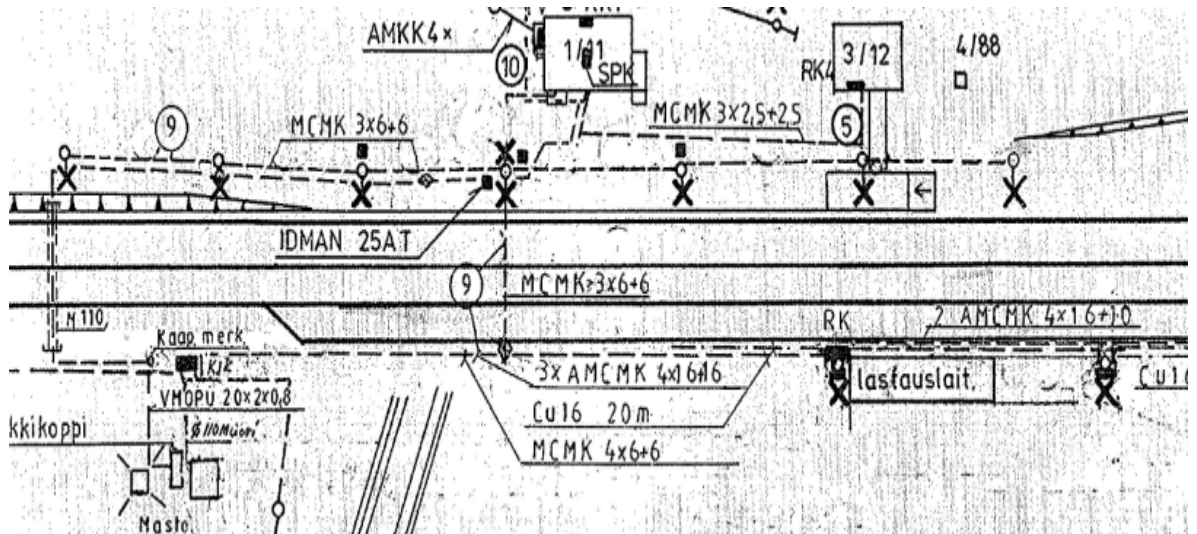
CADS Planner-ohjelmasta dokumentointiin käytettiin Electric Pro-tasopiirustukset sovellusta, josta suurin osa työssä tarvittavista piirrosmerkeistä oli käytettävissä.

4 CASE MUHOS

Työn tuloksena toimitimme tilaajalle sähköisessä muodossa olevan ajantasaisen kaapelikartan. Kaapelikartalla olevat kaapelit ja niihin liittyvät komponentit ovat paikkatiedoiltaan sidottuina KKJ-koordinaatistoon. Kaapelikartta sisältää myös kytkentäryhmien ryhmityskuvat kaapelitietoineen. Kuviossa 19 leikkaus tuottamamme sähköisestäkarttadokumentista, vertailuna Kuviossa 20 leikkaus vanhasta paperidokumentista samalta alueelta.



KUVIO 19. Leikkaus sähköisestäkarttadokumentista



KUVIO 20. Leikkaus vanhasta paperidokumentista

Työn maasto-osuuden toteuttamiseksi tarvitsimme turvamieskoulutuksen, jonka suoritimme Kokkolassa. Työn suorittamiseksi kävimme neuvotteluja maahan-
tuojiin kanssa saadaksemme tarvittavat uudenaikaiset laitteet ja ohjelmistot käyt-
töömme.

Oman haasteensa meille toi tuntemattomien laitteiden käytön opettelu, ilman sy-
ventävää käytön opastusta.

Paikkatietojen siirto-ohjelma GPS Pathfinder ei välttämättä ole yhteensopiva Win-
dows 8-version kanssa. Tämän johdosta päivitimme uusien tietokoneidemme
käyttöjärjestelmät vanhempaan Windows 7 versioon. (Mäenpää, S)

5 JOHTOPÄÄTÖKST JA KEHITTÄMINEN

Havainnointiemme perusteella kaapelikarttojen ajantasaistaminen olisi todella tarpeellista. Dokumentit ovat osittain hyvin vanhaa ja puutteellista tietoa. Esimerkiksi Oulun henkilöratapihalla oleva nykyinen kaapelikartta ja sen nousukaavio eroavat toisistaan. Lisäksi kumpikaan dokumentti ei ole ajan tasalla.

5.1 Kaapelinpaikannus ongelmat isoilla ratapihoilla

Isoilla ratapihoilla tutkaus on hyvin ongelmallista. Tähän vaikuttaa kaapelitutkan EMC-yhteensopivuus, kaikkien sähkökomponenttien ja virtapiirien liittyminen samaan maapotentiaaliin sekä galvaanisen liitännän käytön mahdollisuuden puuttuminen.

Kaapelitutka ei täytä tähän ympäristöön asetettuja EMC-vaatimuksia. Sähköra-
taympäristön sähkölaitteille on omat sähkömagneettiseen yhteensopivuuteen liit-
tyvät standardit. Isoilla ratapihoilla vallitsevat isot, monista eri kohteista säteilevät
magneettikentät. Sähkömagneettisia häiriöitä aiheuttavat esimerkiksi ajolangat,
raidevirtapiirit, junat ja seisovat junanvaunut. Voimakkaassa sähkömagneettisessa
ympäristössä kaapelitutkalla ei pysty osoittamaan kaapelin sijaintia. Vastaanotti-
messa oleva kaapelin suunnan osoitin pyörii ympäristön magneettikentän vaiku-
tuksesta. Tässä tilanteessa kaapelin kohdalta syvyystietojakaan ei ole luettavissa.

Ratapihoilla kiskomaadoitukset, ratapylväät ja kaikki sähkölaiteet, esimerkiksi
valaisinpylväät, keskukset, vaihdelämmitykset ja turvalaitteet, ovat samassa maa-
doituspotentiaalissa. Käytettäessä pihti tai induktiivista signaalin syöttötapaa sig-
naali leviää kaikkiin lähettyvillä oleviin kaapeleihin ja maadoituksiin. Tässä koros-

tuu galvaanisen liitännän puuttuminen, lukuisien risteävien johtimien vaikutuksesta paikannustarkkuus induktiivisella ja pihtikytkennällä on heikko.

5.2 Kehittäminen

Näkemyksemme kaapelidokumenttien kehittämisessä on, että kartoitustyöt tulisi aloittaa mahdollisimman pian. Ajantasainen tieto helpottaisi projektien suunnittelua ja toteutusta. Karttatietojen päivittäminen ja ylläpito on helpompaa, kun se on yhtenä sähköisenä dokumenttina. GeoExplorer 6000-kämmenmikrossa oleva datamodeemivalmius mahdollistaa sähköisten dokumenttien päivittämisen työmaolosuhteissa.

Kartoitukset voisi aloittaa pienemmiltä ratapihoilta sekä käynnissä olevissa projekteissa, koska niissä sähkömagneettiset häiriöt eivät ole kaapelitutkauksessa ongelmana. Suuremmilla ratapihoilla kartoituksen voisi suorittaa eri projektien yhteydessä jännitteettömässä tilassa. Tämä mahdollistaisi galvaanisen yhteyden käytön kaapelitutkaamisessa.

Karttatietoja luodessa kaapelilinjatietoihin olisi mahdollista sijoittaa syvyystiedot upotuspisteinä. Kaapelijatkosten, -alitusten ja muiden maanalaisten poikkeamien maastoon merkkamisessa esitämme käytettäväksi ID-antennipalloja. ID-antennipallot mahdollistavat yksilöllisen tiedon tallentamisen sen mikrosirulle. Koordinaatistoon sidotut antennipallot on helppo löytää kaapelitutkalla vuodensajasta riippumatta (Kuvio 21). Kuvio 22 on nähtävissä nykyinen kaapelijatkosten merkintätapa maastossa.

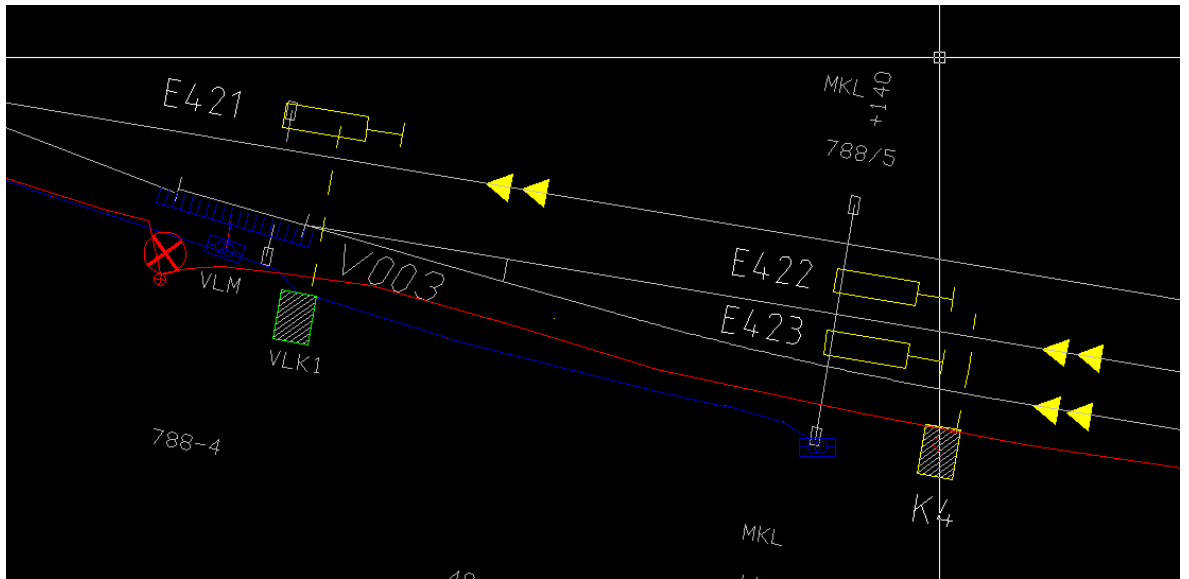


KUVIO 21. ID-antennipallon tutkaus (Dynatel, 7)

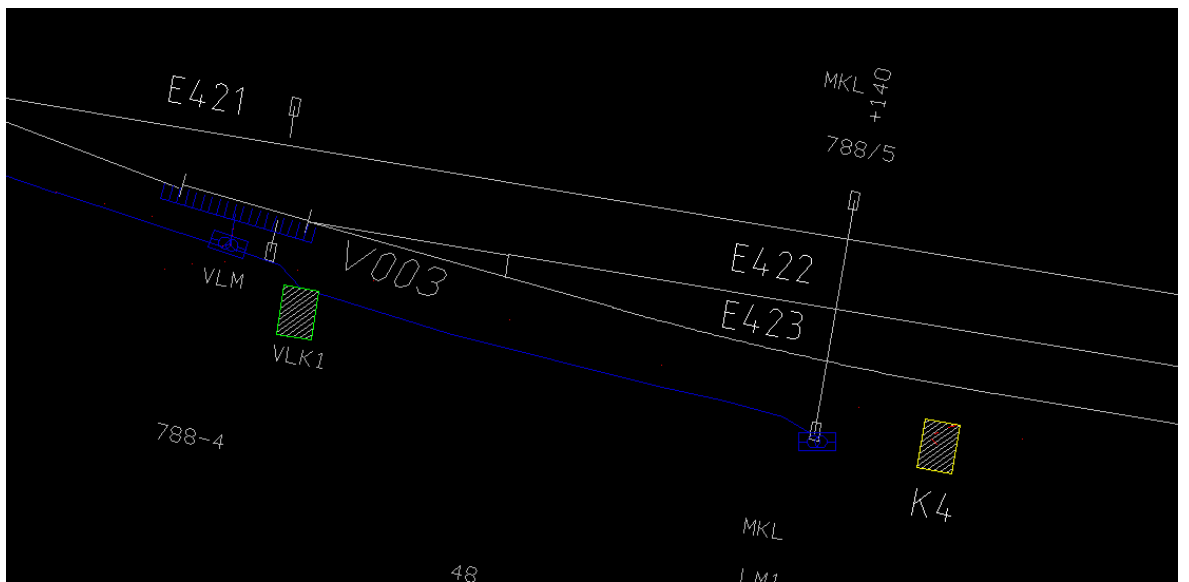


KUVIO 22. Nykyinen kaapelijatkoksen merkintätapa

CADS-suunnitteluohjelmaa voisi hyödyntää dokumentaatioiden määrän hallinnassa. Ratapihan kaikki kaapeloinnit ja niihin liittyvät komponentit voivat olla samalla dokumentilla eri tasoille määriteltynä. Tämän johdosta karttanäkymään on mahdollista valita tietty järjestelmä tai alueen kaikki kaapeloinnit komponentteineen. Kuviossa 23 nähtävissä kaapelikartan leikkaus, jossa eri järjestelmillä on omat tasot ja värit. Vaihteenlämmityksen osa-alue on nähtävissä Kuviossa 24, muiden tasojen ollessa sammutettuina.



KUVIO 23. Kaapelikartan leikkaus



KUVIO 24. Kaapelikartan leikkaus

Sähköisten dokumenttien säilyttäminen tulisi tapahtua pilvitallennuksessa. Tallennuspaikkana tämä on nykyaikainen ja kustannustehokas. Tallennuspaikka mahdollistaa arkistoon pääsyn nykyisellä tekniikalla paikasta ja ajasta riippumatta. Pilvitallenteiden haltija voi toimia dokumentaatioiden välittäjänä tai mahdollistaa toimijoiden suoran pääsyn arkistoon. Tallenteisiin pääsyyn on mahdollista luoda oikeuksia tarpeen mukaan, esimerkiksi määräajaksi ja rajoitettuun osaluokkaan.

Sähköisten paikkatietodokumenttien ajan tasalla pysyminen edellyttää kaikkien osapuolten sitoutumista. Projektisopimukseen tulee sisällyttää paikkatietodokumenttaation päivittäminen ajantasaiseksi muuttuvien tietojen osalta. Päivittämisessä paikkatiedot tulee sijoittaa KKJ-koordinaatistoon. Toiminta edellyttää toimijoiden osalta asianmukaisia laitteita ja niiden hallintaa. Tarvittaessa toimija ostaa palvelun kolmannelta osapuolelta.

LÄHTEET

Dynatel 2001, 3. Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.johtokartoitus.fi/Kuvat/2210eohje.pdf> Luettu 16.1.2015

Dynatel, 7. Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.sahkonumerot.fi/7402900/doc/brochure/> Luettu 13.3.2015

Geotrim. Tekniset tiedot. Www-dokumentti. Saatavissa:

https://login.trimble.com/cas/login?service=http%3a%2f%2ftrl.trimble.com%2fdocshare%2fssso_login%3flocation%3dhttp%253A%252F%252Ftrl.trimble.com%252Fdocushare%252Fdsweb%252FGet%252FDocument-251359%252F13278AC-FIN_TerraSync_DS_1013_LR.pdf%253Fgateway%253Dt Luettu 5.2.2015, Vaatii sisään kirjautumisen.

Geotrim. Tekniset tiedot. Www-dokumentti. Saatavissa:

http://trl.trimble.com/docushare/dsweb/Get/Document-605397/022501-285A-FIN_Geo%20Series%206000_DS_0212_MGIS_HRnc.pdf Luettu 5.5.2014

Ilmatieteen laitos. Satelliittipaikannus. Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://ilmatieteenlaitos.fi/satelliittipaikannus> Luettu 29.5.2014

Kontram. Videoleike. www-dokumentti. Saatavissa

<http://www.kontram.fi/tuotteet/kaapelinhakulaitteet-ja-kaapelin-tunnistus/>
Luettu 13.3.2015

Kymdata. CADs-planner. Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.cads.fi/fi/Tuotteet/Muut%20toimialat%20ja%20ohjelmistot/CADS/>
Luettu 1.2.2015

Liikennevirasto. Rautateiden verkkoselostus. Www-dokumentti. Saatavissa:

http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lv_2014-03_rautateiden_verkkoselostus_web.pdf
Luettu 10.2.2015

Microsoft. Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.microsoft.com/fi-fi/download/details.aspx?id=14> Luettu 7.5.2014

Monni, Markku. 1998. Sähkölaitosasennukset. Helsinki: EDITA.

Mäenpää, Sakari. Haastattelu. 16.6.2014

NaviTrackScout 2015,148. Www-dokumentti. Saatavissa:

http://manuals.seektech.com/files/manuals/scout_manual_euro_fi_finnish_537bcc3fa3ea9.pdf. Luettu 1.3.2015

SebaKMT. Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://tracerelectronicsllc.com/resources/Our-Brands/Metrotech/EasyLoc/EasyLoc-Manual-LR-web.pdf>. Luettu 15.1.2015

SebaKMT,4.1.2.1. Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://tracerelectronicsllc.com/resources/Our-Brands/Metrotech/EasyLoc/EasyLoc-Manual-LR-web.pdf>. Luettu 15.1.2015

SebaKMT,4.2.2.1. Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://tracerelectronicsllc.com/resources/Our-Brands/Metrotech/EasyLoc/EasyLoc-Manual-LR-web.pdf>. Luettu 15.1.2015

Vivax-Metrotech. Käyttöohje vLoc Pro2. Paperidokumentti

