

Pekka Merelä

VERKKOTIETOJÄRJESTELMÄN
LIITTÄMINEN OSAKSI
LUOTETTAVUUSLASKENTAA

Opinnäytetyö
Sähkötekniikka

Toukokuu 2016




MAMK

University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 MAMK University of Applied Sciences		Opinnäytetyön päivämäärä 2.5.2016
Tekijä(t) Pekka Merelä		Koulutusohjelma ja suuntautuminen Sähkötekniikan koulutusohjelma Sähkövoimatekniikka
Nimeke Verkkotietojärjestelmän liittäminen osaksi luotettavuuslaskentaa		
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia ABB Oy:n valmistaman DMS 600 tietojärjestelmän liittämistä osaksi Virtaveikot Oy:n kehittämää SLIMO Power Grid Analyzer luotettavuuslaskentaohjelmistoa. Verkkotietojärjestelmän relaatiotietokannan tutkimiseen on käytetty Microsoft SQL Server 2014 Management Studio -ohjelmistoa sekä DMS 600 NE verkkotietojärjestelmää.</p> <p>Työssä keskityttiin etsimään SLIMO-mallitiedoston mukaisia tietoja jakelumuuntajista, erottimista, johtolähdöistä ja johto-osista. Löydettyjä tietotauluja verrattiin keskenään ja DMS 600 NE verkkotietojärjestelmän esittämään sisältöön. Tietotaulujen välisillä avaimilla pystyttiin yhdistämään verkkosolmun eri tauluissa olevaa informaatiota.</p> <p>Työn tuloksena syntyi raportti, taulukkomuotoiset SLIMO-yhteensopivat listaukset keskijänniteverkon tiedoista, sekä neljä dokumentoitua SQL-kyselyä.</p>		
Asiasanat (avainsanat) Verkkotietojärjestelmä, keskijänniteverkko, luotettavuuslaskenta		
Sivumäärä 19	Kieli Suomi	URN
Huomautus (huomautukset liitteistä)		
Ohjaavan opettajan nimi Juha Korpijärvi		Opinnäytetyön toimeksiantaja Virtaveikot Oy

DESCRIPTION

		Date of the master's thesis 2.5.2016
Author(s) Pekka Merelä	Degree programme and option Electrical engineering	
Name of the master's thesis Joining a network information system as a part of reliability analysis		
Abstract The aim of this thesis was to research how to make ABB Ltd manufactured DMS 600 network information system to be a part of SLIMO Power Grid Analyser. This research was made for the Virtaveikot Ltd. Studying the was used Microsoft SQL Server 2014 Management Studio database software was used to study the relational database of network information system and views of network topology in DMS 600 NE. Focus of the study was find SLIMO model table compatible information of medium voltage network nodes as transformers, disconnectors, feeders and conductors which are compatible with SLIMO model table. The founded information tables were compared with each other and with the information found from DMS 600 NE. By using the primary keys of tables it was possible to combine information of network node from multiple tables. Results of the study was a report, SLIMO compatible tables of DMS 600 medium voltage network information and four documented SQL-queries.		
Subject headings, (keywords) Network information system, medium voltage network, reliability analysis		
Pages 19	Language Finnish	URN
Remarks, notes on appendices		
Tutor Juha Korpijärvi	Master's thesis assigned by Virtaveikot Ltd	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	VIRTAVEIKOT OY	2
3	SLIMO	2
4	DMS 600 / INTEGRA	3
4.1	Historiaa	4
4.2	Käyttöliittymä	5
4.3	Sijaintitietoja	6
4.4	Verkkotietokanta	7
5	RAJAPINNAT	9
5.1	Testiympäristö	9
5.2	Mallitiedosto	9
5.3	Vastaavat tiedot.....	10
6	KONVERSIO.....	12
6.1	Tietokantaliitos	12
6.2	Tietojen haku	13
6.3	Tiedoston siirto	15
6.4	Tietokannan siirto	15
7	YHTEENVETO	17
8	POHDINTAA	18
	LÄHTEET	19

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää DMS600 -sähköverkkotietojärjestelmän liittämistä osaksi SLIMO -analysointiohjelmiston luotettavuuslaskentaa. Työlle nähtiin Virtaveikoilla tarvetta, jotta SLIMO saisi yhden toiminnallisuuden lisää ja pystyisi jatkossa lukemaan kaikkia Suomen sähköverkkoyhtiöiden käytössä olevia verkkotietokantoja.

Viime vuosikymmenten aikana on tapahtunut useita poikkeuksellisia myrskyjen ja lumisateiden aiheuttamia sähkökatkoksia. Poikkeuksellisia niistä ovat tehneet katkosen laajuus ja korjauksen kesto aika. Haja-asutusalueiden keskijänniteverkko on pääosin rakennettu ilmajohdoilla lyhyintä reittiä pitkin läpi metsien. Metsien keskellä olevat kapeat johtokadut ovat hyvin alttiita vikaantumaa tykkylumen tai myrskytuulen vaikutuksesta. Monelle haja-asutus seudun yritykselle on katkoton, laadukkaan sähkön saanti toiminnan ehto. Jakelukatkoksista aiheutuu usein merkittäviä keskeytyskustannuksia teollisuuden, palveluiden, maatalouden ja kotitalouksien prosesseille. [4, s. 40.]

Katkoksia seuranneen kritiikin siivittämänä säädettiin uusi sähkömarkkinalaki (588/2013) vuonna 2013. Uusi laki ohjaa sähköyhtiöitä kehittämään verkkojen toimintavarmuutta ja minimoimaan jakelun keskeytykset. Energiavirasto toimii valvovana ja kannustavana instanssina jakeluverkon haltijoille. Sähköverkkoja kehitetään siirtymäaikana vastaamaan uusia vaatimuksia.

2 VIRTAVEIKOT OY

Virtaveikot Oy on sähkönjakeluyhtiöille luotettavuuslaskentapalveluita tuottava yritys, jolla on vahvaa osaamista sähköjakeluverkoista ja niiden matemaattisesta mallintamisesta. Virtaveikkojen tuote on keskijänniteverkkojen luotettavuuslaskentaohjelmisto SLIMO, joka on otettu käyttöön jo kolmessa verkkoyhtiössä.

3 SLIMO

SLIMO Power Grid Analyzer on sähköverkon luotettavuutta analysoiva ohjelmisto, joka on tehty Java -ohjelmointikielellä. Tietokoneen käyttöjärjestelmänä voi olla Microsoft Windows, Linux tai Apple OS X. Ohjelmisto kykenee lukemaan Trimble NIS- ja PG-järjestelmien verkkotietoja. [10, s. 1.] Tietojen siirto järjestelmien välillä tapahtuu Excel-tiedostojen avulla. Saatujen tietojen pohjalta SLIMO mallintaa verkon osat puumaiseksi rakenteeksi, jota voidaan muokata ja toimintaa analysoida ennen ja jälkeen muutosta.

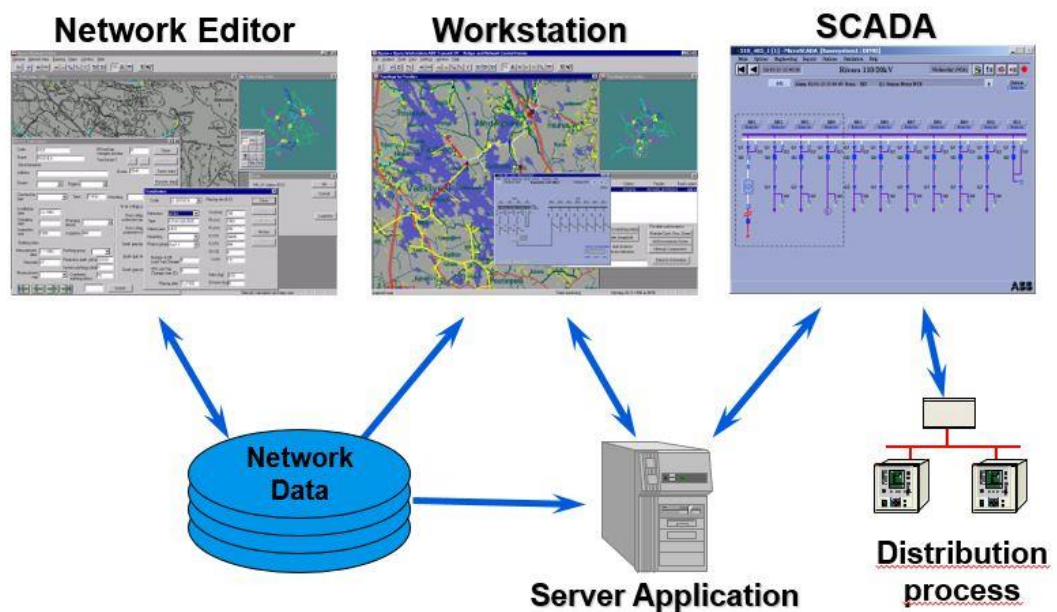
Analysointityökalu tukee verkon investointisuunnitelmia jakelun toimintavarmuuden lisäämiseksi. Luotettavuuslaskenta ottaa huomioon johtolähtöjen mallintamisessa seuraavat asiat:

- ARI = johtolähdön olemassa oleva vikataajuus
- BRI = verkkokomponentin rappeutumismallin mukainen vikataajuus
- KAH = keskeytyksestä aiheutuva haitta (€/vuosi)

SLIMO:n optimointiautomaatiikka ehdottaa parannuksia eri johtolähdölle edellä mainittujen perusteella. [9] Sillä saadaan pienennettyä parannetun johtolähdön ARI-, BRI- ja KAH -arvoja sekä laskettua takaisinmaksuajat uusituille verkkokomponenteille sekä lisätyille syöttöpisteille ja erottimille. Saatujen analysointitulosten perusteella voidaan priorisoida vikakorjausta, sekä optimoida komponenttien ennakoiva huolto, sekä siitä aiheutuvan katkon vaikutus.

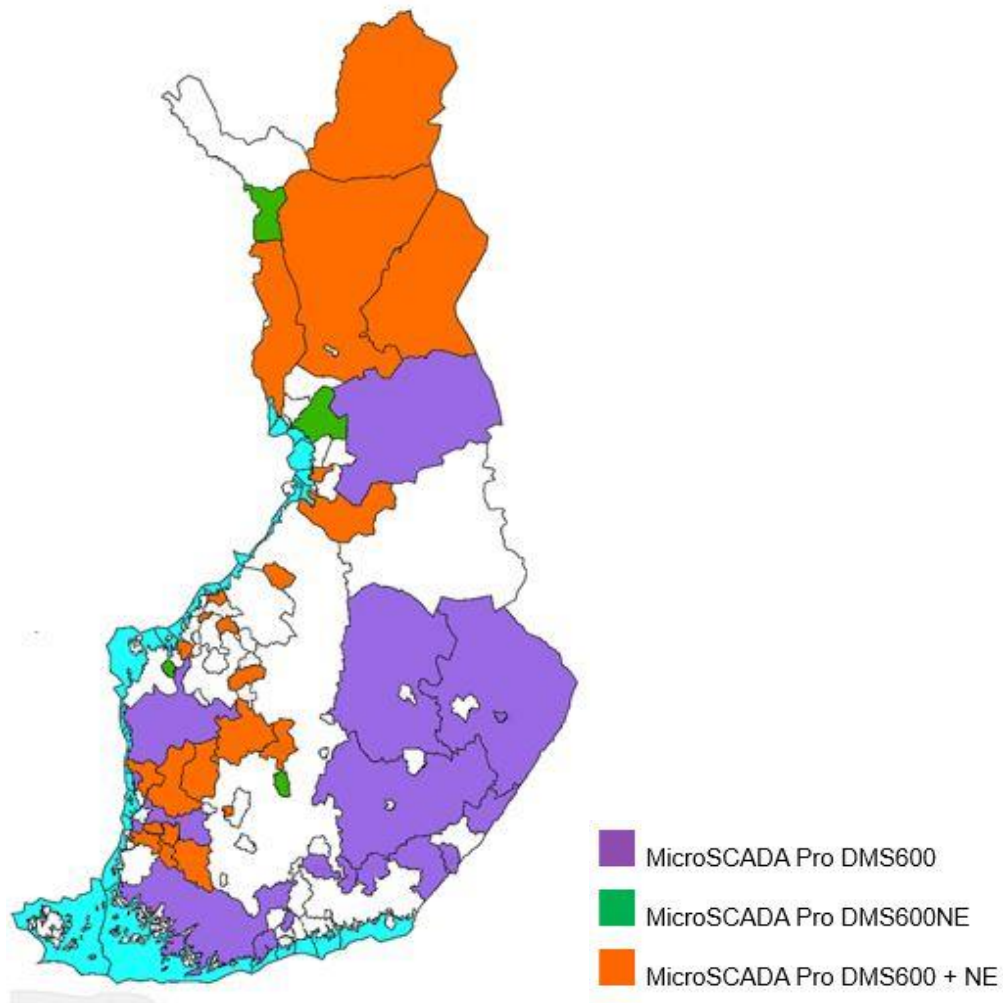
4 DMS600 / INTERGA

MicroSCADA Pro DMS600 eli Integra on graafinen relaatiotietokantaan perustuva sähköjakeluverkon verkkotieto-, käytöntuki- ja valvontajärjestelmä. Verkkotietokantaserverillä voidaan käyttää MS SQL Server tai Oracle -ohjelmistoa. Integran järjestelmäkokonaisuus koostuu neljästä ohjelmasta verkkotietojärjestelmä (NE), käytöntukijärjestelmä (WS), käytönvalvontajärjestelmä (MicroScada) ja käytöntukipalvelimesta (SA) (kuva 1). Kaikki järjestelmäohjelmat (SQL, NE, WS SA ja MicroScada) voidaan ajaa samalla tietokoneella tai hajauttaa eri tietokoneille. DMS 600 tukee usean WS ohjelman eli työaseman samanaikaista käyttöä. [1, s. 47.] NE ohjelma voi olla asennettuna vain yhdelle palvelimelle.



KUVA 1. DMS600 arkkitehtuuri [2, s. 2.]

Network Editor on pääkäyttäjän työkalu verkostokomponenttien, karttojen ja SCADA liitynnän hallintaan. NE:ssä on lisäksi suunnittelunlaskennan työkaluja. Workstation on verkkovalvomon käytöntukijärjestelmä kytkentätilojen, vikojen ja kytkentäsuunnitelmien hallintaan, sekä keskeytysten raportointiin. Server Application on kommunikaatiopalvelin SCADA liitynnän ja työasemien välillä. SA raportoi verkon kytkentätilojen muutokset. DMS 600 ohjelmiston peruslisenssi ei sisällä verkkoanalyysi toimintoja. [1, s. 43.]



KUVA 2. DMS600 maantieteellinen kattavuus [2, s. 6.]

DMS600 tietojärjestelmää käyttävien sähköyhtiöiden jakelualueet kattavat maantieteellisesti suurimman osan Suomea (kuva 2).

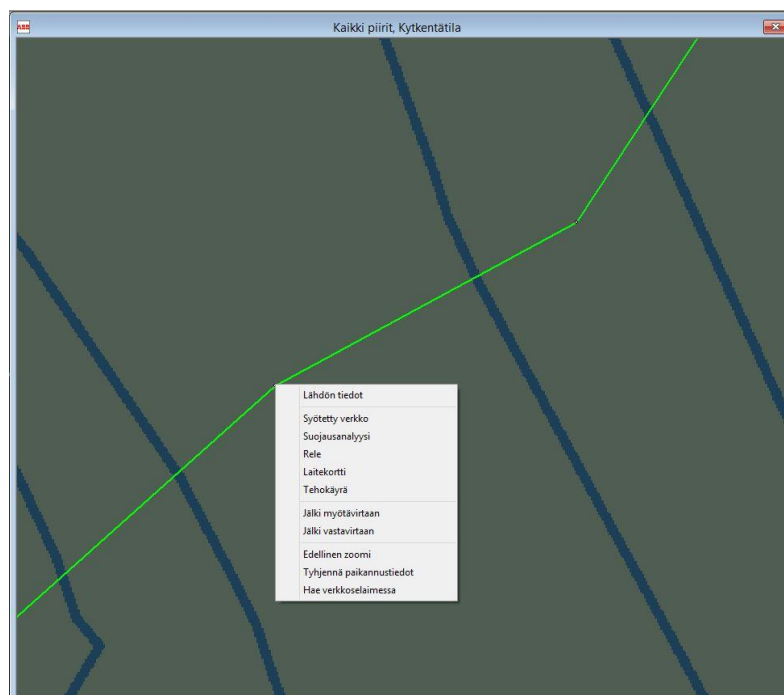
4.1 Historiaa

Ensimmäinen versio verkkotietojärjestelmäohjelmistosta kehitettiin silloisen Tampereen teknillisen korkeakoulun nykyisen Tampereen teknillisen yliopiston tutkijoiden toimesta. Työ myytiin edelleen kehitettäväksi Versoft Oy:lle, joka lanseerasi ohjelmiston nimellä Integra. ABB osti Versoftin ja edelleen kehitti Integraa ja muutti ohjelmiston nimeksi MicroSCADA Pro DMS600. [5] Integra -nimi on jäänyt elämään uuden nimen rinnalle historiallisista syistä.

4.2 Käyttöliittymä

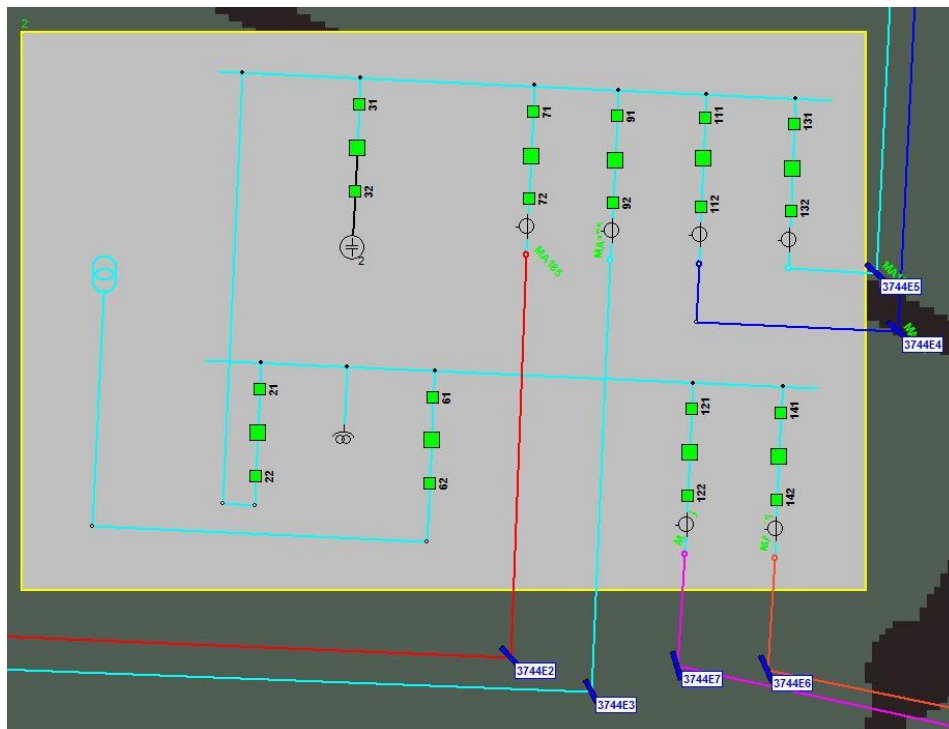
Network Editor eli NE on jakeluverkon mallintamisen pääkäyttöliittymä. Verkostolaskenta ja selailu ovat oletusnäkyssä, jossa näyttöruutu jaettu vertikaalisesti kahteen ikkunaan, kytkentätilan ikkuna vasemmalla ja kaikkien piirien jännitetilan ikkuna oikealla. Kytkentätilaikkunan yksityiskohtaisella karttapohjalla näkyy zoomatun alueen verkkokomponentit. Jännitetilaikkunassa näkyy puumaisena rakenteena koko jakeluverkko ilman karttapohjaa. Jännitetilaikkunan jakeluverkkoa hiiren vasemmalla näppäimellä painettaessa kyseinen kohta ilmestyy suurennettuna kytkentätilan ikkunaan. Käyttöliittymä hyödyntää kolmea tai useampaa eri mittakaavan rasteri tai vektoripohjaista yleiskarttaa. Karttapohjat vaihtuvat sulavasti zoomatessa aluetta joko pienemmäksi tai suuremmaksi.

Verkkokomponenttien eli solmujen ominaisuuksia voidaan tarkastella kytkentätilaikkunassa viemällä hiiren osoitin verkkokomponentin päälle. NE lukee automaattisesti kyseisen verkkokomponentin tiedot tietokannasta ja näyttää ne kohteen viereen avautuvassa ikkunassa. Lisätietoja komponentista saa kohteen päällä hiiren oikealla näppäimellä klikkaamalla ja valitsemalla valikosta (Kuva 3).



KUVA 3. Verkkokomponentin tiedot valikko

Komponentin tietoja voidaan päivittää Muokkaa-valikon Verkkotietojen syöttövalinnalla. Sitten valitaan haluttu komponentti kartalta, jolloin avautuu solmuikkuna, jossa voidaan muuttaa halutut tiedot tai siirtää solmu tai solmun tunnus uuteen paikkaan. Erottimien ja kytkimien ollessa johtavassa kiinni tilassa, niiden karttasymbolien väri on vihreä. Sähköaseman komponentit on kuvattu erilaisilla symboleilla (Kuva 4). Katkaisijan sähköasemalla oleva neliösymboli on isompi kuin erottimen. Pylväserottimen symboli muuttaa muotoaan toimintatilan muuttuessa seuraavasti: kiinni oleva yksi palkki ja auki oleva kaksi vierekkäistä palkkia.



Kuva 4. Sähköaseman komponentit ja lähdöt

4.3 Sijaintitietoja

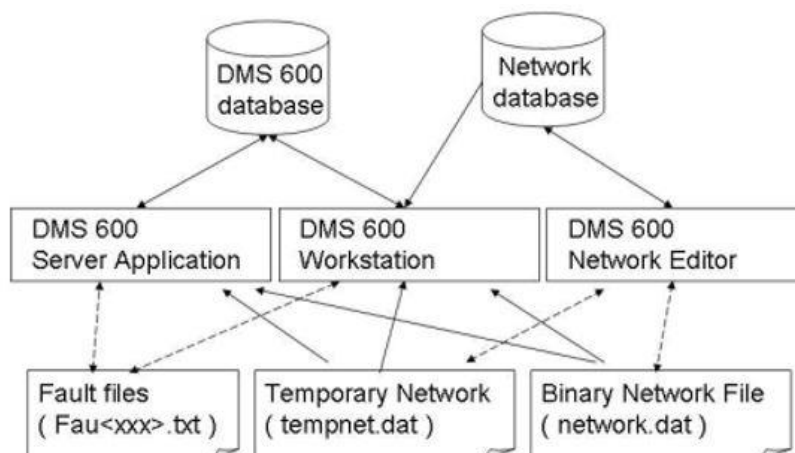
Karttojen ja karttakoordinaattien kanssa työskentelevät henkilöt ovat tottuneet monenlaisiin karttaprojektioihin. Vanhimmat sähköverkon komponentit voivat olla ajalta, jolloin Suomen peruskartoilla käytettiin Gauss-Krugerin karttaprojektiota (KKJ). Siinä maanpinta ja kartoituslieriö on oikaistu pohjois-eteläsuuntaisesta sivuamiseridiaanisesta. KKJ:n sijaintivirhe on pienin sivuamiseridiaanin keskellä. Sijaintivirheiden minimoimiseksi jaettiin Suomi neljään kapeaan meridiaanikaistaan ja vastaavasti peruskoodinaatisto neljään kaistaan. [7, s. 119]

Kuusikymmenluvulla siirryttiin yhtenäiskoordinaatistoon (YKJ), jossa suomi on kuvattu neljän kaistan asemasta yhdellä koko maan peittävällä projektiokaistalla, jotta välttyttäisiin reuna-alueiden välisiltä muunnoslaskuilta. Kaksituhattaluvulle siirryttäessä otettiin käyttöön tarkka kansainvälinen WGS84 koordinaattijärjestelmä. Maanmittauslaitos lopetti karttakoordinaatistojärjestelmän (KKJ) tuen vuonna 2012. [8, s. 1]

Kaikki asennettava taustakartta-aineisto on muunnettava joko .bmp- tai .vg2-tiedostomuotoon. Rasterikartat pitää kohdistaa NE:n toiminnolla Tiedosto > Binääritietokannan päivitys. Kartan kulmien koordinaattien syöttämisen jälkeen järjestelmä osaa kohdistaa kartan tietokantaan AutoCad .dxf-muotoiset vektorikartat kohdistuvat automaattisesti jo muunnettaessa -vg2 -tiedostomuotoon. [1. ss. 77-80] Karttojen avulla voidaan välittää tietoa sähkönjakelukatkoksisista reaaliaikaisesti yrityksen nettisivuilla. Tämä ominaisuus vähentää paljon asiakkaiden epätietoisuutta ja puhelimitse tapahtuvaa katkosviestintää.

4.4 Verkkotietokanta

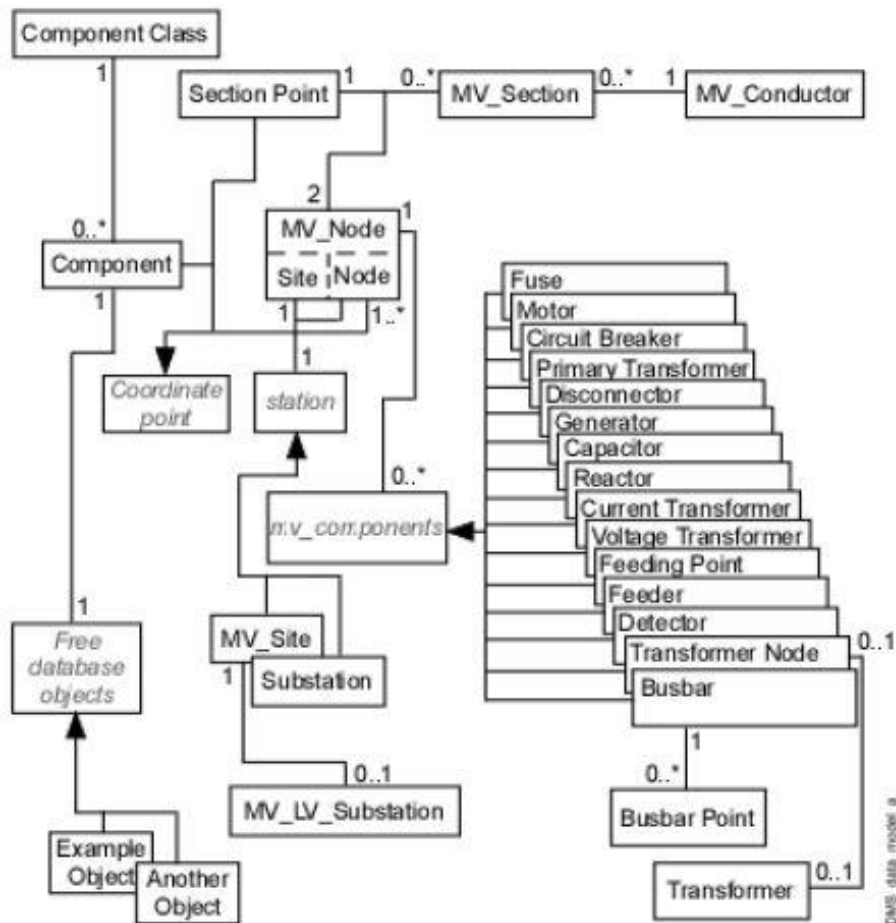
Verkkotietokanta on DMS 600 -ohjelmiston keskeisin osa (kuva 5). Tietokanta toimii MS SQL Server tai Oracle tietokantapalvelimella. Kun DMS 600 NE:llä päivitetään verkkotietokantaa, niin DMS 600 SA:lle ja DMS 600 WS-istunnoille ilmoitetaan uusista verkkotiedoista. Ohjelmistojen väliseen integrointiin käytetään verkkotiedostoa (Network.dat) ja väliaikaisverkkotiedostoa (Tempnet.dat). [1, s. 34.]



Kuva 5. DMS600 tietokannan ja tiedostojen välinen vuorovaikutus [1, s. 37.]

Verkkoyhtiöiden suunnittelu- ja kenttäorganisaatiot tuottavat DMS:n tietokantaan syötettävät tiedot. NE:ssä on Tiedosto>Tuo -valikon alla DXF-tuontityökalu, jolla luetaan DXF/DWG-tiedostoja muista GIS-järjestelmistä, kuten täkymetristä tai CADs'istä. Myös Muokkaa -valikon alta löytyy GPS-datan syöttö -valinta, jolla USB-porttiin kytketystä laitteesta voidaan lukea sijaintitiedot.

DMS:n tietokannassa on satoja tietotauluja, joihin on koottu koko verkon komponenttien tiedot generaattorilta asiakasliittymään asti. Myös verkon mittaustiedot, vikojen ilmaisu, tilannekuvat, huoltokatkotiedot, tarkastukset ja raportit tallennetaan omiin tauluihinsa. Tietokannan verkkotietomalli on kuvattu alla (Kuva 6).



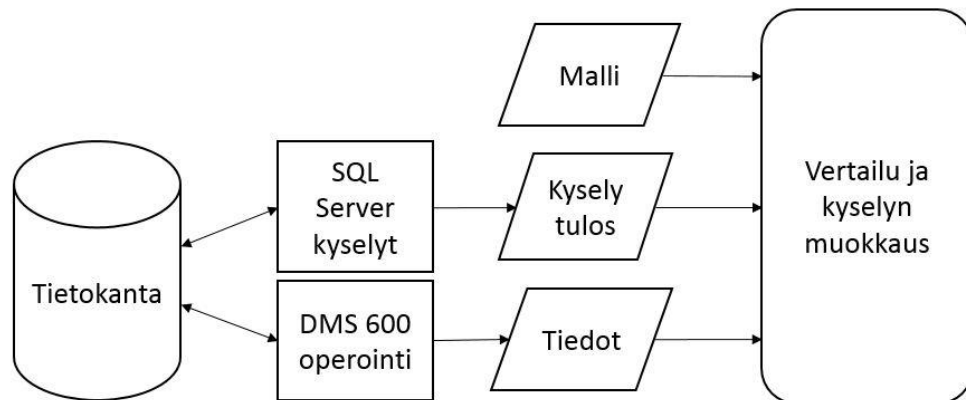
Kuva 6. DMS600 verkkotietomalli [2, s. 43.]

Tietokanta tukee nopeaa verkkosuunnittelua, kun kerran talletetut sulake, erotin- ja kaapelitiedot löytyvät tietokannasta. DMS osaa laskea Velanderin vuosikuormituskaavalla lähtöjen kuormat annetuilla arvoilla.

5 RAJAPINNAT

5.1 Testiympäristö

Opinnäytetyön kehitysympäristönä toimii tietokone, jolle on asennettu Microsoft SQL Server 2014, MS Office 2016 ja DMS 600 -ohjelmistot (Kuva 7). Mallitiedosto on SLIMO -yhteensopivaa tietoa sisältävä Excel taulukko.



Kuva 7. Testiympäristön rajapinnat

Työ käynnistyi testiympäristössä tietokannan tauluihin tutustumisella ja verkkotietojen hakukyselyillä. Lähetin useita kyselyjen tuloksia Virtaveikoille kommentoitavaksi. Muutaman hakukysely ja kommentointikierroksen jälkeen työn eteneminen tuntui haastavalta.

5.2 Mallitiedosto

Onneksi sain Virtaveikoilta (entinen XPower) Trimble NIS -mallitiedoston, joka sisälsi yhden johtolähdön tiedot jakelumuuntajista, muuntamon kiskoalkioista, suurjänniteerottimista, suurjännitejohto-osista ja suurjännitejuuripisteestä. Tiedostoon oli merkitty konversion kannalta oleelliset tietoalkiot, (Taulukko 1).

Jakelumuuntaja

x
y
Sijainti
Nimi
Valmistusvuosi
Mitoitusteho (kVa)

Kiskoalkio

x1
y1
x2
y2

Sj-juuripiste

x
y
Tunnus

Sj-erotin

Laji
X
Y
Suunta
Tila
Tunnus

Sj-johto-osa

x1
y1
x2
y2
Laji
Valmistusvuosi

Taulukko 1. Mallitiedoston tietoalkiot

Tiedoista voidaan päätellä, että kiskoalkiot ja johto-osat ovat solmukokonaisuuden yhdistäviä tekijöitä, joilla verkon yhtenäinen puurakenne saadaan toteutettua kartta-pohjalle.

5.3 Vastaavat tiedot

Aloitin selvittämään SQL-kyselyin tietokannan taulujen rakennetta ja sisältöä. Tauluja löytyi yhteensä 482 kpl. Lisäsin käsitystäni verkkoelementtien tiedoista Integran karttanäkymää tutkimalla. Verkkoelementin kuvaa osoittamalla avautuu kohteen tärkeimmät tiedot uuteen ikkunaan. Hiiren oikealla napilla saa avattua valikon, josta voi valita katseltavaksi lisää verkkoelementin ja ympäröivän verkon tietoja. Vertasin kartalla näkyvän komponentin tietoja hakutuloksiini. Mallitiedoston tietoja tutkimalla ja vertailemalla minulle selvisi, että Integran verkkokomponenttien vastaavat tiedot ovat hajasijoitettu moniin tauluihin, joita oikein yhdistelemällä saisin vasta toivotun listauksen. Löytääkseni tarvittavat tiedot suuresta tietomassasta, tein taulujen karsintaa käymällä taulu taululta läpi koko tietokannan ja vertaamalla sitä mallitiedoston sarakkeisiin. Karsinnan tuloksena syntyi kahdenkymmenen taulun vastaavat_taulut -niminen Excel-tiedosto, johon taulut oli jaettu mallitiedoston kaltaisiin välilehtiin. Tämän vaiheen teko lisäsi tietokannan tuntemustani ja antoi perustaa lopulliselle konversiolle.

Tutkin tietokannan MV_Node taulusta eri komponenttityyppejä ja niiden lukumääriä. Kaiken kaikkiaan eri komponenttityyppejä löytyi kahdeksantoista kappaletta. Tyypit ja niiden koodilyhenteet alla (Taulukko 2).

Komponentti	Koodilyhenne
Aseman johtolähtö	S
Asiakas	\$
Erotin	E
Generaattori	G
Haara	L
Haarapiste	X
Jatkos	I
Jännitemuuntaja	U
Katkaisija	K
Kisko	A
Kondensaattori	Q
Kuristin	Z
Moottori	N
Muuntaja	M
Päämuuntaja	P
Sulake	O
Vianilmaisin	D
Virtamuuntaja	C

Taulukko 2. Tietokannan komponenttityypit ja koodilyhenteet.

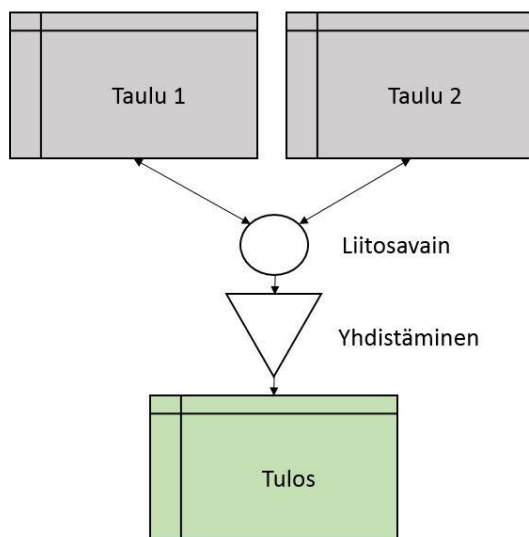
Jokaisella komponentilla on tarkat koordinaattipisteet. Jotta yksittäiset osat saadaan ketjutettua puumaiseksi rakenteeksi, pitää vierekkäisen komponenttien koordinaattipisteiden liittyä toisiinsa. Erotin tai johtohaara on yksi piste kartalla, mutta yhdistävä johdinalkio sisältää yksittäiset pisteet yhdistävät kaksi pistettä. Lisäksi pisteiden osalta on tiedettävä syöttösuunta. Vertailemalla Integran verkkokuvassa näkyvää erotinta ja tietokannan arvoja sain selville, että erottimien ja katkaisijoiden toimintatiloja auki- ja kiinni-asennoissa vastaavat numerot 0 ja 1. Koordinaattiarvojen tulkintaan sain ESE-Verkko Oy:ltä tietoa, että tietokannan koordinaatit ovat leikattuja KKJ-lukuja. Kun vertailin yksittäisen komponentin tietokannasta saatua sijaintitietoa NE:n kartalla näkyvään, oivalsin ratkaisun ja tein tarvittavan muokkauksen hakutuloksiin. DMS tekee tuon muunnoksen automaattisesti hakiessaan sijaintitiedon karttanäytölle.

6 KONVERSIO

Konversion ohjelmistotyökaluina tarvitaan SQL Server, Notepad ja Excel sekä SLIMO JXL-kirjaston skriptejä. Ensin haetaan ja talletetaan DMS 600 -tietokannan solmutiedot SLIMO tietokannan käyttämään Excel 97 – 2003 -työkirja eli xls -muotoon. Seuraavaksi SQL kyselyiden tuottamat tiedostotaulut ajetaan JXL-kirjaston lukuohjelmilla SLIMO:n tietokantaan.

6.1 Tietokantaliitos

Tarvittavat verkkokomponenttien tietoalkiot ovat eri tauluissa. Jotta taulujen vastaavat rivit voitaisiin yhdistää, niin pitää löytää riveille yhteinen tekijä eli perusavain [3, s. 6] (Kuva 8). Ryhdyin etsimään taulujen välisiä avaimia aiemmin luomastani vastaavat_taulut -tiedostosta. Vastaavalta näyttävien kahden tietoalkion vertailussa pitää ottaa huomioon alkioden tietotyypit. Jos ne ovat samanlaiset, niin vertailu on nopeampaa, koska silloin hakuohjelman ei tarvitse tehdä tietotyyppimuunnoksia.

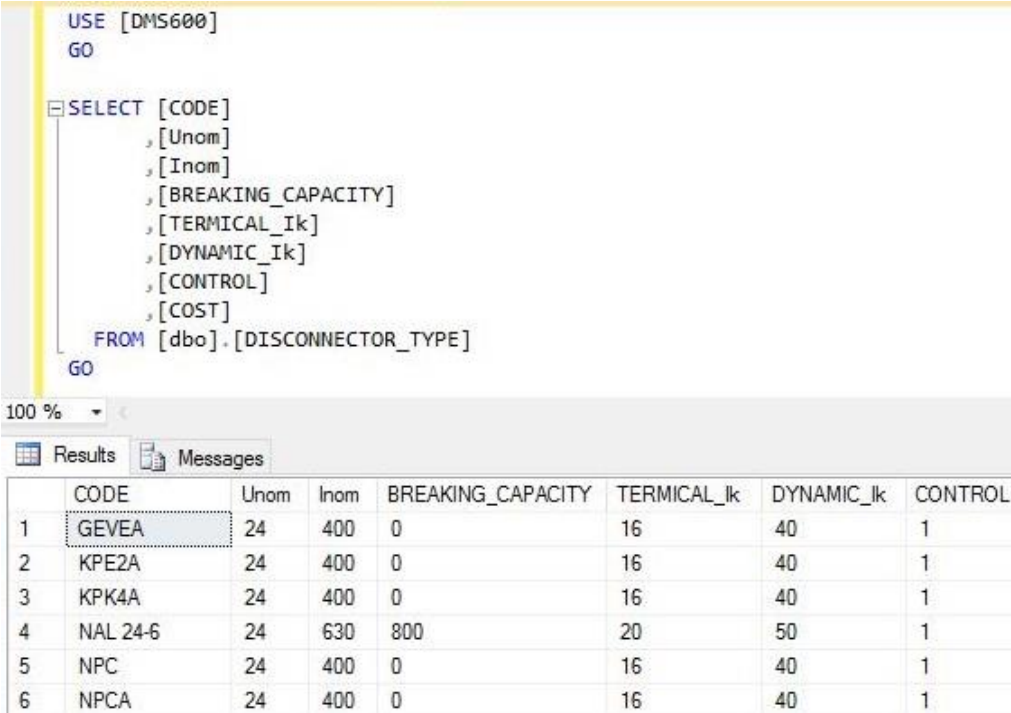


Kuva 8. Tietokantataulujen liitos

Taulujen tietoja voidaan yhdistää tekemällä SQL-komennolla liitos taulujen välille. Node-tilussa olevat tiedot saadaan yhdistettyä Feeder taulun nimi tietoon liitosavaimen ja ehtolauseen avulla, joka kirjoitetaan SQL-komentona: ”WHERE Node.Code = Feeder.Nodecode”.

6.2 Tietojen haku

Kun tietokanta toimii MS SQL Server tietokantapalvelimella, voidaan saman ohjelmiston Management Studio -osiolla tehdä SQL-kyselyjä suoraan kantaan. Tässä ympäristössä kaikki Integran tietotaulut löytyivät Databases/DMS600/Tables -hakemiston alta. Kyselyn voi aloittaa valitsemalla työkaluvalikosta New Query tai näppäimillä Ctrl+N, jolloin avautuvaan ikkunaan voidaan kirjoittaa kysely tai kopioida siihen valmis kysely. Kysely käynnistetään valitsemalla työkaluvalikon Execute tai näppäimellä F5. Kyselyn hakemat tiedot tulostuvat Results -ikkunaan sivun oikeaan alanurkkaan. Esimerkki erottimiin kohdistuvasta SQL-kyselystä ja sen hakemista tiedoista alla (kuva 9).



```

USE [DMS600]
GO

SELECT [CODE]
      ,[Unom]
      ,[Inom]
      ,[BREAKING_CAPACITY]
      ,[TERMICAL_Ik]
      ,[DYNAMIC_Ik]
      ,[CONTROL]
      ,[COST]
FROM [dbo].[DISCONNECTOR_TYPE]
GO

```

	CODE	Unom	Inom	BREAKING_CAPACITY	TERMICAL_Ik	DYNAMIC_Ik	CONTROL
1	GEVEA	24	400	0	16	40	1
2	KPE2A	24	400	0	16	40	1
3	KPK4A	24	400	0	16	40	1
4	NAL 24-6	24	630	800	20	50	1
5	NPC	24	400	0	16	40	1
6	NPCA	24	400	0	16	40	1

Kuva 9. SQL-kysely ja hakutulokset

Kun kysely on tehty, voidaan kopioida Results-välilehdellä olevat tiedot otsikoineen valitsemalla hiiren oikealla valinta ”Copy with Headers” (kuva 10).

	CODE	Unom	Inom	BREAKING_CAPACITY	TERMICAL_Ik	DYNAMIC_I
1	GEVEA	24	400	0	16	40
2	KPE2A	24	400	0	16	40
3	KPK				16	40
4	NAL				20	50
5	NPC				16	40
6	NPC				16	40
7	NPC				16	40
8	NPC				16	40
9	NPC				16	40
10	NPC				16	40
11	NPKE	24	630	0	16	40

Kuva 10. Hakutulosten kopiointi

Jakelumuuntajien, erottimien, johto-osien ja juuripisteiden tiedot haetaan kannasta vastaavan nimisillä SQL-kyselyillä (mallina SQL_erotin.sql). Johto-osa-kysely tuottaa myös kiskoalkioiden tiedot. Kyselyt käyttävät kahta tai kolmea taulua kerätäkseen tarvittavat tiedot kyseisestä komponentista. SLIMO:n tarvitsemia verkkokomponentteja löytyi testikannasta seuraavasti:

- Jakelumuuntajat 705 kpl
- Erottimet 1666 kpl
- Sj-johto-osat 4332 kpl
- Sj-juuripiste 66 kpl

Kaiken kaikkiaan erilaisia keskijänniteverkon komponentteja löytyi testikannasta seuraavasti:

- Aseman johtolähtö 67 kpl
- Asiakas 2 kpl
- Erotin 1667 kpl
- Generaattori 3 kpl
- Haara 2 kpl
- Haarapiste 1222 kpl
- Jatkos 97 kpl
- Jännitemuuntaja 10 kpl

- Katkaisija 69 kpl
- Kisko 87 kpl
- Kondensaattori 3 kpl
- Kuristin 9 kpl
- Moottori 2 kpl
- Muuntaja 1051 kpl
- Päämuuntaja 6 kpl
- Sulake 1 kpl
- Vianilmaisin 6 kpl
- Virtamuuntaja 44 kpl

6.3 Tiedoston siirto

Kyselyn tuottama taulukko kopioidaan otsikoineen SQL Server hakutuloksista leiketydälle ja tallennetaan Notepad'illä UTF-8 -muotoisena tekstitiedostona. Luotu tekstitiedosto tuodaan Excelliin ja muutetaan node -sarakeet teksti muotoisiksi, ettei erotimet muutu tieteellisiksi numeroiksi. Sitten tiedosto tallennetaan xls -formaattissa tiedoston siirtoa varten. Notepad vaihe tehdään siksi, ettei Excel hävitä skandinaavisia merkkejä nimistä, eikä muunna erottimien tunnuksia tieteellisiksi numeroiksi. Excelin asetuksista olisi ehkä voinut löytyä ratkaisu tuontivaiheen haasteisiin, mutta en käyttänyt aikaani siihen. Näin muodostettu Excel-tiedosto on valmis siirrettäväksi Slimole.

6.4 Tietokannan siirto

Kun konversio halutaan tehdä sähköjakeluverkonhaltijan tuotantoympäristön ulkopuolella, niin homma aloitetaan ottamalla tietokannasta täydellinen kopio USB-tikulle. Jos tuotantoympäristössä on MS SQL Server -ohjelmisto, niin sillä ajetaan oheinen ohjelman pätkä. Alla esimerkki muokkaamastani ja testaamastani varmistusohjelmasta [6] (kuva 11).

```

USE [DMS600];
ALTER DATABASE DMS600 SET RECOVERY FULL;
GO
-- Back up the DMS600 database to new media set (backup set 1).
BACKUP DATABASE DMS600
TO DISK = 'I:\SQLServerBackups\DMS600FullRM.bak'
WITH FORMAT;
GO
--Create a routine log backup (backup set 2).
BACKUP LOG DMS600 TO DISK = 'I:\SQLServerBackups\DMS600FullRM.bak';
GO

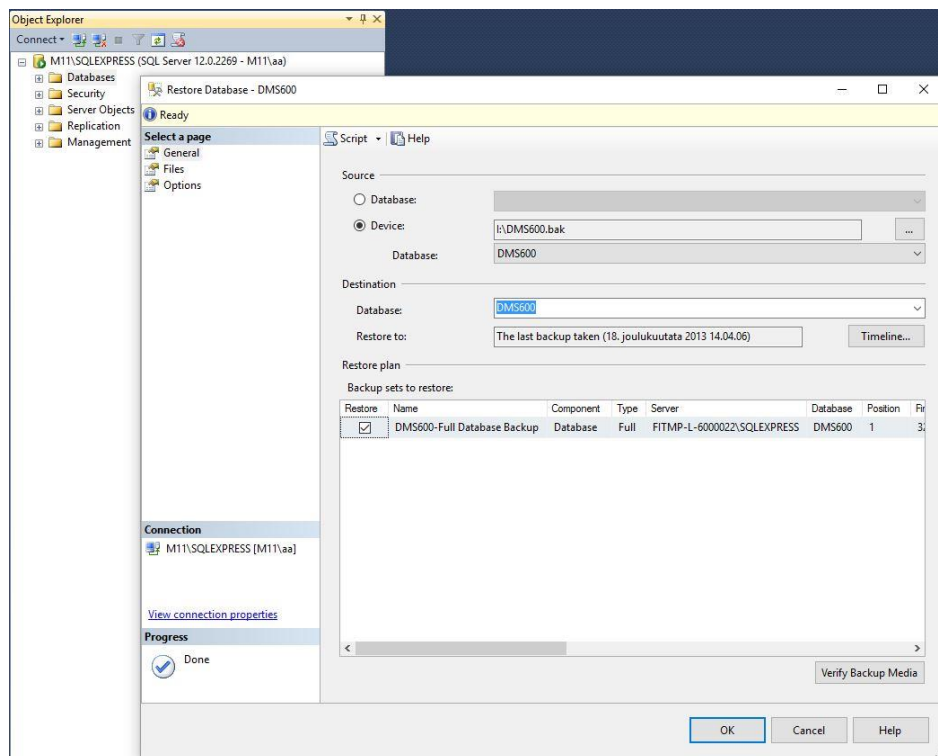
```

Messages

Processed 21832 pages for database 'DMS600', file 'DMS' on file 1.
Processed 2 pages for database 'DMS600', file 'DMS_log' on file 1.
BACKUP DATABASE successfully processed 21834 pages in 45.696 seconds (3.732 MB/sec).
Processed 8 pages for database 'DMS600', file 'DMS_log' on file 2.
BACKUP LOG successfully processed 8 pages in 0.636 seconds (0.098 MB/sec).

Kuva 11. Tietokannan varmistus

Varmistusohjelma tallettaa koko tietokannan sisällön muistitikulla olevaan SQL-ServerBackups -hakemiston DMS600FullRM.bak -nimiseen tiedostoon. Tietokannan siirto etenee konversioympäristössä kytkemällä muistitikku SQL Server tietokoneelle ja palauttamalla tietokanta tikulta SQL Serverin Restore Database -toiminnolla, (kuva 12).

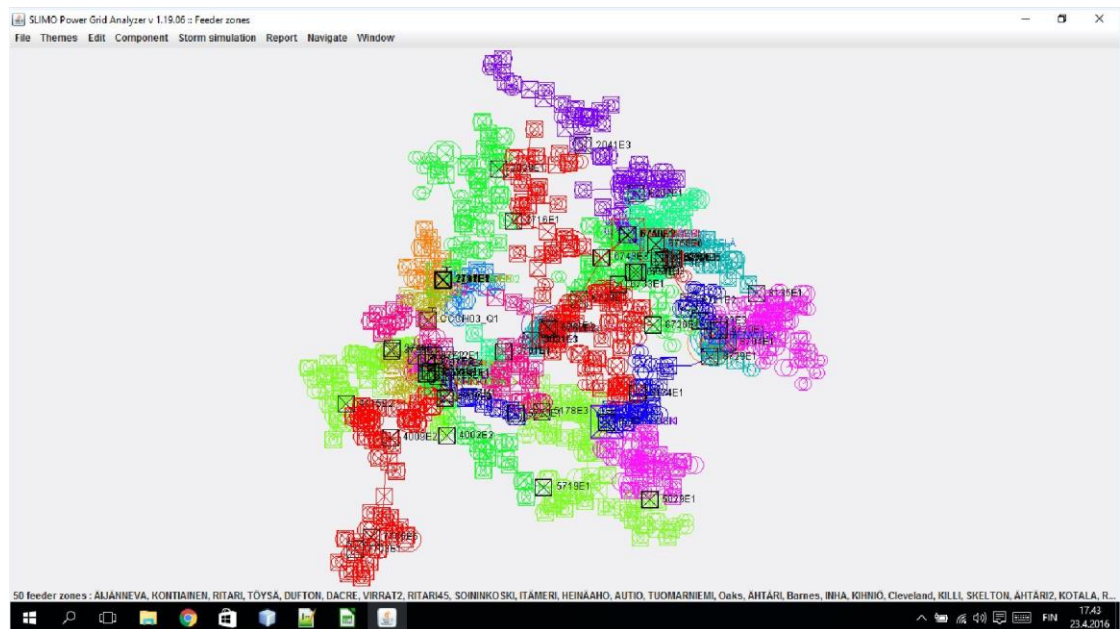


Kuva 12. Tietokannan palautus

7 YHTEENVETO

Virtaveikot joutui poistamaan aineistosta lähtöjä, joissa ei ole mitään kiinni. Lähtöjen olemassaolo saattoi johtua koulutusikästä olevasta tietokannasta. Toisaalta ne saattoivat olla sähköasemien välisiä varayhteyksiä. Myös kymmeniä erottimia piti avata. Lisäksi tein palautteen perusteella kyselyohjelmiin muutamia muutoksia sarakeotsikoihin.

Lopulta saavutimme tavoittemme. SLIMO luki siirtoaineiston, niin että siitä muodostui yhtenäinen sähköverkko komponentteineen. Paikkakuntien mukaan nimetyt sähköverkon lähdöt ovat oikeilla paikoillaan (kuva 13).



Kuva 13. SLIMO Power Grid Analyzer Feeder zones

8 POHDINTAA

Työn tarkoituksen oli selvittää DMS 600 verkkotietojärjestelmä liittämistä osaksi SLIMO luotettavuuslaskentaa. Tavoitteisiin pääsy edellytti perehtymistä DMS 600 -järjestelmän ja SQL Server -ohjelmiston toimintaan sekä SQL-kielen opiskelua. Yhteistyö Virtaveikkojen kanssa oli kannustavaa ja työn loppuvaiheessa hyvin tiivistä ja välitöntä. Olen kiitollinen hyvin sujuneesta yhteistyöstä ja siitä, että sain näin mielenkiintoisen aiheen tehtäväksi.

Työn tilaajan mielestäni opinnäytetyössä päästiin asetettuun tavoitteeseen. Opin yhdistämään sähköverkon komponentin tiedot eri tietokantatauluista. Työn tuloksena on saatu Virtaveikot Oy:lle perusta DMS 600 verkkotietokannan konversiomenetelmästä. Selvityksen avulla Virtaveikot pystyy lukemaan DMS 600 verkkotietokannan tiedot, siirtämään ne SLIMO:lle.

Odotankin mielenkiinnolla seuraavan sähköverkkoyhtiön verkkotietojen siirtämistä konversiomenetelmillä analysoitavaksi. Toivon että tuleva siirto onnistuu samalla sapluunalla. Seuraava konversiovaiheen kehitystavoite on automatisoida siirtoa vielä sujuvammaksi. Nyt luodut yksinkertaiset kyselyt tekevät kyllä halutun työn, mutta niitä voisi parannella niin että ne tallentaisivat yhteensopivassa formaatissa taulut koko tietokannasta suoraan samaan tiedostoon. Näin jäisi muutama käsityövälivaihe konversiosta pois.

SLIMO:lla muodostettavat keskijännitesähköverkkojen investointisuunnitelmat auttavat sähkönjakelijoita pääsemään optimaalisesti uuden sähkömarkkinalain velvoittamiin tavoitteisiin, joista hyötyvät sähkön tuottajat ja käyttäjät.

LÄHTEET

1. ABB, DMS600 4.3 Pääkäyttäjän opas, version A/9.10.2009
2. ABB, MicroScada Pro DMS600 Verkkotieto- ja käytöntukijärjestelmät 2013
3. Hovi, Ari SQL-opas, Docendo Finland Oy / 5.painos 2008
4. Korpijärvi, Juha Aging based maintenance and reinvestment scheduling of electric distribution network. Väitöskirja. Lappeenrannan teknillinen yliopisto 2012.
5. Korpijärvi, Juha MAMK Suurjännitetekniikan luento 17.5.2015
6. Microsoft, Backups Under the Full Recovery Model Database
<https://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms186289.aspx> 29.4.2016
7. Miettinen, Samuli GPS käsikirja, Genimap / Karisto 2002
8. Puupponen, Jyrki Koordinaattimuunnokset tutuiksi: Kuinka siirryn KKJ:stä ETRS89-järjestelmään. Lehtiartikkeli: Positio 1/2012
9. SLIMO esittelytilaisuus ESE-Verkot Oy:llä 24.3.2015
10. SLIMO loppuraportti 24.1.2014

