

TULEVAISUUDEN SÄHKÖASEMA-AMMATTILAINEN



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Valkeakoski, sähkö- ja automaatiotekniikka

Kevät, 2018

Topias Koskela

Sähkö- ja automaatiotekniikka
Valkeakoski

Tekijä	Topias Koskela	Vuosi 2018
Työn nimi	Tulevaisuuden sähköasema-ammattilainen	
Työn ohjaaja/t	Timo Viitala	

TIIVISTELMÄ

Tämä opinnäytetyö tehtiin Empower PN Oy:lle ja sen tavoitteena oli saada lopputuloksena koulutustarvekartoitus ja -suunnitelma Empower PN Oy:n sähköverkkodivisioonaan. Opinnäytetyössä kartoitettiin asiakaskyselyn avulla Empowerin sähköverkkopalveluita vastaamaan asiakkaiden tarpeita huomioiden uudet tekniikat suunnittelussa, toteutuksessa, omaisuuden- ja kunnonhallinnassa. Myös henkilöstölle tehtiin kysely, jossa tiedusteltiin heidän halukkuuttaan työskennellä erilaisissa sähköverkkoalan tehtävissä ja näkemyksiä alalla tarvittavasta osaamisesta. Kartoitettiin asiakkaiden osalta Google Forms -kyselynä, joka sisälsi mm. toimialaa, ylläpitoa ja digitalisaatiota koskevia kysymyksiä. Henkilöstökysely toteutettiin kehityskeskustelun yhteydessä. Lisäksi opinnäytetyössä selvitettiin eri mahdollisuuksia tulla sähköasema- ja sähköverkko-osaajaksi. Muun muassa selvitettiin tarjolla olevia opintopolkuja. Teoriaosuudessa syvennyttiin sähköasemiin ja niiden kunnossapitoon nyt ja tulevaisuudessa, sähköverkon rakenteeseen ja toimintaan sekä voimalaitoksiin.

Taustana opinnäytetyölle oli Empower PN Oy:n sähköverkkodivisioonan sähköasemakunnossapitopäällikön Otto Norokorven halu kerätä tietoa asiakkaiden näkemyksistä, sekä oman henkilöstön osaamisesta, jotta saada käsitys tulevaisuuden sähköverkko- ja sähköasema-ammattilaisen tietotaidon tarpeesta. Opinnäytetyön keskeinen sisältö oli asiakas- ja henkilöstökyselyn luominen, lähettäminen, tiedonkeruu, tulosten analysointi ja niiden hyödyntäminen yrityksen käyttöön. Saatuja tuloksia voidaan hyödyntää ainoastaan Empowerin sisäiseen käyttöön. Asiakaskyselyn vastausprosenttiin, sekä henkilöstökyselyyn oltiin tyytyväisiä, sillä ne antoivat näkemyksiä koulutustarpeiden suuntautumisesta.

Avainsanat Asiakaskysely, koulutustarvekartoitus ja -suunnitelma, sähköasema, sähköverkko

Sivut 35 sivua

Electical and Automation Engineering
Valkeakoski

Author Topias Koskela 2018

Subject Future Substation Professional

Supervisors Timo Viitala

ABSTRACT

This thesis was made for Empower PN Oy and the aim in the thesis project was to survey the training needs of the commisioner and to come up with a plan for the power network division of Empower PN Oy in the project, a customer survey was used to identify the power network services of Empower to meet customer needs, taking into into account new techniques in design, implementation, asset and maintenance. The staff was also asked about their willingness to work at versatile power network tasks and their views were acquired as to the expertise needed in the field. The survey was implemented as a Google Forms questionnaire for the customers including questions concerning industrial, maintenance and digitization issues. The personnel survey was conducted in connection with a development discussion. In addition, the thesis explored different opportunities for becoming substation expert and a power network expert. Among other things, the study paths were available. The theoretical part was deepened into substations and their maintenance now and in the future, the structure of power networks and the operations of a power network as well as power plants.

As background to the thesis there was the desire expressed by Otto Norokorpi, a power network division maintenance manager at Empower PN Oy, to collect information on the customers' views and the expertise of Empower staff to better understand the need for know-how regarding the future power network experts and substation experts. The essential contents of the thesis included the creation, delivery, data collection and analysis of the results and the utilization of the customer and personnel questionnaire for the company. The results obtained can only be utilised in internal use by Empower. The response rate in the customer survey and the staff questionnaire were welcomed as they provided evidence that the training needs were well targeted.

Keywords Customer survey, power network, substation, training needs mapping and plan

Pages 35 pages

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	TOIMEKSIANTAJA.....	2
2.1	Empowerin tytäryhtiöt.....	2
2.2	Empowerin arvot.....	2
2.3	Empowerin historia	3
3	SÄHKÖVERKKO.....	4
3.1	Sähköverkon merkitys.....	4
3.2	Sähköverkon rakenne.....	4
3.3	Voimalaitos.....	5
3.4	Kanta-, alue- ja jakeluverkko	8
3.5	Sähköverkon automaatio	15
4	SÄHKÖASEMA.....	16
4.1	Sähköaseman toiminta.....	17
4.2	Sähköaseman laitteet ja niiden toiminta	17
4.3	Sähköaseman apusähköjärjestelmä.....	23
4.4	Sähköaseman ala-asema	23
5	SÄHKÖASEMAN KUNNOSSAPITO	24
5.1	Sähköasemien turvallisuus.....	24
5.2	Sähköasemien laitteiden ja komponenttien kunnossapito	25
6	KOULUTUSMAHDOLLISUUDET	26
7	ASIAKAS- JA HENKILÖSTÖKYSELY.....	28
7.1	Asiakaskysely	28
7.2	Henkilöstökysely.....	30
7.3	Kyselyiden tulokset	30
8	TULEVAISUUDEN SÄHKÖASEMA-AMMATTILAINEN.....	31
9	YHTEENVETO	33
	LÄHTEET	34

1 JOHDANTO

Sähköverkkoala on jatkuvassa muutoksessa tällä hetkellä ja tarvitaan päivitystä/kartoitusta osaamisesta sähköasemien ja -verkkojen kunnossapitoa sekä rakentamista varten. Muun muassa IoT eli Internet of Things tulee muuttamaan kunnossapidettävien laitteiden kunnonvalvontaa, josta opinnäytetyössä kerrotaan enemmän kappaleessa 8.

Opinnäytetyön aihe nousi esiin opinnäytetyöntekijän esimiehen Otto Norokorven kiinnostuksesta ja halusta luoda koulutustarvekartoitus ja -suunnitelma Empower PN Oy:n sähköverkkodivisioonaan. Opinnäytetyöntekijä on työsuhteessa työn tilaajan kanssa toista vuotta.

Työn tavoite oli saada lopputuloksena koulutustarvekartoitus ja -suunnitelma Empower PN Oy:n sähköverkkodivisioonaan. Tavoitteen saavuttamiseksi päätimme laatia kyselyn Empowerin asiakkaille sekä omalle henkilöstölle. Asiakaskyselyn tarkoituksena oli kerätä ja kartoittaa asiakkaiden näkemyksiä tulevaisuuden tarpeista, liittyen sähkönjakeluun. Henkilöstökyselyllä pyrittiin muodostamaan käsitys tämän hetkisestä osaamisesta sekä näkemyksistä tulevaisuuden koulutustarpeille. Asiakas- ja henkilöstökyselyistä kerrotaan kappaleessa 7.

Sähköasemien rakenteen, laitteiden ja kunnossapidon lisäksi työssä kerrotaan myös sähköverkosta ja sen sisällöstä sekä voimalaitoksesta kappaleissa 3, 4 ja 5. Opinnäytetyössä selviteltiin myös eri vaihtoehtoja opiskella sähköasema- sekä sähköverkko-osaajaksi ja aiheesta kerrotaan kappaleessa 6.

2 TOIMEKSIANTAJA

Opinnäytetyön toimeksiantajana oli Empower PN Oy (myöhemmin Empower). Empowerin on suomalainen monikansallinen palveluyritys ja se toimii seitsemässä eri maassa. Liikevaihto on 243 miljoonaa euroa ja henkilöstön määrä on 1700. Empowerin omistajia ovat pääomasijoittaja AAC Capital Partners sekä konsernin johto. AAC Capital Partners on yksi Euroopan johtavia pääomasijoittajia. Yhtiön hallinnoitavana on 2 miljardia euroa. AAC Capital Partners keskittyy MBO- ja MBI-kauppoihin kannattavissa, kasvavissa tuottavissa pohjoiseurooppalaisissa teollisuus- tai palveluyrityksissä, joiden arvo on yleensä 50–500 miljoonaa euroa. (Empower 2018.)

2.1 Empowerin tytäryhtiöt

Kirjaimet PN ovat lyhenne sanoista Power Network. Empower PN Oy on yksi seitsemästä tytäryhtiöstä Empowerin konsernissa ja se toimii sähköverkkopalveluna vastaten siirtoverkkojen ja muiden infraverkkojen sekä rakenteiden rakentamisesta, kunnossapidosta ja projektoinnista. (Empower 2018.)

Muut kotimaassa toimivat tytäryhtiöt ovat Empower IN Oy, Empower TN Oy ja Empower IM Oy. Empower IN Oy toimii teollisuuspalveluna tarjoten kunnossapito-, käyttö- ja projektipalveluita teollisuuteen ja energiatuotantoon. Kirjaimet IN tulevat sanasta industry. Empower TN Oy toimii tietoverkkopalveluna tarjoten suunnittelua, rakentamista, asentamista ja ylläpitoa sähkö- ja tietoliikenneverkoille. Kirjaimet TN tulevat sanasta telenetwork. TN tarjoaa myös telematiikkapalveluita, kuten turvapalveluita. IM tulee sanoista information management eli tiedonhallintapalvelut, sisältäen energiamarkkinoiden palveluita, energia-alan tietojärjestelmiä ja Smart Grid -ratkaisuja energia-alalle. (Empower 2018.)

Tytäryhtiöt ulkomailla ovat Empower AS (Viro), Empower-Fidelitas UAB (Liettua) ja Empower SIA (Latvia). Virossa keskeinen toiminta on verkko-urakointia, tietoliikenneverkkojen rakentamista ja verkkojen suunnittelua. Liettuassa suunnitellaan ja rakennetaan tele- ja muita mastoja. Latviassa rakennetaan ja kunnossapidetään tietoliikenne- ja sähköverkkoja. Empowerilla on toimintaa myös Norjassa, Ruotsissa ja Tanskassa. (Empower 2018.)

2.2 Empowerin arvot

Empower on sitoutunut kaikessa liiketoiminnassaan noudattamaan korkeimpia lainsäädännön vaatimuksia sekä eettisiä vaatimuksia. Empower kantaa vastuunsa työntekijöitään, liikekumppaneitaan, muita sidosryhmiä ja yhteiskuntaa kohtaan ja on jäsenenä Suomen johtavassa yritysverkostossa FIBS:ssä (alk. Finnish Business & Society - Yritykset työelämän uudistajina). (Empower 2018.)

Empowerilla työturvallisuudesta ei tingitä, tavoitteena on nolla tapaturmaa ja työntekijöitä kannustetaan tekemään HSE-havainnointia (health, safety, and environment - terveys, turvallisuus ja ympäristö) korjaavien toimenpiteiden aikaansaamiseksi (Empower 2018).

Parhaan asiakaskokemuksen saavuttamiseksi pyritään pitämään työtyytyväisyys korkealla, olemaan johtava kehittäjä palveluissa sekä houkuttelevin työnantaja. Empower on työnantajana tutkitusti arvostettu, kiinnostava, dynaaminen ja sen työntekijät pitävät vahvuutena hyvää työilmapiiriä sekä monipuolisia tehtäviä. Yrityksen asiantuntevat kollegat ja esimiehet ovat tukena työntekijän kehittymisessä. Empower kehittää jatkuvasti omia prosessejaan tukeakseen palveluiden innovointia ja kehittämistä. Uusien digitaalisten palveluiden kehittämisellä luodaan asiakkaille mahdollisuus tehostaa omia prosessejaan. Empowerin toimintaa ohjaavia arvoja ovat kuvassa 1 esitetyt arvot. (Empower 2018.)



Kuva 1. Empowerin arvot (Empower 2018).

2.3 Empowerin historia

Vuonna 1988 perustetusta Teollisuuden Voimansiirto Oy:stä ovat lähtöisin Empowerin juuret. Etelä-Pohjanmaan Voima, Pohjolan Voima, Nokian Voima ja Etelä-Suomen Voima omistivat sähkön siirtoon, -myyntiin ja -hankintaan sekä siirtoverkon rakentamiseen ja kunnossapitoon erikoistuneen yhtiön Teollisuuden Voima Oy:n. (Empower 2018.)

Vuonna 1997 Teollisuuden Voimansiirto fuusioitiin Pohjolan Voimaan. Pohjolan Voima eriytti konsernin palvelutoiminnot omaksi alakonsernikseen PVO-Palvelut Oy:ksi vuonna 1998, jolloin Empower syntyi. Vuonna 1999 yhtiön nimeksi tuli Empower Oy. Konsernin juridinen rakenne uudistettiin Empowerin toimesta vuonna 2015 ja kaikille konsernin yhtiöille perustettiin emoyhtiöksi Empower Oyj ja liiketoiminnot ryhmiteltiin tytäryhtiöihin. (Empower 2018.)

3 SÄHKÖVERKKO

Sähköverkolla tarkoitetaan siirto- ja jakeluverkkoa, jossa siirretään voimaloissa tuotettu sähköenergia sähkön käyttäjille. Suomessa on yhteensä yli 400 000 kilometriä pitkä sähköverkko, johon on yhdistetty kaikki kuluttajat ja merkittävät voimalaitokset. (Energiateollisuus 2017.) Kaikille Suomessa asuville ihmisille toimitetaan peruspalveluna sähköä (Energiamailma 2018). Suomen sähköjärjestelmä on Ruotsin, Norjan ja Itä-Tanskan kanssa osa yhteispohjoismaista voimajärjestelmää. Lisäksi Venäjän ja Viron järjestelmät on yhdistetty tasasähköyhteyksin Suomeen. Keski-Euroopan järjestelmä on vastaavasti tasasähköyhteyksin yhteydessä yhteispohjoismaiseen järjestelmään. (Fingrid 2017, 8.)

3.1 Sähköverkon merkitys

Valtaosa Suomesta oli sähköistetty 1960-luvun lopussa ja tultaessa 1980-luvulle, oli Suomi kokonaan sähköistetty. Suomessa luotetaan sähköverkon toimintaan tutkitusti, sillä kaikki Suomessa asuvat saavat sähköä ja sen toimitus on varmaa. Sähköverkon merkitys suomalaiselle yhteiskunnalle on suuri, koska sillä on valtavasti eri käyttötarkoituksia esimerkiksi televisionkatseleminen, valaiseminen, sähköllä lämmittäminen, ruoan laittaminen ja siivoaminen. (Energiamailma 2018.)

Suomessa teollisuus, kauppa, palvelut ja maatalous saavat sähkönsä taapauskohtaisesti, joko jakeluverkosta, suurjännitteisestä jakeluverkosta tai kantaverkosta, mutta kotitaloudet vain jakeluverkoista. Sähköä tuottavat voimalaitokset voivat liittyä jakeluverkkoon, suurjännitteiseen jakeluverkkoon sekä kantaverkkoon. Verkon rakenne on muuttumassa monimutkaisemmaksi, sillä tulevaisuudessa pienvoimalaitoksien määrä kasvaa myös jakeluverkossa. (Energiateollisuus 2015.)

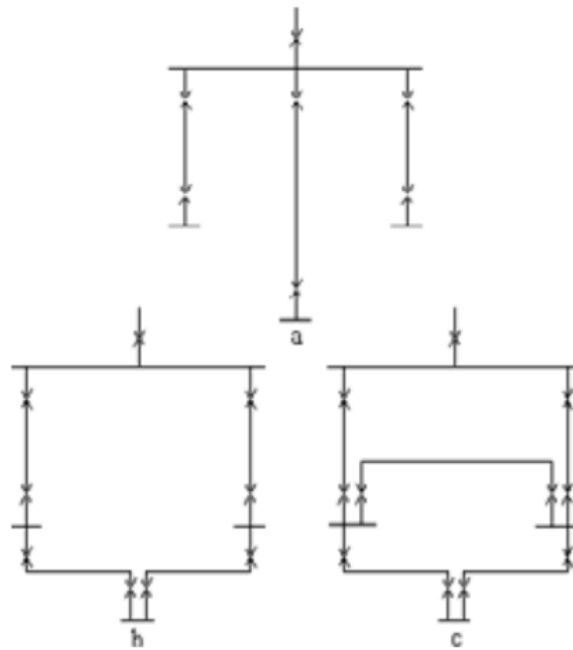
3.2 Sähköverkon rakenne

Sähköverkkoon on liittyneenä jakelumuuntamoita, sähköasemia sekä generaattoreita. Korkeat siirtojännitteet muunnetaan sähkönkäyttäjille soveltuvaksi pienjännitteeksi jakelumuuntamoissa. Maakaapeloinnin yleistyessä yhä useammin muuntamot sijoitetaan erillisiin muuntamorakenteisiin sekä kerrostalojen kellareihin, mutta suurin osa näistä on edelleen sijoitettuna pylväissä. Sähköasemissa yhdistyy erijännitteiset voimajohdot. Sähköasemat toimivat ikään kuin sähköverkon jakorasioina, mutta niissä voidaan muuntaa, jakaa ja keskittää sähkön siirtoa. Generaattoreilla tuotetaan energiaa sähköverkkoon. (Energiateollisuus 2015.)

Suurjänniteverkot on pääsääntöisesti rakennettu avojohtoina ja muu osuus näistä on maakaapeloitu. Näiden pituus on yhteensä noin 23 500 kilometriä. Keskijänniteverkoista suurin osa on rakennettu avojohtoina (eristämätön) ja loput maa-, vesistö- tai ilmakaapeleina (eristetty), jolloin

näiden yhteispituus on noin 145 000 kilometriä. Pienjänniteverkosta suurin osa on maa- tai ilmakaapeleina ja vain pieni osa avojohtoina. Pienjänniteverkon yhteispituus on noin 240 000 kilometriä. On odotettavissa, että tulevaisuudessa aktiivinen maakaapelointi jatkuu. Vuoden 2014 koko jakeluverkon kaapelointiaste on ollut Energiategollisuuden tekemän selvityksen perusteella 29 prosenttia ja sen uskotaan nousevan vuoden 2019 loppuun mennessä 44 prosenttiin. (Energiategollisuus 2017.)

Sähköverkot voidaan jakaa rakenteen perusteella suljettuihin eli silmukka-verkkoihin ja avoiimiin, joita kutsutaan säteittäisverkoiksi. Säteittäisen verkon kuormitukset saavat sähköä vain yhden reitin kautta, kun taas silmukoitu verkossa sähkö kulkee useampaa reittiä. Käyttövarmuus on parempaa silmukkaverkossa, koska vikaantuminen yhden johdon osalta ei vielä aiheuta sähkökatkoa. Kuvassa 2 on kuvattuna a) kohdassa säteittäinen verkkomuoto, b) ja c) kohdassa silmukoitu verkkomuoto. Kuvassa esiintyvät lyhyet vaakasuorat viivat esittävät kuormituspisteitä ja X:t katkaisijoita, joita käytetään kytkinlaitteina. (Korpinen 1998, 1 - 2.)



Kuva 2. a) säteittäinen verkkomuoto, b) ja c) silmukoitu verkkomuoto (Korpinen 1998, 1-2).

3.3 Voimalaitos

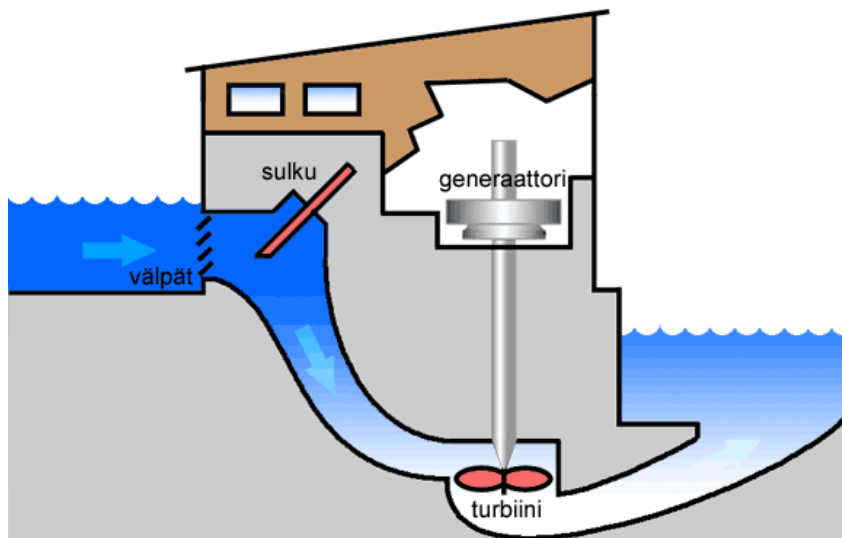
Voimalaitoksella tarkoitetaan yleensä sähköntuotantolaitosta. Suomessa kaikki sähkötuotannon muodot perustuvat käytännössä generaattoreiden

käyttöön. Mekaaninen energia muutetaan generaattorissa sähköenergiaksi sähkömagneettisen induktion avulla. Jotta johtimeen indusoituisi jännite ja aiheuttaisi sähkövirran täytyy johdinta ja magneettikenttää pyörittää suhteessa toisiinsa. Staattoriksi kutsutaan paikallaan olevaa osaa ja pyörivää roottoriksi. Roottorin pyörintänopeudesta, johtimen pituudesta ja magneettikentän voimakkuudesta riippuu indusoituneen jännitteen, ja siten myös sähkövirran suuruus. (Wikispaces 2018.)

”Erot eri tuotantomuotojen välillä perustuvat siihen, mistä generaattoriin johdettava mekaaninen energia saadaan, tarkemmin sanottuna siihen minkä energianlähteen avulla generaattoria pyörittävää turbiinia liikutetaan” (Wikispaces 2018). Mekaaninen energia otetaan suoraan veden virtauksesta ja tuulen liike-energiasta vesi- ja tuulivoimaloissa. Kaikki muut tavat mekaanisen energian tuottamiseen ovat lämpöenergian muuttamista mekaaniseksi energiaksi. Voimalat, jotka perustuvat tämänlaiseen toimintaan, kutsutaan lämpövoimaloiksi, joita ovat ydinvoima-, höyrykattila- ja kaasuturbiinivoimalaitokset. (Wikispaces 2018.)

Turbiinia pyörittää höyrystetty ja siten paineistettu vesi höyrykattila- ja ydinvoimalaitoksissa. Lämpöenergia tuotetaan ydinvoimalaitoksissa uraanipitoisen ydinpolttoaineen fissioreaktiosta, kun taas höyrykattilavoimalaitoksissa höyrystämiseen vaadittava lämpöenergia tuotetaan polttamalla esimerkiksi turvetta, fossiilista polttoainetta tai muuta biomassaa. Kaasuturbiinivoimalaitoksessa turbiinin pyöriminen saadaan tapahtumaan kaasuseosten polttamisessa syntyneistä palokaasuista. (Wikispaces 2018.)

Näiden lisäksi on olemassa myös kombivoimalaitoksia. Niissä yhdistetään kaasuturbiinin ja höyrykattilan toiminta, jolla saavutetaan parempi hyötysuhde. Tuottamisen perusteella voidaan luokitella lämpövoimalaitokset niin, että tuotetaanko niissä pelkkää sähköä (lauhdevoimalaitos) vai tämän lisäksi kaukolämpöä (vastapainevoimalaitos). (Wikispaces 2018.) ”Lauhdevoimalaitoksessa saadun sähköenergian osuus käytetyn polttoaineen energiasta on suurempi kuin vastapainevoimalaitoksessa, mutta sen kokonaishyötysuhde käyttökelpoisessa energiassa sekä lämpönä että sähköinä on vuorostaan vastapainevoimalaitosta pienempi” (Wikispaces 2018). Alla olevassa kuvassa 3 on kuvattuna vesivoiman tuotantoprosessi (Energia-verkko 2003). Kuvassa 4 on kuvattuna Kelukosken vesivoimalaitos (Kemijoki 2018).



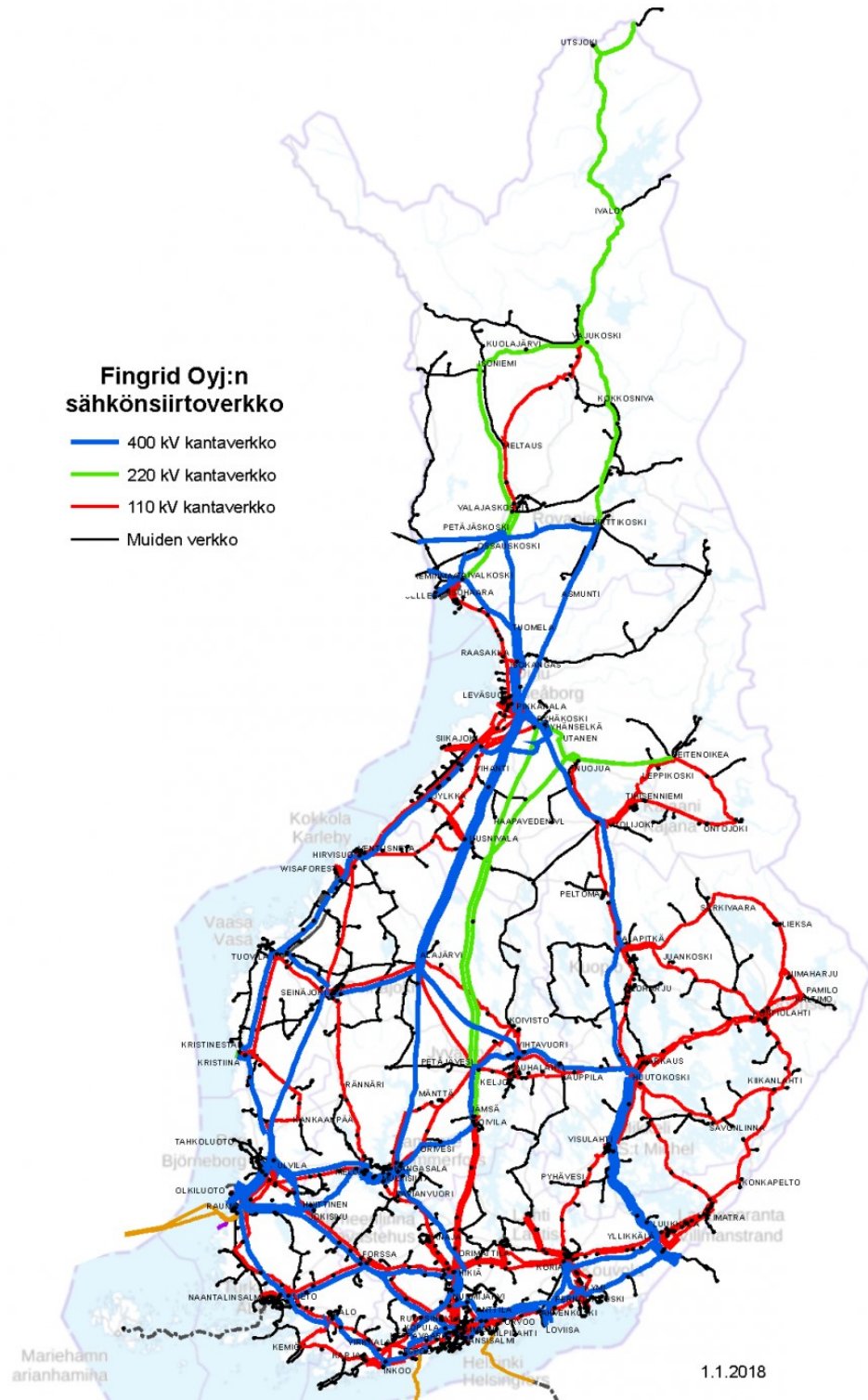
Kuva 3. Vesivoiman tuotantoprosessi (Energiaverkko 2003).



Kuva 4. Kelukosken voimalaitos (Kemijoki 2018).

3.4 Kanta-, alue- ja jakeluverkko

Kantaverkon omistaa Suomen Kantaverkko Oy, nykyinen Fingrid Oyj (myöhemmin Fingrid), joka on perustettu vuonna 1997 (Korpinen 1998, 1). Alla olevassa kuvassa 5 on kuvattuna Suomen sähkösiirtoverkko (Fingrid 2018).



Kuva 5. Fingrid Oyj:n voimansiirtoverkko (Fingrid 2018).

Koko maan kattavan valtakunnallisen kantaverkon, joka yhdistää toisiinsa voimalaitoksia ja syöttöasemia muodostaa 400, 220 ja tärkeimmät 110 kilovoltin johdot sekä sähköasemat (Korpinen 1998, 1). Kuvassa 6 on kuvattuna Fingridin omistuksessa olevien voimajohtojen ja merikaapeleiden jännitteet, pituudet sekä sähköasemien määrä (Fingrid 2017, 8).

Fingridin hallitsemaan Suomen
kantaverkkoon kuuluu

5100

kilometriä 400 kV voimajohtoa

1600

kilometriä 220 kV voimajohtoa

7600

kilometriä 110 kV voimajohtoa

320

kilometriä merikaapeleita

119

sähköasemaa

Kuva 6. Fingrid: voimajohdot, merikaapelit ja sähköasemat (Fingrid 2017, 8).

”Sähkömarkkinalain mukaan Fingridin on nimettävä ja julkaistava kantaverkkoonsa kuuluvat voimajohdot, sähköasemat ja muut laitteistot kunkin siirtopalvelujen hinnoittelua koskevan valvontajakson ajaksi viimeistään yhdeksän kuukautta ennen valvontajakson alkamista” (Fingrid 2017, 8). Jakeluverkoissa tapahtuu sähkön paikallinen siirto pienkäyttäjille. Sähkön tuottajia ja kuluttajia palvelee kantaverkko, mahdollistaen koko maassa toimivat sähkömarkkinat ja kaupankäynnin yli Suomen rajojen. Kantaverkon käytön suunnittelu, valvonta, verkon ylläpito ja kehittäminen ovat myös Fingridin vastuulla. (Fingrid 2017, 8.)

”Sähköverkkotoimintaan vaaditaan Energiaviraston myöntämä verkkolupa. Verkonhaltijoita koskevat verkon ylläpito- ja kehittämisvelvollisuus, sähkönkäyttöpaikkojen ja tuotantolaitosten liittämismvelvollisuus sekä sähkön siirtovelvollisuus. Verkonhaltijat vastaavat sähköverkoston kunnosta

ja asiakkaille toimitettavan sähkön laadusta. Jakeluverkonhaltijan verkkolupaan liittyy maantieteellinen vastuualue, jolla jakeluverkonhaltijalla on yksinoikeus rakentaa jakeluverkkoa. Asiakkaan sijainti jakeluverkonhaltijan vastuualueella ei saa vaikuttaa siirtohintojen suuruuteen. Siirtohintaan ei saa myöskään vaikuttaa, keneltä sähkönmyyjältä asiakas sähkönsä ostaa. Eri sähköverkonhaltijoiden välillä sähkön siirtopalveluiden hinnat poikkeavat toisistaan, mutta asiakkaat eivät voi kilpailuttaa eri verkonhaltijoita. Siirtomaksun määräytymiseen vaikuttaa muun muassa asiakkaalle toimitetun sähköenergian määrä ja tehontarve sekä jännitetaso, jolla asiakas on liittynyt verkkoon” (Energiavirasto 2018).

Suurjännitteiset jakeluverkot, jotka siirtävät sähköä alueellisesti esimerkiksi tietyssä maakunnassa, jatkuvat kantaverkoista. Jakeluverkoilla on mahdollisuus käyttää kantaverkkoa, joko suurjännitteisen jakeluverkon kautta tai liittymällä suoraan kantaverkkoon. Suurjännitteisen jakeluverkon ja jakeluverkon ero perustuu jännitetasoon. Suurjännitteiset jakeluverkot toimivat 110 kilovoltin jännitteellä, kun taas jakeluverkot 20, 10, 1 tai 0,4 kilovoltin jännitteellä. (Energiateollisuus 2015.)

Eri sähköyhtiöiden omistamat kantaverkkoon kuulumattomat 110 kilovoltin johdot ja sähköasemat sekä harvinaisemmat 30 ja 45 kilovoltin johdot muodostavat alueverkon, jonka kautta sähkö siirtyy kantaverkosta jakeluverkkoon. (Korpinen 1998, 1.) Suomessa olevat jakeluverkot omistaa eri sähköverkkojen haltijat. Taulukossa 1 on Suomen sähkönjakeluverkon haltijat ja taulukossa 2 sähkön suurjännitteisen jakeluverkon haltijat. (Energiavirasto 2018.)

TAULUKKO 1. Sähkönjakeluverkon haltijat (Energiavirasto 2018).

Alajärven Sähkö Oy	LE-Sähköverkko Oy
Caruna Oy	Loiste Sähköverkko Oy
Caruna Espoo Oy	Muonion Sähköosuuskunta
Ekenäs Energi Ab	Nivos Energia Oy
Elenia Oy	Naantalin Energia Oy
Enontekiön Sähkö Oy	Nurmijärven Sähköverkko Oy
ESE-Verkko Oy	Nykarleby Kraftverk Ab
Esse Elektro-Kraft Ab	Oulun Energia Siirto ja Jakelu Oy
Etelä-Suomen Energia Oy	Oulun Seudun Sähkö Verkkopalvelut Oy
Forssan Verkkopalvelut Oy	Outokummun Energia Oy
Haminan Energia Oy	Paneliankosken Voima Oy
Haukiputaan Sähköosuuskunta	Parikkalan Valo Oy
Helen Sähköverkko Oy	PKS Sähkönsiirto Oy
Herrfors Nät-Verkko Oy Ab	Pori Energia Sähköverkot Oy
Iin Energia Oy	Porvoon Sähköverkko Oy
Imatran Seudun Sähkönsiirto Oy	Raahen Energia Oy
Jeppo Kraft Andelslag	Rantakairan Sähkö Oy
JE-Siirto Oy	Rauman Energia Sähköverkko Oy
Jylhän Sähköosuuskunta	Rovakaira Oy
Järvi-Suomen Energia Oy	Rovaniemen Verkko Oy
Kemin Energia ja Vesi Oy	Sallila Sähkönsiirto Oy
Keminmaan Energia Oy	Savon Voima Verkko Oy
Keravan Energia Oy	Seiverkot Oy
Keuruun Sähkö Oy	Tampereen Sähköverkko Oy
Koillis-Lapin Sähkö Oy	Tenergia Oy
Koillis-Satakunnan Sähkö Oy	Tornion Energia Oy
Kokemäen Sähkö Oy	Tornionlaakson Sähkö Oy
Kokkolan Energiaverkot Oy	Tunturiverkko Oy
Kronoby Elverk Ab	Turku Energia Sähköverkot Oy
KSS Verkko Oy	Vaasan Sähköverkko Oy
Kuopion Sähköverkko Oy	Vakka-Suomen Voima Oy
Kuoreveden Sähkö Oy	Valkeakosken Energia Oy
Kymenlaakson Sähköverkko Oy	Vantaan Energia Sähköverkot Oy
Köyliön-Säkylän Sähkö Oy	Vatajankosken Sähkö Oy
Lammaisten Energia Oy	Verkko Korpela Oy
Lankosken Sähkö Oy	Vetelin Energia Oy
Lappeenrannan Energiaverkot Oy	Vimpelin Voima Oy
Lehtimäen Sähkö Oy	Äänekosken Energia Oy
Leppäkosken Sähkö Oy	

TAULUKKO 2. Sähkön suurjännitteisen jakeluverkon haltijat (Energiavirasto 2018).

Enso Alueverkko Oy
EPV Alueverkko Oy
Kaakon Alueverkko Oy
Kittilän Alueverkko Oy
Mäntän Energia Oy
Porvoon Alueverkko Oy
EPV Tuotantoverkot Oy
Satavakka Oy
Sähkö-Virkeät Oy
UPM Sähkönsiirto Oy
Ääneverkko Oy

Pienjännitteeksi kutsutaan enintään 1 kilovoltin jännitteitä, keskijännitteeksi suurempia 1-70 kilovoltin jännitteitä ja 110-400 kilovoltin jännitteet ovat suurjännitteitä. (Energiateollisuus 2015). Pienten ja keskisuurten sähkökäyttäjien kulutusalueella sähkönsiirtoon käytetään jakeluverkkoa, joka voidaan jakaa edelleen keski- ja pienjänniteverkkoihin. Suomessa joissakin kaupungeissa käytetään 10 kilovoltin jännitettä, mutta useimmiten 20 kilovoltin keskijännitettä. Pienjänniteverkoissa kulkee 400 voltin jännite ja sen vaihejännitteenä on 230 voltia, joka on yleisin käsite tavalliselle sähkökäyttäjälle. Pienjänniteliityntä on sopivin laitteiden käyttöjännitteen kannalta valtaosalle sähkökäyttäjistä. (Korpinen 1998, 1.) Kuvassa 7 on esiteltynä pienjännitejohto, kuvassa 8 keskijännitejohto ja kuvassa 9 voimajohto (Tukes 2016).



Kuva 7. Pienjännitejohto (Tukes 2016).



Kuva 8. Keskijännitejohto (Tukes 2016).



Kuva 9. Voimajohto (Tukes 2016).

Kuvassa 10 Tukesin (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto) julkaisemat turvapäätökset johtoihin eri jännitetasoilla ja kuvassa 11 on esiteltyä 110 kilovoltin eristinketju (Tukes 2016).

Jännite (volttia V) Varoetäisyys (metreinä m)

	avojohto		riippujohto
	alla	sivulla	
0,4 kV*	2*	2*	0,5**
20 kV	2	3	1,5
110 kV	3	5	-
220 kV	4	5	-
400 kV	5	5	-

* Pienjännitteiset 0,4 kV avojohdot ovat nykyisin hyvin harvinaisia.

** Etäisyys koskee myös 1 kV riippujohtoja.

1 kV = 1000 V

Kuva 10. Turvaetäisyydet (Tukes 2016).



Kuva 11. 110 kilovoltin eristinketju (Tukes 2016).

Johdon jännitteen voi päätellä eristinketjun pituudesta ja eristinlautasten lukumäärästä. 110 kilovoltin eristinketjun pituus on noin 1 metri ja eristinlautasten lukumäärä 6-8, 220 kilovoltin eristinketjun pituus noin 2 metriä ja eristinlautasten lukumäärä 10-12 ja 400 kilovoltin eristinketjun pituus noin 4 metriä ja eristinlautasten lukumäärä 18-24. (Tukes 2016.)

3.5 Sähköverkon automaatio

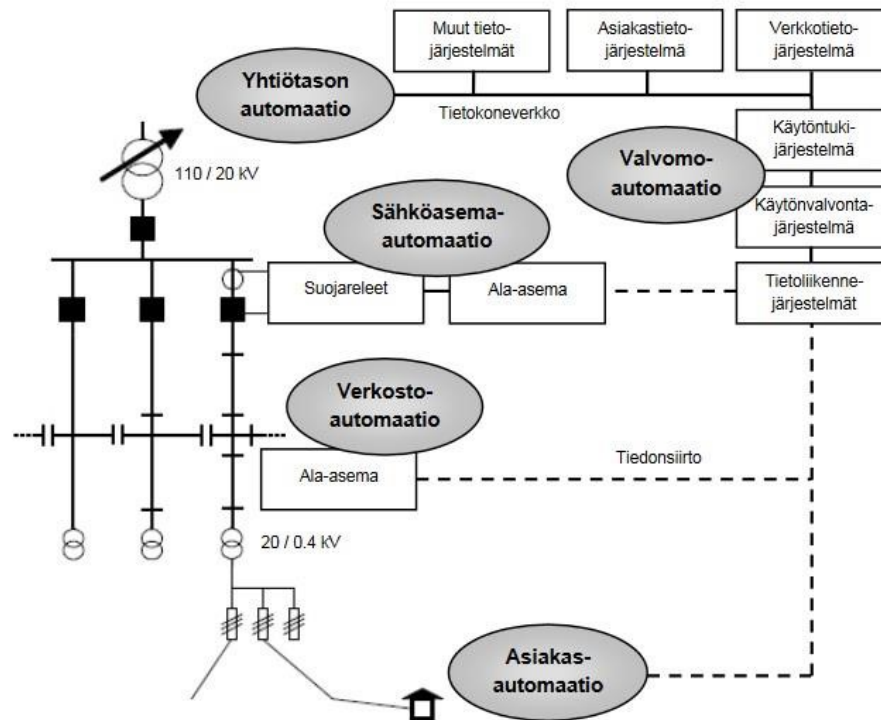
Sähköverkossa oleva automaatio jaetaan kahteen osaan, jakeluautomaatioon ja sähköasemien paikallisautomaatioon. Jakeluverkon hallintaa, käyttöä ja valvontaa kutsutaan jakeluautomaatioksi, kun taas sähköasemien paikallisojasta sähköasemien paikallisautomaatioksi. Jakeluautomaatio rakentuu monesta yhdessä toimivasta tietojärjestelmästä, jotka ovat yhteydessä tietoliikenneverkon välityksellä keskenään. Sähköasemien paikallisautomaatio välittää sähköaseman mittaus- ja hälytystiedot valvomoon, josta sähköverkkoa ja sähköasemia voidaan ohjata kaukokäytön avulla. Alapuolella olevassa kuvassa 12 on esitetty jakeluautomaatiojärjestelmän rakenne. (Launonen 2016, 9.)



Kuva 12. Jakeluautomaatiojärjestelmän rakenne (Launonen 2016, 9).

Valvontajärjestelmä joka valvoo sähköverkkoa, on rakenteeltaan hierarkkinen järjestelmä. Verkkojen valvonta on Suomessa jaettu kantaverkon ja alueverkkojen kesken ja verkonvalvonnasta vastaa verkkoyhtiö. Myös alemman jännitetason verkkojen tilan tietoja on tärkeää kerätä verkkojen toiminnan ja valvonnan kannalta. Verkon ohjaus- ja valvontatoimia tehdään paikallisesti ja kaukokäyttöjärjestelmiä käyttäen etäohjauksella. (Launonen 2016, 9.)

Sähköverkon automaatio ja suojaus on esitettyä kuvassa 13 (Lakervi & Partanen 2008, 285). ”Järjestelmä koostuu tietokoneverkosta, valvomosta, tietoliikenneverkosta, ala-asemasta, asema-automaatiosta ja asiakasautomaatiosta” (Launonen, 2016, 13).



Kuva 13. Sähköverkon automaatio ja suojaus (Lakervi & Partanen 2008, 285).

”Valvomo on käyttötuki-, käytönvalvonta- ja tietoliikennejärjestelmien avulla yhteydessä sähköaseman ala-asemaan. Ala-aseman avulla voidaan vaikuttaa sähköaseman automaatioon, jonka avulla voidaan muuttaa esimerkiksi aseman suojarleiden asetuksia tai ohjata kytkinlaitteita. Valvomosta voidaan olla myös yhteydessä verkon ala-asemiin, joiden avulla voidaan ohjata erottimia ja katkaisijoita. Lisäksi valvomosta saadaan yhteys esimerkiksi yksittäisen asiakkaan etäluettavaan energiamittariin. Mittarin ilmoittamien energiatietojen perusteella asiakasta voidaan laskuttaa hänen kuluttamastaan sähköstä. Mahdollisessa vikatilanteessa mittareita voidaan tarkastella valvomosta käsin ja nähdä onko kyseisessä kiinteistössä sähköt poikki vai toimiiko sähkönsiirto normaalisti. Tällä tavoin voidaan tarkemmin kartoittaa vika-alueita ja ryhtyä nopeammin korjaaviin toimenpiteisiin” (Launonen 2016, 13).

4 SÄHKÖASEMA

Sähköenergian siirto- tai jakeluverkon kohta, jossa voidaan tehdä kytkentöjä, muuntaa jännitettä tai keskittää sähköenergian siirtoa tai jakoa eri johdoille, kutsutaan sähköasemaksi (Korpinen 1998, 9).

4.1 Sähköaseman toiminta

Sähköverkon turvallisuudesta ja häiriöttömästä sähkönjakelusta huolehtii sähköasema. Lähes kaikkea sähköasemilla olevaa on kaksin kappalein ja jokaiselle järjestelmälle on varajärjestelmä. Mikäli järjestelmä, kojeisto tai jokin komponentti hajoaa, toinen korvaa sen tarvittaessa. Esimerkiksi, jos kaivinkone kaivaisi maakaapelin poikki, niin sähköaseman suojarele havaittisi sen ja katkaisisi lähistöltä sähkön turvallisuuden takaamiseksi. (Vantaan energia Sähköverkot Oy 2016.) Kuvassa 14 on kuvattuna Fingridin Kajaanin sähköasema ulkoa (Herman IT 2017).



Kuva 14. Fingridin sähköasema Kajaanissa (Herman IT 2017).

Muuntoasemaksi kutsutaan sähköasemaa, jossa suoritetaan jännitteen muuntamista. Sähköasemaa voidaan myös kutsua nimillä kytkinasema tai kytkinlaitos. Ulkokytkinlaitos jakaantuu kenttiin, kun taas sisäkytkinlaitos eli kojeisto jakaantuu kennoihin. Energia jaetaan kytkinlaitoksessa muuntajien ja kokoojakiskojen avulla tarkoituksenmukaisesti. (Korpinen 1998, 9.) Sähköaseman sisällä kiskot ovat tyypillisesti kuparisia lattakiskoja. Ulkona kiskosto voi olla putkikiskosto tai köysikiskosto, jolloin se rakentuu johdoista. Kiskostorakenteita on useita erilaisia. (Rantala 2015, 6.)

4.2 Sähköaseman laitteet ja niiden toiminta

Sähköasemilla on useita erilaisia laitteita ja kojeita, jotka voidaan hankkia myös valmiina tehdasvalmisteisina kojeistoina (Korpinen 1998, 9). Sähköasemien komponentteja ovat muun muassa katkaisija, erotin, suojareleet ja ylijännitesuojat sekä muuntaja (Rantala 2015, 7). Katkaisijoita ja erottimia käytetään kytkinlaitteina, joista katkaisijaa käytetään kuormitetun vir-

tapiirin avaamiseen ja sulkemiseen. Katkaisijan on myös kestävä virtapiirin suurin mahdollinen virta eli oikosulkuvirta, joka on seuraus verkossa esiintyvistä viasta. Kuormittamattoman virtapiirin kytkentöihin käytetään erotinta ja niitä sijoitetaan myös johtoreittien varrelle. (Korpinen 1998, 9.) Erotin saa aikaan huollon ja asennuksien ajaksi luotettavan avausvälin. ”Peruserotinta” ei saa avata tai sulkea virrallisena. (Rantala 2015, 10.)

Kytkin pystyy katkaisemaan ja kytkemään tietyn suuruisen kuormitusvirran, ei oikosulkuvirtaa. Sitä käytetään kuormien päälle/pois ohjaukseen ja se on yleinen pienjänniteverkossa, mutta melko harvinainen keskijänniteverkossa. Kuormaerotin on katkaisijan ja erottimen välimuoto. Se pystyy katkaisemaan ja kytkemään tietyn suuruisen kuormitusvirran sekä toimimaan erottimena. Erottimien kolme vaatimusta ovat, että niiden pitää pystyä lukitsemaan sekä auki, että kiinni asentoon niin, että sen vaaraa aiheuttava käyttö on estetty. Erottimessa pitää olla selvästi näkyvä avausväli tai luotettava mekaaninen asennonosoitus sekä avausvälin jännitelujuuden pitää olla suurempi, kuin muun ympäröivän eristyksen. (Rantala 2015, 11-12.)

Katkaisijan vaativa tehtävä on virran katkaisutilanteessa syntyvän valokaaren sammuttaminen. Katkaisutapahtuman ensimmäinen vaihe on, kun kontaktit erkanevat, kosketinpaine vähenee, jolloin kärjen ylimenovastus kasvaa. Tämän jälkeen kärjessä syntyvä tehohäviö suurenee, kärki kuumeenee ja metalli alkaa sulamaan. Sula metalli höyrystyy ja syttyy valokaari. Kosketinvälin kasvaessa valokaari lähtee liikkeelle ja valokaari pitää saada sammumaan. Valokaaren sammutuskeinoja ovat; AC-virran nollakohdan odotus, katkaisuvälin nopea avautuminen, valokaaren johtaminen apukoskettimelle tai ionien nopea poistaminen valokaarikanavasta. Valokaaren saa sammutettua myös jakamalla sen osiin sammutuskammiossa, jossa valokaari pitenee sekä käyttämällä tyhjiötä, jolla on hyvä eristyskyky tai käyttämällä elektronegatiivista SF₆-kaasua, joka ”imee” vapaita elektroneja itseensä. (Rantala 2015, 20-22.)

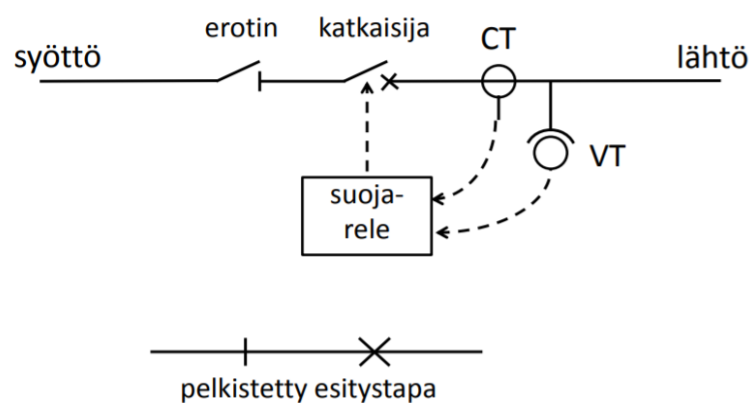
Muuntajan tehtävä on muuntaa vaihtosähköjärjestelmän jännitteitä sopivaksi, rajoittaa oikosulkutehoa sekä säätää jännitettä. Mittalaitteille, esimerkiksi suojareleille sopiviksi jännitteiksi ja virroiksi muuntamiseen käytetään mittamuuntajia, joita ovat jännite- ja virtamuuntajat. Releitä ja varokkeita käytetään suojaustarkoituksessa, venttiilisuoja tai kipinävälejä käytetään ylijännitesuojauksessa. Suojareleen tehtävänä on suojata henkilövahingoilta sekä suojata järjestelmiä ja laitteita vaurioitumiselta. (Korpinen 1998, 9.) Mittalaitteiden kaltaisia laitteita, jotka tarkkailevat verkon sähköisiä suureita ja havaitsevat epänormaalit tilat verkossa, kuten eristyksen pettämisen ja ylikuormituksen, kutsutaan releiksi. Rele antaa ohjauskäskyn katkaisijalle viallisen osan irrottamiseksi terveestä sähköverkosta, mikäli releen asetteluarvojen ylitys tai alitus määritellään epänormaaliksi tilaksi. (Siivonen 2007, 13.)

Kuvassa 15 on sähköasemalle asennettava suurmuuntaja, joka on painoltaan yli 280 000 kilogrammaa ja teholtaan 400 kilovolttia ja 400 megavoltiampeeria (Shl 2015).



Kuva 15. 400 kilovoltin ja 400 megavoltiampeerin suurmuuntaja (Shl 2015).

Kuvassa 16 on esitettyä sähköasemien komponentteja, joiden järjestys voi vaihdella asemittain. Alla olevissa muissa kuvissa 17-21 on kuvattuna kauko-ohjattava erotin, kiertoerotin sähköaseman ulkona, maadoituserotin, kuormaerotin ja tyhjiö/SF6 -katkaisija. (Rantala 2015, 9, 15, 16, 18, 19, 24.) Kuvassa 22 on 400 kilovoltin SF6-katkaisijoita. (Miettinen 2010). Kuvassa 23 on Schneider Electric, Vamp 300 -sarjan suojariele (Schneider Electric 2017).



Kuva 16. Komponentteja (Rantala 2015, 9).



Kuva 17. Kauko-ohjattava erotin (Rantala 2015, 15).



Kuva 18. Kiertoerotin (Rantala 2015, 16).



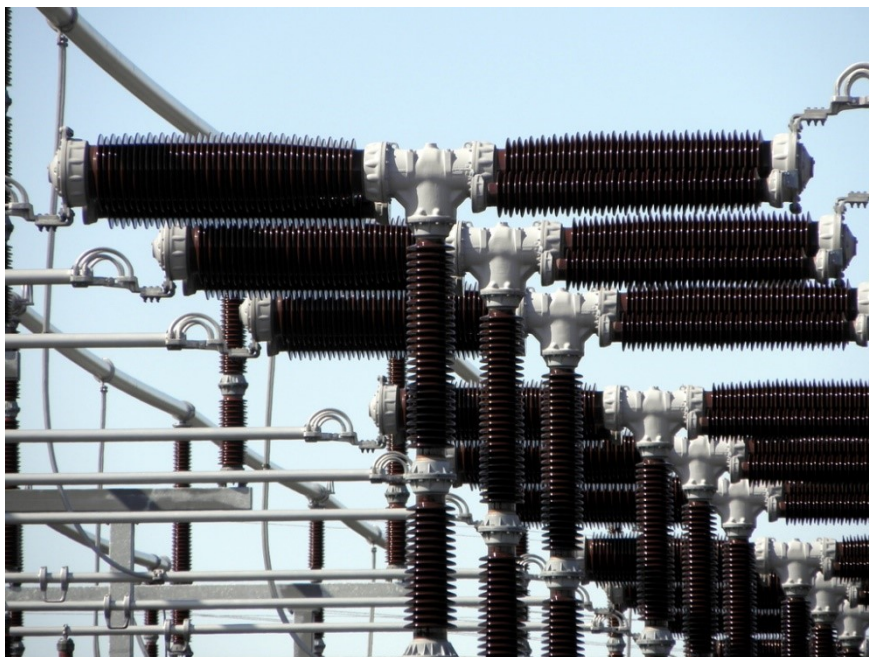
Kuva 19. Maadoituserotin (Rantala 2015, 18).



Kuva 20. Kuormaerotin (Rantala 2015, 19).



Kuva 21. Tyhjiö/SF6 -katkaisija vasemmassa kuvassa takaa ja oikeassa kuvassa edestä (Rantala 2015, 24).



Kuva 22. 400 kilovoltin SF6-katkaisijoita (Miettinen 2010).



Kuva 23. Schneider Electric, Vamp 300 -sarjan suojarile (Schneider Electric 2017).

4.3 Sähköaseman apusähköjärjestelmä

Sähköasemilla on apusähköjärjestelmä, joka jaetaan kahteen osioon, vaihtosähköjärjestelmään eli sähköaseman omakäyttöjärjestelmään sekä tasasähköjärjestelmään. Sähköasemien vaihtosähköjärjestelmään kuuluvat oikeastaan kaikki omakäyttölaitteet ja järjestelmät, jotka toimivat 230/400 voltin vaihtosähköllä. Näitä ovat esimerkiksi aseman lämmitys, valaistus ja pistorasiat. Sähköasemilla on omakäyttöä varten erillinen omakäyttömuuntaja, omakäyttökojeisto ja keskus eli siellä ei tarvitse olla jännitettä kiskostossa, jotta siellä pystyttäisiin työskentelemään esimerkiksi rakentamis-, saneeraus-, ja huoltotilanteissa. 20/0,4 kilovoltin omakäyttömuuntaja on yleensä omassa erillisessä tilassaan sähköasemalla. (Siivonen 2007, 2, 8.)

Sähköasemilla tasasähköjärjestelmään kuuluvia laitteita ovat muun muassa ohjaus-, suojaus- ja kaukokäyttöjärjestelmät. Jos sähköasema jää vaille tasasähköä, tulee siitä hengenvaarallinen ja riski suurille tuhoille kasvaa, siksi tasasähköjärjestelmä varmennetaan akuilla käyttövarmuuden takaamiseksi. Useimmiten tasasähköjärjestelmä vielä kahdennetaan kahdella samanlaisella järjestelmällä. Tasasähkö tuotetaan tasasuuntaajalla asemalla ja se saa syöttönsä aseman omakäyttöjärjestelmästä. Omakäyttöjärjestelmä on varmennettu aseman ulkopuolelta tulevilla varasyötöillä. (Siivonen 2007, 2, 8.)

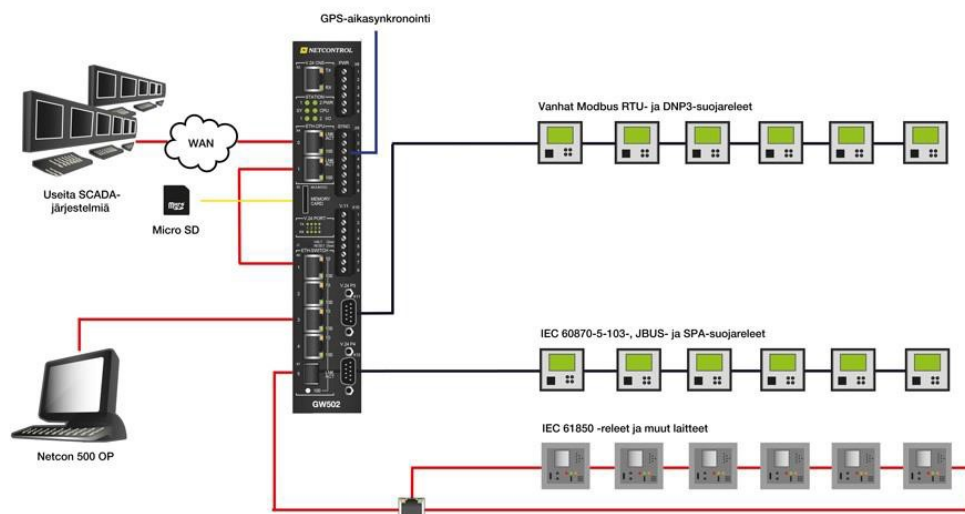
Sähköaseman tasasähkökeskusta tai tasasähkökeskuksia, joihin on kytketty yleensä 110 voltin tai 220 voltin akusto, syöttää tasasuuntaaja. Yleensä nämä akustot rakennetaan kytkemällä lyijyakkuja sarjaan tarvittava määrä. Sähköasemalla käytettävästä tasasähkön jännitteestä riippuu akkujen määrä. Toimivan ja luotettavan sähköaseman tärkeimpiä seikkoja ovat akustojen huolto ja kunnossapito. (Siivonen 2007, 2, 8.)

4.4 Sähköaseman ala-asema

Sähköasemilla on olemassa ala-asema automaatio, joka koostuu asemalla olevasta ala-asemasta ja IED-laitteista (Intelligent electronic device), jotka ovat yhteydessä ala-asemaan väylän kautta. Ala-asema on elektroninen mikroprosessoriohjattu laite, jota käytetään käytönvalvonta- tai SCADA-järjestelmässä (supervisory control and data acquisition) lähettämään mitaustietoja ylemmälle järjestelmälle. IED tarkoittaa älykästä elektronista laitetta, kuten suojalettiä. (Launonen 2016, 14, 20.)

Valvomo saa tietonsa sähköaseman digitaalisia ja analogiaisia muuttujia tarkkailevalta ala-asemalta. Lisäksi asemalla sijaitsevien laitteiden ja valvomon välillä ala-asema toimii protokollamuuntimena, joka muuntaa asematason tiedonsiirrossa käytettävät protokollat valvomotasolla käytettäväksi protokolliksi. Sama toimii toisinpäin, jolloin tieto kulkeutuu valvo-

moon käytönvalvontajärjestelmän kautta. Alla olevassa kuvassa 24 on kuvattuna IED-laitteiden yhdistäminen ala-asemaan. (Launonen 2016, 14, 20.)



Kuva 24. IED-laitteiden yhdistäminen ala-asemaan (Launonen 2016, 14).

5 SÄHKÖASEMAN KUNNOSSAPITO

Sähköasemien kunnossapitoon kuuluu sähkölaitteiden kunnossapidon lisäksi monia muita asioita, kuten sähköasemalle menevän tien kunnossapito, muun muassa lumenauraus ja hiekoitus sekä tarvittaessa aseman sisäpuolen lumenauraus. Aitojen, portin ja lukkojen kunnostus sekä huolto kuuluvat myös kunnossapitoon.

5.1 Sähköasemien turvallisuus

Sähköasemilla tehdään kesäisin kasvillisuuden käsittelyä esimerkiksi vesikon raivausta, haitallisten kasvien myrkytystä ja mahdollisten tuulikaatojen korjaamista moottorisahalla. Myös sähköasemien rakennusten kunnan seuraaminen ja tarvittava korjausrakentaminen kuuluu kunnossapitoon.

Lisäksi varmistetaan sähköasemilla oltavan ensiapukaapin sisältö perustarpeineen ja suoja- sekä turvavälineiden kunto. Näiden lisäksi ensiapu- ja turvaohjeiden ajantasaisuudesta huolehditaan. Kulunvalvonta- ja hälytyslaitteiden yhteyden toimivuus tarkastetaan kokeilemalla kaikkia laitteita, joihin kuuluvat Flexim-päätteet, kortinlukijat ja rikosilmoitinjärjestelmä. Kiinteistöjen turvavalaistuskeskus, savunpoisto- ja ilmanvaihtokanavat tulee myös tarkastaa. (Isaksson 2011, 9-11.)

Eri sähköverkkoyhtiöt määrittelevät henkilöt, joilla on oikeus liikkua ja työskennellä heidän sähköasemillaan. Yleisesti sähköasemalle mentäessä tulee varustuksena olla vähintään turvajalkineet, kypärä, huomionvärinen takki ja kuvallinen henkilökortti, josta löytyy veronumero. Monet yhtiöt vaativat uuden henkilön astuessa asemalle, että hänet perehdytetään asemalla käyttäytymiseen ja toimintatapoihin. Perehdytyksen antaa henkilö, jolle on myönnetty tähän lupa. Lisäksi monet yhtiöt omaavat oman paikallisopastuslomakkeen, jossa käydään läpi yhtiön tärkeäksi kokemat asiat asemalla olemista ja työskentelyä varten.

Kun yksittäiselle sähköasemalle menee työhön tai tulee käynnille, pitää siitä samanaikaisesti ilmoittaa sähköverkkoyhtiön käyttökeskukseen joko tekstiviestitse tai puhelimitse soittamalla. Sähköverkkoyhtiön asemalle menevän henkilön tulee ilmoittautua ja ilmoittaa mahdolliset muut asemalle menossa olevat henkilöt sekä käynnin tarkoitus ja yhtiö, jota edustaa. Käyttökeskuksen antaessa luvan tähän, voi asemalle mennä. Poistussa ilmoitetaan myös työn tai käynnin päättymisestä käyttökeskukseen.

5.2 Sähköasemien laitteiden ja komponenttien kunnossapito

Sähköasemien kunnossapitoon kuuluu sähköverkkoyhtiöiden määrittelemät erilaiset asematarkastukset. Niiden sisällöstä ja kuinka usein ne pidetään päättää sähköverkkoyhtiö itse. Sähköaseman laitteille on määräaikaishuoltoja, sekä vikoihin perustuvaa kunnossapitoa.

Asematarkastuksilla tarkastetaan katkaisijoiden öljynpinnan korkeus ja varmistetaan mahdollisten vuotojen varalta katkaisijoiden kunto. Katkaisijalle tehdään useita erilaisia tarkastuksia, muun muassa sen toimintaa koestetaan ajamalla se auki ja kiinni vähintään kaksi kertaa, minkä jälkeen tarkastetaan, että katkaisijan asennonosoitukset näyttävät oikein kennolla sekä valvomossa. Näiden lisäksi katsotaan mittamuuntajien öljynpinnan korkeus. Ylijännitesuojien ja eristimien eheys tarkastetaan myös. Infrapunalämpömittarilla voidaan todeta kojekaappien lämmityksen toimivuus. (Isaksson 2011, 11-12, 14, 18, 21.)

Ulkokentillä olevat katkaisijanohjaimet, muuntajat ja välilytkentäkaapit tarkastetaan. Pää- ja omakäyttömuuntajien öljynpinnat tarkastetaan, koska ne eivät saa poiketa normaalitilanteesta liikaa. Öljyvuotojen varalta tarkastetaan myös pää-, verkkokäskyohjaus- ja omakäyttömuuntajat. Kyseisten muuntajien silikaatit eli kosteuden poistajat tarkastetaan silmämääräisesti ja uusitaan tarvittaessa. Muuntajasäiliön pohjasta otetaan öljynäyte, josta analysoidaan muun muassa kaasupitoisuudet, öljynkosteuspitoisuus ja läpilyöntilujuus. Saaduilla tuloksilla arvioidaan muuntajan yleiskuntoa. Muuntajan suojalaitteet koestetaan. (Isaksson 2011, 11-12, 14, 18, 21.)

Kaasueristeisten kojeistojen kaasutilojen tiheysvahtien tai painemittareiden lukemat kirjataan ylös. Kirjaus tehdään myös hydrauliiikkajärjestelmien

tiivetyy- ja painemittareiden lukemille. Osa sähköverkkoyhtiöistä haluaa, että heidän tietoverkkojärjestelmiinsä dokumentoidaan pöytäkirjat ja lukemat eri laitteilta. Muun muassa sähköverkkoyhtiö Caruna Oy käyttää Trimble NIS -tietoverkkojärjestelmää eri asemien laitteiden ja komponenttien huoltojen ja korjausten dokumentointiin. Caruna antaa käyttökoulutuksen ja käyttäjätunnukset alihankkijoille omiin järjestelmiinsä, joihin haavat dokumentaationsa. Osalle sähköverkkoyhtiöistä riittää sähköpostitse lähetettävä dokumentti esimerkiksi Excel-taulukko. (Isaksson 2011, 12.)

Sähköasemilla tarkastetaan jokaisen suoja- ja toisilaitteen toimintailmaisimen kunto. Suojareleitä, jotka ovat laenneet, tehdään toimintailmoitus. Releiden indikointitiedot kirjataan ylös ja kuitataan laenneet releet. Aseman käyttötehtävissä tarvittavat työkalut ja apuvälineet esimerkiksi jännitteenkoetin, maadoitusköydet, lippusiimat, veivit ja erottimien lukituslaitteet tarkastetaan. (Isaksson 2011, 13.)

Akkuhuoltoja ja niiden kunnonvalvontaa tehdään jatkuvasti verkkojännitteen katkoksiin ja vaihteluiden takia. Huoneiden, joissa akut sijaitsevat, tulee olla kuivia, puhtaita, hyvin ilmastoituja ja tärinättömiä sekä niihin ei saa tuoda palavia eikä hehkuvia esineitä. Akuista mitataan elektrolyytin ominaistihydet aina huoltojen yhteydessä. Kennoon lisätään tislauvettä, jos elektrolyytin pinnankorkeus on päässyt alhaiseksi. Akuille tehdään purkauskoekita ja niiden yleiseen mekaaniseen kuntoon kiinnitetään huomiota, että ne ovat tiiviitä eikä niissä ole vuotoja sekä liittimiä kiristetään, mikäli ovat löystyneet. Akustoja uusitaan sitä mukaan, kun niiden kunto todetaan huonoksi. (Isaksson 2011, 22-23.)

6 KOULUTUSMAHDOLLISUUDET

Suomessa sähköalan koulutuksia järjestetään esimerkiksi ammattioppilaitoksissa, ammattikorkeakouluissa, yliopistoissa ja aikuiskoulutuskeskuksissa. Sähkö ja automaatioalan perustutkinnon työharjoittelun osuutta on viime aikoina kasvatettu. Saavuttaakseen ammatti- tai erikoisammattitutkinnon, on pätevyys osoitettava näyttötutkinnoilla. Sähköverkkoolaa kouluttavilla oppilaitoksilla on erilaisten kurssien ja koulutusten järjestämiseksi pulaa pätevistä kouluttajista johtuen siitä, että he toimivat eri yritysten palveluksessa ja ovat kiinni tilaajien projekteissa. Tästä johtuen eri oppilaitokset yrittävät saada alalla toimineita, jopa eläköityneitä päteviä henkilöitä kouluttajikseen. (Harju, haastattelu 21.3.2018.)

Suomessa ei ole saatavilla sähkö- ja automaatioalan perustutkinnon koulutuksessa eli ammattioppilaitoksissa tai aikuiskoulutuskeskuksissa yli 45 kilovoltin työtä käsitteleviä kursseja. Yli 1000 voltin työhön liittyvät kurssitkin ovat harvassa. Jos henkilö on halukas ja kiinnostunut opettelemaan

suurjännite- tai keskijännitepuolen työtä, pitää hänen hakeutua työharjoitteluun tai työhön yritykseen, joka tekee edellä mainittua työtä. Periaatteessa henkilö, joka hakeutuu sähköverkkotyötä tarjoavalle yritykselle, voi olla täysin vailla alan koulutusta ja työkokemusta. Tällöin yritys itse kouluttaa ja pätevoittää henkilön, jolla ei vielä ole alan pätevyyskysymyksiä. (Harju, haastattelu 21.3.2018.)

Monien sähköverkkoalalla käytettävien laitteiden käyttöön ja kunnossapitoon on olemassa eri yritysten tarjoamia maksullisia lisäkoulutuksia. Jos henkilö haluaa täydentää sähköverkkoalan osaamistaan, on siihen Suomessa mahdollista suorittaa erikoisammattitutkinto tai ammattitutkinto, näitä kouluttavissa oppilaitoksissa. Ammattitutkinnon ja erikoisammattitutkinnon suurin ero on se, että erikoisammattitutkinto on esimiespainotteinen. Opiskelija voi itse valita koulutustarjonnasta ja oppilaitoksen opetustarjonnan mukaan, mitä hän haluaa täydentää osaamisessaan. Esimerkiksi sähköasemien perusteista on olemassa oma kurssinsa. Ammattikorkeakouluissa on mahdollisuus opiskella keski- sekä suurjännitetekniikkaa ja valmistua sähkövoimatekniikan insinööriksi. Opetushallitus julkaisee sähköalan koulutuksia tarjoavat oppilaitokset ja koulutusten sisällöt. (Harju, haastattelu 21.3.2018)

Ennen yli 1 kilovoltin työhön osallistumista tulee henkilön käydä kaikille sähköalan ammattilaisille mukaan lukien työnjohto-, käyttö ja asiantuntijatehtävissä toimiville henkilöille tarkoitettu sähkötyöturvallisuus koulutus SFS 6002 Sätky. Suomessa vaaditaan sähköalan oppilaitoksesta työssäoppimiseen tai työharjoitteluun lähtevältä sähkötyöturvallisuusstandardin SFS 6002 hallitsemista sekä työturvallisuuskoulutusta työpaikan edellyttämällä tasolla. Suorittamalla SFS 6002 -standardin mukaisen sähkötyöturvallisuuskurssin henkilö saa tarvittavat tiedot sähkötyöturvallisuusvaatimuksista. Sähkötöiden tekeminen Suomen oppilaitosten sähkölaboratorioissa ja – työsaleissa edellyttää ensiapukoulutusta, sähkön vaaroihin ja tapaturmiin perehtymistä sekä toimintaohjeiden tuntemista tapaturmien sattuessa. Tähän on olemassa ensiapu 1 -korttikoulutus. Myös suurin osa Suomessa toimivista sähköalan yrityksistä edellyttää työntekijöiltään ensiapu 1 -kortin suoritusta. (Sähköala 2018.)

Suomessa myös hyvin yleinen menettelytapa, jolla tarjotaan työntekijöille peruskoulutus työturvallisuuteen, on työturvallisuuskorttikoulutus. Se on työpaikkojen työturvallisuuden parantamiseksi kehitetty ja työnantajan useimmiten vaatima kortti, jonka saa suorittamalla työturvallisuuskoulutuksen hyväksytysti. Kortit ovat määrävällein uusittavia, jotta turvallisuusketju pysyy ehjänä. (Sähköala 2018.)

7 ASIAKAS- JA HENKILÖSTÖKYSELY

Opinnäytetyön tavoitteeseen pääsemiseksi eli saada lopputuloksena koulutustarvekartoitus ja -suunnitelma Empowerin sähköverkkodivisioonaan piti kehittää menetelmä, jolla asiakkaiden ja henkilöstön näkemykset saadaan selville. Empowerin sähköverkkodivisioonan kunnossapitopäällikkö Otto Norokorpi ehdotti, että luodaan asiakkaille kysely, jossa kysytään näkemyksistä ja tarpeista tulevaisuuden sähköverkkopalveluille. Näiden vastausten avulla kartoitetaan Empowerin sähköverkkopalveluita vastaamaan asiakkaiden tarpeita huomioiden uudet tekniikat suunnittelussa, toteutuksessa, omaisuuden- ja kunnonhallinnassa. Myös henkilöstölle piti luoda kysely, jossa tiedustellaan heidän halukkuuttaan työskennellä erilaisissa sähköverkkoalan tehtävissä ja näkemyksistä alalla tarvittavasta osamisesta.

7.1 Asiakaskysely

Aluksi ryhdyttiin luomaan asiakkaille tarkoitettua kyselyä siten, että Otto Norokorpi sekä yrityksen Seinäjoen toimipisteen yksikön päällikkö Joni Parkkinen ja opinnäytetyöntekijä kokoontuivat yhteen miettimään kysymysten sisältöä. Ensin kartoitettiin käytössä olevia laitteita sähköasemilla sekä sähköverkossa. Laitteet listattiin Excel-taulukkoon kysymyksiä varten. Tämän jälkeen pohdittiin muita sähköasemiin ja sähköverkkoon liittyviä palveluita. Näiden laitteiden ja palveluiden pohjalta kehiteltiin kysymyksiä. Kysymysten valmistuttua pohdittiin eri mahdollisuuksia kyselyn lähettämiseen. Päällimmäisenä ajatuksena kaikilla oli sähköpostilla lähetettävä saateviesti ja tähän sisällytetty linkki johonkin verkkokyselyyn. Mietittiin Webropol-kyselyä, koska tätä on käytetty aiemminkin Empowerin muissa asiakaskyselyissä.

Joni Parkkinen oli muutamia vuosia aiemmin käyttänyt omassa diplomityössään avuksi Googlen kehittämää Google Forms -kyselyä ja esitteli tämän toimintaa. Google Formsin ominaisuudet vakuuttivat kaikki ja niinpä sen käyttämiseen päädyttiin. Opinnäytetyöntekijä opetteli käyttämään Google Forms -kyselyä Youtube-videoista ja teki muutamia koekyselyitä asiakaskyselyyn liittyen. Yhdessä muokattiin luodut kysymykset Google Formsin kaavakepohjalle. Alla on kuvakaappaus asiakaskyselystä kuvassa 25.

Suunnittelu- ja konsultointipalvelut - Tässä osiossa kartoitetaan vastaajan tulevaisuuden tarpeita erityisosaamiselle suunnittelu- ja konsultointipalveluiden osalta.

Kuvaus (valinnainen)

Suunnittelu: Miten tärkeänä pidät erityisosaamista alla listatuilla osa-alueilla tulevaisuudessa? (1=EI merkittävä 5=Erittäin merkittävä)

	1	2	3	4	5
Sähkösuunnittelu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tietomallintaminen / 3D suunnittelu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rakennesuunnittelu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Kuva 25. Kuvakaappaus Tulevaisuuden sähköasema-ammattilainen Google Forms -kyselystä.

Empowerin myynnin ja viestinnän ammattilaisilta tiedusteltiin ja pyydettiin näkemyksiä muun muassa kyselyn lähetyksen ajankohtaan, vastaamisaikaan, sisältöön, muotoon ja saatetekstiin. Lopulta päädyttiin lähettämään sähköposti Empowerin sähköverkkodivisioonan suurimmille asiakkaille, mikä sisälsi saatetekstin kyselyn tarkoituksesta. Saatetekstissä kerrottiin kyselyn tarkoituksen lisäksi ohjeet sähköpostilinkin avulla vastaamiseen. Linkin takaa löytyi hyvin samankaltainen teksti, kuin sähköpostin saateteksti, jossa pyydettiin tutustumaan Empowerin sähköverkkodivisioonan palvelukokonaisuuteen. Palvelukokonaisuudesta on alla kuvakaappaus kuvassa 26.

Sähköverkkodivisioona PND - Palvelut koko elinkaaren ajalle



Kuva 26. Empower PND – Palvelukokonaisuus.

Asiakaskysely lähetettiin tammikuussa 2018 ja siihen annettiin vastausaikaa 10 päivää. Kyselyä jatkettiin vastausajan päättyessä noin viikon verran vastausprosentin kasvattamiseksi ilmoittamalla asiakkaille sähköpostitse. Asiakaskysely lähetettiin 79 henkilölle ja siihen vastasi 35 henkilöä eli noin puolet kyselyn vastaanottajista.

7.2 Henkilöstökysely

Henkilöstölle luotava kysely oli opinnäytetyön tekohetkellä edelleen kesken Empowerin sisällä. Sitä luodaan Otto Norokorven ja opinnäytetyöntekijän kesken, Empowerilla käytettävän kehityskeskustelupohjan sisällöksi. Kehityskeskustelupohja on koottu Excel-taulukon sisään, ikään kuin kohta kohdalta käytäväksi kaavakkeeksi. Henkilöstökyselyt ja kehityskeskustelut käydään vuoden 2018 aikana. Kysymykset ovat lähinnä asentajalähtöisiä, mutta ne sisältävät samoja asioita, kuin asiakaskyselyssä kysytyt asiat. Esi-miehet käyvät omien alaistensa kanssa kehityskeskustelut.

7.3 Kyselyiden tulokset

Asiakaskyselyn tuloksiin oltiin tyytyväisiä Empowerilla ja niistä katsotaan olevan hyötyä koulutustarvekartoitus ja -suunnitelman laatimisessa. Molempien kyselyiden tulokset ja kysymysten sisältö on tarkoitettu ainoastaan Empowerin sisäiseen käyttöön. Vain asiakaskyselyn osiot, joihin kysely oli jaettu, voidaan julkistaa. Näitä olivat: parhaiten vastaajan toimialaa

kuvaava vaihtoehto, ylläpito, käyttö ja hallinta, suunnittelu- ja konsultointipalvelut, pienprojektit ja projektinhallinta, digitalisaatio ja IoT (Internet of Things), työtilaukset ja seuranta sekä vapaaehtoisesti jätettävät yhteystiedot, mikäli asiakas halusi raportin kyselystä. Näille asiakkaille raportoidaan tuloksista juhannukseen 2018 mennessä ja heitä on tiedotettu tästä.

Google Forms mahdollistaa saatujen vastausten tulostamisen Excel-taulukkoon, mikä helpottaa tulosten analysointia ja tulevan koulutustarvekar-toitus ja -suunnitelman luonnissa.

8 TULEVAISUUDEN SÄHKÖASEMA-AMMATTILAINEN

Tulevaisuudessa sähköasema-ammattilaiselta odotetaan erityistä osaamista ja ymmärtämistä sähköasemien kunnonvalvonnan osalta, koska se on menossa kohti digitalisointia, kuten IoT:a (Internet of Things), joka tarkoittaa esineiden internetiä, joka mahdollistaa tietojen keräämisen ja ohjaamisen laitteista tietoliikenneyhteyksien kautta. Ennusteiden mukaan yritykset tulevat hyödyntämään tulevaisuudessa tätä uudenlaista tekniikkaa entistä enemmän. Näin ollen erilaisten laitteiden määrä kasvaa, joilla on suora yhteys internetiin – ilman eri kytkentälaitteita. (Mtv 2018.)

Fingridillä on menossa digitaalisen sähköaseman pilotointi ja siihen kuuluu IoT ja kunnonhallinnan ratkaisut. Anturointi ja prosessien digitalisoinnin tietovirtojen hyödyntäminen on tulevaisuutta. Digitaalisten ohjelmoitavien suojauslaitteiden osuuden nopean tasaisen kasvun vuoksi tarvitaan ohjelmointitaitoja. Tekninen kehitys toisiolaiteteknossapidossa ja ohjelmistoissa on nopeampaa verrattuna muihin sähköaseman laitteisiin. Tärkeäksi koetaan yksityiskohtaisesti suojaus- ja automaatio-osaaminen sekä niiden ymmärtäminen laaja-alaisesti. (Stenstrand 2017, 2-3.)

Fingridillä nähdään soveltamistarve riskiperusteiselle kunnossapidolle. Tulevaisuuden sähköaseman odotetaan olevan täysin digitaalinen, kompakti ja kustannustehokas sekä investointi- että käyttökustannuksiltaan. Se valvoo itsensä ja on toimintavarma sekä redundanttinen. Se tuottaa kaiken tarvittavan informaation helposti käytölle ja kunnossapidolle. Se toteutetaan tietoturvallisesti. Tulevaisuuden tavoite sähköasemien digitalisoinnissa on pienentää vioista ja kunnossapitotöistä aiheutuvia haittoja asiakkaille ja voimajärjestelmälle. Samanaikaisesti parannetaan kustannustehokkuutta sekä vähennetään keskeytyksien kestoja ja määriä. (Stenstrand 2017, 3, 4, 6.)

Tulevaisuuden sähköasema-ammattilaisen tulee osata asentaa akustisia antureita ja ymmärtää niiden toimintaa, esimerkiksi kytkinlaitteiden ohjauksista syntyvää ääntä. Erottimien osalta äänilähteitä ovat muun muassa ohjausmoottori, hammaspyörästö, kulmavaiheet ja laakerit sekä primääripiirin puolella valokaari ilmiöt. Katkaisijoiden äänilähteinä ovat kiinni- sekä

aukijouset, vaimentimet, viritysmoottori sekä välitykset. Ohjauksen aikaisesta ääniprofiilista voidaan todeta poikkeamia, jotka liittyvät ohjaukseen. Äänistä selviää myös kytkinlaitteiden toiminta-ajat. Kaikki mittaukset tehdään automaattisesti aina online, kun kytkinlaite toimii, joten erillisille mittaushuolloille ei ole tarvetta. (Stenstrand 2017, 8.)

Mahdollisten äänikameroiden hyödyntäminen sähköasemien tarkastuksissa koetaan tulevaisuuden työkaluksi. Esimerkiksi Noiseless Acousticsin valmistama reaaliaikainen akustinen kamera erottelee eri suunnista tulevia ääniä useiden mikrofoniin avulla 5 kiloherzistä lähtien. Kameran avulla etsitään poikkeamia, joita ei perinteisin menetelmin saataisi esille. (Stenstrand 2017, 9.)

Sähköasemaympäristössä äänilähteet ovat lähinnä koronapurkauksia, jotka liittyvät sähköön. Koronapurkauksella tarkoitetaan eräänlaista salamaa, joka on nähtävissä ihmissilmällä. Se kuulostaa sirinältä ja rätisevältä paukkeelta, mikäli se on purkaukseltaan vahva. Purkaus johtuu siitä, että korkea jännite ionisoi ilmaa, joka johtaa sähköä. Tästä johtuen koronapurkaus voi esiintyä esimerkiksi johtimen ja maadoitetun rungon välillä mastossa. Korona esiintyy yleensä lähinnä 400 kilovoltin jännitetasolla. Mittalaitteiden avulla voidaan tunnistaa näiden tyyppisten häiriölähteiden lisäksi purkauksia, joita saattaa esiintyä viallisissa komponenteissa. (Stenstrand 2017, 9.)

Ylipäättään digitalisoinnin avulla tulee vähemmän keskeytyksiä, mikä vähentää mittaushuoltoja ja auttaa huomamaan viat ennen häiriöitä. Kustannustehokkuutta lisää kunto- ja riskiperusteinen kunnossapito. Digitalisointi tarjoaa parempaa turvallisuutta hajoavien laitteiden ennakoimiseen ja töiden riskiprofiilin paranemiseen sekä se on materiaali- ja energiatehokasta. (Stenstrand 2017, 10.)

Tulevaisuuden sähköasema-ammattilaiselta edellytetään yhä vaativampia automaattisten tietojenkäsittely- ja mobiililaitetaitoja, sillä erilaiset toiminnanohjaus- ja tietoverkkojärjestelmät lisääntyvät itse mekaanisen työn suorittamisen ohella. Erilaiset dokumentaatiot tehdystä työstä halutaan kerätä järjestelmiin tai verkkotiedostoihin, jotta pystytään seuraamaan paremmin työstä syntyviä kuluja ja työnkestoa sekä työssä havaittuja huomioita.

Sähköasemien laitteiden, komponenttien ja tilojen mallintamiseen on yhä enemmän tarjolla uusia laitteita ja sovelluksia. Muun muassa laserskannerilla on mahdollisuus skannata jonkin laitteen muodot tietokoneella käsiteltäväksi tiedostoksi. Näitä tiedostoja voidaan avata ja käsitellä tähän tarkoitetuilla sovelluksilla, joko 2D- tai 3D-kuvina. Esimerkiksi suunnitteluohjelmisto AutoCAD pystyy avaamaan nämä laserskannauskuvat ja näistä pystytään ottamaan sadasosamillimetrin tarkkuudella mittoja laitteessa olevista komponenteista. Tästä on hyötyä esimerkiksi jonkin laitteen osien tilaamiseen mittatilaustyönä.

9 YHTEENVETO

Asiakaskyselyn tuloksiin oltiin todella tyytyväisiä Epowerilla ja niistä sekä tulevista henkilöstökyselyiden tuloksista tullaan aikaan saamaan hyvä koulustarvekartoitus ja -suunnitelma Empower PN Oy:n sähköverkkodivisioonan, joka oli opinnäytetyön tavoite. Itse tuloksia ei saatu julkistaa, koska ne oli tarkoitettu vain yrityksen sisäiseen käyttöön. Asiakaskyselyn toteutusprosessissa vaikeinta oli tehdä kysymyksistä mahdollisimman mielenkiintoisia, jotta vastaajat vastaisivat niihin luotettavasti. Myös vastausprosentin mahdollisimman suureksi saaminen oli iso haaste. Tästä johtuen kyselyä jatkettiin noin viikon verran ja asiasta lähetettiin muistutuksia asiakkaille, jolloin vastausprosentti kasvoi.

Sähköverkkoalan ammatillinen osaaminen menee koko ajan eteenpäin ja koulutuksien tarve kasvaa. Ongelmana nähdään tällä hetkellä pätevien opettajien puute. Opinnäytetyössä opin enemmän tietämään Suomessa saatavilla olevasta sähköalan koulutustarjonnasta sekä asiakkaiden ja Empowerin henkilöstön näkemyksistä alalla tulevaisuudessa tarvittavasta osaamisesta.

Sähköverkkoalalla toimivien sähköasema-ammattilaisten tulevaisuuden työnkuvassa digitalisaation vaikutusten määrä kasvaa. Tämänkin vuoksi sähköverkkoalan osaajan on tärkeää seurata alan nopeaa kehitystä.

LÄHTEET

- Empower (2018). Verkkosivut. Haettu 2.2.2018 osoitteesta <https://www.empower.eu/web/fi/fi>
- Energiamaailma (2018). Sähköverkko. Haettu 2.2.2018 osoitteesta <http://energiamaailma.fi/mista-virtaa/sahkon-tie-kotiin/sahkoverkko/>
- Energiateollisuus (2015). Sähköverkot. Haettu 2.2.2018 osoitteesta https://energia.fi/perustietoa_energia-alasta/energiaverkot/sahkoverkot
- Energiateollisuus (2017). Sähköverkot. Sähköverkkotoiminnan tunnusluvut 2016. Haettu 2.2.2018 osoitteesta <https://www.energiavirasto.fi/sahkoverkkotoiminnan-tunnusluvut-2016>
- Energiaverkko (2003). Vesivoima. Haettu 2.2.2018 osoitteesta http://elearn.ncp.fi/materiaali/kainulainens/energiaverkko/energian_tuotanto/tuotantoprosessit/vesivoima.htm
- Energiavirasto (2018). Sähköverkon haltijat. Haettu 22.2.2018 osoitteesta <https://www.energiavirasto.fi/sahkoverkon-haltijat>
- Fingrid (2017). Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2017-2027. Haettu 10.4.2018 osoitteesta <https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/kantaverkko/kantaverkon-kehittaminen/kantaverkon-kehittamissuunnitelma-2017-2027.pdf>
- Fingrid (2018) Voimansiirtoverkko. Haettu 1.3.2018 osoitteesta <https://annualreport.fingrid.fi/lyhyesti/voimansiirtoverkko.html>
- Herman IT (2017). Fingrid sähköasema Kajaanissa. Haettu 10.4.2018 osoitteesta <http://www.hermanit.fi/fingrid-investoi-63-miljoonaa-euroa-uuteen-sahkoasemaan-kajaanissa/?lang=fi>
- Isaksson, J. (2011). Sähköasemien kunnossapito. Haettu 1.4.2018 osoitteesta <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/30003/sahkoasemienkunnossapito.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Kemijoki (2018). Vesivoimalaitokset kesällä. Haettu 10.4.2018 osoitteesta <https://www.kemijoki.fi/viestinta/kuvat-ja-logot/voimalaitokset-kesalla.html>
- Korpinen, L. (1998). Sähkön siirto- ja jakeluverkot. Haettu 2.2.2018 osoitteesta http://www.leenakorpinen.fi/archive/svt_opus/3sahkon_siirto_ja_jakeluverkot.pdf
- Lakervi, E & Partanen, J. (2008). Sähkönjakelutekniikka. Helsinki: Otatieto

Launonen, A. (2016). Sähköaseman ala-asetat ja niiden konfigurointi. Haettu 19.4.2018 osoitteesta http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/112819/Launonen_Antti.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Miettinen, T (2010). 400 kilovoltin SF6-katkaisijoita. Haettu 27.4.2018 osoitteesta <http://calm.iki.fi/tolpat/kuva/3901>

Mtv (2018). IoT-tekniikka. Haettu 20.4.2018 osoitteesta <https://www.mtv.fi/lifestyle/digi/artikkeli/iot-tekniikka-on-tulevaisuuden-ratkaisu-nain-se-toimii-kaytannossa/6214514>

Rantala, P. (2015). Sähkölaitostekniikka. Haettu 1.4.2018 osoitteesta http://www.oamk.fi/~pekkar/syksy_2015_aineisto/Sahkonjakelutekniikka/Materiaali_osa5_SLtekniikka.pdf

Schneider electric (2017). Vamp 300 -sarja. Haettu 3.4.2018 osoitteesta <https://www.schneider-electric.fi/fi/product-range-presentation/62312-vamp-300-%E2%80%93sarja>

Shl (2015) 70 metrin ja 450 tonnin erikoiskuljetus. Haettu 10.4.2018 osoitteesta <https://shl.fi/2015/01/27/70-metrin-ja-450-tonnin-erikoiskuljetus/>

Siivonen, K. (2018). Sähköaseman apusähköjärjestelmät. Haettu 1.4.2018 osoitteesta <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/9834/Siivonen.Kalle.pdf>

Sähköala (2018). Vaadittava osaaminen. Haettu 22.4.2018 osoitteesta http://www.sahkoala.fi/opiskelu/sahkotyoturvallisuus/fi/FI/vaadittava_osaaminen/

Tukes (2016). Turvallisuus sähköjohtojen läheisyydessä. Haettu 4.3.2018 osoitteesta <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/Sahkolaitteistot/Turvallisuus-sahkojohtojen-laheisydessa/>

Vantaan Energia Sähköverkot Oy (2016). Sähköasema pintaa syvemältä. Haettu 10.3.2018 osoitteesta <https://www.vantaanenergiasahkoverkot.fi/magazine/energiavirtaa-lehti-12016/sahkoasema-pintaa-syvemalta/>

Wikispaces (2018). Sähköntuotanto Suomessa. Haettu 1.3.2018 osoitteesta <https://fy62.wikispaces.com/S%C3%A4hk%C3%B6ntuotanto+Suomessa>

Haastattelut:

Harju J. (2018). Kouluttaja. TAKK. Haastattelu 21.3.2018