

Jiri Lehtonen

Tekla NIS -sijaintikarttasovellus maakaapeliverkon dokumentoinnissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkövoimatekniikka

Insinöörityö

16.5.2014

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Jiri Lehtonen Tekla NIS -sijaintikarttasovellus maakaapeliverkon dokumentoinnissa 30 sivua + 2 liitettä 16.5.2014
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	sähkövoimatekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	sähkösuunnittelu
Ohjaajat	lehtori, dipl.ins. Tuomo Heikkinen dipl.ins. Jussi Välimäki, suunnittelun esimies, Vantaan Energia Sähköverkot Oy
<p>Tämä insinöörityö tehtiin Vantaan Energia Sähköverkot Oy:lle. Työssä päätavoitteena oli selvittää, voidaanko Tekla NIS -sijaintikarttasovelluksen avulla kehittää nykyistä suojaputkitusten dokumentointitapaa ja onko se kannattavaa.</p> <p>Työn teoriaosuudessa on esitetty maakaapelikaivantojen rakennetta ja pyritään osoittamaan lukijalle, miksi suojaputkitusten dokumentointi on verkkoyhtiöiden kannalta tärkeää.</p> <p>Työssä tutustuttiin Tekla NIS -sijaintikarttasovellukseen ja tutkittiin sen ominaisuuksia sekä käyttömahdollisuuksia. Lisäksi selvitettiin, pystytäänkö sijaintikarttasovelluksen ominaisuuksia hyödyntämään Vantaan Energia Sähköverkkojen toiminnassa.</p> <p>Projektin lopputuloksena voitiin todeta, että sijaintikarttasovellus ei vastaa kaikilta osin Vantaan Energia Sähköverkkojen odotuksia, mutta sen käyttöönotto jossain laajuudessa on järkevää.</p>	
Avainsanat	Tekla NIS, sijaintikarttasovellus, varaputkitus, dokumentointi

Author Title	Jiri Lehtonen Documentation of Buried Cables Grid with Tekla NIS Location Map Application
Number of Pages Date	30 pages + 2 appendices 16 May 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Engineering
Specialisation option	Electrical Power Engineering
Instructors	Jussi Välimäki, Manager of power grid designing Tuomo Heikkinen, Senior Lecturer
<p>This bachelor's thesis was carried out for Vantaan Energia Sähköverkot Ltd. The principal aim of this research was to examine if it is possible to improve current way of documentation with Tekla NIS -location map application and if it is worthwhile.</p> <p>In the theoretical part of this thesis the structure of buried cables trenches is presented and it is tried to point out why the documentation of protection tubing is so important for power grid companies.</p> <p>This project got acquainted with Tekla NIS -location map application, and properties, as well as usability of the location map application, were studied. Furthermore it is examined whether it is possible to get benefits of Tekla NIS -location map application in the company's operations.</p> <p>This study shows that Tekla NIS -location map does not correspond with the expectations of Vantaan Energia Sähköverkot Ltd, but a commissioning of the location map in some extent would be reasonable.</p>	
Keywords	Tekla NIS, location map application , reserve tubing, documentation

Sisällys

Tiivistelmä

Abstract

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Maakaapelikaivannot	2
2.1	Maakaapeliojan rakenne	2
2.2	Maakaapelointi ja kuormituslaskelmat	3
2.3	Varaputkitukset ja rakentamisen kustannukset	4
3	Suunnittelun nykyinen toimintamalli ja sen puutteet	5
4	Tekla Oy -yritys	6
4.1	Tekla Solution sähköyhtiöille	6
4.2	Tekla NIS Basic -tuotemalli	7
4.2.1	Verkon topologia	7
4.2.2	Verkon kuvaustekniikka	7
4.2.3	Datan tiedonsiirto	8
4.2.4	Mallikirjastot komponenteille	9
4.2.5	Järjestelmän suunnitelmatyypit	9
4.2.6	Järjestelmän käyttäjäroolit	9
4.2.7	Järjestelmän käyttöoikeudet	9
4.2.8	Järjestelmän makrot	10
4.3	Sähköverkon tietomalli	10
5	Tekla NIS -sijaintikarttasovelluksen testaus	11
5.1	Vantaan Energia Sähköverkot Oy:n tarpeet	11
5.2	Sijaintikarttasovelluksen määrittelyt	11
5.3	Kartoitusdatan lukeminen järjestelmään	12
5.3.1	Kartoitusdatan lukeminen Dgn-tiedostosta	12
5.3.2	Kartoitusdatan lukeminen takymetritiedostosta	15

5.4	Maakaapelioiden esitystapa	16
5.5	Maakaapelioiden poikkileikkaukset ja mallikirjastot	17
5.6	Varaputkitusten ja vapaan putkituskapasiteetin hallinnointi	22
5.7	Sijaintikarttasovelluksen hyödyntäminen suunnittelussa	23
6	Vantaan Energia Sähköverkkojen dokumentointi	25
7	Sijaintikarttasovellusta koskevat ongelmat ja ratkaisut	26
8	Kehitysideoita Tekla NIS -sijaintikarttasovellukseen	27
9	Toimintaehdotuksia Vantaan Energia Sähköverkot Oy:lle	28
10	Yhteenveto	29

Lähteet

Liitteet

Liite 1. Excel-taulukko kartoitustiedoston muokkaamiseen

Liite 2. Kaapelioiden poikkileikkaus

Lyhenteet ja käsitteet

Alkio	verkon komponentin viivamainen kohde, jolle voidaan antaa yksilöityjä tietoja
Johtokatu	sähköjohtojen ja kaapelien varaama tila
Kj-verkko	keskijänniteverkko, joka käsittää 1 - 35 kV:n suuriset vaihtojännitteet
<i>Master</i> -tietokanta	reaaliaikainen Tekla NIS -tietokanta
Tekla NIS	Tekla Oy:n kaupallinen verkkotietojärjestelmä NIS = <i>Network Information System</i>
Pj-verkko	pienjänniteverkko, joka käsittää $\leq 1\ 000\ V$ suuriset vaihtojännitteet
SKADA-järjestelmä	<i>Supervisory Control And Data Acquisition</i> on valvomoissa käytetty tietokoneohjelmistotyyppi
Suunnitelma-tietokanta	yksittäiselle käyttäjälle tai käyttäjäryhmille tarkoitettu tietokanta, jota voidaan vapaasti muokata sen vaikuttamatta <i>master</i> -tietokantaan
Tekla NIS -luokka	verkon komponentille määritelty tunnus
VES	Vantaan Energia Sähköverkot Oy

1 Johdanto

Tässä insinööriyössä selvitetään, voidaanko Tekla NIS -sijaintikarttasovelluksen avulla kehittää nykyistä putkitusten dokumentointitapaa ja onko se kannattavaa. Selvityksen avulla pyritään saamaan käsitys siitä, miten sijaintikarttasovellus soveltuu putkitusten dokumentointiin ja Vantaan Energia Sähköverkot Oy:n käyttöön erityisesti suunnittelun näkökulmasta. Työssä pyritään minimoimaan dokumentoinnin kasvava työmäärä, mutta saamaan samaan aikaan dokumentaatiosta selkeää ja informatiivista. Työn ohessa myös tutkitaan, kuinka sijaintikarttasovellus soveltuu kaivupiirustusten tekemiseen, ja voiko sijaintikarttasovellus toimia Bentley MicroStation -suunnitteluohjelman korvaajana tai sen rinnalla.

Nykyisten putkitustietojen dokumentointi on puutteellista ja sitä halutaan kehittää suuntaan, jossa vapaan putkituskapasiteetin hakeminen on helppoa ja selkeää sekä tietojen dokumentaatio mahdollisimman vaivatonta.

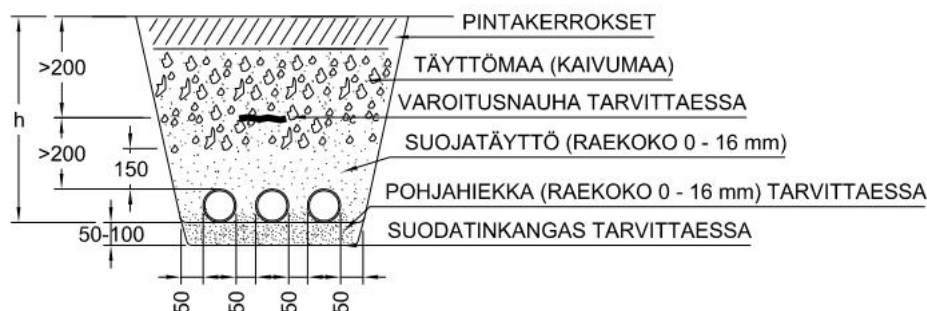
Tämä työ on tehty Vantaan Energia Sähköverkot Oy:lle (VES). Vantaan Energia Sähköverkot Oy on osaksi Vantaan Energia konsernia. Vantaan Energia on yksi Suomen suurimmista kaupunkienergiayhtiöistä. Vantaan Energia Sähköverkkojen palveluksessa työskenteli vuonna 2013 keskimäärin 68 henkilöä, ja liikevaihto oli 33,9 milj. €. Vantaan Energia Sähköverkot omistaa keskijänniteverkkoa yhteensä 892 km ja pienjänniteverkkoa yhteensä 2 256 km. Keskijänniteverkon kaapelointiaste on 87 % ja pienjänniteverkon 84 %. [1.]

2 Maakaapelikaivannot

2.1 Maakaapeliojan rakenne

Maakaapelit tulee sijoittaa riittävän syvälle tai suojata mekaanisesti jollain muulla tavalla. Maakaapelien asennussyvyys riippuu olosuhteista, joita ovat maan laatu ja sen rouhiminen, maan käyttötarkoitus sekä mahdollisesta liikenteen määrästä ja luonteesta johtuvat syyt.

Standardissa SFS 6000-8-814.5 suositetaan kaapeli asennettavaksi siten, että asennusalustan syvyys h on 0,7 m. Tilaaja, lupaehdot tai asennusolosuhteet voivat kuitenkin edellyttää suurempaa asennussyvyyttä. Kaapeliojan leveys riippuu kaapeleiden määrästä sekä suojaustavasta (kuva 1). [2, s. 602; 3, s. 7.]



Kuva 1. Kaapeliojan periaatteellinen poikkileikkaus [3.]

Pintakerrokset käsittävät mahdolliset asfaltoinnit, kivetykset tai muut rakenteet.

Täyttömaalla tarkoitetaan maa-ainesta, jolla maakaivanto varsinaisesti täytetään. Jos maa-aines on tarkoitukseen kelpaamatonta, sisältää esimerkiksi isoja kiviä, käytetään massanvaihtoa tai osittaista massanvaihtoa.

Varoituss nauha asennetaan kaapeliojaan varoittamaan mahdollisia kaivutöitä suorittavaa henkilöä sähkö- tai telekaapeleista.

Alkutäytössä ja pohjahiekoituksessa peruslähtökohta on sama. Hienommalla maa-aineksella pyritään suojaamaan kaapeleita suurilta tai teräviltä kiviltä.

Suodatinkankaan tarkoitus on estää mm. maa-ainesten sekoittuminen keskenään.

2.2 Maakaapelointi ja kuormituslaskelmat

Nykyaikaisessa kaupunkienergiayhtiössä uuden verkon rakentaminen tehdään lähes täysin maakaapelointina. Etenkin kaupunkien keskustoissa voi kulkea suuria määriä maakaapeleita toistensa vieressä. Tämä korostuu usein jakelumuuntamoiden lähdoilla. Maakaapelien suojaukseen käytetään yleensä suojaputkia. Kaapelien asentaminen suojaputkeen ja putkien asentaminen vierekkäin laskee kaapelien kuormitettavuutta. Suunniteltaessa maakaapeliverkkoa nämä asiat on otettava huomioon, sillä kaapelien ylikuormittaminen lyhentää käyttöikää tai voi johtaa kaapelivikaan.

Viidelle vierekkäiselle kaapelille lasketaan kuormituslaskelmat. Kaapelit on asennettu putkiin. Lisäksi kuudennelle putkelle, jossa on sisällä kolme kaapelia, lasketaan kuormituslaskelmat. Laskelmissa on käytetty standardin SFS 6000-5-52 mukaisia kertoimia. PEX-eristeisen, 185 mm²:n kaapelin kuormitettavuus on taulukon B.52.3 mukaan 330 A. Putkeen asennetuille kaapeleille, joiden väli on 70 mm, viiden vierekkäisen kaapelin kertoimeksi saadaan 0,6 taulukon B.52.19 mukaan. [5. s. 246 - 254.]

Kaapelin kuormitettavuus lasketaan kaavasta:

$$I_z = 330 A * 0,6 = 198 A \quad (1)$$

Lisäksi lasketaan ryhmyksestä johtuva korjauskerroin samassa putkessa oleville kaapeleille. Kaapelit ovat myös PEX-eristeisiä, mutta 35 mm² poikkipinta-alaltaan. Ryhmyksestä johtuva korjauskerroin saadaan kaavasta:

$$F = \frac{1}{\sqrt{n}} = 0,58 \quad (2)$$

F on ryhmyksestä johtuva korjauskerroin

n on monijohdinkaapelien tai piirien lukumäärä ryhmässä

Kolmelle samassa putkessa kulkevalle kaapelille saadaan kuormitettavuus kaavasta:

$$I_z = 125 \text{ A} * 0,6 * 0,58 = 44 \text{ A}$$

Kuormituslaskelmista huomataan, kuinka usean vierekkäisen kaapelin ja useamman samaan putkeen sijoitetun kaapelin kuormitettavuus laskee esimerkkitapauksissa huomattavasti. 35 mm²:n kaapelien tapauksessa voidaan taulukon C.52.1 mukaan käyttää enintään 40 A gG-sulaketta. On kuitenkin huomattava, että laskelmat on laskettu tilanteessa, jossa kuormitusprosentti olisi jokaisella kaapelilla samaan aikaan 100 %. Ajallisesta vaihtelun takia tällainen tilanne ei kuitenkaan yleensä toteudu, muilla kuin rinnankytketyillä johdoilla, ja kuormitettavuus on näin ollen todellisuudessa suurempi. Tämä voidaan huomioida tasoituskertoimena. Pj-verkossa tasoitus on verkosto-suositusten mukaan 20 %. [5. s. 258; 6, s. 7.]

Sijaintikarttasovellusta apuna käyttäen edellä mainitut asiat voitaisiin ottaa suunnittelussa paremmin huomioon. Rinnakkaisten putkien ja niiden sijainti kaapeliojassa vaikuttaa kuormitettavuuteen sekä pääsulakkeiden kokoon. Nämä asiat määrittelevät sen, voidaanko kaapeleita asentaa samaan putkeen, vai onko syytä kasvattaa kaapelin poikkipinta-alaa.

2.3 Varaputkitukset ja rakentamisen kustannukset

Uusien verkonrakennushankkeiden suunnittelun yhteydessä tulee aina ottaa myös huomioon tulevaisuuden tarpeet sähköverkon näkökulmasta. Yleensä ei kuitenkaan kannata asentaa valmiiksi uusia kaapeleita ja ylimitoittaa verkkoa. Tekemällä varaputkituksia voidaan parantaa sähköverkon päivitettävyyttä tulevaisuuden kasvavaan sähköntarpeeseen.

Maakaapeloinnin rakentamiskustannuksista merkittävä osa koostuu maanrakennustöistä, siksi varaputkituksia asennetaan yleensä muiden maakaapelointi- tai kunnallisteknisten hankkeiden yhteydessä. Voidaan siis ajatella, että uuden kaapelin asentaminen olemassa oleviin varaputkituksiin säästää maakaapelointikuluja lähes maanrakennustöiden verran.

Verkostosuositus KA 2:10 mukaan lasketuilla yksikköhinnoilla saadaan vaikealle kaivusuoritteelle (esim. kaupunkien keskusta-alueet) kaivannon hinta kaavasta:

$$\text{Kaivannon hinta} = \text{matka} * \text{yksikköhinta} \quad (3)$$

Kaavalla saadaan 500 metrin pituisen kaapeliojan maanrakennuskustannuksiksi 30 505 €. Edellä lasketun perusteella voidaan todeta, että varaputkituksia tekemällä pystytään säästämään huomattavasti maanrakennuskustannuksissa. Tämän takia varaputkitusten hallinnointi ja dokumentointi on tärkeää yrityksen kannalta. Varaputkitusten rakentamisen kannattavuus korostuu etenkin kaupunkioloissa, joissa maanrakennuskustannukset ovat korkeat. [7, s. 19.]

3 Suunnittelun nykyinen toimintamalli ja sen puutteet

Suunnittelun nykyisessä toimintamallissa käytetään kahta eri suunnitteluohjelmaa. Tekla NIS -verkkotietojärjestelmää käytetään verkostolaskentaan, laitetietojen hallintaan ja suunnitelmien tekemiseen. Bentley MicroStation -suunnitteluohjelmaa käytetään kaivuja ja putkituspiirustusten tekemiseen sekä Vantaan kaupungin maanalaisten johtokarttojen tarkasteluun. Tekla NIS:n verkkokarttaesitys ei kerro sijaintitarkkaa tietoa maanalaisten johtojen sijainnista kaapelojissa, eikä sisällä tietoa kaapelien mekaanisesta suojauksesta.

Vantaan Energian maastomittaustiimi kartoittaa nykyään uusien maakaapelien ja suojausputkien tarkan sijainnin. Maastomittaustiimi toimittaa kartoitetun datan Vantaan kaupungin ylläpitämään maanalaisten johtojen karttaan, josta suunnittelija tarkastelee maanalaisten kaapelien ja putkitusten sijaintitietoja suunnitelmia tehdessään. Toimintamalli on nykyään puutteellinen. Suurin puute on putkitustietojen epätäydellinen ja epäselvä dokumentointi. Epäselvän dokumentoinnin takia putkitusten hahmottaminen on toisinaan erittäin hankalaa ja putkitusten hahmottamiseksi joudutaan käyttämään kahta eri suunnitteluohjelmaa. Muita merkittäviä puutteita ovat eri verkkojen, kuten sähkö- ja valaistusverkkojen erittely toisistaan. Komponenteista ei myöskään voida suorittaa hakuja, jotka voisivat nopeuttaa suunnittelua, jos esimerkiksi vapaat putkitukset voitaisiin korostaa. Maanalaisten johtokarttojen tiedot ovat myös puutteellisia, koska niistä ei ilmene tyyppitietoja eikä putkikokoja.

Tulevaisuudessa olisi tarkoitus päästä tilanteeseen, jossa koko verkko-omaisuuden hallinta on verkkotietojärjestelmässä. Verkkotietojärjestelmään voisi sisällyttää kaikki tyyppitiedot putkituksista ja kaapeleista sekä niiden sijainnista. Nykyään VES:n käytössä on Tekla NIS -verkkotietojärjestelmä, johon on olemassa sijaintikarttasovellus. Sijaintikarttasovellus sisältää edellä mainituntyyppisiä ominaisuuksia, ja sen soveltuvuutta on haluttu tutkia tässä työssä.

4 Tekla Oy -yritys

Tekla on vuonna 1966 perustettu ohjelmistoyritys, joka kuuluu osaksi Tribler-konsernia. Tekla valmistaa vuorovaikutteiseen teknologiaan perustuvia suunnitteluohjelmistoja ja tietojärjestelmiä kansainvälisille markkinoille. Teklan palveluksessa työskentelee lähes 600 työntekijää, ja sillä on toimipisteitä kuudessatoista eri maassa sekä asiakkaita yli sadassa eri maassa. Teklan pääkonttori sijaitsee Espoossa.

1960-luvun puolella välissä muutamat insinööritoimistot päättivät perustaa yhdessä yhteisen ohjelmistoyrityksen, Teknillinen laskenta Oy:n, jonka nimeksi vielä saman vuoden keväänä vakiintui Tekla. Syynä Teklan perustamiselle oli tietokoneinen lisääntyneestä käyttötarpeesta aiheutunut resurssipula.

Tekla jakautuu kahteen ympäristöön: Tekla Building & Construction, joka kehittää rakentamisessa käytettäviä tietomallinnusohjelmistoja (BIM) ja Tekla Infra & Energy, joka kehittää infrastruktuuri- ja energia-alojen tarpeisiin mallipohjaisia ohjelmistoratkaisuja. [8.]

4.1 Tekla Solution sähköyhtiöille

Tekla Solution sähköyhtiöille on tuotteistettu kokonaisuus Teklan sovelluksia ja palveluja. Sovellus sähköyhtiöille sisältää modulaarisia sovelluksia ja palveluja nykyaikaisen sähköverkon hallintaan ja jakeluprosessin tehtävien suorittamiseen aina suunnittelusta rakentamiseen, kunnossapitoon, käyttötoimintaan ja asiakaspalveluun. Perustana ratkaisulle on Tekla NIS -verkkotietojärjestelmä, joka toimii sähköverkon mallintamisessa ja hallinnassa sekä sisältää sähköjakeluun liittyvät tärkeimmät tiedot.

Tekla DMS -käyttötuki-järjestelmä sisältää käyttökeskusta tukevat toiminnot. Toimintatapoja ovat keskeytysten suunnittelu ja hallinta, verkon topologian seuranta ja asiakasviestintä. [8.]

4.2 Tekla NIS Basic -tuotemalli

Tekla NIS -verkkotietojärjestelmä on tarkoitettu energia- ja vesihuolto-yhtiöille. Ohjelmistoratkaisu on kehitetty verkon suunnitteluun, hallintaan, rakentamiseen, kunnossapitoon ja käyttötoimintaan. Ohjelmisto sisältää valmiin, toimivan ja tuetun tuotemallin. Kaikki verkon aineisto tallennetaan relaatiotietokantaan. Verkkomalli koostuu viivamaisista ja pistemäisistä kohteista. Eri verkoista voidaan luoda toimialakohtaisia malleja, yhdessä kulutus-pisteiden, juuripisteiden ja automaattisten kytkeytymismalli toiminnallisuuden kanssa. Ainoastaan kohteen tyyppi ja koordinaatit tallennetaan tietokantaan aakkosnumeeristen ominaisuuksien lisäksi. Grafiikka koostetaan vasta, kun käyttäjä aloittaa Tekla NIS -istunnon ja lataa osan verkosta. [9, s. 10.]

4.2.1 Verkon topologia

Verkko koostuu kokonaisuudessaan ryhmitellyistä kohdetyypeistä, jotka muodostavat topologian ja ovat keskenään vuorovaikutteisia tiettyjen sääntöjen mukaan. Topologiaa ei tallenneta erityisesti tietokantaan vaan luodaan se ajonaikaisesti jokaista istuntoa varten. Ajonaikainen topologia mahdollistaa SCADA-järjestelmään tai muihin toimialan sovelluksiin reaaliaikaisen rajapinnan, joka myös vähentää vaadittua suorituskykyä järjestelmän palvelimilta, kovalevyiltä ja varajärjestelmiltä. [9, s. 11.]

4.2.2 Verkon kuvaustekniikka

Kuvaustekniikalla tarkoitetaan tapaa, jolla viiva esitetään kartalla. Erilaisia kuvaustekniikoita on maantieteellinen, puolikaavamainen, kaavamainen ja sijaintikartan kuvaustekniikka.

Maantieteellisessä kuvaustekniikassa verkko esitetään sähkötekniisenä kaaviona, joka sisältää kaikki tekniset tiedot ja ominaisuudet jokaiselta kohteelta. Viivat on mahdollista

tallentaa tarkasti niiden maantieteellisen sijainnin mukaan. On tavallista, että viivat esitetään suunnilleen tarkkana, jolloin esityksestä tulee selkeämpi.

Puolikaavamainen kuvaustekniikka on verkkokartan kuvaustekniikka. Kuvaustekniikassa esitetään verkon ns. solmupisteet, joita ovat esimerkiksi muuntamot ja eri kaapelityyppien väliset jatkokset. Edellä mainitut ovat oikeassa maantieteellisessä sijainnissaan, mutta niiden väliset viivat ovat suoria. Tämä syntyy automaattisesti, kun aineistoa syötetään.

Kaavamaisessa kuvaustekniikassa ovat kaikki kaapelit joko pysty- tai vaakatasossa. Verkon dokumentaatioissa ei ole maantieteellistä sijaintia tai mittajanaa. Kaavamaista kuvaustekniikkaa käytetään yleensä sähköasemien ja muuntamoiden sisältöä varten. Kuvaustekniikka esitetään käyttämällä erittäin pientä asteikkoa, minkä jälkeen kaavamaista kuvaustekniikkaa käytetään saumattomasti yhdessä maantieteellisen ja puolikaavamaisen kuvaustekniikan kanssa. Verkosta pystytään luomaan myös täydellinen kaavamainen dokumentaatio, jota kutsutaan käyttökaavioksi.

Sijaintikartan kuvaustekniikka on tarkka käyttökuvaustekniikka kaivannoista, missä kaivanto esitetään leveällä viivalla. Viiva edustaa kaivannon todellista leveyttä. Kaapelit ja putket dokumentoidaan poikkileikkausten avulla. Poikkileikkauksissa kuvataan kaapelien ja putkien järjestystä sekä sijaintia kaivannossa. [9, s. 12.]

4.2.3 Datan tiedonsiirto

Tiedonsiirtotoiminnallisuudet tekevät tiedon tuonnin ja -viennin mahdolliseksi Tekla NIS:n ja muiden järjestelmien välillä. Tuettuja tiedostomuotoja tuonnissa ovat Dxf, Dgn, Dgn8, Dwg, Shape (OPTIO), Tekla GIS, Fingis, tielaitos, Pxy ja osoite. Viennissä Tekla NIS tukee samoja tiedostomuotoja lukuun ottamatta *osoite* vientiä. Koordinaattimuutoksia on mahdollista käyttää tuotaessa ja vietäessä. Tuoduille kohteille voidaan myös antaa automaattisesti ainutkertaiset tunnuksset. [9, s. 13 - 14.]

4.2.4 Mallikirjastot komponenteille

Mallikirjasto on toiminnallisuus etukäteen määriteltyjen komponenttien tallentamiseen, joille on määritelty etukäteen verkkorakenteet ja ominaisarvot. Komponentteja käytetään verkkokirjaston kohteina verkkoa suunniteltaessa ja tietojen syöttämisessä. Mistä tahansa verkon kohteista ja rakenteista voidaan luoda malleja kirjastoihin. Kirjastoihin voidaan tallentaa esimerkiksi kaavioita, sähköasemia, poikkileikkauksia tai tekstejä. Etukäteen määriteltyjä malleja voidaan helposti kopioida myöhemmin verkkoon. Käyttöoikeuksien avulla voidaan kirjaston käyttöä hallita. [9, s. 15.]

4.2.5 Järjestelmän suunnitelmatyypit

Verkkokohteita tarkastellaan suunnitelmatyypit toiminnallisuuden etukäteen määritellyn kohdevalinnan avulla. Eri verkkotyyppejä, käyttäjäryhmiä tai käyttötarkoituksia varten voidaan luoda erilaisia näkymiä järjestelmän pääkäyttäjän toimesta. Eri suunnitelmatyypit ovat saatavilla käyttöliittymän pudotusvalikosta. [9, s. 17.]

4.2.6 Järjestelmän käyttäjäroolit

Käyttäjärooleilla voidaan räätälöidä erityyppisille käyttäjille omanlaiset käyttöliittymät. Käyttäjärooliin sisältyvät vain ne tarvittavat työkalut, joita käyttäjä tarvitsee tai saa käyttää. Yhdellä käyttäjällä voi olla useampia rooleja, joita voidaan vaihtaa käyttöliittymän pudotusvalikosta. Tarpeettomien työkalujen ja kuvakkeiden poisjättäminen tekee käyttöliittymästä helppokäyttöisen. [9, s. 18.]

4.2.7 Järjestelmän käyttöoikeudet

Järjestelmän toimintoja ja kohteita hallinnoidaan käyttöoikeuksien avulla, jotka voidaan määritellä toimintojen, alueiden tai lajiryhmien perusteella. Käyttöoikeustyypit ovat *täydet oikeudet*, *muokkaus*, *luku*, *estetty* ja *piilotettu*. Käyttöoikeuksia hallinnoi pääkäyttäjä. Käyttöoikeuksia voidaan antaa yksittäisille tai monen käyttäjän muodostamille ryhmille. [9, s. 19.]

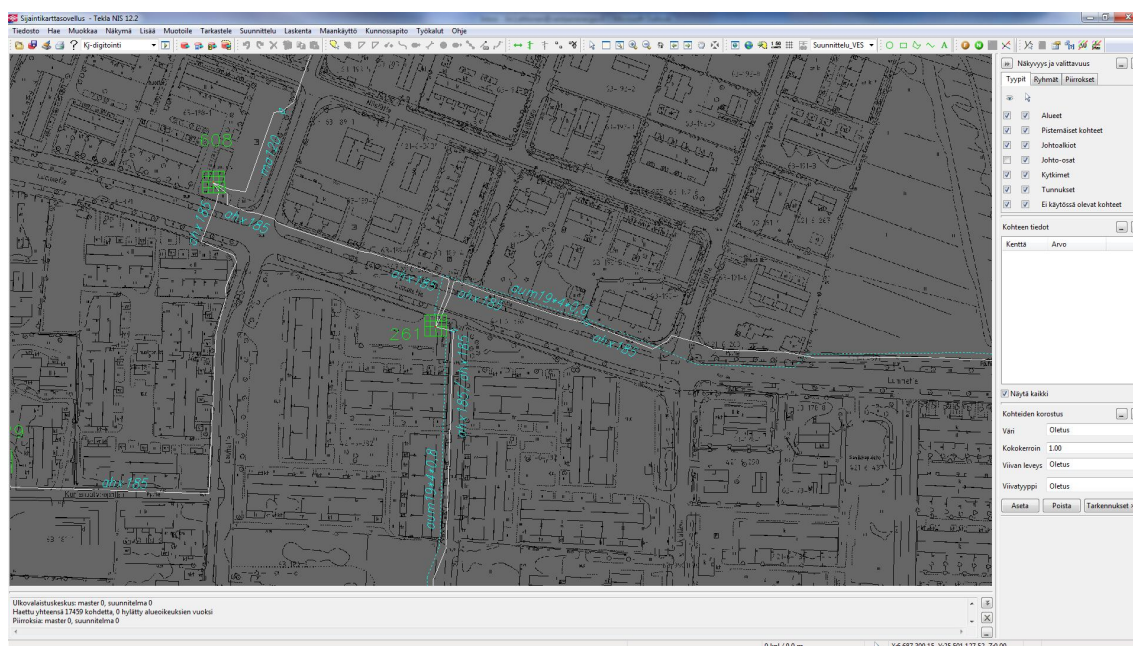
4.2.8 Järjestelmän makrot

Yhdellä napilla tapahtuvaa toimintojen sarjaa kutsutaan makroksi. Niiden avulla käyttäjä voi säästää aikaa automatisoimalla ohjelmassa suoritettavia toimenpiteitä. Käyttäjät voivat ajaa järjestelmän pääkäyttäjän luomia makroja tai nauhoittaa omia makroja. [9, s. 20.]

4.3 Sähköverkon tietomalli

Sähköverkon tietomalliin kuuluvat suurjännite-, keskijännite- ja pienjännitetietomallit. Jokaiseen tietomalliin sisältyy kaikki olennaiset ensiöverkkokohteet etukäteen määritellyine ominaisuuksineen.

Kaikki toimialasovellukset vaativat toimiakseen Tekla NIS Basic -tuotemalliin (kuva 2.). Tekla NIS Basic ei kuitenkaan vaadi toimiakseen toimialasovelluksia. [9, s. 23.]



Kuva 2. Tekla NIS -päänäkymä

5 Tekla NIS -sijaintikarttasovelluksen testaus

Tekla NIS -verkkotietojärjestelmään on olemassa sijaintikarttasovellus. Sijaintikarttasovelluksen avulla voidaan digitoida tietoja kaapeliobjektista ja luoda niistä poikkileikkauksia. Sijaintikarttasovellusta on myös mahdollista hyödyntää kaivu- ja sijaintikarttojen piirustusten tekemisessä.

5.1 Vantaan Energia Sähköverkot Oy:n tarpeet

Tavoitteena on ensisijaisesti kehittää putkitustietojen dokumentointiin ja niiden hallintaan selkeä ja informatiivinen tapa, joka ei kuitenkaan saisi lisätä suuresti työtaakkaa. Putkitustietojen hakeminen halutaan saada nopeaksi ja helposti luettavaksi, sekä putkituksista halutaan tallentaa tietoja ja lukea niitä. Kaapeliobjektista halutaan luoda poikkileikkauksia, joista selviää putkitusten ja kaapelien sijainti kaapeliobjektissa. Tästä olisi apua muun muassa kaapeleita mitoitettaessa (ks. 2.2). Poikkileikkauksia voidaan myös esitellä urakoitsijalle tai Vantaan kaupungille sijoituslupia haettaessa.

Työn ohessa on myös tutkittu, miten kaivusuunnitelmien tekeminen onnistuu Tekla NIS -sijaintikarttasovelluksen avulla, ja onko sillä mahdollista korvata Bentley MicroStation -suunnitteluohjelma tai voiko sijaintikarttasovellus toimia suunnittelun apuna MicroStationin rinnalla.

5.2 Sijaintikarttasovelluksen määrittelyt

Uuden järjestelmän käyttöönotto vaatii yleensä tiettyjen määrittelyjen tekemistä, jotta järjestelmä saadaan käyttökelpoiseksi. Määrittelyjen tarkoituksena on saada järjestelmä toimimaan halutulla tavalla, ja nopeuttamaan työskentelyä määrittelemällä valmiiksi yleisesti käytettyjä arvoja. Tekla NIS:ssä määrittelyjä voi tehdä järjestelmän pääkäyttäjä. Järjestelmän pääkäyttäjällä on käytössään määrittelyiden tekemiseen tarpeelliset pääkäyttäjätyökalut. Sijaintikarttasovelluksen käyttöönoton vuoksi määrittelyjä tehtiin suojaputkille ja kaapeleille sekä luotiin Dgn-luentaa varten vastaavuudet vastaavuustiedostoon (ks. 5.3.1).

Varaputkituksille luotiin oma suunnitelmatyyppi, johon varaputkitukset dokumentoidaan. Suunnitelmatyyppiin luotiin muutamia pikanäppäimiä, joilla saatiin tuotua näkymään pj- tai kj-verkko ja kaapeliojat sekä jokaiselle painike, josta verkko voitiin poistaa näkymästä. Putkitustiedoille myös luotiin määrittelyjä, jotka käsittivät muun muassa tiedot suojausten tasosta, putken halkaisijan ja käytetyn materiaalin. Näistä tiedoista tuotiin esille poikkileikkauksen viitemerkintään vain ne tiedot, jotka ovat ensisijaisesti merkittäviä.

5.3 Kartoitusdatan lukeminen järjestelmään

Kartoitusdataa on mahdollista lukea NIS:iin usealla eri tavalla. Tapoja muun muassa ovat datan lukeminen Dgn-tiedostosta tai takymetrilta saatavalta takymetritiedostolta, jotka ovat VES:n kannalta mahdolliset tiedostoluentamuodot. Vertailtaessa näitä kahta tapaa, osoittautui kartoitusdatan luenta Dgn-tiedostona kaikista helpoimmaksi. Käytettäessä Dgn-tiedostomuotoista vientiä, voidaan vastaavuustiedostoa käyttää aina uudelleen, kun se on kerran määritetty. Lisäksi VES:n maastomittausryhmä luo Dgn-tiedoston Vantaan kaupungille, joten lisätyötä ei tästä juurikaan aiheudu.

Käytettäessä takymetritiedostoa joudutaan tiedostoa muokkaamaan erillisellä Excel-taulukolla (ks. liite 1.). Tämä on kömpelöä ja hidasta työtä, eikä takymetritiedostosta lukeminen tuo mitään etuja verrattuna Dgn-tiedostomuotoiseen kartoitusdatan lukemiseen.

5.3.1 Kartoitusdatan lukeminen Dgn-tiedostosta

Kartoitusdata on mahdollista lukea Bentley MicroStationin Dgn-tiedostosta. Dgn-tiedostosta luettaessa voidaan määritellä, mitä kohteita NIS:iin halutaan viedä. Määrittelyt tehdään vastaavuustiedostossa. Dgn-tiedostolle on ensin luotava edellä mainittu vastaavuustiedosto. Vastaavuustiedosto on txt-tiedosto, jossa on määritelty eri tasoille vastaavuudet NIS:iin. Järjestämään on mahdollista lukea viivamaisia ja pistemäisiä kohteita sekä tekstiä.

Vastaavuustiedostolla on seuraavanlainen syntaksi Dgn-luennassa.

Viivamaiset kohteet

```
<NIS-luokka> LINE <Taso> <Väri> <Viiva tyyppi> <Viivan leveys>
<Symbolin nimi>
```

Pistemäiset kohteet

```
<NIS-luokka> SYMBOL <Taso> <Väri> <Viiva tyyppi> <Viivan leveys>
<Symbolin nimi>
```

Tekstikohteet

```
<NIS-luokka> TEXT <Taso> <Väri> <Viiva tyyppi> <Viivan leveys>
<Fontin nimi>
```

Tekla NIS -luokka ja kohteen tyyppi on oltava esitettyinä jokaisessa rivissä (viiva, symboli tai teksti). Muissa sarakkeissa voidaan arvo korvata merkillä *, joka tarkoittaa sitä, että luettu objekti on valittu määrättyyn Tekla NIS -luokkaan riippumatta kohteen arvosta Dgn-tiedostossa.

Esimerkki vastaavuustiedostosta,

! Line objects

1530	LINE	Level 1	*	*	*	*
1531	LINE	Level 2	*	*	*	*
1532	LINE	Level 3	*	*	*	*

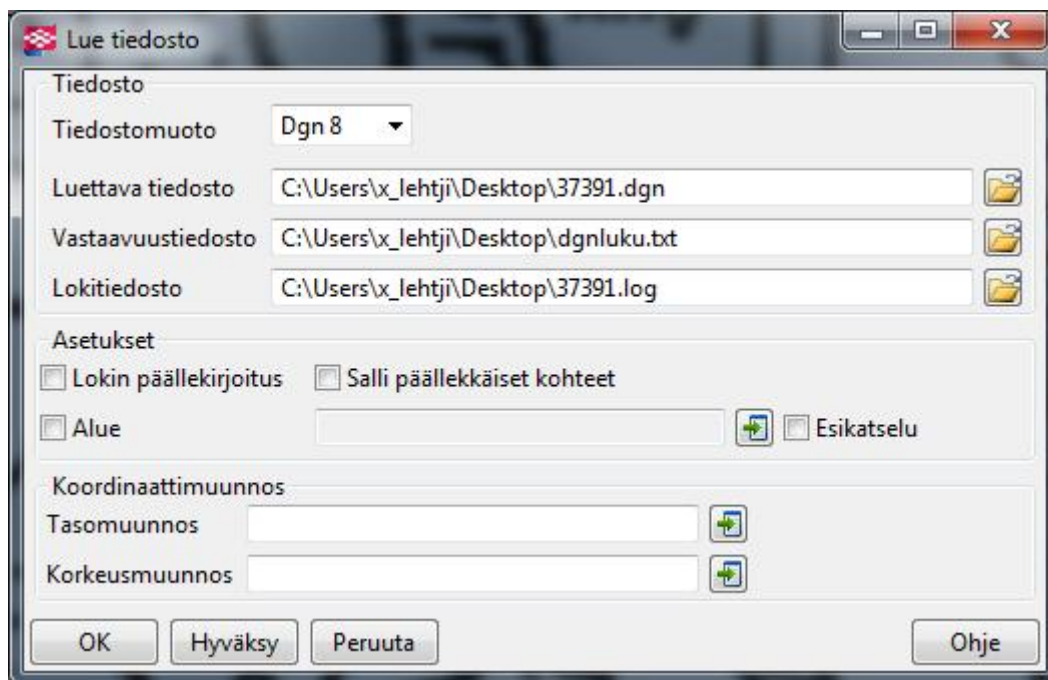
! Point objects

142	Symbol	Level 1	*	*	*	*
149	Symbol	Level 2	*	*	*	*

! Text object

9201	TEXT	Level 1	*	*	*	*
9202	TEXT	Level 2	*	*	*	*
9203	TEXT	Level 2	*	*	*	*

Kun vastaavuustiedosto on olemassa, tiedoston lukeminen on helppoa. Valitaan Dgn-tiedosto, joka halutaan lukea ja vastaavuustiedosto (kuva 3.). [10, s. 164]



Kuva 3. Dgn-tiedoston lukeminen

TerraSurvey-sovellus

Dgn-tiedostoa voidaan muokata Terrasolidin TerraSurvey -sovelluksella. TerraSurvey on tarkoitettu kartoituksen työkaluksi, mutta Dgn-tiedostojen muokkaamiseen siinä on muutamia käyttökelpoisia työkaluja. TerraSurvey toimii työkaluna MicroStation-suunnitteluohjelmassa. Työkalujen avulla voidaan muokata erilaisia MicroStation-elementtejä eri tasoille, mikä käy sovelluksen avulla todella helposti. Etuna sovelluksella on se, että valmiiksi määritellyt tasot voidaan ladata, esimerkiksi yrityksen sisäiseltä verkkolevyiltä, joten tasot ovat siten helposti kaikkien käytettävissä. Tällä tavalla säästetään siltä, että jokainen käyttäjä joutuisi uudestaan määrittelemään tasot MicroStationissa.

TerraSurvey-sovellusta testattiin pohdittaessa, että missä laajuudessa varaputkituksia aletaan dokumentoida. Ajatuksena oli, että kaapelit ja suoja-putket määriteltäisiin sovelluksen avulla ennen Dgn-tiedoston lukua NIS:iin. Tällä tavalla toimittaessa kohteet ilmestyisivät määriteltynä kaapeleina ja suoja-putkina. Sovellus nopeuttaa työskentelyä

huomattavasti, mutta se ei kuitenkaan tee työstä täysin automaattista ja vaatii loppupii-
rustusten vertaamista Dgn-tiedostoon.

5.3.2 Kartoitusdatan lukeminen takymetritiedostosta

Sijaintikarttasovelluksella on mahdollista lukea kartoitusdata järjestelmään. Data saa-
daan maanmittaukseen käytettävältä takymetrilta. Takymetri mittaa pisteitä koordinaa-
tistoon, josta voidaan luoda viivamaisia tai pistemäisiä kohteita NIS:iin. NIS käyttää
EUREF-koordinaatistoa. Jos koordinaatisto on jokin muu, se on ensin muunnettava
EUREF-koordinaatistoon.

Viivamaisten kohteiden takymetritiedot tuli ajaa seuraavanlaisessa muodossa:

```
a b c d e y1 x1 z1 y2 x2 z2 f
```

, jossa

a	on tyyppitieto, viivamaisilla kohteilla 1 ja pistemäisillä 0
b	ei ole käytössä
c	ei ole käytössä
d	on tyyppitieto NIS:ssä
e	on kohteen nimi
y1	on itä-länsi -koordinaatin alkupiste
x1	on pohjois-etelä -koordinaatin alkupiste
z1	on korkeuden alkupiste mitattuna merenpinnasta
y2	on itä-länsi -koordinaatin loppupiste
x2	on pohjois-etelä -koordinaatin loppupiste
z2	on korkeuden loppupiste
f	on viivanleveys

Jos kyseessä on pistemäinen kohde, tulee tiedosto olla seuraavanlaisessa muodossa:

```
a b c d e y x z g
```

, jossa

a, b, c, d ja e ovat samoja kuin viivamaisilla kohteilla ja

y	on itä-länsi -koordinaatti
x	on pohjois-etelä -koordinaatti
z	on korkeus mitattuna merenpinnasta
g	on pisteen suunta

NIS:n haluama takymetritiedosto on erilainen kuin se, mikä saadaan takymetriltä. Kartoitustiedostossa x- ja y-koordinaatit ovat mallia x, y, kun taas NIS-takymetritiedostossa y, x. Kartoitustiedosto sisältää myös tietoja pituuksista, taiteviivoista, sekä takymetri luo kohteille juoksevan numeron, mutta nämä tiedot ovat NIS:n kannalta turhia. Sen sijaan kartoitusvaiheessa luotava lajitieto on hyödyllinen, koska se voidaan hyödyntää antamalla sille NIS:n tyyppitietoa vastaava koodi, jolloin niitä ei jouduta erikseen määrittelemään NIS:ssä.

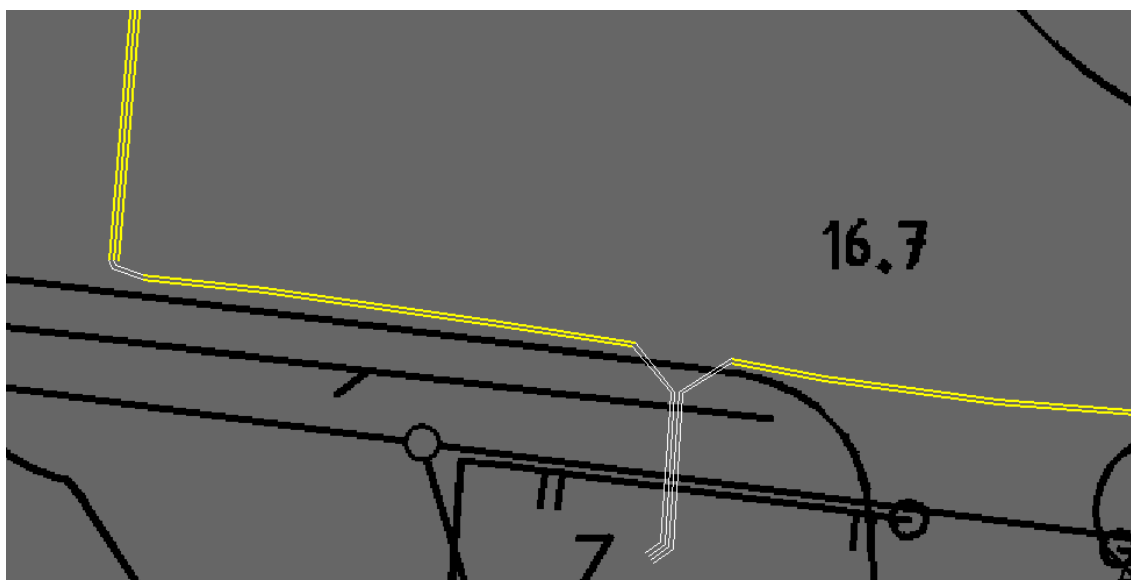
Kartoitustiedostoa joudutaan muokkaamaan, jotta se saadaan NIS:lle kelpaavaan muotoon. NIS yhdistelee koordinaattien alku- ja loppupisteitä, kun luetaan viivamaisia kohteita. Pistemäisillä kohteilla muokkaaminen on yksinkertaisempaa, kun tarvitaan vain y-, x-, z -arvot, eikä lisäksi alku ja loppupisteitä. Tiedostojen nopeaa ja helppoa muokkaamista varten luotiin Excel-taulukko, johon kopioidaan kartoitustiedostosta koordinaatit sekä koodit ja Excelistä saadaan automaattisesti oikeanlainen tiedosto (ks. liite 2). [10, s. 155.]

5.4 Maakaapelioiden esitystapa

Kaapelioiden mallintamiseen suunniteltiin kahta eri menetelmää. Vaihtoehdot olivat kaapelioiden esittäminen yhtenä viivana tai useana viivana. Yhden viivan esitystavassa kaapelioiden kuvaisi kaapelioiden-alkioista muodostuva viiva. Jos tässä esitystavassa kaapelioiden haluttaisiin tutkia tarkemmin, pitäisi poikkileikkaukseen luoda kaapelit käsin. Tarkoituksena on luoda menetelmä, joka olisi mahdollisimman informatiivinen, mutta aiheuttaisi mahdollisimman vähän lisätyötä. Näin ollen tätä menetelmää ei lähdetty miettimään pidemmälle.

Usean viivan esitystavassa jokaista putkea ja kaapelia kuvaa oma viiva. Esitystavan valinta perustuu siihen, että tällä tavalla dokumentoitaessa on helppoa lukea kaikki informaatio kartoitustiedostoista järjestelmään. Helppolukuisuus johtuu siitä, että Dgn-tiedostossa kj-, pj- ja telekaapelit, suojaputket sekä muut verkon komponentit piirretään omille tasoilleen. Koska elementit ovat omilla tasoillaan, voidaan verkon komponentit määrittellä vastaavuustiedostossa ja lukea haluttuna lajina järjestelmään (ks. 5.3.1).

Seuraavassa kuvassa 4 on esimerkki esitystavasta, jossa keltainen viiva esittää suojaputkea ja valkoinen viiva kaapelia (kuva 4). Esitystavasta nähdään suoraan, missä putkessa on kaapeli, ja mitkä suojaputket ovat vapaita. Tällä tekniikalla voidaan myös korostaa yksittäisiä vapaita suojaputkia. Suojaputkia esittämään voidaan niille luoda oma viiva tai alkio. Kuvan esimerkki on ladattu oikeasta kartoitustiedostosta ja luenta tapana on käytetty Dgn-tiedostomuotoista luenta (ks. 5.3.1).



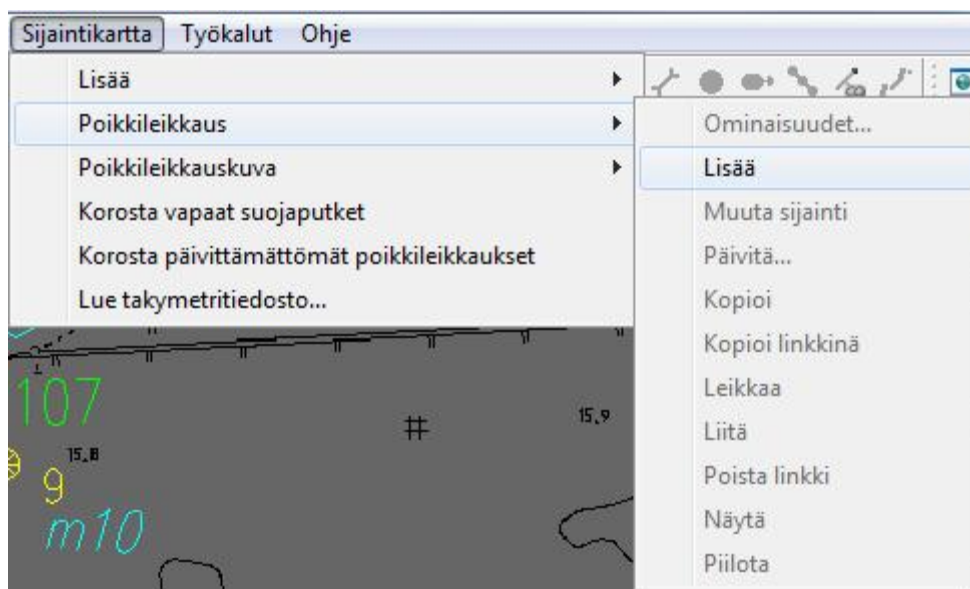
Kuva 4. Usean viivan esitystapa

5.5 Maakaapelioiden poikkileikkaukset ja mallikirjastot

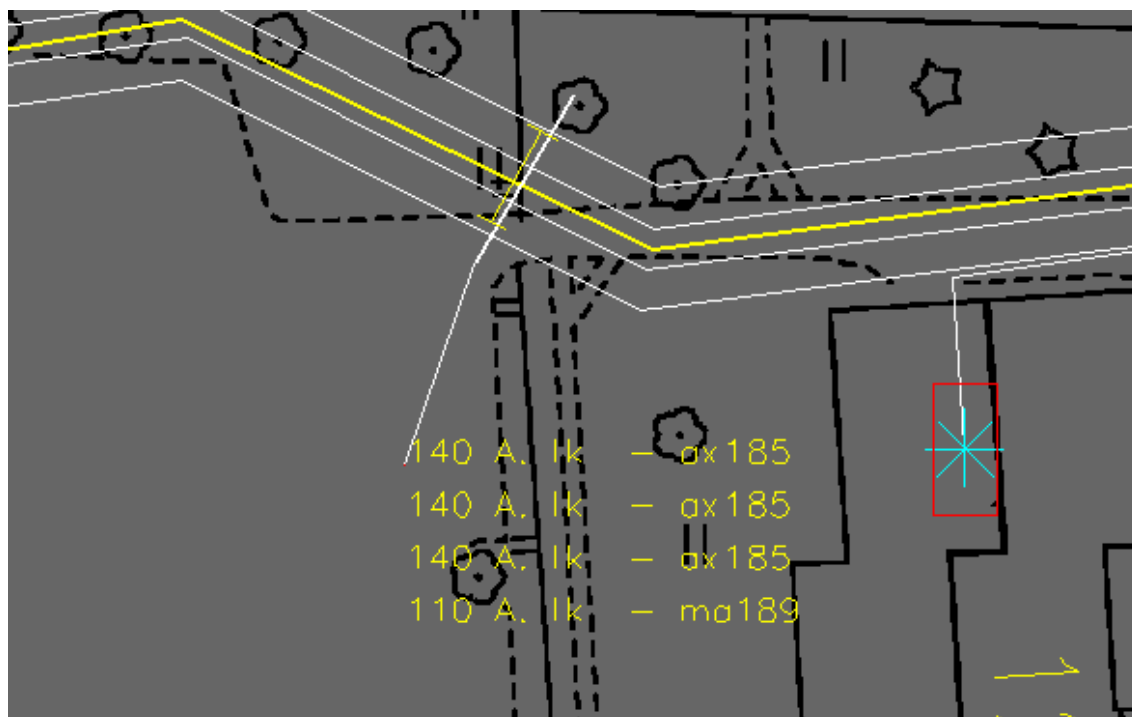
Kaapelioidista voidaan luoda poikkileikkauksia. Poikkileikkauksissa voidaan esittää kaapelit ja niiden suojaus sekä sijainti kaapelioidessa. Poikkileikkauksessa voidaan myös määrittellä kaapeleille ja suojuuksille tietoja. Määritellyt tiedot tulevat näkyviin poikkileikkauksen viitemerkintään (kuva 6, ks. s. 19). Poikkileikkauksia voidaan käyttää havainnollistamaan, mitä kaapelioidessa on, mutta se on myös pakollinen tehdä, jos vapaita suojaputkia halutaan korostaa (ks. 5.6).

Poikkileikkaus on mahdollista liittää alkioihin tai viivoihin, mutta sovellus osaa tuoda automaattisesti poikkileikkaukseen ainoastaan poikkileikkausviivan sisällä olevat johtoalkiot (kuva 6 ks. s. 19). Tekla NIS:ssä ei valitettavasti ole suojaputkille omaa alkiota, josta pystyttäisiin viemään suojaputki automaattisesti poikkileikkaukseen. Tällaisen suojaputkialkion puuttuminen luo ongelman, kun suojaputket halutaan kuvata omana viivana ja niistä haluttaisiin viedä suojaputki automaattisesti poikkileikkaukseen. (ks. 5.4)

Poikkileikkauksen luominen tapahtuu valitsemalla sijaintikarttavalikosta *poikkileikkaus* ja *lisää* valinta (kuva 5). Seuraavaksi määritellään kaapeliojan mitta, joka tapahtuu antamalla ojan alku- ja loppupiste. Poikkileikkauksen mitta voidaan muuttaa myöhemmin valitsemalla ensin muutettava poikkileikkaus ja sen jälkeen valitsemalla poikkileikkausvalikosta *muuta sijainti* (kuva 5). Myöhemmin kaapeliojaan lisättävät kaapelit voidaan päivittää poikkileikkaukseen. Poikkileikkauksen päivittäminen onnistuu valitsemalla ensin päivitettävä poikkileikkaus ja sen jälkeen valitsemalla poikkileikkausvalikosta *päivitä* (kuva 5). Poikkileikkauksikkuna voidaan avata kaksoisklikkaamalla poikkileikkausta tai valitsemalla poikkileikkausvalikosta *ominaisuudet* (kuva 5).

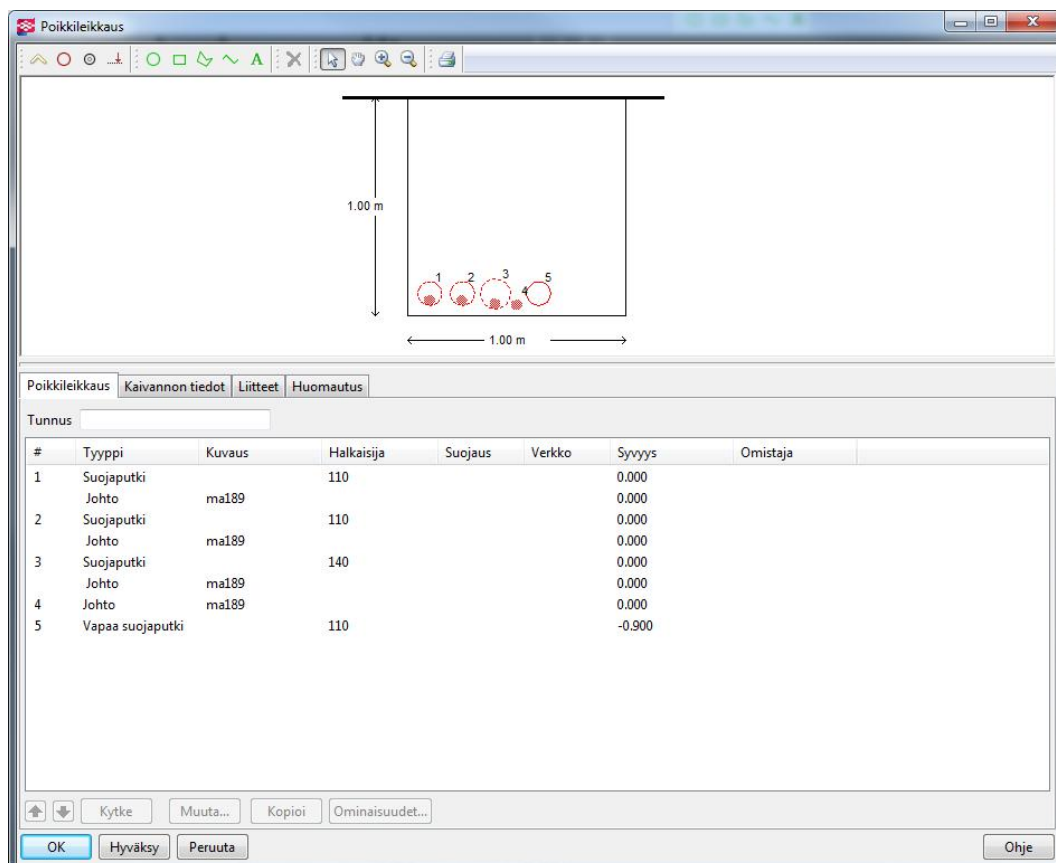


Kuva 5. Sijaintikarttasovelluksen poikkileikkausvalikko

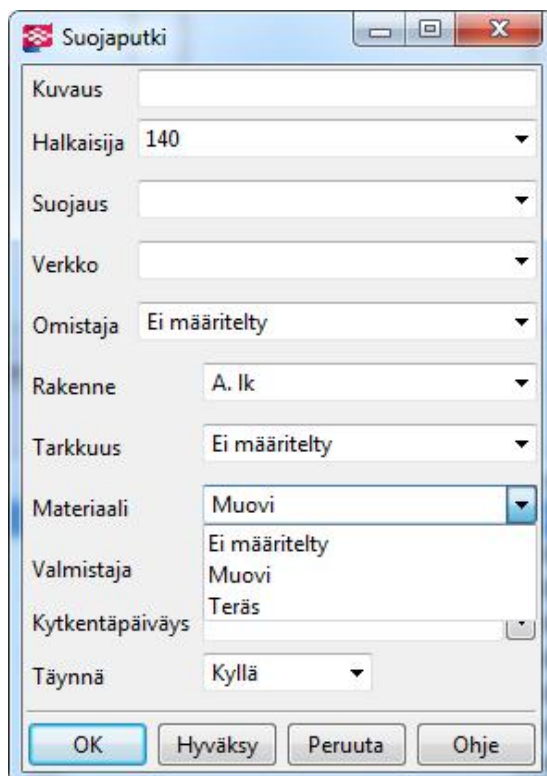


Kuva 6. Poikkileikkausviiva ja kaapelit

Poikkileikkausikkunassa voidaan kytkeä kaapeleita tai suojaputkia suojaputkien sisään ja voidaan muokata kaapeleiden ja suojausten sekä kaapeliojan tietoja. Uusien kaapeleiden, suojaputkien tai kourujen lisääminen poikkileikkaukseen on mahdollista poikkileikkausikkunan yläpalkista (kuva 7, ks. seur. s.). Samalta riviltä on myös mahdollista lisätä syvyysmerkintöjä ja poistaa kohteita. Lisäksi käytössä on piirto- ja tekstityökaluja. Lopuksi poikkileikkaus on mahdollista tulostaa (ks. liite 3). Kaapeleille, suojaputkille ja kouruille voidaan määrittää tietoja tässä valikossa (ks. seur. s. kuva 8). Tietojen määrittäminen tapahtuu kaksoisklikkaamalla kohdetta tai klikkaamalla *muuta*.



Kuva 7. Poikkileikkausikkuna

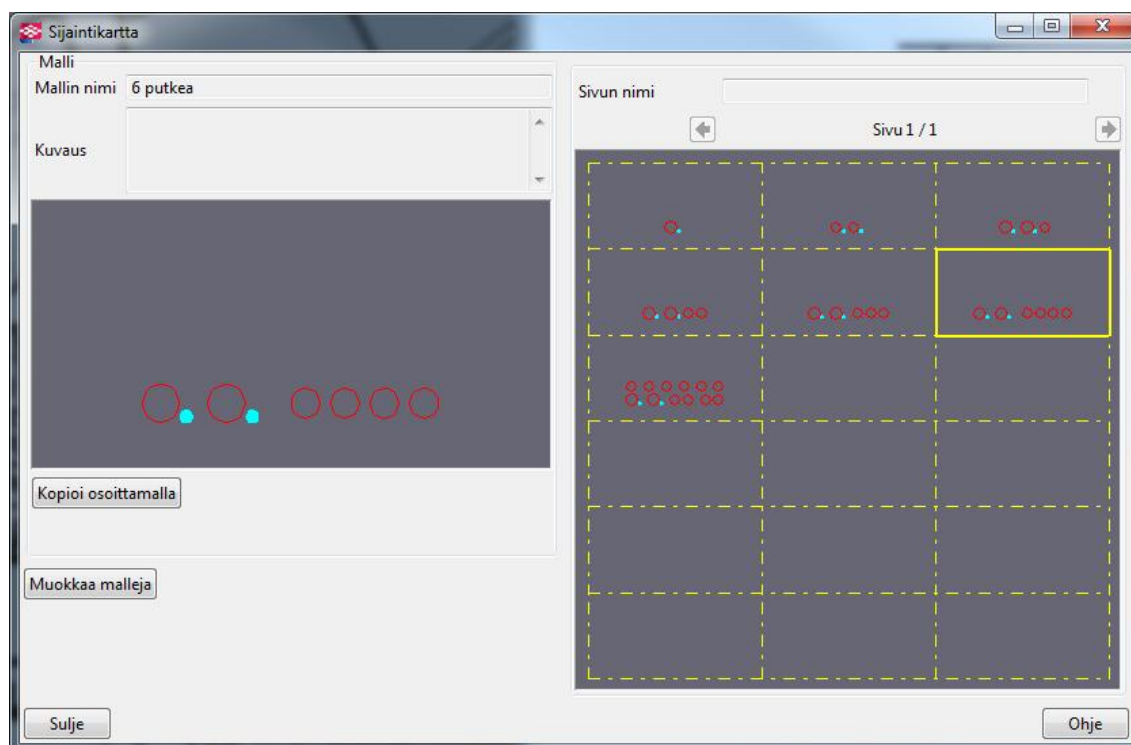


Kuva 8. Tietojen määrittelyt suojaputkille

Mallikirjastot

Työskentelyn helpottamiseksi luotiin mallikirjasto, josta voidaan helposti hakea yleisimpiä kaapeliojamalleja. Ojamallit luotiin 1 - 12 suojaputkelle. Mallikirjastojen luominen tapahtuu mallintamalla ensin poikkileikkaus, minkä jälkeen valitaan lisätyt elementit ja valitaan hiiren oikealla näppäimellä *lisää mallikirjastoon*. Mallikirjastot pitää olla avattuna, sekä valittuna ruutu, johon poikkileikkaus lisätään.

Valmiista mallikirjastoista on valmiiden ojamallien lisääminen yksinkertaista ja nopeaa. Lisäksi mallikirjastoon tallentuu elementeille tallennetut määrittelyt, mitkä voidaan muokata omiin tarpeisiin sopiviksi. Valmiiden mallien tuominen poikkileikkauskuvaan tapahtuu valitsemalla mallikirjastosta haluttu ojamalli ja valitsemalla *kopioi osoittamalla* ja lisäämällä kopioitu malli poikkileikkausikkunaan (kuva 9)

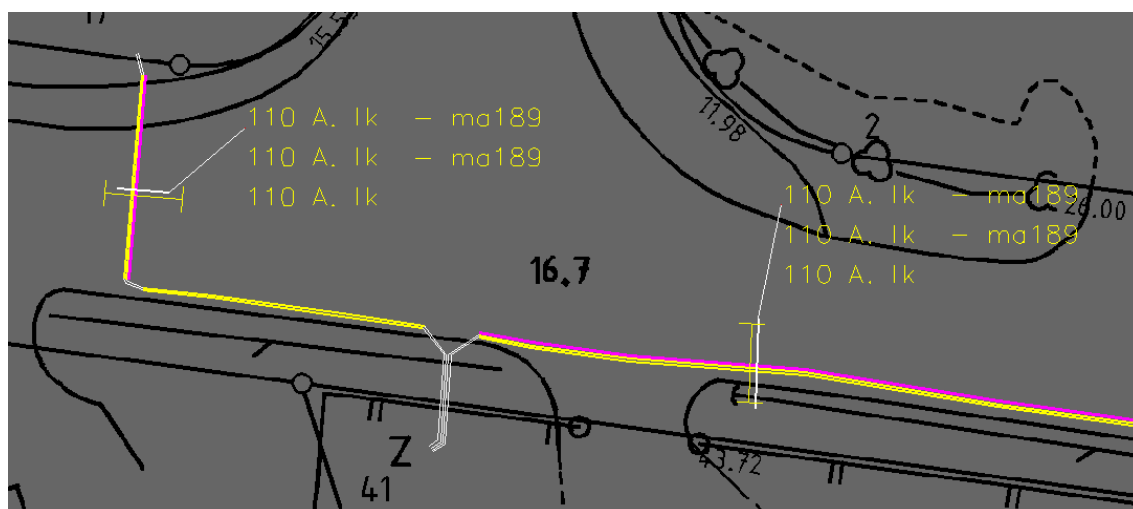


Kuva 9. Valmis mallikirjasto poikkileikkauksille

5.6 Varaputkitusten ja vapaan putkituskapasiteetin hallinnointi

Vapaita suoja-putkia on mahdollista korostaa sijaintikarttasovelluksen avulla. Korostaminen on hyödyllinen ominaisuus, joka helpottaa vapaiden suoja-putkien hakua. Korostaminen onnistuu vain kaapeli-alkioille, joiden poikkileikkaukseen täytyy olla lisättyä vapaa suoja-putki. Tämä tarkoittaa sitä, että jos vapaita suoja-putkia halutaan korostaa, täytyy ensin luoda poikkileikkaus kaapeli-alkiolle ja lisätä poikkileikkaukseen vapaa suoja-putki (ks. 5.5).

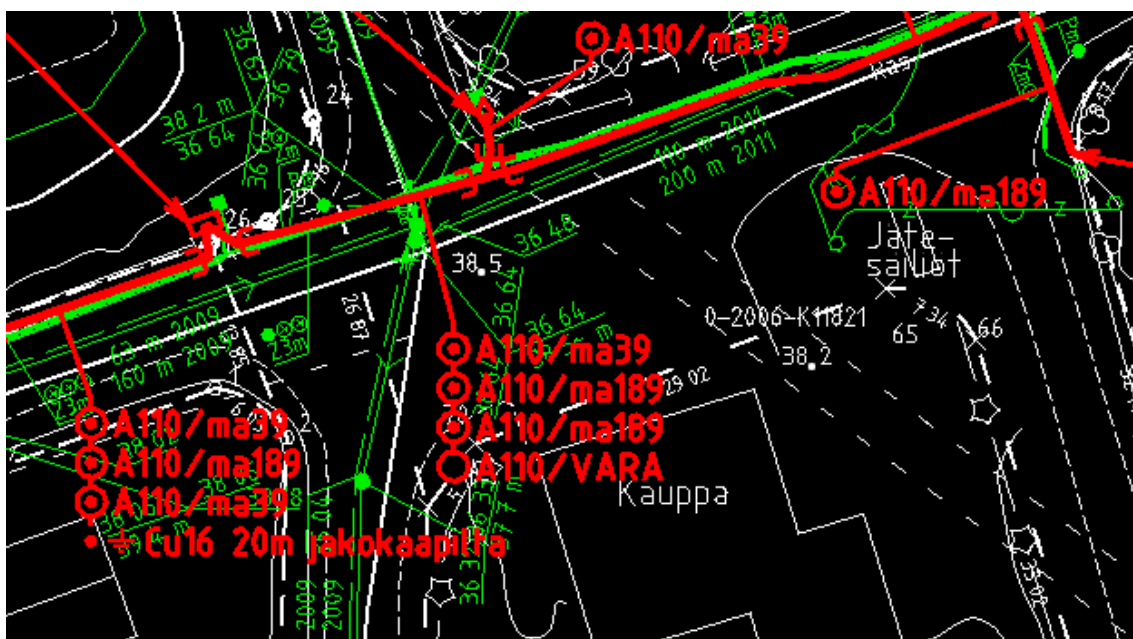
NIS osaa korostaa automaattisesti vain sen alkion, johon poikkileikkaus on luotu, mutta korostus voidaan linkittää myös muihin alkioihin (kuva 10). Linkittäminen tapahtuu valitsemalla ensin poikkileikkaus, joka halutaan linkittää alkioihin. Seuraavaksi valitaan sijaintikartan poikkileikkausvalikosta *kopioi linkkinä*, jonka jälkeen valitaan alkiot ja poikkileikkausvalikosta *liitä*. Linkityksen poistaminen onnistuu samalla periaatteella kuin linkittäminenkin, mutta poikkileikkausvalikosta valitaan *poista linkki*. Korostus poistuu automaattisesti, kun vapaaseen suoja-putkeen liitetään kaapeli.



Kuva 10. Vapaiden suoja-putkien korostaminen

5.7 Sijaintikarttasovelluksen hyödyntäminen suunnittelussa

Sijaintikarttasovellusta on mahdollista hyödyntää sijaintitarkkojen suunnitelmien tekemisessä. Nykyään sijaintitarkkoihin suunnitelmiin käytetään Bentley MicroStation suunnitteluohjelmaa. Käytännöllisyyden kannalta olisi parasta, jos suunnittelu voitaisiin kokonaisuudessaan suorittaa yhdellä suunnitteluohjelmalla. VES:n suunnittelija piirtää kaivureiteistä sijaintitarkan piirustuksen kaivu-urakoitsijalle. Suunnitelmaan piirrettäviä kaapeliojia kuvataan viivoilla. Kaapeliojissa kulkevat kaapelit ja putket ilmoitetaan viivamerkinnoilla (kuva 11).

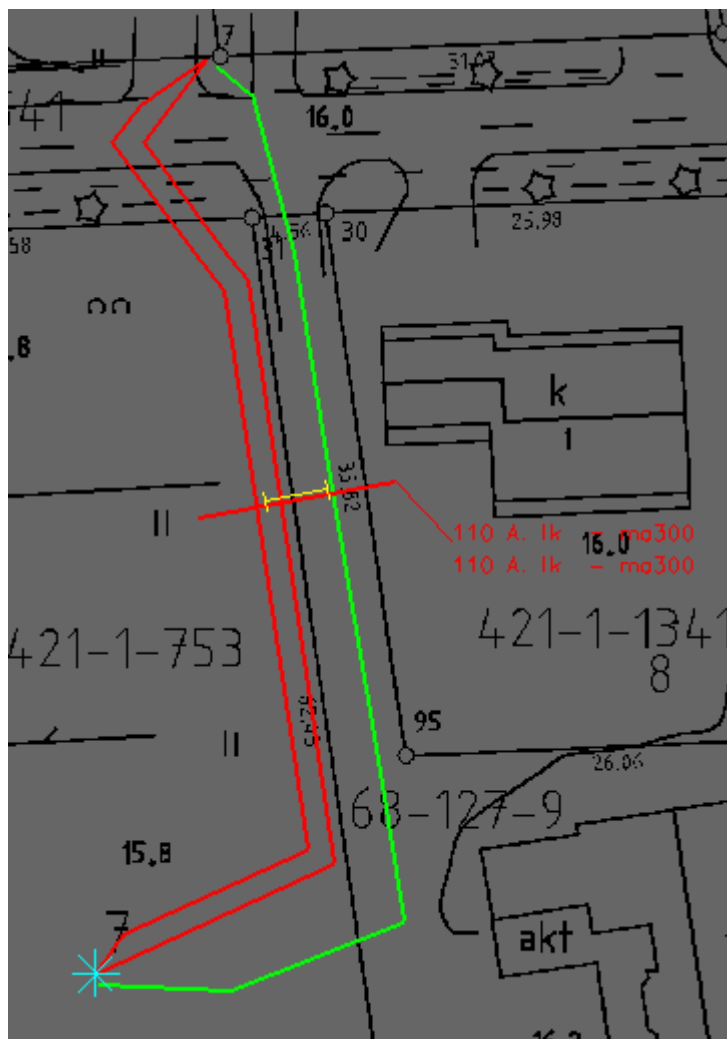


Kuva 11. Kaivusuunnitelma MicroStation-ohjelmalla

Sijaintikarttasovelluksella voidaan luoda samankaltainen suunnitelma. Vahvuuksia verrattuna MicroStation-suunnitteluohjelmaan on suunnitelmapiirustuksen helpompi päivitettävyyys. Sijaintikarttasovelluksella voidaan luoda poikkileikkauskuva ja kaapelitiedot saadaan verkkokartasta. MicroStation kuitenkin muilta työkaluiltaan paljon monipuolisempi ja toimii sulavammin.

Kun tutkittiin sijaintikarttasovellusta, helpoimmaksi menetelmäksi suunnitella koettiin tapa, jossa piirretään suunniteltuun paikkaan sijaintitarkka kaapelioja. Kaapelitietojen liittäminen kaapeliojaan onnistuu helposti tekemällä niiden kaapelien ylitse poikkileikkaus, jotka halutaan liittää kaapeliojaan. Jos ei kuitenkaan haluta esittää olemassa olevia kaapeleita poikkileikkauksessa, täytyy poikkileikkaus tehdä vain suunnitelma

ladattuna tai poistaa poikkileikkauksesta nykyiset kaapelit. Aiemmin luoduilla painikkeilla (ks. 5.2) voidaan näkymästä sulkea pj- ja kj-verkko, jolloin näkymään jää ainoastaan kaapeliojat. Kuvassa 12 esitetään Tekla NIS:ssä luotu kaivusuunnitelma, kun pelkästään suunnitelma on ladattuna. Vihreä viiva kuvaa suunnitelmassa kaapeliojaa ja punaiset viivat sähkökaapeleita. Kaapeliojaa kuvaava viiva on kaapeliojan suunniteltu sijainti. Sähkökaapelit voidaan halutessa poistaa kuvasta. Kuvassa 13 esitetään kaivusuunnitelma, kun näkymään on ladattuna myös olemassa oleva pj-verkko.



Kuva 12. NIS-kaivusuunnitelma, kun suunnitelma on ladattuna



Kuva 13. NIS-kaivusuunnitelma, kun pj-verkko on ladattuna

6 Vantaan Energia Sähköverkkojen dokumentointi

Dokumentaatio on tärkeä osa prosessia, jossa korostuu dokumentaation paikkansa pitävyys. Vastuuta dokumentaation oikeellisuudesta onkin syytä siirtää myös urakoitsijalle. Nykyään vaaditaan urakoitsijalta selvitystä ja varmistusta siitä, että kaikki työt on tehty suunnitelmien mukaan, ja jos niistä on poikettu, on siitä ilmoitettava tilaajalle. Tämän ajatuksen takana on esimerkiksi se, että kartoitettaessa kaapelointeja ja putkituksia on tärkeää, että putkissa on asennettuna se määrä kaapeleita kuin on suunniteltu. Jos suunnitelmasta poikettu, on siitä ilmoitettava kartoittajalle. Näistä asioista poikkeaminen voi aiheuttaa ongelmia tulevaisuudessa, kun uutta verkkoa rakennetaan. Kaapelien määrällä putkissa ja suoja-putkien sijainnilla on vaikutusta kuormitettavuuteen (ks. 2.2).

Pidemmillä aikavälillä olisi järkevää miettiä muutosta, jossa urakoitsija dokumentoisi kaapeliojat ja poikkileikkaukset. Tällaisen muutoksen tekeminen vähentäisi VES:n työkuormaa, ja sillä voitaisiin varmistua dokumentaation oikeellisuudesta.

Nykyään meneillään olevasta hankkeesta toimitetaan dokumentoijille väliloppukuvia sitä mukaan, kun työt valmistuvat maastossa. Välikuvat toimitetaan sen takia, että käyttönotettava osuus voidaan ajaa mahdollisimman nopeasti NIS:n *master*-tietokantaan, jolloin käytössä on mahdollisimman ajantasainen tieto. Hankkeen valmistuttua dokumentoijille toimitetaan loppukuvat hankkeesta. Tässä vaiheessa dokumentoidaan myös muun muassa kaapelijatkot, omistustiedot, valmistajat jne. Nykyään dokumentoidaan kaikki verkon komponentit ja sopimustiedot johtokaduille. Nyt halutaan alkaa myös dokumentoimaan putkitustietoja.

7 Sijaintikarttasovellusta koskevat ongelmat ja ratkaisut

Tekla NIS -sijaintikarttasovellus vastasi Vantaan Energia Sähköverkkojen tarpeita, mutta sen ylläpitäminen on työlästä. Sijaintikarttasovellus vaatisi kehittämistä suuntaan, jossa dokumentointi olisi automaattisempaa. Ainakaan vielä sovellusta ei voida käyttää sen koko laajuudessaan, mutta sijaintikarttasovelluksen käyttöönotto jollain tasolla olisi kannattavaa.

Ongelmaksi muodostui kartoitetun datan lukeminen järjestelmään. Dokumentaatiosta haluttiin saada mahdollisimman vaivatonta, joten dokumentoinnin tuli lähteä siitä lähtökohdasta, että kartoitusdata saadaan luettua lähes automaattisesti sisään järjestelmään. Kartoitusten lukeminen järjestelmään on itsessään hyvin helppoa ja yksinkertaista, mutta kartoitustiedoston muokkaaminen sellaiseen muotoon, jossa kaapeleista, suoja-putkista ja muista verkonkomponenteista voitaisiin viedä tiedot NIS:iin, on työlästä ja vaatisi paljon lisätyötä. Edellä mainitun takia mietittiin ratkaisua, jossa vapaat suoja-putket luetaan NIS:iin. Tämän jälkeen vapaat suoja-putket viedään poikkileikkaukseen, jolloin vapaiden suoja-putkien korostaminen onnistuisi. Lukemisen helppouden takia NIS:iin voitaisiin lukea myös kaikki muut verkonkomponentit. Ratkaisuksi mietittiin myös komponenttien määrittämistä jo kartoitusvaiheessa, mutta sen toteuttaminen olisi ollut hankalaa, koska Vantaan Energian kartoitustiimillä on käytössä järjestelmät, jotka pal-

velevat ensisijaisesti Vantaan kaupungin tarpeita. Tämä olisi aiheuttanut sen, että kar-toitustiimi olisi joutunut tekemään asiat kahteen kertaan.

Esitystapaa päädyttiin kehittämään suuntaan, jossa suoja-putket ja kaapelit ovat omina viivoinaan eikä yhtenä kaapeliojana. NIS:stä puuttuu suoja-putkialkio, minkä takia oh-jelma ei osaa viedä automaattisesti suoja-putkea poikkileikkaukseen. Poikkileikkausten tekeminen on välttämätöntä, jos vapaita suoja-putkia halutaan korostaa (ks. 5.6)

Työn ohessa tutkittiin mahdollisuutta käyttää sijaintikarttasovellusta sijaintitarkkojen piirustusten tekemiseen. Työssä todettiin, että sovelluksessa on hyviä työkaluja, jotka nopeuttavat työskentelyä. Sovelluksessa on ominaisuus, joka mahdollistaa poikkileik-kausten päivittämisen, kun uusi kaapeli on piirretty poikkileikkauksen läpi. Tämä on kätevä työkalu sen takia, että piirustukset saattavat monesti muuttua suunnittelun aika-na ja poikkileikkausten päivitysominaisuus säästää paljon työtä. Sijaintikarttasovelluk-sen poikkileikkausominaisuus todettiin myös käyttökelpoiseksi, koska poikkileikkauk-sesta voidaan tarkastella maakaapelien ja suoja-putkien sijaintia kaapeliojassa.

8 Kehitysideoita Tekla NIS -sijaintikarttasovellukseen

Tekla NIS -sijaintikarttasovellus on ainakin dokumentoinnin osalta kankea ja vaatii vielä kehitystyötä, jotta siitä saadaan hyvin toimiva työkalu VES:n tarpeisiin. On todennä-köistä, että näiden seikkojen kehittämistä olisi hyötyä myös muille sovellusta hyödyn-täville yrityksille. Erityisiä, kehittämistä vaativia asioita ovat vapaiden suoja-putkien ko-rostaminen, putkien automaattinen vieminen poikkileikkaukseen ja tiedostojen luen-ta. Kehitysideoita on mietitty suuremmaksi osaksi VES:n tarpeita silmällä pitäen.

Tekla NIS:stä puuttuu kokonaan suoja-putkialkio, minkä ohjelma osaisi viedä automaat-tisesti poikkileikkaukseen. Tällaisen suoja-putkialkion puuttuminen aiheuttaa sen, että suoja-putket joudutaan lisäämään käsin poikkileikkaukseen. Suoja-putkien lisääminen käsin aiheuttaa lisätyötä, joka halutaan minimoida, siksi suoja-putken pitäisi siirtyä au-tomaattisesti poikkileikkaukseen. Edellä mainitun puutteen korjaamisen lisäksi NIS:ssä voisi olla mahdollisuus määritellä eri kaapeleille suoja-putket valmiiksi. Tällä tarkoitetaan sitä, että tehtäessä poikkileikkaus kaapeliojaan, ohjelma liittäisi kaapelit automaattisesti niille määritelyihin putkiin. Putkille voisi olla oletuksena määritelty putkikoot ja tekniset

tiedot. Ohjelma voisi myös osata tunnistaa päällekkäisiä kohteita. Ajatuksena tässä on se, että jos kaapelilla ja suoja-putkella on samat koordinaatit ohjelma osaisi liittää kaapelin automaattisesti suoja-putkeen. Edellä mainittujen asioiden kehittäminen lisäisi sijaintikarttasovelluksen käytettävyyttä jo suuresti.

9 Toimintaehdotuksia Vantaan Energia Sähköverkot Oy:lle

Tekla NIS -sijaintikarttasovellus on koko laajuudessaan liian raskas käyttöönotettavaksi, kun otetaan huomioon VES:n resurssit. Tiedostojen lukeminen sovelluksen avulla on kuitenkin melko vaivatonta. Sijaintikarttasovellusta kannattaisi harkita käyttöönotettavaksi siinä laajuudessa, että sillä dokumentoitaisiin vähintään kaapelit ja suoja-putket. Muiden verkonkomponenttien dokumentaatio voisi olla myös järkevää, koska niiden dokumentointi onnistuisi samalla vaivalla. Järjestelmää voitaisiin alkaa dokumentoimaan tavalla, jossa vain vapaat suoja-putket linkitettäisiin poikkileikkauksiin. Tällä tavalla saataisiin havainnollistava esitys, jonka avulla vapaiden suoja-putkien hakeminen on nopeaa. Edellä mainitulla tavalla toimiminen ei myöskään lisää dokumentoinnin vaatimaa työtä kohtuuttomasti.

Voisi olla järkevää miettiä suoja-putkitusten dokumentoinnin ulkoistamista urakoitsijalle. Urakoitsija voisi suorittaa suoja-putkien ja poikkileikkausten dokumentoinnin. Tällä tavalla varmistuttaisiin ainakin dokumentaation paikkansa pitävydestä, ja se laskisi VES:n dokumentoinnin työkuormaa.

10 Yhteenveto

Insinööriyössä tutkittiin, miten Tekla NIS -sijaintikarttasovellusta voidaan hyödyntää Vantaan Energia Sähköverkot Oy:n tarpeisiin. Sijaintikarttasovellusta haluttiin hyödyntää erityisesti suojaputkitusten dokumentointiin. Suojaputkitukset haluttiin pystyä dokumentoimaan suoraan Vantaan Energian maastomittaustiimin luomasta kartoitustiedostosta. Mahdollisuuksia tutkittaessa todettiin myös, että voisi olla järkevää dokumentoida järjestelmään kaikki verkon komponentit. Työn ohessa tutkittiin myös, kuinka sijaintikarttasovellus toimisi sijaintitarkkojen suunnitelmien tekemiseen.

Tekla NIS -sijaintikarttasovellus ei kuitenkaan vastannut VES:n odotuksia kaikilta osin. Dokumentaatiosta haluttiin tehdä mahdollisimman vaivatonta, mutta työn edetessä todettiin, että sovellus on täydessä laajuudessaan liian raskas ylläpidettäväksi, jotta se olisi paras mahdollinen VES:n tarpeisiin. Työssä kuitenkin todettiin, että tiedostojen lukeminen Dgn-tiedostosta on niin helppoa, että sen takia kannattaisi mahdollisesti alkaa ylläpitämään omaa järjestelmää. Tulevaisuudessa dokumentaatiosta saattaisi olla hyötyä, vaikka dokumentaatio olisikin hieman vajavaista.

Työn edetessä todettiin, että sijaintikarttasovelluksessa voisi olla potentiaalia käytettäväksi sijaintitarkkojen suunnitelmien tekemiseen. Sovelluksesta löytyy muutamia hyödyllisiä ominaisuuksia, joista olisi varmasti monesti hyötyä jatkuvasti muuttuvien suunnitelmien vuoksi. Työssä todettiin, että sijaintikarttasovellus vaatii vielä kehittämistä tälläkin osa-alueella, eikä tästä kehitysversiona ole vielä korvaamaan MicroStationia.

Suuria ongelmia aiheutui siitä, miten kartoitustiedostot pystyttäisiin lukemaan järjestelmään. Tiedostojen lukeminen on itsessään hyvin vaivatonta, mutta on hankalaa saada data NIS:iin sellaisessa muodossa, jossa sijaintikarttasovelluksen ominaisuuksia voitaisiin kunnolla hyödyntää. Tämän takia menetelmä jäi aina osittain vajavaiseksi, eikä oikein mitään kunnollista pystytty kehittämään. Järjestelmästä olisi pystytty tekemään hyvinkin kattava, mutta se olisi vaatinut paljon työtä.

Lopuksi mainittakoon, että sijaintikarttasovellus ei ole huono, mutta tarvitsee vielä kehittämistä. Sijaintikarttasovelluksen pitäisi olla automaattisempi. Tällä hetkellä sovellus olisi koko laajuudessaan liian raskaus käyttää, mutta sovellusta kehittämällä siitä voitaisiin saada erittäin käyttökelpoinen työkalu.

Lähteet

- 1 Vantaan Energia Oy verkkosivut. Verkkodokumentti. <<http://www.vantaanenergia.fi/FI/TIETOAKONSERNISTA/Sivut/default.aspx>>. Luettu 22.4.2014
- 2 SFS 6000-8-814. Pienjännitesähköasennukset. 2012. Kaapelien asentaminen maahan tai veteen. Kaapelin sijoitus ja suojaaminen. Helsinki: Suomen Standardointiliitto.
- 3 HeadPower rakennekuva. 3.4.2013. Asennussyvyys, suojaluokat. Headpower Oy.
- 4 Energiateollisuus ry. RK 1:12. Maakaapeliverkon rakentamisen vaatimukset 0,4 - 45 kV. Kaapeloinnin suunnittelu. Helsinki. Adato Energia Oy.
- 5 SFS 6000-5-52. Pienjännitesähköasennukset. 2012. Johtojärjestelmät. Kuormitettavuus. Helsinki: Suomen Standardointiliitto.
- 6 Energiateollisuus ry. SA 2:08. Pienjänniteverkon ja jakelumuuntajan sähköinen mitoittaminen. Pienjänniterunko- ja liittymisjohtojen kuotmitettavuus. Helsinki. Adato Energia Oy.
- 7 Energiateollisuus ry. KA 2:10. Verkostotöiden kustannusluettelo. Helsinki. Adato energia Oy.
- 8 Tekla Oy verkkosivut. Verkkodokumentti. <<http://www.tekla.com/fi/tietoa-teklasta>>. Luettu 3.2.2014
- 9 Tekla NIS –järjestelmäkuvaus. 18.5.2012. Versio 12.1.
- 10 Tekla application and tools, data import and export.

Excel-taulukko takymetritiedoston muokkaamiseen

Eri kohteiden x- ja y-koordinaatit syötetään taulukkoon.

x	y
6688930.596	25501964.182
6688930.174	25501964.526
6688926.822	25501971.774
6688919.925	25501985.531
6688918.291	25501989.593
6688912.192	25502001.761
6688910.048	25502005.040
6688905.695	25502014.767
6688895.190	25502036.798
6688894.460	25502039.482
6688894.464	25502041.446
6688895.031	25502044.446
6688896.264	25502046.179
6688900.683	25502049.887
6688912.841	25502056.719
6688922.776	25502062.224
6688931.193	25502066.433
6688932.245	25502065.908
6688932.238	25502065.911
6688932.382	25502067.032
6688969.148	25502087.520
6688978.044	25502092.696
6688990.522	25502099.332
6689010.149	25502110.158
6689025.623	25502118.582
6689027.761	25502119.269
6689029.174	25502119.521
6689052.098	25502132.309
6689052.379	25502133.132
6689050.926	25502135.892
6689047.133	25502144.588
6689045.360	25502146.895
6689043.723	25502148.246
6689043.684	25502148.199
6689045.315	25502146.853
6689047.005	25502144.532
6689050.800	25502135.831
6689052.255	25502133.066
6689052.034	25502132.423
6689029.129	25502119.646
6689027.730	25502119.396
6689025.572	25502118.702
6689010.086	25502110.272
6688990.460	25502099.447
6688977.980	25502092.810
6688969.083	25502087.634
6688932.319	25502067.146
6688932.146	25502065.921
6688932.319	25502067.146
6688969.083	25502087.634
6688977.980	25502092.810
6688990.460	25502099.447
6689010.086	25502110.272
6689025.572	25502118.702
6689027.730	25502119.396
6689029.129	25502119.646
6689052.034	25502132.423
6688932.382	25502067.032
6688969.148	25502087.520
6688978.044	25502092.696
6688990.522	25502099.332
6689010.149	25502110.158
6689025.623	25502118.582

Excel-taulukko takymetritiedoston muokkaamiseen

Kartoitustiedosto muodossa, jossa viivamaiset kohteet voidaan lukea NIS:iin.

Viivamaiset kohteet

a	b	c	d	e	y1	x1	z1	y2	x2	z2	f
1	0	0	1532	ma189	6688930.596	25501964.182	0	6688930.174	25501964.526	0	0
1	0	0	1532	ma189	6688930.174	25501964.526	0	6688926.822	25501971.774	0	0
1	0	0	1532	ma189	6688926.822	25501971.774	0	6688919.925	25501985.531	0	0
1	0	0	1532	ma189	6688919.925	25501985.531	0	6688918.291	25501989.593	0	0
1	0	0	1532	ma189	6688918.291	25501989.593	0	6688912.192	25502001.761	0	0
1	0	0	1532	ma189	6688912.192	25502001.761	0	6688910.048	25502005.040	0	0
1	0	0	1532	ma189	6688910.048	25502005.040	0	6688905.695	25502014.767	0	0
1	0	0	1532	ma189	6688905.695	25502014.767	0	6688895.190	25502036.798	0	0
1	0	0	1532	ma189	6688895.190	25502036.798	0	6688894.460	25502039.482	0	0
1	0	0	1532	ma189	6688894.460	25502039.482	0	6688894.464	25502041.446	0	0
1	0	0	1532	ma189	6688894.464	25502041.446	0	6688895.031	25502044.446	0	0
1	0	0	1532	ma189	6688895.031	25502044.446	0	6688896.264	25502046.179	0	0
1	0	0	1532	ma189	6688896.264	25502046.179	0	6688900.683	25502049.887	0	0
1	0	0	1532	ma189	6688900.683	25502049.887	0	6688912.841	25502056.719	0	0
1	0	0	1532	ma189	6688912.841	25502056.719	0	6688922.776	25502062.224	0	0
1	0	0	1532	ma189	6688922.776	25502062.224	0	6688931.193	25502066.433	0	0
1	0	0	1532	ma189	6688931.193	25502066.433	0	6688932.245	25502065.908	0	0
1	0	0	1532	ma189	6688932.245	25502065.908	0	6688932.238	25502065.911	0	0
1	0	0	1532	ma189	6688932.238	25502065.911	0	6688932.382	25502067.032	0	0
1	0	0	1532	ma189	6688932.382	25502067.032	0	6688969.148	25502087.520	0	0
1	0	0	1532	ma189	6688969.148	25502087.520	0	6688978.044	25502092.696	0	0
1	0	0	1532	ma189	6688978.044	25502092.696	0	6688990.522	25502099.332	0	0
1	0	0	1532	ma189	6688990.522	25502099.332	0	6689010.149	25502110.158	0	0
1	0	0	1532	ma189	6689010.149	25502110.158	0	6689025.623	25502118.582	0	0
1	0	0	1532	ma189	6689025.623	25502118.582	0	6689027.761	25502119.269	0	0
1	0	0	1532	ma189	6689027.761	25502119.269	0	6689029.174	25502119.521	0	0
1	0	0	1532	ma189	6689029.174	25502119.521	0	6689052.098	25502132.309	0	0
1	0	0	1532	ma189	6689052.098	25502132.309	0	6689052.379	25502133.132	0	0
1	0	0	1532	ma189	6689052.379	25502133.132	0	6689050.926	25502135.892	0	0
1	0	0	1532	ma189	6689050.926	25502135.892	0	6689047.133	25502144.588	0	0
1	0	0	1532	ma189	6689047.133	25502144.588	0	6689045.360	25502146.895	0	0
1	0	0	1532	ma189	6689045.360	25502146.895	0	6689043.723	25502148.246	0	0
1	0	0	1532	ma189	6689043.723	25502148.246	0	6689043.684	25502148.199	0	0
1	0	0	1532	ma189	6689043.684	25502148.199	0	6689045.315	25502146.853	0	0
1	0	0	1532	ma189	6689045.315	25502146.853	0	6689047.005	25502144.532	0	0
1	0	0	1532	ma189	6689047.005	25502144.532	0	6689050.800	25502135.831	0	0
1	0	0	1532	ma189	6689050.800	25502135.831	0	6689052.255	25502133.066	0	0
1	0	0	1532	ma189	6689052.255	25502133.066	0	6689052.034	25502132.423	0	0
1	0	0	1532	ma189	6689052.034	25502132.423	0	6689029.129	25502119.646	0	0
1	0	0	1532	ma189	6689029.129	25502119.646	0	6689027.730	25502119.396	0	0
1	0	0	1532	ma189	6689027.730	25502119.396	0	6689025.572	25502118.702	0	0
1	0	0	1532	ma189	6689025.572	25502118.702	0	6689010.086	25502110.272	0	0
1	0	0	1532	ma189	6689010.086	25502110.272	0	6688990.460	25502099.447	0	0
1	0	0	1532	ma189	6688990.460	25502099.447	0	6688977.980	25502092.810	0	0
1	0	0	1532	ma189	6688977.980	25502092.810	0	6688969.083	25502087.634	0	0
1	0	0	1532	ma189	6688969.083	25502087.634	0	6688932.319	25502067.146	0	0
1	0	0	1532	ma189	6688932.319	25502067.146	0	6688932.146	25502065.921	0	0
1	0	0	1532	ma189	6688932.146	25502065.921	0	6688932.319	25502067.146	0	0
1	0	0	1532	ma189	6688932.319	25502067.146	0	6688969.083	25502087.634	0	0
1	0	0	1532	ma189	6688969.083	25502087.634	0	6688977.980	25502092.810	0	0
1	0	0	1532	ma189	6688977.980	25502092.810	0	6688990.460	25502099.447	0	0
1	0	0	1532	ma189	6688990.460	25502099.447	0	6689010.086	25502110.272	0	0
1	0	0	1532	ma189	6689010.086	25502110.272	0	6689025.572	25502118.702	0	0
1	0	0	1532	ma189	6689025.572	25502118.702	0	6689027.730	25502119.396	0	0
1	0	0	1532	ma189	6689027.730	25502119.396	0	6689029.129	25502119.646	0	0
1	0	0	1532	ma189	6689029.129	25502119.646	0	6689052.034	25502132.423	0	0
1	0	0	1532	ma189	6689052.034	25502132.423	0	6688932.382	25502067.032	0	0
1	0	0	1532	ma189	6688932.382	25502067.032	0	6688969.148	25502087.520	0	0
1	0	0	1532	ma189	6688969.148	25502087.520	0	6688978.044	25502092.696	0	0
1	0	0	1532	ma189	6688978.044	25502092.696	0	6688990.522	25502099.332	0	0
1	0	0	1532	ma189	6688990.522	25502099.332	0	6689010.149	25502110.158	0	0
1	0	0	1532	ma189	6689010.149	25502110.158	0	6689025.623	25502118.582	0	0

Excel-taulukko takymetritiedoston muokkaamiseen

Kartoitustiedosto muodossa, jossa pistemäiset kohteet voidaan lukea NIS:iin

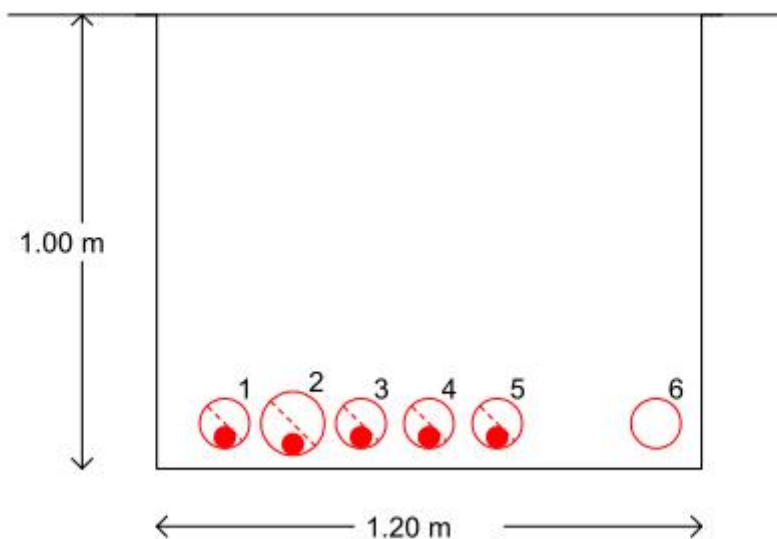
Pistemäiset kohteet

a	b	c	d	e	y	x	f	g
0	0	0	112	M100	25501964.182	6688930.596	0	0
0	0	0	162	JK1258	25501964.526	6688930.174	0	0
0	0	0	162	JK4265	25501971.774	6688926.822	0	0
0	0	0	162	JK3584	25501985.531	6688919.925	0	0

Kaapeliojan poikkileikkaus

Testi yhtiö
<Poikkileikkaus_50518437>

1 (1)



- 1 110 A. lk - ma189
- 2 140 A. lk - ahx185
- 3 110 A. lk - ma189
- 4 110 A. lk - 185
- 5 110 A. lk - ma189
- 6 110 A. lk