

Tommi Tähkänen

Satelliittipaikannuksen käyttö sähköverkon rakentamisessa

Opinnäytetyö

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

2024



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Insinööri (AMK)
Tekijä/Tekijät	Tommi Tähkänen
Työn nimi	Satelliittipaikannuksen käyttö sähköverkon rakentamisessa
Toimeksiantaja	Elvera Oy
Vuosi	2024
Sivut	31 sivua, liitteitä 25 sivua
Työn ohjaajat	Kalle Pesonen, XAMK, Olli Nieminen, Elvera Oy

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia, voidaanko satelliittipaikannusta, tarkemmin kaivinkoneissa käytettäviä koneohjauslaitteita, käyttää hyödyksi sähköverkon rakentamisen aikana. Työn aikana selvitettiin, saadaanko maastosuunnittelijan luoma suunnitelma-aineisto suoraan kaivinkoneissa käytettäviin koneohjausjärjestelmiin. Kaivinkoneurakoitsija voi käyttää näin ollen suoraan työkarttana maastosuunnittelijan luomaa aineistoa ja tallentaa tarvittaessa koneohjausjärjestelmän avulla mahdolliset reittimuutokset suoraan laitteistosta saatavaan mittaustiedostoon. Opinnäytetyö lähestyy asiaa teorian näkökulmasta, käytännön maastokokeiluja ei tehty.

Sähköverkon rakentaminen on Suomessa Energiaviraston toimesta säänneltyä. Verkkoyhtiöt ovat viime vuosina saneeranneet 20kV runkoverkkoja maakaapeleiksi. Saneerauksen yhteydessä rakennetut verkot dokumentoidaan Traficomien määräyksen M71 mukaisesti. Tällä hetkellä GNSS (global navigation satellite system) -järjestelmiä käytetään verkon suunnittelun yhteydessä maastosuunnittelijoiden toimesta lähinnä kiinteiden rakennettavien pisteiden, esimerkiksi muuntamoiden ja jakokaappien, sijaintitietojen tallennukseen. Kartoituksen yhteydessä rakennetut kaapelireitit ja rakennetut verkkokomponentit käydään läpi GNSS-laitteen kanssa ja niiden sijaintitieto kerätään dokumentointia varten.

Opinnäytetyö toteutettiin hakemalla tietoa laitteistoista, niiden vaatimuksista sekä toiminnasta. Opinnäytetyöhön haastateltiin laitevalmistajia sekä koneurakoitsijoita. Käytännön kokeiluita ei opinnäytetyön tutkimuksen aikana tehty, vaan tarkoitus oli selvittää, onko laitteiston käyttö ajateltuun tarkoitukseen mahdollista.

Lopputuloksena selvisi, että koneohjauksen käyttö maakaapelointityömaalla on varteenotettava vaihtoehto, joskin sen soveltaminen suoraan tuotantokäyttöön vaatii hiomista. Positiivisena asiana jälkikartoituksen tarve poistuu ja kaapeleiden sijainnit ovat suoraan kaivun jälkeen tiedossa. Haittapuolena on laitteistojen korkea hankintahinta, joka aiheuttaisi urakoitsijoille hinnankorotuspaineita, sekä laitteistojen tiedostomuotojen yhteensovitukset, jotka toki ovat oikeilla muunnoksilla ratkaistavissa. Laitevalmistajat ovat kiinnostuneita mahdollisuudesta soveltaa koneohjausta kaapeloinnissa.

Asiasanat: sähköverkon rakennus, maakaapelointi, koneohjaus, GNSS

Degree title	Bachelor of Engineering
Author (authors)	Tommi Tähkänänen
Thesis title	The use of satellite positioning in network construction
Commissioned by	Elvera Oy
Time	2024
Pages	31 pages, 25 pages of appendices
Supervisor	Kalle Pesonen, XAMK, Olli Nieminen, Elvera

ABSTRACT

The objective of the thesis was to examine if satellite positioning in excavators' machine control system can be used as a tool during network construction. In this thesis it was examined if planning material produced by field planners can be imported to machine control systems used by excavators. Excavator operators can use the planning material as a work map via machine control. If there are some changes in the route during work, operators can save these changes with the machine control system. The thesis approaches the subject only in theory, field experiments were not done.

Constructing an electrical network in Finland is regulated by the Energy Authority. Network companies have restructured 20kV backbone networks to ground cable networks. During the restructuring process, networks are documented by the Finnish Transport and Communications agency according to Regulation M71.

Now, GNSS (global navigation satellite system) systems are used during field planning. Field planners take fixed points with GNSS for the locations of transformers and distribution cabinets. When construction is done, cable routes and network components are surveyed by a documenter and their locations are documented.

The thesis was carried out by searching for information about the machine control systems and requirements of the system. Equipment manufacturers and contractors were interviewed for the thesis. Practical experiments were not done during the research of the thesis. The purpose was to find out whether the use of the equipment for the intended purpose is possible.

The outcome was that using machine control on cabling worksites is a considerable option. The positive side was that a post digging survey is not needed and cable locations and assembly depths are known. On the other hand, the equipment is quite expensive, and it will increase the price of the digging. The file formats are also a bit different, but that can be solved with the right conversion. The manufacturers are interested in using machine control on cable sites.

Keywords: network construction, ground cabling, machine control, GNSS

SISÄLLYS

JOHDANTO	6
ELVERA OY	7
SÄHKÖVERKKO	8
Sähköverkon rakenne	8
Säävarma sähköverkko	9
JAKELUVERON RAKENTAMISEN VAIHEET	10
SUUNNITTELUN TYÖKALUT	11
Global Navigation Satellite System, GNSS	11
Real Time Kinematic	11
Verkkotyyppinen Real Time Kinematic	13
Sähköverkon rakentamisen suunnittelu GNSS:n avulla	14
Global Navigation Satellite System -laitteet	15
Trimble Terrasync	16
Trimble GPS Pathfinder	16
Landstar	16
DOKUMENTOINTI	17
Jakeluverkon komponenttien dokumentointi	17
Dokumentoinnin työkalut ja henkilöt	20
KONEOHJAUSJÄRJESTELMÄ	21
Koneohjausjärjestelmän pisteiden tallennus	22
Koneenohjausjärjestelmien näkymät	23
Maanpinnan mallinnus	24
Koneenohjausjärjestelmien tiedostojen hallinnointi	25
Koneenohjausjärjestelmien laitteistojen hinta	25
Koneenohjausjärjestelmien yhteenveto	25
MAANRAKENNUSURAKOITSIJOIDEN MIELIPIDE	25
JOHTOPÄÄTÖS	26

LÄHTEET.....	28
--------------	----

KUVALUETTELO

LIITTEET

Liite 1. CHCNAV -ohje, Elveran sisäinen ohje

Liite 2. Liikenne ja Viestintäviraston määräys M71

JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön on tarkoitus selvittää, voidaanko satelliittipaikannusta sekä siihen liittyvää koneohjausta käyttää tehokkaasti hyödyksi sähköverkon rakentamisessa. Koneohjausta käytetään jo monella maanrakennustyömaalla ja oikein käytettynä se tehostaa maanrakennusta; erilaisia fyysisiä korkomerkintöjä, lasereita, eikä erillisten korkolaitteiden siirtoa tarvita koneiden siirtyessä työmaalla (Novatron 2024). Opinnäytetyössä esitellään verkkoyhtiöitä koskevat vaatimukset, niin rakentamisen kuin dokumentoinninkin puolelta.

Opinnäytetyön yhtenä lähteenä on käytetty kirjoittajan oma kokemusta verkonrakentamisen, -suunnittelun ja projektien läpiviemisen saralla. Opinnäytetyö ei ota ydinaiheessaan suoraan kantaa käytännön soveltamiseen, vaan se painottuu enemmän teoriapuoleen. Opinnäytetyön tarkoituksena on vastata seuraaviin kysymyksiin:

Onko satelliittipaikannuksen ja koneautomaation hyödyntäminen

sähköverkon rakennuksessa järkevää/kustannustehokasta?

Mitä edellytyksiä em. käyttö vaatii niin suunnittelulta kuin

maanrakennusurakoitsijalta?

Saadaanko mahdollisesti muita hyötyjä, jotka puhuisivat käytön puolesta?

Koneohjausjärjestelmiä löytyy markkinoilta eri hintaluokissa ja tarvittaessa laitetoimittajat voivat myös räätälöidä tuotteitaan tarpeen mukaan. Useat maanrakentajat toimivat monella maanrakennuksen osa-alueella, ja osassa vaatimuksena on koneohjauslaitteistot, jotta työn tekeminen työmaalla on ylipäättään mahdollista. Tutkimusmenetelmänä urakoitsijoita sekä laitetoimittajia haastateltiin osana opinnäytetyön läpiviemistä.

ELVERA OY

Opinnäytetyön toimeksiantajana on Elvera Oy. Elvera Oy on infra-alan toimija, joka urakoi sähkö-, tele-, vesi- ja lämpöliiketoimintojen alalla. Suurimpana toimialana on sähköliiketoiminta. Sähköliiketoiminnan alla Elvera Oy tarjoaa palveluita asiakkailleen pienjänniteverkosta suurjänniteverkkoihin asti, sisältäen tarvittaessa sähkötekniikan suunnittelun, maastosuunnittelun, rakentamisen, kuin myös huolto- ja kunnossapitotyöt. (Elvera 2024.)

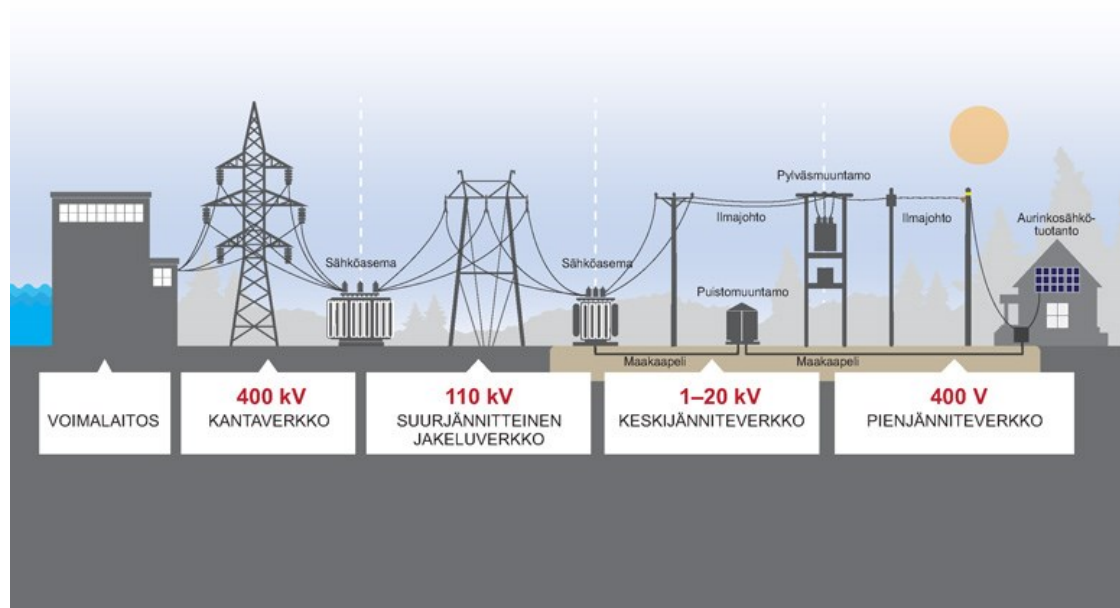
Elvera Oy perustettiin vuonna 2016, kun Lappeenrannan verkonrakennus Oy, Kyvera Oy sekä Suur-Savon Sähkötyö Oy yhdistettiin yhdeksi isommaksi urakointi yritykseksi. Yhtiön pääkonttori sijaitsee Mikkelissä, Etelä-Savossa ja sen liikevaihto oli vuonna 2022 73,5 miljoonaa euroa. Toiminta on laajentunut yrityskauppojen myötä koko Suomen kattavaksi ja tällä hetkellä Elvera Oy työllistää noin 750 henkilöä. (Elvera 2024.)

SÄHKÖVERKKO

Sähköverkon rakenne

Sähköverkolla (Kuva 1) tarkoitetaan sähkömarkkinalain mukaan verkkoa, joka muodostuu toisiinsa liitetyistä sähköjohdoista, sähköasemista sekä muista sähkölaitteista ja -laitteistoista, järjestelmistä ja ohjelmistoista, jotka on suunniteltu sähkön siirtoon tai jakeluun palvelemaan sähköverkon käyttöä ja sähköverkkopalveluiden tuottamista. (Sähkömarkkinalaki 9.8.2013/588 3 §) Jakeluverkko on sähköverkon osa, jonka nimellisjännite on pienempi kuin 110kV.

Sähköverkkoa ja jakeluverkkoa hallinnoi verkonhaltija ja/tai jakeluverkonhaltija, jolla on lupa harjoittaa sähköverkkotoimintaa omistamassaan tai hallinnoimassaan verkossa. Verkonhaltijoita/jakeluverkonhaltijoita ovat yleensä verkkoyhtiöt, jotka vastaavat sähkönsiirrosta toiminta-alueellaan.



Kuva 1. Sähköverkon rakenne Suomessa (Savon Voima 2021)

Sähköverkon rakentaminen on Energiaviraston sääntelemää toimintaa. Suomessa jakeluverkonhaltijalla on monopoliasema alle 110kV verkon rakentamisesta vastuualueellaan. (Energiavirasto 2024.) Muutamilla jakeluverkkoyhtiöillä on hallinnassaan myös 110kV verkkoa, esimerkiksi Järvi-Suomen Energialla (JSE 2021). Jakeluverkonhaltijat ovat saneeranneet jakeluverkkojaan viime vuosina ahkerasti, pääasiassa maakaapeliksi. Verkkoyhtiöiden hallinnoimista verkoista saneerauksen kohteina on ollut 20kV keskijänniteverkko

sekä loppukäyttäjälle asti menevää 0,4kV jakeluverkkoa. Syynä ahkeraan verkkojen saneeraukseen on ollut vaatimus säävarman sähköverkon rakentamisesta, jonka takaraja häämöttää monella verkkoyhtiöllä, jatkoaikahakemusten jälkeen, vuoden 2036 lopussa. (Energiavirasto 2019.)

Jakeluverkon rakentaminen ja saneeraus on pitkäjänteistä suunnittelua. Saneerauksia suunnitellessa on rakennuttajan pohdittava ylipäättään saneerauksen tarvetta kyseisellä alueella, uuden, saneeratun verkon tulevaa käyttöikää, mahdollisia vaikutuksia tuleviin runkoyhteyksiin, asiakasmääriä/sähkön kuluusta saneerausalueella, saneerauksesta syntyviä kustannuksia. Voitaneen sanoa, että verkon saneerauksiin ei ole järkeä lähteä kevein perustein.

Kuten edellä todettiin, pääsääntöisesti verkkoa on saneerattu viime vuosina maakaapelipainotteisesti. Muutamia vuosia sitten saneerausten pääpaino oli taajamissa, joissa saatiin mahdollisimman suuria asiakasmassoja maakaapeloinnin perään. Sittemmin pääpaino saneerauksissa on siirtynyt haja-asutusalueiden runkoreiteille.

Säävarma sähköverkko

Säävarmasta sähköverkosta puhuminen Suomessa alkoi vuoden 2011 joulun jälkeen riehuneiden ja miljoonavahingot aiheuttaneiden Tapani-, ja Hannu-myrskyjen jälkeen. Sähkömarkkinalakia uudistettiin ja laissa säädettiin velvoite jakeluverkkoyhtiöille parantaa sähkön toimitusvarmuutta. Uusi laki astui voimaan elokuussa 2013. Samalla sähkökatkoille määrättiin viitteelliset enimmäisajat asemakaava- ja haja-asutusalueelle. Asemakaava-alueella jakeluverkko on rakennettava siten, että sen vioittuminen myrskyn tai lumikuorman seurauksena ei aiheuta yli 6 tunnin kestävästä sähkönjakelun keskeytystä. Haja-asutusalueella rajana on 36 tuntia kestävä sähkönjakelun keskeytys. (Sähkömarkkinalaki 9.8.2013/588 51. §.)

Sähkömarkkinalaki on antanut liennytyksiä sen mukaan, missä jakelukeskeytyksen kohde sijaitsee ja mikä on sen vuotuinen energian kulutus. Jakeluverkon haltija voi määrittää käyttöpaikkaan sovellettavan tavoitetason 1 momentin 3 kohdasta poiketen paikallisten olosuhteiden mukaisesti, jos:

Käyttöpaikka sijaitsee saarella, johon ei ole siltaa tai vastaavaa muuta kiinteää yhteyttä taikka säännöllisesti liikennöitävää maantielauttayhteyttä tai käyttöpaikan vuotuinen sähkönkulutus on ollut kolmen edellisen kalenterivuoden aikana enintään 2 500 kilowattituntia ja 1 momentin 3 kohdan vaatimuksen täyttämisen edellyttämien investointien kustannukset olisivat käyttöpaikan osalta poikkeuksellisen suuret sen muista käyttöpaikoista etäisen sijainnin vuoksi. (Sähkömarkkinalaki 9.8.2013/588 51. §.)

Säävarmalla sähköverkolla ei näin ollen tarkoiteta automaattisesti maakaapeliverkkoa (Yle 2019). Säävarmalla sähköverkolla viitataan ensisijaisesti sellaiseen verkkoon, jossa täyttyy sähkömarkkinalaissa esitetyt ehdot jakeluverkon toiminnan laatuvaatimuksista. Tällaiset ehdot täyttyvät myös ilmajohtoverkolla. Lisäksi maastolliset olosuhteet eivät puolla maakaapeliverkon rakentamista joko kaiseen sähkönkäyttöpisteeseen; kallioinen ja kivinen maasto eivät ole kaapelin asentamisen puoleen ihanteellisia. Louhinnasta ja kaapelin suojaamisesta syntyy isoja kuluja jakeluverkon rakennuttajalle ja verkkoyhtiölle, ja sitä kautta kulut siirtyvät kohonneina verkkopalvelumaksuina asiakkaille. Mikäli maaston on kivikkoista ja/tai kallioista on ilmajohtoverkon rakentaminen tällöin kustannustehokkain ratkaisu.

JAKELUVERON RAKENTAMISEN VAIHEET

Jakeluverkon rakennus- tai saneeraushanke lähtee jakeluverkonhaltijalta tulleesta työtilauksesta. Työtilaus voi käsittää koko hankkeen tekemisen alusta loppuun, KVR-hanke, eli kokonaisvastuurakentaminen, tai olla osia siitä. Tästä riippumatta työn läpivienti on hyvin samankaltaista; työ suunnitellaan sähköteknisesti, työlle laaditaan maastosuunnitelma, työ rakennetaan, dokumentoidaan, työ luovutetaan tilaajalle ja lopuksi tehdään jälkityöt hankkeen osalta. Alla kuvattu karkeasti jakeluverkon saneeraustyön läpikäynti.

Sähköteknisessä suunnittelussa tilaajan haluama hankealue kartoitetaan, ja siihen suunnitellaan jakeluverkko, jolla saadaan jokaiselle sähkönkäyttöpisteelle tavoiteltavat sähköiset arvot. Tarvittavat verkkokomponentit (muuntamot, jakokaapit, kaapelit) sijoitetaan karkeasti. Kaapelit mitoitetaan vastaamaan vaadittuja virta-arvoja.

Maastosuunnittelussa hankealueelle luvitetaan maastosuunnittelijan toimesta maanomistajan tai maa-alueita hallinnoivan tahon kanssa, verkkokomponenttien lopullinen sijainti sekä reitit. Maastosuunnittelija sopii reitit, joita pitkin esimerkiksi piha-alueilla liikutaan, ja kerää tärkeää tietoa siitä, mitä olemassa olevia rakenteita tai varottavia asioita kohteissa sijaitsee. Omakohtaisten kokemuksien mukaan, onnistunut maastosuunnittelu on suuressa roolissa hankkeen onnistumisen kannalta.

Rakennusvaiheessa tehdään asennustyö; kaivetaan kaapelit, asennetaan muut tarvittavat verkkokomponentit. Kaivamisen ja asentamisen jälkeen, rakennetut verkkokomponenttien sijainnit kerätään GPS:llä ja dokumentoidaan tilaajan verkkotietojärjestelmään.

Työn luovutuksessa todetaan rakennettu verkko tilaajan haluamaksi.

Jälkityöt tehdään useimmiten talven jälkeen, jolloin maa on mahdollisten maanrakennustöiden jälkeen ns. asettunut. Jälkitöitä lukeutuvat esimerkiksi painaumien täytöt ja kaivumaiden maisemointia.

SUUNNITTELUN TYÖKALUT

Global Navigation Satellite System, GNSS

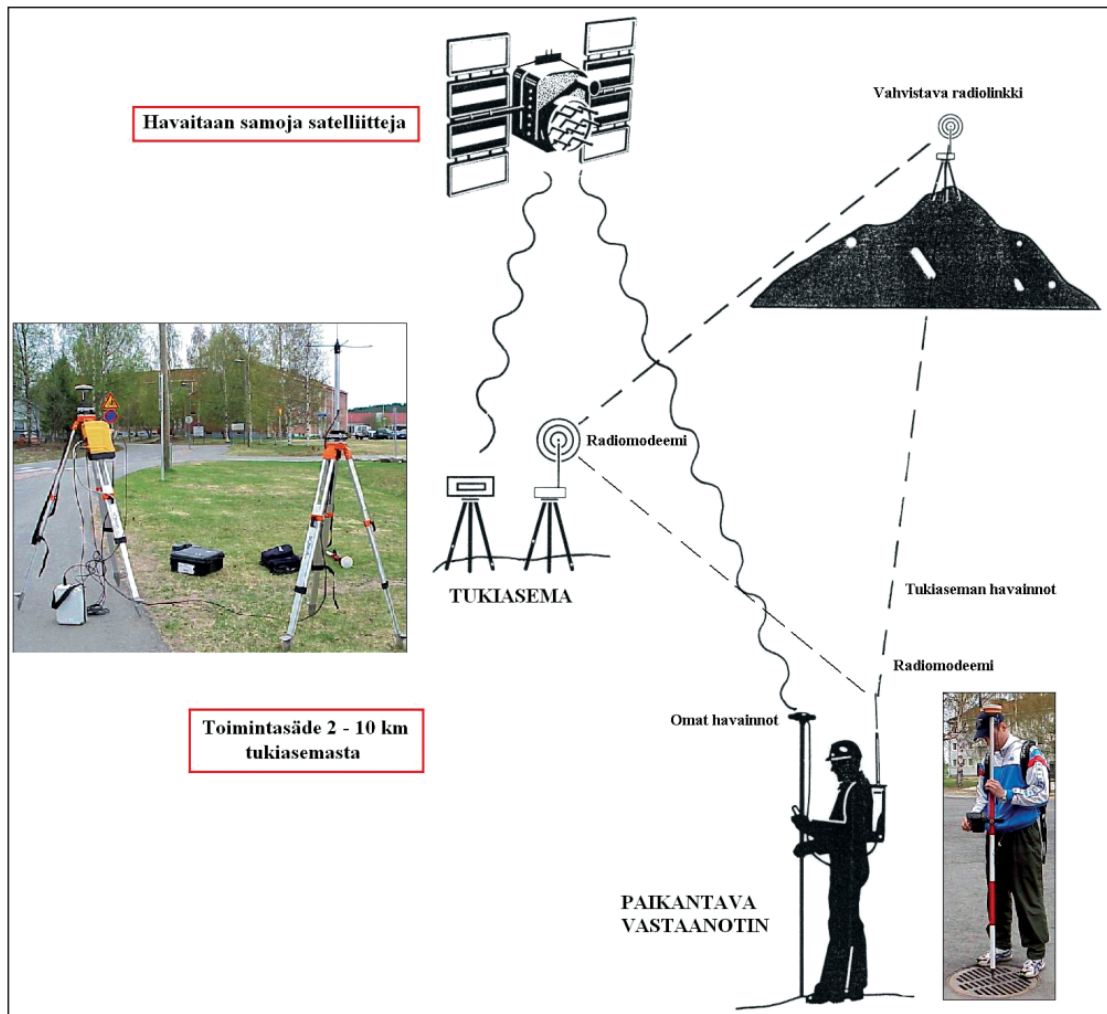
GPS on yleisnimitys kaikille satelliittipaikannusta käyttäville laitteille. Termiä käytettäessä tarkoitetaan yleensä GNSS:ää, jonka lyhenne tulee sanoista Global Navigation Satellite System. GPS eli Global Positioning System on puolestaan nimitys Yhdysvaltain puolustushallinnon ylläpitämälle satelliittipaikannusjärjestelmälle. Vastaava venäläinen on nimeltään GLONASS (Global Navigation Satellite System), kiinalainen BeiDou (Otavan tähtikuvio kiinaksi) ja eurooppalainen GALILEO, joka on saanut nimensä italialaisen astronomi Galileo Galilein mukaan. Edellä mainitut ovat osa maailmanlaajuisia GNSS:ää ja ovat siviilien ylläpitämiä eli niiden ylläpidosta ei vastaa minkään maan armeija tai puolustushallinto. GPS on yleisin käytössä oleva paikannusjärjestelmä, mutta varsinkin Suomen pohjoisilla leveyspiireillä GLONASS-järjestelmän satelliitit tuovat sijaintiensa puolesta varmuutta mittauksiksi. (Laurila 2012, 16; Maanmittauslaitos s.a.)

Real Time Kinematic

RTK on lyhennelmä sanoista Real Time Kinematic. Verrattuna perinteiseen satelliittipaikannukseen (GNSS), jolla päästään metritarkkuuteen, päästään

RTK-korjaussignaalin avulla sentti- ja jopa millitarkkuuteen. (Trimnet VRS s.a.) RTK-korjaussignaali vaatii toimiakseen vähintään yhden tukiaseman. Tällöin puhutaan perinteisestä RTK-mittauksesta. Tukiasemalla tarkoitetaan tunnetulla pisteellä sijaitsevaa vertailuvastaanotinta. Tukiasema lähettää omat mittaamansa sijaintitiedot liikkuvalla vastaanottimelle, GNSS-laite. Tästä saadaan korjaussignaali, jolla maastolaitteen tarkkuus paranee. Jotta tarkkuus ei kärsisi, tulisi etäisyyden tukiasemaan olla mahdollisimman lyhyt, mielellään alle kymmenen kilometriä. RTK-korjaussignaalia tarvitaan, jotta päästään mittaus-tarkkuudessa määräys M71 vaatimalle tasolle. Määräyksen vaatimaa tasoa käsitellään tarkemmin Dokumentointi osiossa.

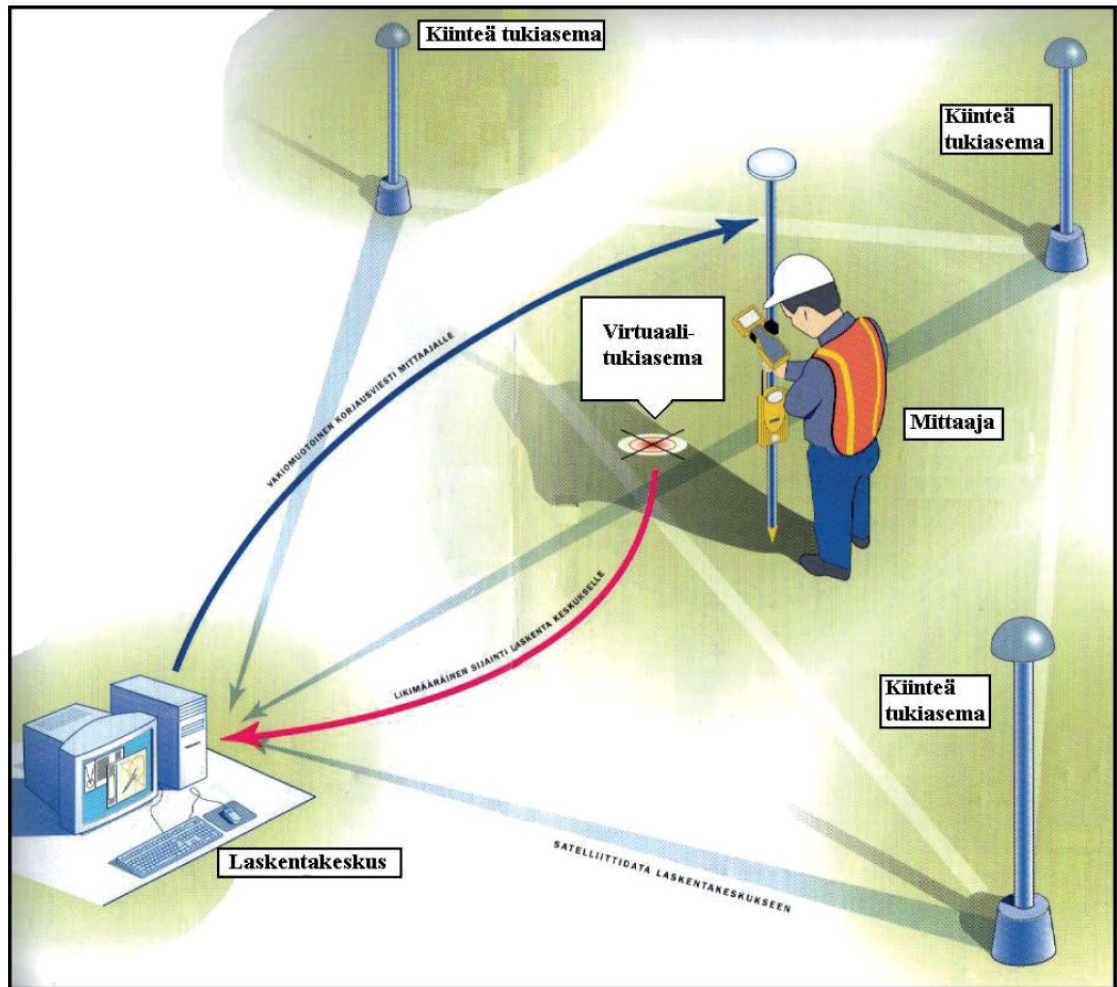
Tukiaseman voi perustaa mittaustarkoituksiin itse (Kuva 8). Tämä rajoittaa mittausaluetta jonkin verran (Laurila 2012, 319). RTK tukiaseman perustaminen on kohtalaisen helppoa, valmiita tukiasemapaketteja on myynnissä verkko-kaupoissa. Valmiiden pakettien hinnat pyörivät muutamissa tuhansissa euroissa. Rajoittavana tekijänä on laitteiden yhteensopivuus. Lisäksi huomioitava seikkana on laitteen parhaan sijoituskohdan etsiminen sekä mahdollinen sähkönsyötön varmistaminen tukiasemalle, jotta tukiaseman toiminta olisi katkeamatonta.



Kuva 2. Perinteinen RTK-mittaus yhdellä itse perustetulla tukiasemalla (Laurila 2012)

Verkkotyyppinen Real Time Kinematic

Verkko-RTK:lla tarkoitetaan RTK:ta, jossa on useita tukiasemia keskenään yhtenäisessä verkossa. Tällöin korjaussignaalia saadaan useammasta tunnetussa pisteessä sijaitsevasta kohteesta ja mittaustarkkuus paranee (Kuva 3). Toimintaperiaate on muutoin sama kuin perinteisessä RTK-mittauksessa. Verkko-RTK palveluntarjoajia on Suomessa ovat esimerkiksi Geotrim Oy, Karrera, Leica Geosystems Oy (Laurila 2012, 322). RTK-korjaussignaali palveluiden hinta vaihtelee halutusta tarkkuudesta riippuen vuositasolla muutamien satojen eurojen ja muutaman tuhannen euron välillä (Kokko 2024 ; Leinonen 2024).



Kuva 3. Verkko RTK mittaus useammalla tukiasemalla (Laurila 2012).

Sähköverkon rakentamisen suunnittelu GNSS:n avulla

Sähköverkon suunnittelu lähtee joko tarpeesta saneerata vanhaa heikkokuntoista verkkoa, luomalla samalla mahdollisia rengasyhteyksiä entiseen säteittäiseen sähköverkkoon. Toinen vaihtoehto sähköverkon rakentamiselle/saneeraukselle on asiakastarpeet, esimerkiksi aurinkopuisto tai uusi iso asiakasliittymä, joka kasvattaa johdolla tarvittavan energian määrää. (Caruna Oy s.a.)

Verkkoyhtiö kilpailuttaa saneeraus/rakennus hankkeen ja valitsee tarjousten perusteella sille pääurakoitsijan. Pääurakoitsijan vastuulle jää mahdollisesti sähkötekniinen suunnittelu, sovittaa sähkötekniisen suunnitelman ratkaisut maastosuunnittelijan toimesta maastoon ja hankkia näille sijoitusluvut, sekä rakentaa hanke sovitusti. Sähkötekniinen suunnittelu ja maastosuunnittelu on käyty läpi pääpiirteittäin tämän opinnäytetyön luvussa 4.

Maastosuunnittelija käyttää apunaan sijantien mittauksissa GNSS-laitetta, jolla mitataan maastoon sijoitettavien rakenteiden sijainnit, jotta esimerkiksi kaapelipituudet saadaan vastaamaan todellisuutta mahdollisimman hyvin. Mikäli kaapelointireittiä tulee kiertää jonkin maastoesteen takia, voidaan reitti mitata GNSS-laitteen avulla ja näin saada kaapelimitaan tuleva muutos ja sijainnit työkarttaan merkattua mahdollisimman tarkasti.

Pylväslinjaa, varsinkin keskijänniteverkkoa, suunniteltaessa, on pylvässijaintien mittaus ehdottoman tärkeää. Tällä saadaan mitattua pylväiden sijainnit niin xy ja z-kordinaatteina, jolloin pylväspituuksien määrittely sekä mahdolliset kulmat linjassa saadaan määriteltä hyvinkin tarkasti. Pylväslinjoja mitattaessa, oikein tehdyllä tarkalla mittauksella voidaan saada isoja kustannusvaikutuksia valittaviin rakenteisiin.

Global Navigation Satellite System -laitteet

GNSS-laitteita on saatavilla useilta eri valmistajilta. Esimerkkinä laitevalmistajista mainittakoon Trimble (Kuva 4) ja CHCNAV (Kuva 5). Laitteita on saatavilla niin Android pohjaisina tablet-laitteina, CHCNAV, kuin valmistajan itse tekeminään kämmenmikroina, Trimble.



Kuva 4. Trimble GeoExplorer 7. (Geotrim s.a)



Kuva 5. CHCNAV LT700H (Posimo Oy s.a)

Trimble Terrasync

Trimblen valmistama GNSS laite käyttää Trimblen omaa Trimble Terrasync paikkatieto-ohjelmistoa. Ohjelmalla onnistuu sijaintitietojen kerääminen tehokkaasti sillä, tietojen keräämiseen ei tarvita kuin yksi napin painallus. Ohjelman käyttöliittymän muokkaus on mahdollista, joka sujuvoittaa työtä. (Geotrim Oy s.a)

Trimble GPS Pathfinder

Trimblen GNSS-laitteen ja käyttäjän tietokoneen väliseen tiedonsiirtoon tarvitaan Trimblen itse valmistama Trimble GPS Pathfinder Office-ohjelmaa. Pathfinder ohjelmalla voidaan hallita, ylläpitää ja jälkilaskea Terrasync:illä kerättyä tietoa. Tiedostot voidaan tuoda ja viedä eri, usein suoraan verkkotietojärjestelmään sopivassa, formaateissa. (Geotrim Oy s.a)

Landstar

Landstar on CHCNAV-laitteen paikkatieto-ohjelmisto. Kuten Terrasync, ohjelmiston visuaalista ulkonäköä on mahdollista muokata käyttäjäkohtaisesti. Sijaintitietojen keräys on nopeaa, sillä sijaintitiedon keräämiseen tarvitaan yksi napin painallus. Karttapohjia voidaan valita taustakartaksi suoraan, niin

maksullisten pohjien (Maanmittauslaitos) tai ilmaisilla karttapohjien välillä (Google maps). (CHCNAV -ohje, Elvera sisäinen ohje s.a. Liite 1)

Tiedonsiirto laitteesta suunnittelijan tietokoneelle tapahtuu sähköpostilla. Tähän voidaan käyttää esimerkiksi ilmaista gmail-sähköpostitiliä. Tämän jälkeen tiedosto pitää muuntaa, esimerkiksi 3D-WIN ohjelmistolla, sopivaan tiedostomuotoon, jotta käytettävä verkkotietojärjestelmä, esimerkiksi PG-Field, Tribble NIS, ymmärtää tiedostomuodot, ja osaa piirtää mitatut pisteet oikeille paikoille kartassa. (CHCNAV -ohje, Elvera sisäinen ohje s.a Liite 1.)

DOKUMENTOINTI

Jakeluverkon komponenttien dokumentointi

Verkkoyhtiöt vaativat urakoitsijoiltaan tietoa siitä, mihin verkkoon rakennetut kohteet, mukaan lukien kaapelit, ovat maastossa sijoitettu. Dokumentointi on tärkeä verkonrakentamisen vaihe (Kuva 6). Useimmiten rakennettua verkkoa dokumentoidaan rakentamisen edetessä. Nykyisten dokumentointivaatimuksen takana on Liikenne ja Viestintäviraston määräys verkkotietojen ja verkon rakentamissuunnitelmien toimittamisesta, määräys M71 (Liite 2). Määräyksen tarkoituksena on varmistaa verkkoinfrastruktuurin yhteiskäytöstä ja yhteisrakentamisesta säädetyn lain tarkoittamaan tietopisteeseen toimitettavien sijaintitietojen tarkkuustaso ja yhteensopivuus. Perimmäisenä tarkoituksena on edistää yhteisrakentamista ja vähentää mahdollisia vaurioita maanrakennustöissä. Keskitetyllä tietopisteellä tarkoitetaan valtakunnallisia palveluita, joista saadaan tilattua maanrakentajalle maastoselvitys esimerkiksi maanalaisista kaapelirakenteista. (Laki verkkoinfrastruktuurin yhteisrakentamisesta ja -käytöstä 276/2016 7. §.) Tällaisia palveluita ovat esimerkiksi Johtotietopankki ja Kaivulupa.



Kuva 6. Dokumentoinnin yhteydessä dokumentoidaan esimerkiksi kaapelin tyyppi, sen osoite sekä 20kV kaapeleilla puistomuuntamon kennotieto.

Verkkoinfrastruktuurin dokumentointi jaetaan karkeasti 2 eri luokkaan; ennen ja jälkeen 1.1.2021 rakennetut sähköverkot. Taulukossa 1 on esitetty dokumentoinnin vaatimukset. Vaatimukset ovat *minimivaatimuksia*.

Taulukko 1. Taulukossa 1 esitetty Traficomın määräys 71 vaatimukset

Ennen 1.1.2021 rakennettu sähköverkko
Tieto siitä, ilmoitetaanko reitti vai yksittäinen kaapeli
Verkkotyyppi
verkkotyypin tarkenne
Kaapelin tyyppi
Sijainnin x- ja y kordinaatti
sijainnin z-kordinaatti tai sijainnin syvyystiето, jos saatavilla digitaalisessa muodossa
Sijaintitarkkuus ja sijainnin määrittelytapa
Rakennusvuosi, jos saatavilla
Käyttötila
Kartta-alue
Näyttöalue
Tieto siitä, välittääkö Sijaintitietopalvelu näyttöpyynnön verkkotoimijan näyttäjälle
vai näytön tarpeen jatkoselvittäjälle
Sähköverkot, jotka rakennettu 1.1.2021 tai sen jälkeen
Tieto siitä, ilmoitetaanko reitti vai yksittäinen kaapeli
Verkkotyyppi
Verkkotyypin tarkenne
Kaapelin tyyppi
Sijainnin x- ja y kordinaatti
Sijainnin z-kordinaatti tai sijainnin syvyystiето, jos kaapelin syvyys poikkeaa suunnitellusta asennussyvyydestä tai tieto on muusta syystä mitattu
Suunniteltu asennussyvyys
Sijaintitarkkuus ja sijainnin määrittelytapa
Rakennusvuosi
Käyttötila
Kartta-alue
Näyttöalue
Tieto siitä, välittääkö Sijaintitietopalvelu näyttöpyynnön verkkotoimijan näyttäjälle
vai näytön tarpeen jatkoselvittäjälle

(Liite 2)

Kuten yllä olevasta taulukosta 1 voidaan lukea, on tieto asennussyvyydestä tiukentunut uusiin asennuksiin.

Traficomın määräyksessä M71 määritellään reiteille mitattujen sijaintien vähimmäistarkkuudet; taajamassa tarkkuus on 0,1m ja taajaman ulkopuolella 0,5m. Lisäksi 1.1.2021 jälkeen rakennettujen verkkojen syvyystiето tulee määrittää 0,1m tarkkuudella. (Liite 2.)

Dokumentoinnin työkalut ja henkilöt

Kartoittaja

Kartoittaja on henkilö, joka kerää kartoituksen aikana tietoa verkkoon rakennetuista komponenteista. Kartoituksen aikana mitataan sijaintitiedot rakennetulle verkolle, tilaajan dokumentointiohjeen mukaan. Kartoitettavia kohteita voivat olla esimerkiksi: kaapelireitti, jatkokset, suojaukset, jakokaapit, muuntamot ja pylväät.

Kaapelinhakulaite

Kartoittajan apuna maanalaisten rakenteiden etsinnässä on kaapelinhakulaite. (Kuva 7) Kaapelinhakulaite koostuu itse hakulaitteesta, sekä lähettimestä. Hakulaitteella pystytään havaitsemaan sekä jännitteellinen että jännitteetön kaapeli. Lisäksi hakulaitteella pystytään paikantamaan muovi-, metalli- ja betoni-putkia. Laitteita on markkinoilla tarjolla paljon erilaisia, erilaisille sovelluksille. Lähettimen käyttö on yksinkertaista. Lähetin kiinnitetään kartoitettavaan kaapeliin joko suoraan galvaanisella yhteydellä tai asetetaan lähetinpihdit kaapelin ympärille ja hakulaitteella voidaan etsiä kaapelin sijainti ja monissa tapauksissa myös syvyys. (Geos Oy s.a.)



Kuva 7. C.Scope kaapelinhakulaite ja lähetin (Geos Oy s.a.).

Dokumentoija

Henkilö, joka vie tilaajan ohjeen mukaisesti kartoitetun tiedon verkkotietojärjestelmään. Dokumentoija siirtää verkkotietojärjestelmässä olevat kaapelit vastaamaan kartoittajalta saatua oikeaa reittitietoa. Dokumentoija dokumentoi verkkotietojärjestelmään kytkentätilanteet vastaamaan todellisuutta maastossa. Lisäksi dokumentoija kerää verkkotietojärjestelmään tietoja esimerkiksi valmistajasta sekä komponenttien valmistus- ja asennusvuosista.

Verkkotietojärjestelmä

Verkkotietojärjestelmä on järjestelmä, joka on maastossa olevan fyysisen jakeluverkon digitaalinen kopio. Mikäli jakeluverkkoon tehdään muutoksia, kirjataan ne verkkotietojärjestelmään, jolloin tiedot ovat ajan tasalla kaikille verkkotietojärjestelmän käyttäjille. Verkkotietojärjestelmää voidaan käyttää myös verkon suunnitteluun, kunnossapitotehtävien hallintaan sekä verkostolaskentaan. (Trimble s.a)

KONEOHJAUSJÄRJESTELMÄ

Koneohjausjärjestelmällä tarkoitetaan järjestelmää, joka mahdollistaa koneen työskentelyn ilman maastomerkintöjä. Reitit, kaivuesteet, mahdolliset muut infrarakenteet, mikäli niistä on olemassa oleva kartoitustieto, voidaan ajaa järjestelmään näyttöpäätteeltä kaivinkoneen operaattorin nähtäväksi. Koneohjausjärjestelmien valmistajia on useita, esimerkkinä Novatron, Trimble, L5 Navigation ja Leica. Tässä opinnäytetyössä verrattiin Leican sekä Trimblen koneohjausjärjestelmiä. Opinnäytetyö tutkii pelkästään 3D laitteistoja, koska niihin pystytään tarvittaessa mallintamaan myös olemassa olevaa infraa.

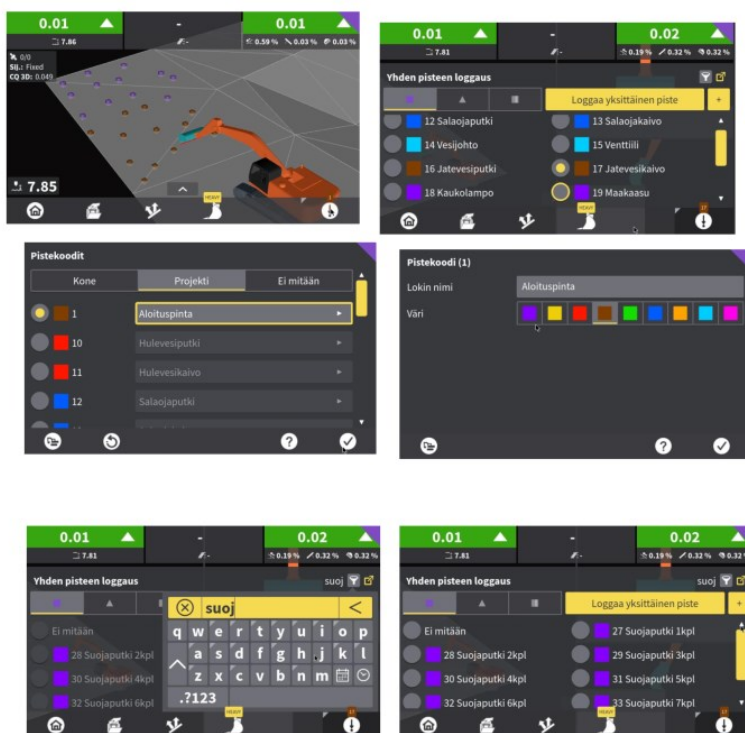


Kuva 8. Koneohjausjärjestelmän komponentit kaivinkoneessa (Kokko 2024).

Kuten kuvasta (Kuva 8) huomataan, on sensoreita puomiston osasissa sekä ylävaunussa. Kalibrointiarvojen ja sensorien asentojen avulla, voidaan laskea kordinaatit satelliittiantenneista kauhan huulilevyyn. Kauhan huulilevyn asentoa verrataan joko merenpinnan korkeuteen tai koneohjausjärjestelmään luotuun maanpinnan mallinnukseen. Jokainen kauha/puomin päähän asennettava työkonetta tulee mitoittaa erikseen järjestelmään, jotta tarkkuus saadaan säilymään. (Kokko 2024).

Koneohjausjärjestelmän pisteiden tallennus

Molemmilla järjestelmillä, Leica ja Trimble, pisteiden tallennus on helppoa, koneen käyttövipuun voidaan ohjelmoida nappi, jolla pisteen tallennus koneen operaattorin toimesta onnistuu. Koneohjaus järjestelmiin voidaan luoda valmiita erilaisia pistekuvioita omavalintaisilla nimillä valmiiksi, esimerkiksi: jakokaappi, jatkos, suojakouru. Nämä pitää kuljettajaan valita itse luomastaan listasta päätelaitteen kautta. Pisteitä voidaan koodata myös värillä tai numeroilla. Lisäksi pisteitä voi nimetä itse omavalintaisesti, mikäli valmista sopivaa pistenimeä ei luodulta listalta löydy. (Kokko 2024; Leinonen 2024.) Kuvassa 9 on esitetty Leican järjestelmän käyttäjän valmiiksi luomia pisteitä. Lisäksi kuvassa näkyy järjestelmän 3D-näkymä.



Kuva 9. Leican järjestelmän pisteiden tallennusta (Kokko 2024).

Kaapelinaurauksessa Leican MC1 Excavator ohjelmistolla saadaan tallennettua pisteitä automaattisesti joko perustuen kuljettuun matkaan tai aikaan. Trimblen Earthworks järjestelmällä automaattitallennuksen mahdollisuutta ei ole. (Kokko 2024; Leinonen 2024.) Mikäli reitti jostain syystä muuttuu suunnitellusta, esimerkiksi ison maakiven kiertämisen takia, on reittiä mahdollista tallentaa kummallakin järjestelmällä napin painalluksella (Kokko 2024; Leinonen 2024).

Koneenohjausjärjestelmien näkymät

Kummallakin koneohjausjärjestelmän valmistajalla on oma pilvipalvelunsa, jonka kautta pystyy esimerkiksi luomaan erilaisia taustakarttoja ja muita aineistoja. Kummankin järjestelmän tiedostopäivitykset onnistuvat pilvipalvelun kautta. Pilvipalvelupäivitys tarvitsee toimiakseen dataliittymän koneohjausjärjestelmään. Suunnitelma-aineiston päivitys onnistuu myös viemällä tallenne esimerkiksi massamuistilla suoraan kaivinkoneelle. (Kokko 2024; Leinonen 2024.)

Leican taustakartta tukee yleisiä avoimia formaatteja kuten DXF, LandXML 1.2. Trimblen järjestelmä tukee Trimblen omia formaatteja kuten VCL ja DSZ.

(Kokko 2024; Leinonen 2024.) Leican järjestelmään pystyy samanaikaisesti avaamaan kolmea eri tiedostoa, esimerkiksi suunnitelma-aineisto, olemassa olevan infran aineisto sekä esimerkiksi MML:än saatavissa olevat rajapyykki-tiedot. Trimblen järjestelmä pystyy avaamaan VCL tyyppisiä tiedostoja kerrallaan kolme kappaletta mutta, tiedostossa voi olla asetettuna useita eri tasoja, joita voi halutessaan sammuttaa näkymästä pois. Muita tiedostomuotoja Trimblen järjestelmä ei pysty avaamaan kuin yhden kerrallaan. (Kokko 2024; Leinonen 2024.)

Sopivien tiedostokonversioiden etsiminen rajattiin tämän opinnäytetyön ulkopuolelle koska opinnäytetyön toteutuksen aikana ei varsinaista kenttätutkimusta koneohjausjärjestelmän soveltuvuudesta ajateltuun käyttöön tehty. Sähköverkonrakennusurakoitsijoilla on melko yleisesti kuitenkin käytössään ohjelmistoja, joilla tiedostomuotojen muokkaus sopivaksi on mahdollista.

Maanpinnan mallinnus

Maanpinnankorkeuksien mallinnus on mahdollista toteuttaa esimerkiksi hake-malla Maanmittauslaitoksen tarjoamaa maanpinnankorkeusmallia. Tämä mallinnus voidaan ajaa suoraan sopivalla tiedostomuodolla koneenohjausjärjestelmään. Toinen vaihtoehto on luoda maanpintamalli laitteiston avulla. Käyttämällä kauhaa maanpinnalla, voidaan määrittää laitteistolle maanpinnantasot. Hankalaksi tämän tekee maanpinnantasojen vaihtelut, korkoa saisi mäkisellä maastolla olla tarkistamassa kohtalaisen useasti ja tämä hidastuttaisi kaivua. (Kokko 2024; Leinonen 2024.)

Kolmas vaihtoehto on mitata suunniteltu reitti GNSS-laitteella, jolloin maanpinnan korko saadaan kohtalaisen tarkasti. Haittana tässä on se, että mikäli suunnitellulta reitiltä poiketaan, voi maaston korkeus muuttua, ja järjestelmällä mitattu syvyystieto ei pidä tällöin paikkansa. Neljäs vaihtoehto on kuvata kaapelointireitti dronella. Elveralla on osaomistus Evision Oy nimisestä yhtiöstä, joka tekee droneilla esimerkiksi lentotarkastuksia laserkeilauksella. Laserkeilauksella päästäisiin haluttuun tarkkuuteen.

Koneenohjausjärjestelmien tiedostojen hallinnointi

Kummallakin järjestelmävalmistajalla saadaan mittaustiedostot haettua pilvipalvelusta. Mittatiedostoa voidaan käyttää esimerkiksi etenemätiedon saamiseen, joka on verkostoalalla hankkeiden maksuerien maksamisen perusta. Pilvipalveluun voidaan luoda käyttäjiä, jotka pääsevät mittaustiedostoja lataamaan ja käyttämään, haluttu määrä. Näitä henkilöitä voi olla esimerkiksi hankkeen projektipäällikkö, tilaajaorganisaation edustaja, dokumentoija. (Kokko 2024; Leinonen 2024.)

Koneenohjausjärjestelmien laitteistojen hinta

Koneenohjausjärjestelmien hinnat alkavat noin 20 000€ ja ylähaitari on noin 35 000€. Laitteistoja pystyy räätälöimään tarpeen mukaan ja esimerkiksi Caterpillarin valmistamissa NextGen-mallistossa on Trimblen 2D-järjestelmä valmiina. Tällöin hankintahinta pelkkää 3D laitteistoa ostettaessa on hieman huokeampi, koska sensorit ovat samat. (Kokko 2024; Leinonen 2024.)

Koneenohjausjärjestelmien yhteenveto

Verratut koneenohjausjärjestelmät ovat lähes poikkeuksetta samanlaisilla ominaisuuksilla varustettu. Erot syntyvät lähinnä käytettävyydestä, joka perustuu käyttäjän omakohtaisiin mieltymyksiin ja mielikuviin. Hinnat verratuilla järjestelmillä ovat suunnilleen samansuuntaisia. Hintaan pystyy vaikuttamaan lisävarustevalinnoilla. Suurin ero kahden järjestelmän välillä oli reitin automaattitallennuksen välillä; Leican järjestelmässä automaattitallennus oli mahdollista, Trimblen järjestelmässä ei. (Kokko 2024; Leinonen 2024)

MAANRAKENNUSURAKOITSIJOIDEN MIELIPIDE

Maanrakennusurakoitsijoilla on haastattelujen perusteella mielenkiintoa järjestelmiin, ja osa on investoinut niihin jo ja osa suunnittelee investointia lähitulevaisuudessa. Järjestelmiin jo investoineet urakoitsijat ovat olleet tyytyväisiä laitteisiin ja niiden käytettävyyteen. Urakoitsijoiden haastattelun yhteydessä saadun mielipiteen järjestelmän hankintahinta on suurin jarru laitteiston hankinnalle. Mikäli kaapeliurakointiin tulisi vaatimukseksi koneohjausjärjestelmän

käyttö, asettaisi se urakoitsijoille hinnankorotuspaineita. (Laamanen 2024; Ryyänen 2024; Silventoinen 2024)

Osa urakoitsijoista tarjoaa kaivamilleen kaapelireiteille myös metrihintaista kartoituspalvelua. (Ryyänen 2024)

Isolla kaapelointityömaalla, jolla kaivettava ojamäärä on esimerkiksi 30 kilometriä, kartoituksen osuus koko työmaalla on karkeasti kolmasosa koneohjausjärjestelmän hankintahinnasta eli noin 10 000 euroa. Lisäkulua työn tilaajalle tulisi reittihinnan nostamisesta, jolla urakoitsija pyrkisi kattamaan koneohjausinvestointiaan. Edellä mainitun kokoisella hankkeella reittihinnan nostaminen esimerkiksi 0,50 €/m, nostaa kaivusta aiheutuvia kustannuksia työmaalla 15 000 euroa.

Haastatteluissa urakoitsijat vetosivat myös maastomerkintöjen tarpeen vähenemiseen. Tällä olisi toki aikaa säästävä vaikutus, isolla kaapelointityömaalla maastomerkintöjen tekemiseen maastosuunnittelijalta menee n. 5 työpäivää. Tuntiveloituksella 60€/h tällä saadaan maastomerkintöjä tekeväälle yritykselle säästöä 2400 euroa. Maastomerkintöihin käytettävät merkkikepit ovat myös kuluera, joka riippuu maastosuunnittelijan maastomerkintöjen tiheydestä. Merkkintäkeppien menekki työmaalla on noin 200-300kpl ja niiden hinta on noin 1 €/kpl.(Laamanen 2024; Silventoinen 2024)

JOHTOPÄÄTÖS

Koneohjausjärjestelmien käyttö tulee yleistymään tulevaisuudessa, jollain aikakaudella myös kaapelointityössä. Laitteistoja on saatavilla erilaisille sovelluksille, nyt sovellukset ovat keskittyneet lähinnä rajatuille työmaille, joissa maanpinnan taso halutaan asettaa tiettyyn korkoon tai kaivettavan ojan pohja halutaan tiettyyn kaatoon. Laitetoimittajilta kysyttäessä, laitteisto sopii jo tällaiseen pelkkään kaapeliojankaivuun, soveltaen myös kaapelin asentamiseen auraamalla.

Koneenohjausjärjestelmässä olisi kuitenkin paljon potentiaalia hyödynnettäväksi myös kaapelointityömaalla. Näkymien tiedostomuunnoksien soviton on

avainroolissa, jotta näkymästä saadaan kaivinkoneoperaattorille selkeä näkymä, jota voidaan seurata helposti.

Etuna olisi jälkikartoituksen tarpeen poistuminen, työnaikaisen etenemän ja asennussyvyyksien seuranta, maastomerkintöjen tarpeen väheneminen sekä pilvipalveluita käyttämällä suunnitteluaineiston reaaliaikaisuus. Lisäksi laitteistoa käyttämällä saavutettaisiin riittävä tarkkuus. Edellä mainituilla seikoilla saadaan osittain katettua kaapelointityömaalla yksikköhinnan korotuspaine, jota urakoitsijat, hankintahinnaltaan kalliin, laitteiston käyttämisen vaatimuksesta kokoisivat. Yleisesti ottaen urakoitsijat ovat kiinnostuneita laitteiston käytöstä myös kaapelointityössä. Monet ovat pohtineet, että miksi laitteistoa ei ole ennen lähdetty soveltamaan kaapelointityöhön, sen tuomien etujen ja hyödyllisyyden vuoksi.

Koneohjauksen käyttö avaa uusi mahdollisuuksia kaapelityömaan läpikäyntiin, suurimpana työnä on näkymän saattaminen katseltavaan muotoon sekä järjestelmästä saatavan tiedon jatkokäsittely, joka mahdollistaisi tietojen viemisen suoraan kaivinkoneelta verkkotietojärjestelmään. Omalta osaltani käytännön soveltamista on tarkoitus vielä jatkaa.

LÄHTEET

Caruna Oy. s.a. Sähköverkon suunnittelu. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://caruna.fi/tietoa-meista/vastuullisuus/sahkoverkon-suunnittelu> [viitattu 16.3.2024].

CHC-Nav -ohje. 2022. Elvera Oy:n sisäinen ohje. Word-tiedosto. Liite 1 [viitattu 16.3.2024].

Elvera Oy. s.a.. Elvera Oy:n kotisivut. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.elvera.fi/elvera/> [viitattu 16.3.2024].

Energiavirasto. s.a. Verkkojulkaisu. Saatavissa: <https://energiavirasto.fi/verkon-rakentaminen>) [viitattu 16.3.2024].

Energiavirasto. 2019. Sähköverkon toimitusvarmuusvaatimusten siirtämääjan pidennushakemukset käsitelty. Energiavirasto. WWW-dokumentti Päivitetty 13.6.2019. Saatavissa: <https://energiavirasto.fi/-/sahkoverkon-toimitusvarmuusvaatimusten-siirtymaajan-pidennushakemukset-kasitelty>) [viitattu 16.3.2024].

Geos Oy. s.a. C.SCOPE kaapelinhakulaite. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://geos.fi/osasto/kaapelinhakulaite/?gad_source=1&gclid=EAlaIQob-ChMlgPKGgZmkhgMVChmiAx3GsQTkEAAAYASAAEqJPM_D_BwE [viitattu 16.3.2024].

Geotrim Oy. s.a. . WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://geotrim.fi/tuotteet/ohjelmistot/paikkatieto-ohjelmisto-trimble-terrasync/> [viitattu 19.3.2024]

JSE Oy. 2021. Savonlinnaan rakennettavan vedenalaisen suurjännitekaapelin maatyöt käynnissä. Järvi-Suomen Energia Oy. WWW-dokumentti Päivitetty 11.5.2021. Saatavissa: <https://www.jseoy.fi/ajankohtaista/savonlinnaan-rakennettavan-vedenalaisen-suurjannitekaapelin-maatyot-kaynnissa/> [viitattu 21.5.2024].

Lakiverkkoinfrastruktuurin yhteisrakentamisesta ja -käytöstä. 276/2016. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20160276> [viitattu 20.3.2024].

Kokko, J. 2024. Product Specialist, Infra. Sähköpostiviestit 17.5.2024-20.5.2024. Leica Geosystems Oy [viitattu 21.5.2024].

Maanmittauslaitos Oy. s.a.. Satelliittipaikannus. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.maanmittauslaitos.fi/tutkimus/teematietoa/satelliittipaikannus>) [viitattu 19.5.2024].

Novatron Oy. s.a. . Mitä on koneohjaus?. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://novatron.fi/mita-on-koneohjaus/> [viitattu 19.3.2024].

Laamanen, M. 2024. toimitusjohtaja. Puhelinhaastattelu 16.5.2024. Laamavuori Infra Oy. [viitattu 17.5.2024]

Laurila, P. 2012 Mittaus- ja kartoitustekniikan perusteet. 4. uudistettu painos. Rovaniemi: Rovaniemen ammattikorkeakoulu. PDF-tiedosto. Saatavissa: <http://www.ramk.fi/loader.aspx?id=7fe99c68-3849-4fa8-a563-9327cf51ea79> , s.16, s. 319, s.320, s. 321, s.322 [viitattu 19.3.2024].

Leinonen, J. 2024. 3D-asiantuntija. sähköpostiviestit 16.5.2024-20.5.2024. Si-tech Oy.[Viitattu 21.5.2024].

Sähkömarkkinalaki. 588/2013. WWW-dokumentti. Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130588#Pidm46651394863456>) [viitattu 16.5.2024].

Trimble Oy. s.a. Trimble NIS sähköverkoille. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://upa.trimble.com/fi-fi/tuotteet/trimble-nis-sahkoverkoille> [Viitattu 16.3.2024].

Trimnet VRS. s.a. Georim Oy. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://geo-trim.fi/palvelut/trimnet-vrs/> [viitattu 19.5.2024].

Pelkonen, J. Säävarman sähköverkon rakentaminen on aikataulussa Suomessa – jatkossa vaikeusaste kasvaa. Yleisradio.25.9.2019. Verkkojulkaisu. Saatavissa: <https://yle.fi/a/3-10985718> [Viitattu 16.3.2024].

Ryynänen, A. 2024. Toimitusjohtaja. Puhelinhaastattelu 16.5.2024. A&K Ryynänen Oy. [viitattu 17.5.2024]

Silventoinen, H. 2024. Toimitusjohtaja. Puhelinhaastattelu 16.5.2024. Linecon Oy. [viitattu 17.5.2024]

KUVALUETTELO

Kuva 1. Savon Voima. 2021. Miten sähkö kulkee?. Verkkojulkaisu. Päivitetty 17.3.2021. Saatavissa: <https://savonvoima.fi/miten-sahko-kulkee/> [viitattu 16.3.2024].

Kuva 2. Laurila, P. 2012. Mittaus- ja kartoitustekniikan perusteet. s.320 [viitattu 16.3.2024].

Kuva 3. Laurila, P. 2012. Mittaus- ja kartoitustekniikan perusteet. s.321 [viitattu 16.3.2024].

Kuva 4. Geotrim Oy.s.a. Verkkojulkaisu. Saatavissa: <https://geotrim.fi/tuotteet/gnss/gnss-kammenlaitteet/geoexplorer-7-series/> [viitattu 16.3.2024].

Kuva 5. Posimo Oy. s.a. CHCNAV LT700. Verkkojulkaisu. Saatavissa: <https://posimo.fi/tuotteet/kammenlaitteet/lt700h/> [viitattu 16.3.2024].

Kuva 7. Geos Oy. s.a. C.Scope kaapelinhakulaite. Verkkojulkaisu. Saatavissa: <https://geos.fi/osasto/kaapelinhakulaite/> [viitattu 16.3.2024].

Kuva 8. Kokko, J. 2024. Product Specialist, Infra. Sähköpostiviestit 17.5.2024-20.5.2024. Leica Geosystems Oy [viitattu 20.5.2024]

Kuva 9. Kokko, J. 2024. Product Specialist, Infra. Sähköpostiviestit 17.5.2024-20.5.2024. Leica Geosystems Oy [viitattu 20.5.2024].

...

LIITTEET

Liite 1, CHCNAV -ohje, Elveran sisäinen ohje

Liite 2, Traficom Määräys 71

...

Antopäivä: 28.12.2023

Voimaantulopäivä:
31.12.2023

Voimassa: tois-
taiseksi

Säädöspöytäkirja

Laki verkkoinfrastruktuurin yhteisrakentamisesta ja -käytöstä (276/2016), 13 §

Määräyksen vastaisen toiminnan seuraamuksista säädetään:

Laki verkkoinfrastruktuurin yhteisrakentamisesta ja -käytöstä (276/2016), 10 §

Täytäntöönpantava EU-lainsäädäntö:

Muutostiedot:

Kumoaa 27.9.2022 annetun Liikenne- ja viestintäviraston määräyksen verkkotietojen ja verkon rakentamissuunnitelmien toimittamisesta (71/2022 M)

Määräys verkkotietojen toimittamisesta Sijaintitietopalveluun

Sisällys

Luku 1 Yleiset säännökset	2
1 Soveltamisala	2
2 Määritelmät	2
Luku 2 Tiedot verkkotoimijasta ja näyttöpalveluntarjoajasta	3
3 Tiedot verkkotoimijasta	3
4 Tiedot näyttöpalveluntarjoajasta	4
Luku 3 Fyysinen infrastruktuuri	4
5 Johtotiet	4
6 Kaivot	5
7 Pylväät, mastot ja tornit	5
8 Laitetilat	5
Luku 4 Eri verkkotyyppistä ilmoitettavat tiedot	6
9 Viestintäverkot	6
10 Sähköverkot	6
11 Kaukolämpö-, kaukojäähdytys- ja kaasuverkot	7
12 Vesihuoltoverkot	8
13 Liikenneverkot	9
Luku 5 Tietojen muoto ja toimittaminen	9
14 Koordinaatisto	9
15 Sijaintitarkkuus ja sijainnin määrittelytapa	9

Liite 2

16	Tietojen toimittaminen	10
Luku 6	Voimaantulosäännökset	10
17	Voimaantulo ja siirtymäaika.....	10

Määräys M71

TRAFICOM/578241/03.04.05.00/2023

Luku 1 Yleiset säännökset**1 Soveltamisala**

Määräystä sovelletaan viestintä-, energia-, vesihuolto- ja liikenneverkkojen tietojen toimittamiseen verkkoinfrastruktuurin yhteisrakentamisesta ja -käytöstä annetun lain (276/2016, "yhteisrakentamislaki") tarkoittamaan keskitettyyn tietopisteeseen. Yhteisrakentamislaissa tarkoitettu keskitetty tietopiste toteutetaan Liikenne- ja viestintäviraston ylläpitämällä Verkkotietopisteellä sekä Sijaintitietopalvelulla, jotka ovat omat erilliset palvelunsa. Tässä määräyksessä määrätään ainoastaan Sijaintitietopalveluun toimitettavien tietojen digitaalisesta muodosta, vähimmäissisällöstä sekä niiden käsittelyssä ja siirtämisessä tarvittavien järjestelmien yhteen toimivuudesta.

Määräys koskee sekä maan alla että maan päällä ja vesistöissä sijaitsevia verkkoja.

2 Määritelmät

Tässä määräyksessä tarkoitetaan:

kartta-alueella välittömästi verkon rakenneosan sijainnin keskipisteestä, keskilinjasta tai alueena ilmoitettavan kohteen reunasta alkavaa rakenneosan ympärillä vaaka- suuntaisesti metreinä olevaa aluetta tai verkon rakenneosan ympärillä geometriana ilmoitettua aluetta. Tälle alueelle kohdistuvassa sijaintiselvityksessä sijaintiselvityksen tekijä saa Sijaintitietopalvelusta tiedon verkon rakenneosasta. Kartta-alueen tulee olla suurempi kuin näyttöalue, mikäli näyttöalue on määritelty;

käyttötilalla tietoa siitä, onko maanalainen infrastruktuuri käytössä, ei käytössä (varalla) vai käytöstä poistettu (voidaan romuttaa);

laitetilalla kaappeja, koteluita, rakennuksia tai rakennusten osia, joihin on sijoitettu tai tarkoitus sijoittaa verkkoinfrastruktuuria;

liikenneverkon rakenneosalla johtoa, kaapelia, putkea, kaapelikanavaa tai kaivoa tai muuta vastaavaa verkon osaa, joka palvelee liikenteen ohjausta, opastusta tai liikenneautomaatiota tai tie-, katu- tai ulkovalaistusta tai muuta liikenneverkon toimintaa;

näyttöalueella välittömästi verkon rakenneosan sijainnin keskipisteestä, keskilinjasta tai alueena ilmoitettavan kohteen reunasta alkavaa rakenneosan ympärillä vaaka- suuntaisesti metreinä olevaa aluetta tai verkon rakenneosan ympärillä geometriana ilmoitettua aluetta. Tälle alueelle kohdistuvassa sijaintiselvityksessä sijaintiselvityksen tekijä saa Sijaintitietopalvelusta tiedon verkon rakenneosasta sekä tiedon, että ennen maanrakennustyöhön ryhtymistä tarvitaan infrastruktuurin sijainnin varmistava näyttö. Sijaintitietopalvelu välittää näyttöpyynnön kyseisen infrastruktuurin omistavan verkkotoimijan näyttöpalveluntarjoajalle;

näyttöpalvelulla paikan päällä verkkotoimijan näyttäjän tekemää näyttöä, jossa kaapelin tai muun verkon osan sijainti näytetään maanrakennustyöhön ryhtyvälle tai se merkitään maahan;

näyttötarpeen jatkoselvittäjällä toimijaa, jolle Sijaintitietopalvelu välittää verkkotoimijan Sijaintitietopalvelulle toimittaman määrittelyn mukaisesti maanalaisen infra- struktuurin näyttöpyynnön lisäselvitykseen;

reitillä useampia samaa yhteistä linjaa kulkevia samanlaisia johtoteitä tai aktiivisen verkon johtoja tai putkia, joiden lukumäärä ilmoitetulla reitillä on sama;

Määräys M71

TRAFICOM/578241/03.04.05.00/2023

sijainnin x- ja y-koordinaateilla pistemäisen kohteen keskipistettä, viivamaisen kohteen keskilinjaa ja aluemaisen kohteen reunaviivoja. X-koordinaatti tarkoittaa itä- koordinaattia ja y-koordinaatti pohjoiskoordinaattia;

sijainnin z-koordinaatilla maanalaisen verkon rakenneosan kuten putken, kaivon tai kaapelin yläpinnan korkeutta valtakunnallisessa N2000 -korkeusjärjestelmässä. Sijainnin z-koordinaatilla tarkoitetaan kuitenkin paineettomien hule- ja jätevesiviemäreiden osalta vesijuoksun korkeutta valtakunnallisessa N2000-korkeus-järjestelmässä;

sijainnin syvyystedolla maanalaisen verkon rakenneosan kuten putken, kaivon tai kaapelin yläpinnan syvyyttä maanpinnasta;

sijaintitarkkuudella ja sijainnin määrittelytavalla tietoa siitä, kuinka paljon ilmoitettu sijaintitieto voi poiketa oikeasta sijainnista sekä tietoa tavasta, jolla sijaintitieto on määritelty;

sijaintitilalla tietoa siitä, sijaitseeko verkon rakenneosa maassa, vedessä, ilmassa, tunnelissa, sillassa tai muualla;

suunnitellulla asennussyvyydellä verkon rakentamissuunnitelman mukaista asennus- syvyyttä;

taajamalla Tilastokeskuksen määritelmän mukaista asutuskeskittymää; *verkkotoimijalla* verkon tai siihen liittyvän fyysisen infrastruktuurin omistajaa tai haltijaa eli esimerkiksi yritykset, osuuskunnat ja julkisyhteisöt voivat olla määräyksen tarkoittamia verkkotoimijoita;

verkkotyyppillä tietoa siitä onko kyseessä viestintäverkko, sähköverkko, kaukolämpö- verkko, kaukojäähdytysverkko, kaasuverkko, vesihuoltoverkko tai liikenneverkko;

verkon rakenneosalla kaikkia niitä aktiivisia ja passiivisia osia ja laitteita ja muita komponentteja ja osia, jotka yhdessä muodostavat verkon.

Luku 2 Tiedot verkkotoimijasta ja näyttöpalveluntarjoajasta**3 Tiedot verkkotoimijasta**

Sijaintitietopalveluun rekisteröityessään verkkotoimijan on ilmoitettava seuraavat tiedot, jotka tulee pitää aina ajan tasalla:

1. verkkotoimijan nimi;
2. y-tunnus;
3. yritys- tai organisaatiomuoto;
4. verkkotoimijan yhteyshenkilön tai -pisteen puhelinnumero ja sähköpostiosoite;
5. verkkotoimijan verkkotyytit;
6. lista maakunnista, mistä verkkotietoja toimitetaan;
7. verkkotyyppikohtaisesti verkon käyttäjämäärä, verkon pituus ja liikevaihto (luokiteltuna kolmeen luokkaan).

Määräys M71

TRAFICOM/578241/03.04.05.00/2023

4 Tiedot näyttöpalveluntarjoajasta

Mikäli verkkotoimija käyttää ulkopuolista näyttöpalveluntarjoajaa, tulee verkkotoimijan ilmoittaa Sijaintitietopalvelussa näyttöpalveluntarjoajastaan/-tarjoajistaan seuraavat tiedot:

1. y-tunnus ja
2. postinumerokohtainen alue/alueet tai geometria alueesta/alueista, jolla/joilla näyttöpalveluntarjoaja toimii.

Verkkotoimijan lukuun toimivan näyttöpalveluntarjoajan tulee rekisteröityessään Sijaintitietopalveluun ilmoittaa seuraavat tiedot:

1. yritys- tai organisaatiomuoto ja
2. näyttöpalveluntarjoajan yhteyshenkilön puhelinnumero ja sähköpostiosoite.

Luku 3 Fyysinen infrastruktuuri**5 Johtotiet**

Ennen 1.1.2021 rakennetuista johtoteistä, kuten suojaputkista, kaapelikanavista, kaapelihyllyistä ja kaapelikouruista toimitettavista tiedoista tulee käydä ilmi vähintään:

1. tieto siitä, mihin verkkotyyppiin johtotie kuuluu;
2. tieto siitä, ilmoitetaanko reitti vai yksittäinen johtotie, reittinä ilmoitettaessa on ilmoitettava kaivettaessa löydettyjen suojaputkien ja näissä suojaputkissa olevien suojaputkien ja kaapelikanavien lukumäärä;
3. sijaintitila;
4. sijainnin x- ja y-koordinaatit;
5. joko sijainnin z-koordinaatti, sijainnin syvyystieto tai suunniteltu asennussyvyys, jos tieto on saatavilla digitaalisessa muodossa;
6. sijaintitarkkuus ja sijainnin määrittelytapa;
7. rakennusvuosi, jos tieto on saatavilla;
8. käyttötila;
9. kartta-alue;
10. näyttöalue sekä
11. tieto siitä, välittääkö Sijaintitietopalvelu näyttöpyynnön verkkotoimijan näyttäjälle vai näyttötarpeen jatkoselvittäjälle.

Johtotiet, jotka on rakennettu 1.1.2021 tai sen jälkeen

1.1.2021 tai sen jälkeen rakennetuista johtoteistä toimitettavista tiedoista tulee käydä ilmi vähintään: kaikki muut edellä mainitut tiedot, paitsi luetelmakohdan 5 osalta tulee ilmoittaa joko sijainnin z-koordinaatti tai sijainnin syvyystieto. Suunniteltua asennus- syvyyttä voi käyttää, jos toteutunut asennus vastaa johtotien suunniteltua asennus- syvyyttä määräyksen edellyttämällä tarkkuudella.

Määräys M71

TRAFICOM/578241/03.04.05.00/2023

6 Kaivot

Kaivoista toimitettavista tiedoista tulee käydä ilmi vähintään:

1. tieto siitä, mihin verkkotyyppiin tai verkkotyyppeihin kaivo kuuluu;
2. tieto siitä, minkä verkkotyyppin kaapeleita, kaapelikanavia tai putkia kaivoon liittyy;
3. sijainnin x- ja y-koordinaatit;
4. maanalaisen kaivon kannen z-koordinaatti, sijainnin syvyystieto tai kaivon pai- kannussondin tunnistetieto, jos tieto on saatavilla digitaalisessa muodossa sekä
5. sijaintitarkkuus ja sijainnin määrittelytapa.

7 Pylväät, mastot ja tornit

Pylväistä, mastoista ja torneista toimitettavista tiedoista tulee käydä ilmi vähintään:

1. tieto siitä, mihin verkkotyyppiin pylväs, masto tai torni kuuluu;
2. pylvään, maston tai tornin tyyppi;
3. tieto siitä, onko pylväs tai masto harustettu, jos tieto on dokumentoitu;
4. sijainnin x- ja y-koordinaatit sekä
5. sijaintitarkkuus ja sijainnin määrittelytapa.

Edellä 1 kappaleen 2 luetelmakohdassa tarkoitettujen pylväiden, mastojen tai tornien tyyppi viestintäverkoissa on:

1. ristikkomasto;
2. pylväsmasto tai
3. muu.

Edellä 1 kappaleen 2 luetelmakohdassa tarkoitettujen pylväiden, mastojen tai tornien tyyppi sähköverkoissa on:

1. pienjänniteverkko;
2. keskijänniteverkko;
3. suurjänniteverkko tai
4. muu.

Edellä 1 kappaleen 2 luetelmakohdassa tarkoitettujen pylväiden, mastojen tai tornien tyyppi liikenneverkoissa on:

1. opastus;
2. valvonta;
3. tie-, katu- tai ulkovalaistus tai
4. muu.

8 Laitetilat

Laitetiloista toimitettavista tiedoista tulee käydä ilmi vähintään:

1. tieto siitä, mihin verkkotyyppiin laitetila kuuluu;
2. laitetilan tyyppi;
3. sijainnin x- ja y-koordinaatit sekä
4. sijaintitarkkuus ja sijainnin määrittelytapa.

Edellä 1 kappaleen 2 luetelmakohdassa tarkoitettu laitetilan tyyppi on:

1. kaappi tai kotelo;
2. rakennus tai
3. rakennuksen osa.

Määräys M71

TRAFICOM/578241/03.04.05.00/2023

Luku 4 Eri verkkotyypeistä ilmoitettavat tiedot**9 Viestintäverkot**

Ennen 1.1.2021 rakennetuista viestintäverkon kaapeleista toimitettavista tiedoista tulee käydä ilmi vähintään:

1. tieto siitä, ilmoitetaanko reitti vai yksittäinen kaapeli;
2. reittinä ilmoitettaessa on ilmoitettava kaivettaessa löydettyjen suojaputkien tai kaapelikanavien lukumäärä ja näissä suojaputkissa tai kaapelikanavissa olevien kaapeleiden lukumäärä sekä näiden suojaputkien tai kaapelikanavien ulkopuolella olevien kaapeleiden lukumäärä;
3. verkkotyyppi;
4. verkkotyypin tarkenne;
5. sijaintitila;
6. sijainnin x- ja y-koordinaatit;
7. joko sijainnin z-koordinaatti, sijainnin syvyystieto tai suunniteltu asennussyvyys, jos tieto on saatavilla digitaalisessa muodossa;
8. sijaintitarkkuus ja sijainnin määrittelytapa;
9. rakennusvuosi, jos tieto on saatavilla;
10. käyttötila;
11. kartta-alue;
12. näyttöalue sekä
13. tieto siitä, välittääkö Sijaintitietopalvelu näyttöpyynnön verkkotoimijan näyttäjälle vai näyttötarpeen jatkoselvittäjälle.

Viestintäverkon kaapeleista toimitetaan lisäksi tieto kaapelin kieppien sijainnin x- ja y-koordinaateista. Kiepeistä toimitetaan myös paikannussondin tunnistetieto, jos tieto on saatavilla digitaalisessa muodossa. Verkkotyypin tarkenne on joko kupari-, koaksiaali- tai valokuituverkko.

Mikäli samalla reitillä olevien kaapelien sijainnin z-koordinaatti tai sijainnin syvyystieto poikkeaa toisistaan, ilmoitetaan reitiltä tieto matalimmasta asennuksesta, jossa kaapeli on lähimpänä maanpintaa.

Mikäli viestintäverkkoa palvelee fyysisen infrastruktuurin tai muiden verkkotyyppien rakenneosia, tulee ne ilmoittaa viestintäverkkoon sisältyvinä rakenneosina kuten fyysisen infrastruktuurin tai kyseessä olevien verkkotyyppien rakenneosat ilmoitetaan.

Viestintäverkot, jotka on rakennettu 1.1.2021 tai jälkeen

1.1.2021 tai sen jälkeen rakennetuista viestintäverkon kaapeleista toimitettavista tiedoista tulee käydä ilmi vähintään: kaikki muut edellä mainitut tiedot, paitsi luetelmakohdan 7 osalta tulee ilmoittaa joko sijainnin z-koordinaatti tai sijainnin syvyystieto. Suunniteltua asennussyvyyttä voi käyttää, jos toteutunut asennus vastaa johtotien suunniteltua asennussyvyyttä määräyksen edellyttämällä tarkkuudella.

10 Sähköverkot

Ennen 1.1.2021 rakennetuista sähköverkon kaapeleista ja johdoista toimitettavista tiedoista tulee käydä ilmi vähintään:

1. tieto siitä, ilmoitetaanko reitti, yksittäinen kaapeli vai johto;
2. reittinä ilmoitettaessa on ilmoitettava kaivettaessa löydettyjen suojaputkien tai kaapelikanavien lukumäärä ja näissä suojaputkissa tai kaapelikanavissa olevien

Määräys M71

TRAFICOM/578241/03.04.05.00/2023

kaapeleiden lukumäärä sekä näiden suojaputkien tai kaapelikanavien ulkopuolella olevien kaapeleiden lukumäärä;

3. verkkotyyppi;
4. verkkotyypin tarkenne;
5. sijaintitila;
6. sijainnin x- ja y-koordinaatit;
7. joko sijainnin z-koordinaatti, sijainnin syvyydestieto tai suunniteltu asennussyvyys, jos tieto on saatavilla digitaalisessa muodossa;
8. sijaintitarkkuus ja sijainnin määrittelytapa;
9. rakennusvuosi, jos tieto on saatavilla;
10. käyttötila;
11. kartta-alue;
12. näyttöalue sekä
13. tieto siitä, välittääkö Sijaintitietopalvelu näyttöpyynnön verkkotoimijan näyttäjälle vai näyttötarpeen jatkoselvittäjälle.

Sähköverkon kaapeleista toimitetaan lisäksi tieto kaapelin kieppien sijainnin x- ja y-koordinaateista. Kiepeistä toimitetaan myös paikannussondin tunnistetieto, jos tieto on saatavilla digitaalisessa muodossa.

Verkkotyypin tarkenne on joko pien-, keski- tai suurjänniteverkko.

Mikäli sähköverkkoa palvelee fyysisen infrastruktuurin tai muiden verkkotyyppien rakenneosia, tulee ne ilmoittaa sähköverkkoon sisältyvinä rakenneosina kuten fyysisen infrastruktuurin tai kyseessä olevien verkkotyyppien rakenneosat ilmoitetaan.

Sähköverkot, jotka on rakennettu 1.1.2021 tai sen jälkeen

1.1.2021 tai sen jälkeen rakennetuista sähköverkon kaapeleista ja johdoista toimitettavista tiedoista tulee käydä ilmi vähintään: kaikki muut edellä mainitut tiedot, paitsi luetelmakohdan 7 osalta tulee ilmoittaa joko sijainnin z-koordinaatti tai sijainnin syvyys-tieto. Suunniteltua asennussyvyyttä voi käyttää, jos toteutunut asennus vastaa johtotien suunniteltua asennussyvyyttä määräyksen edellyttämällä tarkkuudella.

11 Kaukolämpö-, kaukojäähdytys- ja kaasuverkot

Ennen 1.1.2021 rakennettujen verkkojen johdoista toimitettavista tiedoista tulee käydä ilmi vähintään:

1. tieto siitä, ilmoitetaanko reitti vai yksittäinen johto, reittinä ilmoitettaessa on ilmoitettava johtoteiden lukumäärä;
2. reittinä ilmoitettaessa on ilmoitettava kaivettaessa löydettyjen suojaputkien tai kaapelikanavien lukumäärä ja näissä suojaputkissa tai kaapelikanavissa olevien kaapeleiden lukumäärä sekä näiden suojaputkien tai kaapelikanavien ulkopuolella olevien kaapeleiden lukumäärä;
3. verkkotyyppi;
4. johdon tarkenne;
5. sijaintitila;
6. sijainnin x- ja y-koordinaatit;
7. joko sijainnin z-koordinaatti, sijainnin syvyydestieto tai suunniteltu asennussyvyys, jos tieto on saatavilla digitaalisessa muodossa;
8. sijaintitarkkuus ja sijainnin määrittelytapa;
9. rakennusvuosi, jos tieto on saatavilla;
10. käyttötila;
11. kartta-alue;
12. näyttöalue sekä

Määräys M71

TRAFICOM/578241/03.04.05.00/2023

13. tieto siitä, välittääkö Sijaintitietopalvelu näyttöpyynnön verkkotoimijan näyttäjälle vai näyttötarpeen jatkoselvittäjälle.

Kaukolämpö- ja kaukojäähdytysverkkojen johdon tarkenteena on ilmoitettava vähintään:

1. johtojen pintamateriaali (betoni, muovi tai asbesti) sekä
2. johdon halkaisija (DN- tai PE-koko) millimetreinä.

Kaasuverkkojen putkiston tarkenteena on ilmoitettava vähintään:

1. johdon halkaisija (DN- tai PE-koko) millimetreinä;
2. materiaali (teräs tai muovi) sekä
3. maksimikäyttöpaine (PN4, PN8, PN54 tai PN80) baareina (bar).

Mikäli kaukolämpö-, kaukojäähdytys- tai kaasuverkkoa palvelee fyysisen infrastruktuurin tai muiden verkkotyyppien rakenneosia, tulee ne ilmoittaa kaukolämpö-, kaukojäähdytys- tai kaasuverkkoon sisältyvinä rakenneosina kuten fyysisen infrastruktuurin tai kyseessä olevien verkkotyyppien rakenneosat ilmoitetaan.

Kaukolämpö-, kaukojäähdytys- ja kaasuverkot, jotka on rakennettu 1.1.2021 tai sen jälkeen

1.1.2021 tai sen jälkeen rakennettujen verkkojen johdoista toimitettavista tiedoista tulee käydä ilmi vähintään: kaikki muut edellä mainitut tiedot, paitsi luettelumakohdan 7 osalta tulee ilmoittaa joko sijainnin z-koordinaatti tai sijainnin syvyystieto. Suunniteltua asennussyvyyttä voi käyttää, jos toteutunut asennus vastaa johtotien suunniteltua asennussyvyyttä määräyksen edellyttämällä tarkkuudella.

12 Vesihuoltoverkot

Ennen 1.1.2021 rakennettujen verkkojen johdoista toimitettavista tiedoista tulee käydä ilmi vähintään:

1. tieto siitä, ilmoitetaanko reitti vai yksittäinen johto;
2. reittinä ilmoitettaessa on ilmoitettava kaivettaessa löydettyjen suojaputkien tai vastaavien rakenteiden lukumäärä ja näissä suojaputkissa tai vastaavissa rakenteissa olevien johtojen lukumäärä sekä näiden suojaputkien tai vastaavien rakenteiden ulkopuolella olevien johtojen lukumäärä;
3. verkkotyyppi;
4. verkkotyyppin tarkenne;
5. johdon tarkenne;
6. sijainnin x- ja y-koordinaatit;
7. sijaintitila;
8. joka sijainnin z-koordinaatti, sijainnin syvyystieto tai suunniteltu asennussyvyys, jos tieto on saatavilla digitaalisessa muodossa;
9. sijaintitarkkuus ja sijainnin määrittelytapa;
10. rakennusvuosi, jos tieto on saatavilla;
11. käyttötila;
12. kartta-alue;
13. näyttöalue sekä
14. tieto siitä, välittääkö Sijaintitietopalvelu näyttöpyynnön verkkotoimijan näyttäjälle vai näyttötarpeen jatkoselvittäjälle.

Verkkotyyppin tarkenne on joko jätevesiviemäri, paineviemäri, hulevesiviemäri, hulevesi- paineviemäri tai vesijohto.

Määräys M71

TRAFICOM/578241/03.04.05.00/2023

Johtojen tarkenteena on ilmoitettava vähintään:

1. johtojen materiaali (betoni, rauta, muovi, asbestisementti tai muu) sekä
2. johdon halkaisija (DN- tai PE-koko) millimetreinä.

Mikäli verkkotoimija ilmoittaa vesihuoltoverkon johdot reittinä yksittäisten johtojen si-
jaan, tulee verkkotoimijan ilmoittaa myös reitillä olevien johtojen lukumäärä. Mikäli samalla reitillä olevien johtojen sijainnin z-
koordinaatti tai sijainnin syvyystieto poikkeaa toisistaan, ilmoitetaan reitiltä tieto matalimmasta asennuksesta, jossa johto on
lähimpänä maanpintaa.

Mikäli vesihuoltoverkkoa palvelee fyysisen infrastruktuurin tai muiden verkkotyyppien rakenneosia, tulee ne ilmoittaa vesi-
huoltoverkkoon sisältyvinä rakenneosina kuten fyysisen infrastruktuurin tai kyseessä olevien verkkotyyppien rakenneosat
ilmoitetaan.

Vesihuoltoverkot, jotka on rakennettu 1.1.2021 tai sen jälkeen

1.1.2021 tai sen jälkeen rakennettujen verkkojen johdoista toimitettavista tiedoista tulee käydä ilmi vähintään: kaikki muut
edellä mainitut tiedot, paitsi luettelukohdan 8 osalta tulee ilmoittaa joko sijainnin z-koordinaatti tai sijainnin syvyystieto.
Suunniteltua asennussyvyyttä voi käyttää, jos toteutunut asennus vastaa johtotien suunniteltua asennussyvyyttä määräyksen
edellyttämällä tarkkuudella.

13 Liikenneverkot

Liikenneverkon tietojen ilmoittamiseen käytetään liikenneverkon verkkotyyppiä ja fyysisen infrastruktuurin tai muiden verkko-
tyyppien rakenneosia. Rakenneosat tulee ilmoittaa kyseisen rakenneosan verkkotyyppin määritysten mukaisesti.

Luku 5 Tietojen muoto ja toimittaminen**14 Koordinaatisto**

Verkkotoimijan on ilmoitettava lukujen 3 ja 4 mukaiset sijainnin x- ja y-koordinaatit ETRS-TM35FIN -koordinaatistossa niin,
että x-koordinaatti tarkoittaa itäkoordinaattia ja y-koordinaatti pohjoiskoordinaattia.

Verkkotoimijan on ilmoitettava lukujen 3 ja 4 mukaiset sijainnin z-koordinaatit N2000- korkeusjärjestelmässä.

15 Sijaintitarkkuus ja sijainnin määrittelytapa

Verkkotoimijan on ilmoitettava lukujen 3 ja 4 mukaisten sijainnin x- ja y-koordinaattien sijaintitarkkuus. Mikäli määräys vel-
voittaa toimittamaan tiedon z-koordinaatista tai sijainnin syvyystiedosta tai verkkotoimija toimittaa tiedon vapaaehtoisesti,
myös z-koordinaatin tai sijainnin syvyystiedon sijaintitarkkuus on ilmoitettava. Fyysisen infrastruktuurin ja aktiivisten verkon
osien on sijaittava ilmoitetun sijaintitarkkuuden sisällä.

Sijaintitarkkuus ilmoitetaan lukuarvona (\pm metriä). Lisäksi sijainnin x- ja y-koordinaateista ilmoitetaan tieto siitä, onko sijainti
mitattu vai digitoitu kartasta.

X- ja y-koordinaattien sekä syvyystiedon osalta ilmoitetaan tarkennettu tieto mittausta- vasta (mitattu avokaivannosta/ kai-
vannon peittämisen jälkeen), jos tieto siitä on saatavilla.

1.1.2021 tai sen jälkeen rakennettujen fyysisen infrastruktuurin ja aktiivisten verkon osien sijainnin x- ja y-koordinaatit on
ilmoitettava taajamissa vähintään $\pm 0,1$ m tarkkuudella ja taajamien ulkopuolella vähintään $\pm 0,5$ m tarkkuudella.

Määräys M71

TRAFICOM/578241/03.04.05.00/2023

1.1.2021 tai sen jälkeen rakennettujen fyysisen infrastruktuurin ja aktiivisten verkon osien sijainnin z-koordinaatti tai sijainnin syvyystieto on ilmoitettava vähintään $\pm 0,1$ m tarkkuudella.

Mikäli johtotie, kaapeli tai johto ilmoitetaan reittinä ja samalla reitillä olevien kaapelien, johtojen tai johtoteiden sijainnin z-koordinaatit tai sijainnin syvyystie poikkeavat toisistaan, ilmoitetaan reitiltä tieto matalimmasta asennuksesta, jossa kaapeli on lähimpänä maanpintaa.

16 Tietojen toimittaminen

Rajapinnan kautta tapahtuvan verkkotietojen toimittamisen yhteydessä koko aineistolle ja jokaisella verkon rakenneosalle tulee ilmoittaa sen yksilöivä tunnus.

Määräyksen 3 luvun tarkoittamat fyysisen infrastruktuurin ja luvun 4 tarkoittamat aktiivisten verkon osien tiedot toimitetaan Sijaintitietopalveluun vektoriaineistona joko palvelun sähköisen rajapinnan kautta tai palvelun muilla työkaluilla.

Verkkotoimija voi käyttää vain sellaista näyttötarpeen jatkoselvittäjää, joka pystyy toimimaan Sijaintitietopalvelun kanssa sähköisen rajapinnan kautta.

Luku 6 Voimaantulosäännökset**17 Voimaantulo ja siirtymäaika**

Tämä määräys tulee voimaan 31. päivänä joulukuuta 2023 ja on voimassa toistaiseksi. Määräyksen luvun 3 ja luvun 4 velvoitteet tulevat voimaan 31.12.2024, jolloin tietojen tulee viimeistään olla toimitettu Sijaintitietopalveluun.

Helsingissä 28. päivänä joulukuuta 2023

Pietari Pentinsaari
Pääjohtajan sijainen

Valtteri Tohka
Ylijohtaja