

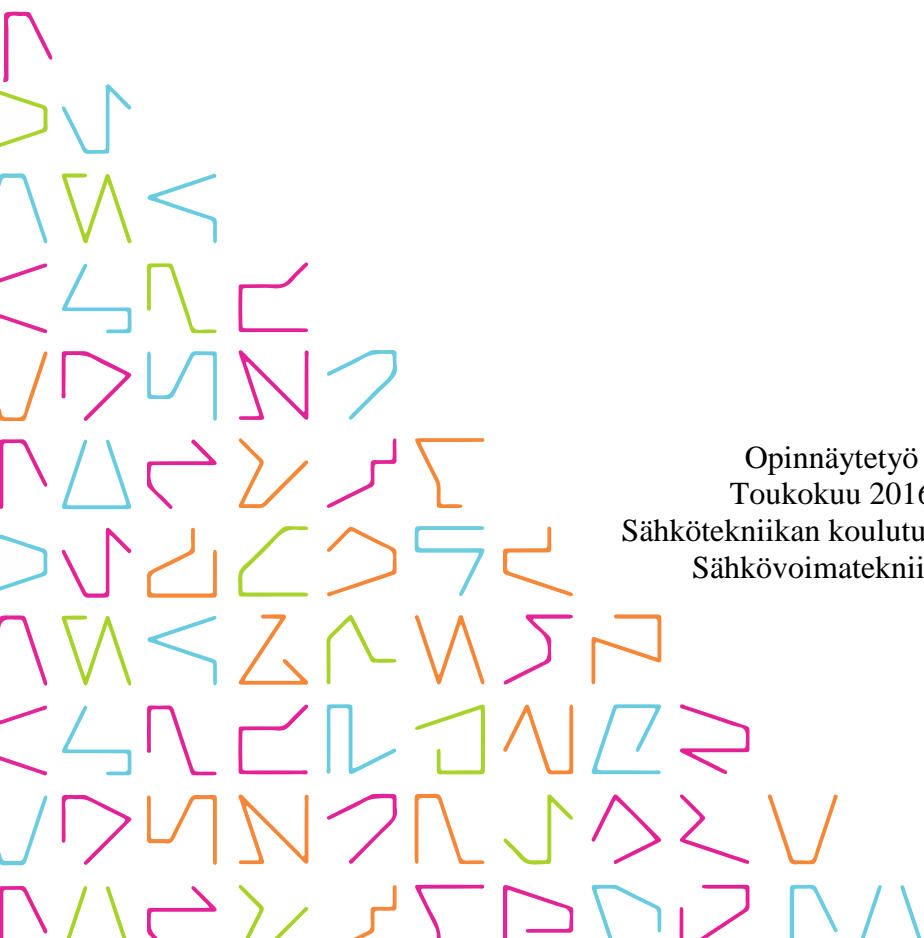


TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

VERKKOTIETOJÄRJESTELMÄN KÄYTÖN TEHOSTAMINEN OPETUSYMPÄRISTÖSSÄ

Jarno Mäkinen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2016
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Sähkövoimatekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Sähkövoimatekniikka

MÄKINEN, JARNO:

Verkkotietojärjestelmän käytön tehostaminen opetusympäristössä

Opinnäytetyö 49 sivua, joista liitteitä 9 sivua
Toukokuu 2016

Sähkömarkkinalain uudistukset ovat johtaneet sähköverkkoyhtiöiden jopa satojen miljoonien eurojen vuosittaisen investointeihin sähkön toimitusvarmuuden parantamiseksi. Maa-kaapelointiprojektien kokonaismäärä on viime vuosien aikana kasvanut huomattavasti, ja yksittäiset projektit ovat kasvaneet kokoluokassaan suuremmiksi. Nämä muutokset ovat johtaneet äkilliseen verkostosuunnittelijoiden työmäärän kasvuun, mikä aiheuttaa sähkövoimatekniikan koulutuksen kehitykselle haasteita tulevaisuudessa.

Tässä opinnäytetyössä rakennettiin ohjeistus Trimble NIS -verkkotietojärjestelmän käytöstä opetusympäristössä. Ohjetta tullaan käyttämään sähköverkkojen suunnittelu-kurssilla. Kurssi kuuluu sähkövoimatekniikan opetussuunnitelmaan, ja kurssilla käytetään pääsääntöisesti verkkotietojärjestelmää sähköverkkosuunnittelun työkaluna. Kurssimateriaalia oli ennestään hyvin vähän, jolloin kurssin suorittamista tukevan ohjeen luominen oli perusteltua.

Opinnäytetyön tuloksena pystyttiin luomaan sellainen ohjeistus opetuskäyttöön, joka helpottaa kurssin aloittavan opiskelijan perusymmärtämisen muodostumista verkkotietojärjestelmästä sekä tukee ohjelman käyttöön tutustumista. Lisäksi asiantuntijahaastattelusta kerättiin hyödyllisiä näkökantoja ohjeen ideaalisesta rakenteesta ja koulutuksen tulevaisuuden kehittämiskohteista verkostosuunnittelun suhteen.

Asiasanat: ohjeistus, verkkotietojärjestelmä, sähköverkkojen suunnittelu, jakeluverkot

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical Engineering
Option of Electric Power Engineering

MÄKINEN, JARNO:

Improving Electricity Network Information System in an Educational Environment

Bachelor's thesis 49 pages, appendices 9 pages
May 2016

Reforms of the new Electricity Market Act have led to yearly investments of even hundreds of millions of euros by the distribution companies to improve reliability of electricity supply. Total amount of ground cable-projects has increased significantly over the last years, and the size of single projects has grown larger in proportion. These changes have led to a quick growth in the amount of work for electric network designers, which presents challenges for future electrical power education.

The purpose of this thesis was to build instructions for using Trimble NIS -network information system in an educational environment. The instructions will be used during a course for electrical network planning. The course is a part of the curriculum of electrical power engineering where a network information system is mainly used as a part of the course. There was less amount of course-material to begin with, so building supportive instructions for the course was justified.

As a result of the thesis an instruction was developed, which makes understanding of basic network information systems easier and supports learning of the software by a student, who has just started the course. In addition, useful insights were collected from expert interviews about the ideal structure of the instruction and about future development areas for the education of electric network planning.

Key words: instruction, network information system, electric network planning

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	VERKOSTOSUUNNITTELUN KASVU	7
2.1	Kurssirakenne ja oppilaiden lähtötaso	8
2.2	Ohjeistuksen rakenne ja ulkoasu.....	10
3	VERKKOTIETOJÄRJESTELMÄ.....	12
3.1	Tietokantaperiaate.....	12
3.2	Muut verkkotietojärjestelmään liittyvät järjestelmät	14
3.3	Trimble NIS	16
3.4	Trimble DMS	18
3.5	Gerako Oy.....	18
4	TRIMBLE NIS -KURSSIOHJEISTUS.....	21
4.1	Aloittaminen	21
4.2	Yleiset käyttöominaisuudet.....	22
4.2.1	Reunaikkunat.....	23
4.2.2	Tietokannan lataaminen ja tyhjennys.....	25
4.3	Ohjelman tarkastelu ja yleinen luettavuus	25
4.3.1	Symbolit	26
4.3.2	Topologia ja kaaviokuvat.....	27
4.4	Laskentaominaisuudet	29
4.5	Suunnitteluominaisuudet	30
4.5.1	Esimerkkisuunnitelman huomiot	31
4.5.2	Pistemäisten kohteiden lisääminen	32
4.5.3	Viivamaisten kohteiden lisääminen	33
4.5.4	Sähkötekniisten tietojen määrittely	35
4.5.5	Esimerkkisuunnitelman laskenta.....	35
4.5.6	Esimerkkisuunnitelman yhteenveto	36
5	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	37
5.1	Kurssiohjeistus.....	37
5.2	Koulutuksen kehityskohteet.....	37
	LÄHTEET.....	39
	LIITTEET	41
	Liite 1. Asiantuntijahaastattelut.....	41

LYHENTEET JA TERMIT

CADS	<i>Computer-Aided Drafting Software</i> , tietokoneavusteinen piirto- ja suunnitteluohjelmisto
CPP	<i>Construction Project Planning</i> , verkkotietojärjestelmän rakennuttamissovellus
DMS	<i>Distribution Management System</i> , käytöntukijärjestelmä
GIS	<i>Graphic Information System</i> , graafinen tietojärjestelmä
Johtoalkio	johtoalkiolla kuvataan johdon todellista kulkureittiä
Johto-osa	johto-osa muodostetaan aina peräkkäisten solmupisteiden välille verkostolaskennan suorittamista varten
KJ	keskijännite (1-36 kV)
Kohde	jokainen järjestelmään tallennettu verkon osa on kohde, esimerkiksi johdot, pylvää, sähköasemat ja muuntamot
Master-tietokanta	master-tietokanta sisältää varsinaisen, ajantasaisen, ja todellisuutta vastaavan tilanteen tiedot
NIS	<i>Network Information System</i> , verkkotietojärjestelmä
PJ	pienjännite (≤ 1 kV)
PSA	<i>Power System Analysis</i> , verkkotietojärjestelmän laskenta-sovellus
SaaS	<i>Software as a Service</i> , palvelu, jossa asiakas käyttää ohjelmistoa etäyhteydellä palveluntarjoajan palvelimelta
SCADA	<i>Supervisory Control and Data Acquisition</i> , käytönvalvontajärjestelmä
Solmupiste	yleinen käsite verkon epäjatkuuuspisteelle

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on luoda Trimble NIS –verkkotietojärjestelmän käyttöohjeistus Tampereen ammattikorkeakoululle. Ohjeistus kohdistetaan sähköverkkojen suunnittelu-kurssin aloittaville opiskelijoille. Ohjeistuksen päätarkoituksena on toimia kurssilla opiskelevan henkilön tukimateriaalina verkkotietojärjestelmän käytön aloittamisessa. Työn tuloksena syntyy kurssiohjeistus, joka ottaa huomioon oppilaiden lähtötason ja täyttää kurssin oppimistavoitteet verkkotietojärjestelmän suhteen. Ohjeistus noudattaa selkeää käsittelyjärjestystä, joka on rakennettu loogisesti kurssin suorittamisen kannalta.

Kurssin suorittamista tukevaa ohjeistusta ei ollut olemassa ennen tätä opinnäytetyötä. Verkkotietojärjestelmiin perehtyvän kurssin aikaisemmin suorittaneet henkilöt kertoivat palautteessaan, että kurssilta saatu tieto verkkotietojärjestelmistä oli jäänyt puutteelliseksi. Tämän opinnäytetyön tutkimusmenetelmät keskittyvät kurssin jo suorittaneiden henkilöiden ja sähköverkkoyhtiöiden verkostosuunnittelijoiden asiantuntijahaastatteluihin. Kirjallista lähdemateriaalia on käytetty verkkotietojärjestelmien teoriaosuudessa. Työssä on hyödynnetty myös harjoitteluista kertynyttä kokemusta ohjelmiston käytöstä sähköverkkoyhtiössä.

Sähkömarkkinalain muutokset ovat vaikuttaneet nopealla aikavälillä sähköverkkosuunnittelun kokonaismäärän kasvuun, jolloin koulutuksen tulee mukautua mahdollisimman hyvin työelämän tarpeisiin. Opinnäytetyön loppuun kerättiin kurssin jo suorittaneilta, työelämään siirtyneiltä henkilöiltä yhteenveto sähkövoimatekniikan opetuksen kehitysehdotuksista.

2 VERKOSTOSUUNNITTELUN KASVU

Vuosien 2010 ja 2011 aikana tapahtuneiden myrskyjen aikaansaamat tuhot sähköverkolle aiheuttivat pahimmillaan jopa yli viikon kestäviä sähkökatkoksia. Sähkökatkokset aiheuttivat Suomen kansalaisissa suurta tyytymättömyyttä, joka johti eduskunnan käsittelyssä uuteen sähkömarkkinalakiin, jonka tehtävänä oli määrätä sähköverkkoyhtiöt parantamaan oman verkkonsa toimintavarmuutta seuraavien vuosien aikana. Muutosten jälkeen toimintavarmuutta koskeviin asetuksiin on tehty lisäksi viimeisten vuosien aikana, viimeksi vuonna 2013. Vuonna 2013 säädetyssä sähkömarkkinalaissa edellytetään, että haja-asutusalueilla vapaa-ajan asunnot pois lukien ei saa siirtymäajan jälkeen esiintyä yli 36 tunnin ja taajamissa yli 6 tunnin sähkökatkoksia. Verkkoyhtiöiden tulee saavuttaa laissa määritelty toimintavarmuus vuoden 2028 loppuun mennessä koko verkkoyhtiön vastuualueella. Lisäksi siirtymäajalle on asetettu vaatimukset, joiden mukaan kyseiset vaatimukset tulee täytyä vähintään 50 prosentin kohdalla koko jakeluverkon kaikista käyttäjistä vuoden 2019 loppuun mennessä, ja 75 prosentin kohdalla vuoden 2023 mennessä. (Finlex, 2013.)

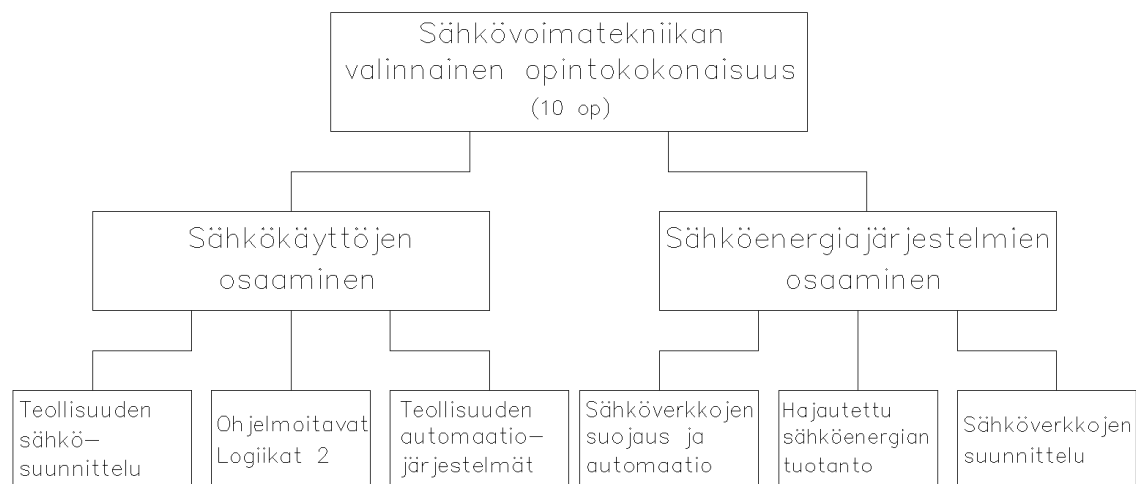
Käytännössä sähkömarkkinalain muutokset ovat johtaneet sähköjakeluverkkojen siirtämistä luonnonilmiöille vikaherkistä ilmajohdoista ”säätarmoihin” maakaapeleihin. Verkkoyhtiöissä vanhoja ilmajohtolinjoja on paikoittain siirretty maakaapeleihin jo ennen sähkömarkkinalain muutoksia, mutta lakimuutokset toivat mukanaan erittäin tiukan aikataulun koko verkon uudistamisen suhteen. Aikataulu on pakottanut sähköverkkoyhtiöt poikkeuksellisen suuriin investointeihin uutta maakaapeliverkkoa koskien. Suomen suurin verkkoyhtiö Caruna investoi sähköverkkoonsa vuonna 2015 yli 150 miljoonaa euroa (Caruna, 2015). Lisäksi Suomen toiseksi suurin verkkoyhtiö Elenia on investoinut vuosina 2014 ja 2015 sähköverkkoonsa yli 100 miljoonaa euroa vuosittain. Elenian tavoitteena on nostaa kokonaisinvestointeja 115 miljoonaan euroon vuonna 2016. (Elenia, 2016.)

Maakaapeloinnin lisääminen ja suuret vuositasoinen investoinnit ovat kasvattaneet verkostosuunnittelijoiden sekä –asentajien työmäärää, joka vastaavasti aiheuttaa lisätyövoiman tarvetta verkostoalalle tulevina vuosina. Pienemmät verkostosuunnitteluun erikoistuvat yritykset ovat maininneet, että osaavasta työvoimasta on suuri pula, mutta yrityksillä ei ole resursseja kouluttaa omaa työvoimaansa kiireellisestä tilanteesta johtuen (Vuolle,

2016; Suunnitteluinsinööri A, 2016). Tämä johtaa tilanteeseen, jossa koulutuslaitosten vastuu lisääntyy etenkin verkostolaskennan ja –järjestelmien käytön osalta. Tilanne on ainakin sähköverkkoalan tietojärjestelmien kannalta hyvä, sillä suurin osa suurista verkko-yhtiöistä Suomessa käyttävät saman toimittajan verkkotietojärjestelmiä, jonka johdosta suunnittelutoimistot käyttävät vastaavasti samaa järjestelmää suunnittelunsa apuna.

2.1 Kurssirakenne ja oppilaiden lähtötaso

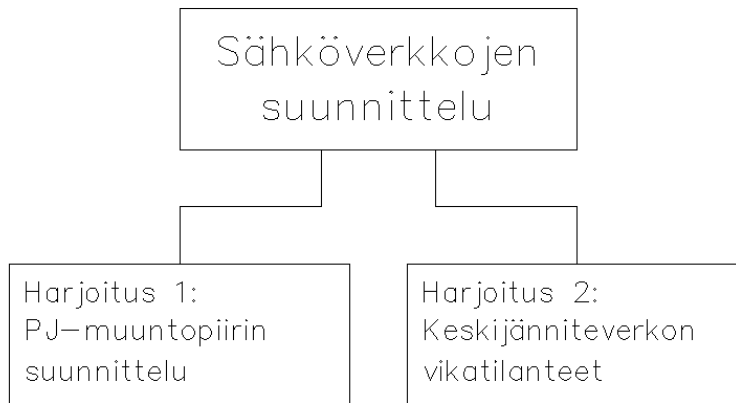
Tässä opinnäytetyössä käsiteltävä ohjeistus tulee sijoittumaan sähköverkkojen suunnittelu-kurssille, joka on tällä hetkellä ainoa kurssi sähkövoimatekniikan koulutusohjelmassa, jossa käytetään suunnittelun apuna verkkotietojärjestelmää. Kurssista kerätty palaute opiskelijoilta sekä työelämästä saadut kokemukset perustelivat kurssin tarvitsevan ohjelmiston käyttöä tukevaa ohjeistusta. Sähköverkkojen suunnittelu-kurssi on osa kolmannen vuosikurssin aikana suoritettavaa valinnaista kokonaisuutta. Nykyisessä opetus-suunnitelmassa oppilaat valitsevat kahdesta tarjolla olevasta opintopaketista, jotka voidaan jakaa kurssisisältöjensä puolesta karkeasti teollisuusautomaatioon ja sähköverkkoihin. Molemmat opintopaketit koostuvat kolmesta kurssista, joiden yhteenlaskettu opintopistemäärä on 10 opintopistettä. (TAMK opinto-opas, 2016.) Kuvassa 1 on esitetty valinnaista opintokokonaisuutta havainnollistava kaavio.



KUVA 1. Sähkövoimatekniikan koulutusohjelman valinnainen opintokokonaisuus.

Valitsematta jääneet kurssit soveltuvat koko insinööritutkinnon vapaasti valittaviin opintoihin (TAMK opinto-opas, 2016). Itse sähköverkkojen suunnittelu-kurssi on määritelty

kolmen opintopisteen arvoiseksi ja se jakautuu tällä hetkellä kahteen harjoitustyöhön, joiden avulla oppilaat tutustuvat verkkotietojärjestelmän käyttöön. Harjoitustöissä perehdytään tällä hetkellä vain jo olemassa olevan verkon tarkasteluun verkkotietojärjestelmällä. Harjoitustyöt voidaan jakaa karkeasti pienjännitepuolen muuntopiirisuunnitteluun ja keskijännitepuolen vikatilanteisiin, jotka on esitetty kuvassa 2.



KUVA 2. Sähköverkkojen suunnittelu-kurssin rakenne

Kurssin ajankohta sijoittuu kolmannen vuosikurssin keväälle, joka on jo ennestään oppilaita suuresti kuormittava ajanjakso opetuksessa. Tämän lisäksi ohjeen laatimisessa tulee ottaa huomioon oppilaiden lähtötaso, joka on suurimmalla osalla kurssin aloittavista oppilaista aloittelijan tasolla. Voidaan olettaa, että suurin osa oppilaista ei ole ennen kurssin aloittamista koskaan nähnyt tai kuullut verkkotietojärjestelmistä aiemmin. Ennen ohjeen rakentamista on sovittu, etteivät itse ohjeistus tai harjoitustyöhön lisättävät osat saa juurikaan lisätä oppilaiden työmäärää. Ohje siis pyritään luomaan malliin, joka auttaisi oppilaita aloittamaan verkkotietojärjestelmän käytön, sekä opastaisi yksiselitteisesti järjestelmän perusominaisuuksien käytössä. Lisäksi voidaan mainita, että tämän opinnäytetyön lähdemateriaalina on pyritty käyttämään suunnittelupuolelle suuntautuneiden opiskelijoiden opinnäytetöitä sekä asiantuntijahaastatteluita. Siten on pyritty vastaamaan, mitä työelämän projektien näkökulmasta kyseisellä kurssilla olisi voinut tai pitänyt opettaa verkkotietojärjestelmää koskien, jotta siirtyminen järjestelmän opetuskäytöstä ammattikäyttöön olisi helpompaa. Toisin sanoen pyritään hakemaan jälkiviisautta ihmisiltä, jotka ovat käyneet kyseisen kurssin läpi ennen työelämään siirtymistä, sillä kurssin rakenne ei ole viimeisten viiden vuoden aikana juurikaan muuttunut. Kurssin rakenteeseen kaavailtiin kuitenkin tämän ohjeistuksen pohjalta lisäystä, jossa pienjänniteverkon muuntopiirin suunnitelma piirrettäisiin verkkotietojärjestelmän avulla.

2.2 Ohjeistuksen rakenne ja ulkoasu

Ohjeistuksen levityksessä päädyttiin käyttämään kurssin Tabula -alustaa, koska sen haettiin olevan selkein vaihtoehto oppilaiden näkökulmasta. Suuri osa ammattikorkeakoulun opettajista käyttää kurssien aikana oppimisympäristöksi kutsuttua Tabula -palvelua, johon kurssin suorittamiseen liittyvää informaatiota ja kurssimateriaalia voi asettaa levitykseen kurssille liittyneille opiskelijoille. Koska kurssit alkavat syksyllä ja keväällä usein toteutussuunnitelman läpikäynnillä ja Tabula -alustaan liittymisellä, verkkotietojärjestelmän ohjeistuksen paikka oppimisympäristössä tuntui loogiselta vaihtoehdolta.

Ohjeen rakenteen suhteen opinnäytetyön laatijalle annettiin melko vapaat kädet sen suunnittelussa, lukuun ottamatta työelämäyhteyksiä, jotka nähtiin erittäin tärkeiksi ohjeen hyödyllisyysnäkökohtien takia. Rakenne on pyritty muodostamaan selkeäksi, koska koulutusympäristö ja työympäristö poikkeavat verkkotietojärjestelmän käytössä jonkin verran toisistaan. Tulee kuitenkin huomioida, ettei ohjetta ole tarkoitus rakentaa syvälliseksi jo pelkästään kuormitettavuuden takia, vaan tarkoitus on tukea kurssin aloitusta ja sen suorittamista. On kuitenkin tärkeää, että oppilaat ymmärtävät esimerkiksi ohjelmiston ja tietokannan käytön koulussa, kuka tarjoaa palveluja koululle ja miten, koska tällaiset pienemmät seikat jäivät ainakin tämän ohjeen laatijan ryhmälle epäselviksi kyseisen kurssin aikana. Vaikka epäselvät asiat eivät suoraan liittyisi kurssilla painotettaviin asioihin, nähdään ne haitallisina kurssimotivaation kannalta, jos oppilaissa ilmenee koko kurssin suorittamisen aikana liikaa epätietoisuutta. Tärkeänä asiana on kuitenkin pitää yllä oppilaiden kiinnostusta verkostosuunnitteluun. Lisäksi rakenteen tulisi noudattaa kaavaa, jossa esitellään perusasiat ohjelmiston käyttöominaisuuksista, symboliikasta sekä yksityiskohdaisempi osuus piirto-ominaisuuksista harjoitustyön piirtämisen selkeyttämiseksi. Piirto-ominaisuudet on pyritty selittämään harjoitustyön pohjalta, jotta niistä jäisi perusasiat mieleen.

Ulkoasun suhteen ei esitetty vaatimuksia, mutta ohjeen laatijan mielestä mielekkäin ulkoasu sisältää paljon havainnollistavia kuvia, joita ei tarvitse erikseen selostaa käyttämättä muutamaa lausetta enempää per asia. Ulkoasun tulee olla selkeä ja helppolukuinen, joka motivoisi oppilaita lukemaan ohjeen läpi. Tarkoituksena ei ole kuitenkaan näyttää ohjeessa kaikkia asioita eikä pitää oppilaita kädestä, joten oppilaiden kokeilulle ja ohjelmiston testaamiselle on pyritty jättämään varaa.

Ylempänä läpikäytyt asiat johtivat lopputulokseen, jossa päätettiin, ettei ole järkevää yrittää luoda tätä opinnäytetyötä suoraan verkkotietojärjestelmän kurssiohjeistukseksi. Sen sijaan kokemusperäisestä tiedosta johtuen päädyttiin luomaan ohjeistus pdf-muotoiseen diaesitys-malliin, jossa yhdellä dialla on joko pelkkä kuva, pelkkää tekstiä tai kuva ja muutama asiaa selittävä lause. Tämän opinnäytetyön tekstiosuuden tarkoituksena on käydä tarkemmin läpi ohjeistukseen kerättyjä asioita sekä pyrkiä selittämään, miksi ohjeistukseen kannattaa ottaa tietyt asiat mukaan. Myös pois jätettyjä asioita on pyritty pohdittamaan. Ohjeistus siis rakennettiin tämän tekstiosuuden ulkopuolelle, sillä juurikin pohdinnan ja selittämisen määrä tuskin motivoisi opiskelijoita käyttämään ohjeistusta, jos se oltaisiin rakennettu suoraan opinnäytetyön tekstiosuuteen. Ohjeistuksen tulevaisuuden muokattavuus pysyy sitä yksinkertaisempaan, mitä yksinkertaisempaan malliin alkupe- räistä ohjeistusta rakentaa.

3 VERKKOTIETOJÄRJESTELMÄ

Sähkönjakeluverkkojen tietojen hallintatehtävissä alettiin käyttämään automaattista tietojenkäsittelyä 1960-luvulla, jolloin käsittely pohjautui erilaisiin laiterekistereihin. Myöhemmin tietoja täydennettiin sähköverkon topologiatiedoilla, jotka kuvaavat eri johto-osien kytkeytymistä toisiinsa. Kun tiedot linkitettiin laskutustietoihin, tehonjako- ja oikosulkuvirtalaskelmat onnistuivat, jolloin syntyivät ensimmäiset tietokantapohjaiset verkkotietojärjestelmät, jotka käyttivät yhteistä tietokantaa. Ensimmäiset tietojärjestelmät olivat alfanumeerisia järjestelmiä, joissa ei vielä käytetty verkkokarttatietoja. (Lakervi & Partanen, 2008.)

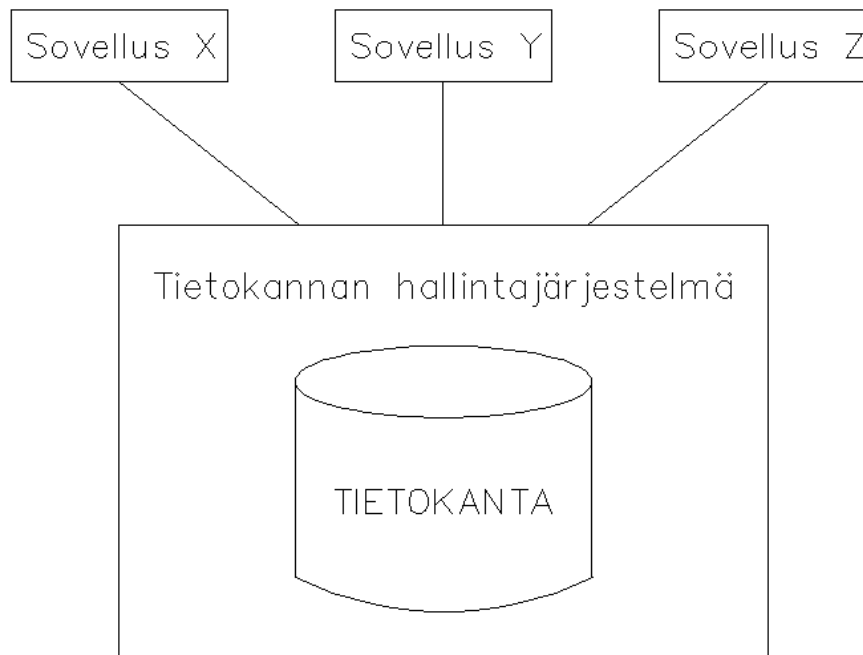
Nykyiset järjestelmät ovat graafisia tietokantaperustaisia verkkotietojärjestelmiä (GIS, Graphic Information System), joihin voidaan lisätä karttatietoja. Graafisten verkkotietojärjestelmien tyypillisin ominaisuus on niiden käyttöliittymien karttapohjaisuus. Lisäksi karttapohjaisuus tuo mukanaan muita ominaisuuksia. Tiettyjen kohteiden ominaisuustietoja voidaan kysellä hiiren cursorin avulla ja tuloksia voidaan liittää suoraan verkkokuvaan. On olemassa myös sijaintitietojärjestelmiä, joka ilmoittaa sähköverkon osien ja komponenttien tarkat sijainnit maastossa. (Lakervi & Partanen, 2008.)

Tällä hetkellä verkkotietojärjestelmä muodostaa sähköverkkoyhtiöiden tietojärjestelmien perustan, johon useat muut järjestelmät ovat kytkeytyneet kiinni. Verkkotietojärjestelmään on pyritty keskittämään mahdollisimman paljon verkkoyhtiölle oleellista informaatiota heidän hallinnoimasta sähköverkosta. Sähköverkkoyhtiöt tekevät tiivistä yhteistyötä järjestelmäkehittäjien kanssa, jotta verkkoyhtiö kykenisi vastaamaan tulevaisuuden sähköverkon kehitystarpeisiin. Verkkotietojärjestelmien kehityksessä ollaan menossa kohti suurempaa integraatiota, jossa verkkoyhtiö pyrkii sulauttamaan samaan järjestelmään kaikki sille tarpeelliset toiminnot. Tarkoituksena on, että järjestelmä palvelisi tulevaisuudessa mahdollisimman hyvin verkkoyhtiön toimintaa, kun esimerkiksi verkostoautomaation tekniikka kehittyy. (Siivonen, 2016.)

3.1 Tietokantaperiaate

Järjestelmä, joka on toteutettu tietokantaperiaatteen mukaisesti, muodostuu tietokannasta, tietokannan hallintajärjestelmästä sekä erilaisista sovellusohjelmista, joilla tietokannan

eri osia käytetään. Tieto ja sovellukset on erotettu toisistaan, mutta tietokantaan tallennettu informaatio on useamman sovelluksen käytettävissä. Tärkeimpinä loppukäyttäjän sovelluksina voidaan pitää erilaisia ylläpito-, laskenta- ja suunnittelu-sovelluksia. On myös tärkeää, että eri sovelluksia voidaan käyttää samantyyppisen käyttöliittymän kautta sovelluksien käytön selkeyttämiseksi. Kuvassa 3 on esitetty tietokantapohjaisen tietojärjestelmän kaavio. (Lakervi & Partanen, 2008.)



KUVA 3. Tietokantapohjainen tietojärjestelmä (Lakervi & Partanen, 2008, Muokattu).

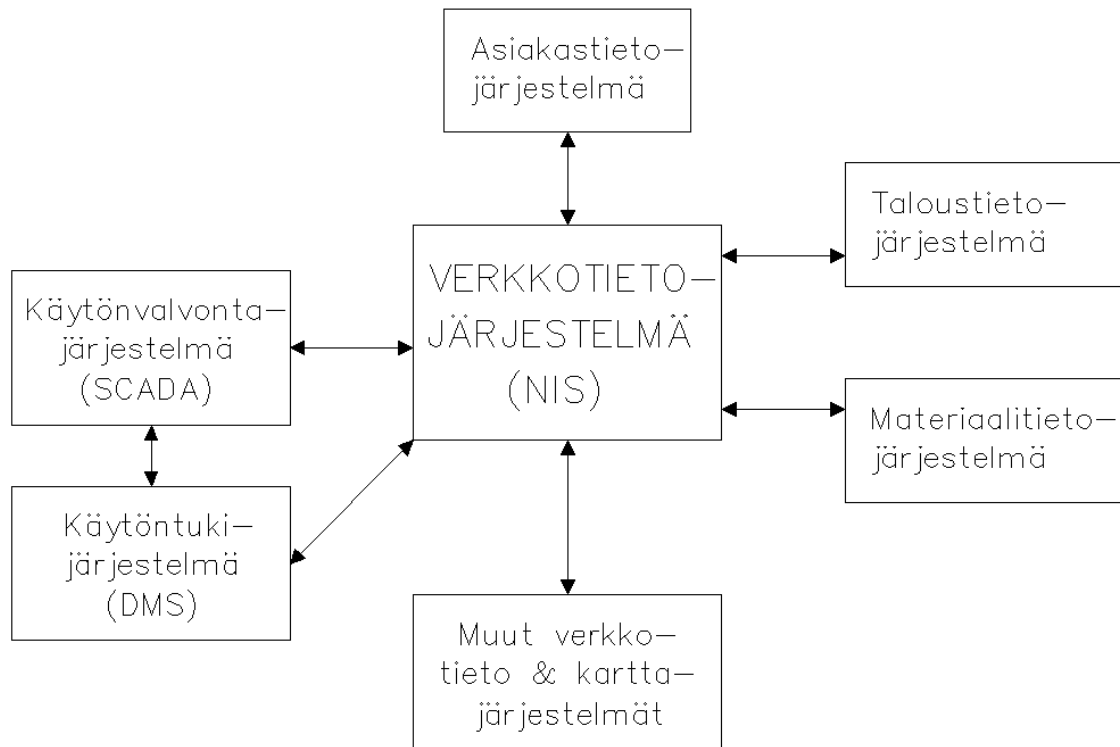
Verkkotietojärjestelmän eri sovellukset voidaan kuuteen eri kategoriaan, mutta sovellusten alatyypit vaihtelevat toimittajien ja asiakkaiden, eli sähköverkkoyhtiöiden toiveiden mukaan. Nämä kuusi kategoriaa ovat yleissovellukset, yleissuunnittelu, verkostosuunnittelu, rakentaminen, käyttö sekä kunnossapito. Seuraavassa listassa on mainittu muutama esimerkki erilaisista sovelluksista. (Lakervi & Partanen, 2008.)

- Yleissovellukset
 - kuviin liittyvien tietojen ylläpito ja hallinta
 - yhteenveto komponenttien määristä sekä rakentamissuoritteista
- Yleissuunnittelu
 - alueelliset kuormitusennusteet
 - tavoiteverkkojen suunnittelu ja verkon siirtokapasiteetin hallinta

- Verkostosuunnittelu
 - verkostomuutosten teknis-taloudellinen suunnittelu ja vertailu
 - verkostotöiden dokumenttien tuottaminen (kartat, perustiedot, kustannusarviot ja tarvikkeet)
 - maankäyttösopimusten hallinta
- Rakentaminen
 - töiden ajoitus ja koordinointi
 - resurssien käytön suunnittelu, hallinta, seuranta ja raportointi
- Käyttö
 - verkon teknis-taloudellisen käytön suunnittelu
 - sähkön siirron valvonta ja vikojen paikantaminen
 - kytkentöjen suunnittelu sekä kytkentätilan hallinta
 - vikakeskuspalvelut ja vikaraportointi
- Kunnossapito
 - tarkastustietojen keruu ja ylläpito
 - kunnossapito- ja laitetietojen analysointi

3.2 Muut verkkotietojärjestelmään liittyvät järjestelmät

Sähköverkkoyhtiön verkkotietojärjestelmään liittyy usein muita järjestelmiä, jotka käyttävät sen tiettyjä osia toiminnassaan. Muut järjestelmät voivat olla joko osittain saman valmistajan tai kokonaan ulkopuolisten tahojen toimittamia. Tietojärjestelmien välinen informaatio käsitellään erityyppisten rajapintojen kautta. Verkkotietojärjestelmän linkittyminen muihin tietojärjestelmiin on nähtävissä kuvassa 4.



KUVA 4. Verkkotietojärjestelmän yhteydet muihin sähköverkkoyhtiön tietojärjestelmiin (Lakervi & Partanen, 2008, Muokattu).

Kuvassa 4 esiintyvien muiden tietojärjestelmien keskeisiä tietosisältöjä voidaan kuvata seuraavasti. Asiakastietojärjestelmään kerätään liittymä-, asiakas- ja energiankäyttötietoja. Asiakastietojärjestelmä voi toimia verkkotietojärjestelmän kanssa esimerkiksi päivittämällä tietyn liittymänumeron tiedot suoraan asiakastietojärjestelmän kautta muuttilanteessa, kun kyseisen liittymän omistava asiakas muuttuu. Tiedon kulkusuunta järjestelmästä toiseen riippuu verkkoyhtiöstä.

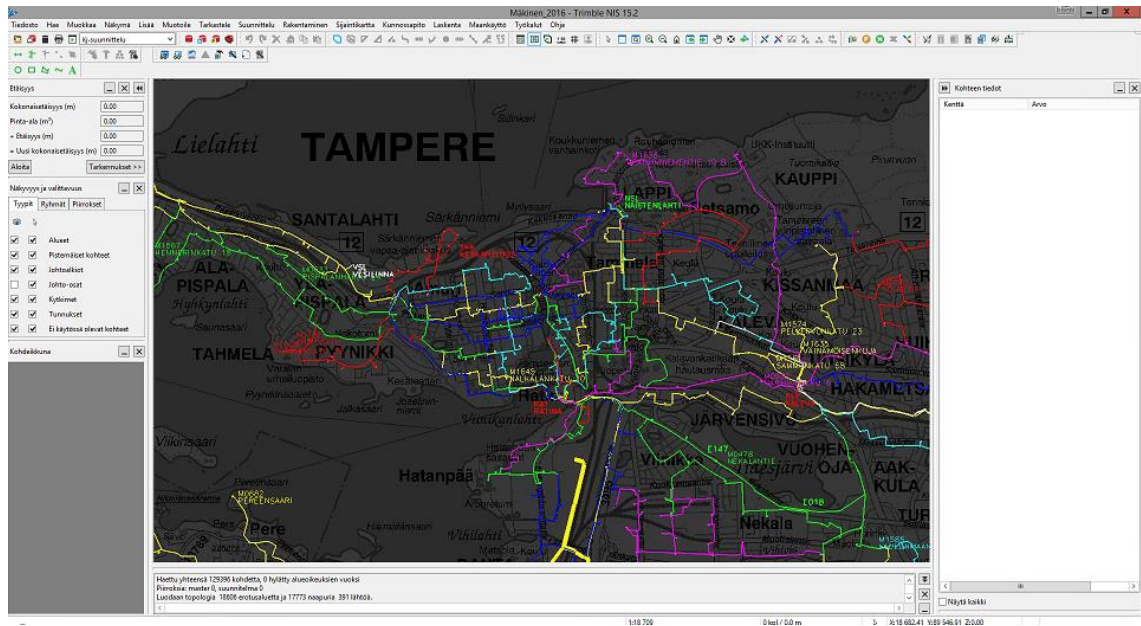
Käytönvalvontajärjestelmä, josta usein käytetään nimitystä SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), tarjoaa esimerkiksi kytkinlaitteiden tilatietoja sekä sähköasemien lähtöjen ja kiskostojen virta- ja jännitetietoja. Kauko-ohjattavien kytkinlaitteiden ohjaukset tehdään usein käytönvalvontajärjestelmän kautta. Käytöntukijärjestelmä, usein DMS (Distribution management system), näyttää karttapohjaisesti verkon kytkentätilanteen, sekä auttaa verkon käytössä ja ylläpidossa. Nimensä mukaisesti käytöntukijärjestelmän tehtävä on tarjota tarkempaa informaatiota verkon käytön kannalta kuin käytönvalvontajärjestelmä, sekä selkeyttää häiriötilanteiden selvittelyä.

Materiaalitietojärjestelmä on tarkoitettu tarviketietojen hallintaan, esimerkiksi projektien kustannuslaskentaa varten, jolloin verkkotietojärjestelmä hakee komponenttien hintatiedot ja sähkötekniset ominaisuudet eri järjestelmästä. Taloustietojärjestelmä projektien perustiedoille sekä kustannuslaskentaan, jolloin edellä mainitut hintatiedot komponenteista haetaan taloustietojärjestelmään joko suoraan tai verkkotietojärjestelmän kautta. Lisäksi verkkotietojärjestelmään voidaan linkittää taustakarttoja maanmittauslaitoksen tai kaupungin karttajärjestelmästä. (Lakervi & Partanen, 2008.)

Verkkotietojärjestelmät ovat monipuolisia ja laajoja tietojärjestelmiä, joiden tavoitteina on muodostaa toimiva ja havainnollinen laitetietojen sekä sähköverkon käyttöliittymä, jonka avulla suunnittelun apuna toimivat tiedot ovat käytettävissä kullakin suunnittelijalla. Järjestelmä tarjoaa pohjan suunnittelu- ja dokumentointisovelluksille, sekä tukee karttojen ja kaavioiden tuottamista. Tyypilliset sähköverkkoyhtiöiden käyttämien sovelluksien käyttöliittymän perustana ovat kartta- ja kaaviomuodoissa olevat ratkaisut, joiden työnä on helpottaa tietojen lukemista. Tällaisia kaavioita ja karttoja ovat ainakin kytkentäkaaviot muuntamoista ja sähköasemista, erilaiset sijainti- ja yleiskartat, keski- ja pienjännitteen verkkokartat sekä kytkentäkartat. (Lakervi & Partanen, 2008.)

3.3 Trimble NIS

Tampereen ammattikorkeakoululla on käytössä suomalaisen Tekla Oy:n toimittama Trimble NIS (Network Information System) -verkkotietojärjestelmä, joka on tällä hetkellä maanlaajuisesti yleisin sähköverkkoyhtiöiden käyttämä verkkotietojärjestelmä. Elenian ja Tampereen Sähköverkon lisäksi maan suurin verkkoyhtiö Caruna käyttää Trimble NIS -järjestelmää. Caruna siirtyi PowerGrid -verkkotietojärjestelmästä Trimbleen vuoden 2015 alussa (Caruna vastaa kasvaviin vaatimuksiin, 2015). Useat verkkoyhtiöiden raamiurakoitsijat käyttävät verkkoyhtiöiden verkkotietojärjestelmää erilaisien urakoitsijaportaalien avulla etäyhteydellä. Myös raamiurakoitsijoiden aliurakoitsijat, esimerkiksi pienemmät suunnittelutoimistot käyttävät pääasiakkaiden eli sähköverkkoyhtiöiden verkkotietojärjestelmää samalla tavalla. Käytännössä myös koulutuskäytössä olevaa järjestelmää käytetään samantyyllisesti, jota käydään läpi tarkemmin luvussa 3.4. Trimble NIS -järjestelmän pääikkuna on esitetty kuvassa 5.



KUVA 5. Trimble NIS -verkkotietojärjestelmän pääikkuna.

Trimble NIS -järjestelmä muodostuu sähköverkkomallista ja siihen integroiduista paikkatieto-ominaisuuksista, ja mallia voidaan laajentaa järjestelmän ulkopuolisilla tiedoilla, kuten asiakastiedoilla. Omaisuustiedot pysyvät yhdessä ja samassa järjestelmässä koko verkon elinkaaren ajan, jolloin järjestelmällä voidaan tehostaa strategista suunnittelua ja kehittämistä. Lisäksi järjestelmään on luotu turvallinen väylä ulkopuolisille tekijöille, esimerkiksi urakoitsijoille, joiden käyttöoikeuksia tietokantaan voidaan rajoittaa tarpeen mukaan. Trimble NIS koostuu modulaarisista sovelluksista, joihin kuuluvat verkostolasenta, verkon suunnittelu ja rakentaminen, omaisuudenhallinta, verkkoinvestointien hallinta sekä kunnossapito. (Trimble NIS, 2016.) Näistä verkkoyhtiöillä on käytössä tyypillisesti ainakin kaksi ensimmäistä, mutta esimerkiksi Caruna käyttää omaisuudenhallintaan ulkopuolista järjestelmää (Suunnitteluinsinööri A, 2016).

Verkostolaskentasovelluksella voidaan toteuttaa verkon eri osiin tehonjako-, oikosulku-, maasulku- ja luotettavuuslaskelmia. Sovelluksella voidaan siis tarkistaa verkon mitoitusta ja suojausasetteluja, jotka ovat keskeisessä osassa sähköistä verkostosuunnittelua. Nopeasti toteutettavat laskelmat on verrattavissa syötettyihin parametreihin, jolloin voidaan varmistaa, että verkon komponentit toteuttavat sähkönjakelun laatuvaatimukset. (Trimble NIS, 2016.)

Verkon suunnittelu ja rakentaminen-sovelluksella voidaan luoda verkostoanalyysijä, jonka avulla voidaan haarukoida verkon heikkoja osia. Analyysin perusteella pystytään

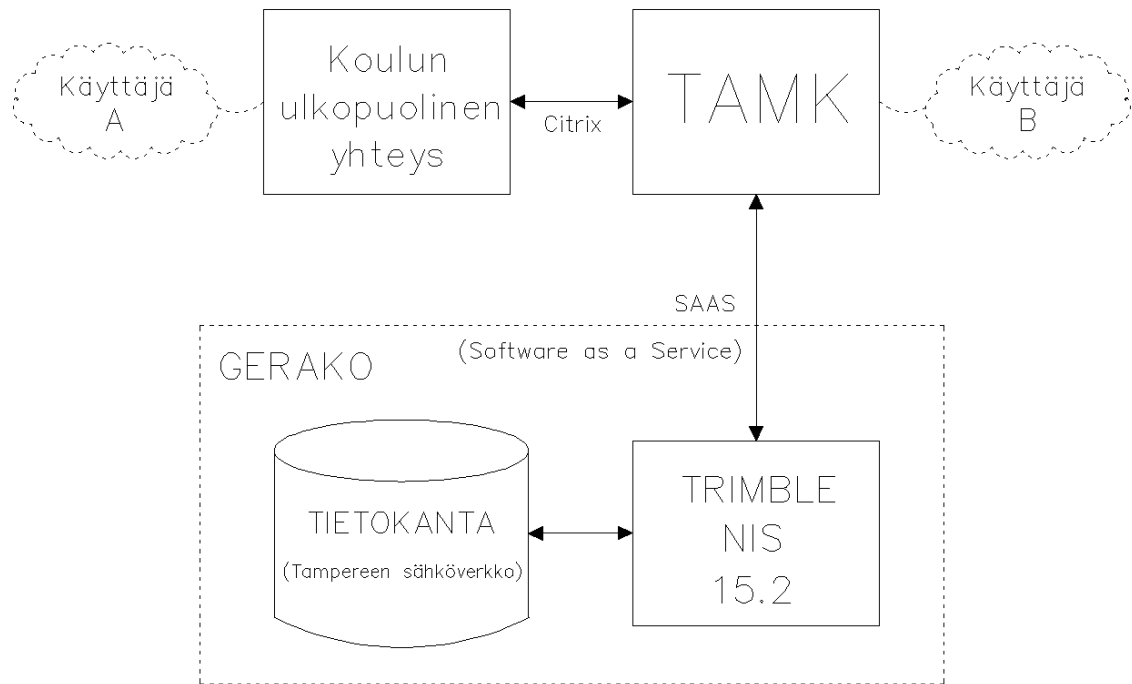
suunnittelemaan verkkoa pidemmällä tähtäimellä teknisestä ja luotettavuuden näkökulmista. Rakennusvaiheessa sovelluksella voidaan hallita todellisia projektikustannuksia, sillä tiedot voidaan luoda suoraan verkkosuunnitelmista vakiorakenteita ja hinnastoja käyttäen. Tämä sovellus on nimeltään Trimble CPP (Construction Project Planning), joka mahdollistaa sähköisen suunnittelun ja rakennuskustannuksien laskennan yhdellä järjestelmällä. CPP-sovelluksessa jokaiselle työn eri vaiheelle, esimerkiksi kaapelin kaivamiselle tai pylväiden purkamiselle, voidaan syöttää toimenpiteiden hinnastot. Näin saadaan kattava hinta-arvio koko projektin kustannuksista, joka tekeekin sovelluksesta erittäin tärkeän työkalun maastosuunnittelun näkökulmasta. (Trimble NIS, 2016.)

3.4 Trimble DMS

Suomessa sähköverkkoyhtiöiden käytöntukijärjestelmänä käytetään tyypillisesti Trimblen toimittamaa DMS (Distribution Management System) -järjestelmää, sillä on selkeämpää, että verkkoyhtiössä käytetään saman kehittäjän järjestelmiä. Ajatusta tukee myös se, etteivät järjestelmien käyttöliittymät juurikaan eroa graafisesti toisistaan. DMS kuitenkin käyttää isoa osaa verkkotietojärjestelmän eri tiedoista, kuten esimerkiksi asiakastietoja sekä verkon sen hetkistä kytkentätilannetta. Käytönvalvontajärjestelmä SCADA on yhteydessä käytöntukijärjestelmään joko suoraan tai välillisesti verkkotietojärjestelmän kautta, jolloin SCADA:ssa tehdyt kytkentämuutokset päivittyvät reaaliajassa tai simuloituina graafiselle käyttöliittymälle, jolloin kytkentätilanne on helpompi hahmottaa. DMS mahdollistaa keskijännite- ja pienjänniteverkkojen vikatilanteiden hallinnan keskeytysseurannalla ja AMR (Automatic Meter Request) kyselyillä.

3.5 Gerako Oy

Gerako Oy (myöhemmin Gerako) tarjoaa Tampereen ammattikorkeakoululle Trimble NIS -lisenssiä sekä opetuskäyttöön muokattua tietokantaa SaaS-, eli Software as a Service-palveluna. Käytännössä SaaS-palvelu tarkoittaa sitä, että asiakkaalla, tässä tapauksessa koululla, ei ole omaa Trimblen lisenssiä, vaan ohjelmistosta maksetaan palveluntarjoajalle palvelumaksujen muodossa. Kuvassa 6 pyritään havainnollistamaan koulun järjestelmän tiedonkulkua.



KUVA 6. Gerakon SaaS-palvelu.

Suurten kaupunkien katuvaloverkot muodostavat Gerakon suurimman asiakaskunnan. Gerako tarjoaa kaupungeille niin ikään SaaS-palveluna Trimble NIS -verkkotietojärjestelmän asiakkaiden käyttöön, jossa on mukana omaisuudenhallinta. (Gerako, 2016.) SaaS-palvelulla pienemmän luokan asiakkaat voivat pienentää investointikustannuksia, koska suuria kertaluokan lisenssi-investointeja ei tarvita. Lisäksi käyttöönotto on nopeaa, eikä asiakkaan tarvitse huolehtia tietotekniikan ongelmista, päivityksistä tai tietoturvasta. (Webopas, 2012.)

Kuten aikaisemmin mainittiin, useat sähköverkkoyhtiöt käyttävät samantyylistä menetelmää, jolloin heidän yhteistyökumppanit, eli pää- ja aliurakoitsijat pääsevät käyttämään heidän verkkotietojärjestelmäänsä ja tietokantaansa pelkän internet-yhteyden avulla esimerkiksi suoraan maastosta kannettavan tietokoneen kautta tai suunnittelutoimiston työpöytäkoneelta selainpohjaisesti.

Trimble NIS -lisenssi ja tietokanta ovat Gerakon omilla palvelimilla, joille kirjaututaan internet-selaimen kautta Gerakon tarjoamien tunnusten avulla. Tällä hetkellä koululla on käytössään 10 tunnusta palveluun, jolloin kurssin oppilaat asettuvat usein 2 tai 3 henkilön ryhmiin. Koska Gerakon palomuri sallii vain koulun verkon kautta tapahtuvan tietoliikenteen, jolloin esimerkiksi oppilaiden kotitietokoneelta palveluun kirjautuminen ei onnistu. Tietoliikenne tulee siis kierrättää koulun kautta, joka onnistuu Citrix-etäyhteydellä,

kuten kuvassa 6 on esitetty. Kuvassa 6 käyttäjällä A on kuvattu edellä mainittua tilannetta. Käyttäjällä B kuvataan Tampereen ammattikorkeakoulun työpöytäkoneelta kirjautuvaa käyttäjää. Palvelu on selainpohjainen, jolloin Citrix-palvelun kautta tulee avata ensin internet-selain, jonka kautta kirjautuminen Gerakon SaaS-palveluun onnistuu. Gerakon palvelimilla oleva master-tietokanta on Tampereen Sähkölaitoksen hallinnoiman verkon tietokanta muutamien vuosien takaa. Tietokantaa on muokattu opetuskäyttöön sopivaksi, jolloin esimerkiksi tarkat asiakastiedot on poistettu. Näihin kuuluvat esimerkiksi asiakkaat yksilöivät henkilötiedot ja asiakasnumerot.

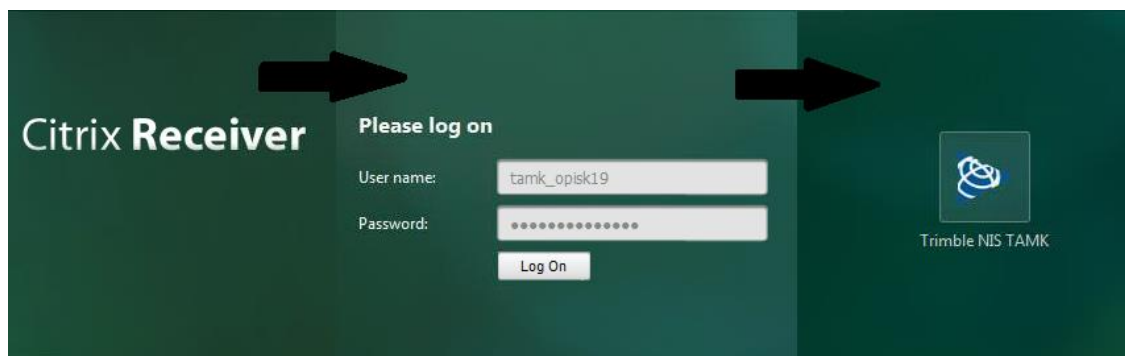
4 TRIMBLE NIS -KURSSIOHJEISTUS

Tässä luvussa käsitellään sähköverkkojen suunnittelu-kurssille suunnatun ohjeistuksen rakennetta teknisestä näkökulmasta. Kuten luvussa 2 mainittiin, tämän opinnäytetyön tekstiosuuden tarkoituksena on perustella ohjeessa käsiteltävät asiat, miksi ja miten tietyt asiat käsitellään tai jätetään kurssiohjeistuksen ulkopuolelle. Ohjeistus kurssin oppilaille luodaan tämän tekstiosuuden ulkopuolelle, erilliseksi dokumentiksi. Ohjeistuksen rakenne voidaan jakaa karkeasti viiteen osaan, jotka ovat aloittaminen, yleiset käyttöominaisuudet, ohjelman yleinen luettavuus, laskentaominaisuudet ja suunnitteluominaisuudet. Ohjetta laatiessa tulee jatkuvasti muistaa, että ohjeistus luodaan kyseistä kurssia varten, eikä esimerkiksi suunnittelutoimiston käyttöön.

4.1 Aloittaminen

Aloittamiseen liittyvillä asioilla tarkoitetaan tässä tapauksessa tietoja, jotka on hyvä käydä läpi ennen ohjelman käynnistämistä ensimmäistä kertaa, tai heti ohjelman käynnistämisen jälkeen. Täysin uuden tietokoneohjelmiston ensimmäinen käynnistäminen tuottaa ainakin suunnitteluohjelmistojen kohdalla uudelle käyttäjälle suuren informaatio-aallon, jolloin pieni alustus ohjelmaan ja se käyttöön on perusteltua.

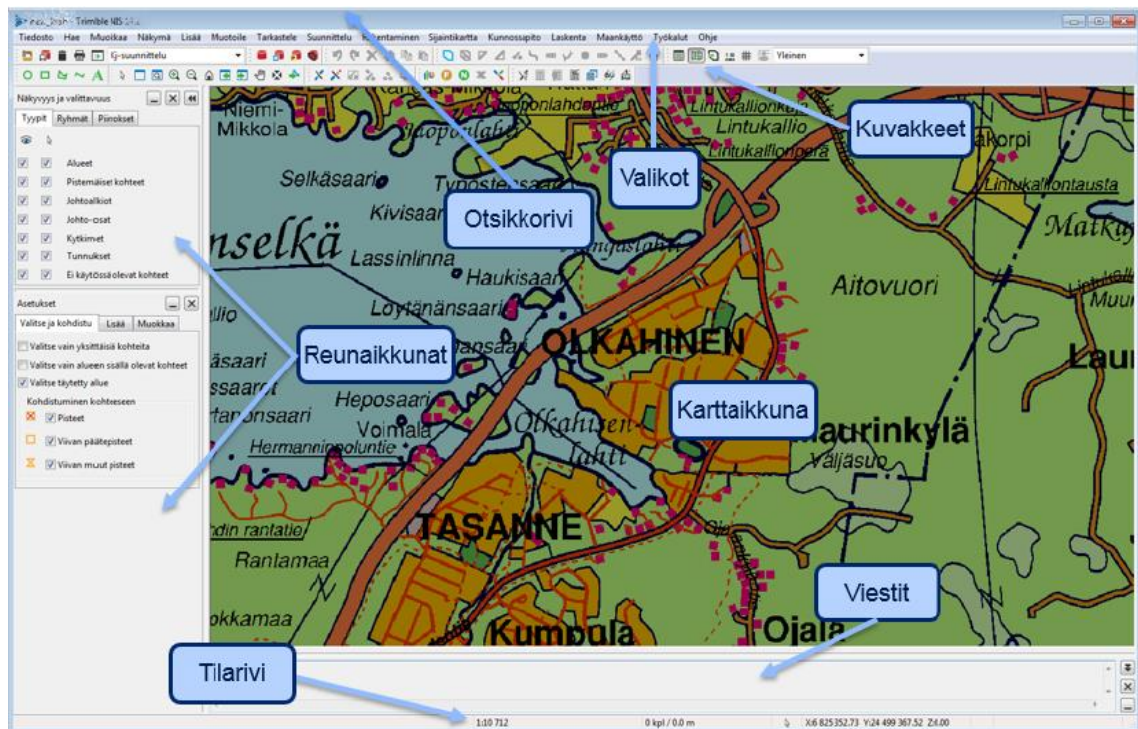
Ohjeistuksen alkuun kerättäviä perustietoja on käsitelty aikaisemmissa luvuissa. Näihin kuuluvat ainakin verkkotietojärjestelmät yleisesti, tietokantaperiaate, verkkotietojärjestelmään liittyvät muut järjestelmät, Trimble NIS yleisesti sekä Gerakon asema palveluntarjoajana. Lisäksi aloitusinformaatioon on hyvä ottaa mukaan ainakin järjestelmään kirjautumiseen (kuva 7) liittyvät asiat muutamalla dia-osalla. Voidaan myös pohtia, kannattaako aloitusosioon ottaa mukaan esimerkiksi tyypillisiä suunnitteluprojektin vaiheita varsinkin verkkotietojärjestelmän näkökulmasta. Näitä asioita käydään kuitenkin tyypillisesti läpi toisilla kursseilla, mutta itse verkkotietojärjestelmästä suunnittelun osana kerrotaan koulussa hyvin vähän.



KUVA 7. Gerakon palveluun kirjautuminen.

4.2 Yleiset käyttöominaisuudet

Trimble NIS -ohjelmiston yleisien käyttöominaisuuksien esittelyssä pyritään pitämään samantyylinen menettelytapa, kuin esimerkiksi CADS-suunnitteluohjelmiston käytön opastuksessa. Opastus kannattaa aloittaa kertomalla tarkemmin, mitä asioita käyttäjä näkee ensimmäisenä, kun ohjelman pääikkuna avautuu. Lisäksi suunnitelman luominen käydään jo tässä vaiheessa läpi, vaikka se ei varsinaisesti liity suoraan käyttöominaisuuksiin. Käyttäjän on kuitenkin luotava oma suunnitelma, jotta ohjelmaa pääsee käyttämään. Vaihtoehtoisesti suunnitelman voi valita listasta, mutta tarkoituksena on, että ryhmät luovat oman suunnitelman, jonka he valitsevat käyttöönsä seuraavalla ohjelman käyttökeralla. Tässä kohtaa ohjeistusta on myös oleellista kertoa ohjeen lukijalle, mistä tietyt asiat löytyvät valikkojen kautta. Trimble NIS -ohjelmiston pääikkuna ja sen eri osat versiossa 15.2 on esitetty kuvassa 8.



KUVA 8. Trimble NIS 15.2 -pääikkuna ja sen eri osat. (Trimble NIS käyttäjän käsikirja, 2016)

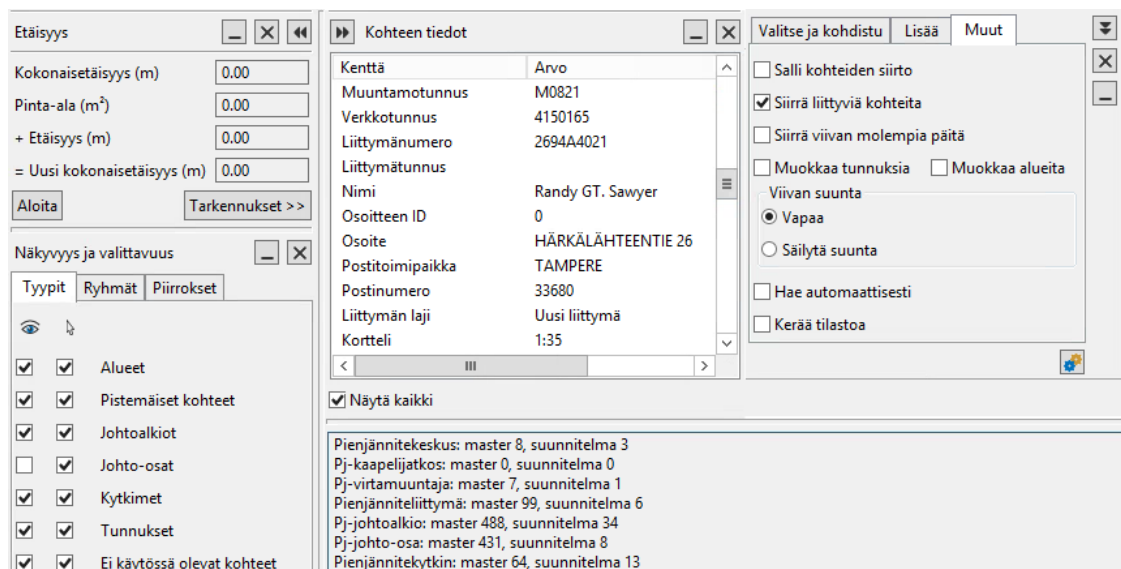
Käyttöliittymä on peruseriaatteiltaan melko standardimallin näköinen, jossa ylhäältä löytyvät otsikkorivi, valikot ja valikoiden pikakuvakkeet. Nämä kaikki pyritään ottamaan ohjeessa lyhyesti esille. Otsikkorivillä esitetään suunnitelman nimi ja Trimble NIS -ohjelmistoversion numero. Oppilaiden on tärkeä ymmärtää, että kaikki pikakuvakkeiden toiminnot löytyvät myös valikoista. Kuvakkeiden tehtävänä on pelkästään nopeuttaa ohjelmiston käyttöä. Lisäksi kuvakkeet tuovat ohjelmistoon muunneltavuutta, koska kukin ohjelmiston käyttäjä voi tallentaa kaikki käyttöasetukset omille käyttäjätunnuksilleen. Näin ollen seuraavalla kirjautumiskerralla muutoksia ei tarvitse enää tehdä. Käyttäjälähtöiset tallennetut asetukset koskevat myös reunaikkunoita ja muita näkyvyysasetuksia. Tyypillisesti sähköverkkoyhtiöissä ohjelmiston käyttäjät tallentavat oman työnkuvan kannalta parhaat asetukset, jotka muokkautuvat työkohteiden ja työuran edetessä tehokkaampaan suuntaan.

4.2.1 Reunaikkunat

Reunaikkunoiden (kuva 9) asetuksia ja ohjelmiston yleistä muunneltavuutta tulee painottaa, mutta koulun käytössä olevat tunnukset asettavat tiettyjä rajoitteita. Voidaan olettaa,

että yksittäinen käyttäjä haluaisi poistaa tiettyjä kuvakkeita käytöstä ja muokata käyttöliittymää mieleisekseen, varsinkin reunaikkunoita koskien. Tunnukset jaetaan kuitenkin niin, että kurssin aikana ainakin 2 eri ryhmää käyttää samoja tunnuksia. Olisi siis järkevää, että opiskelijoille kerrottaisiin hyödyllisimmät reunaikkunoiden asetukset, jotka oppilaat voisivat tallentaa käyttöön. Hyödyllisimpiä reunaikkunoita ovat ainakin näkyvyys ja valittavuus, asetukset, kohteen tiedot, etsi asiakas, viestit ja etäisyys. (Vuolle, 2016)

On tärkeää, että oppilaat kokeilevat muuttaa asetteluja mieleisekseen, pitäen samalla mielessä, että samat asetukset ovat myös jonkin toisen ryhmän käytössä. Asetteluja voi muuttaa yhdelle käyttökerralle niitä tallentamatta, mutta ikkunoiden jatkuva asettelu aiheuttaa turhaa työtä. Suunnittelutoimisto Despron edustajan mielestä kaikille tunnuksille voisi ottaa oletusasetukset käyttöön, jolloin ainakin reunaikkunoiden asettelu olisi jo valmiiksi hyvällä tasolla ohjelman opettelua ajatellen (Vuolle, 2016)

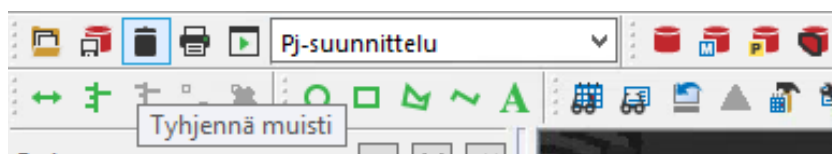


KUVA 9. Kurssin kannalta oleelliset reunaikkunat.

Kuten muissakin ohjelmointi- ja suunnitteluohjelmistoissa, oppilaita kehoitetaan tarkkailemaan viestit-kenttää. Käytännössä ohjelma ilmoittaa, mitä se on tekemässä tai mitä tietoja se käyttäjältä pyytää. Lisäksi virheilmoitukset tulostuvat viestit-kenttään. Käyttöliittymän alareunassa olevalla tilarivillä on esitetty mittakaava, valittujen pistemäisten kohteiden yhteismäärä, valittujen viivamaisten kohteiden yhteispituus ja hiiren kursorin koordinaatit (Trimble NIS käyttäjän käsikirja, 2016).

4.2.2 Tietokannan lataaminen ja tyhjennys

Ohjeistuksessa pyritään kertomaan, kuinka eri tietokannat on jaettu osiin ja minkätyyppinen jaottelu TAMK:n opetusympäristön tietokannassa on käytössä. Lukijan on tärkeä ymmärtää, mitkä ovat master-tietokannan ja suunnitelman erot. Tässä vaiheessa mainitut perustiedot vaikuttavat positiivisesti näiden erojen ymmärtämiseen, kun oppilaan omalle suunnitelmalle lisätään kohteita, jolloin masterin ja suunnitelman eroavaisuudet korostuvat. Lukijalle tulee kertoa, mistä haettavissa olevat tietokannat ladataan ja miten niiden eri osat ladataan käyttöliittymän karttaikkunaan. Koska jo ladattu tietokanta kuormittaa ohjelman käyttöä huomattavasti, sillä hetkellä tarpeettomat tiedot on hyvä tyhjentää ennen uuden alueen master-tietokannan lataamista. On tärkeää kannustaa oppilaita lataamaan ja tyhjentämään eri master-tietokantoja, jotta heille jäisi parempi käsitys tietokantojen sisällöistä (Kastemaa, 2016). Toimintoja tietokantojen lataamiseen ja tyhjentämiseen liittyen pyritään kuvaamaan havainnollistavilla kuvilla ohjelmiston käyttöliittymästä, kuten kuvassa 10.



KUVA 10. Työmuistin tyhjennys.

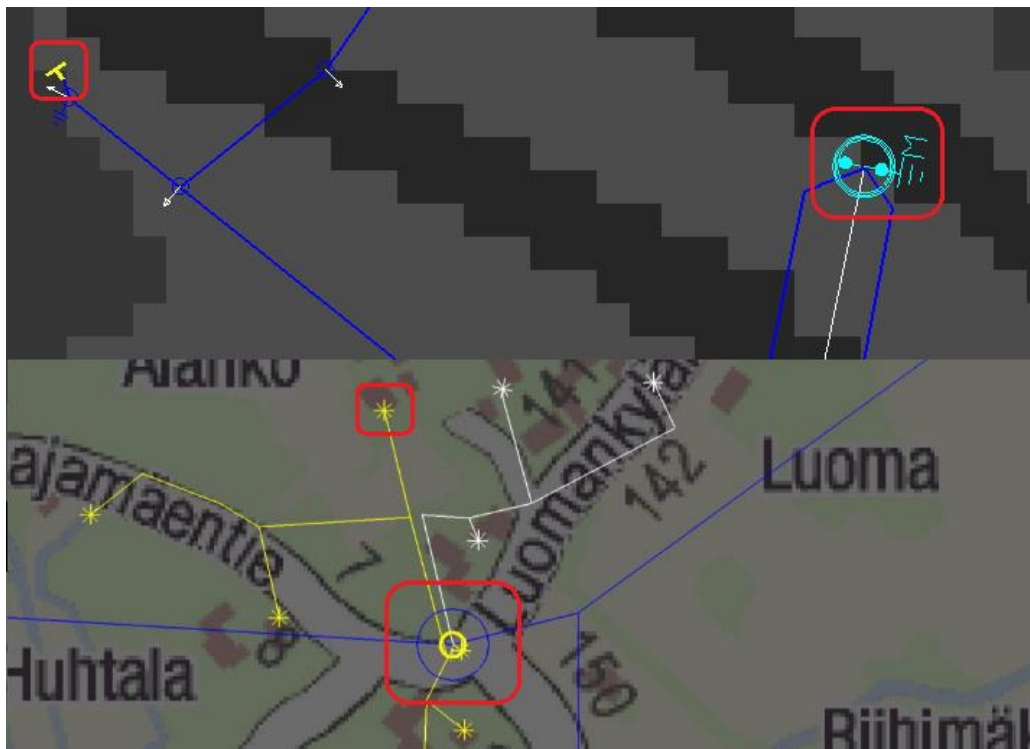
4.3 Ohjelman tarkastelu ja yleinen luettavuus

Tämän kappaleen tarkoituksena on kertoa lukijalle master-tietokantojen tarkastelussa helpottavia ja selventäviä asioita. Tässä vaiheessa ohjetta oletetaan, että oppilas osaa ladata ja tyhjentää tietokantoja käyttöliittymältä. Tästä eteenpäin ohjeistusta rakennetaan näkökulmasta, jossa oletetaan oppilaan tarkastelevan karttaikkunalle ladattuja verkon osia. Esimerkiksi taustakartoista mainitut asiat on helpompi ymmärtää, kun pohjalla on verkkoa näkyvissä. Näin ollen erityyppisiä taustakarttoja ja niiden eroja on selkeämpi tarkastella sähköverkon osien avulla. (Suunnitteluinsinööri C, 2016.)

4.3.1 Symbolit

Ennen ohjeistuksen rakentamista tarkoituksena oli kerätä ohjeeseen laajempi symbolit-osio, jonka tarkoituksena olisi ollut selittää kuvilla erilaisten symboleiden merkitystä ja niiden kuvaamien komponenttien todellista ulkonäköä maastossa. Ohjetta rakentaessa kuitenkin selvisi, että tällainen symbolikartoitus laajentuisi ohjeeseen liian suureksi ja se syventyisi liikaa tiettyyn osa-alueeseen. Symbolit-osion sijaan ohjeessa kehoitetaan lukijaa tarkkailemaan reunaikkunaa ”kohteen tiedot”, sillä ohjelmisto kertoo varsin selvästi, mikä kohdetyyppi on valittuna. Tämän oletetaan riittävän verkon perussymboleiden opetteluun, koska verkko rakentuu pääosin samoja pääkohteita käyttäen. Lisäksi näkyvyys ja valittavuus-reunaikkunaa on kannustettu käyttämään, koska verkon kokonaiskuva on helpompi hahmottaa, kun tiettyjä sen osia ottaa pois näkyvistä karttaikkunassa.

Verkon eri symboleiden tarkastelun lisäksi ohjeessa on järkevää mainita muiden sähköverkkoyhtiöiden tietokantojen yleisimmistä symboleista, jotka eroavat visuaalisesti Tampereen Sähkölaitoksen tietokannan symboleista. Esimerkiksi yleisimpien muuntamotyyppien ja pienjänniteliittymien symbolit ovat hieman erilaiset Elenian ja Carunan tietokannoissa. Tampereen Sähkölaitoksen ja Elenian verkkotietojärjestelmien symbolieroja on kuvattu kuvassa 11.



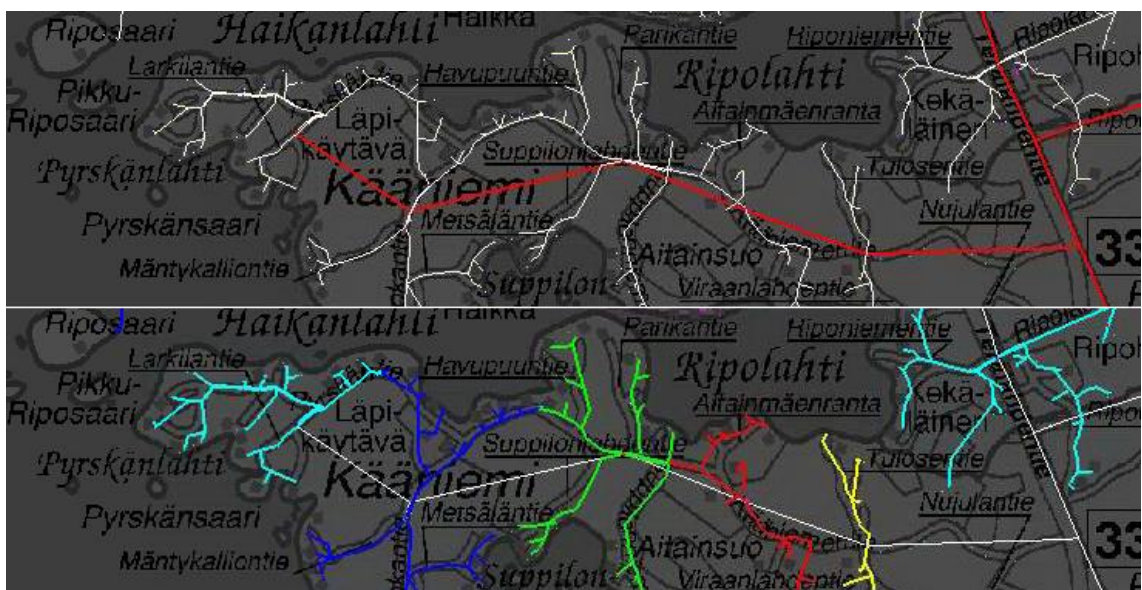
KUVA 11. Symbolieroavaisuudet Tampereen Sähkölaitoksen (yllä) ja Elenian (alla) välillä. (Sihvonen, 2015, Muokattu)

Kuvassa 11 on nähtävissä molempien verkkoyhtiöiden käyttämät symbolit liittymälle ja pylväsmuuntamolle. Koko verkon rakenne pysyy kokonaisuutena sen verran selkeänä, että toisen verkkoyhtiön masteria pystyy tarkastelemaan ongelmitta symbolieroista huolimatta (Vuolle, 2016). Tämä on silti mainitsemisen arvoinen asia ohjeeseen. Symbolien eroavaisuuksien mainitsemisella pyritään estämään lukijaa saamasta käsitystä, jossa Tampereen Sähkölaitoksen symboleita pidettäisiin ainoana mallina piirtää tietyt kohteet kartalle.

4.3.2 Topologia ja kaaviokuvat

Topologialla tarkoitetaan sähköverkon tapauksessa sitä, miten sen eri osat on kytketty toisiinsa kiinni. PJ- ja KJ-verkkoja käytetään pääosin säteittäisverkkona, vaikka lähtöjen välillä rengasyhteyksiä olisikin. Ohjelma käyttää oletuksena valkoista väriä kuvaamaan jännitteettömiä osia verkosta. Oletusasetuksien mukaan jännitteellistä verkkoa käytetään kuutta eri väriä, joilla vierekkäiset verkon eri osat väritetään (Trimble NIS käyttäjän käsikirja, 2016). Tampereen sähkölaitoksen tietokantaan ei ole määritelty oletustopologiaa käyttöön, jolloin verkon osat näkyvät tietokannan latauksen jälkeen valkoisena.

Kuvassa 12 on luotu topologiaväritys PJ-verkkoon, jolloin eri muuntopiirit ja niiden väliset rajat erottuvat selkeämmin, jos tilannetta verrataan kokonaan valkoisella värillä kuvattuun verkkoon.

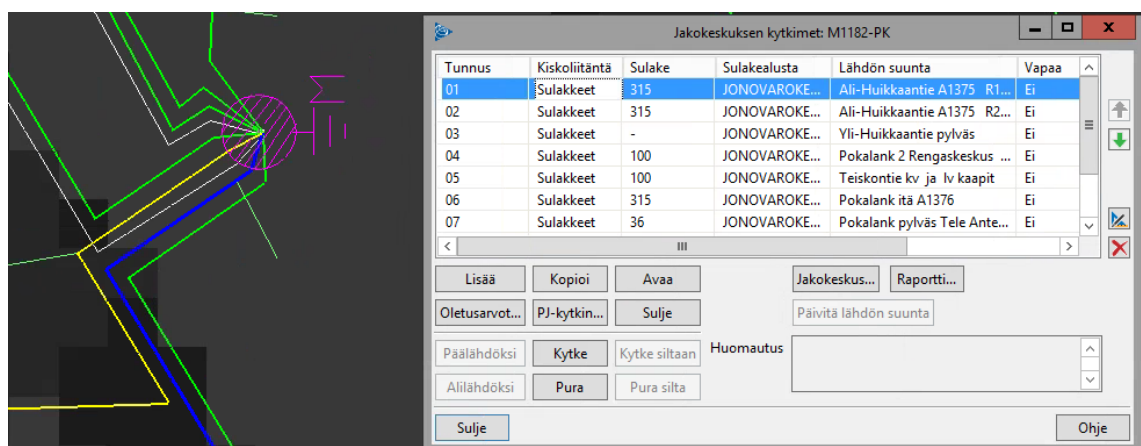


KUVA 12. PJ-verkko ilman topologiaväritystä (yllä) ja topologiavärityksellä (alla)

Keski- ja pienjänniteverkkojen kokonaisvaltaisessa tarkastelussa topologiaväriytyksen luominen on oleellista verkon rakenteen hahmottamiseksi (Vuolle, 2016). Topologia voidaan luoda joko muuntajittain, lähdöittäin tai jännitetasoittain. Hyödyllisimmillään topologiaväriytyksen luominen on tarkasteltaessa sähköaseman eri lähtöjä KJ-verkossa tai eri muuntopiirejä PJ-verkossa.

Lisäksi topologian luomisen jälkeen verkon eri osien valitseminen helpottaa hahmottamaan KJ-verkossa esimerkiksi johdon erotusaluetta ja PJ-verkossa yksittäisten muuntopiirien rakennetta. Yksittäiseltä johtoalkion osalta voidaan valita esimerkiksi reitti muuntajalle kyseiseltä johtoalkiolta, tai koko PJ-lähtö.

Kaaviokuvien tarkastelu ja kaavioikkunoiden avaaminen on käsitelty ohjeessa lyhyesti. Kaaviokuvat muuntamoista ja sähköasemista auttavat oppilaita tarkastelemaan komponentteja, jotka ovat verkkokuvaa katsottaessa piilossa. Tähän osioon on sisällytetty myös jakokeskusten kytkimien ikkunoiden avaaminen ja niiden PJ-lähtöjen tarkastelu. Jakokeskusten kytkimien tarkastelu tarjoaa muun muassa tietoa keskuksissa käytetyistä suojalaitteista muuntamon PJ-keskuksilla ja maakaapeliverkon jakokaapeilla. Ohjeessa on pyritty selventämään, kuinka kaavioikkunat avataan ja kuinka verkkoa tarkastellaan, koska aihe tulee uudelleen käsiteltäväksi suunnitteluominaisuudet-osiossa. Kuvassa 13 on esitetty koppimuuntamon PJ-keskuksen kytkimet-ikkuna, jossa valittu lähtö korostuu karttaikkunaan eri värillä.



KUVA 13. Koppimuuntamon PJ-keskuksen kytkimet-ikkuna.

4.4 Laskentaominaisuudet

Verkkotietojärjestelmän laskentaominaisuuksien käsittelyssä on kerrottu enimmäkseen laskentatyökalujen käytöstä, laskentaparametreista ja laskentaoptioista, sekä niiden muuttamisesta. Laskentaominaisuudet-osiossa ei ole tarkoitus keskittyä Trimble NIS –käsikirjoissakin ilmoitettuihin laskentakaavoihin, jotka jäävät ohjelmiston käyttäjän näkökulmasta laskentatuloksien taakse piiloon. Laskentakaavat perustuvat kuitenkin pitkälti koulutuksessa tuttuihin laskentakaavoihin. Vaikka laskentakaavoja ei ole käyty tarkemmin läpi, oppilaan on kuitenkin tärkeä ymmärtää, mitä kautta ohjelma laskee (Kastemaa, 2016). Tämän vuoksi ohjeessa on oleellista käydä läpi johtoalkioiden ja johto-osien pääeroavaisuudet, koska ohjelma laskee tulokset valitun verkon solmupisteisiin (Suunnitteluinsinööri A, 2016).

Halutun verkon osan valinta ja sen laskeminen valituilla parametreilla ja optioilla on melko yksiselitteistä. Ohjeessa on keskitytty laskentatulosten tutkimiseen, sillä Trimble NIS näyttää laskentatulokset tekstimuotoisena listana, kuten kuvassa 14.

T U L O K S E T P J - J O H T O - O S I L L E																	
Alkusolmun tunnus	Loppusolmun tunnus	Johtolaji	Pit (m)	Etäis (m)	Ik3 (A)	Ik1 (A)	SulA (A)	Sull (A)	Ikmin /In	Aika (s)	H U O M A B C D E F G H I						
L Ä H T Ö : 1117-30																	
VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET																	
2	3	PJ-KISKO	1	1	1078	1382			0.0	999.9	A						H
L Ä H T Ö : 01																	
3	01	AM25	110	111	1078	554	63	63	8.8	0.0							
5	6	AM25	65	176	716	401	63	63	6.4	3.5							G
5	7	4396D7540 MMJ	4	115	716	534	63	63	8.5	0.0							G
6	8	4396B7444 AX25L	13	189	586	378	63	63	6.0	4.4							G
L Ä H T Ö : 02																	
3	02	AM35	79	80	1078	795	50	50	13.9	0.0							
4	9	4396D5566 AM16	28	108	859	594	50	50	11.8	0.0							G
4	10	4396B6406 AM16	58	138	859	465	50	50	9.3	0.0							G
4	11	AM35	83	163	859	535	50	50	10.7	0.0							
11	12	AM16	47	210	695	383	50	50	7.7	0.4							G
11	13	AM25	44	207	695	428	50	50	8.6	0.0							
13	14	4396B5464 AM16	46	253	607	326	50	50	6.5	2.9							G
13	15	4396B5324 AM25	77	284	607	317	50	50	6.3	3.4							G
12	16	4396B5408 MMJ	5	215	559	371	50	50	7.4	0.9							G

Huomautuskoodien selitykset

A - 1. nollausehto ei voimassa	E - Sulake > johdon sallittu oikosulkusuoja
B - 1. nollausehto asiakkaan verkossa	F - Rinnankytketty johto-osuus
C - Epäselektiivinen sulakekoko	G - Liittymisjohto
D - Rinnankytkennän rakennevirhe	H - Liian hidas suojaus
I - Liian pieni liittymän oikosulkuvirta	

Tyhjennä Raportti

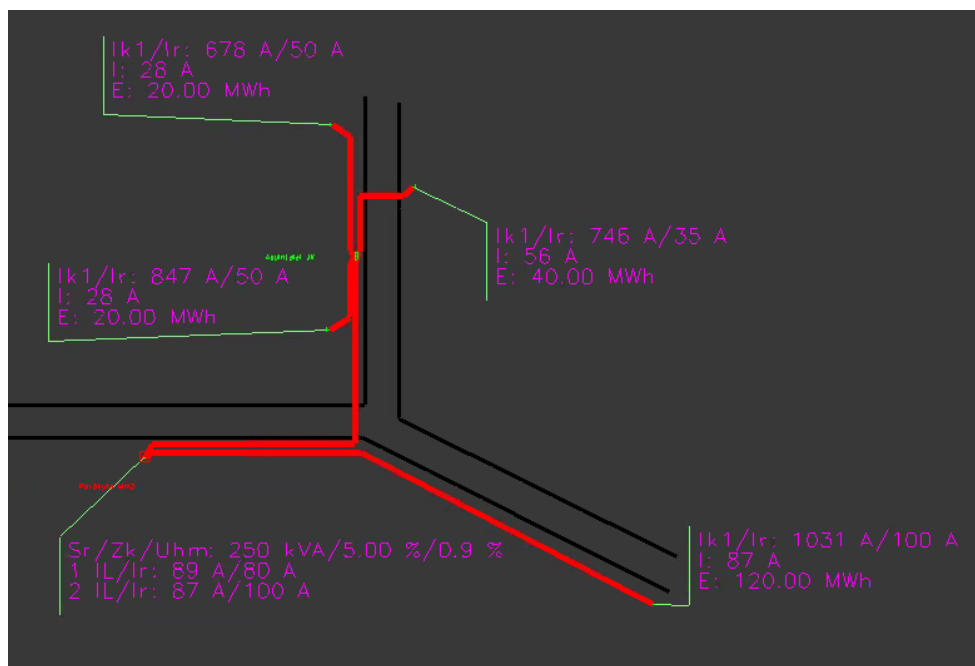
Tulokset Muistista Kohde Ei määritelty

OK Hyväksy Peruuta Ohje

KUVA 14. Trimble NIS –laskennan esimerkkitulokset.

Listaa on aluksi melko vaikea tulkita, joten lukijaa kehoitetaan valitsemaan ensimmäisiä laskentoja varten mahdollisimman yksinkertainen verkon osa, esimerkiksi pieni PJ-muuntopiiri, jossa muuntamolähtöjä olisi mahdollisimman vähän. Tällä tapaa laskentatulokset pysyvät suppeampina ja solmupisteiden kokonaismäärä pysyy vähäisenä, mikä selkeyttää tulosten tarkastelua. Lukijaa kehoitetaan seuraamaan laskentatulosten solmupisteitä, jotta tulokset ikään kuin piirtyisivät samalla kartalle lukijan mielessä. Seuraamisessa auttaa lähtöjen numeroinnin huomioiminen ja johto-osien pituudet, kuten kuvassa 14 on esitetty.

Laskentatulosten luettavuutta voidaan parantaa värittämällä tietyjä osia lasketusta verkosta, kuten muuntamolähdöt PJ-verkossa (Suunnitteluinsinööri C, 2016). Tulosten karttatulostus ja valitun verkon väritys laskentatulosten mukaan on otettu lyhyesti esille ohjeessa. Laskentatulosten karttatulostuksen esimerkki on nähtävissä kuvassa 15. Kartalle tulostuvat laskentatulokset voidaan valita karttatulostuksen asetuksista.

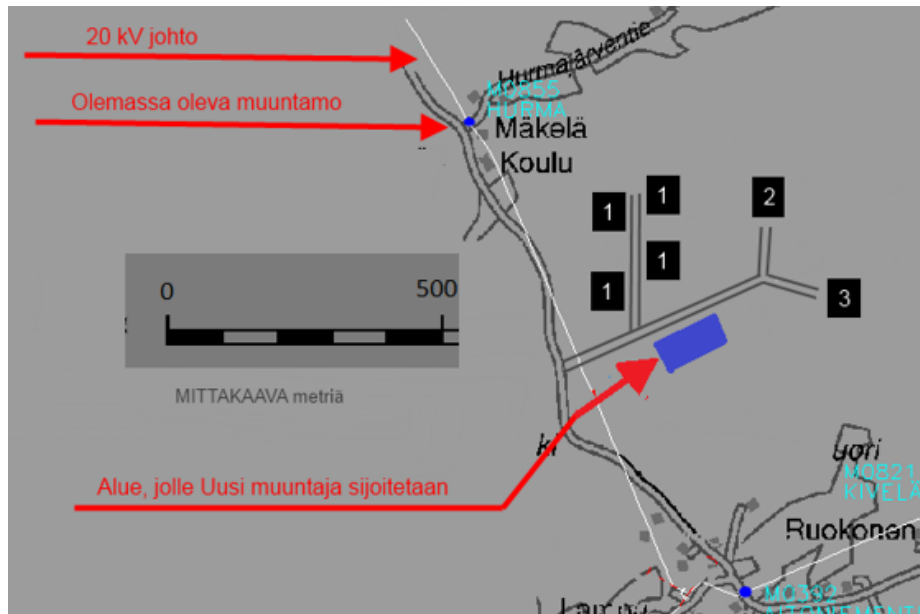


KUVA 15. Esimerkki laskentatulosten karttatulostuksesta.

4.5 Suunnitteluominaisuudet

Trimble NIS –suunnitteluominaisuuksien osio ohjeistukseen rakennettiin jo olemassa olevan harjoitustyön pohjalta, jossa suunnitellaan pieni PJ-muuntopiiri (kuva 16). Harjoitustyön muuntopiirissä on noin 4 omakotitalo- tai paritaloliittymää, teollisuusliittymä ja maatilaliittymä. Liittymien ominaisuuksia on tyypillisesti muokattu vuosikurssien välillä.

Ennen ohjeen rakentamista suurin osa oppilaista teki harjoitustyön laskenta- ja suunnitteluosuudet käsin, ilman suunnitteluohjelmistoa. Harjoitustyö on suoritettu palauttamalla kirjallinen raportti, jossa työn sähkötekniinen mitoittaminen on perusteltu laskennallisesti.



KUVA 16. PJ-muuntopiiriin suunnitteluharjoitus. (Lehtonen, 2016)

Suunnitteluominaisuudet käsitellään ohjeessa PJ-muuntopiirin suunnitteluesimerkin mukaan, missä lukijalle pyritään kertomaan jokainen työvaihe selkeästi havainnollistavia kuvia käyttäen. Suunnitteluesimerkki rakennetaan mahdollisimman selkeäksi ja yksinkertaiseksi maakaapeliverkoksi, ja siinä tulee ottaa huomioon harjoitustyön tulevaisuuden muokattavuus. Esimerkin pitäisi tarjota riittävä pohjustus suunnitteluominaisuuksista, jotta se tarjoaisi perusopastusta myös muun tyyppisten verkkojen suunnittelulle. Osion tarkoituksena on myös parantaa oppilaiden ymmärrystä ohjelmiston suunnittelusovelluksen monipuolisuudesta ja mahdollisuuksista sähköverkkosuunnittelussa. Suunnitteluominaisuuksien ohjeistus on jaettu karkeasti viiteen osaan, jotka ovat huomioidut, piste-mäisten kohteiden lisäys, viivamaisten kohteiden lisäys, kohteiden sähkötekniisten tietojen määrittely ja laskenta.

4.5.1 Esimerkkisuunnitelman huomioidut

Ennen kohteiden lisäystä esimerkkisuunnitelmalle todettiin järkeväksi mainita huomion arvoisia asioita liittyen ohjeistuksen rakenteeseen tästä pisteestä eteenpäin. Esimerkkisuunnitelman ohjeistus noudattaa pitkälti samantyylistä mallia. Siirryttäessä seuraavaan

vaiheeseen, otsikoitu tekstisivu esitetään ensimmäisenä. Tekstisivujen tarkoituksena on kertoa kyseisen kohteen lisäämiseen vaaditut vaiheet kokonaisuudessaan. Tekstisivujen jälkeen esitetään tekstisivulla käsitelyyn asiaan liittyvä havainnollistava kuva. Tekstisivut on pyritty rakentamaan niin selkeiksi, ettei kuvien tarkastelu ole välttämättömyys. Voidaan kuitenkin olettaa, että osa lukijoista kokee ohjeen kuvat tärkeiksi oppimateriaalin selkeyden kannalta. Tässä kohtaa on kerrottu, ettei tekstisivuilla ole mainintaa seuraavan sivun kuvasta.

Huomioihin kirjattiin maininta, että esimerkkisuunnitelman esitysjärjestyksestä voidaan poiketa, jos lukijalle on luontevampaa rakentaa oma harjoitustyönsä eri tavalla. Ohjeistuksen esimerkkisuunnitelma ei noudata minkään aikaisemman tai tulevan kurssin harjoitustyötä, joten maininta esimerkkisuunnitelman irrallisuudesta todelliseen teknis-taloudelliseen verkostosuunnitteluun on perusteltua.

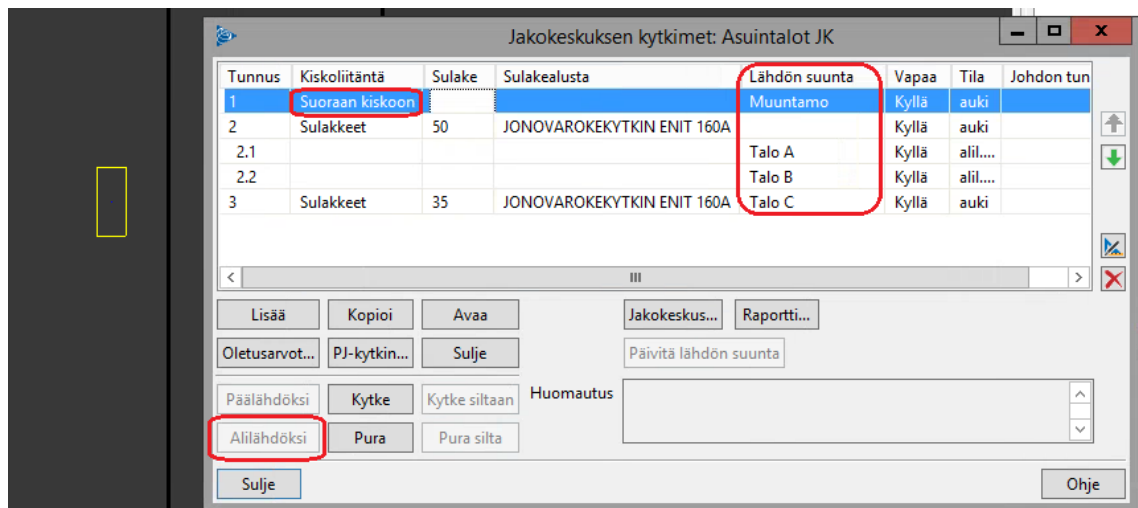
Huomiot-kohtaan lueteltiin myös kohteiden lisäämiseen vaikuttavia tekijöitä, jotka on hyvä ottaa esille ennen kohteiden lisäämisen aloitusta. Näihin kuuluivat esimerkiksi lisäämisen jatkuvuus ja undo-ominaisuus. Lisäksi tallentamisesta on mainittu, koska ohjelmassa ei ole automaattitallennusta. Tallentaminen on alkuun tärkeää, koska esimerkiksi tietokannan uudelleenlatauksessa tallentamaton suunnitelma katoaa. Ohjelma kertoo käyttäjälle, että tallentamattomat tiedot menetetään, mutta ohjelmiston uusi käyttäjä voi silti unohtaa suunnitelmansa tallentamisen.

4.5.2 Pistemäisten kohteiden lisääminen

Ohjeistuksessa pistemäisten kohteiden lisäykset on käyty läpi tarkemmin, kohde kerrallaan. Pistemäisiä kohteita esimerkkisuunnitelmassa ovat muuntamo, muuntamon sisäiset komponentit, jakokaapit ja liittymät. Kohteet käsitellään samassa järjestyksessä, jossa muuntamo sijoitetaan ensin. Muuntamoon päädyttiin lisäämään Tampereen Sähkölaitoksen master-tietokantaan tallennettu oletuskaavio, koska se tuo samalla esille verkkoyhtiöiden käyttämät mallikirjastot. Ohjeessa on maininta, että oppilas voi vaihtoehtoisesti halutessaan kopioida valmiin muuntamon master-tietokannasta omalle suunnitelmalle. Lisäksi esimerkissä ei ole vielä tässä vaiheessa määritelty muuntamon sähkötekniisiä tietoja tai liittymien kulutustietoja. Esimerkin suoritusjärjestys todettiin selkeämmäksi, jos

aluksi keskitytään kohteiden lisäämiseen suunnitelmalle. Kun lukijalla on visuaalinen käsitys oman harjoitustyönsä verkosta ja tietotaitoa muuttaa rakentamaansa verkkoa, voidaan sähkötekniset arvot määrittää.

Muuntamon PJ-keskuksen ja jakokaappien kytkinlaitteiden määrittelyyn kiinnitettiin erityisen paljon huomiota. Lähtöjen määrittely voi olla ensimmäistä kertaa hieman sekavaa, varsinkin kun lähtöihin ei ole liitetty vielä mitään. Esimerkkisuunnitelmaan on lisätty alilähtöjä jakokaapille, koska todellisessa verkossa alilähtöjä ilmenee paljon. Oppilasta on myös kehoitettu merkitsemään lähdön suunnat tarkasti ja kiinnittämään huomiota kiskoliitännän tyyppiin (kuva 17).

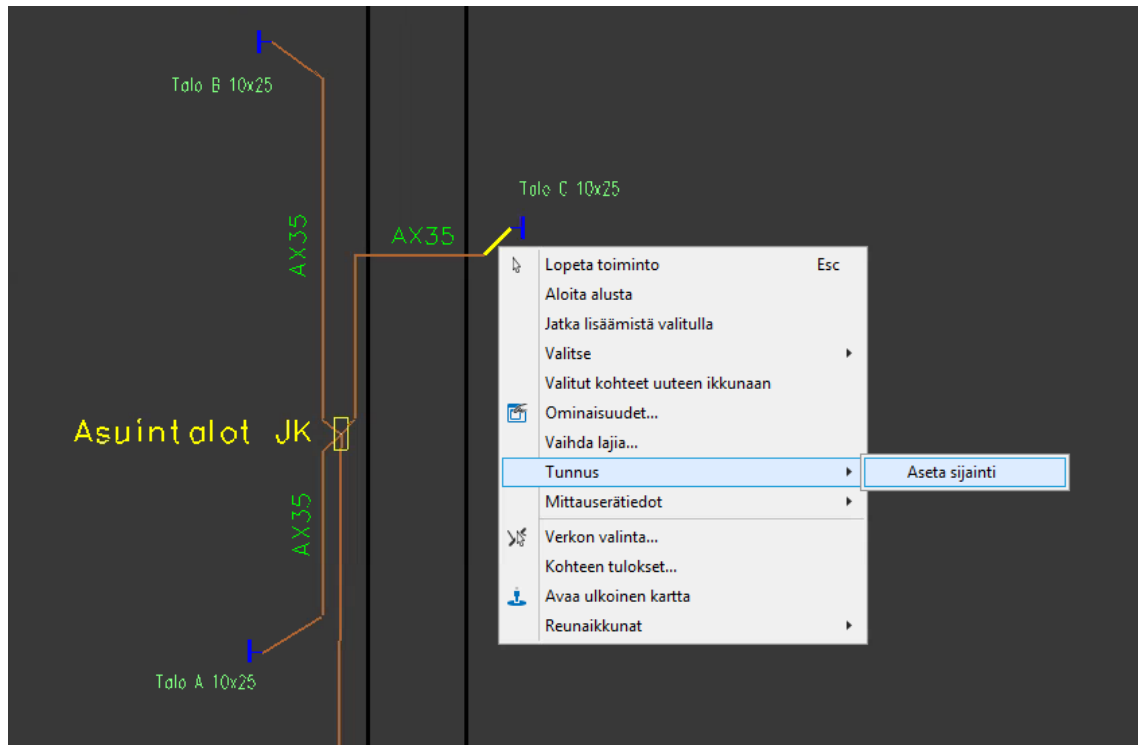


KUVA 17. Esimerkkisuunnitelman jakokaapin kytkinlaitteiden määrittely.

4.5.3 Viivamaisten kohteiden lisääminen

Kun lukijaa on ohjeistettu pistemäisten kohteiden lisäämisessä, viivamaisen kohteet eli johtoalkiot ja johto-osat voidaan lisätä suunnitelmalle. Tässä kohtaa oletetaan, että oppilaan suunnitelmalla pistemäiset kohteet on lisätty suunnitelma-alueelle ja ne ovat niille määritellyillä paikoilla. Johtoalkioiden liittämiseksi pistemäisiin kohteisiin auttaa ohjelman snap-tyylinen toiminto, joka kohdistaa pistemäisten kohteiden päätepisteen hiiren kursoriin, kun kursori viedään tarpeeksi lähelle pistemäistä kohdetta. Ohjeessa on maininta, että ainakin muuntamon PJ-keskukseen johtoalkion lisääminen kannattaa suorittaa tarpeeksi läheltä symbolia, jotta hiiren kursori lukkiutuu oikeaan kohtaan (Siivonen,

2016). Esimerkiksi jakokaapille kursorin lukitseminen sen keskipisteeseen on helpompaa. Johtoalkioiden lisäämisen jälkeen ohjeessa on mainittu pistemäisten ja viivamaisten kohteiden tunnusten lisäämisestä suunnitelmalle (kuva 18). Tunnukset kertovat esimerkiksi johtoalkion johtotyyppin tai jakokaapin nimen. Tunnusten sijoittaminen suunnitelmalle auttaa oppilasta hahmottamaan suunniteltua verkkoa (Suunnitteluinsinööri C, 2016).



KUVA 18. Lisättyjen kohteiden tunnusten sijoittaminen suunnitelmalle.

Ennen johtoalkioiden liittämistä jakokaapin ja muuntamon PJ-keskuksen lähtöihin, solmupisteiden välille tulee rakentaa johto-osat. Johto-osien rakentaminen koko PJ-verkkoon käy yhden painikkeen kautta, mutta johto-osat piirtyvät PJ-verkkojen master-tietokannalle näkymättöminä. Tämän takia lukijaa kehoitetaan tarkkailemaan viestit-kenttää ja vaihtamaan KJ-verkon master-tietokanta hetkittäisesti päälle, jotta johto-osat tulevat näkyviin. Johto-osien rakentamisen jälkeen johtoalkiot voidaan kytkeä kytkinlaitteille. (Siivonen, 2016.)

4.5.4 Sähkötekniisten tietojen määrittely

Sähkötekniiset ominaisuudet tulee täyttää ainakin muuntajakoneelle ja liittymille. Jakelumuuntajalle tiedoiksi riittää koneen kilpitiedot, jotka oppilas täyttää itse harjoitustyöhön mitoitettun muuntajakoneen tiedoilla (Suunnitteluinsinööri B, 2016). Oppilaalle annetaan perusohjeistus sähkötekniisten tietojen määrittelyyn, mutta ohjeessa ei oteta kantaa todellisiin arvoihin. Ohjeistuksen tulee olla yleispätevä, vaikka harjoitustyön rakenne muuttuisikin tulevaisuudessa.

Liittymät tulee määrittellä kulutuspisteiksi ennen laskentaan siirtymistä. Käytännössä verkkoon siis lisätään kuormitusta liittymien kulutuksen muodossa. Kulutustietojen määrittämisessä noudatetaan samaa kaavaa kuin muuntajakoneen määrittelyssä. Oppilas määrittelee kulutustiedot itse harjoitustyön lähtötietojen pohjalta, ohjeistuksessa kerrotaan vain perustiedot kulutuspisteiden määrittelystä.

Ennen laskentaosioon siirtymistä lajien vaihtaminen on otettu lyhyesti esille. Pistemäisten ja viivamaisten kohteiden lajia voi vaihtaa lisäämättä kohteita suunnitelmalle uudelleen. Lajien vaihtaminen on erityisen hyödyllinen ominaisuus, kun laskentatulosten perusteella vaihdetaan esimerkiksi koko solmupisteiden välinen johtoalkio johtotyypistä toiseen (Suunnitteluinsinööri D, 2016). Muuntaja- tai sulakearvoja voidaan muuttaa suoraan jakokeskuksien ominaisuuksista.

4.5.5 Esimerkkisuunnitelman laskenta

Laskentaominaisuudet on käyty ohjeessa läpi aikaisemmin, joten verkon valinnasta ja laskennan suorittamisesta ei ole tässä kohtaa ohjetta mainintaa. Sen sijaan oppilasta muistutetaan laskennan optioista ja parametreista. Oppilaan oman harjoitustyön laskentatulosten tulkinnassa keskitytään eri osiin kuin master-tietokannan laskentatulosten tarkastelussa. Oman suunnitelman laskentatuloksissa on tärkeää ymmärtää huomiot-kentässä mainitut asiat eri solmupisteistä, koska niiden perusteella verkkoa tulee muokata sähkötekniisiltä arvoiltaan. Esimerkkisuunnitelma suunniteltiin tarkoituksella siten, että huomautuksia solmupisteistä kertyisi esimerkin laskentatuloksiin (kuva 19). Lisäksi laskentatuloksista on nähtävissä, että verkon liittymien ja lähtöjen tunnuksien määrittelystä on

hyötyä, koska lähtöjen numerot ja liittymien tunnuksset ovat laskentatuloksissa näkyvissä (Siivonen, 2016).

T U L O K S E T P J - J O H T O - O S I L L E																				
Alkusolmun tunnus	Loppusolmun tunnus	Johtolaji	Pit (m)	Etäis (m)	K U O R M I T U S					J Ä N N I T E			H U O M							
					Sulake (A)	I K-aste (A)	Ph (%)	Aika (kW/km)	U (V)	Uh (%)	Aika (€/10kW)	Unk	A	B	C	D	E	F	G	H
L Ä H T Ö : M01_Harj																				
VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET																				
2	3	PJ-KISKO	1	1	153	15	0.0	436	233	0.9	436	0.1								
L Ä H T Ö : 1																				
3	1	1	AX120	249	250	80	89	32	3.2	335	227	3.3	335	0.6	A					
5	3	6	Talo C	AX35	72	322	25	56	43	4.0	335	225	4.3	335	1.1	A	B		G	
5	2.1	7	Talo A	AX35	53	303	25	28	22	1.0	335	227	3.6	335	0.9	B			G	
5	2.2	8	Talo B	AX35	88	338	25	28	22	1.0	335	226	3.8	335	1.2	B			G	
L Ä H T Ö : 2																				
3	2	4	Maatila	AX120	336	337	80	87	31	3.0	436	225	4.1	436	0.8	B			G	
Huomautuskoodien selitykset																				
A - I > verkon sulake				E - Sulake > johdon sallittu ylikuormitussuoja																
B - I > liittymän sulake				F - Rinnankytketty johto-osuus																
C - Epäselektiivinen sulakekoko				G - Liittymisjohto																
D - Rinnankytkennän rakennevirhe				H - I > taloudellinen rajavirta																

KUVA 19. Otanta esimerkkisuunnitelman laskentatuloksista.

4.5.6 Esimerkkisuunnitelman yhteenveto

Esimerkkisuunnitelman seuraaminen antaa lukijalle valmiudet suorittaa kurssin suunnitteluharjoitustyö verkkotietojärjestelmän suunnittelutyökalujen avulla, jos harjoitustyön ennako-ohjeistus pysyy samantyyppisenä. Harjoitustyön suorittamisen pääpointtina on tutustua ohjelmiston suunnitteluominaisuuksiin ja näyttää oppilaalle, kuinka tehokasta verkkotietojärjestelmällä suunnittelu voi olla näinkin yksinkertaisessa harjoituksessa. Lisäksi suunnitteluharjoitustyön suorittaminen parantaa käsitystä siitä, miksi verkkotietojärjestelmä on niin keskeinen osa sähköverkkoyhtiön toimintaa.

Tulevaisuudessa suunnitteluharjoituksen tulokset palautettaisiin kirjallisena raporttina vastaavantyyppisesti kuin tällä hetkellä. Vaihtoehtoisesti aiemmin mainitut kuormitustekijät huomioon ottaen nykyistä harjoitustyötä voitaisiin supistaa niin, että kirjallinen raportti koskisi vain oppilaiden tekemää suunnitteluharjoitusta verkkotietojärjestelmällä. Jos kirjallinen raportti todetaan jatkossa liian kuormittavaksi tekijäksi, oppilaat voisivat suorittaa suunnitteluharjoituksen pelkästään verkkotietojärjestelmän avulla annettujen lähtötietojen perusteella. Ryhmät voisivat esimerkiksi varata suunnitteluharjoituksen esitykselle ajan, jolloin oppilaat perustelisivat suunnitelmansa vaiheet ja sähköteknisen mitoituksen kurssin opettajalle.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Tässä luvussa arvioidaan opinnäytetyön tuloksena syntyneen ohjeistuksen onnistumista ja siihen liittyviä kehitysehdotuksia. Lisäksi luvussa käsitellään asiantuntijahaastattelujen pohjalta sähkövoimatekniikan koulutuksen tulevaisuuden kehityskohteita.

5.1 Kurssiohjeistus

Opinnäytetyön tuloksena syntyi ohjeistus, joka täytti sille asetetut rakenteelliset tavoitteet. Ohjeistuksen kohderyhmän lähtötaso on otettu hyvin huomioon, ja ohjeen käsittelyjärjestys noudattaa loogista kaavaa kurssin suorittamisen kannalta. Ohjeistus esittää lukijalle oleelliset perusasiat, olematta kuitenkaan liian syvälinen tai suppea kurssirakenteen ja oppimistavoitteiden näkökulmasta. Ohjeistuksen rakenteessa huomioitiin tulevaisuuden muutokset riittävästi. Asiantuntijahaastatteluita hyödynnettiin ohjeessa käsiteltävien aiheiden valinnassa tarpeeksi laajasti.

Opinnäytetyön todelliset tulokset näkyvät vasta siinä vaiheessa, jos kurssiohjeistus otetaan seuraavalle vuosikurssille käyttöön. Tuloksien pohdinta hankaloituu, koska ohjeistuksen arvoa opetuksen tukena on vaikea arvioida. Vertailudataa ennen ohjeistusta ja ohjeistuksen jälkeen ei ole olemassa ja sitä on miltei mahdotonta kerätä. Ohjeen kehitysuuntaa on vaikea ennustaa, mutta käyttäjäpalaute ohjeistuksesta tulee olemaan tulevaisuudessa erittäin tärkeää.

5.2 Koulutuksen kehityskohteet

Koulutukseen tulisi ottaa mukaan enemmän yhteistyötä sähköverkkotoimintaan kytkeytyneiden yritysten kanssa. On vaikea arvioida, millaisella asenteella yritysten edustajat esimerkiksi tulisivat koululle esittelemään yrityksen toimintaa. Pointtina olisi kuitenkin se, että oppilaat oppisivat ymmärtämään mahdollisimman monen työelämän toimijan näkökulmasta sähköverkkoyhtiöiden projektien sisältöä, varsinkin nykyisten ja tulevien maakaapeliprojektien osalta. Yritysesittelyt auttaisivat opiskelijoita myös verkostoitumisessa, koska heille kehittyisi parempi kuva verkkoyhtiöiden kumppaniverkostoista, jos

yritysesittelyitä olisi enemmän. Samalla alan eri toimijoiden työtehtävät ja vastuut tulisivat oppilaille ja opettajille selvemiksi.

Asiantuntijahaastatteluissa (liite 1) ilmeni myös useita sähkövoimatekniikan koulutusalan kehityskohteita. Kehitysehdotukset on kerätty Tampereen ammattikorkeakoulusta valmistuneilta henkilöiltä, jotka ovat siirtyneet koulutusta vastaaviin työtehtäviin. Kaikki haastateltavat toimivat sähköverkon suunnittelun tehtävissä sähköverkkoyhtiöissä, pääurakoitsijoilla tai pienemmissä suunnittelutoimistoissa. Tässä kohtaa tuleekin ottaa huomioon, että kehitysehdotukset ovat sähköverkkoalalle työllistyneiden henkilöiden henkilökohtaisia mielipiteitä. Kehitysehdotuksia pidetään kuitenkin erittäin tärkeinä, koska koulutuksen mukautuminen työelämän tarpeisiin on tulevaisuuden insinöörikoulutuksessa olennaista.

Yleisimpänä kehityskohtana esitettiin maakaapelointihankkeiden kokonaisvaltaista projektiopetusta. Tällä tarkoitetaan mallia, jossa käytäisiin maakaapelointiprojektien keskeiset vaiheet läpi tarkemmin. Vaihtoehtoisesti ainakin maastosuunnittelun vaiheesta tulisi opettaa. Sopimusosoikeuden ja yritystalouden kurssit eivät valmenna insinöörejä tällä hetkellä alakohtaisesti, mutta tulevaisuudessa kyseiset kurssit voitaisiin suorittaa enemmän omalla alalla tarvittavan tiedon kannalta. Maastosuunnitteluun liityvien lupa-asioiden käsittelyä toivottiin koulutukseen, koska moni oli työllistyessään törmännyt niihin ensimmäistä kertaa, ja oppiminen tuli aloittaa nollassa. Myös yleistä talousajattelua kaivattiin koulutukseen, esimerkiksi kuinka sähköverkkoyhtiöiden talous pyörii ja kuinka sitä valvotaan, koska luonnollinen monopoli on melko harvinainen käytäntö. Suuri osa valmistuvista sähkövoimatekniikan insinööreistä työllistyy sähköverkkoalalle, ja se tarkoittaa nykypäivänä usein maakaapelointia jossain muodossa.

Toinen yleinen kehityskohde koski verkkotietojärjestelmän opetusta koulutuksen osana. Useita ehdotuksia pienestä suunnitteluharjoitustyöstä mainittiin, mutta myös järjestelmän opetusmallin uudistamista ehdotettiin. Perusideana oli, että verkkotietojärjestelmistä pidettäisiin oppilaille 4-8 tunnin peruskoulutus ennen verkkotietojärjestelmän käyttöä. Kouluttajina toimisivat samat tahot kuin verkkoyhtiöille ja suunnittelutoimistoille. Toisena ideana oli, että suunnittelutoimistosta palkattaisiin verkostosuunnittelijan tai projektipäällikön asemassa oleva henkilö kertomaan, mihin he verkkotietojärjestelmää työssään käyttävät sekä kertomaan sen tärkeimmistä ominaisuuksista. Yhteistyötä tulisi joka tapauksessa lisätä koulutuslaitoksen ja työelämän välillä.

LÄHTEET

Caruna. 2015. Caruna investoi 150 miljoonaa sähköverkkoonsa parantaakseen sähkön toimitusvarmuutta. Luettu 27.4.2016.

<https://www.caruna.fi/ajankohtaista/caruna-investoi-jopa-150-miljoonaa-2015-sahkoverkkoonsa-parantaakseen-sahkon>

Elenia. 2016. Elenia investoi säävarmaan sähköverkkoon 115 miljoonaa euroa vuonna 2016. Luettu 27.4.2016.

<http://www.elenia.fi/uutiset/elenia-investoi-s%C3%A4%C3%A4varmaan-s%C3%A4hk%C3%B6verkkoon-115-miljoonaa-euroa-vuonna-2016>

Finlex. 2013. Sähkömarkkinalaki. Luettu 27.4.2016

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130588>

Gerako. 2016. Referenssikohteet. Luettu 28.4.2016.

<http://www.gerako.fi/referenssit.html>

Kastemaa, P. suunnitteluinsinööri. Haastattelu 12.5.2016. Tampereen Sähkölaitos Oy. Tampere

Lakervi E. & Partanen J. 2008. Sähkönjakelutekniikka. Helsinki: Otatieto.

Lehtonen, J. 2016. Sähköverkkojen suunnittelu. Harjoitustyö 1 ohjeistus. Kurssimateriaali.

Sihvonen, S. 2015. Kytöntäsuunnittelun kuvaus ja kehittäminen. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Siivonen, J. suunnitteluinsinööri. Haastattelu 13.5.2016. Elenia Oy. Tampere.

Suunnitteluinsinööri A. 2016. Haastattelu 10.5.2016. Pirkan suunnittelu Oy. Ylöjärvi.

Suunnitteluinsinööri B. 2016. Haastattelu 11.5.2016. Pirkan suunnittelu Oy. Ylöjärvi.

Suunnitteluinsinööri C. 2016. Haastattelu 11.5.2016. Relacom Oy. Tampere.

Suunnitteluinsinööri D. 2016. Haastattelu 11.5.2016. Vertek Oy. Orivesi.

TAMK. 2016. Opinto-opas. Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutuksen opetussuunnitelma. Luettu 31.5.2016.

<http://opinto-opas-ops.tamk.fi/index.php/fi/167/fi/49582>

Trimble. 2015. Caruna vastaa kasvaviin vaatimuksiin. Luettu 28.4.2016.

<http://utilities.trimble.fi/ennakoinnilla-saumlhkoumlverkon-toimitusvarmuutta.html>

Trimble. 2016. Trimble NIS. Luettu 29.4.2016.

<http://utilities.trimble.fi/trimble-nis-saumlhkoumlverkoille.html>

Trimble. 2016. Trimble NIS käyttäjän käsikirja. Versio 15.2. Tekla Corporation.

Webopas. 2012. Mikä on SaaS? Luettu 28.4.2016. <http://www.webopas.net/saas.html>

Vuolle, J. 2016. projektipäällikkö. Haastattelu 25.4.2016. Despro Oy. Tampere.

LIITTEET

Liite 1. Asiantuntijahaastattelut.

1(9)

1. Mikä on ollut teille tyypillinen suunnitteluprojekti Trimble NIS:n käyttönäkökulmasta? Tehdäänkö sähköinen suunnittelu teidän päässä vai siirrytkö projekti suoraan maastosuunnitteluun?

Despro Oy, Projektipäällikkö Janne Vuolle:

Riippuu pitkälti asiakkaasta, meidän tapauksessa puhutaan kahdesta suuresta verkkoyhtiöstä.

Toinen verkkoyhtiö A on pitkälti tehnyt sähköisen suunnittelun verkkotietojärjestelmään perustettuun suunnitelmaan, johon on piirretty valmiiksi liittymät, jakokaapit, muuntamot, johtoreitit sekä muut, ja työ tulee Desproille valmiina maastosuunnittelua varten, jolloin Desprolla katsotaan maastoreitit. Verkkoyhtiö ei ole kuitenkaan käynyt maastossa katsomassa reittejä, jolloin kaapelit on usein piirretty teiden varsille suuntaa antaviksi maastosuunnittelua varten.

Verkkoyhtiö B piirtää valmiiksi KJ-kaapelit ja muuntamot, mutta ei tee sähköistä suunnittelua kohteelle, jolloin sähköinen suunnittelu jää suunnittelutoimiston tehtäväksi ennen maastosuunnittelun vaihetta. Kyseessä on raakaversio, jolloin NIS:iin on piirretty lähinnä suuntaa antavia viivoja johtoyhteyksistä. Esimerkiksi muuntamon A lähtö B menee tähän suuntaan, mutta mitään tarkkoja johtoreittejä ei olla piirretty järjestelmään. Verkkoyhtiö on kuitenkin usein poistanut suunnitelmalta vanhat pylväsmuuntamot ja ilmalinjat valmiiksi puistomuuntamoiden tieltä.

Pirkan Suunnittelu Oy, Suunnitteluinsinööri A:

Tällä hetkellä teemme KJ-puolen maastosuunnittelua. Yrityksessä valtaosa suunnittelijoista on nimenomaan maastosuunnittelijoita. Teemme myös sähköistä suunnittelua, mutta asiakkaista johtuen projektit tulevat yritykselle yleensä maastosuunnittelua varten. Carunan työmaita on paljon, jolloin sähkösuunnittelu tulee joko suoraan Carunalta tai välikäden kautta. Caruna tekee enemmän pelkkiä KJ-linjoja, suuremman PJ-projektit ovat vasta tulossa. Elenia tekee samalla pitkälti molemmat jännitetason verkot yhdelle alueelle.

Pirkan Suunnittelu Oy, Suunnitteluinsinööri B:

Meillä on pari työntekijää, jotka tekevät enemmän sähkösuunnittelua. Muutamia maastosuunnittelijoita, maastosuunnittelu vie kuitenkin enemmän aikaa. Itsekin teen pienempiä sähkösuunnittelun osia. Elenialla omat sähkösuunnittelijat, ja tulee maastosuunnitteluun aikalailla suoraan, ainakin isompien kohteiden kohdalla. Carunalla enemmän raakamalleja, jolloin sähkösuunnittelu jää usein pääurakoitsijan vastuulle.

Relacom Oy, Suunnitteluinsinööri C:

Maastosuunnittelua ja sähkösuunnittelua. Olen sähköliittymien suunnittelun ja vikata-pauksien puolella töissä, raamialueet ovat erikseen. Käytän Trimble NIS-järjestelmää päivittäin. Suunnittelen pienempiä uusia sähköliittymiä alusta loppuun. Pääosin melko asiakaslähtöisissä töissä.

Vertek Oy, Suunnitteluinsinööri D:

Käytännössä olen itse tehnyt lähinnä Elenian työmaita. Elenia hoitaa omalla porukalla sähkösuunnittelun suurempiin projekteihin, jotka ovat usein keski- ja pienjännitepuolen maakaapelointia. Olen suunnitellut liittymätöitä joihin tulee yksittäisiä muuntamoita. Lisäksi tulevaisuuden strategista suunnitelmaa tehdään samalla jatkuvasti. Meidän päässä tehdään pääsääntöisesti maastosuunnittelua. Pienempien kohteiden sähkösuunnittelut tehdään myös meillä. Sähkösuunnitelmalla luodaan lähinnä raamit maastosuunnittelulle. Vertekillä yleisesti Caruna ja Rauman Energia ovat suurimmat asiakkaat liikevaihdon näkökulmasta rannikon alueella. TSV ja Rauman Energia taitavat rakentaa vielä paikoittain ilmalinjaa, koska taajama-alueella ja pienemmillä verkkoalueilla toimitusvarmuus on jo tällä hetkellä melko hyvä.

Tampereen Sähkölaitos Oy, Suunnitteluinsinööri Paavo Kastemaa:

Trimble NIS on yksi meidän tärkeimpiä työkaluja sähköisessä perussuunnittelussa. Teiskon maakaapelointia keskijänniteverkon osalta tullaan tekemään tulevina vuosina kasvavissa määrin. Tällä hetkellä Vera ja Eltel tekevät pitkälti maastosuunnittelua, sähköinen suunnittelu tapahtuu usein verkkoyhtiön päässä.

Elenia Oy, Suunnitteluinsinööri Joonas Siivonen:

Elenialla tehdään verkonsuunnittelun tiimissä pelkkä sähköinen suunnittelu, jonka jälkeen se lähtee määrätulle urakoitsijalle riippuen projektin tyypistä ja kokoluokasta. Urakoitsijat ja muut yhteistyökumppanit hoitavat maastosuunnittelun. Elenia ei tee oikeastaan ikinä maastosuunnitteluun liittyviä töitä. On muutenkin luontevampaa, että itse työmaata lähempänä oleva taho hoitaa maastosuunnittelua tai tarvittaessa palkkaa alihankkijan tekemään suunnittelun.

2. Kuuluuko PJ-suunnittelu projekteihin?**Despro Oy, Projektipäällikkö Janne Vuolle:**

Kyllä, tällä hetkellä ei vielä ihan hirveästi saneerata PJ-ilmaverkkoa, vaan suurin osa projekteista on keskijännitepuolen maakaapelointia, jossa on samassa projektissa useampia muuntamoita.

Pirkan Suunnittelu Oy, Suunnitteluinsinööri A:

Elenialla usein kyllä, Caruna tekee enemmän pelkkää KJ-verkkoa.

Pirkan Suunnittelu Oy, Suunnitteluinsinööri B:

Carunan projekteja tällä hetkellä enemmän, koska investoinnit maakaapelointiin kasvovat huomattavasti. Caruna tekee vähemmän PJ-verkkoa kuin Elenia. Ennen meillä oli enemmän Elenian työmaita, nykyään enemmän Carunaa.

Vertek Oy, Suunnitteluinsinööri D:

Caruna kaapeloi tällä hetkellä lähinnä lähinnä 20 kV:n keskijänniteverkkoa, jolloin muuntamot pyritään rakentamaan vanhojen läheisyyteen. Toimitusvarmuutta saadaan parannettua suurilla määrillä mahdollisimman nopeasti ja tehokkaasti. Toki jos Carunallakin saadaan samaan ojaan kaivettua suurilla määrillä pienjännitekaapeleita, voidaan PJ-puolen maakaapelointikin mieltää järkeväksi kokonaisprojektiin.

Tampereen Sähkölaitos Oy, Suunnitteluinsinööri Paavo Kastemaa:

Pienjännitekaapelointi tehdään tilanteen salliessa samaan ojaan KJ-kaapeloinnin kanssa, mutta PJ-haaroja ei olla tyypillisesti lähdetty kaapeloidaan haja-asutusalueella. Kaupunkialueella katusaneerausten yhteydessä uusitaan kaikki vanhat johdot.

Elenia Oy, Suunnitteluinsinööri Joonas Siivonen:

Riippuu pitkälti projektityypistä, rakennetaanko uutta vai tehdäänkö vanhan verkon saneerausta. Usein uudiskohteet kaapeloidaan aina, vanhemman verkon saneerauksessa riippuu kohteesta, vaikka pääosin pyritäänkin toimitusvarmuuteen vedoten maakaapeloidaan mahdollisimman paljon verkkoa. Meillä tehdään enemmän PJ-verkon kaapelointia kuin esimerkiksi Carunalla tällä hetkellä. Parempi hoitaa samalla PJ- ja KJ- verkkoa, ettei jouduta samoilla mailla kaivamaan montaa kertaa tulevana vuosina. Maanomistajille on myös helpompi ”myydä” KJ-kaapelointia tonttien läpi kun PJ-kaapelit vedetään samalla.

3. Mitä lähtisit ensimmäisenä opettamaan ihmiselle, joka ei ole käyttänyt ohjelmistoa aikaisemmin? Pidätkö tärkeimpinä asioina ohjelman yleistä käytettävyyttä kuten visualisointiasetuksia vai luettavuutta ja symbolipohjan opettelua?

Despro Oy, Projektipäällikkö Janne Vuolle:

Hieman molempia, yleisiä ominaisuuksia jotka helpottavat ohjelman käyttöä, lähinnä kuinka niitä käytetään ja miksi / miten niitä kannattaa käyttää ja täytyy käyttää. Esim. korostusasetukset.

Sitten ihan symboliikkaa, minkälainen on puistomuuntamo, pylväsmuuntamo, jakokaappi ja liittymät. Mitä tietoja nähdään ja mitä täytetään. Askel kerrallaan eteenpäin, työn kautta kannattaa opettaa pienten kohteiden kautta. Kuitenkin kannattaa lähteä liikelle symboliikan ja perusasetuksien kautta.

Pirkan Suunnittelu Oy, Suunnitteluinsinööri A:

Oikeastaan tiesin vain miltä Trimble NIS näyttää töiden aloittamisen aikaan. Johto-osan ja –alkion erottaminen tärkeä asia, koska se sekoittaa uusia käyttäjiä kun verkkoa yrittää lukea.

Pirkan Suunnittelu Oy, Suunnitteluinsinööri B:

Lähdin aikoinaan Empowerilla tekemään loppudokumentointia maakaapeleiden paikantamisen merkeissä. Tai siitä siis aloitettiin. Pirkan Suunnittelussa on ollut enemmän ”puhdasta” suunnittelua. Dokumentointi on aikaavievää hommaa, josta on hyvä aloittaa. Samalla Pirkan Suunnittelussa laajensin pikkuhiljaa pieniin suunnittelutöihin, jonka jälkeen projektien koot alkoivat oman osaamisen mukaan kasvamaan.

Lähtisin näyttämään kaapelien siirtämistä paikannetulle reitille, koska meidän firmassa uudet henkilöt ovat lähteneet näitä hommia tekemään. Kaapelit tulee olla paikannettu puolen metrin tarkkuuteen ja johto-alkiot siirretään oikeille reiteilleen alkuperäisestä suunnitelmasta. Maankäyttösopimusten aktivointi CPP-reitille suunnitteluvaiheessa ja sopimus siirretään paikannetulle reitille ennen loppudokumentaatiota. Komponenteille päivitellään päivämäärätietoja, jotka vievät useita päiviä aikaa.

Esimerkiksi muuntajakoneesta kuvataan valokuvalla kilpitiedot ja sen perusteella täytetään järjestelmään. Lisäksi suunnitelman tarkastus kertoo virheelliset kohteet tai jos oleellista tietoa joltain komponentilta puuttuu. Verkkoyhtiöillä on hieman erilaisia suunnittelun tukityökaluja, mutta ainakin tarkastustyökalut toimivat pitkälti samalla periaatteella. Lähtötaso on ollut aloittavilla henkilöillä usein melko lähellä nollaa. Nippelitietoa kertyy pikkuhiljaa vuosien varrella. Pienessä toimistossa on hyvät puolensa, koska jokainen tietää jotakin ja koko yrityksen paletti pysyy tiukasti kasassa. Suuremmassa organisaatiossa tietoa joutuu etsimään kauempaa.

Relacom Oy, Suunnitteluinsinööri C:

Mielestäni oppilas tulisi päästää suoraan koneelle tutkimaan ohjelmaa ja lähtisin näyttämään olemassa olevaa verkkoa, josta tulisi ilmi esimerkiksi lomakkeiden määrä, eli että kaiken takana on suuria tietomääriä. Kyse on kuitenkin verkkotietojärjestelmästä, johon suuret yritykset ovat pyrkineet keräämään mahdollisimman paljon tietoa samaan paikkaan.

Meillä verkostoasentajat suorittavat pieniä osia loppudokumentoinnista. Heillä dokumentointi alkoi onnistumaan luettuaan 20-sivuisen pikaohjeen kyseiseen työnkuvaan, joten käytännössä pienelläkin määrällä informaatiota pääsee yllättävän hyvin alkuun. Osan ja alkion erottaminen on tärkeä käydä alkuun läpi, koska saattaa sekoittaa ohjelman käyttöä paljon. Alkioreittiä piirretään ja johto-osa muodostuu kiintopisteiden välille. Caruna haluaa kaiken informaation johto-osille ja -alkioille, kun taas Elenialle riittää pelkät perustiedot johto-osille, jotta laskenta onnistuu.

Lisäksi ihan perusasiat kuten ohjelman avaaminen, yleinen käytettävyys sekä suunnitelman valitsemiset. Luku vai muokkaustilat, suurennus/loitonustyökalut, masterit ja suunnitelmat. Reunaikkunat myös tärkeitä, koska nopeuttavat käyttöä. Lisäksi taustakartat, koska verkkoyhtiöillä erilaiset pohjat. Asetukset, kuten ”salli kohteiden siirto”, ”salli kohteiden kierto” sekä ”siirrä liittyviä kohteita”, miten toimivat ja koska käytetään.

Vertek Oy, Suunnitteluinsinööri D:

Aloitin kurssilla luomalla uuden suunnitelman, ja tein kurssin PJ-muuntopiirin harjoitustyön suunnitelmalle. Kopioin muuntamon ja kytkin 20 kV puolen kiinni. Voisi tehdä myös valmiista muuntamosta pari uutta lähtöä. Yritin selostaa ohjelman käyttöä samalla kun näytin piirto-ominaisuuksia. Tärkeinä asioina käyttöä helpottavat asiat, kuten näkyvyys- ja valittavuusikkunat, sekä ”siirrä liittyviä kohteita”-valinta.

Tampereen Sähkölaitos Oy, Suunnitteluinsinööri Paavo Kastemaa:

Joka tapauksessa työtehtäviin joudutaan kouluttamaan pitkälti puhtaalta pohjalta kädestä pitäen, kukaan ei ole koulutuksien jälkeen valmis ohjelmiston käyttäjä. Vaikka NIS olisikin aikaisemmista työtehtävistä tuttu, meidän toiminta- ja käyttötavat eroavat kuitenkin muista toimijoista. Tärkeää ainakin, että ymmärretään miten tietokanta toimii. Masterin ja suunnitelman erot yleisesti, sekä miten suunnitelma ylipäätään toimii. Suunnitelma sisältää ainoastaan muutokset masteriin, eikä suunnitelma muuta itse mastertietokantaa mitenkään. Suunnitelman mukaiset verkkomuutokset ”ajetaan” mastertietokantaan erikseen, kun masteria halutaan muuttaa.

Johto-osat ja johtoalkiot käsitteinä olisi hyvä erottaa. Myös Finder-toiminnon peruskäsitteykset voisi käydä läpi. Reunaikkunat ovat tärkeitä yleisen käytettävyyden takia, koska käyttäjä voi muokata niistä omaan käyttöönsä sopivat ja tallentaa omien tunnusten asetukset muistiin.

Tärkeää myös ymmärtää, kuinka ohjelma suorittaa laskentaa, koska laskennan osuus jää pitkälti ohjelmaa käyttäessä piiloon. Lisäksi laskentatulosten lukeminen on tärkeä asia osata. Esimerkiksi tietyt parametrit ja laskennan tulosten huomautukset, mihin perustuvat ja miten niihin kuuluisi suhtautua sekä miten suunnittelu etenee laskentatulosten pohjalta.

Elenia Oy, Suunnitteluinsinööri Joonas Siivonen:

Elenialla aloittaessani homma lähti liikkeelle ihan perusasioista. Mitä järjestelmiä yleensä käytetään ja mihin, miten niihin kirjaudutaan ja miten järjestelmässä liikutaan. Harjoiteltiin pienten liittymätöiden kautta projektien toteuttamisia ja suunnitelmien avaamista ynnä muuta. NIS:iin laadituilla suunnitelmilla pyöriteltiin laskentaa, että suunnitelmat ovat sähkötekniisesti kunnossa, jonka jälkeen harjoiteltiin suunnitelmien investointikustannusten laskentaa investointihallintajärjestelmän avulla. Yleiset projektihallinnalliset asiat ovat sähkösuunnittelun lisäksi verkostosuunnittelussa erittäin tärkeitä.

4. Mitkä olivat suurimmat haasteet kun aloit käyttämään ohjelmistoa?

Despro Oy, Projektipäällikkö Janne Vuolle:

Tiettyjä asioita pitää vain tietää, ettei kaikki toimi niin miten on asian ennen aloittamista ajatellut. Esimerkkinä jakokaappien ja muuntamoiden kytkennät, koska ei vain riitä että kaapelin liittyy jakokaappiin snapilla ja se on siinä. Tosin ohjelmisto näyttää jos topologia on jostain rikki.

Pirkan Suunnittelu Oy, Suunnitteluinsinööri A:

Esimerkiksi Carunan NIS:issä on asia joka vain pitää tietää. Jos lataa masterin ja suunnitelman, jostain syystä jos haluaa tyhjentää työmuistin ja ladata pelkän suunnitelman. Työ ei ole enää tämän jälkeen aktiivisessa tilassa, jolloin rakentaminen ei ole ns. päällä. Rakentaminen pitää käydä laittamassa uudelleen päälle, jotta suunnitelmalle lisätyt ja poistetut asiat rekisteröityvät suunnitelmalle. Toisaalta ei ole totaalista ihmetystä tullut, koska perehdyttäminen on hoidettu yrityksen puolelta erittäin hyvin pikkuhiljaa askel kerrallaan parempaan suuntaan. Lisäksi työyhteisö on hyvä.

Pirkan Suunnittelu Oy, Suunnitteluinsinööri B:

Käytön aloittamisesta on jo sen verran aikaa, joten ei ainakaan mitään tarkkaa asiaa tule tässä mieleen.

Relacom Oy, Suunnitteluinsinööri C:

Verkon laskenta on oma juttunsa, ainakin sähköisen mitoittamisen suhteen. Laskenta hieman sekava, näkyvyysvalintojen oikea käyttö ja ymmärtäminen tärkeitä. Esimerkiksi kartalle voidaan saada lasketut arvot suoraan näkyviin, eikä koko laskentareportista pidä alkaa etsimään tietyn liittymän tai solmupisteen arvoja valitun verkon osalta. Rakentamisen kustannuslaskelmat toimivat hieman erilailla eri yhtiöiden välillä. Niitäkään ei työelämässä ihan noin vain kokeilemalla opita, vaan oppimisprosessi käy lähinnä työkavereiden kautta.

Vertek Oy, Suunnitteluinsinööri D:

Alkuun katselin verkkoa, ja muiden asioiden tukena. Softassa on niin paljon pikkujuttuja, ettei kukaan osaa kaikkea. Lisäksi tilaajan vaatimukset vaihtelevat välillä, jolloin dokumentointiin tulee jatkuvasti uusia vaiheita. Asiat kertyvät pikkuhiljaa töiden edetessä.

Tampereen Sähkölaitos Oy, Suunnitteluinsinööri Paavo Kastemaa:

Oppimista on tapahtunut pitkälti kantapäähän kautta pieninä palasina käytön syventyessä. Edelleen vuosien käytön jälkeen tulee uusia asioita eteen.

Elenia Oy, Suunnitteluinsinööri Joonas Siivonen:

Varmaan suurimmat haasteet taisivat tulla siitä, etten alkuksi ihan ymmärtänyt miten investoinnit hoidetaan ohjelmassa. Lisäksi ihan perusjuttuja, jotka olivat uusia asioita omalla kohdalla, kuten suunnitelmien oikeanlainen perustaminen ja tietojen täyttäminen. Lisäksi komponenttien liittäminen toisiinsa ja laskennan tulkitseminen sekä sen kautta ongelmakohtien havaitseminen oli hieman haastavaa. Iso osa oppimista tapahtui pienempien aloitusprojektien kautta, jolloin laskentatulosten tulkitseminen oli hieman helpompaa kun suunnitelmalla ei ollut niin paljoa tavaraa kuin tänäpäivänä.

5. Verkkotietojärjestelmän tulevaisuus? Käytetäänkö monipuolisemmin?**Despro Oy, Projektipäällikkö Janne Vuolle:**

Kyllä. Ohjelmassa on todella paljon asioita joita verkkoyhtiöt eivät ole ottaneet käyttöön, mitkä helpottaisivat suunnittelutoimiston tekemistä. Esimerkiksi mallikirjastot eivät ole käytössä halutulla tasolla, koska toisella verkkoyhtiöllä jokaisen jakokaapin joutuu kasaamaan komponentti kerrallaan. Toisella verkkoyhtiöllä mallikirjastosta löytyy jakokaappi, jossa on jo komponentit ja lähtöjen määrät annettu, jolloin jakokaapin voi liittää suunnitelmaan suoraan mallikirjastosta ilman välivaiheita.

Pirkan Suunnittelu Oy, Suunnitteluinsinööri A:

Olen tehnyt suunnitelmat lähinnä Carunalle, ja tällä hetkellä olen vielä siinä vaiheessa uraa, että syvennyn koko ajan ohjelman käytössä enemmän. Tulevaisuudesta ei ole siis vielä tarkkaa tietoa, että mihin suuntaan ohjelman käyttö on menossa.

Pirkan Suunnittelu Oy, Suunnitteluinsinööri B:

Suurimmat yhtiöt todennäköisesti pysyttelevät NIS:n käytössä, koska vaihtaminen järjestelmästä toiseen on tässä vaiheessa erittäin työlästä. Verkkotietojärjestelmään mahtuu suuria määriä tietoja, jotka ovat hyvin pitkälti muokattavissa ja eri tahojen käytettävissä. Laajentamiselle on paljon tilaa ja mahdollisuuksia tulevaisuudessa, lisäksi alalla nähdään vielä tänä päivänä innovaatioita. Mahdollisesti Carunan mukana muutkin toimijat, varsinkin pienemmät toimistot, vaihtavat Trimble NIS:iin.

Relacom Oy, Suunnitteluinsinööri C:

Parannettavia asioita löytyy varmasti vielä, ainakin verkkoyhtiöillä on hieman erilaiset käyttötavat. Esimerkiksi Elenialla sopimushallinta NIS:issä, Carunalla erillinen järjestelmä nettiselaimella, jolloin Carunan kohdalla tulee lisää välivaiheita, joka hidastaa työntekoa. Elenialla maankäyttösopimukset saa esiin tietylle johtopätkälle suoraan verkkotietojärjestelmästä.

Vertek Oy, Suunnitteluinsinööri D:

Kyllä, vaihto järjestelmien välillä tässä vaiheessa erittäin vaikeaa, joten Trimblen kanssa tullaan todennäköisesti tekemään hommia jatkossakin. Maakaapeloinnin lisääntyminen tuo seuraavalle vuosikymmenelle paljon lisähommia, koska verkkoyhtiöitä on käytännössä hopotettu ja paineistettu lainsäädännön avulla.

Tampereen Sähkölaitos Oy, Suunnitteluinsinööri Paavo Kastemaa:

Käyttö nykyisellään on jo melko laajaa, mutta uusia ominaisuuksia tulee koko ajan. Osa ominaisuuksista otetaan käyttöön, osa ei. Esimerkiksi mittalaitteiden hallintaa ei olla otettu meillä käyttöön. Alunperin Trimble NIS oli meillä pelkkänä verkkotietojärjestelmänä, eikä sillä tehty niinkään suunnittelua kuten nykyään.

Elenia Oy, Suunnitteluinsinööri Joonas Siivonen:

Ehdottomasti suuntana on suuremman tyyppinen integraatio, jossa pyritään käytännössä sulauttamaan samaan järjestelmään kaikki tarvittava. Tarkoituksena kuitenkin, että järjestelmä palvelee mahdollisimman hyvin verkkoyhtiön tekemistä myös tulevaisuudessa, kun esimerkiksi verkostoautomaation tekniikka kehittyy. Uskon, että kaikilla verkkoyhtiöillä tavoitteena on aina vain parempi ja parempi verkkotietojärjestelmä, koska se on keskeisessä osassa nykypäivän sähköverkkotoimintaa. Tiimiin on nimetty yksi henkilö kehitysvastaavaksi, jonka kautta järjestelmien kehitysehdotukset ynnä muut risut ja ruu-
sut kulkevat.

6. Yleiset jälkiviisaudet koulun opetukseen, kun sinulle on kertynyt työkokemusta muutamilta vuosilta oikeista työkohteista ja olet päässyt näkemään, miten ja mihin ohjelmistoa todellisuudessa käytetään?**Despro Oy, Projektipäällikkö Janne Vuolle:**

Verkostosuunnittelua pitäisi painottaa ainakin tällä hetkellä paljon enemmän, koska maakaapelointia tehdään ja tullaan tekemään seuraavien 10 vuoden aikana erittäin paljon. Monet tulevat todennäköisesti työllistymään näihin hommiin koulusta. Markkinoilla ei ole yhtäkään työntekijää, joka on valmis verkostosuunnittelija ja etsisi töitä. Kyse on lähinnä koulutuksen resursseista, koska yrityksillä ei ole aikaa kouluttaa uusia työntekijöitä tehtäviinsä. Itselleni ei ainaakaan jäänyt koulusta mitään käteen tätä nykyistä tehtävää ajatellen. Käytännössä suunnittelutoimistoilta voitaisiin ostaa koulutusta verkkotietojärjestelmän käytöstä vaikkapa 4-5 opetuskerran kurssista, jossa kerrottaisiin ohjelmiston käytöstä todellisissa työelämän projekteissa.

Pirkan Suunnittelu Oy, Suunnitteluinsinööri A:

Lisää alan osaajia käymään koululla luennoimassa tai työpaikoille katsomaan millaista työ on. Tärkeää myös, että opettajat ovat perillä työelämän vaatimuksista ja kehittymissuunnasta. Carunan siirtyminen Trimbleen tuo mukanaan paljon uusia asiakkaita, jolloin muutkin koulut alkavat toden teolla painottamaan verkkotietojärjestelmän opettamista kouluissa, jolloin TAMK jää tällä menolla jälkeen muiden koulujen opetustarjonnasta verkkoyhtiöiden käyttämien järjestelmien suhteen.

Pirkan Suunnittelu Oy, Suunnitteluinsinööri B:

Trimblen käyttöä tulisi lisätä koulutusympäristössä enemmän, maastosuunnitteluhommia tehdään aikalailla yleistietämyksellä koulutuksen jälkeen. Sähkötekninen tietäminenkin kulkee nykyään aikalailla automaattisesti laskentajärjestelmien kautta. Toki on tärkeää ymmärtää mihin laskenta perustuu, mutta käsin laskennan pyörittäminen tuntuu nykyään huonolta ajankäytöltä, kun tietää mihin nykyisillä tietokonejärjestelmillä pystytään.

Koulu tarjosi mielestäni tarpeeksi hyvän yleispätevän koulutuksen. Trimblen käyttökokemus on tulevaisuudessa valttia työmarkkinoilla. Tärkeää olisi, ettei tietämys ole täysin nollatasolla. Trimblen suhteen koko koulutuksen voisi aloittaa kolmannen osapuolen (esim. TAKK) pitämällä koulutuksella, joka kestäisi 4-8 tuntia. Saisi päivässä siis alta pois. Perusopetuksen jälkeen ohjelmistoa olisi helpompi ja selkeämpi lähteä käyttämään, jolloin oppilaiden mielenkiinto pysyisi paremmin yllä.

Relacom Oy, Suunnitteluinsinööri C:

Vaikkapa yleistä lupapolitiikkaa voitaisiin opettaa kuten, ELY, AVI ja maanomistajien sopimukset. Koulussa ei taidettu sanallakaan mainita näistä asioista. Sopimusoikeudellinen käsitys ei näissä yhteyksissä oikein avaudu sopimusoikeuden kursseilta saaduilla tiedoilla. Sopimuksia ja ylipäätään sopimusoppia voitaisiin käydä mieluummin oman alan näkökulmasta enemmän, tai ottaa sitä osuutta sopimusoikeuden opetuksesta mukaan sähkötekniikan opetukseen. Sopimukset ovat kuitenkin pysyviä maanomistajien näkökulmasta. Paperit ovat melko ”painavia”, koska esimerkiksi pylväät ovat maalla ainakin seuraavat 50 vuotta. Lisäksi Gerakon Trimble NIS taitaa olla suunnattu enemmän katuvaloverkon hallintaan, koska esimerkiksi symbolit ja niiden koot ovat erilaisia kuin tyypillisesti verkkoyhtiön järjestelmässä. Näin ollen uudentyyppistä tietokantaa voitaisiin harkita. Tärkeää on kuitenkin, että koulutuskäytössä on tarjolla kattava verkkomalli, jotta ohjelmiston käyttömahdollisuudet tulisivat paremmin ilmi.

Vertek Oy, Suunnitteluinsinööri D:

Maankäyttöasiat, lupa-asiat, jopa psykologiset asiat ovat näissä hommissa tärkeitä ymmärtää. Asiakkaan asiakkaiden kanssa tekemisissä, tai jopa asiakkaan asiakkaan kanssa. Perusasiat ja piirto-ominaisuudet voisi koulussa opetella. Tulevaisuudessa tärkeää, että näitä asioita opettavilla tahoilla on omaa kokemusta eri järjestelmistä ja maastosuunnittelusta.

AMK:ssa opettajat eivät pysy kärryillä kaikesta, joten työelämän edustajat tulevat olemaan suuremmissa asemassa, jolloin heitä kuuluisi hyödyntää paremmin. Ketolan kurseja olisi voinut olla enemmän. NIS-perusasiat tulevat kuitenkin pysymään samana, joka tukee uudemman tietokannan hankkimista. Yhteistyö varsinkin lähellä toimivien sähköverkkoyhtiöiden, Elenian ja Tampereen Sähkölaitoksen kanssa olisi suotavaa.

Elenia Oy, Suunnitteluinsinööri Joona Siivonen:

Projektinhallintaan liittyvät työkalut sähköverkkoalalla ovat eri toimijoilla kuitenkin lähtökohtaisesti samantyyllisiä. Samat tunnusluvut pyörivät näissä hommissa joka tapauksessa, joten ainakin perusteet voitaisiin ottaa koulussa esille. Esimerkiksi yrittäjäläisyyden ja sopimusoikeuden pakolliset kurssit voitaisiin suunnitella enemmän alakohtaisiksi, eikä niinkään yleispäteviksi. Toisena esimerkkinä TTY:n kursseilla ollaan käyty läpi tarkemmin, mistä KAH-arvot muodostuvat ja kuinka niitä verkkoyhtiöiden näkökulmasta käsitellään. Muutenkin ollaan puhuttu paljon enemmän yleisesti energiapolitiikasta, joka on jäänyt TAMK:issa erittäin vähälle.

Yleisesti koulutus kaipaisi pientä opetuksen osaa talousajattelulle. Lähinnä kuinka esimerkiksi sähköverkkoyhtiön talous pyörii. Sähköverkkopuolelle suuntautuvat työtehtävät käsittelevät sähkötekniikan lisäksi yllättävän paljon taloudellisia asioita. Eleniälläkin suunnitteluinsinööri joutuu käsittelemään suurempia investointisuunnitelmia ja yhtäläillä suurempien tai pienempien liittymien hinnoittelua. Sähköverkkoala on kuitenkin sen verran erikoinen ala lainsäädännön kannalta, koska käytössä on säädelty ja luonnollinen monopoli.

Verkkotietojärjestelmän suhteen koulussa olisi hyvä olla suunnittelua koskeva harjoitustehtävä, jossa voitaisiin tehdä yksi muuntopiiri ja pari liittymää. Ei mitään monimutkaista, mutta piirto-ominaisuuksien käyttö jäi koulussa vähälle. Suunnitelmaan voisi ottaa laskentaosuuden mukaan, sekä mahdollisesti rakentamisen käytön, jonka kautta voitaisiin luoda yksinkertainen tarvike- ja yksikkölistaus. Tulevaisuudessa voisi harkita valmiin KJ-suunnitteluympäristön tekemistä, joka ajettaisiin valmiiksi mastertietokantaan. KJ-ympäristössä voisi olla esimerkiksi vain 110kV/20kV muuntamo, jonka perässä olisi pieni sähköasema. Tämän jälkeen opiskelijat voisivat lisätä valmiiseen 20kV lähtöön oman muuntopiirisuunnitelmansa. Näin ollen laskentakin pysyisi selkeänä, koska verkko ei olisi kovin monimutkainen.

Jos harjoitustyö kasvattaa kurssin työmäärää merkittävästi, voisi toiseksi vaihtoehdoksi ottaa mallin, jossa opettaja kävisi suunnitteluominaisuudet yhdessä läpi näyttäen itse mallia lähituntien aikana. Näin kurssia vetävä taho voisi itse aikatauluttaa suunnittelutehtävän, joka kyseisen kurssin työmäärään mahtuisi.

Kurssilla oli mielestäni muutenkin hieman epämääräinen tiedonanto, ei ollut sellaista selkeää suuntaa. Suunnittelutehtävien kohdalla kuuluisi olla terävät ja selkeät reunaehdot, jotka kuuluisi tehtävässä toteuttaa ainakin osittain. Reunaehdot voisivat kuitenkin olla sen verran yksinkertaiset, että ne olisi suhteellisen helppo toteuttaa, jotta mahdollisimman monelle opiskelijalle jäisi tehtävän suorittamisprosessista selkeä kuva.