



Infrakitin hyödyntäminen NRC Group Finland Oy:n projek- teissa

Heli Dorn

OPINNÄYTETYÖ
Marraskuu 2021

Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma
Sähkövoimatekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma
Sähkövoimatekniikka

DORN, HELI:
Infrakitin hyödyntäminen NRC Group Finland Oy:n projekteissa

Opinnäytetyö 44 sivua, joista liitteitä 8 sivua
Marraskuu 2021

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi NRC Group Finland Oy. Opinnäytetyön tarkoituksena on löytää ratkaisuja Infrakitin monipuoliseen käyttöön sähkörakentamisen projekteilla, luoda step by step -ohje Infrakit-sovelluksen käytöstä ja selvittää ohjelmiston käytön kustannustehokkuus. Infrakit on monipuolisessa käytössä ratarakentamisen ja raitiotierakentamisen hankkeissa, jolloin sitä voitaisiin hyödyntää enemmän myös sähkörakentamisessa.

Työssä perehdytään ohjelmiston tuomiin työskentelytapojen muutoksiin kokemusperäisen tiedon avulla ja lasketaan käytöstä aiheutuvat lisäkustannukset pelkät ohjelmistolisenssit huomioiden. Aiheutuvat kustannukset lasketaan kolmella erilaisella toimintatavalla, huomioiden tapojen hyödyt ja haitat.

Työn tuloksena todetaan, että ohjelmiston käytöstä olisi hyötyä projekteilla, mutta ohjelmisto ei tarjoa riittävästi lisäominaisuuksia työn tuottavuuden parantamiseksi. Lisenssien kustannukset ovat liian suuret, minkä vuoksi sitä ei tällä hetkellä ole kannattavaa ottaa käyttöön. Merkittävä rooli ohjelmiston laajemmalla käytöllä on Väylällä, mikäli he ottavat sen myös käyttöön ja ohjelmistoa on mahdollista käyttää luovutusdokumentaation palautuskanavana.

Selvitystyötä Infrakitin ominaisuuksista on edelleen jatkettava ja eri projekteilla saatujen käyttökokemusten jakamista laajennettava, jotta ohjelmisto saadaan tunnetuksi koko organisaatiossa. Tämän jälkeen ohjelmaa voidaan harkita käyttöön, mikäli lisensseistä voidaan neuvotella, esimerkiksi yhdistelmälisenssi useammalle asentajalle.

Asiasanat: rautatiet, sähkörakentaminen, kartoitus, kehittäminen

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Degree Program in Electrical and Automation Engineering
Electrical Engineering

DORN, HELI:
Exploitation of Infrakit in NRC Group Finland projects

Bachelor's thesis 44 pages, appendices 8 pages
November 2021

The thesis was commissioned by NRC Group Finland Oy. The purpose of this thesis was to find solutions to Infrakit's versatile use in electrical construction projects, by creating step by step instructions on how to use the Infrakit application and to determine the cost-effectiveness of the usage of Infrakit -software. Infrakit is already in a versatile use in railway and tramway construction projects. Which indicates that Infrakit could also be utilized more in electrical construction projects.

The thesis discusses changes of work methods caused by the Infrakit-software. These changes have been observed through empirical methods. Calculations of license fees for using the Infrakit software were also elaborated in this work. The costs incurred are calculated using three different approaches, considering the advantages and disadvantages of each method.

As a result of this thesis shows that the use of the software would be useful for projects, if it provides enough additional features to improve work productivity. The cost of licenses is too high and therefore it is currently not profitable to introduce it.

Research on the capabilities of Infrakits for electrical construction projects must continue and sharing of user experiences from various projects should be encouraged to make the software known throughout the organization. After thorough research, the use of Infrakit-software is recommended if the licenses can be negotiated, for example, to have a combined license for several users.

Key words: railway, electrical construction, mapping, development

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	INFRAKIT	7
	2.1 Yleistä Infrakitistä	7
	2.2 Laitteet	9
	2.3 Lisenssit	12
3	KARTOITUS	14
4	INFRAKIT SÄHKÖRAKENTAMISEN PROJEKTEILLA.....	19
	4.1 Toimintatapojen muutokset Infrakitin myötä.....	19
	4.2 Sovelluksen käyttöohjeet	21
5	KUSTANNUKSET.....	23
	5.1 Entinen malli	24
	5.2 Kehittynyt malli.....	25
	5.2.1 Tampere – Seinäjoki turvalaitteiden uusiminen	25
	5.2.2 Pori – Mäntyluoto – Tahkoluoto varoituslaitosten uusinta... 27	
	5.3 Ideaali malli	28
	5.3.1 Tampere – Seinäjoki turvalaitteiden uusiminen	28
	5.3.2 Pori – Mäntyluoto – Tahkoluoto varoituslaitosten uusinta... 29	
6	VÄYLÄN OHJEET JA VAATIMUKSET	31
7	YHTEENVETO	33
	LÄHTEET.....	35
	LIITTEET	37
	Liite 1. Kartoituspisteet.....	37
	Liite 2. Tampere – Seinäjoki, Kaapelireittien tyyppikuva.....	44

LYHENTEET JA TERMIT

RVP	raidevirtapiiri
VL	vaihteenlämmitin
KP	keskipiste
tarkemittaus	mittaamalla todennettu kohde
tj	työnjohtaja
as	asentaja
TASE	Tampere – Seinäjoki turvalaitteiden uusiminen
Pri – Mn – Tko	Pori - Mäntyluoto – Tahkoluoto varoituslaitosten uusinta

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on selvittää projektinhallintaohjelmiston Infrakitin ominaisuuksia tarkemmin ja niiden hyödyntämistä sähkörakentamisen projekteilla. Ominaisuuksia tarkastellaan tutustumalla ohjelmistoon, käymällä läpi aiemmin yrityksessä olleen tietomallioperaattorin Sami Jaakkolan esityksiä ja kyselemällä kokemuksia Infrakitin käyttäjiltä.

Työssä tarkastellaan myös Infrakit -lisensseistä aiheutuvia kustannuksia ja sitä, ovatko projektit valmiita ottamaan sellaiset lisäkustannukset vastaan, jos ohjelmisto tulee projektinhallintaan käyttöön. Pohjatiedoksi esitellään Infrakit -ohjelmistoa, kartoitusta ja yhteensopivia laitteita ja laitteistoa. Kartoittaminen on tärkein Infrakitin mahdollistava ominaisuus sähkörakentamiselle jo tällä hetkellä, joten kartoituksen tekemisestä luotiin myös tämän opinnäytetyön ohella ohjeet. Ohjetta ei liitetä työhön, vaan käydään esimerkkiluontoisesti läpi.

Opinnäytetyön toimeksiantajana on norjalaisen NRC Groupin suomalainen tytäryhtiö, NRC Group Finland Oy. Yhtiö on tunnettu aiemmin nimellä VR Track, mutta vuonna 2019 toteutui yrityskauppa liiketoiminnan myynnistä NRC Groupille.

NRC Group on Pohjoismaiden johtava raideinfra-alan toimija, joka työllistää yhteensä noin 2000 ammattilaista. Suomessa heistä työskentelee noin 1000. Koko konsernin liikevaihto on noin 635 milj. euroa. Yrityksen tavoitteena on olla tulevaisuuden infra-alan halutuin työnantaja ja yhteistyökumppani. Suomessa NRC Group on yli 150 vuoden kokemuksella maan suurin rauta- ja raitiotierakentaja ja yksi suurimmista radan kunnossapitäjistä. (NRC Group Finland, Yritys. 2021.)

2 INFRAKIT

Infrakit on pilvessä toimiva karttapohjainen projektinhallintaohjelmisto, jota voidaan käyttää toimistossa tietokoneella selaimen kautta tai maastossa tableteille ja matkapuhelimille asennetun sovelluksen kautta.



KUVA 1. Infrakit -logo. https://infrakit.com/wp-content/uploads/2018/09/Infrakit_Logo_FullColor_DarkText_RGB.png

Infrakit Group Oy on perustettu vuonna 2016 ja sen kotipaikkana toimii Helsinki. Työntekijöitä 12/2020 päättyneellä tilikaudella yhtiöllä oli 17 ja toimitusjohtajana toimii Teemu Kivimäki (Finder, Infrakit Group Oy). Tätä ennen yhtiö toimi Infrakit Oy nimisenä toimijana, mutta vuoden 2016 yrityskauppojen myötä myös nimi muutettiin (Kivimäki, T. 2016).

2.1 Yleistä Infrakitistä

Infrakitin avulla voidaan seurata projektin edistymistä reaaliajassa ja tieto voidaan jakaa esimerkiksi suoraan tilaajalle ja suunnittelijoille. Infrakit mainostaa sivuillaan, että tällaisen innovatiivisen lähestymistavan ansiosta projektit valmistuvat nopeammin, laatu on parempaa ja hankkeella tapahtuu vähemmän virheitä, jotka kaikki osaltaan kulmineituvat suuriin säästöihin rakennuskuluissa. (InfraKit.com, Infrakit-tuote.)

Infrakittiin luodaan jokainen projekti erikseen. Luonti vaiheessa muodostetaan suunniteltu kansiorakenne suunnitelmille, mittausdatalle, kuville ja loppudokumentaatiolle. Suunnitelmat viedään ohjelmistoon pohjatiedoiksi, jonka perusteella maastossa rakennetaan. Tärkeää on muistaa päivittää myös uudet suunnitelmät.

nitelmat Infakittiin heti, jos niihin tulee muutoksia, jotta tieto välittyy myös maastoon. Ohjelmistoon lisätään myös koodiluettelo, jotta rakenteiden ja komponenttien kartoitus onnistuu maastossa. Projektiansioihin voidaan viedä kaikkia tarvittavia dokumentteja eri formaateissa ja kaikki niistä ovat sieltä katseltavissa ja ulosladattavissa niin mobiililaitteella kuin tietokoneella. Järjestelmän suurin hyöty on siinä, että aineistoja voidaan esittää karttapohjalla niiden oikeassa sijainnissa, esimerkiksi kaapin kaapeliharava tai kytkentäkuva voidaan liittää kaapin kohdalle. Karttapohjalle saadaan näkymään eri formaateissa olevia aineistoja, jotka sisältävät koordinaattitietoa. Karttapohjalla näkyvä aineisto voi olla taustakarttana (.dxf), pisteinä (.gt, .geo), taiteviivoina (.xml) tai pintoina (.xml, .dxf) (Hautala, J. 2019 s. 28). Kaikki taustakartta aineisto nimensä mukaisesti näkyy ohjelmistossa taustalla. Pistemäiset tiedot, taiteviivat ja pintamallit ovat objekteja, joille voi antaa jonkin verran ominaisuustietoja ja niihin pääsee myös maastossa ”tarttumaan kiinni” sekä voidaan mitata mittalaitteen avulla tarkasti paikoilleen (Hautala, J. 2019, s. 29).

Työmaalla Infrakittiä käytettäessä on suositeltavaa liittää puhelimeen tai tablettiin erillinen GPS-mittalaite, jolloin oma sijaintitarkkuus saadaan tarkennettua jopa senttimetrien luokkaan. Ilman erillistä mittalaitetta Infrakit paikantaa henkilön kartalle käytössä olevan puhelimen tai tabletin sisäisen GPS-tarkkuuden mukaan, jolloin liikutaan metrien tarkkuusluokassa. Ulkoisen vastaanottimen liittämistä puhelimeen tai tablettiin suositellaan erityisesti silloin, kun maastossa tarkastetaan tai mitataan työn kohteita. Laitteiden liittäminen toisiinsa onnistuu helposti Bluetooth-yhteyden avulla.

Tässä lista ulkoisista mittalaitteista, jotka toimivat Infrakitin kanssa:

- Javad Triumph-2
- Leica GS14
- Trimble R10
- CHC i80
- Altus NR2
- SatLab SLC
- Hemisphere S321 GNSS
- Spectra Precision Mobile Mapper GNSS
- Topcon GR3 and GR5

(Infrakit käyttöopas-v1.09, sivut 59,60.)

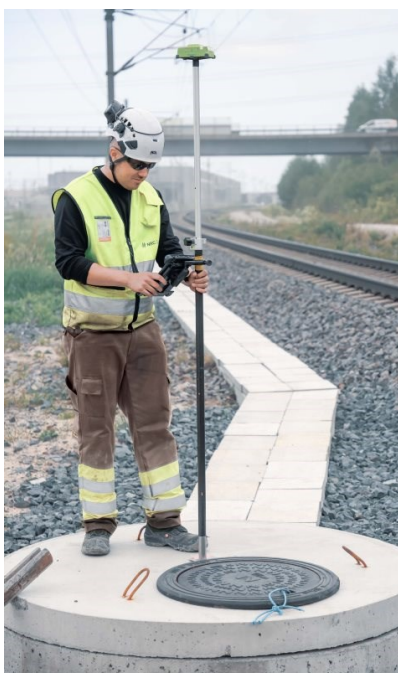
Mittalaitteet suurimmalta osin perustuvat satelliittipaikannukseen. Tällä hetkellä käytössä olevia satelliittijärjestelmiä ovat GPS (Amerikkalainen järjestelmä), Glonass (Venäläinen), Beidou (Kiinalainen), Galileo (Eurooppalainen) ja GNSS eli kaksi tai useampia järjestelmiä yhdessä (Jaakkola, S. Tietomallipohjainen rakentaminen). Satelliiteistä saatavalla sijaintitiedolla päästään muutaman metrin tarkkuuteen. Tarkempaan reaaliaikaisempaan sijaintitietoon tarvitaan korjausdataa maanpäällisestä tukiasemasta eli RTK- mittauksella (Real Time Kinematic). Jokaiselle mittalaitteelle määritellään myös RTK-korjaussignaali.

Infrakit-pilvipalvelun käyttö on lisääntynyt koko ajan ja ympäri maailmaa erityisesti maanrakennusalan urakoitsijoiden keskuudessa. Tähän toimintaan se sopii kaiken parhaiten, sillä palveluun voi lisätä myös käytössä olevia kaivinkoneita, joiden kaivuusyvyyttä seurataan helposti tämän avulla. Suomessa maanrakennusalan urakoitsijoista Infrakittiä käyttää tällä hetkellä ainakin YIT Oy, NRC Group Finland Oy, Destia Oy, Kreate, Finnmap Infra Oy ja Skanska Oy. Infrakit saa kiitosta projekteilta, jotka toimivat allianssimallilla eli toteutustapa, jossa tilaajat, suunnittelijat ja urakoitsijat muodostavat yhteisen organisaation. Raide-Jokeri ja Tampereen raitiotie ovat esimerkkejä allianssista, jossa Infrakit on suuressa roolissa. (Infrakit.com, Referenssit.) Tampereen raitiotien hankkeessa mittauksista vastaava Teppo Viinikka NRC Groupista kertoo Infrakitin toimivan myös projektin luovutustyökaluna eli kaikki luovutusmateriaali koostetaan omiin kansioihin ja luovutetaan tilaajalle. Materiaalit käydään yhdessä läpi tilaajan kanssa. Raitiotieallianssi käyttää Infrakittiä jo toisen kehitysvaiheen työkaluna, johon kerätään suunnittelulle lähtötietoja ja ratalinjauksen vaihtoehtoja. (Infrakit.com, Tampereen raitiotie. 2019.)

2.2 Laitteet

Infrakit sovellus toimii mobiililaitteilla ja tietokoneella selaimen kautta. Puhelimiin ja tabletteihin on mahdollista ladata myös oma sovellus, joka helpottaa käyttöä maastossa. Sovelluksen voi ladata ilmaiseksi sovelluskaupasta, mutta käyttäjätunnukset ovat kuukausittain velotettavia. NRC:n kokoamissa laitteistoissa tablettiksi on hankittu Samsung Galaxy Tab Active3, koska sen IP68-luokitus veden-

ja pölynkestävyyden osalta varmistaa työn sujuvuuden myös kosteissa ja pölyisissä olosuhteissa. Tabletti kiinnitetään GPS-sauvaan erillishankintoina tehtävillä osilla, jotta sen käyttö on sujuvaa myös maastossa. Kartoitusta varten tarvitaan GPS-sauva, johon tabletti ja GNSS-antenni kiinnitetään. Sauva on materiaaliltaan hiilikuitu/alumiinia ja sen on hyvä olla säädettävä, jotta erilaisissa kohteissa saadaan korkeutta säädettyä, mikäli riittävän tarkkaa signaalia ei saa maaston esteiden vuoksi alhaalta. Sauvassa on myös libelli eli vesivaaka, jonka avulla sauvan saa kohtisuoraan pistettä vasten ja pisteen koordinaatit saadaan juuri oikein. Sauvaan kiinnitetään GNSS-antenni ulkoiseksi mittalaitteeksi, jonka avulla saadaan tarkka sijainti. Antenneja on saatavilla erilaisia, mutta valinnassa täytyy huomioida InfraKit:n ilmoittamat ulkoiset mittalaitteet, jotka varmasti toimivat ohjelman kanssa. NRC:llä on käytössä Javad Triumph-2 -antenneja mittalaitteissaan. Javad Triumph-2 on 700 gramman painoinen GNSS RTK laite, joka sisältää GPS+GLO vastaanottimen, sisäänrakennetun geodeettisen antennin, 2 GB datamuistia ja 20 tunnin akut. (Navdata, Javad Triumph-2). Kokonaisuus Infrakit-tikusta näkyy kuvassa 2.



KUVA 2. Infrakit-sauva koottuna

Koko kartoitustikun komponentit ovat koottuna alla olevaan taulukkoon (TAULUKKO 1). Samasta taulukosta löytyy tämänhetkiset arviot hinnoista kyseisille komponenteille, joita tarvitaan tikun kokoamiseen.

TAULUKKO 1. Kartoitustikun komponentit

Komponentti	Kuva	Lisätiedot	Hinta
Samsung Galaxy Tab Active3			549,90 €
(Verkkokauppa.com, Samsung Galaxy Tab Active3.)			
Yoke kiinnike		Kiinnike putkille, joiden halkaisija d: 15,8mm-31,75mm	42,99 €
(Yepnet, RAM komponentit. Yoke kiinnike.)			
Kiinnitysvarsi		Pituus: 94 mm	24,99 €
(Yepnet, RAM komponentit. Kiinnitysvarsi 94 mm.)			
Tablettipidike			44,99 €
(Yepnet, RAM MOUNTS telineet. RAM Tab-Tlte pidike.)			
Soikea pohja			14,99 €
(Yepnet, RAM komponentit. Soikea pohja.)			
GPS-sauva G 25		Pituus: 136-245 cm Paino: 1,1 kg	n. 150 €
(Ingeo, Prisma ja GPS-sauvat. GPS-sauva G 25.)			
Javad Triumph-2		Paino: 700 g	n. 4700 €
(Navdata, Javas Triumph-2.)			

Kokonaisuudessaan laitteen hinnaksi tulee siis noin 5530 €. Kasattuna laitteisto on helppo liikuttaa maastossa eikä kokonaispainokaan nouse liian korkeaksi.

2.3 Lisenssit

Infrakitissä on mahdollista valita viisi erilaista lisenssityyppiä, joita ovat Basic, Basic+, Pro, Link ja Truck. Lisenssien ominaisuudet eroavat hieman toisistaan ja sopivin tulee valita käyttötarkoituksen mukaan. Alla olevaan taulukkoon 2 on koottu lisenssityypit ja eritelty niiden ominaisuudet.

TAULUKKO 2. Infrakit lisenssityypit ja niiden ominaisuudet (Infrakit-käyttöopas – v1.09)

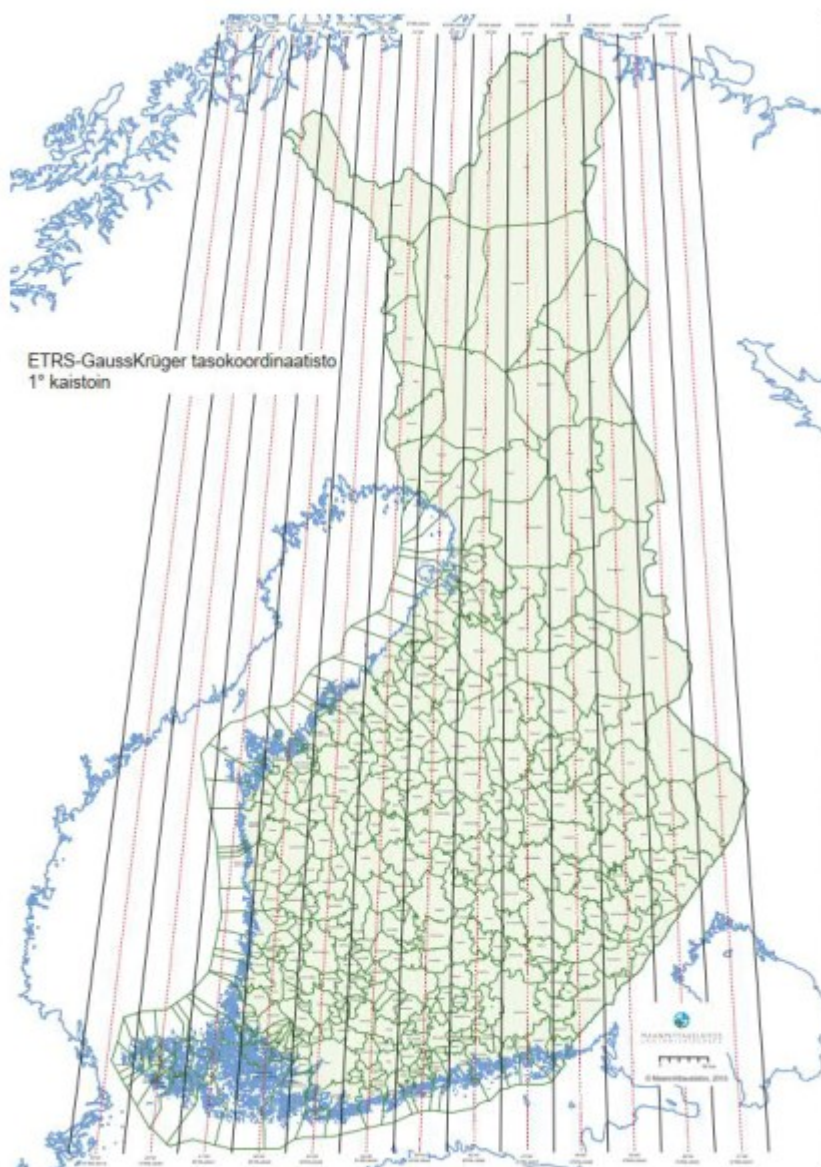
	BASIC	BASIC+	PRO	LINK	TRUCK
Karttapohjainen tiedonhallinta	■	■	■		
Toteumatiedon hallinta		■	■		
Toteumatiedon käyttö kartalla, poikkileikkauksissa ja mobiilissa		■	■		
Koneiden hallinta			■		
Truck hallinta			■		
Massalaskenta ja aikataulu			■		
Kuljettajan katseluoikeus				■	
Työkoneiden kytkentä				■	
Massojen seuranta					■

Basic, Basic+ ja Pro lisenssien pohjana oleva karttapohjainen tiedonhallinta tarkoittaa, että kaikki tieto on helposti löydettävissä paikkatiedon perusteella, kartalle on mahdollista saada näkyviin mallit, kuvat ja suunnitelmat. Ortokuvien mahdollistaminen vaatii vielä erikseen Infrakit Drone -lisenssin. Edellä mainituilla lisensseillä on mahdollista tehdä myös laatu- ja turvallisuushavaintoja ottamalla kuvia ja täyttää PDF-raportteja suoraan mobiililaitteesta Infrakit Field applikaatiolla. Karttapohjainen tiedonhallinta mahdollistaa myös 3D-yhdistelmämallin selaimessa kaikilla päätelaitteilla. Basic+ ja Pro lisensseissä olevat toteumatiedon hallinta ja sen näyttö kartalla, poikkileikkauksissa ja mobiilissa mahdollistavat kar-

toituksen tekemisen. Pro lisenssi tuo vielä lisää ominaisuuksia jo edellä mainittuihin lisäämällä työkoneiden hallintaa sekä massanlaskentaa ja aikataulujen luomista. Link -lisenssi mahdollistaa työkoneiden kytkennän Infrakittiin ja kuljettajien katseluoikeuden eli tämä lisenssi tarvitaan mallien ja suunnitelmien mukaan toimiviin työkoneisiin. Truck -lisenssi liitetään maansiirtoon tarvittavaan kalustoon, jonka avulla seurataan massojen määriä. Tämä edellyttää kuitenkin Android-laitteen seurattaviin autoihin.

3 KARTOITUS

Kartoitukseen tarvitaan mittausperusta, johon lukeutuu tasokoordinaatisto ja korkeusjärjestelmä. Tie- ja ratakankkeissa koordinaattijärjestelmänä käytetään yleiseurooppalaisen ETRS89- järjestelmän suomalaista realisaatiota EUREF-FIN (Liikennevirasto, Tie- ja ratakankkeiden maastotiedot – mittausohje. 2017 10.) Tasokoordinaatiston projektiona käytetään ETRS-GKnn -projektiota, jossa nn on projektion keskimeridiaani. Keskimeridiaanit jaotellaan pituuspiireittäin, jotka ovat tasa-asteisia välillä 19-31 astetta. Alla olevassa kuvassa 3 näkyy koko Suomen päälle piirretyt GK19-GK31 kaistat.



KUVA 3. GK19-GK31 kaistat (Leppänen, M. Kaapelikartan mittausohje. 2020, 3)

Projektin mittauksien keskimeridiaanin valintaan on kaksi eri vaihtoehtoa. Voidaan valita hanketta lähin tasa-asteluvun pituuspiiri tai hankkeen kannalta muuten käytännöllisin keskimeridiaani. Hankaluutta aiheuttaa suuret hankkeet, jotka ulottuvat useamman GK-kaistan alueelle, jolloin projektiokaistaa täytyy leventää esimerkiksi kolmen asteen levyiseksi. (Liikennevirasto, Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot – mittausohje. 2017, 10 Korkeusjärjestelmänä käytetään N2000-järjestelmää. Muunnoksissa EUREF-FIN -järjestelmän ellipsoidikorkeuksista N2000-järjestelmän normaalikorkeuksiin käytetään valtakunnallista FIN2005N00-geoidimallia tai hankekohtaista erikseen määritettyä geoidimallia. (Liikennevirasto, Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot – mittausohje. 2017, 10.)

Kartoitusformaattina käytetään Geonic-formaattia, tiedostopäätteeltään .gt, mikä on rakenteeltaan yhtenevä kuin Liikenneviraston mittausohjeessa kuvattu Infra maastomalli -formaatti. Molemmilla on sama riviformaatti: 418, 3F14.3, joka tarkoittaa, että neljä ensimmäistä kenttää ovat kahdeksan merkin mittaisia ja kolme viimeistä 14 merkkiä, joiden lisäksi kolme desimaalia (Leppänen, M, Kaapelikartan mittausohje. 2020, 4.) Riviformaatti näyttää seuraavalta:

T1 T2 T3 T4 X Y Z

T1: Pintatunnus

- 1 = maanpinta
- 2 = kallionpinta
- 9 = kartoituspinta (tätä ei käytetä numeeriseen maastomalliin)

T2: Taiteviivan numero

- Juokseva numerointi. Saman taiteviivan pisteiden tulee olla peräkkäin loogisessa järjestyksessä. Hajapisteille annetaan taiteviivan numeroksi nolla.

T3: Kohdekoodi

- Koodiluettelon mukainen tunnus

T4: Pistenumero

Sijaintikoordinaatit X, Y ja Z ovat kolme viimeistä sarakettaan, jotka ilmoitetaan siis kolmen desimaalin tarkkuudella. Koordinaattirivien joukkoon voi antaa myös lisämäärerivejä, jolla voidaan ilmoittaa muita tarkennuksia kyseessä olevaan kohteeseen, esimerkiksi kaapin tai baliisin tunnus. Lisämäärerivin ensimmäinen merkki on huutomerkki, jolloin se ei sekoita formaattia. Geonic-formaatissa lisämäärerivi tulee ennen koordinaattiriviä, kun taas Infra maastomalli -formaatissa lisämäärerivi tulee koordinaattirivin jälkeen. (Liikennevirasto, Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot – mittausohje. 2017. Liite 1, Maastomallin koodausohje.) Liikenneviraston ohjeesta löytyy toisena liitteenä Tarkan maastomallin koodiluettelo, jossa on lueteltu riviformaattiin tarvittava koodi T3, jokaiselle pisteelle. Koodiluetteloa on seitsemän sivua, joista kaikkia ei tarvita rataympäristössä sähkörakentamisen hankkeilla vaan paljon myös ratarakentamiseen liittyviä kohteita. Alla olevaan taulukkoon 3 on koottu Liikenneviraston koodiluettelosta esimerkkejä, joita turvalaiteprojekteilla tarvitaan.

TAULUKKO 3. Esimerkki koodiluettelosta turvalaiteprojektiin

Koodi T3	SELITE	Pintatunnus T1
97	Kaapelikaivo	9
702	Kanava	9
704	Putkitus	9
711	Jatko	9
724	Kaapelikaivo luukulla	9
730	Opastin (masto)	9
736	Avainsalpalaitte	9
742	Akselinlaskija	9
743	Turvalaitekaappi	9
744	Ohjattu baliisi	9
745	Ohjaamaton baliisi	9

Sähkörakentamisella tehdään myös paljon muun tyyppisiä projekteja kuin turvalaitteisiin liittyen, jolloin koodiluettelolista pitenee. Taulukkoon 4 on koottu muihin sähkörakentamisen projekteihin liittyviä oleellisimpia koodeja.

TAULUKKO 4. Sähkörakentamisen projektien koodeja

Koodi T3	SELITE	Pintatunnus T1
88	Vaihteenkosketin	9
234	Valaisinpylväs	9
702	Kanava	9
704	Putkitus	9
711	Jatko	9
713	Kaappi yleensä	9
714	Koju	9
715	VL tehomuuntaja	9
716	VL erotusmuuntaja	9
717	Vaihteen lämmittimen kytkinrasia	9
718	Erottimen kytkinrasia	9
719	Lenkki	9
720	Kahdeksikko	9
721	Lämmityspistorasia	9
722	Valaistuskaappi	9
723	Vaihteenlämmittimen kaappi	9
727	Eristyksen liikennemerkki	9
728	Tieopastin	9
731	Raideopastin	9
732	Turvalaitepainike	9
733	Turvalaite ohj. kytkin	9
735	Opastinportaalin jalka	9
737	Portaaliopastin	9
738	Impedanssisilta	9
739	KytKentärasia	9
740	Puomi	9
741	Varoitusvalo	9
751	Syöttöpää	9
752	Relepää	9
753	Juoksutus	9
754	RVP silmukka	9

Jokaiselle kartoitettavalle kohteelle annetaan myös kartoitettavat pisteet, jotta sijainnista tulee mahdollisimman tarkka. Esimerkiksi rataaitekaappi tulee kartoittaa jokaisesta kulmakiinnityspultista, eikä ainoastaan jalustan keskeltä, jotta tiedetään, onko kaappi radan suuntaisesti vai kohtisuorassa rataa nähden. Liikenneviraston tie- ja ratahankkeiden maastotietojen mittausohjeessa on liitteenä pitkä ohjeistus jokaisesta ohjeessa mainitusta kohteesta, mutta rataympäristössä näitä kaikkia ei tarvita. Liitteeksi on koottu erikseen taulukko edellä mainittujen kohteiden kartoituksesta, ja kartoituspisteistä sekä kopioitu Liikenneviraston mittausohjeessa esitetyt havainnollistavat kuvat. Lähtökohtaisesti pienemmät laitteet kartoitetaan keskeltä ja kojut sekä kaapit perustuksien kulmista.

4 INFRAKIT SÄHKÖRAKENTAMISEN PROJEKTEILLA

Infrakittiä käytetään tällä hetkellä sähkökunnossapidossa sähkörata- ja vahvavirtakaapeleiden kartoituksessa, kaapelinäytöissä sekä useissa erillishankkeissa liittyen valaistussuunnitteluun, kaapelireittien mittaus- ja suunnittelytyöhön, kaapelikarttoihin ja sijoituspiirrustuksiin. Näissä kohteissa Infrakitin tuomia hyötyjä on useita. Erillishankkeissa piirrustustyö ja suunnittelu helpottuu ja nopeutuu. Kunnossapidossa pyydetyissä kaapelinäytöissä voidaan kyseisessä kohteessa aluksi tarkastella alueella olevia kaapeleita Infrakitin kautta, edellyttäen ajantasaisia kuvia Infrakitissä sekä alueella olevien kaikkien kaapeleiden kartoitusta jo asennus vaiheessa. Tällä hetkellä kaikkia kaapelitietoja ei vielä Väylän tiedostoistakaan saa, mutta tavoitteena kerätä uusien projektien kautta kattava kartoitusaineisto, jota voidaan tulevaisuudessa hyödyntää. Tarvetta toteutuneista kaapelireiteistä ja kaapeloinnista tarvitaan, kun suunnitellaan muutoksia alueelle sekä kunnossapidolle huolto- ja korjaustöitä varten. Infrakitin ja GPS-tikun avulla pystytään täyttämään Väylän mittaustietovaatimukset uusien asennuksien osalta ja kunnossapitoprojektien kaapelikartoituksen osalta.

Kaapelireittiurakalla Oulun ratapihalla Infrakittiä ja GPS-tikkua käytetään kaikkien asennettavien rakenteiden, kuten kaapelikourujen, alitusputkien, kaivojen, opastimien ja kaappien jalustojen paikalleen mittaukseen ja tarkemittaukseen.

4.1 Toimintatapojen muutokset Infrakitin myötä

Aiemmin mittamiehet ovat kiertäneet ja vierailleet niillä projekteilla, jossa mallinusta ja kartoitusta on tarvinnut tuottaa. Kustannussyistä tällä hetkellä erillisten mittamiehien määrä on minimoitu yrityksessä ja kartoitusten tekemistä yritetään jalkauttaa eteenpäin projektille esimerkiksi työmaamestareille ja projekti-insinööreille. Tämä laskee kokonaisuudessaan myös kustannuksia, koska mittamiehelle ei tarvitse maksaa koko vuodelta korkeaa palkkaa ja lisäksi muita kuluja, vaan työ teetetään heillä, jotka muutenkin ovat projekteilla töissä ja sisällytetään tämä

työ heidän työnkuvaansa. Pehdytys ja ohjeistus vaatii resursseja myös tietomalliyksiköltä sekä tukea toimimisessa, mutta pidemmällä aikavälillä laskettuna tästä toimintatavasta tulee kannattavampaa.

Ohjelmiston avulla saadaan kuvat ja dokumentit juuri kyseisen elementin kohdalle kartalla ja tietolaatikon täyttämällä otetut kuvat tallentuvat juuri oikeaan kansioon. Alla lista esimerkeistä, jotka ohjelmiston käyttö mahdollistaa projekteilla:

- kaapelointi- ja kytkentäkuvat kaapin kohdalla
- kytketystä kaapista kuva
- Suunnitelmat ja kaapelireitit pohjakarttana
- Mittauspöytäkirjat kaapin kohdalle

Kaapelointia tehdessä voi avata sovelluksen ja katsoa kaapelointikuvan kyseessä olevan kaapin kohdalla ja tehdä kaapeloinnin sen mukaan. Irtopaperien selaaminen jää vähemmälle ja hukkaamisen mahdollisuus pienenee. Opastinjännitteitä säädettäessä kaappien kytkentäkuviin tulee muutokset, koska opastimen kytkentäpinnit muuttuvat. Nämä kuvat piirretään uudestaan lopullisiksi kuviksi. Tiedon välittymisen kannalta Infrakittiin voi kansioda punakynäkuvat -kansion, johon jokaiselta kaapilta otetaan kuva. Sovelluksessa kuva lisätään tähän kansioon, mahdollisesti myös liikennepaikoittain eriteltyyn kansioon ja nimetään kaapin tunnuksen mukaan. Näin toimiessa kuvia ei tarvitse lähettää erikseen sähköpostilla tai WhatsApilla työnjohdolle, joka kansioisi ne lähetettäväksi suunnittelijalle uudelleen piirtoon, vaan kuvat voidaan jakaa suoraan Infrakitin kautta. Välikäsiä samojen asioiden pyöryksestä poistuisi.

Infrakit toimii samalla projektilla erinomaisena materiaalipankkina, johon saa luotua vastaavan kansiointirakenteen kuin esimerkiksi One Driveen. Jokaiselle ei tarvitse muistaa jakaa kansiota tai kansioita erikseen vaan kaikki löytyvät samasta ohjelmasta kyseisen projektin alta. Ohjelmiston käyttö edellyttää myös teknistä osaamista asentajilta sekä riittävän kapasiteetin omaavaa työpuhelinia, jotta se jaksaa pyörittää ohjelmistoa. Pakkaskeleillä puhelimen toimiminen tuo haasteita. Lisäksi liittymät asentajien puhelimeen tulee olla riittävät. Puhelimen ruutu on pieni ja tuo haasteita nähdä kaikki kuvat kokonaisuudessaan ymmärrettävässä ja selkeässä muodossa. Työnjohdolla käytössä voi olla myös tabletit, jotta heillä hahmottaminen on helpompaa.

4.2 Sovelluksen käyttöohjeet

Jotta sovellusta voidaan ottaa kattavammin yrityksessä käyttöön, tulee olla selkeä ohje tehtynä sekä maastoon että toimistoon ohjelmiston käytöstä. Joitakin ohjeita ohjelmistosta on jo luotu, mutta ne kaipaavat vielä selkeytystä. Toimistotekijän ohjeeseen lisättiin tärkeänä osana myös materiaalien oikea toimitus eteenpäin, koska vuonna 2020 kirjoitettu kaapelikartan mittausohje ei ole vielä jalkautunut kaikille tietoon.

Toimisto -ohje sisältää:

- lyhyesti Infrakit -sovelluksesta
- toimenpiteet ennen maastomittauksia
- toimenpiteet maastomittauksien jälkeen
- dokumenttien toimitus Väylälle

Infrakittiin projektin luomisen jälkeen on erittäin tärkeitä toimenpiteitä tehtäväksi, jotta kartoitukset ja muut toiminnot maastossa mobiilisti sujuu ilman suurempia ongelmia. On siis tärkeä käyttää myös pohjatyöhön aikaa, joka helpottaa toimintoja mittauksien aikana ja niiden jälkeen.


Maasto-ohjeesta tehtiin lyhyt ja ytimekäs, helppo seurata ja toteuttaa mallin mukaan, jotta aikaa ei kulu kaikkien ominaisuuksien lukemiseen vaan oikean kohdan löytää näppärästi. Ennen ohjelmiston käyttöä on hyvä käydä suullisesti läpi erilaisia ominaisuuksia ja mahdollisuuksia ja painottaa niistä asentajalle tärkeimpiä. Lisäksi työnjohdon ajateltu kansiointirakenne on hyvä käydä läpi, jotta toimintamalli välittyy ja tietyt kuvat ja mittaustulokset löytävät tiensä oikeaan kansioon eikä niitä tarvitse etsiä vääristä kansioista. Työnjohdon on tärkeää osata käyttää myös mobiilisovellusta, jotta osaa neuvoa maastomittauksia ja maastossa toimimista sekä mahdollisesti itse tehdä mittaukset.

Maasto- ja mobiiliohje sisältää:

- Sovelluksen päänäkymästä yleisesti
- Kuvan lisääminen
- Maastomittauksien/kartoituksen tekeminen
- Ulkoisen mittalaitteen yhdistäminen
- Dokumenttien ja suunnitelmien selaaminen

Näillä edellä mainituilla ominaisuuksilla onnistuu kaikki tärkeimmät aiheet maastossa liittyen sähkörakentamisella tarvittaviin ominaisuuksiin.

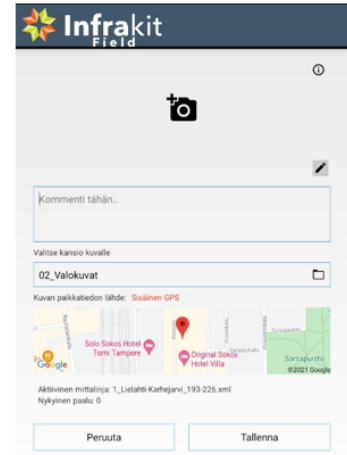
Alla olevassa kuvassa näkyy esimerkki maasto-ohjeesta, jossa neuvotaan kuvan lisääminen Infrakittiin.

Paina yläpalkissa näkyvää  merkkiä ja sovellus avaa sinulle vieressä olevan näkymän.

Valitse **kamera** ja voit joko ottaa kuvan tai lisätä puhelimen galleriasta olevista kuvista. Kartta näyttää sijainnin, mihin sijaintiin kuvan on lisäämässä sekä paaluluvun, mikäli aktiivinen mittalinja on oikein.

Kommentteihin on suositeltavaa lisätä esimerkiksi komponentin tunnus ja huomiot, joita kuvaa otettaessa tulee mieleen.

Valitse kuvalle kansio sen mukaan, onko kuva kaapista, baliisista, yleisestä ympäristöstä vai mahdollisesti jostakin puutteesta.



KUVA 4. Kuvan lisääminen Infrakittiin, ote maasto-ohjeesta

Vastaavalla tavalla ohjeeseen on kirjattu neuvot aiemmin mainituista toiminnoista. Käyttöohjeita ei liitetä tähän opinnäytetyöhön liitteenä, vaan ne jäävät pelkästään yrityksen yksikön sisäiseen käyttöön.

5 KUSTANNUKSET

Infrakitin hinnoittelu tapahtuu käyttäjä- ja konelisanssikohtaisesti kuukausihinnoittelulla. Käyttäjälisenssejä on viisi erilaista, joista neljää on käytössä NRC:llä. NRC:llä ei ole toistaiseksi ollut tarvetta Truck -lisenssin käyttämiselle. Lisenssien tuomat kustannukset riippuvat sen tyypistä. Kallein lisenssityyppi PRO, maksaa kuukaudessa noin 300 €. Lisenssien neuvotellut hinnat NRC Groupille on lueteltu alla olevassa taulukossa 5.

TAULUKKO 5. Infrakit -lisenssien hinnat

Lisenssi	Hinta €/kk
Pro	300
Basic+	200
Basic	100
Link	100

Pro –lisenssiä käyttävät vain tietomallioperaattorit ja suurimmalla osalla muista on käytössä Basic+ -lisenssi. Mikäli tahtoo tehdä kartoituksia Infrakit -tikulla, se vaatii oikeuden toteumatiedon hallintaan ja sen käyttöön, jolloin Basic+ on alhaisin lisenssityyppi, jota voidaan käyttää. Vuoden aikana yhden tietomallioperaattorin vaatima lisenssi tulee siis maksamaan 3600 € ja yhden mittamiehen lisenssi 2400 €/vuosi.

Jos turvalaiteprojekteille halutaan enemmän käyttöön Infrakittiä, tulisi työjohtoon työmaamestarille, työmaapäällikölle tai projekti-insinöörille hankkia Basic+ -lisenssit. Poikkeustilanteita, kuten sairaslomia tai lomien sijaisuuksia varten olisi hyvä ainakin kahdella projektin johdosta olla tunnukset ja käyttökokemusta riittävästi, jotta projektin eteneminen ei jää yhden ihmisen poissaolosta kiinni. Samalla tavoin kuin laskuihin ja Etunteihin määritellään sijaiset poissaolojen ajaksi. Koska Infrakit tunnukset ovat henkilökohtaiset, tulisi projektille hankkia kaksi Basic+ -lisenssiä tai jo voimassaolevien lisenssien kulut siirtyisivät projektille. Näin ollen kuukaudessa lisensseihin projektin johdolle tulisi kulumaan 400 €. Pidemmällä kahden ja puolen tai kolmen vuoden projekteilla lisenssien

aiheuttamat kustannukset tulisi olemaan 12 000 € - 14 400 € luokkaa ja lyhyemmillä vuoden kestäville projekteilla 4 800 €.

Pelkästään työnjohdon lisenssit eivät riitä kattavampaan sovelluksen käyttöön, vaan asentajillekin tulisi hankkia lisenssit. Mittasuhteiltaan esim. alueen pituudessa, asentajien määrässä ja työnlaajuudessa pienemmissä projekteissa asentajalle riittää Basic -lisenssi, jos tarvittavat mittaukset/kartoitukset tehdään työmaamestarin toimesta tai hänen kanssaan tai laitteistolla, johon on kirjauduttu tämän tunnuksilla.

Luodaan toiminnan kannalta kaksi erilaista mallia, kehittynyt ja ideaali, joiden avulla lasketaan lisensseistä aiheutuneet kustannukset esimerkkiprojekteilla. Eri-laisilla toimintamalleilla on myös omat hyvät ja huonot puolensa, joita myös käsitellään. Tärkeää kehityksen ja perustelujen kannalta kuvata myös entisen toimintamallin tuottamat kustannukset. Esimerkkinä pienemmän luokan projektista voisi toimia tasoristeystyömaat ja isomman kokoluokan projektina Tampere – Seinäjoki turvalaitteiden uusimisen projekti.

5.1 Entinen malli

Entinen malli tarkoittaa toimintatapaa, jolloin Infrakit -lisenssejä on ollut yrityksellä käytössä vain tietomallioperaattorilla, mittamiehillä ja muilla BIM-organisaatiossa toimivilla. Nämä henkilöt ovat vierailleet eri projekteilla tekemässä kartoituksia ja kaapelinäyttöjä, mikäli niihin on tullut tarvetta. Tällöin lisenssien määrä yrityksessä on ollut erityisen pieni, vain muutamia ja näin ollen niistä aiheutuneet kustannukset myös maltilliset. Kustannuksia on kuitenkin lisännyt mittamiehien asiantuntijataso palkanmaksu ja projekteilla matkustaminen. Toisilla projekteilla vierailua on mahdollisesti joutunut odottamaan kauan tai varaamaan mittamiehen jo ajoissa käymään kyseisellä työmaalla. Asioita ja tarpeita tarvitsee näin ollen tietää paljon etukäteen, jotta niihin voidaan myös reagoida. Nopealla aikataululla mittamiehen paikalle saaminen on ollut haastavaa. Entisen mallin toiminnassa lisenssien aiheuttamaksi kustannukseksi erilliselle yksikölle eivät ole suuret. Vuoden aikana yhden tietomallioperaattorin vaatima lisenssi tulee maksamaan noin 3600 € ja yhden mittamiehen lisenssi 2400 €/vuosi.

5.2 Kehittynyt malli

Kehittynyt malli kuvaa tilannetta, jossa lähes joka toisella projektilla työskentelevällä on käytössä Infrakit -lisenssi. Näin toimiessa työpareittain tehtävissä työvaiheissa olisi aina toisella lisenssi ja dokumentit saatavilla. Lisäksi työpari voisi lisätä kuvat huomioistaan, joita tekevät eikä aina tarvitse kutsua työmaamestaria paikalle. Haastetta työn suunnitteluun tuovat lomat tai sairaspöissaolot, jolloin voi sattua tilanne, ettei työmaalla ole montaa lisenssin omaavaa asentajaa töissä. Tälläkin hetkellä haastetta aiheuttaa ratatyövastaavan pätevyyksien omaavien henkilöiden lomien jakaminen niin, että aina työmaalla on riittävästi pätevyyksien omaavia. Infrakit -lisenssin huomioiminen tämän lisäksi toisi erityisiä haasteita projektille. Lasketaan kuitenkin lisenssien aiheuttamia kustannuksia projekteille, mikäli niissä olisi joka toisella asentajalla ja työjohtolla lisenssi käytössä, jotta edes toisinaan saisi hyödynnettyä yhteistä dokumenttipankkia ja huomiota. Joka päivä maastosta ei kuitenkaan raportoitavia poikkeamia ja havaintoja tule.

5.2.1 Tampere – Seinäjoki turvalaitteiden uusiminen

Tampere – Seinäjoki turvalaitteiden uusimisen projektilla uusitaan siis kyseisen rataosan turvalaitteet ja niiden kaapelointi. Kokonaispituutta kyseisellä alueella on noin 160 kilometriä ja asentajia parhaillaan työmaalla 23.

Runkokaapeloinnissa kokoonpano oli 1 työjohtaja + 8 asentajaa + 3 kuljettajaa ja turvalaitetöissä kaksi eri työryhmää kokoonpanoilla 1 tj + 8 as ja 1 tj + 8 as. Turvalaitteiden asennustöitä tehtiin aluksi yö- ja päivävuorossa, jossa 8 asentajan työryhmät olivat jaettu vielä työpareiksi, joten neljässä eri kohteessa on samanaikaisesti tekijä. Tämä tarkoittaisi, että jokaisella työparilla olisi hyvä olla Infrakit käytössä, josta näkee uusimmat suunnitelmat tai tarvittaessa on mahdollisuus liittää kohteesta otettu kuva oikealle kohtaan. Päivä- ja yövuorossa työpareja on siis yhteensä kahdeksan, jolloin tähän työvaiheeseen tarvittaisiin lisenssejä yhtä monta. Kuukaudessa kahdeksan Basic -lisenssin kustannukset ovat noin 800 €. Lisäksi molemmissa vuoroissa ryhmän vetäjänä työskenteli työmaamestarit, jolloin myös heille molemmille on hyvä olla omat lisenssit, suosien kuitenkin Basic+ -lisenssiä. Näistä aiheutuneet kustannukset ovat

yhteensä 400 €. Samaan aikaan turvalaitteiden työvaiheen 1 asennusten kanssa työskenteli runkokaapelointi ryhmä työmaamestarin johdolla. Tälle ryhmälle Infrakit -lisenssi on erityisen tärkeä, koska kaapelointisuunnitelmat ja kaappiharavat ovat sieltä hyvin saatavissa. Tähän tarkoitukseen riittää yksi Basic+ -lisenssi, koska kaapelointi tehtiin TKA:lla eli ratakuorma-autolla, jossa koko kaapelointi ryhmä kulki mukana. Kaapeloinnin kanssa samaan aikaan on hyvä pistemäisesti kartoittaa myös kaapelijatkat toteumapisteiden avulla ja näihin tarkemman sijainnin takaamiseksi mukana tulee olla myös Infrakit-tikku.

Kokonaisuudessaan asennustyöt kestävät 1,5 vuotta eli 18 kk, jolloin myös Infrakitin tarve on koko tuolle ajalle. Asentajien määrä väheni asennustöiden puolella välissä noin puoleen eli kustannusarviota laskettaessa käytetään koko työryhmälle aikaa 9 kk ja puolelle porukalle loput 9 kk, työmaamestareiden määrä ei vähentynyt. Kaapelointi oli kestoaltaan noin 7 kuukautta, jonka jälkeen siihen työvaiheeseen osallistuvat asentajat siirtyivät muille projekteille. Näin ollen kaapeloinnin lisenssien kustannukset tulisivat projektille seitsemän kuukauden ajalta.

Alla olevassa taulukossa (TAULUKKO 6) on esitetty TASE -projektin tarvitsemat lisenssit vähimmillään projektin ajalta sekä niiden kokonaiskustannus.

TAULUKKO 6. Tarvittavat Infrakit -lisenssit ja kustannukset

Työryhmä	Lisenssi	Määrä (kpl)	€ / kk	Kesto (kk)	€ / projekti
Turvalaitetyöt	Basic	8	800	9	7200
	Basic+	2	400	9	3600
Turvalaitetyöt	Basic	4	400	9	3600
	Basic+	2	400	9	3600
Kaapelointi	Basic+	1	200	7	1400
Työnjohto	Basic+	1	200	18	3600
yht.					23 000 €

Kokonaisuudessaan tarvittavat Infrakit -lisenssit tulisivat maksamaan kyseiselle projektille 23 000 €. Tämän lisäksi tulee tietysti huomioida yhden mittatikku -kokonaisuuden hankinta, joka maksaa 5530 €. Infrakitin käytöstä tulisi merkittävä

28 530 € lisäkustannus projektille silloin, kun lisenssiä olisi joka toisella asentajalla asennuksissa ja kaapeloinnissa pari yhteistä lisenssiä.

5.2.2 Pori – Mäntyluoto – Tahkoluoto varoituslaitosten uusinta

Pori – Mäntyluoto – Tahkoluoto varoituslaitosten uusimisen projektilla uusitaan viisi varoituslaitosta kyseisellä rataosuudella. Urakka-aika kesäkuusta 2021 joulukuun 2021 loppuun. Varoituslaitoksia uusittaessa asentajia tarvitaan kaksi ja työt tehdään varoituslaitos kerrallaan. Näin ollen tähän riittää yksi lisenssi, joka mahdollistaa myös toteumatietojen mittaamisen. Varoituslaitosten kaapelointi tehdään suoraan maahan eli erillistä reittiurakoitsijaa ja sen asentamia kaapelikanavia sinne ei tule. Kaapeleiden kartoitus jää siis kokonaisuudessaan turvalaiteturakoitsijalle, toisin kuin isommilla ja pidemmällä, enemmän rataosuuksilla olevilla työmailla, jossa kaapelit lasketaan reittiurakoitsijan asentamaan ja kartoittamaan kaapelikanavaan. Taulukkoon 7 on laskettu varoituslaitosten uusimiseen tarvittava määrä lisenssejä ja keston mukaan siitä aiheutuva kokonaiskustannus.

TAULUKKO 7 Infrakit -lisenssin kustannukset

Työryhmä	Lisenssi	Määrä (kpl)	€ / kk	Kesto (kk)	€ / projekti
Turvalaitetyöt / Työnjohto	Basic+	1	200	6	1200
yht.					1200 €

Infrakit -lisenssin lisäksi tarvitaan myös kartoitustikku, joka siis tuo lisäkustannuksia 5530 € edestä. Kokonaisuudessaan kartoitusten tekeminen ja Infrakitin käyttäminen lisenssien ja laitteiston osalta tällä projektilla tulisi maksamaan 6730 €. Kartoitusten tekeminen ja valmistelu sekä Infrakit -projektin luominen vaatii myös työntunteja. Varoituslaitosten kaapelit ja komponentit saa kartoitettua kahdessa päivässä, joka tarkoittaa asentajan työtunteina 20 h ja siihen lisäksi muutama tunti, esimerkiksi 3 h, työnjohdolta tukea ja apua. Asentajan työntuntikustannuksiksi saadaan noin 1200 € ja työnjohdolle 240 €, jolloin töiden kokonaisosuus on pyöristettynä 1500 €. Työn ja materiaalien yhteenlasketuksi kustannukseksi projektille tulee 8 230 €.

5.3 Ideali malli

Ideali malli kuvaa tilannetta, jolloin kaikilla projektilla työskentelevillä on käytössä Infrakit. Kun kaikilla toimijoilla on käyttöoikeus ohjelmaan, helpottuu työnsuunnittelu sekä lomien ja työparien jako. Vastaan ei tule tilannetta, jolloin työmaalla ei olisi kenelläkään asentajalla Infrakittia päällekkäisten poissaolojen takia. Infrakittia voitaisiin myös käyttää yhtenä toiminnanohjaustyökaluna ja projektin sisäisenä materiaalipankkina ja kaikilla olisi yhtäläinen pääsy projektin materiaaleihin. Haasteen aiheuttaa lisensseistä aiheutuvat kustannukset ja dokumentit, joihin tulisi olla pääsy vain projektin johdolla, esim. tarjousmateriaaleihin ja sopimuksiin.

Tällä hetkellä projektien tiedostopankkeja ovat OneDrive ja Proo, johon sisäiseen jakoon menevät materiaalit tallennetaan. Proohon tallennetaan kaikki dokumentit, joita tulee säilyttää vuosia projektin luovuttamisen jälkeen, sekä erillinen luovutusdokumentaatio. Tilaajan valitseman rakennuttajakonsultin mukaan tulee myös yhteinen materiaalien säilytyspaikka esimerkiksi Sharefile, SokoProo tai Buildercom. Mikäli Infrakit otetaan käyttöön myös Tilaajalle luovutusmateriaalin kanavana, suunnitelmapankkina ja työmaapäiväkirjojen kirjoituspaikkana, tulisi myös tilaajalla olla tunnukset Infrakittiin ja yhteinen projekti jaettaisiin kaikkien osapuolten kesken. Ainakaan toistaiseksi tämä ei näytä todennäköiseltä vaihtoehdolta, sillä projektista ja tilaajakonsultista riippuen vaihtuu myös yhteinen materiaalienpankki edellämaituista vaihtoehdoista. Kaikilla projekteilla ei edes ole käytössä yhteisiä kansioita, vaan uudet tai päivittyneet suunnitelmat jaetaan sähköpostin kautta ja urakoitsijan tehtävä on pitää ne itsellään järjetyksessä ja tallessa sekä perillä kunkin suunnitelman uusimmasta versiosta.

5.3.1 Tampere – Seinäjoki turvalaitteiden uusiminen

Projektin kaapeloinnin ja turvalaitteiden asennusten aikataulut on eriteltyinä aiemmin jo tarkemmin (kts. 5.1.1.), joten lasketaan näillä tiedoilla myös tähän kustannukset. Tarvittavia lisenssejä asennusryhmiin tulee noin puolet lisää,

mutta työnjohtoon enemmän. TASEella työnjohtoon kuuluu projektipäällikkö, kaksi työmaapäällikköä ja projekti-insinööri sekä asennusryhmien mukana kaksi työmaamestaria, kaapeloinnin työmaamestari ja kaappien kokoonpanossa hallilla yksi työmaamestari. Kaappien kokoonpanoa tehtiin hallilla noin kuusi kuukautta projektin henkilöstön voimin. Keskimäärin asentajia oli kokoonpanon ajalla viisi. Alla olevaan taulukkoon on eriteltyä tarvittavat lisenssit koko projektin ajalle ja niistä aiheutuva kokonaiskustannus.

TAULUKKO 8. Infrakit -lisenssien kustannukset TASE -projektille

Työryhmä	Lisenssi	Määrä (kpl)	€ / kk	Kesto (kk)	€ / projekti
Turvalaitetyöt	Basic	16	1600	9	14 400
	Basic+	2	400	9	3600
Turvalaitetyöt	Basic	8	800	9	7200
	Basic+	2	400	9	3600
Kaapelointi	Basic	8	800	7	5600
	Basic+	1	200	7	1400
Kaappien kokoonpano	Basic	5	500	6	3000
	Basic+	1	200	6	1200
Työnjohto	Basic	2	200	18	3600
	Basic+	2	400	18	7200
yht.					50 800 €

Lisensseistä tuleva lisäkustannus on siis noin 51 000 € TASE -projektin ajalle koko ryhmälle.

5.3.2 Pori – Mäntyluoto – Tahkoluoto varoituslaitosten uusinta

Varoituslaitosten uusimisessa työntekijöiden määrä on maltillisempi, kuin isomalla projektilla, mutta työnjohtoa tarvitaan silti. Projektipäällikkö ja työmaapäällikkö voivat toimia useallakin projektilla yhtä aikaa ja tarvitsevat vain yhden lisenssin käyttääkseen Infrakittiä näillä jokaisella projektilla. Lasketaan esimerkkinä kuitenkin molempien lisenssit kokonaisuudessaan tämän kuuden kuukauden ajalta tälle projektille. Tarvittavat lisenssit on esitetty taulukossa 9.

TAULUKKO 9. Pori - Mäntyluoto - Tahkoluoto projektin lisenssit ja kustannukset

Työryhmä	Lisenssi	Määrä (kpl)	€ / kk	Kesto (kk)	€ / projekti
Turvalaitetyöt	Basic	1	100	6	600
	Basic+	1	200	6	1200
Työnjohto	Basic+	3	600	6	3600
yht.					5400 €

Lisensseistä tuleva lisäkustannus projektille kuuden kuukauden eli koko projektin keston ajalta on 5400 €. Pienemmän kokoluokan projekteissa jo tämä on merkittävä summa kannattavuutta ajatellen.

6 VÄYLÄN OHJEET JA VAATIMUKSET

Väylä ylläpitää kaapelitietojen hallintarekisteriä, johon toivotaan jokaiselta uudelta projektilta tehty mittausdata. Tarkoituksena on saada kattavasti kartoitukset ajan tasaisiksi, jotta tuleville projekteille saadaan pohjatietona antaa ajantasainen ja viimeisin versio kyseisellä rata-alueella tehdyistä muutoksista ja kulkevista reiteistä. Tällä hetkellä monilta rataosilta saatavat pohjatiedot Väylältä ovat jostakin 2000-luvun alkupuolelta. Tästä tilanteesta on huolissaan kaapelitietojen hallintarekisterin ylläpitäjä Mia Leppänen, jonka kanssa keskustelin muutamaa otteeseen kartoituksen ja datan käsittelyn tiimoilta. Leppänen on kirjoittanut kaapelikartan mittausohjeen vuonna 2020, jotta yritysten olisi helppo toimittaa oikeanlaiset dokumentaatiot rekisteriin ja tiedot päivittyvät oikein. Liikenneviraston maastotietojen mittausohjeessa kerrotaan, mitä kaikkea aineistoa tulee toimittaa, missä muodossa ja kuinka tehdään tiedostojen nimeäminen. Ratateknisissä ohjeissa ei mainita kartoituksen tekemisestä mitään.

Väylän toive ja ajatus on hyvä ajantasaisesta rekisteristä, mutta hankkeiden tarjousvaiheessa tulisi esittää näistä myös tarkempi vaatimus, jotta kustannuksia voidaan laskea jo tarjousvaiheessa mukaan. Tällä hetkellä urakkasopimuksessa lukee yleispätevä lause: *"Toimittajan tulee laatia asentamistaan kaapeleista kaapelikartat, joista käy ilmi kunkin kaapelin reitti, tyyppi sekä käytössä olevat ja vapaaksi jäävät säikeet/johtimet"* (TASE-projektin urakkasopimus.) Tämä siis tarkoittaa vapaamuotoista toimitustapaa, koska missään ei määritellä tuleeko kaapelikartta toimittaa jossakin tietyssä formaatissa. Geodeettisiä kartoituspisteitä ei välttämättä siis tarvitse Tilaajalle hankkeen puitteissa toimittaa.

Kaapeleista kirjaus sopimuspapereista löytyy, mutta akselinlaskijoista ja balliseista eikä kaapeista vastaavaa kirjausta löydy. Nämä komponentit asennetaan suunnitelmien mukaiselle paikalle, kuten kaapelitkin. Näiden sijaintitiedon Tilaaja saa kaapelireittiurakoitsijalta, jonka tulee toimittaa tieto toteutuneista kaapelireiteistä. Urakkatarjouksen mukana lähetetään periaatekuvat, joissa kerrotaan, miten kullekin komponentille kaapelireitti tulee tehdä. Esimerkiksi opastimille alitus-

putki tulee suoraan perustan alaosaan, jos opastin tulee kaapelikanavan vastakkaiselle puolelle (Liite 2). Näissä ei siis ole vaihtoehtoa asentaa turvalaitekomponenttia suunnitelmien sivuun, koska reiteistä toteumatieto lähetetään.

Mikäli turvalaitteista kerätään myös toteumapisteet vielä erikseen, lisää tämä urakoitsijan työmäärää, mutta mitä lisäarvoa tämä tuo Tilaajalle? Tämä on kysymys, johon en saanut selkeää vastausta prosessin aikana. Vastausten painopisteet olivat vain kaapelitietojen hallintarekisterissä ja siihen, että jatkossa saadaan annettua ajantasainen tieto seuraavalle. Toteumat tulisi kuitenkin tehdä suunnitelmien mukaan, ja mikäli niistä poiketaan, piirretään lopulliset toteumakuvat aiheista. Kuka kunnossapidossa tekee laskijan sijaintitiedolla 10 senttimetrin tarkkuudella mitään? Kyllä laskijan maastosta löytää metrinkin tarkkuudella ja suunnitelmien mukaan katsoen. Emme saaneet selville tekeekö näillä tarkoilla toteumatiedoilla kukaan mitään hankkeen jälkeen, vai jääkö tiedot vain hallintarekisteriin ja lähetetäänkö niitä edes alueen kunnossapitäjälle muiden dokumenttien mukana. Selkeää vaatimusta ja ohjeistusta ei muuhun, kuin kaapeleiden sijaintiin ole.

7 YHTEENVETO

Infrakit ominaisuuksiltaan on hyvä järjestelmä ja sen käyttöä voisi tietyissä määrin lisätä myös turvalaiteprojekteilla. Suurin tekijä ovat kuitenkin siitä aiheutuvat mittavat kustannukset projekteille. Isoilla projekteilla lisensseistä aiheutuvat kustannukset ovat merkittävät noin 51 000 €, eikä innostusta lisensseistä maksamiseen ilmennyt Tampere – Seinäjoki turvalaitteiden uusimisen projektin projektipäälliköltä Mika Kontkaselta. ”Voimme yhtä hyvin hoitaa dokumenttien säilytyksen OneDrivessä ja kuvien lähetyksen WhatsAppin kautta, kuten tähänkin asti. Ne ovat kuitenkin projektille ilmaiset”, kommentoi Kontkanen. Sähkörakentamiselle hankittiin yksi oma kartoitustikku komponentteineen, jotta TASE -projektin kuitukaivojen kartoitus saadaan tehtyä ja tarvittavat mittaukset myös muilla tulevilla projekteilla kuntoon.

Pori – Mäntyluoto – Tahkoluoto varoituslaitosten uusimisen projektille ideaalilla mallilla kuluja syntyisi 5400 € koko projektin ajalta. ”Onhan tuo melkoinen summa lisää kuluja projektille” kommentoi projektilla työmaapäällikkönä toimiva Matti Järvi. Keskustellessa työn tuottavuuden kasvusta Infrakittiä käyttäessä, Järvi ei näe sille merkittävää osuutta. ”Suunnitelmat eivät juurikaan muutu, sillä kaikki viisi varoituslaitosta toteutetaan samoilla suunnitelmilla”, sanoo Järvi. Projekti on myös kokonaisuudeltaan pieni eli esimerkiksi kaappikuvien kohdentamisesta kartalle ei ole hyötyä. Huomioista ja poikkeamista riittää WhatsApp kuvat ja kommenttina mistä kyseinen kuva on otettu. Kartoitukset projektilla kuitenkin tulee hoitaa, sillä erillistä kaapelireittiurakoitsijaa ei näissä ole. Kaapelireittien kartoitusta varten yhdellä projektilla työskentelevällä olisi hyvä olla käytössä Infrakit tai ainakin tietotaito sitä käyttää. Infrakit -keppi on jo saatavilla sähkörakentamisella, jonka avulla nämä kartoitukset voidaan hoitaa.

Järjestelmä olisi hyvä luovutusmateriaalien jakoon samalla tavoin kuin allianssimallisissa Tampereen Raitiotiellä ja Raide-Jokerilla. Tämä vaatisi kuitenkin laajaa keskustelua Tilaajan kanssa ohjelmiston käyttöönotosta myös heidän puoleltaan. Vaihtoehtoja varmasti nousisi myös muista vastaavista järjestelmistä, joita voisi hyödyntää. Kontkanen ottaisi mielellään tulevaisuudessa ohjelmistoa

enemmän käyttöön, mikäli kustannuksista päästäisiin enemmän neuvottelemaan sekä hyödyntämään ohjelmaa enemmän myös Tilaajalle toimitettavan materiaalin välityspaikkana. Pelkkää asennustyön tuottavuutta se ei merkittävästi lisää. Joitakin toimintamalleja mahdollisesti yksinkertaistaisi, mutta vaakakupissa painavat kustannukset ovat silti liian suuret. Yksittäisiä ja muutamia lisenssejä isot projektit voisivat kestää, mutta kokemuksen kautta selviää, onko niissä yksittäin järkeä niitä hankkia. Infrakit sovellus toimii enemmän ratarakentamiseen ja muuhun infrarakentamiseen, kuten nimestäkin jo voidaan päätellä.

LÄHTEET

Finder, Infrakit Group Oy. Luettu 17.11.2021. <https://www.finder.fi/IT-konsultointi+IT-palvelut/Infrakit+Group+Oy/Espoo/yhteystiedot/3111935>

Hautala, J. 2019. Työmaaseuranta digitalisoituneessa työympäristössä. Opin-
näytetyö.

Infrakit Käyttöopas – v1.09.

Infrakit.com, Infrakit-tuote. Luettu 13.3.2021. <https://infrakit.com/fi/tuote/>

Infrakit.com, Referenssit. Luettu 15.3.2021. <https://infrakit.com/fi/referenssit/>

Infrakit.com, Referenssit. Tampereen Raitiotie. 2019. Luettu: 15.3.2021.

Ingeo, Prisma ja GPS-sauvat. GPS-sauva G 25. Luettu: 18.11.2021.
<https://www.ingeo.fi/tuotteet.html?id=45/172>

Jaakkola, S. Tietomallipohjainen rakentaminen, esitys.

Kivimäki, T. 2016. Infrakit-palvelu on siirtynyt DCS Finland Oy:n omistukseen.
Luettu: 17.11.2021. [Tiedote: Infrakit-palvelu siirtynyt DCS Finland Oy:n omistukseen | Infrakit](#)

Leppänen, M. Kaapelikartan mittausohje. 2020

Liikennevirasto, Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot – mittausohje. 2017.

Liikennevirasto, Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot – mittausohje. 2017. Liite 1,
Maastomallin koodausohje.

Navdata, Javad Triumph-2. [Javad Triumph-2 | Navdata Oy](#)

NRC Group Finland, Yritys. 2021. Luettu: 18.11.2021. <https://nrcgroup.fi/yritys/>

Verkkokauppa.com, Samsung Galaxy Tab Active3. Luettu: 18.11.2021.
<https://www.verkkokauppa.com/fi/product/6484/qbqtc/Samsung-Galaxy-Tab-Active3-8-Wi-Fi-LTE-Android-10-tablet?list=OZCY-kRi8zK2q70EJNzSh55Yg5Jh53yNikN2gZXRscZDnWJNPlyHiBv-NOh0KraqqmdbK>

Yepnet, RAM komponentit. Kiinnitysvarsi 94 mm. Luettu: 18.11.2021
https://www.yepnet.fi/epages/YepNet.sf/fi_FI/?ObjectPath=/Shops/Puikki/Products/RAM-B-201U

Yepnet, RAM komponentit. Soikea pohja. Luettu 18.11.2021. https://www.yepnet.fi/epages/YepNet.sf/fi_FI/?ObjectPath=/Shops/Puikki/Products/RAM-B-238U

Yepnet, RAM komponentit. Yoke kiinnike. Luettu:18.11.2021. https://www.yepnet.fi/epages/YepNet.sf/fi_FI/?ObjectPath=/Shops/Puikki/Products/RAM-B-121BU

Yepnet, RAM MOUNTS telineet. RAM Tab-Tite pidike.Luettu: 18.11.2021.
https://www.yepnet.fi/epages/YepNet.sf/fi_FI/?ObjectPath=/Shops/Puikki/Products/RAM-HOL-TAB3U



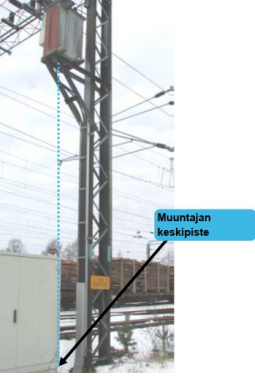



LIITTEET


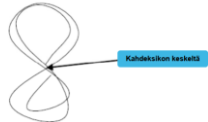




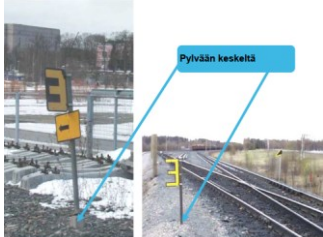
Liite 1. Kartoituspisteet






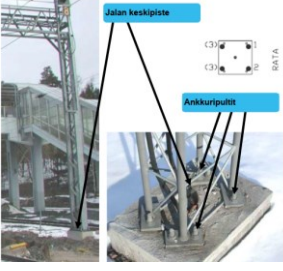
1 (7)




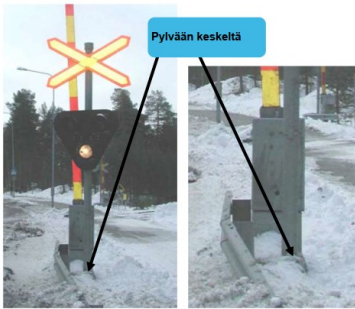
Kuvat Liikenneviraston tie- ja ratahankkeiden maastotietojen mittausohjeesta.


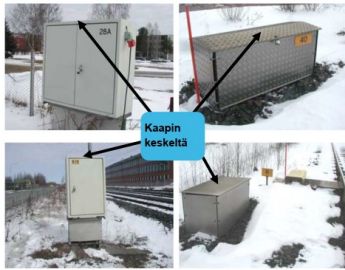

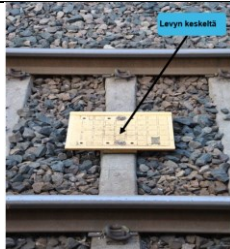


Koodi T3	Selite	Kartoitettavat pisteet	Lisämääreet	Kuva
88	Vaihteenkosketin	Kannen keskeltä	Vaihteen numero	
97	Kaapeli-kaivo	Kaivon kannen keskipiste	Kaivon tunnus (jos tiedossa)	
702	Kanava	Taitepisteet kaapelikanavan keskeltä, kaivon päättyvän kanavan alku- ja loppupisteet kaivon keskeltä	Kanavan sisäleveys	
704	Putkitus	Alku- ja loppupisteet kaivon/kanavan keskeltä, taitepisteet linjalta	Putkien lukumäärä ja koko (jos tiedossa)	
711	Jatko	Kaapelireitissä jatkon keskeltä, kaapelikanavassa kanavan keskeltä ja kaapelikavossa kaivon keskeltä	Kaapelityyppi	


Koodi T3	Selite	Kartoitettavat pisteet	Lisämääreet	Kuva
713	Kaappi yleensä	Kaapin keskipiste	Kaapin tunnus	
714	Koju	Kojun keskipiste	Kojun tunnus	
715	Vaihteenlämmittimen tehomuuntaja	Muuntajan keskipiste	Vaihteen numero (jos tiedossa)	
716	Vaihteenlämmittimen erotusmuuntaja	Muuntajan keskipiste	Kaapin tunnus. Vaihteen numero (jos tiedossa)	
717	Vaihteenlämmittimen kytkinrasia	Nupin pää, levyn keskipiste	Vaihteen numero (jos tiedossa)	
718	Erottimen kytkinrasia	Rasian keskipiste	Rasian tunnus	

Koodi T3	Selite	Kartoitettavat pisteet	Lisämääreet	Kuva
719	Lenkki	Maanalaisen kaapelilenkin keskeltä	Kaapelityyppi, lenkin pituus	
720	Kahdeksikko	Maanalaisen kahdeksikon keskeltä	Kaapelityyppi, kahdeksikon pituus	
721	Lämmityspistorasia	Pylvään keskipiste	Pistorasian numero (jos tiedossa)	
722	Valaistuskaappi	Kaapin keskipiste	Kaapin tunnus	
723	Vaihtelämmittimen kaappi	Kaapin keskipiste	Kaapin tunnus	
724	Kaapelikaivo luukulla	Betonikannen keskipiste (jos kokonaan näkyvässä), muuten teräskannen keskipiste	Kaapelikaivon numero tai "osoite"	
727	Eristyksen liikenne-merkki	Pylvään keskeltä		

Koodi T3	Selite	Kartoitettavat pisteet	Lisämääreet	Kuva
728	Tieopastin	Opastimen keskipiste. Pylväs kartoitetaan erikseen	Opastimen tunnus. ("Osoite", jos tiedossa)	
730	Opastin (masto)	Pylvään keskipiste	Opastimen tunnus	
731	Raideopastin	Pylvään keskipiste	Opastimen tunnus	
732	Turvavälinepaine	Pylvään keskipiste	Painikkeen numero	
733	Turvaväline ohj. kytkin	Ohjauskytkimen keskeltä	Ohjauskytkimen tunnus	
735	Opastinporttaalin jalka	Lähinnä rataa olevat pultit sekä niitä vastapäätä oleva yksi pultti. Näistä pisteistä laskettu keskipiste. Korkeus perustuksen päältä,	Porttaalin tunnus	

Koodi T3	Selite	Kartoitettavat pisteet	Lisämääreet	Kuva
736	Avainsal-palaite	Pylvään keskeltä	Laitteen tunnus	
737	Portaaliopastin	Taulun kohdalta keskeltä	Opastimen tunnus	
738	Impedanssisilta	Kannen keskeltä		
739	Kytkentärasia	Rasian keskeltä		
740	Puomi	Kaapin keskeltä		
741	Varoitusvalo	Pylvään keskeltä	"Osoite", esim. tien numero (jos tiedossa)	

Koodi T3	Selite	Kartoitettavat pisteet	Lisämääreet	Kuva
742	Akselinlaskija	Laskijan keskikohdalta kiskon päältä	Akselinlaskijan tunnus (jos tiedossa)	 Akselinlaskija kiskon päältä. Kuvassa on kiskojen välillä oleva keltainen akselinlaskija. Sininen tekstilaatikko osoittaa laskijan keskikohdalle kiskon päältä.
743	Turvalaitekaappi	Kaapin keskipiste	Kaapin tunnus	 Turvalaitekaappi. Kuvassa on neljä eri näköalaa kaapista: ylävasemmalla kaapin sivu, yläoikealla kaapin takapuoli, alvasemmalla kaapin edessä ja alvasoikealla kaapin edessä. Sininen tekstilaatikko osoittaa kaapin keskipistettä.
744	Ohjattu baliisi	Levyn keskeltä	Baliisin tunnus	 Ohjattu baliisi. Kuvassa on ohjattu baliisi kiskon päältä. Sininen tekstilaatikko osoittaa levyn keskeltä.
745	Ohjaamaton baliisi	Levyn keskeltä	Baliisin tunnus	 Ohjaamaton baliisi. Kuvassa on ohjaamaton baliisi kiskon päältä. Sininen tekstilaatikko osoittaa levyn keskeltä.
751	Syöttöpää	Kiskon päältä, kaapelien kiinnityskohdista	Raitteen numero	 Syöttöpää. Kuvassa on syöttöpää kiskon päältä. Sininen tekstilaatikko osoittaa kiskon päältä, kaapelien kiinnityskohdista.
752	Relepää	Kiskon päältä, kaapelien kiinnityskohdista	Raitteen numero	 Relepää. Kuvassa on relepää kiskon päältä. Sininen tekstilaatikko osoittaa kiskon päältä, kaapelien kiinnityskohdista.

Koodi T3	Selite	Kartoitettavat pisteet	Lisämää- reet	Kuva
753	Juoksutus	Kiskon päältä, kaa- pelin kiinni- tyskohdista	Raiteen numero	
754	RVP silmukka	Silmukan kohdalta, rai- teen keskeltä		