



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

Jarno Ylitalo

Korpierottimen rakennusprosessin kehittäminen

SÄHKÖ- JA AUTOMAATIOTEKNIIKAN KOULUTUSOHJELMA
2020

Tekijä(t) Ylitalo, Jarno	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä 5/2020
	Sivumäärä 24	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi Korpierottimen rakennusprosessin kehittäminen		
Tutkinto-ohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma		
<p data-bbox="360 728 500 751">Tiivistelmä</p> <p data-bbox="360 772 1409 1003">Tämän työn tarkoituksena oli tehdä Empower PN Oy:lle erottimen rakentamiseen liittyvä esitietolomake. Lomakkeella saataisiin selville kokonaisuus, joka auttaisi kaikkia rakennusprosessin eri vaiheissa työskenteleviä henkilöitä. Tarve esitietolomakkeelle nousi Empower PN Oy:n tarjouslaskennan organisaatiosta. Esitietolomakkeen perimmäisenä tarkoituksena on vähentää suunnittelun ja tarjouslaskennan välillä käytävän kommunikoinnin määrää, ja tätä kautta nopeuttaa koko prosessia, kun kaikki tarvittavat tiedot löytyvät yhdeltä lomakkeelta.</p> <p data-bbox="360 1031 1409 1329">Lomake toteutettiin haastattelemalla henkilöitä organisaation sisältä ja tutkimalla erottimen rakentamisen eri vaiheita. Tällä tavoin saatiin tulokseksi sopivan mittainen kyselylomake. Kyselylomake toteutettiin Microsoft Forms-ohjelmalla käyttämällä apuna rastitus- sekä vastauskysymyksiä. Käyttämällä Forms:in erilaisia ominaisuuksia saatiin haettua tarkentavia kysymyksiä, jos niitä tarvittiin. Muuten vastaaja pystyttiin siirtämään suoraan seuraavaan pääkysymykseen. Mikäli johonkin kysymykseen halutaan lisätietoja, pystyy kyselyn lähettämään asiakkaalle, jonka jälkeen se on täydennettävissä vielä itse. Lomakkeen vastaus tulee Excel -muodossa, johon on selkeästi merkitty kysymys ja sen alle vastaus. Tällöin sitä on helppo siirrellä eri henkilöiden välillä.</p> <p data-bbox="360 1356 1409 1482">Lopputuloksena saatiin kyselylomake, joka vastaa perusteellisesti tarvittaviin erottimen rakentamiseen liittyviin kysymyksiin. Tämän lomakkeen avulla kohdeorganisaatio pystyy kehittämään erottimen rakennusprosessia ja tätä kautta saavuttamaan kustannussäästöjä.</p>		
Kyselylomake, erotin, korpierotin		

Author(s) Ylitalo, Jarno	Type of Publication Bachelor's thesis	Date 5/2020
	Number of pages 24	Language of publication: Finnish
Title of publication Development of building processes for high-electricity disconnectors		
Degree programme Degree Programme in Electrical and Automation Engineering		
Abstract <p>This Thesis was made for Empower PN Oy and the main objective was to make a pre-information form that would ease the building process for high-electricity disconnectors. The completed and filled form would indicate the steps that would ease the work for people working in the different phases of the building process. The need for this kind of form was brought up by the offer calculation organization of Empower PN Oy. The main objective of the form is to reduce the amount of unnecessary communication between the design and offer calculation organizations. Furthermore, the form would fasten the whole design and building process when all the necessary information to build a disconnector is found on one single form.</p> <p>The form was built by interviewing personnel from the case organization and by researching the different phases of the building process. The pre-information form was made with Microsoft Forms by using different tick-boxes and open-ended main questions. The form would allow to make and fill in a case specified questions if those are needed. However, in the case of enough information the form would move on to the next main question. After answering all the main questions and more information is still needed, this form can be sent to clients for further assessment. The completed pre-information form will be printed out as an Excel file where the questions and answers are displayed. By using the Excel file form, the document can be easily transferred between different parties on the building process.</p> <p>The end-product of the thesis was a pre-information form that would thoroughly answer all the needed questions in the building process of high-electricity disconnectors. The form will streamline the business process and provide cost-efficiency benefits for the case organization.</p>		
Pre-information form, form, disconnector.		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	4
2	TOIMEKSIANTAJA	5
2.1	Empower Oyj.....	5
2.2	Empower:in tytäryhtiöt.....	5
2.3	Empower PN OY	6
3	SÄHKÖVERKON RAKENNE	7
3.1	Kantaverkko.....	7
3.2	Sähköasemat	8
3.3	Voimalinjat	9
4	EROTTIMET	11
4.1	Erottimen käyttötarkoitus.....	11
4.2	Erottimen rakenne	11
4.3	Erotintyytit	12
4.3.1	Kiertoerottimet	12
4.3.2	Saksierottimet	13
4.4	Korpierottimet.....	14
5	KORPIEROTTIMEN RAKENNUSPROSESSI.....	16
5.1	Suunnittelu	16
5.2	Maanrakennus	17
5.3	Perustukset	18
5.4	Rakenteet.....	18
5.5	Liitynnät.....	19
5.6	Vanhan erottimen saneeraus	19
6	ESITIELOLOMAKKEET.....	20
7	YHTEENVETO	22
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	23
	LÄHTEET.....	24

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehdään Empower PN Oy:lle ja sen tuloksena saadaan esitietolomake erottimen rakentamiseen. Esitietolomake tulee helpottamaan sekä tarjouslaskennan että suunnittelun työmäärää. Lomakkeen avulla on tarkoitus vähentää suunnittelijan ja tarjouslaskijan välisen kommunikaation määrää sekä selkeyttää rakentamisprosessin etenemistä. Opinnäytetyötä tehtäessä kerätään kattavasti tietoa erottimista sekä niiden rakentamisesta.

Työssä perehdytään aluksi Suomen verkon rakenteeseen ja sen sähkön eri muotoihin. Sen jälkeen tutustutaan erottimen rakenteisiin ja erilaisiin erottimiin, jotta lukija ymmärtää erottimen kokoonpanon. Myös erottimen rakennusprosessia tarkastellaan, jotta käy selväksi, kuinka moniosainen se on.

Kyselylomake toteutetaan Microsoft Forms -ohjelmalla. Kysymykset ovat monivalintakysymyksiä minkä lisäksi on tekstikysymyksiä tulosten selkeyttämiseksi. Apuna käytetään haarautumistoimintoa, jolla jaotellaan eri vastauksista aukeamaan erilaisia kysymyksiä. Tällä tavoin vältetään turhien kysymyksien täyttäminen. Vastaukset saadaan Excel tiedostona, jota on helppo siirrellä vastauksia tulkitsevien ihmisten välillä. Tiedosto on helposti tulkittavissa ja siinä on esitetty jokainen kysymys ja sen vastaus erikseen.

2 TOIMEKSIANTAJA

Tässä luvussa kerrotaan opinnäytetyön toimeksiantajasta, joka oli Empower PN Oy. Kappaleessa 2.1 kerrotaan itse emoyhtiöstä Empower Oyj:stä ja sen alkuperästä sekä tavoitteista. Tämän jälkeen kappaleessa 2.2 kerrotaan emoyhtiön tytäryhtiöistä ja niiden toiminnasta. Kappaleessa 2.3 kerrotaan itse Empower PN Oy:stä, jolle tämä opinnäytetyö tehtiin.

2.1 Empower Oyj

Empower sai alkunsa vuonna 1988 perustetusta Teollisuuden Voimansiirto Oy:stä. Sen omistivat Eteläpohjanmaan Voima, Pohjolan Voima, Nokian Voima sekä Etelä-Suomen Voima. Teollisuuden Voimansiirto Oy oli erikoistunut sähköverkon rakentamiseen ja kunnossapitoon sekä sähkönsiirtoon, myyntiin ja hankintaan. Lopulta se fuusioitui Pohjolan Voimaan 1997 ja 1998 syntyi Empower, kun Pohjolan Voima eriytti palvelutoiminnat omaksi alakonsernikseen PVO-Palvelut Oy:ksi. Yhtiön nimi vaihtui Empower vuonna 1999. (Empowerin WWW-sivut 2019)

Empower Oyj on Pohjoismaissa ja Baltian maissa toimiva älykästä yhteiskuntaa toteuttava palveluyritys. Empowerilla on vahvat juuret voimalaitosten ja tehtaiden kunnossapidossa. He toimivat suurelta osin myös sähköverkkojen kanssa, sekä tietoliikenneyhteyksien rakentamisen ja ylläpitämisen kanssa. Tältä pohjalta he haluavat kehittää digitaalisia alustoja ja ratkaisuja. Empower palvelee suuria energia-alan asiakkaita kehittämällä heille modulaarisia ohjelmistoja ja palveluja Big Datan hallintaan. (Empowerin WWW-sivut 2019)

2.2 Empower:in tytäryhtiöt

Vuonna 2015 Empower konserniin tehtiin suuria uudistuksia ja se jaettiin emoyhtiöön sekä neljään (4) tytäryhtiöön. Tällä tavoin saatiin selkeytettyä yhtiön rakennetta, kun kaikki liiketoiminnot ryhmiteltiin omiin yhtiöihinsä. Näiden yhtiöiden nimiksi tuli

Empower PN Oy, Empower IN Oy, Empower IM Oy ja Empower TN Oy. (Empowerin WWW-sivut, 2019)

Empower IN Oy on tytäryhtiö, joka toimii teollisuuden alalla. IN lyhenne tulee englannin kielen sanasta industry. IN Oy tarjoaa käyttö- ja kunnossapitopalveluita pitkällä kokemuksella. Heidän tavoitteensa on auttaa asiakkaita maksimoimalla heidän käytettävyytensä ja tuottavuutensa. Empowerilla on myös paljon IoT- palveluja, joilla he voivat parantaa huomattavasti tuotantolaitosten tehokkuutta. (Empowerin WWW-sivut, 2019)

2.3 Empower PN OY

Empower PN OY (myöhemmin Empower) on Empower Oyj:n tytäryhtiö, joka on erikoistunut jakeluverkon, voimajohtojen sekä sähköasemien rakentamis- ja kunnossapitotöihin. PN kirjaimet tulevat englannin kielen sanoista power network. Empower on yksi alansa johtavista toimijoista jokaisella osa-alueella. Sen toiminta keskittyy sähköasemien, voimajohtojen, jakeluverkkojen ja tuulivoimapuistojen kunnossapitoon. Yhtiöllä on pitkä historia kunnossapidosta ja siten he varmistavat ammattitaitoisen toiminnan kaikkien rakennus- ja kunnossapitoprojektien ajan. (Empowerin WWW-sivut, 2019)

Empower tarjoaa myös päivystys- ja viankorjaus palveluita sekä relekoestuksia. Uusimpana teknologiana tarjolla on myös digitaalisia palveluja. Tämä tarkoittaa, että sähköasemalle asennetaan antureita, jotka antavat reaaliaikaista dataa sähköaseman kunnossapidon tarpeesta. Voimajohto puolella Empower suorittaa ilmakuvauksia sekä kartoituskävelyjä. Tällä tavoin voidaan todeta linjan kunto ja huollon tarve. Tämän avulla saadaan pidettyä linja avoimena, harukset säädöissään ja havaita vikoja ennen kuin ne aiheuttavat sähkökatkoja. (Empower Oy WWW-sivut, 2019)

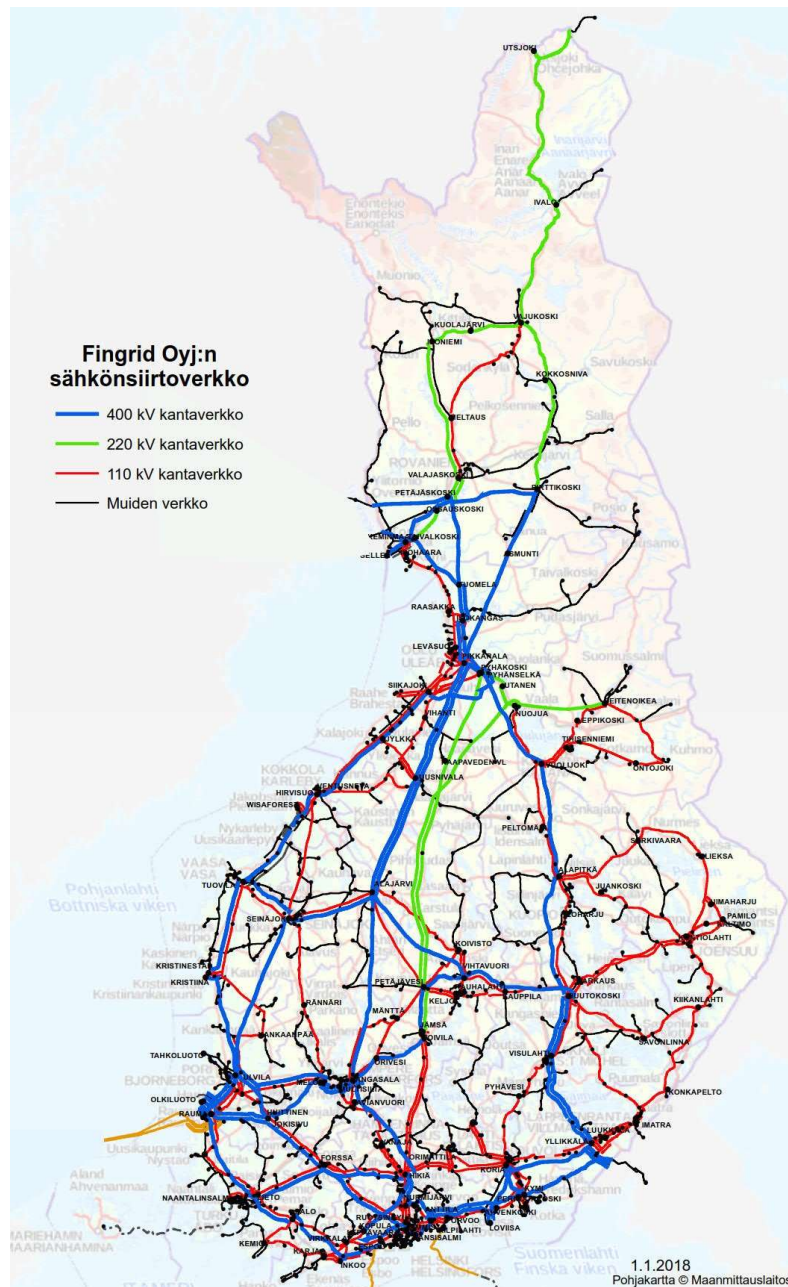
3 SÄHKÖVERKON RAKENNE

Tässä luvussa käsitellään Suomen sähköverkon rakennetta. Kappaleessa 3.1 perehdytään kantaverkon rakenteeseen yleisemmältä tasolta ja siihen, millaisista osista kantaverkko itsessään rakentuu. Kappaleessa 3.2 käydään läpi sähköasemia, jotka ovat kriittisessä merkityksessä kantaverkon näkökulmasta. Kappale 3.3 kertoo voimalinjoista, jotka kuljettavat sähköä eripuolille Suomea.

3.1 Kantaverkko

Suomen sähköverkko rakentuu viidestä eri jännitetasosta, 400kV, 220kV, 110kV, 20kV, 230V. Tämä johtuu siitä, että suuremmilla jännitteillä pystytään kuljettamaan pidempiä matkoja pienemmillä häviöillä. Muuntosuhde menee noin kymmenen kilometriä per yksi kilovoltti. Näistä jännitteistä kantaverkkoon kuuluvat 400kV-110kV jännitetasot. Fingrid vastaa kantaverkon valvonnasta, käytön suunnittelusta, tasepalveluista, ylläpidosta, rakentamisesta ja kehittämisestä (Kuva 1). Suomen kantaverkko koostuu useista sadoista kilometreistä voimalinjaa ja 116 sähköasemasta. Siihen on myös liitetty suuret voimalaitokset, tehtaot sekä alueelliset jakeluverkot.

Suomen kantaverkko kuuluu yhteispohjoismaiseen synkronijärjestelmään johon on yhteydessä myös Norja, Ruotsi ja Itä-Tanska. Suomesta on mahdollista siirtää sähköä myös Venäjälle ja Baltiaan. Suomesta menee linjoja Ruotsin verkkoon 400kV vaihtosähköyhteydellä, sekä tasasähköä Raumalta Fenno-Skan liittymän kautta. Tämän lisäksi Viro on yhteydessä Suomen verkkoon tasasähkö linkin kautta. Venäjälle menee suomesta 400kV siirtoyhteys Viipuriin. Myös Imatralta ja Ivalosta on 110kV linjat, jotka mahdollistavat vesivoimaloiden kytkemisen Suomen verkkoon. (Fingridin WWW-sivut, 2020)



Kuva 1, suomen kantaverkon rakenne.

3.2 Sähköasemat

Sähköasemat ovat sähköverkon solmukohtia, joissa sähköä jatketaan useaan eri suuntaan. Sähköaseman rakenteeseen vaikuttaa suuresti se, mikä sen tehtävänä on; siirtääkö vai jakaako se sähköä, toimiiko lähistöllä voimalaitos vai toimiiko asema vain muuntotai kytkinasemana. Sähköasemat sijoitetaan yleensä sinne, missä sijaitsee suurin tarve

sähkölle, eli lähelle kaupunkeja ja asumusta. Kantaverkon sähköasemilla sijainti ei ole niin olennainen, koska tarkoituksena on vain haaroittaa suuria jännitteitä tärkeisiin sijainteihin ja pitkien matkojen päähän. Tästä syystä kantaverkon sähköasemat ovatkin huomattavasti suurempia, kuin jakeluverkon puolella. (Elovaara & Haarla, S96) Esimerkiksi Ulvilan sähköaseman koko on n. 20 hehtaaria (Kuva 2) (Ylen WWW-sivut, 5.3.2014). Sähköaseman tärkeimpiä laitteita ovat muuntajat, katkaisijat, erottimet ja mittamuuntajat. Näiden toiminnan takana on aina suuri määrä erilaisia releitä ja muita laitteita tarkkailemassa verkon tilaa vikatilanteiden varalta. (Elovaara & Haarla 2010, 76.)



Kuva 2. Ulvilan sähköaseman ilmakuva. (Googlen WWW-sivut, 2020)

3.3 Voimalinjat

Suurimpien sähköenergia määrien siirrossa käytetään yleensä ilmajohtoja (Kuva 3). Voimalinjaa kulkee hyvin vaihtelevissa maaston muodoissa ja olosuhteissa. (Turunen

2014) tai kaapeleita. Näiden linjojen rakentaminen on erittäin haastavaa, koska ne kulkevat usein vaihtuvissa maaston muodoissa ja olosuhteissa. Suomessa 400, 220 ja 110 kilovoltin voimalinjaa menee tuhansia kilometrejä ja niitä saneerataan ja tarkkaillaan jatkuvasti vakaan sähkönsaannin varmistamiseksi. Näistä vähiten käytetään 220 kilovoltin linjaa, jota kulkee lähinnä pohjoisessa, sekä harvoja linjoja myös etelässä. Tämä on myös nähtävissä Fingridin kantaverkon kartasta (Kuva 1).



Kuva 3. Voimalinjaa kulkee hyvin vaihtelevissa maaston muodoissa ja olosuhteissa. (Turunen 2014)

4 EROTTIMET

Tässä luvussa perehdytään erottimen käyttötarkoitukseen ja toimintaan sähköjakeluverkossa. Ensimmäisessä kappaleessa 4.1 kerrotaan, mihin erotinta tarvitaan virtapiirissä ja mitä sillä tehdään. Kappaleessa 4.2 kerrotaan erottimen rakenteesta tarkemmin, jotta voidaan ymmärtää, miksi erottimella ei saa tehtyä tietynlaisia toimintoja, joita katkaisijalla pystyy tekemään. Kappaleessa 4.3 perehdytään paremmin erilaisiin erottimiin ja niiden eroihin.

4.1 Erottimen käyttötarkoitus

Erottimet ovat laitteita, joita käytetään takaamaan turvallinen avausväli sähköisen virtapiirin ja sen osan välille, joka halutaan jännitteettömäksi. Jotta turvallinen avausväli voidaan taata, tulee sen olla silmin nähtävissä. Erotin on myös varustettava luotettavalla mekaanisella asennon osoittimella. Erottimella ei ole tarkoitus katkaista kuormitettua virtapiiriä muissa kuin hätätapauksissa. Tästä syystä erottimelta ei vaadita virran katkaisu- ja sulkemiskykyä. Jos erottimella katkaistaan suurempia virtoja kuin muuntajan tyhjäkäyntivirrat tai lyhyiden johtojen induktiovirtoja, kuluu se huomattavasti nopeammin. Tämän takia erotinta joutuu huoltamaan paljon useammin. (Elovaara & Haarla, s190)

4.2 Erottimen rakenne

Merkittävimmät osat erottimessa ovat virtatiet, ohjain, eristimet ja voimansiirto. Virtateiksi voidaan lukea kaikki tukieristinten yläpuoleiset osat (Kuosa 2007, 31). Erottimet kootaan normaalisti aina kolmenapaisista yksiköistä. 110kV jännitteissä erottimet seisovat normaalisti samalla rungolla, kun taas 400kV erottimet ovat yksittäisten rakenteiden päällä. (Elovaara & Haarla, s192) Tässä kappaleessa käsitellään 110kV -tyypin rakenteita, koska ne ovat merkittävämpiä työssä.

Eristimet valmistetaan yleisimmin posliinista, mutta niitä on myös valuhartsisia tai silikonipäällysteisistä komposiittimateriaaleista olevia. Jokainen erotin on varustettava luotettavalla mekaanisesti toimivalla asennon osoittimella, jotta voidaan varmistua

siitä, että erottimen asento on oikea. Laitteen pitää olla myös lukittavissa auki- sekä kiinni -tiloihin. Tämä täytyy tehdä siksi, että työskentelytilanteissa ei tulisi vahingossa suoritettua ajoja, jotka voisivat saattaa kiskoston osat jännitteiseksi. Erottimien mekaanisen toiminnan on kyettävä rikkomaan 20mm paksuinen jääkerros, koska Suomessa niiden on kestävä kovien pakkasten lisäksi myös jäätävät olosuhteet. (Elovaara & Haarla, s190)

4.3 Erotintyypit

Tässä kappaleessa käsitellään erilaisia erotintyyppejä. Päätyyppejä on kolme, joista eri valmistajat ovat muokanneet hieman omanlaisiansa. Eri päätyypeissä toimintaperiaate pysyy samana, mutta esimerkiksi veitsien mallit ja käytetyt liittimet voivat muuttua. Kappale 4.3.1 kertoo kiertoerottimista, jotka ovat yleisin käytetty tyyppi 110kV kojeistoissa. Kappaleessa 4.3.2 puhutaan saksierottimista, joita käytetään paljon esimerkiksi kiskoerottimina, koska tällöin saadaan säästettyä sivuttaissuuntaista tilaa rakentamalla ylöspäin. Erilaisia erotintyyppejä näkee eniten 400kV laitteistoissa. Tämä johtuu siitä, että pienemmissä laitteistoissa on helpompi rakentaa kaikki vaiheet samalle jalustalle. Kun taas 400kV laitteistoissa turvaetäisyydet ovat niin pitkät, että se olisi erittäin haastavaa. Alle 20 kilovoltin kojeistoissa käytetään monia erilaisia erottimia. Niihin ei kuitenkaan perehdytä tässä työssä, koska ne eivät ole työn kannalta tärkeitä.

4.3.1 Kiertoerottimet

Yleisimmissä 110kV laitteistoissa käytetään kiertoerottimia, eli vaakatasossa liikkuvia erottimia. Tällä tavoin erotin on helppo rakentaa yhdelle alustalle ja saada kaikki liikkuvat osat toimimaan yhtäaikaaisesti ohjaustankojen avulla. Myös erottimen toimintasuuntaa on helppo vaihtaa, jos halutaan asentaa erottimet poikittain, jolloin niiden veitset avautuvat poikittaissuuntaisesti (Kuva 4). Erotin voi myös avautua pitkittäin, jolloin kaikkien erottimien veitset avautuvat pitkittäissuuntaisesti ja erotin vie leveys-suunnassa hieman enemmän tilaa. Tässä tapauksessa erotin on helpompi huoltaa, koska kaikki veitset osoittavat samaan suuntaan ja ovat niin sanotusti rinnakkain. Tällöin erottimen veitsien välissä ei tarvitse kulkea nostimen kanssa.



Kuva 4. kiertoerotin yksillä maadoitusveitsillä (Eurolaitteen WWW-sivut)

4.3.2 Saksierottimet

Saksierottimia (Kuva 5.) käytetään yleisimmin kojeistoissa, joissa joudutaan tarttumaan kiskoihin. Tällöin saadaan ulkolaitekentän kokoa pienennettyä, koska pääkiskot voidaan sijoittaa laitteiden yläpuolelle.



Kuva 5. Tartuntaerotin eli tuttavallisemmin saksierotin (Lähde, 2007)

4.4 Korpierottimet

Korpierottimen tarkoitus on jakaa voimajohtot jännitteettömiin osuuksiin (Kuva 6. Johtohaaralla sijaitseva korpierotin (Kärnä, 2019)). Tarkkaan valikoiduista paikoista johdolla ja niiden haaroituskohdista jaettava verkko helpottaa kunnossapitotöiden tekoa. (Kuosa 2007, 29) Tällöin pitkille johtovedoille ei indusoidu niin paljon energiaa, ja johto on maadoitettavissa tästä kohdasta sekä sähköaseman päästä.

Korpierottimien rakennusprosessi on erittäin tarkkaa työtä ja tästä syystä se on tarkoin määritelty. Jotkin sähkönjakeluyhtiöt myös tarkentavat näitä määräyksiä taatakseen oman sähkönjakelun varmuutensa. Näin toimii esimerkiksi Fingrid, jonka määrittelyssä on ilmoitettu korkeuksia ja mittoja millimetricien (mm) tarkkuudella. Fingrid kertoo ohjeessaan näin: ”Hankkeeseen kuuluu erotinaseman täydellinen toimitus dokumentoituna, asennettuna, koestettuna ja käyttöön otettuna. Toimitukseen ja urakkahintaan kuuluvat kaikki hyvin toimivan toimituksen edellyttämät osat ja osasuoritukset, vaikka niitä ei olisi erikseen mainittu urakkasopimuksessa.” (Fingrid S22170E1 Erotinasema 2019)



Kuva 6. Johtohaaralla sijaitseva korpierotin (Kärnä, 2019)

Korpierottimen alimman eristävän osan tulee olla vähintään $5,3+N$ (N on jännitteellä vaadittu vähimmäisilmaväli) metriä maanpinnasta, muuten sen ympärille tulee rakentaa aidattu alue. Korpierottimen luokse tulee päästä autolla sekä kuorma-autolla ja ne tulee saada ympäri korpierottimen luona. Erottimen tulee kestää vähintään 2000 ampeerin nimellisvirran ja sen oikosulkukestoisuuden tulee olla 80 kA. Tämä on hyvä

esimerkki kovennetuista määräyksistä, sillä erottimen kokoluokitukselle ei yleensä anneta tarkempia määräyksiä. Kuitenkin Fingrid haluaa, että heidän erottimiensa kestävätkä tietyn kuormituksen paikasta riippumatta. (Fingrid S22170E1 Erotinasema 2019)

5 KORPIEROTTIMEN RAKENNUSPROSESSI

Tässä luvussa kerrotaan erottimen rakennusprosessista ja siitä, mitä siinä täytyy huomioida. Ensimmäisessä kappaleessa 5.1 kertoo rakentamisen varhaisimmasta vaiheesta eli suunnittelusta. Kappaleessa 5.2 käydään läpi maanrakennuksen vaiheita ja määräyksiä. Kappaleessa 5.3 tarkastellaan perustuksia ja niiden tärkeyttä rakennusprosessissa. Kappale 5.4 kertoo erottimen rakenteiden osista ja niihin liittyvistä määräyksistä. Kappaleessa 5.5 puhutaan erilaisista liitynnöistä ja pohditaan millaisia liityntöjä eri tilanteissa, saattaisi tarvita. Viimeisessä kappaleessa 5.6 kerrotaan hieman vanhan erottimen saneeraus prosessista ja mitä siinä tulisi ottaa huomioon.

5.1 Suunnittelu

Korpierotin rakentamisen peruspilareita on asianmukainen suunnittelu. Sillä taataan, että erottimen sijainti ja kaikki rakenteet ovat kunnossa ennen itse rakennusprojektin aloittamista. Jokainen asiakas vaatii suunnittelun osana rakentamista.

Suunnittelussa tulee valita korpierotinelle maantieteellisesti hyvä sijainti. Erotin tulee sijoittaa johtoväylällä sellaisessa haarotuskohdassa, jossa se jakaa johdon sopivan mittaisiin osuuksiin. (Kousa 2007, 29) Erotin luokse tulee päästä huolto- ja ohjaustoimenpiteitä varten autolla. Eli sen ei tule sijoittaa syvällä metsässä, koska tällöin maankäyttölupien saannista tulee hankalaa. Tässä on myös nähty poikkeuksia. Erottimien sijainti ja maastokatselmukset tulee aina hyväksyttäväksi asiakkaalla ennen itse rakentamisen ja rakennesuunnittelun aloittamista.

Rakennesuunnittelussa tärkeää on, että suunnittelussa otetaan huomioon kaikki asiakkaan toiveet ja määräykset. Toiset asiakkaat ovat vaativampia kuin toiset, joten heidän toiveisiinsa on aina perehdyttävä erikseen ja suunnitelmat tulee toteuttaa heille räätälöitynä. Perustukset tulee suunnitella siten, että ne kestävät niille kohdistuvat kuormat. SFS standardissa 601 määritellään seuraavasti.

Normaalissa kuormitustapauksessa:

- oman painon aiheuttama kuorma
- vetokuorma

- asennuskuorma
- jääkuorma
- tuulikuorma

Poikkeuksellisissa kuormitustapauksissa:

- kytkentävoimat
- oikosulkuvoimat
- johtimen katkeamiset
- seismiset kuormitukset

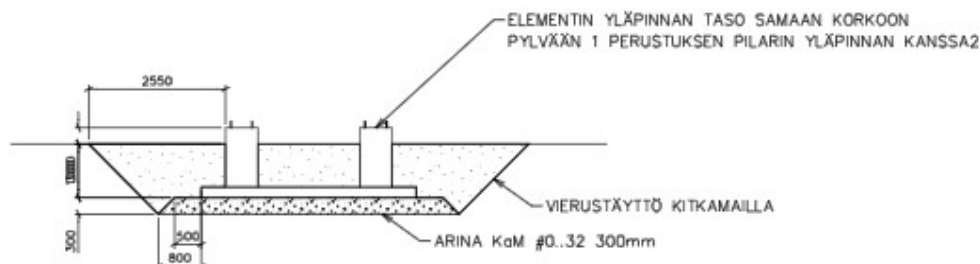
5.2 Maanrakennus

Erottimen rakennusprosessissa erityisesti maarakennus on kriittisessä osassa varsinkin Suomessa. Tämä johtuu siitä, että Suomessa maa routii ja muokkaantuu vuosivuodelta. Perustukset on rakennettava sillä tavalla, että ne eivät liiku routimisen seurauksena tai pahimmassa tapauksessa kaadu. Routimisen seurauksena johtojen yhdistejohdot (puhekielellä jompit) voivat irrota syöttävästä johdosta aiheuttaen huomattavaa vahinkoa tai pahimmassa tapauksessa jopa oikosulun. Näistä syistä on oltava erittäin tarkkana, että perustuksen rakenteet ja maarakennus täyttävät kaikki käytössä olevat sekä asiakkaan asettamat kriteerit. (RIL 263-2014)

Monilla asiakkailta on erilaisia vaatimuksia maanrakennuksen suhteen, mutta niissä yleensä käytetään pohjana RIL 263-2014 kaivanto-ohjetta. Tällä tavoin saadaan kaikki kaivannot tehtyä hyvän asennustavan mukaisesti. Kuitenkin jotkut vaativat vielä tiukempien määräysten noudattamista varmistaakseen sekä turvallisuuden että erottimen rakenteellisen moitteettomuuden. (Voloskov henkilökohtainen tiedonanto 28.1.2020)

Lähtökohtaisesti kaivanto tulee suunnitella turvalliseksi siellä työskenteleville ihmisille. Kaivannon reunat tulee olla sopivassa kulmassa (yleensä noin 45 astetta) jottei se sorru, jos tämä ei ole mahdollista tulee kaivannon reunat tukea. Kaivannon riskien arviointi läpi työmaan on tärkeä osa työtä. Tällöin vältetään vaaratilanteilta ja henkilövahingoilta. Tämän jälkeen kaivannon pohjalle tehdään pohjatäyttö sorasta, jotta saadaan perustukset asetettua tasaiselle ja tukevalle pohjalle. Niin sanottu vierustäyttö tehdään joutomaalla, joka kaivannosta on kaivettu. Sillä täytetään kaivanto siten, että

perustuksesta jää näkyviin kuitenkin hieman. Jos halutaan, voidaan kaivannon pinnalle tehdä myös pintatäyttö soralla, jolla saadaan hyvin viimeistelty ulkoasu. Tämä levitetään vähintään kahden metrin etäisyydelle perustuksista. (Voloskov henkilökohtainen tiedonanto 28.1.2020)



Kuva 7. Kaivantosuunnitelma

5.3 Perustukset

Erottimen perustuksia valittaessa on otettava huomioon asiakkaan vaatimukset. Monilla asiakkailla on tiedossa millaiset perustukset he haluavat. Jotkut haluavat, että perustukset ovat tehdastekoiset ja tuodaan paikanpäälle. Joskus vaaditaan paikalleen valuttuja perustuksia. Tällöin voidaan varmistua kaikista valmistuksen vaiheista, sekä siitä, että ne vastaavat vaatimuksia. Jotkut haluavat jopa hankkia itse perustukset, jolloin kaikki laadulliset kriteerit jäävät heidän huolekseen. (Voloskov henkilökohtainen tiedonanto 28.1.2020)

5.4 Rakenteet

Rakenteita valittaessa täytyy ottaa huomioon erottimen sijainti. Jos erotin on sähköasemalla, voi erotin olla matalampi, kuin paikassa johon henkilöillä on rajoittamaton pääsy. SFS standardi määrittelee, että paikassa jonne yleisöllä on esteetön pääsy, korkeuden on oltava $5300+N$ millimetriä (vähintään 6000 kun jännite yli 24kV), jossa N on jännitteeseen vaadittava vähimmäisetäisyys. Kun taas sähköasemalla vähimmäiskorkeudeksi riittää $2600+N$ millimetriä, eli rakenteet ovat huomattavasti matalampia sähköasemalla. (SFS-käsikirja 601:2018, 63) Mikäli rakenteet ovat korkeita, joudutaan kiinnittämään huomiota erinäisiin kohtiin. Tästä hyvä esimerkki on ohjaintankojen

tuet. Ohjaintangoista tulee niin pitkät, että niitä joudutaan tukemaan ja asentamaan erillinen metallinen tuki. Tällä tavoin pitkän tangon vääntyminen estetään.

5.5 Liitynnät

Sähköliittymää valittaessa täytyy huomioida, millainen liittymä erottimelle on helpoin rakentaa. Joissakin tapauksissa lähin sähkölinja, johon liittymä voidaan rakentaa, saattaa sijaita useiden kilometrien päässä. Tällöin kustannukset liittymän rakentamiseen kasvavat. Saattaa myös olla, että pienjännitejohtoa ei kulje lähellä ja liittymää varten olisi rakennettava täysin uusi muuntamo.

Vaihtoehtona on myös rakentaa tehojännitemuuntaja, jolloin tarvittava sähkö otetaan suoraan voimalinjasta ja muunnetaan 230 volttiin. Tällöin sähkönsaanti akustoille on taattu aina, kun linjassa on sähkö. Tehojännitemuuntajakaan ei ole kustannukseton, koska sitä varten täytyy rakentaa oma jalusta, jonka kanssa on otettava kaikki määräykset huomioon. Kuitenkin joissakin tapauksissa tehojännitemuuntaja saattaa tulla edullisemmaksi.

5.6 Vanhan erottimen saneeraus

Vanhasta rakentaessa on huomioitava laitteiden kunto. Laitteiden täytyy olla hyvässä kunnossa, jotta niitä voidaan käyttää vielä pitkään. Erottimen rakenteiden kunto on tarkastettava, vaikka ne luultavasti kuluvat vähiten vuosien varrella. Rakenteiden sinkitys on tarkastettava ja todettava, että se on riittävän paksu suojaamaan tulevien vuosien korroosiolta. Betonisista perustuksista on katsottava, että ne eivät ole lohkeilleet mistään. Jos betonista puuttuu palasia, on ne korjausvalettava uudelleen. Erottimen ympäristöstä on selvitettävä, millaisessa kunnossa erottimen maadoituskuparit ovat. Ovatko ne katkenneet jostain ja onko ne liitetty oikeisiin paikkoihin.

6 ESITIETOLOMAKKEET

Työn tekeminen aloitettiin hankkimalla tietoutta erottimen rakennusprosessista. Se toteutettiin suorittamalla haastatteluja Empowerin työntekijöille ja tutkimalla kirjallisuusaineistoa. Varsinkaan kirjallisuusaineistoa vastaavista aiheista ei löytynyt paljoa, joten haastatteluista oli erittäin paljon hyötyä. Apua oli myös Fingridin erotinasema-ohjeesta, josta sai kokonaisvaltaisen kuvan erottimen rakentamisen eri vaiheista.

Ensimmäinen versio kysymyslomakkeesta valmistui nopeasti ja sisälsi noin 15 tarkkaan harkittua ja kokonaisvaltaista kysymystä. Kyselylomake oli rakennettu Word-tiedostoon taulukko-ohjelmaa apuna käyttäen siten, että taulukkoon oli asetettu pääkysymys ja sen alle sivukysymyksiä. Ensimmäisessä opinnäytetyön tarkastelupalaverissa kuitenkin huomattiin, että Word-muoto ei sopinut hyvin kyseiseen tarpeeseen ja eräs ohjaajista ehdotti Microsoft Forms -tyyppistä lähestymistapaa. Kysymyksiä asettellessa Forms-tiedostoon alkoi nopeasti muodostua ymmärrys siitä, että se olisi oikea lähestymistapa kyselylle.

Alkuperäisestä Word-muotoisesta lomakkeesta oli paljon apua, koska tieto siitä min-kälaisia kysymyksiä tarvittaisiin, oli jo olemassa. Tällöin oli helppo rakentaa pääkysymys, josta haarautuisi sivukysymyksiä. Kyselylomakkeen lopputuloksena saataisiin vastaukset kaikkiin tarpeellisiin tietoihin. Tähän avuksi löytyi haarautumistoiminto, jonka avulla saatiin pidettyä kysymysten määrä sopivana. Haarautumistoiminnon avulla saataisiin rajattua kysymyksiä. Tällöin sellaisia kysymyksiä ei kysytä niiltä, joiden ei tarvitse niihin vastata. Kysymyksien tyyli oli joko rastitettava (Kuva 8. Monivalintakysymysten tyyli.) tai tekstikysymys (Kuva 9. Tekstikysymysten tyyli.), johon vastauksen pituudeksi riitti muutama lause.

1. onko erottimessa...

on

ei

Kuva 8. Monivalintakysymysten tyyli.

2. Kysymys

Kirjoita vastaus

Kuva 9. Tekstikysymysten tyyli.

Esitietolomakkeen vastaukset saatiin Excel-muodossa, jolloin niitä on helppo siirrellä eri henkilöiden välillä. Excel-tiedostoon on selkeästi merkitty ensimmäiselle riville jokainen kysymys ja tämän kysymyksen alle sen vastaus (Kuva 10. vastausten tyyli excel tiedostossa.). Jos kyselyyn tulee useampia vastauksia, tulevat ne kysymyksen alapuolelle vastausjärjestykseen. Tällöin vastauksia pystyy myös tarkastelemaan tietyssä järjestyksessä. Kyselystä voi näyttää vain tietyntyyppisiä vastauksia, esimerkiksi vain ”kyllä” vastauksia.

ID	Alkamisaika	Valmistumisaika	Sähköposti	Nimi	onko erottimessa...	Kysymys
1	4.27.20 15:27:05	4.27.20 15:27:12	anonymous		on;	Kyllä
2	4.27.20 15:27:14	4.27.20 15:27:25	anonymous		Ei, Mutta;ei;	Kyllä

Kuva 10. vastausten tyyli excel tiedostossa.

Opinnäytetyötä varten järjestettiin myös haastatteluja eri henkilöiden kanssa. Niistä ensimmäinen oli heti työn aluksi ja sen tarkoituksena oli kerätä alustavia tietoja, sekä ymmärrystä erottimen rakennusprosessista. Haastattelussa sain paljon tietoa rakennusprosessin eri alueista yleisesti ja minulle kerrottiin paljon esimerkiksi Fingridin määräyksistä. Samalla sain Fingridin S22170E1 erotinasemaohjeen. Toinen haastattelu pidettiin Empowerin maarakennusasiantuntijan kanssa. Haastattelussa selvitettiin maarakennuksen vaiheita ja määräyksiä, joita täytyy ottaa huomioon eri vaiheissa. Nopeasti kävi selväksi, että maarakennus ei olekaan niin yksiselitteistä, kuin voisi luulla. Kaikilla yhtiöillä on erilaiset määräykset ja toivomukset sen suhteen. Haastattelussa saatiin kuitenkin selvitettyä yleisimmät määräykset. Kolmannessa haastattelussa käytiin läpi valmista kyselylomaketta erään Empowerin projektipäällikön kanssa. Hän piti lomaketta pätevänä ja oli tyytyväinen työn lopputulokseen.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä käydään läpi Suomen kantaverkon rakennetta, ja millaisia eri elementtejä sähkön siirrossa vaaditaan. Työssä perehdytään erilaisiin erottimiin sekä niiden eroavaisuuksiin. Seuraavaksi käsitellään erottimen rakennusprosessin eri vaiheita, ja mitä niissä täytyy ottaa huomioon. Viimeisenä perehdytään esitietolomakkeen luontiprosessiin ja sen eri vaiheisiin.

Esitietolomakkeessa käydään läpi erottimen rakentamisen prosessin eri vaiheissa vastaan tulevia tärkeimpiä kokonaisuuksia. Lomake on kattava ja siinä perehdytään jokaiseen prosessin eri osa-alueeseen. Kysymykset ovat selkeitä ja niihin on nopea sekä helppo vastata. Tämä mahdollistaa lomakkeen suoraviivaisen täyttämisen ja useiden osapuolien osallistamisen. Vastaukset saadaan Excel -muodossa, jolloin dokumenttia on helppo tulkita ja tarvittaessa liikutella eri osapuolien välillä.

Lomakkeen tekemisen aikana hankittiin tietoa siitä, millainen erottimen rakennusprosessi on kokonaisuudessaan. Tietoa apuna käyttämällä saatiin luotua kysymyslomake, joka vastaa kaikista kriittisimpiin kysymyksiin erottimen rakentamisesta. Lomakkeen avulla tarjousten laskija pystyy tekemään tarjouksen ilman, että hän on juurikaan tekemisissä muiden osapuolien kanssa. Tällä tavoin saadaan vähennettyä turhien kokousten määrää sekä pystytään saavuttamaan kustannussäästöjä. Lomake on tarvittaessa helposti siirrettävissä asiakkaiden tai muiden eri toimijoiden välillä.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työtä aloittaessa ymmärrykseni erottimista oli vähäistä, vaikka olinkin ollut töissä tekemisissä niiden kanssa. En ollut kuitenkaan päässyt perehtymään tarkemmin erottimien rakentamiseen tai niiden tekniseen kokonaisuuteen. Opinnäytetyön tekemisen aikana asiat selkeytyivät ja nykyään tiedän erottimista jo huomattavasti enemmän kuin aikaisemmin.

Vaikeinta opinnäytetyön tekemisessä oli materiaalin löytäminen. Kirjallisuutta erottimien rakentamisesta on hyvin vähän ja tarkempaa tietoa on hankala löytää. Työn aikana opin kuitenkin erottimien rakentamisesta ja rakentamisprosessin vaiheista paljon. Työn alussa olin liian optimistinen ja päätin tehdä kyselylomakkeen ensimmäisen version Word -dokumenttina. Empowerin henkilöstö oli kuitenkin hyvin auttavaisia ja kertoivat kehitysehdotuksensa työtä kohtaan suoraan. Seuraavassa palaverissa Empowerin kanssa päätettiin jatkaa Microsoft Forms -työkalua apuna käyttäen.

Opinnäytetyön lopputuloksena saatiin yli 50 kysymystä sisältävä lomake, joka on kenen tahansa täytettävissä heille jaetun linkin kautta. Tulevaisuudessa lomakkeeseen on tarvittaessa helposti lisättävissä kysymyksiä. Sitä pystyisi helposti laajentamaan esimerkiksi vastaamaan myös katkaisijan rakentamisessa vaadittavia tarpeita. Lomake kuitenkin täyttää siltä vaaditut edellytykset myös tällaisenaan.

Työn aikana opin, että seuraavassa vastaavassa projektissa tulee olla määrätietoisempi ja asettaa selkeämmät osatavoitteet projektin aikataululle. Tällä tavoin vältetään ajan turhaa käyttämistä ja työ saadaan etenemään määrätietoisemmin. Opin myös löytämään paljon kirjallisuutta erilaisista lähteistä. Kokonaisuudessaan opinnäytetyöprojekti oli erittäin opettavainen sekä erottimien rakentamisen ja projektin vaiheisiin tutustumisen että kirjoitusosuuden osalta.

LÄHTEET

- Empowerin www-sivut. Viitattu 5.12.2019 <https://www.empower.fi/>
- Eurolaitteen www-sivut. Viitattu 9.1.2020 <https://www.eurolaite.fi/tuotteet/sahkoasemat/suurjannite-erottimet/oniii-123-kiertoerotin/>
- Fingrid S22170E1 Erotinasemat ohje 1.1.2019. Julkaisematon dokumentti
- Fingridin www-sivut. Viitattu 9.1.2020 <https://www.fingrid.fi/>
- Googlen www-sivut. Viitattu 9.1.2020 <https://www.google.com/maps/>
- J Elovaara & L Haarla, Sähköverkot II, Verkon suunnittelu, järjestelmät ja laitteet. Otatieto.
- Kuosa, D. 2007. Vika- ja kunnossapitotietojen hyödyntäminen suurjännitekytkinlaitteiden kunnonhallinnassa, Diplomityö, <http://lib.tkk.fi/Dipl/2007/urn009894.pdf>
- Kärnä M, 2019. Suuria seisovia pylviäitä. <http://calm.iki.fi/tolpat/kuva/11500>
- Lähde T, 2007. Suuria seisovia pylviäitä www-sivut, Viitattu 16.1.2020 <https://calm.iki.fi/tolpat/kuva/2802>
- RIL 263-2014, kaivanto-ohje, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry
- SFS-käsikirja 601:2018, Suurjännitesähköasennukset ja ilmajohdot
- Turunen 2014, lainattu lähteestä <https://www.yrityskehitys.net/>
- Voloskov E. Rakennessuunnittelija, Empower PN Oy. Puhelinhaastattelu 28.1.2020
- Ylen www-sivut. Viitattu 9.1.2020 <https://yle.fi/uutiset/3-7121450>