



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Juha-Pekka Kumpula

HYVÄT ASENUSTAVAT ULKOKYTKINKENTILLÄ

VEO Oy

Tekniikka
2021

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Juha-Pekka Kumpula
Opinnäytetyön nimi	Hyvät asennustavat ulkokytkinkentillä
Vuosi	2021
Kieli	Suomi
Sivumäärä	57 + 2 liitettä
Ohjaaja	Jukka Hautala

Opinnäytetyön aiheena on hyvät asennustavat ulkokytkinkentillä. Työssä kehitetään ohjekirja ja tarkastuslomake, joiden tarkoituksena on parantaa kotimaassa tehtävien ulkokytkinkenttäprojektien asentamisen laatua. Ohjekirjalla selkeytetään urakoitsijoille työvaiheiden asennustapoja, joilla on tarkoitus vähentää projekteissa esiintyviä korjaustarpeita ja asentaessa esitettyjen kysymyksien määrää. Tarkastuslomakkeen tarkoitus on helpottaa tarkastusvaiheita ja yleisesti suunnitelmien mukaista asentamisen seuraamista. Hyvät asennustavat ulkokytkinkentillä on erillinen ohjekirja ja tarkastuslomake, jotka ovat tarkoitettu ainoastaan opinnäytetyön teettäjän omaan sisäiseen käyttöön.

“Hyvät asennustavat ulkokytkinkentillä”- ohjekirjan laatiminen jakautui useaan eri osioon. Ensimmäisenä on ohjekirjan sisällöllinen suunnittelu sekä lähteiden kerääminen, seuraavana standardien ja lähteiden tutkiminen ja viimeisenä hyvät asennustavat ulkokytkinkentillä kirjoittaminen.

Sisällöllisesti opinnäytetyössä kerrotaan yleisesti VEO Oy:sta, ohjekirjan ja tarkastuslomakkeen tarpeellisuudesta, sähköasemista, sähköasemapuolen standardeista. Lisäksi opinnäytetyössä käsitellään ohjekirjan ja tarkastuslomakkeen tekemisen vaiheet, ohjekirjan ja tarkastuslomakkeen käyttötavat, sekä mitä ohjekirjalle tapahtuu tulevaisuudessa. Viimeisenä analysoidaan ohjekirjan ja tarkastuslomakkeen tulevaisuuden näkymiä ja opinnäytetyön haasteita sekä onnistumisia.

Ohjekirjan haluttu lopullinen tulos olisi yhdenmukainen asennusjälki tulevissa projekteissa, jolla päästään taloudellisesti sekä laadullisesti parempiin tuloksiin.

Avainsanat projekti, ohjekirja, sähköasemat, standardi, asennus

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
Energia- ja ympäristötekniikka

ABSTRACT

Author	Juha-Pekka Kumpula
Title	Good Installation Practices for Outdoor Switchgear
Year	2021
Language	Finnish
Pages	57+2 Appendices
Name of Supervisor	Jukka Hautala

The topic of the thesis is good installation methods in outdoor switch fields. The thesis develops a manual and an inspection form, the purpose of which is to improve the quality of the installation of outdoor switch-gear projects in Finland. The manual explains to contractors the installation methods used in work phases to reduce the need for repairs in projects and the number of questions asked during installation. The purpose of the inspection form is to facilitate the inspection steps and, in general, to monitor the installation as planned. Good installation practices in the outdoor connection fields have a separate instruction manual and inspection form, which are intended only for the thesis client's own internal use.

The compilation of the “Good installation practices for outdoor switch-gear” manual was divided into several different sections. The first is the content planning of the manual and the collection of sources, next, research standards and sources and finally, good installation practices for outdoor switch-writing.

The desired end result of the manual would be a consistent installation result in future projects, which will lead to better results both economically and qualitatively.

Keywords	Project, manual, substations, standard, installations
----------	-------------------------------------------------------

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	9
1.1	Hyvät asennustavat ulkokentillä tarveanalyysi ja nykytilan kuvaus.....	9
1.2	VEO Oy	10
2	TEORIATAUSTA	12
2.1	Sähköasema yleisesti	12
2.2	Ulkokytäkinkenttien asennuksia koskeva lainsäädäntö ja standardit.....	15
2.2.1	Lain osalta oleelliset asetukset	17
2.2.2	Käsikirja	17
2.2.3	Oleelliset standardit.....	17
3	HYVÄT ASENNUSTAVAT ULKOKYTKINKENTÄLLÄ -KEHITYSPROSESSI	19
3.1	SFS 6000 pienjännitesähköasennukset.....	19
3.2	SFS 6001 suurjänniteasennukset	22
3.2.1	Perusvaatimuksia	22
3.2.2	Sähköiset vaatimukset	23
3.2.3	Mekaaniset vaatimukset.....	24
3.2.4	Eristys	25
3.2.5	Laitteet	28
3.2.6	Kaapelit.....	29
3.2.7	Laitteistot	32
3.2.8	Turvatoimenpiteet	32
3.2.9	Tunnistaminen ja merkintä	33
3.2.10	Apu- ja ohjausjärjestelmät	34
3.2.11	Maadoitusjärjestelmien suunnittelu.....	35

3.3	SFS 6002 sähköturvallisuus	37
4	HYVÄT ASENNUSTAVAT ULKOKYTKINKENTILLÄ TOIMINNALLINEN TUOTOS. 41	
4.1	Ohjekirjan ote	42
4.1.1	Kytkenät riviliittimelle	43
4.1.2	Päätteet keskijännite	47
4.2	Tarkastuslomakkeen ote.....	49
5	TULOKSEN KUVAUS	51
6	JOHTOPÄÄKSET JA ARVIOINTI	53
	LÄHTEET	56

LIITEET

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1. Kahden muuntajan ulkokytkinlaitos.	15
Kuva 2. Vähimmäisetäisyydet jännitealueella 1.	27
Kuva 3. Vähimmäisetäisyydet jännitealueella 2.	28
Kuva 4. Esimerkki tehtävien jaosta	40
Kuva 5. Liitosta ei ole kiristetty tarpeeksi.	46
Kuva 6. Al/Cu johtimien päättäminen sekä liittäminen.	49

LIITELUETTELO

LIITE 1. Hyvät asennustavat ulkokytkinkentillä -ohjekirja, ote

LIITE 2. Hyvät asennustavat ulkokytkinkentillä -tarkastuslomake, ote

KÄSITELUETTELO

Aliurakoitsija	Pääurakoitsijan alaisuudessa oleva aliurakoitsija
Standardi	Organisaation esittämä määritelmä
Sähköasema	Sähköverkon solmukohta
Ulkokenttä asema	Sähköaseman tarkennus
Korona	Koronapurkaus, joka esiintyy suurjännite eristimissä. Esim. linjojen läheisyydessä kuuluva sirinä
Cenelec	Eurooppalaiset standardit
ISO ja IEC	Kansainväliset standardit
SFS	Suomalaiset standardit
Äärijohtin	Vaihejohtin

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena on ollut kehittää hyvät asennustavat -ohje ulkokytkinkenttien sähköasemille. Ohjekirjalla pyritään samaan laadukkaampaa ja virheetöntä asennusjälkeä. Tarkastuslomakkeella helpotetaan kokonaisuusien tarkastelua aseman rakentamisen aikana. Ohjekirjan ja tarkastuslomakkeen toimiessa ja tuodessa halutun lopputuloksen helpottaa se koestushenkilöstön työtä ja antaa yritykselle imagollisesti laadukkaamman kuvan asennusjäljestä sekä toimintataivoista. Aihe on rajattu käsittelemään sähköaseman ulkokytkinkentän asentamisen kokonaisuutta, koska yleisellä tasolla sähköasemat ovat laaja aihealue käsitellä ja tätä kokonaisuutta ei tässä opinnäytetyössä pystyittäisi käsitellä sallituissa aikarajoissa. Työtä tehdessäni olen saanut paljon opastusta koko VEO Oy:n Power Distribution osastolta ja varsinkin VEO Oy:n työpaikkaohjaajaltani sekä minut opastaneelta henkilöltä nykyiseen työtehtävääni.

Työn alussa käsitellään yleisiä asioita kuten, tarvetta ja nykytilaa sekä yritystä yleisesti. Seuraavana sisältö jaetaan viiteen pääotsikkoon ja useaan väliotsikkoon. Pääotsikot käsittelevät työn etenemistä ja väliotsikot syventyvät asioihin. Otsikot pitävät sisällään ohjekirjan sekä tarkastuslomakkeeseen liittyvät teoriat. Teorian pohjalta perehdytty aineistoon otsikolla kehitysprosessi. Kehitysprossin pohjalta on tehty toiminnallinen tuotos. Viimeisenä analysoidaan tuotosta ja käydään haasteita sekä onnistumisia läpi työn vaiheiden aikana.

1.1 Hyvät asennustavat ulkokentillä tarveanalyysi ja nykytilan kuvaus

VEO Oy:n tarve hyvät asennustavat ulkokytkinkentällä -ohjeeseen on muodostunut heidän kysyntänsä kasvaminen ulkokytkinkentistä. VEO Oy tuottaa nykyisinkin laadukkaasti toimivia ja asennus jäljeltään laadukkaita ulkokytkinkenttäkokonaisuuksia. VEO Oy haluaa tarjota asiakkailleen parasta mahdollista laatua jatkuvasti kehittymällä eteenpäin ja yksi laadun tekijöistä on asennus jäljen parantaminen ja

sen yhdenmukaistaminen. Yhdenmukaistamalla asennusjäljen saavutetaan asiakkaiden arvostusta, kun pystytään lupaamaan tasalaatuista jälkeä. Muut hyödyt ohjekirjasta ja tarkistuslomakkeesta ovat taloudelliset ja käyttöönotto henkilöstön kuormituksen putoaminen asennuksien korjauksien osalta VEO Oy:lle. Lisäksi VEO Oy:n alihankkijatkin hyötyvät varsinkin ohjekirjasta, kun sen avulla pystyvät jo ennalta miettiä tiettyjä asennusvaiheita ja niiden kulkua.

Hyvät asennustavat ulkokytkinkentillä -ohjetta VEO Oy:lle voidaan pitää erittäin tarpeellisena, koska VEO Oy:ltä puuttuu kokonaisvaltainen ohjeistus materiaalihyvistä asennustavoista. VEO Oy:n kysyessä minua tekemään opinnäytetyötä hyvät asennustavat ulkokytkinkentillä, pystyin jo tässä vaiheessa arvioimaan työn olevan haastava.

Haastavana koin muun muassa ohjekirjan sivumäärän rajaamisen, josta keskustelin yrityksen puolelta minua ohjaavan henkilön kanssa. Perustelu rajaamiselle oli, että liian laajasti esitetyt asiat ohjekirjassa eivät innosta asennushenkilöä perehtymään ohjekirjaan halutulla tavalla. Ohjekirja päätettiin rajata noin 30 sivuun ja tarkistuslomake luotaisiin ohjeen jälkeen.

1.2 VEO Oy

Vaasa Engineering Oy on perustettu 6.12.1989 ja nimensä VEO Oy:ksi yritys virallisesti muutti vuonna 2012. Yhtiön pääkonttori ja kojeistotehdas sijaitsevat Vaasan Runsorissa. Vaasa Engineeringillä eli VEO Oy:llä on useampi toimipiste Suomessa, jotka sijaitsevat Seinäjoella, Tampereella, Paimiossa ja Rovaniemellä. VEO Oy:llä oli liikevaihto vuonna 2019 95 344 000 € ja VEO Oy työllisti tytäryhtiöineen 450 henkilöä. VEO Oy:n tytäryhtiöt sijaitsevat Ruotsissa, Norjassa ja Isossa Britanniassa. /13, 18/

VEO Oy:n pyrkii jatkuvasti kehittymään lisää huippuasiantuntijana ja osajana kansainvälisesti jatkuvasti kehittyvällä energia-alalla. VEO Oy tarjoaa asiakkailleen

sähköistys- ja automaatoratkaisuja sähkön tuotantoon, siirtoon, jakeluun ja sen hyödyntämiseen. VEO Oy on asiakaskeskeinen yritys, eli VEO Oy:llä pyritään kuuntelemaan asiakasta ja tekemään kaikki suunnitelmat ja ratkaisut asiakkaan toiveiden mukaisesti. VEO Oy:n projektointiketju asiakkaalle muodostuu suunnitellusta aina järjestelmän käyttöönottoon ja käyttökoulutukseen. Sisäisesti yritys on jakautunut kolmeen eri osastoon. Nämä ovat Power Distribution, joka on keskittynyt sähköasemien tekoon ja saneerauksiin. Power Utilisation on keskittynyt teollisuuden sähköistys- ja automaatoratkaisuiden tekoon ja Power Generation automaatio- ja sähköistysratkaisuja voimalaitoksille. Tämä opinnäyte työ on tehty Power Distribution -osastolle. /24/.

2 TEORIATAUSTA

Tämän ohjekirjan laatimiseksi on vaadittu huomattavan paljon tuntemusta sähköasemista. Sähköasemat ovat käsitteenä asiantuntevalla henkilölle todella laaja käsite ja siksi olen ensimmäisenä päättänyt rajata tämän työn keskittymään ulko-kenttä asemien rakentamiseen ja sen sisäasennuksien tekoon.

Ohjekirjan laadinta tulee vaatimaan runsaasti kuvia ja tutustumista sähköalalla oleviin säädöksiin. Ohjekirjan laatijan tulee olla tietoinen, miten asennukset tulee tehdä sähköasemilla oikein, jotta asennukset ovat turvallisia, ip-luokitus säilyy ja niille määritetyt oikosulkukestoisuudet täyttyvät. Lisäksi on huomioitava laitetoimittajan vaatimukset jokaiselle heidän komponenteilleen. Nämä laitetoimittajien ohjeet ovat tuovat omansa haasteensa standardien lisäksi työn tekemisessä. Laittevalmistajan ohjeiden huomioimista ei voida jättää pois, koska yleensä niihin on sidottu vastuut ja takuut laitteista, mutta kuitenkin suurimmissa osissa riittää standardin mukainen asentaminen.

Tulevan ohjekirjan tarkoitus ei ole kumota tai uudelleen kirjoittaa laitevalmistajan laatimia asennusohjeita. Ohjekirja tulee käsittelemään asennuksia, jotka on tehty standardia noudattaen VEO Oy:n näköisiksi. Lisäksi niissä on pyritty huomioimaan laitevalmistajan ohjeet ja standardit.

2.1 Sähköasema yleisesti

Sähköasemilla tarkoitetaan sähköän energian siirron tai jakeluverkon kohtaa, jossa pystytään suorittamaan kytkentöjä, muuntaa jännitettä tai jakaa sähköenergiaa eri siirtojohdoille. /6, s. 76/.

Sähköaseman suunnittelussa sekä sitä rakennettaessa käytetään standardin SFS 6001 mukaisia ratkaisuja ja lisäksi SFS 6000 ja SFS 6002. Ennen sähköaseman suun-

nitellun aloittamista, toimeksianto tulee asiakkaalta, joka määrittelee sähköaseman rakennuspaikan. Rakennuspaikan valinta perustuu kulutuspisteistä sekä näiden korvattavuuden perusteella. Asiakkaat ovat yleisesti, joko tietyn verkon osan omistajia (alueverkon) tai Suomen kantaverkon omistaja (Fingrid) ja nykyisin myöskin tuulivoima yhtiöitä. /22/.

Yleisesti sähköaseman kokonaisuuteen ja laajuuteen vaikuttavat sen sijainti verkon solmukohtassa. Solmukohta määritellään aseman käyttötarkoituksen mukaan. Käyttötarkoitus määritellään aseman sijainnin mukaan verkossa. Tarkoittaen onko se alkupäässä, jolloin asemaan liittyy voimalaitos ja tällöin, se siirtää tai jakaa sähköä. Aseman sijaitessa keskellä tai loppupäässä käyttötarkoitus on toimia verkon kytkentä- tai muuntoasemana. /6, s. 96/.

Esimerkiksi sähköaseman kautta voidaan siirtää moneen eri suuntaan runkoverkosta tulevaa 400-, 220- ja 110- kV -jännitettä. Mitä enemmän verkosto jakaantuu aseman kohdalle, niin sen enemmän se kasvattaa teräsrakenteiden määrää kentällä ja komponenttien, esimerkiksi katkaisijoiden ja erottimien lukumäärää. Nämä vastaavasti kasvattavat ulkokytkinkentän kokoa ja tarvittavan alueen pinta-alaa. Muita vaikuttavia tekijöitä ovat päämuuntajien lukumäärä ja keskijännitelähtöjen määrä, millä myöskin on vaikutus aseman suuruuteen. Suunnittelussa on hyvin olennaista myöskin ottaa huomioon tulevaisuudessa mahdollisesti tehtävät laajennukset sekä uudenlaisten komponenttien tulot asemille, jotka voivat olla edeltäjiänsä suurempia. Tämän vuoksi sähköasemille pyritään jättämään ylimääräistä tilaa mahdollisesti tulevaisuudessa tulevia laajennuksia varten. /6, s. 96–97/.

Sähköaseman suunnittelussa ja rakennusvaiheessa on huomioitava myöskin verkon mahdollinen korvattavuus. Korvattavuudella tarkoitetaan sähköverkossa, miten verkko on rakennettu asemalla. Nykyisin sähköverkot rakennetaan renkaaseen, jos on vain mahdollista, koska tällöin sähköä pystytään syöttämään kahdesta

eri suunnasta verkkoon. Samalla pystytään turvaamaan paremmin sähkönjakelu huolto- tai vikatilanteissa. /6, s. 98/.

Sähköaseman ympärille tehdään vähintään 2 000 millimetriä korkea verkkoaita, joka täytyy mieluusti olla johtavaa materiaalia, että aitaus saadaan maadoitettua mahdollisimman hyvin maadoitusverkkoon. Aita on määritelty erikseen SFS 6001-standardissa ja aidan tarkoituksena on estää asiaankuulumattomien henkilöiden tai eläinten pääsy asema-alueelle. Lisäksi verkkoaitaan on kiinnitettävä hengenvaara-kylttejä, joiden on näyttävä mistä tahansa suunnasta katsottuna. /20, s.51/.

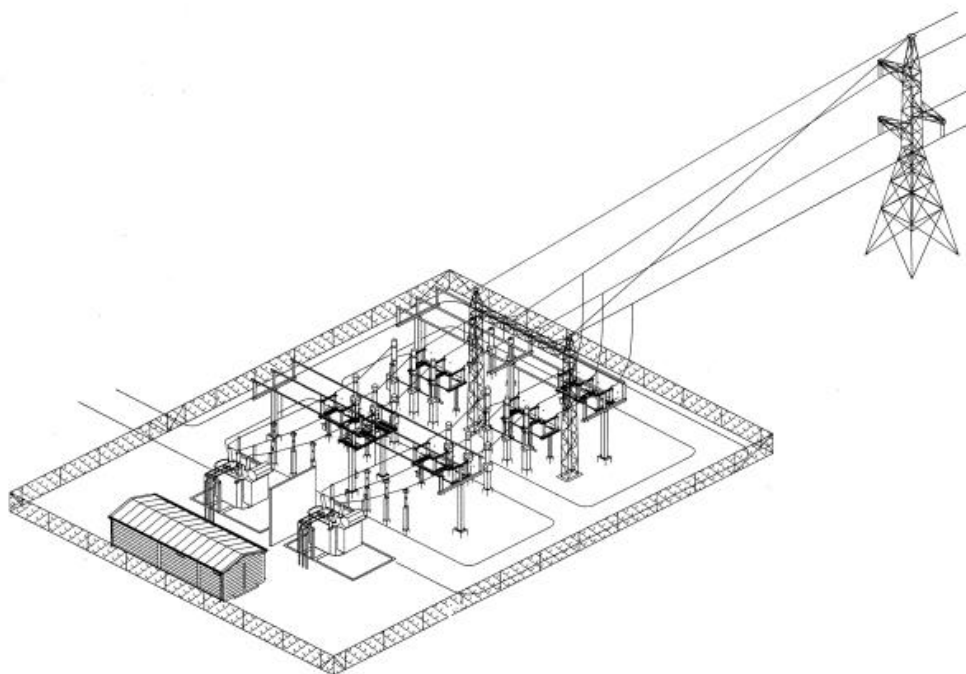
Aitauksen sisältä löytyvät ulkokytkinlaitokseen liittyvät komponentit. Kentänpuolella suurjännitekaapelit, katkaisijat, erottimet, mittamuuntajat sekä kentän vieressä päämuuntaja. Sisäkytkinlaitos, joka rakennetaan kiinteänä rakennuksena tai konttina perustuksen päälle. Sisäkytkinlaitokseen asennetaan keskijännitelähdöt, akusto sekä mittaus- ja suojalaitteistoja, kuten suojareleitä. Keskijännitelähdöt rakennetaan vaunukatkaisijakojeistoksi, joissa on myöskin maadoituserottimet. Eli yhdeksi suureksi laitteistoksi, jolle pystytään tekemään erilaisia ohjauksia releiden avulla. Laitteistoon voidaan lisätä myös fyysinen releen käyttöpaneeli. Lisäksi vaunukatkaisijakojeistot ovat erittäin turvallisia niiden kosketussuojauksen ansiosta, millä pystytään estämään hengenvaarallisten tilanteiden syntymistä. /6, s.76/.

Kirjallisuudessa tärkeistä sähköaseman komponenteista mainitaan seuraavanlaisesti: "Sähköaseman toimivuuden kannalta tärkeimpiä yksittäisiä laitteita ovat päämuuntaja, kiskostot, releet, katkaisijat, erottimet ja erilaiset mittamuuntajat, joista muodostuu toimiva kokonaisuus". /6, s. 76/.

Kuvasta 1 voit nähdä edellisellä rivillä mainittuja tärkeimpiä komponentteja ulkokytkin sähköasemalla.

Komponenttivalinnat sähköasemille tehdään aina erikseen ja komponentteja valittaessa tarkastellaan käyttöikä ja varaosatukea. Komponenteille on aina oltava

saatavissa varaosia, koska mahdollisessa vikaantumisessa komponentti jouduttai-
siin vaihtamaan uuteen tai mahdollisesti pahimmassa tapauksessa koko yksittäi-
nen kenttä uusittaisiin tästä syystä. Nykyisin maailmalla ja Suomessakin useam-
paan kohteeseen tehdään GIS-asemia, koska ne vievät pienen tilan ja ulkoiset osat
saadaan suojattua sähköasema rakennuksen sisälle. Verrattuna ulkokytkinkenttä
asemiin GIS-asemat ovat hinnallisesti huomattavasti kalliimpia.



Kuva 1. Kahden muuntajan ulkokytkinlaitos. /7/.

2.2 Ulkokytkinkenttien asennuksia koskeva lainsäädäntö ja standardit

Asennuksia Suomessa tehdessä pyritään noudattamaan omia SFS-standardeja, jotka pohjautuvat IEC eli kansainvälisistä standardeista ja CENELEC-standardeista. Lisäksi näiden syntymiseen ovat vaikuttaneet Suomen omat sähkölain standardit

ja sähköturvallisuusmääräykset. Hyvänä puolena meidän monipuolisissa standardeissamme voimme pitää sitä, että se mahdollistaa meille viennin muuallekin kuin kotimaahamme sähköön liittyvissä ratkaisuisamme. /4/.

Yleisesti Suomi on tullut tunnetuksi historiansa aikana laadustaan, toimivista kokonaisuuksistaan ja sähköturvallisesti toimivista laitteista. Tätä on edes auttaneet jo edellä mainitut SFS-standardit ja näitä nykyisin tiukasti valvova Suomen turvallisuus ja kemikaalivirasto eli Tukes. /17/.

Suomessa esiintyy useita standardin alla olevia erilaisia lainkohtia, joista kaikki eivät kohdistu sähköalalle ja varsinkaan sähköasemien tekoon. Kuitenkin sähköasemien teossa noudatetaan tiukasti sähköalla olevia standardeja, ohjeita ja määräyksiä, mutta näissäkin voidaan tehdä poikkeuksia. Näissä pitää täyttyä sähköturvallisuus ja standardin sekä ohjeiden ja määräyksien minimikohdat esimerkiksi tietyssä asennus ratkaisussa. Nämä ratkaisut pitää perustella hyvin varmennustarkastuksessa varmennustarkastajalle. /4/.

2016 vuonna oli suuri muutoksen aika sähköalan standardien ja ohjeiden sekä määräyksien kohdalla. Sähköturvallisuus laki 410/1996, kauppa ja teollisuusministeriön päätökset 516 ja 517/1996 ja muutkin siinä olevat päätökset kumottiin ja syntyi uusi 16.12.2016 uusi sähköturvallisuuslaki 1135/2016. Tähän uuteen lakiin on sisällytetty kaikki vanhan kauppa ja teollisuusministeriön määräykset nykyaikaisemmin termein ja joitakin kohtia on määritelty huomattavasti selkeämmin. Sähköturvallisuus lakiakin on muokattu paljon. Esimerkiksi sähkötöitä ja käyttötöitä koskevia vaatimuksia on avattu paljon selkeämmäksi, mitä ne ovat aiemmin olleet. Samalla myös aiheeseen liittyvät SFS 6000, 6001 ja SFS 6002 päivittyivät selkeämmäksi. /21/.

Seuraavaksi olen avannut Hyvät asennustavat ulkokytäkinkentillä -ohjekirjan ja tarkastuslomakkeen kannalta oleelliset lähde materiaalit.

2.2.1 Lain osalta oleelliset asetukset

Kuten aiemmin mainittiin uusi sähköturvallisuuslaki 1135/ 2016 sisältää nykyisin määritteet muun muassa yleisistä säännöksistä, laitteistovaatimuksista kaksi erillistä lukua, sähkötoita sekä käyttötöitä koskevia vaatimuksia, valvonnasta ja erinäis- säännöksistä. Tietenkin se sisältää paljon vanhojakin säädöksiä, mitkä eivät ole muuttuneet juuri mitenkään. /21/

2.2.2 Käsikirja

D1-käsikirjaa ei ole välttämättä oleellista käyttää sähköasema rakentamisessa. Kuitenkin otan senkin tässä esille, koska se helpottaa monen asian tulkitsemista ja laskemista verrattuna SFS 6000 -painokseen. D1-käsikirja sisältää alalle kuuluvia viranomaismääräyksiä ja standardeja, joita on havainnollistettu ja täydennetty kuvien avulla. Muun muassa sähköasennusten suojausvaatimuksia on selvennetty kuvien avulla, suojalaitteiden valintaan panostettu enemmän, asennustapojen toteuttamista käytännössä on avattu enemmän, maadoitusten käytännön toteutusta on käsitelty laajasti. Näiden kaikki lisäksi löytyy myös ohjeita erityistilojen ja erikoislaitteistojen sähköasennusten toteutukseen ja räjähdysvaarallisten tilojen asennuksista. /5/

2.2.3 Oleelliset standardit

SFS 6000 on pienjännitesähköasennuksia koskeva standardikirja, joka sisältää 39 yksittäistä standardia. Tämä on tärkeä kirja kaikille, jotka tekevät sähköasennuksia ja suunnittelevat näitä, koska tätä noudattamalla täytetään viranomaismääräysten vaatimukset. Käsikirja on uusittu 2017 elokuussa, joka toi samalla 2 kappaletta SFS 600 -sarjan käsikirjaa, jotka soveltuvat erinomaisesti suurjännitepuolelle ja helpottavat näin esimerkiksi sähköasemilla olevien pienjännitesähköasennusten tekoa. Nämä SFS 600 -käsikirjat kulkevat nimellä SFS 600-1-1 pienjännitesähköasennukset osa 1–1, missä käsitellään yleisvaatimuksia sisältäen SFS 6000 -sarjan

1–6 osat. Toinen käsikirja kulkee SFS 600-1-2 pienjännitesähköasennukset osa 1–2, jossa käsitellään erikoistilojen ja pienjänniteasennuksien täydentäviä vaatimuksia SFS 6000 -osien 7–8 pohjalta. /13/.

SFS 6001 on erittäin oleellinen ja tärkeä käsikirja sähköasemien rakentamisessa, koska se käsittelee suurjännitesähköasennuksia. Standardin vaatimukset on tarkoitettu sovellettavaksi yli 1 kV:n ja nimellistaajuudeltaan enintään 60 Hz:n vaihtojännitteisten sähköasennusten, sähkölaitteistojen suunnittelua ja rakentamista varten. Näitä vaatimuksia noudattamalla pystytään saavuttamaan asennusten turvallinen ja tarkoituksenmukainen toiminta. /14/.

SFS 6002 käsittelee sähköturvallisuutta, joka on kaikenlaisessa sähköön liittyvässä asiassa tärkeää ymmärtää, jotta osaa työskennellä turvallisesti ja tiedostaa mahdolliset vaaran paikat. Standardi 6002 perustuu eurooppalaisen sähköalan standardisoimisjärjestön CENELEC:in SFS-EN 5011- sarjan standardeihin. Tässä standardissa osassa 1 esitetään CENELEC:in jäsenmaissa voimassa olevat perusvaatimukset, jolla on pyritty yhtenäistämään sähköturvallisuuskäytäntöjä eri puolilla Eurooppaa. Kuitenkin käytännössä noudatetaan paikallisia säädöksiä. Tämäkin standardi on päivitetty 2015 ja 2018 vastaamaan 2017 tullutta uutta sähköturvallisuuslakia suomessa. Standardissa on hyvin painotettu sitä, että se koskee vain sähköturvallisuutta ja sen perusteella ei voida esittää vaatimuksia sähkölaitteiden rakenteille tai sähkötyön tekemisen yleisjärjestelyille. /15/.

3 HYVÄT ASENNUSTAVAT ULKOKYTKINKENTÄLLÄ -KEHITYSPRO- SESSI

Hyvät asennustavat ulkokytkinkentillä -ohjekirjan ja tarkastuslomakkeen prosessin kulun päätin koota standardien ympärille. Vaikka standardit eivät niinkään ota kantaa asennusjälkeen, ne kuitenkin luovat lähtökohdat suunnittelulle, mistä syntyvät asennukset.

Seuraavien otsikoiden alle olen käsitellyt hyvät asennustavat ulkokytkinkentillä liittyvät oleelliset standardit ja niiden kohdat. Työni osalta tärkeimpiä standardeja ovat SFS 6001, 6002 näihin olen syventynyt enemmän ja avannut opinnäytetyösäni. Kuitenkaan unohtamatta SFS 6000, josta löytyy moneen sähköasema perusratkaisuun vastaukset, mutta kuitenkin tätä olen vain sivunnut vähäisesti asia sisällöllisesti tässä työ osiossa, vaikkakin asentaessa sekin on aina läsnä.

3.1 SFS 6000 pienjännitesähköasennukset

Sähköasemilla pienjännitesähköasennuksien määräyksiä noudatetaan aseman suunnittelussa ja asennettaessa valvomorakennuksen sähköistystä. Kuitenkin huomioitava se, että tämä standardi on hyvin kattava sisällöllisesti ja vaikkakin SFS 6001 antaa suurimman osan määräyksistä ulkokytkinkenttää koskien, niin SFS 6000:sta haetaan myös yleisasioissa ja pienjännite asioissa ratkaisuja.

Standardin soveltamisalan piiriin kerrotaan kuuluvan seuraavat:

“a) Virtapiirit, joita syötetään nimellisjännitteeltään enintään 1 000 V vaihtojännitteellä (AC) tai 1 500 V tasajännitteellä (DC).

Tämä standardi on tarkoitettu käytettäväksi vaihtojännitteellä yleisimmin käytetyillä taajuuksilla 50, 60 ja 400 Hz. Standardia voidaan soveltaa muillakin, erikois-tarkoituksiin käytetyillä taajuuksilla.

b) Muut kuin sähkölaitteen sisäiset yli 1 000 V jännitteellä toimivat virtapiirit, joita syötetään enintään 1 000 V vaihtojännitteisestä asennuksesta. Tällaisia virtapiirejä on esimerkiksi purkauslamppuvalaistusasennuksissa tai sähkösuodatinlaitteistoissa.

c) Ne johtojärjestelmät ja kaapelit, joita sähkölaitteita koskevat standardit eivät erityisesti kata.

d) Kaikki rakennusten ulkopuoliset kuluttaja-asennukset.

e) Tietoliikenteeseen, merkinantoon, ohjaukseen ja vastaavaan käytetyt kiinteästi asennetut johdot (ei kuitenkaan laitteiden sisäisiä johtoja).

f) Asennuksen muutos- ja laajennustyöt sekä myös olemassa olevien asennusten osat, joihin muutos- tai laajennustyöt vaikuttavat.

HUOM. Tämän standardin säännöt on tarkoitettu sovellettavaksi yleisesti sähköasennuksiin, mutta määrätyissä tapauksissa niitä pitää täydentää muiden standardien vaatimuksilla tai suosituksilla (esim. räjähdysvaarallisten tilojen tai ilmajohtojen asennukset).”/18, s.6/

Olen listannut alapuolelle SFS 6000:n osat, jotka ovat yleisesti sähköaseman suunnittelussa ja asentaessa oleellisia standardin osia. En ole alkanut avaamaan erikseen osioita, koska se täyttäisi pelkästään tämän koko työn osioiden sisällöstä. Kuitenkin nämä ovat osa työtäni ja pelkät otsikotkin kertovat jo paljon ammattilaiselle, mitä ne sisältävät ja mitenkä liittyvät opinnäytetyöhöni sekä ohjekirjaani

SFS 6000 osat 4–5

“Pienjännitesähköasennukset. Osa 4–41: Suojausmenetelmät. Suojaus sähköiskulta

Pienjännitesähkösennukset. Osa 4–42: Suojausmenetelmät. Suojaus lämmön vai-
kutuksilta

Pienjännitesähkösennukset. Osa 4–43: Suojausmenetelmät. Ylivirtasuojaus

Pienjännitesähkösennukset. Osa 4–44: Suojausmenetelmät. Suojaus jännitehäi-
riöiltä ja sähkömagneettisilta häiriöiltä

Pienjännitesähkösennukset. Osa 4–46: Suojausmenetelmät. Erottaminen ja kyt-
kentä

Pienjännitesähkösennukset. Osa 5–51: Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen.
Yleiset säännöt

Pienjännitesähkösennukset. Osa 5–52: Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen.
Johtojärjestelmät

Pienjännitesähkösennukset. Osa 5–53: Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen.
Erottaminen, kytkentä ja ohjaus

Pienjännitesähkösennukset. Osa 5–54: Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen.
Maadoittaminen ja suojajohtimet

Pienjännitesähkösennukset. Osa 5–55: Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen.
Muut sähkölaitteet

Pienjännitesähkösennukset. Osa 5–56: Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen.
Turvajärjestelmät”. /18./

SFS 6000 osat 7–8

“Pienjännitesähkösennukset. Osa 8–801: Täydentävät vaatimukset. Jakeluverkot

pienjännitesähköasennukset. Osa 8–814 Täydentävät vaatimukset. Kaapelien asentaminen maahan tai veteen”. /19/.

3.2 SFS 6001 suurjänniteasennukset

Ulkokytkekkenttien suunnittelussa ja asennustöissä noudatettava standardi on SFS 6001. Standardiin on sisällytetty standardin IEC 61936 osa, joka sisältää IEC:n jäsenmaissa noudatettavat suurjännitesähkösäntämisen vaatimukset sekä sisältäen lisäopastusta, jolloinko pystytään mahdollistamaan yhdessä asennusten luottavuudet ja turvallisen käytön. /20, s.7/.

Lisäksi tätä pidetään yhtenäistävänä tekijänä kansainvälisillä markkinoilla, kun IEC-standardin julkaisemista pidetään ratkaisevana askeleena siihen suuntaan, että suurjännitesähkösäntöjen suunnittelun ja rakentamisen käytännötavat alkaavat yhdenmukaistua kaikkialla maailmassa. Standardi pitää sisällään voimansiirto- ja jakeluasennusten, kuin voimantuotannon ja teollisuusasennusten erityiset vaatimukset. Lisäksi asiaankuuluvat lait ja viranomaismääräykset ovat ensisijaisia tässä standardissa. /20, s.7/.

Seuraavaksi olen ottanut jakeita omani näkemykseni mukaan ja työpaikan opinäytetyö ohjaan mielestä tärkeimpiä asioita SFS 6001:sta. Jotka oleellisesti liittyvät hyvät asennustavat ulkokytkekkentillä ohjekirjaani. Nämä kohdat liittyvät paljon suunnittelijan työssä huomioon otettaviin asioihin, mutta myös asentajan. Asentajan pitäisi pystyä, myöskin ymmärtämään kokonaisuutta, mitä hän on tekemässä ulkokytkekkentällä. Tällöin ymmärrys asennus jäljestä ja yleisestä asentamisesta tulee asentajalle selkeämmäksi ja keskustelut suunnittelijan kanssa helpottuvat.

3.2.1 Perusvaatimuksia

Perusvaatimukset-kohdassa korostetaan suunnittelun tärkeyttä ja siinä olevia olennaisia asioita, mitä pitäisi aina ottaa huomioon suunniteltaessa sähköasemaa,

“Standardi antaa sellaiset kriteerit maadoitusjärjestelmän suunnittelulle, asennukselle, testaamiselle ja kunnossapidolle, että järjestelmä toimii kaikissa tilanteissa ja varmistaa henkilön turvallisuuden. Laitteistojen ja laitteiden on kestävä ennakoitavissa olevat paikalliset sähköiset, mekaaniset, ilmastolliset ja ympäristövaikutukset.” /20, s. 26–27/.

Erillisenä kohtana samaisessa kappaleessa käsitellään vielä tärkeä toimittajan (valmistajan) ja käyttäjän välisiä sopimuksia. Tarkoittaen, että asennusten suunnittelussa tulee ottaa huomioon käyttäjän mahdollisesti asettavat työtavat. “Sähkölaitteistoja suunniteltaessa ja asennettaessa noudatetaan valmistajan/urakoitsijan/suunnittelijan ja käyttäjän/tilaajan/haltijan välisiä sopimuksia. Nämä voivat vaikuttaa myös käyttötoiminnalle asetettaviin vaatimuksiin.”/20, s. 27/.

3.2.2 Sähköiset vaatimukset

Sähköiset vaatimukset-osiossa on tärkeitä asioita työtäni koskien. Sähköisissä vaatimuksissa käsitellään muun muassa suunnittelijoita koskevia virtakestoisuuden liittyviä vaatimuksia, myös asennusteknisesti vaadittuja vaatimuksia normaalin käyttövirran aikana. Näistä standardissa mainitaan seuraavanlaisesti. “laitteiston kaikki osat on suunniteltava ja rakennettava siten, että kestävä normaalikäytön virrat määritellyissä olosuhteissa.”/20, s.29/.

Oikosulkuvirran osalta “laitteistot on suunniteltava, rakennettava ja asennettava paikoilleen niin, että ne turvallisesti kestävät oikosulkuvirtojen mekaaniset ja termiset rasitukset.”/20, s.29/.

Kirjoitetun tekstin mukaan asennuksien sekä laitteiden on kestävä sähköasemalla suunnitellun mitoitusjännitteen ja oikosulkuvirrat. Laitteiden pitää kestää ylijännite piikkejä, mitä esiintyy useimmiten ukkosella. Ulkokentän asennukset on

tehtävä siten, että varmistetaan, ettei laitteiston käytössä synny koronapurkauksia. On ymmärrettävä kuinka tärkeitä liitokset ja sidonnat ovat oikosulkukestoisuuden sekä mekaanisen ja termisen rasituksen kannalta.

3.2.3 Mekaaniset vaatimukset

Mekaanisissa vaatimuksissa painotetaan paljon laitteiden ja tukirakenteiden mekaanisen rasituksen huomioon ottamiseen. Näiden huomioon ottaminen pitää esittää laskennallisesti kahdella kuormitustavalla, mikä tulee esille standardista lainatulla tekstillä. Pää vastuu näiden huomioiden ottamisella on suunnittelijalla. ”Huomioon otetaan kaksi kuormitustapausta: normaalikuormitus ja poikkeuksellinen kuormitus. Molemmissa tapauksissa on tutkittava useampia kuormitusyhdistelmiä, joista epäedullisinta sovelletaan rakenteiden mekaanisen lujuuden määrittämisessä.” /20, s. 31/.

Asennuksista mekaanisia vaatimuksista painotetaan huomioimaan rakennusvaiheessa syntyvistä tilapäisistä kuormista ”On otettava huomioon rakennusvaiheessa tai kunnossapidossa syntyvät tilapäiset kuormat. Tietyt laitteet voivat olla alttiina jaksollisille kuormille (katso asianomaiset laitestandardit).” /20, s.31/.

Muita esiintyviä kuormituksia ovat ennakoitavissa olevat yleisesti mekaaniset rasitukset ja poikkeukselliset rasitukset. Mekaanisia rasituksia sekä poikkeuksellisia synnyttävät kojeen oma paino ja tähän vaikuttavat vetokuormitukset sekä asennuskuormat, suurilla jännitteillä oikosulku ja kytkentävoimat tuottavat mekaanista kuormitusta sekä mahdolliset johtimen katkeamiset. Lisäksi on huomioitava ilmastolliset kuormitukset, mitkä syntyvät tuulesta ja jäädästä. Vielä on yksi harvinaisempi, mutta nykyisin hieman Suomessakin (erisnimet kuten maat isolla alkukirjaimella) esiintynyt seismiset kuormat. Seismiset kuormat liittyvät muun muassa maanjäristyksiin ja tällöin laitteiden sekä teräksien liitoksien kireydet täytyy olla standardin mukaisesti tehtyjä.

3.2.4 Eristys

Eristys on erittäin tärkeää huomioon otettava asia varsinkin suurjänniteasennuksissa ja suunnittelussa. Standardissa mainitaan seuraavalla tavalla erityksestä ”Koska perinteisten (ilmaeristeisten) laitteistojen salama- ja/ tai kytkentäsyöksyjännitekestoisuutta ei yleensä testata, jännitteisten osien ja maan sekä vaiheiden välillä on oltava riittävä etäisyys ylilyöntien välttämiseksi valitun jännitetason edellyttämällä jännitteillä.”/20, s. 36/.

Etäisyydet meinaavat unohtua usein suunnittelijoilta kuvia piirrettäessä sekä asentajilta työtänsä tehdessään. Näitä unohtumia molempien työryhmien töissä pystyy havaitsemaan esim. Asennuskohteessa, kun on unohdettu olemassa olevien linjojen tai tulevien linjojen jännite etäisyydet toisistaan tai kojeista. Missä on indusioitumisen vaara. Lisäksi asentaessa liitoksia ei ole ymmärretty kaapeleiden läpilyönti lujuuksia, mikä voi luoda todella suuren ongelman asennuskohteessa. Tämän vuoksi Eristys -kappaletta voidaan pitää erittäin tärkeänä kappaleena varsinkin asennettaessa kaapeleita tai tehdessä liitoksia.

Olen ottanut standardi 6001 -kopiot kahdesta kuvasta, jossa määritetään sähköasemilla noudatettavat jännite-etäisyydet eri tilanteissa.

Kuva 2 tulkitaan seuraavanlaisesti ”jännitealueella I vähimmäisilmavälit perustuvat epäsuotuisiin elektrodirakenteisiin, joilla kaarevuussäde on pieni (esim. tankotaso kipinäväli). Koska tällä jännitealueella salamasyöksyjännitekestoisuus on sama sekä vaiheiden että vaiheen ja maan väliselle eristykselle, vähimmäisetäisyyksiä sovelletaan molemmille eristysväleille.”/20, s. 37/.

Kuva 3 tulkitaan seuraavanlaisesti ”jännitealueella II ilmavälin suuruuden määrää kytkentäsyöksyjännitekestoisuus. Vähimmäisilmavälit ovat oleellisesti elektrodirakenteesta riippuvaisia. Jos elektrodirakenteen luokittelu on hankalaa, on suositel-

tavaa valita vaiheen ja maan välinen ilmaväli epäsuotuisimman rakenteen mukaan, esim. eristin kohtisuorassa pylväsrakennetta vastaan (tankorakenne(ristikko)-kipinäväli).” /20, s. 37/.

Muita huomioita samaisesta kappaleesta, että erityisolosuhteissa “Vähimmäisetäisyydet laitteistojen sekä näiden osien välillä, jotta näihin voisi syntyä 180° vaihe-ero, on oltava 1- tai 2-kertaisia taulukoissa 1 ja 2 arvot huomioon ottaen. Jos asennuksessa käytetään eri eristystasoja, näiden tasojen välisen vähimmäisetäisyyden on oltava vähintään 125 % suuremman eristystason mukaisista etäisyyksistä. Oikosulkuvoimien vaikutuksista heiluviin johtimiin, niin näiden vähimmäisetäisyyksien on oltava heilahduksen aikana vähintään 50 % taulukoiden 1 ja 2 arvoista. Tuulen vaikuttaessa heiluttamalla johtimia on vähimmäisetäisyyksien oltava heilahduksen aikana vähintään 75 % taulukoiden 1 ja 2 arvoista. Viimeisempänä, jos tapahtuu seuraavanlaisesti, että yksi eristinketju katkeaa kahdesta tai useammasta rinnakkaisesta eristinketjusta koostuvasta eristimestä, on näin muodostuvien vähimmäisetäisyyksien oltava vähintään 75 % taulukoiden 1 ja 2 arvoista.” /20, s.37/.

Kuvassa 2 ja 3 olevat taulukot ovat sisällöllisesti ulkokytkinkenttää ajatellen todella olennaisia asioita, mitkä on aina muistettava ottaa huomioon asentaessa sekä suunniteltaessa.

Taulukko 1 Vähimmäisilmavälit – Jännitealue I ($1 \text{ kV} < U_m \leq 245 \text{ kV}$)

Jännitealue	Laitteen suurin käyttöjännite	Lyhytaikainen koejännite (kestotaso) vaihtojännitteellä	Koejännite (kestotaso) salamasyöksyjännitteellä ^a	Pienin vaiheen ja maan ja vaiheiden välinen etäisyys <i>N</i>	
	U_m (tehollisarvo) kV	U_d (tehollisarvo) kV	U_p 1,2/50 μ s (huippuarvo) kV	sisälaitteistot mm	ulkolaitteistot mm
I	3,6	10	20 40	60 60	120 120
	7,2	20	40 60	60 90	120 120
	12	28	60 75	90 120	150 150
	17,5	38	75 95	120 160	160 160
	24	50	95 125	160 220	
	36	70	145 170	270 320	
	52	95	250	480	
	72,5	140	325	630	
	123	185 ^b 230	450 ^b 550	900 1 100	
	145	185 ^b 230 275	450 ^b 550 650	900 1 100 1 300	
		230 ^b 275 325	550 ^b 650 750	1 100 1 300 1 500	
		275 ^b 325 ^b 360 395 460	650 ^b 750 ^b 850 950 1 050	1 300 1 500 1 700 1 900 2 100	

^a Salamasyöksyjännitteen koejännitettä sovelletaan sekä vaiheen ja maan että vaiheiden välillä.

^b Vaiheiden väliset jännitetestaukset ovat tarpeen, mikäli on aihetta olettaa, että esitetyt arvot eivät riitä täyttämään vaihevälän jännitekestoisuudelle asetettuja vaatimuksia.

Kuva 2. Vähimmäisetäisyydet jännitealueella 1. /20, s38/.

Taulukko 2 Vähimmäisilmavälit – Jännitealue II ($U_m > 245$ kV)

Jännitealue	Laitteen suurin käyttöjännite	Koejännite (kestotaso) salamasyöksyjännitteellä ^a	Koejännite (kestotaso) kytkentäsyöksyjännitteellä	Pienin vaiheen ja maan välinen etäisyys		Koejännite (kestotaso) kytkentäsyöksyjännitteellä	Pienin vaiheiden välinen etäisyys	
				U_m (tehollisarvo) kV	U_p 1,2/50 μ s (huippuarvo) kV		U_s vaiheesta maahan 250/2500 μ s (huippuarvo) kV	johdin - rakenne mm
II	300	850/950	750	1 600 1 700 ^b	1 900	1 125	2 300	2 600
		950/1 050	850	1 800 1 900 ^b	2 400	1 275	2 600	3 100
	362	950/1 050	850	1 800 1 900 ^b	2 400	1 275	2 600	3 100
		1 050/1 175	950	2 200	2 900	1 425	3 100	3 600
	420	1 050/1 175	850	1 900 2 200 ^b	2 400	1 360	2 900	3 400
		1 175/1 300	950	2 200 2 400 ^b	2 900	1 425	3 100	3 600
		1 300/1 425	1050	2 600	3 400	1 575	3 600	4 200
	550	1 175/1 300	950	2 200 2 400 ^b	2 900	1 615	3 700	4 300
		1 300/1 425	1 050	2 600	3 400	1 680	3 900	4 600
		1 425/1 550	1 175	3 100	4 100	1 763	4 200	5 000
	800	1 675/1 800	1 300	3 600	4 800	2 210	6 100	7 400
		1 800/1 950	1 425	4 200	5 600	2 423	7 200	9 000
	1 100	1 950/2 100	1 550	4 900	6 400	2 480	7 600	9 400
		1 950/2 100	1 425 ^c	4 200	5 600	-	-	-
		2 100/2 250	1 550	4 900	6 400	2 635	8 400 ^d	10 000 ^d
		2 250/2 400	1 675	5 600 ^d	7 400 ^d	2 764	9 100 ^d	10 900 ^d
	1 200	2 400/2 550	1 800	6 300 ^d	8 300 ^d	2 880	9 800 ^d	11 600 ^d
		2 100/2 250	1 675	5 600 ^d	7 400 ^d	2 848	9 600 ^d	11 400 ^d
		2 250/2 400	1 800	6 300 ^d	8 300 ^d	2 970	10 300 ^d	12 300 ^d
			2 550/2 700	1 950	7 200 ^d	9 500 ^d	3 120	11 200 ^d

^a Salamasyöksyjännitteen koejännitettä sovelletaan sekä vaiheen ja maan että vaiheiden välillä.
^b Vähimmäisetäisyys, joka vastaa suurempaa salamasyöksyjännitteen koejännitettä.
^c Tätä arvoa käytetään vain yksivaiheisen laitteen vaiheen ja maan väliselle eristykselle, jos laite ei ole alttiina ilmalle.
^d Alustavat arvot, jotka ovat vielä harkittavana.

Kuva 3. Vähimmäisetäisyydet jännitealueella 2. /20, s.39/.

3.2.5 Laitteet

Laitteiden valinta ja tilaaminen on pääsääntöisesti suunnittelijan vastuulla, mutta joissain tapauksissa voivat, myös suunnittelija sekä asentajakin tehdä yhteistyötä

laitteiden määrityksiä tehdessä. Standardi itsestään asettaa laitteen valintaan seuraavanlaisia vaatimuksia. "a) laitteen on oltava turvallinen, kun se on oikein kokoonpantu, asennettu ja kytketty syöttöön

b) laitteen on toimittava turvallisesti ja luotettavasti käyttöpaikalla vallitsevissa olosuhteissa

c) laitteen on toimittava normaalitilanteissa turvallisesti ja virheettömästi sekä odotettavissa

olevissa ylikuormitustilanteissa, epätavallisissa tilanteissa ja vikatilanteissa niin, että laitteen vahingoittuminen ei tee sen käyttöä vaaralliseksi

d) laitteen käyttö ja huolto eivät saa vaarantaa henkilöturvallisuutta., jotka ovat suunnittelussa tärkeitä huomioida ja eritoten asentaessa. "/20, s.40/.

Näiden lisäksi on vielä erityisvaatimuksia seuraavanlaisille laitteille kytkinlaitteita, tehomuuntajille, reaktoreille, kojeistot, mittamuuntajille, virtamuuntajille, jännitemuuntajille, ylijännitesuojille, kondensaattoreille ja eristimille.

3.2.6 Kaapelit

Kaapeleista riippuen niissä kulkee tieto- tai ohjaussignaalia tai pelkkää kuormasähköä. Kaapeleiden tarkoituksen ja asentamistapojen tunteminen suunnittelussa sekä asentaessa on tärkeätä ymmärtää. Liian vähäinen tieto kaapeleista näkyy usein suunnittelussa sekä asennuksissa esim. miten kaapelit on sijoiteltu kuvissa suunnittelu vaiheessa ja miten ne on vedetty lopulliseen asennus kohteeseen. Muita saman tyyppisiä ovat, kaapelin sidonta, kaapelien määrä, taivutussäteet, vectorasitus ja kaapelin yleisen kunnon arviointi. Ongelmia, mitä nämä voivat aiheuttaa ovat lämpiäminen, uusien kaapeleiden lisäämisen vaikeutuu, oikosulkukestoisuuden heikontuminen ja indusoitumiset. Standardissa muassa mainitaan lämpötilasta seuraavanlaisesti. "Kaapelit on valittava ja sijoitettava siten, että johtimien,

eristeiden, liitosten, päätteiden tai ympäristön suurinta sallittua lämpötilaa ei ylitetä normaalikäytössä, erityisissä, toimittajan ja käyttäjän ennalta sopimissa käyttöolosuhteissa tai oikosulussa.”/20, s. 43/.

Edellä mainittuihin asioihin pystytään vaikuttamaan huomattavasti tietämällä standardin sekä kaapeli valmistajan vaatimukset ja asetukset. Olen vielä ottanut tähän kappaleeseen kohdan SFS 6001, mitä siinä sanotaan kaapelin asentamisesta.

“Seuraavista asioista tulee huolehtia kaapelin suojaamiseksi mekaanisilta vaurioilta ennen asentamista ja sen jälkeen:

a) kaapelin vaurioitumisen välttämiseksi kaapelit asennetaan laite- ja kaapelistandardien tai valmistajan määrittämässä ympäristön lämpötilassa

b) yksijohtimiset voimakaapelit on asennettava siten, että oikosulkuvirtojen synnyttämät voimat eivät niitä vaurioita

c) asennustapaa valittaessa on varmistettava, että ulkoiset vaikutukset rajoittuvat hyväksyttävälle tasolle. Ojaan asennettavat kaapelit tulee asentaa määritettyyn syvyyteen ja niiden päälle on asennettava kaapelisuojaus tai varoitusnauha ulkopuolisten aiheuttamien vaurioiden estämiseksi. Maa- ja vesistökaapelit on suojattava mekaanisesti siellä, missä ne nousevat esiin vedestä tai maasta.

d) kaapeleiden maa-asennuksissa kaapeliojan pohjalla ei saa olla kiviä. Täyte-
maana käytetään hiekkaa

tai kivetöntä maata. Tarvittaessa on ryhdyttävä toimenpiteisiin kaapelin suojaamiseksi kemiallisilta vaikutuksilta

e) yliajavat ajoneuvot eivät saa vahingoittaa ojiin sijoitettuja kaapeleita

f) maaperän liikkeitä ja tärinä tulee ottaa huomioon

g) pystysuuntaisissa asennuksissa ko. asennustapaan soveltuva kaapeli on tuettava riittävän tiheästi

sopivilla kiinnikkeillä valmistajan antamien ohjeiden mukaisesti

h) jos yksijohtimiset kaapelit on asennettu betoniteräksiä sisältävän katon tai seinien läpi, betoniterästenmahdollinen lämpeneminen on otettava huomioon. Tarvittaessa pitää määritellä sopivia rakenneratkaisuja, joilla rajoitetaan lämpenemistä.

Metalliputkiin asennettavat kaapelit on ryhmiteltävä siten, että saman piirin kaikki johtimet sijoitetaan

samaan putkeen pyörrevirtojen välttämiseksi. Maadoitusjohtimen sijoitus tulee tarkoin harkita.

Kaapelit on asennettava siten, että kosketusjännitteet pysyvät sallituissa rajoissa tai ne osat, joiden

kosketusjännite ylittää sallitut rajat, on suojattava koskettamiselta sopivin toimenpitein.

HUOM. 1 Erityisesti kaapelien tasoasennuksessa on olemassa vaara, että vaipallisten yksijohdinkaapelien kosketussuojissa kiertää suuria virtoja.

Kaapeleiden metallivaipat on maadoitettava luvun 11 mukaisesti.

Muuntajien ja reaktoreiden liitäntäkaapelien pituus on valittava siten, että ferresonanssin riski on mahdollisimman vähäinen.

Kaapeliliitäntöjä asennettaessa on huolehdittava siitä, että laitteet eivät rasitu mekaanisesti.” /20. s.44/.

3.2.7 Laitteistot

Laitteistot -kappale on erittäin laaja kappale, joka ei ole oman työni kannalta välttämätön, mutta suunnittelijalle todella tärkeä kappale. Kappale itsessään käsittelee verkkokytkentöjä eli minkälaisilla varustuksilla laitteet esimerkiksi pitää varustaa ja virtapiirit suunnitella. Dokumentoinnin, kuljetusreitit, käytävät ja huoltoalueet, valaistus, käyttöturvallisuus, merkintä, koteloimattomat ulkolaitteistot, avorakenteiset sisälaitteistot, tehdasrakenteiset ja tyyppitestatut koteloidut kojeistot. Tämän jälkeen jatketaan vielä rakennuksia koskevilla vaatimuksilla ja ilmajohtojen etäisyyksistä maahan tai rakennuksiin. Nämä ovat suunnittelun kannalta tärkeitä asioita, mitkä on vain tiedettävä asemia suunniteltaessa. /20 s.40 /

3.2.8 Turvatoimenpiteet

Turvatoimenpiteet kohdassa määritellään kaikkien jännitteisten osien suojattavuutta, merkintöjä muun muassa vaara-alueiden tai missä saattaa esiintyä vierasjännite, suojauksien takaisin asentamisen tärkeyttä, suojaus ja erotustoimintojen toimivuutta, työmaadoitus pisteiden tärkeyttä, koska standardissa itsessään sanotaan seuraavanlaisesti. "Kaikki laitteistosta erotettavissa olevat osat on voitava työmaadoittaa."/20, s. 66/,

Edellä kirjoittamani asiat ovat pääsääntöisesti asioita, mitä suunnittelijan on otettava huomioon. Vielä tämän samaisen kappaleen alle on sisällytetty suojautuminen tulipalolta, jossa on tärkeitä asioita suunnittelijalle ja asentajalle. Sähköasemilla isoimman paloriskin aiheuttaa muuntaja, jossa vaikuttaa muuntajan öljysäiliön koko. Tämä asia on varsinkin suunnittelussa muistettava ottaa huomioon, kun valvomorakennusta sijoitellaan tai laiteteräksiä. Asentamisen osalta tärkeitä asioita ovat oikean tyyppisten kaapeleiden asentaminen paloluokitellulle alueelle, jota esimerkiksi ovat ohjaukset, mitä pitäisi pystyä säilyttämään mahdollisimman

pitkään. On tärkeätä, että kaapeli valinnat ovat oikeanlaiset ja seinissä olevat läpiviennit täyttää paloluokituksen. Näihin asioihin asentamalla asentajat voivat vaikuttaa paljon. Standardissa mainitaan asiaan liittyvää seuraavaa. "Kaapelikanavissa ja rakennuksissa olevat kaapelit on asennettava rakennusten paloturvallisuusmääräyksiä noudattaen. Palon leviämisen estämiseksi esimerkiksi tilojen väliset kaapeliläpiviennit on tiivistettävä tarkoituksenmukaisella materiaalilla. Jos ohjauspiirien toimintakyky halutaan säilyttää mahdollisimman pitkään tehonsyöttöpiirin vaurioitumisen jälkeen, suositellaan tehonsyöttöpiirien fyysistä erottamista ohjauspiireistä tai niiden sijoittamista eri reiteille." /20, s.72/.

3.2.9 Tunnistaminen ja merkintä

Tämän kappaleen sisältö osittain vähän toistaa edeltäjiään, mutta tärkeätä asiatta jälleen molemmille työryhmille tästä tulee se, että suunniteltaessa on varmistettava jokaisen laitteen, oven, tiedon, lisälaitteiden sisällöt ja kaapelit saavat merkintänsä. Asentajien on vastaavasti asennettavat ne paikalleen asennus vaiheen aikana informoitava suunnittelijaa esimerkiksi rikkinäisestä komponentista tai jos itse havaitsee puuttuvan virheen. Varsinkin itselläni on kokemuksia usein kylttien vähäisyydestä tai niiden sanoman haalistumisesta. Standardissa mainitaan asiasta yleisesti seuraavanlaisesti. "Laitteistojen on oltava selvästi tunnistettavissa ja niissä pitää olla yksiselitteiset merkinnät, jotta niiden virheellinen käyttö, inhimilliset erehdykset, onnettomuudet jne. käyttö- ja kunnossapitotoiminnan aikana vältetään (katso myös kohta 7.1.7). Kyltit, taulut ja ilmoitukset on tehtävä kulu- tusta ja korroosiota kestävästä materiaalista ja painettava kestävillä merkeillä. Asennonosoittimien on selkeästi näytettävä kytkinlaitteen tilatieto, elleivät pääkoskettimet ole selvästi käyttäjän nähtävissä. Kaapelipäätteet ja eri komponentit on tunnistettava. Tarpeelliset osat on merkittävä, jotta tunnistaminen johdotusluettelon tai -kaavion mukaan on mahdollista." /20, s. 75/.

3.2.10 Apu- ja ohjausjärjestelmät

Apu- ja ohjausjärjestelmät otsikon alla on paljon tärkeitä yksityisseikkoja, mitä pitää ymmärtää jälleen ottaa suunnittelumielessä huomioon ja asentaessa toteutettava halutulla tavalla. Näitä ovat valvonta- ja ohjausjärjestelmät, joiden pitää olla käytössä ollessaan "Laitteistossa on oltava tarpeen mukaan sen virheettömän ja turvallisen toiminnan vaatimat valvonta-suoja-, säätö- ja ohjauslaitteet." /20, s.81/.

Tasa- ja vaihtosähkösyötöt kohdassa käsitellään valvomorakennuksen tai yleisesti laitteiston ja tietoyhteyksien toimivuutta esimerkiksi aseman yllättävän sähköttömyyden johdosta. Ups-laitteisto tulee tietoliikenne laitteistoille todella tärkeään asemaan ja aseman kokonaistoimivuuden kannalta asemalle suunniteltu akusto. Akustoista mainitaan seuraavaa. "Akkujen mitoituksen on perustuttava pahimpaan mahdolliseen tapaukseen, josta voi aiheutua vaihtojännitesyötön täydellinen menettäminen (ts. valtakunnallinen sähkökatkos, vika laitteiston pääkiskossa tms.). Vähimmäisvaatimuksena voidaan pitää sitä, että tasasähköakkujen kapasiteetin on oltava riittävä laukaisemaan katkaisijat ja kytkimet katkoksen alkaessa, syöttämään tehoa pysyviin tasasähkökuormiin ja kytkemään päälle ne laitteiston osat, joiden avulla vaihtosähkösyöttö voidaan palauttaa." /20, s.82/.

Paineilmajärjestelmät varsinkin SF6-kaasua sisältävät katkaisijat on täytettävä kaikki paineilmaan liittyvät säädökset ja pitävyydet, koska SF6-kaasu ei ole ilmastoystävällinen kaasu eikä terveellinen ihmisellekään. Näiden tarkkailuun pitää varsinkin asentajan kiinnitettävä huomiota ja ilmoitettava heti, jos havaitsee jotain poikkeavaa. SF6- kaasua käsittelevien asentajien on oltava käynyt turvallisuus- ja kemikaalivirasto eli Tukesin hyväksymä pätevyys koulutus. Standardissa SFS6- kaasun käsittelystä mainitaan seuraavaa. "Kaasun käsittelyä varten on oltava erityinen täyttö- ja talteenottolaitteisto, jolla kaasutäytteisiä kojeita täytetään ja tyh-

jennetään päälaitteiden huoltoa varten. Laitteiston avulla suurin ennalta määritetty kaasumäärä pitää pystyä tyhjentämään vaadittuun tyhjiötasoon, tallettamaan varastosäiliöön sekä täyttämään kojeisto uudelleen korkeimpaan valmistajan määrittelemään täyttöpaineeseen. Laitteiston rakenteesta ja kapasiteetista on sovittava toimittajan ja käyttäjän kesken.”/20, s.83/.

Viimeisenä käsitellään sähkömagneettisia yhteensopivuuksia, mitkä uskon olevan varmasti molempien työryhmien vaikeinten ajateltavissa olevia asioita, kun suunnitellaan tai asennetaan esimerkiksi laitteita tai kaapeleita, että sähkömagneettisesti yhteensopivuudet voivat aiheuttaa todella ison riskin toimivuuden kannalta sähköasemalla, koska näitä ei välttämättä pysty välittömästi havainnoimaan. Näihin pystytään vaikuttamaan suunnittelussa sijoittamalla esimerkiksi tietyt kaapelit tarpeeksi etäälle toisistaan tai lisäsuojamalla kaapelit, jos kaapelin oma suojausluokka ei riitä. Tämä on, myös asentajalle tärkeää, että hän ymmärtää asennettavaan materiaalinsa sijoitettavuuden ja asentaessa noudattaen sille annettuja ehtoja tai mitenkä se on sijoitettu kuvissa. Tähän muun muassa asennus jäljelläkin pystytään suuresti vaikuttamaan. Varsinkin suurjännitelaitteistojen häiriöistä sanotaan standardissa näin. “Häiriöt voivat siirtyä suurjännitelaitteistoihin johtamalla, kapasitiivisesti, indusoitumalla tai säteilemällä.” /20, s. 84/.

3.2.11 Maadoitusjärjestelmien suunnittelu

Maadoituksien tekeminen ja suunnittelu ovat henkilöturvallisuuden kannalta sekä tiettyjen toimintojen kannalta sähköasemalla tärkeää maadoituksen perusperiaate on poistaa alueella induoituva, vuotava tai purkautuvat sähkö. Ilman, että niistä aiheutuu vaaraa henkilöille, laitteet vaurioituvat ja laitteiden sisäisesti vuotosähköä haastelevat komponentit havahtuvat vuotavista virroista. Näihin vaikutetaan maadoituksen oikeanlaisella poikki pinnoilla, oikeanlaisella verkon suunnittelulla, verkosta nousevien maadoitusten määrällä laitteille ja teräksille. Asentaessa

on kiinnitettävä huomiota, että kaikki mahdolliset maadoitukset nousevat verkosta, liitokset ja niiden kiristykset ovat momentissa toimivuuden saavuttamiseksi ja toteutus on suunnitelman mukainen. Olen ottanut standardista täydellisen lainauksen maadoituksen toiminnallisuudesta, joka liittyy edellä mainittuihin asioihin maadoituksen osalta. /20, s. 87–88/.

“Yleissääntö on, että jos täytetään kosketusjännitteelle annetut vaatimukset, täytetään myös askeljäännitteelle annetut vaatimukset. Sallitut askeljäännitteiden raja-arvot ovat paljon suurempia kuin kosketusjännitteiden raja-arvot, koska virtatie kehon läpi on erilainen.”/20, s. 88/.

“Maadoitusjärjestelmän, sen komponenttien ja potentiaalintasausjohtimien on kyettävä jakamaan ja purkamaan vikavirta ylittämättä varasuojauksen toiminta-aikaan perustuvia termisiä ja mekaanisia suunnitteluraja-arvoja.”/20, s. 88/.

“Maadoitusjärjestelmän on pysyttävä toimintakuntoisena koko asennuksen odotettavissa olevan eliniän. Korroosion ja mekaanisten rasitusten vaikutukset tulee riittävässä määrin ottaa huomioon.”/ 20, s. 88/.

“Maadoitusjärjestelmän tulee olla riittävän suorituskykyinen estämään laiteviat, jotka aiheutuvat maadoitusjännitteen noususta, maadoitusjärjestelmässä esiintyvistä potentiaalieroista ja suurista hajavirroista osissa, joita ei ole tarkoitettu vikavirran kulkuteiksi.”/ 20, s. 88/.

“Maadoitusjärjestelmä tulee suunnitella siten, että suoja-releiden ja katkaisijoiden normaalien toiminta-aikoina askel- ja kosketusjännitteet sekä siirtyvät potentiaalit pysyvät sallituissa jänniterajoissa.”/20, s. 88/.

Tämä on vain osa maadoituksen tärkeyksistä ja siihen liittyvistä seikoista, mutta tässä ovat ne pääpiirteittäin olevat seikat, mitä itse tarvitsen maadoituksen osalta ohjekirjan teossa.

3.3 SFS 6002 sähköturvallisuus

Sähköturvallisuusstandardi käytetään kaikissa sähköalan töissä. Olen tähän avannut standardin pohjalta, mistä standardi on luoto ja turvallisuuteen liittyviä asioita sekä opastusta, jotka ovat todella tärkeitä ulkokytkinkenttä asemilla, koska usein kohteet voivat olla saneerauskohteita ja niissä piilee sähköiskun vaara samanaikaisesti tai viimeistään, kun asema alkaa olla valmis tämän riski kasvaa huomattavasti sähköasemalla. Lisäksi olen tässä kertonut työn jaon tehtävistä, jotka ovat myös osa ohjeeni aluetta turvallisen työskentelyn kannalta ulkokytkinkentän ympäristössä

Standardi 6002 on johdettu standardi EN 50110-1 pohjalta koostuen kahdesta osasta siitä. "EN 50110-1 sisältää kaikissa CENELEC-maissa noudatettavat sähkölaitteistossa tai sen lähellä tehtävää työtä koskevat minimivaatimukset ja joitakin turvallista työskentelyä käsitteleviä opastavia liitteitä. EN 50110-2 sisältää velvoittavia liitteitä (yhden kullekin maalle), joissa joko määritellään nykyisiä turvallisuusvaatimuksia tai annetaan maakohtaisia täydennyksiä minimivaatimuksiin." / 12, s. 5/.

Standardista tulee asetukset ja vaatimukset työskentelyyn sähkölaitteistoiden ympäristössä ja niiden turvallisesta käytöstä. Standardi ei kuitenkaan luo vaatimuksia sähkötöiden tekemisen järjestelylle tai vaatimuksia sähkölaitteiden rakenteille. Standardi asettaa kaikille sähkötöitä sekä sähkölaitteiston läheisyydessä töitä tekeville henkilöille tietyntylaisia velvoitteita. Velvoitteita ovat, että sähköasemilla työskentelevien henkilöiden tulee olla perehdytettyjä standardin mukaisin vaatimuksin aseman riskialueisiin. Perusvaatimuksena standardi 6002:ssa esitetään turvallinen toiminta määritetyllä alueella. Alueella tarkoitetaan, että työskentelevien henkilöiden on tehtävä oma riskin arvionsa työssään esiintyvistä sähköisistä riskeistä ennen työvaiheidensa aloittamista. Lisäksi työkohteessa ja työmailla on

oltava vastuuhenkilö, jolle on tehty vielä erillis perehdytykset laitteistojen toiminnoista sekä sen vaaran alueista, joissa sähkö iskun vaara on suurimmillaan. Tällä henkilöllä on suurin vastuu valvonnasta työn aikana, kun hän ei tule osallistumaan työhön jännitteisten laitteistojen asentamisen yhteydessä. Tällä kokonaisuudella pyritään minimoimaan sähköiskun saamisen riskin kohteessa ja valvojan henkilön on tarkoitus nähdä asioita, mitä asentavat henkilöt eivät pysty havaitsemaan tai mahdollisesti edes ymmärtämään. /12, s. 49/.

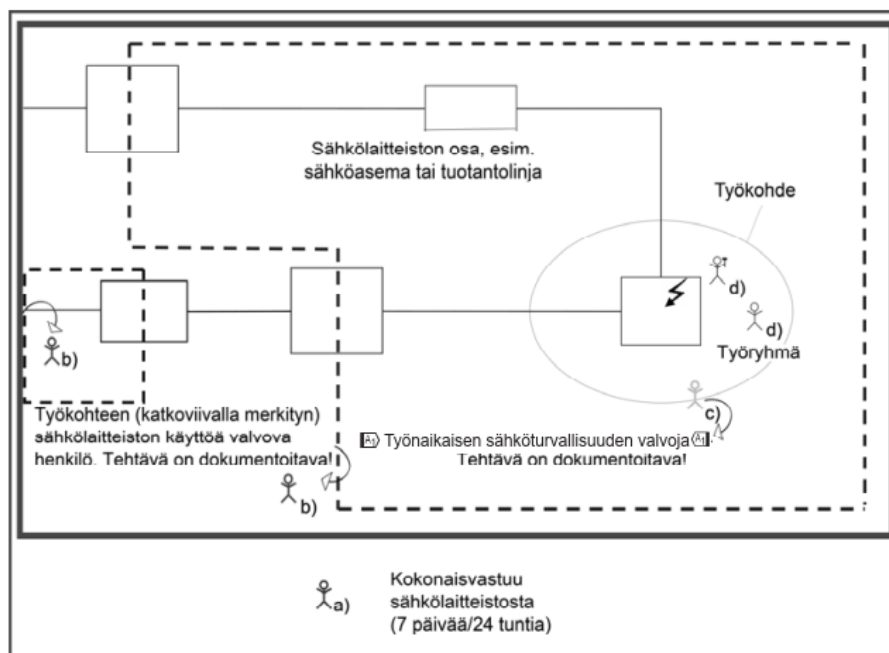
Muita vaatimuksia varsinkin sähköasemilla työskenteleville henkilöille on, että henkilöiden tulee ymmärtää ja hallita käytännöt jännitteettömien sekä jännitteisten osien kanssa työskennellessä. Henkilöiden on ymmärrettävä laitteiden tai komponentin toimintaperiaatteet, niin hyvin, että he voivat työskennellään tarpeen vaatiessa jännitteisten osien läheisyydessä. Varsinkin sähköasemilla tai muissa kohteissa, missä sijaitsee korkeajännitteisiä osia, on henkilöiden tiedettävä ja ymmärrettävä työskentely etäisyydet ja miksi niitä on noudatettava. Näistä hyviä esimerkkejä ovat nostot, kaivuutyöt ja kojeistamiset sähköasema työmailla. Lisäksi vielä tuntemuksen parantamiseksi edellä mainituiden asioiden osalta SFS 6002 velvoittaa jokaiselta sähkötoita tekeville henkilöiltä sähköturvallisuutta koskevan koulutuksen käymisen, hätäensiavun käymisen 4 h lisäosalla liittyen sähköiskunvaaroista ja jännitetöistä vielä erillisen jännitetyökurssin. /12, s. 52–53/.

SFS 6002 käytännön oppaassa sanotaan hyvin opastamisesta ja sen hyödyistä “Opastustapahtuma on mainio tilaisuus siirtää sekä turvallista ajattelutapaa, että käytännön turvallisuustietoa työtä tekeville henkilölle. Opastuksessa annetaan tietoa yrityksen turvallisuusajattelusta sekä työn turvallisesta tekemisestä. Tähän liittyy myös henkilönsuojainten ja turvallisten työkalujen käytön opastus. Opastus voi olla ryhmä kohtainen koulutus esimerkiksi laitevalmistajan tai -toimittajan antamana- ”/11, s. 24/.

Sähköasematyömaalla vastuut on jaettu seuraavanlaisesti: Sähköasemalla tapahtuvista sähkötöistä vastuu on sähkötöiden tai käytön johtajalla. Kuitenkaan sähkötöiden johtaja tai käytön johtaja eivät pysty kaikkia sähköasemalla työskenteleviä henkilöitä valvomaan, koska se on mahdotonta varsinkin yhdelle henkilölle. SFS 6002 mainitaan seuraavanlaisesti tästä asiasta "Sähkötöiden johtajan on huolehdittava siitä, että sähkötöitä tekevät henkilöt ovat ammattitaitoisia ja riittävästi opastetut tehtäviinsä. Sähkötöiden johtaja voi hoitaa opastuksen itse, tai nimetä sähkötyöturvallisuuden käytännön opastuksen antajaksi muun sähköalan ammattihenkilön esim. työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojan."/12, s.15/.

Tästä syystä sovitaan urakoitsijan kanssa, että heidän omasta työryhmästään valitaan työnaikainen sähköturvallisuuden valvoja yleensä, se on heistä kokeinen ja lisäksi laaditaan vielä lista, josta käyvät ilmi varahenkilöt, joka tarkoittaa automaattisesti listalla seuraavan henkilön olevan sähkötöidenturvallisuuden valvoja. Lisäksi henkilöille, jotka ovat listalla, on tehtävä selväksi heidän nimensä olo listalla ja ilmoitettava vielä varmuuden vuoksi erikseen tehtävän vaihdosta. Tällöin henkilöt osaavat toimia tehtävänsä mukaisesti työmaakohteessa.

Olen lainannut standardista kuvan 4 suoraan, mistä voi selkeästi havaita edellisillä riveillä kirjoittamistani tehtävä alueiden jaosta työmaa kohteessa. Tarkennus vielä edelliseen, että tämä alueiden jako erittäin oleellista sähköasemilla varsinkin loppuvaiheiden kytkentöjä tehdessä, jos ei jo aiemminkin. Aiemminkin tarkoittaa, kun alkaa tulla kytkennällisiä tai sähkövaaran piileviä töitä, jolloin ennen töiden aloittamista on kuvan 4 mukainen tehtävän jako tehtävä. Kuitenkin on muistettava, että sähkötöiden johtaja on kuitenkin oltava nimettynä alusta loppuun projekteissa.



Selite

- a) Sähkölaitteiston vastuuhenkilö
- b) Sähkölaitteiston käyttöä valvova henkilö
- c) A1 Työnaikaisen sähköturvallisuuden valvoja A1
- d) Työryhmän jäsen

Kuva 4. Esimerkki tehtävien jaosta /12, s.51/.

4 HYVÄT ASENNUSTAVAT ULKOKYTKINKENTILLÄ TOIMINNALLINEN TUOTOS

Hyvät asennustavat ulkokytkinkentillä toiminnallista tuotosta lähdin rakentamaan aiemmin käyden prosessin perusteella. Työstä olisi tarkoitus luoda ohjekirja asennuksista ja tarkastuslomake kokonaisuutta koskien. Työlle oli asetettu selkeät raamit muun muassa ohjekirjan ja tarkastuslomakkeen osalta, että niiden pitää olla salaisia ja vain yrityksen käyttöön. Ohjekirjan sisältö pitää olla lyhyt ja ytimekäs sekä mahdollisimman kattava asennuksien osalta. Sisällön rakenne olisi tekstiä liittyen standardin mukaiseen asentamiseen ja paljon kuvia oikein sekä väärin tehdyistä tavoista. Lisäksi ohjekirjalle asetettiin maksimi sivumääräksi noin 30 sivua. Tarkastuslomakkeen toimivuutta ja sisältöä mietimme yhdessä VEO Oy:n työpaikka ohjaani kanssa useampaa otteeseen. Sisällön päätimme lopulta rakentaa tarkastelemaan samoja asioita, kuin ohjekirjassa lisänä vielä maisemointi sekä kuvissa pysymisen tarkastelua.

Toiminalliset käyttötarkoitukset molemmille asiakirjoille tapahtuisi seuraavanlaisesti. Ohjekirja tulitaisiin aina sisällyttämään tarjousvaiheessa mukaan aliurakoitsijoille, jolloinko he sitoutuvat noudattamaan VEO Oy:n haluamaa asennusjälkeä. Tarkastuslomakkeen käyttö ajateltiin parhaiten toimivaksi, kun alihankkija itse aluksi tarkistaa listan avulla kohdetta havaitakseen itse mahdolliset virheet ja opien niistä. Lisäksi valvova VEO Oy:n henkilöstö tekee itsekin tarkastelun kohteeseen tai osana aliurakoitsijan kanssa.

Olen saanut luvan VEO Oy:n työpaikkaohjaajaltani ottaa tähän toiminnalliseen osioon kaksi otetta työstäni. Ne löytyvät opinnäytetyöstä nimellä liite 1, mikä on ohjekirjasta yksi sivu kuvakaappauksena ja liite 2 on vastaavasti tarkastuslomakkeen sivun kuvakaappaus. Olen jakanut tässä nämä liitteet omiensa otsikoiden alle ja käsitellyt miten niiden sisällössä näkyy prosessiosiossa käytyjen standardien käyttäminen sekä kertonut miten tarkastuslomake käytännössä toimii.

4.1 Ohjekirjan ote

Ohjekirjan liite 1 alkaa otsikolla kytkennät riviliittimelle ja toinen päätteet keskijännitteellä. Sisällöllisesti tällä liite sivulla on käytetty sähkölakia, SFS 6000, 6001 ja 6002. Kuten olen prosessiosiota rakentanut.

Yhden ison huomion haluan tuoda ilmi, että tähän on sisällytetty valtioneuvoston asetus sähkölaittoista pykälä 2–3§ ja liite 22. Tätä asetusta en ole tässä työssäni käsitellyt, vaikka sekin on tärkeä osa sähköalan asentamisessa ja suunnitellun kanalta käytettyjä asetuksia. Tämä vaan kertoo kuinka laaja sähköalan asetuksien ja lain määräiset kohdat voivat olla. Tuon asetuksen käytön nyt tässä esille lyhykäisesti selittämällä miten se näkyy työssäni ja miksi se on olennainen.

Asetuksen osassa käsitellään SFS 6002 lisäksi olennaisia turvallisuusvaatimuksia laitteistoille ja standardeista poikkeamista tietyn ehdoin. Tämän olennaisuus näkyy juuri turvallisuusvaatimuksissa ja varsinkin laitteissa asetuksen nimensä mukaisesti. Esimerkiksi, jos on tehty jonkin poikkeamaratkaisu standardista laitetta asentaessa. Poikkeamaratkaisu on hyvä tässä vaiheessa tuoda ilmi, koska usein asennustöissä valitettavasti joudutaan tekemään standardista poikkeavia ratkaisuja, jotka pitää perustella edellä mainitun pykälä 3§ ja sähköturvallisuus lain 34§ nojan mukaisesti. Ohjekirja on tehty ilman, että siinä esiintyy standardista poikkeavia asennus tyyplejä. Kuitenkin se on olennaisesti aina osa asennusta, koska asennuksista on olemassa paljon eroavia näkemyksiä, mitä voidaan perustella tämän asetuksen nojalla. Eroavaisuuksien takia se näkyy työssäni. /1/

Toinen huomio tulee päätteet keskijännitteellä kohdassa. Päätteet ovat sähköalalla omanlaisensa haaransa. Pääteitä ei ihan ketä tahansa päästetä yleisesti tekemään ja varsinkin suurjännitepuolen päätteet ovat vielä luvan varaisia. Pääteitä

on olemassa monen merkkisiä ja merkit vaihtuvat kaapelin mukaan ja sen kuormituksen mukaan. Jokaisella päätteellä on aina päätevalmistajan omaohjeensa mukansa ja tästä syystä en ole itse ohjeessa alkanut neuvoa päätteen tekoa.

Jos käsittelisin päätteen teon todella tarkkaan ja sen eri vaiheet rinnastettaisiin minut päätteet valmistajaksi. Tällöin pahimmassa tapauksessa päätteen mahdollisessa vikaantuuessa valmistaja voisi vedota mahdollisessa korvausvaiheessa, että heidän päätettänsä ei ole tehty heidän laatimansa ohjeen mukaan vaan minun laatimani. Vaikka se oli oikein laadittu ja samallailla kuin itse valmistaja on tehnyt, niin katsottaisiin se oikeusteitsekin väärin tehdyksi. Tämän vuoksi liite 1 päätteet keskijännitteellä kohdassa olen vain käsitellyt yleisiä asioista, mitä kannattaa huomioida ennen päätteen tekovaiheen alkua. Saman tyyppisiä huomioita löytyy myöskin päätteen teko-ohjeissakin huomioituna.

Päätteen liitoksista olen voinut avata tässä kohdassa enemmän esim. keskijännitekojeistoon tai kiskosiltaan.

Lisäksi olen vielä ottanut lainauksia ST-käsikirjasta 34 hyvät asennustavat sähkö- ja tietotekniset järjestelmät kirjasta. Vahvistamaan työssäni olevia kohtia ja niiden tärkeyttä ja minun oma sanaisia tulkintoja asioissa muun muassa vaarojen osalta tai niiden yleisestä näkyvyydestä asennus töistä.

SFS 6000 5.52, mitä en ole työssäni myöskään tarkasti avannut, mutta yksin keräisessä se sisältää paljon asioita johtojärjestelmien yleisestä valinnasta ja sen asentamista, mikä on aina kaikissa asentamisissa läsnä. /18/

4.1.1 Kytkennät riviliittimelle

Käsitellään johtimien tuontia riviliittimelle.

- Kaikki äärijohtimien johdinliitokset ovat kosteussuojattuja (ei liian pitkiksi kuorittuja johtimia)

- Liitokset kiristetään oikeaan momenttiin
- Johdin eristeitä ei saa jäädä liitos pinnoille

Äärijohtimien kosketussuojauksen toteutuminen on erittäin tärkeä, että se toteutuu. Usein voi havaita kuinka äärijohtimia on kuorittu liikaa ja niistä näkyy aina selkeästi kuparit liian pitkällä. Tämän pystyy jo havaita keskusta tai laitteen kantta avatessa. Toinen vastaavanlainen asia on liian lyhyeksi kuorittu äärijohtin, missä esiintyy lämpiämistä ja laite ei välttämättä toimi halutulla tavalla. Tätä tarkoitetaan poiminnoissani johdin eristettä ei saa jäädä liitoksen pinnoille. Tätä pitääkin tulkita kahdella tavalla, joko äärijohtimeen kuorintavaiheessa jää eristettä tai äärijohtin on liian lyhyesti kuorittu, jolloin eriste jää kytkiessä yhdistys palan väliin aiheuttaen edellä mainittuja asioita. Yleisesti kuitenkin liian lyhyeksi kuorittuja äärijohtimia on vähemmän verrattuna liian pitkiksi kuorittuja äärijohtimia. Laittevalmistaja yleisesti itsekin ohjeistaa äärijohtimen oikeanlaiseen kuorintaan antamalla tarkan kuorinta mitan äärijohtimelle. Kyseinen kuorinta mitta löytyy usein laitteen sisältä tai kyljestä. Ohjekirjassa näiden tärkein syy on muistuttaa asentajaa näistä tärkeistä asioista.

Riviliitin asennuksissa tulkitaan standardia SFS 6002 turvallisen asennustavan osalta seuraavanlaisesti. Äärijohtinta kuoriessa kupari näkyy selkeästi johtimesta ei ole turvallinen tapa tehdä asennuksia. Vastaavasti, kun äärijohtin kuoritaan liian lyhyeksi eriste jää kytkentäliittimen väliin, jolloin äärijohtimessa syntyy lämpiämistä ja huonoa yhdistämistä. Tästä seurauksena voi aiheutua virhe toimintoja ja tulipalon riskin. Mistä seuraa henkilöturvallisuuden kannalta riskin kasvaminen suuremmaksi laitteen ei toimiessa oikein. SFS 6000 5-52 käsitellään asentamista ja varsinkin johtimien kuorinnan tärkeyttä laitteissa, mitä painotin edellisillä riveillä. SFS 6001 kaapelit kohdassa käsitellään, myöskin lämmön aiheuttamista riskeistä, mitä väärin kuorittu johdin aiheuttaa. Kuva 5 on hyvä esimerkki, joko liian pitkästä tai liian lyhyestä äärijohtimesta. Vaikka kuvan 5 tilanteessa liitosta ei ole kiristetty

oikeaan momenttiin, niin samanlailla komponentit reagoivat liian pitkän ja lyhyen äärijohtimien kanssa.

ST-käsikirja 34 hyvät asennustavat käsikirjassa mainitaan kohdassa johdinliitokset paljon samoja asioita, mitä olen itse maininnut aiemmin.” Tarkasta, että johtimet on kuorittu liittimen valmistajan antaman mitan mukaan. Liian pitkäksi kuorittu johdin muodostaa kosketussuojaamattoman rakenteen ja sähköiskun vaaran. Liian lyhyeksi kuorittu johdin ei kosketa täydellä teholla liittimen metalliosia”/10, s.147/

Eriste aineen jäämisestä liittimien väliin tai äärijohtimeen. “Tarkasta, että liittimiin ei ole jäänyt johtimen eristeainetta väliin. Tämä aiheuttaa löysän liitoksen, johtimien kuumenemisen ja johdineristeen sulamisen /10, s.147/

Poimintojen toisella rivillä käsitellään, että liitokset on kiristettävä momenttiin. Avaan tähän ensin omasanaisesti selkeyttääkseni momentin tarkoitusta. Momentilla tarkoitetaan tietylle materiaali tyyppille maksimaalista kiristystä. Tällöin materiaali ei varioidu liiallisesta kireydestä, ja sähköasennuksissa materiaali pystyy johdamaan luotettavasti sähköä, ilman ettei siinä synny ylimääräistä lämpiämistä liitoksessa kuormituksen aikana. Tärkeintä on kuitenkin, että liitokset ovat enemmän ylikiristettyjä, kuin liian löyhällä.

Vaatimuksia liitoksien kireyksille löytyy standardista SFS 6001 puolelta. Kohdista sähköiset vaatimukset, laitteet, kaapelit ja erillisissä maadoitus osioissa. Lisäksi tässä tulee huomioida SFS 6002 ja sähköturvallisuus laki 1135/2016 turvallisen käytön osalta, koska löysäliitos on rinnastettavissa suurimpiin riskeihin. Tämän vuoksi painotan liitoksien kiristysten tekemistä momenttiin asti. Huonosti kiristetty liitos aiheuttaa esimerkiksi laitteessa paloriskiä, liitos kohdan lämmittäessä pahimmassa tapauksessa, niin kuumaksi liitoskohdalta, että se sulaa tai palaa poikki. Muita asioita, mitä löysäliitos aiheuttaa materiaalin elin ikä alkaa puolittua ja laite

alkaa toimia virheellisesti. Jo aiemmin viittasin kuvaan 5 kuorintaosuudessa, mutta tässä kuvassa todellinen syy on ollut liian löysä liitos, joka on ajan saatossa aiheuttanut vikavirran koskettimeen lämpiämisen. /20 s. 31/

Muun muassa ST-34 hyvät asennustavat -käsikirjassa mainitaan momentti liitok-
sista seuraavaa. "Sähkötekni-
sten liitos on oltava sähköisesti ja mekaanisesti luotettavia. Niitä tehtäessä on otettava huomioon mm. johdin aine ja sen muoto, poikkipinta-ala, kytkettävien johtimien lukumäärä, kiristysmomentti sekä ympäristöolosuhteet." /10, s.87/



Kuva 5. Liitosta ei ole kiristetty tarpeeksi /11/

4.1.2 Päätteet keskijännite

Aiemmin tekstissä jo avasin tämän sisällön erilaisuutta verrattuna edellisen riviliitin kohdan sisältöön. Nyt tässä keskitytään liittimien kytkentään toisiinsa, jos esimerkiksi esiintyy eri metallityyppejä. Olen poiminut kytkettäessä liittimeen kohdasta neljä esitettyä asiaa, mitkä tulen avaamaan tässä.

- Jännite-etäisyydet tulee aina varmistaa suunnitelmien ja valmistajan ohjeiden mukaisiksi
- johtimien ja virtakiskojen pulttiliitoksilla on käytettävä paineentasaus, aluslaattoja sekä painealuslaattaa
- kosteissa tiloissa Al/Cu-liitoksissa on käytettävä hopeoitua tai tinattua välilevyä, kuivissa tiloissa Al/Cu-liitoksiin kytkentärasva
- Al-liitokset valmistellaan ennen liittämistä harjaamalla ja kytkentärasvalla

Keskijännite pääteiden kytkennöissä muodostuvat tärkeimmät kohdat standardin kohdat SFS 6001 eriste, sähköiset vaatimukset, laitteet ja SFS 6000 kohta 5.52. Sähköturvallisuus laki 1135/2016 ja SFS 6002 jälleen turvallisesti toiminnan asennuksen nojalla. Näiden sisältöä on käsitelty jo aiemmin työssä.

Jännite-etäisyydet ovat aina suunnittelu vaiheessa tärkeitä huomioitavia asioita kuten asentaessa ja nämä valitettavan usein unohtuvatkin asentajilta. Etäisyyksiä pitää huomioida laitteelle kytkettäessä ja kaapelia tuodessakin, ettei se risteile liikaa vieruskaapeleiden kanssa. Tällöin kaapelit saavat alkaa indusoitumaan toisiinsa ja aiheuttaa pienemmän varauksen kaapelissa esimerkiksi jännite piikin. Tätä käsitellään muun muassa SFS 6001 osassa eriste. /20 s. 36/.

Liitoksista voidaan käsitellä yhdessä kokonaisuudessa, koska eivät sinänsä eroa toisistaan kuin käytettävä metallin mukaan. Alumiiniliitokset ovat nykyisin yleisiä liitoksia, koska alumiinisen kaapelin käsittely on huomattavasti helpompaa kuin

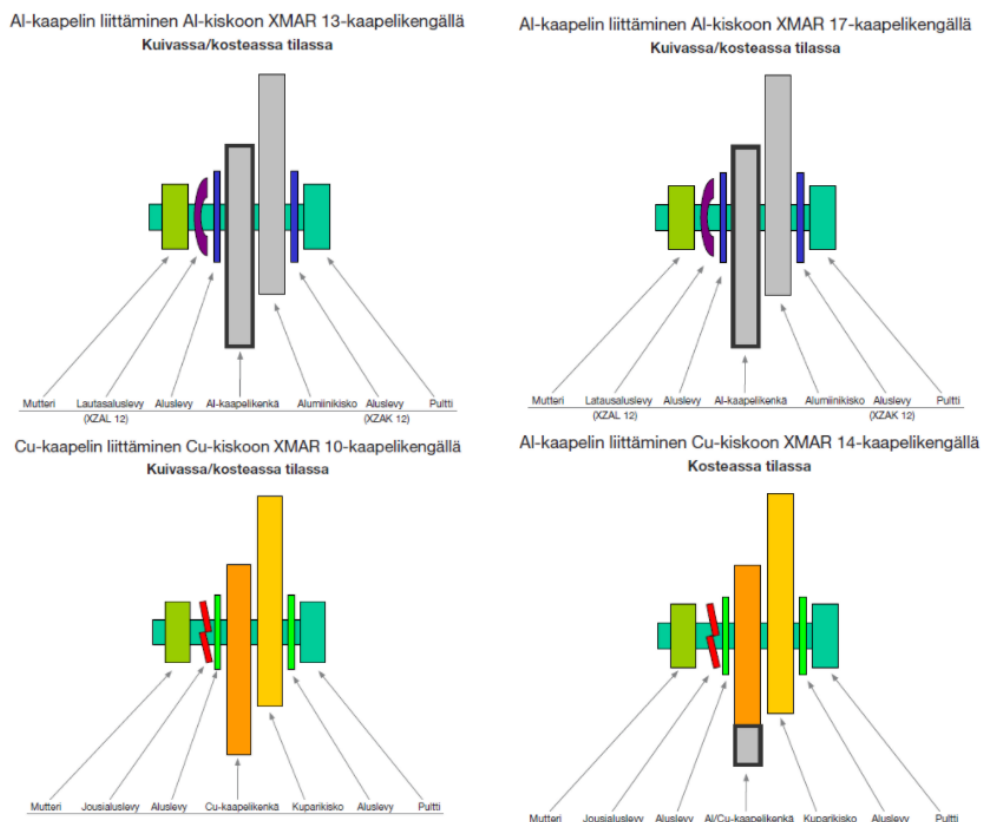
kuparikaapelin ja se on halvempaa. Ongelmia alumiinissa tuottaa sen herkkä haptuminen ja reagointi herkästi jalompien metallien kanssa, mistä muodostuu korroosiota alumiinin. Toinen tyypillinen esiintyminen on piste korroosion esiintyminen kosteissa tiloissa ja tästä syystä kosteissa tiloissa liitoksissa käytetään alumiinin/kuparin välissä välilevyjä. Alumiinilla itsellään on todella hyvä korroosiokeskävyyks sen oman oksidi kerroksen ansiosta, joka on myös nopeasti uusiutuva sen rikkoutuessa, kunhan se vain saa happea. Oksidikerros on, myös eristävä aine, joka ei ole hyväksi sähköliitoksissa ja tästä syystä aina alumiiniliitoksia tehtäessä on oksidi harjattava ensin pois ja tämän jälkeen välittömästi rasvattava liitosrasvalla, joka estää alumiini itsensä korjaamisen. /2, 3/

Muita tärkeitä huomiota ovat ei liian pitkien pulttien käyttäminen ja niiden on oltava kuumasinkittyjä, jotta ne kestävät korroosiota ja lämpiämistä paremmin. Niiden lujuusluokan pitää olla 8.8 ja niiden pitää olla juuri liitoksissa olevien reikien kokoisia. /8/

On myös muistettava, että kupari- ja alumiiniliitoksilla on omansa momenttinsa.

Kuvassa 6 esitetään johtimien päättämistä ja liittämistä kuivassa sekä kosteissa tiloissa alumiinilla sekä kuparilla liitoksella.

ST-34 hyvät asennustavat -käsikirjassa mainitaan asiasta seuraavanlaisesti. "Alumiiniokside tulee harjata pois ja pinnat voidella liitosrasvalla ennen liittämistä. Alumiinille on ominaista kylmäjuoksevuus eli viruminen."/10, s.88/.



Kuva 6. Al/Cu johtimien päättäminen sekä liittäminen /2/

4.2 Tarkastuslomakkeen ote

Liite 2 tarkastuslomakkeen sisällön kulku on suunniteltu samanlaiseksi, mitä ohjekirja itsessään pitää sisällään. Lisänä siinä ovat esimerkiksi suunnitelmien mukaisuuksien tarkastelu. Eli onko toteutus tehty kuvien mukaisesti ja käytetty haluttua materiaalia. Kun sisällön puolesta tarkastelemme liite 2, että vastaako se kolmannessa kappaleessa käsiteltyä prosessi kuvausta standardien osalta. Kun tarkastuslomake on liitettyä työssäni kehittymään kolmannen kappaleen prosessin mukaan. Voin todeta sen toteutuvan, koska tämä on enemmän lomake, millä tarkastellaan toteutuneiden asioiden tuotosta ja kuvien mukaisuutta. Näissä asioissa on aina standardit ja VEO Oy:n tuleva ohjekirja huomioitu mukaan. Tästä syystä avaan enemmän lomakkeen käyttöä ja perusteita kuka sisällä voi tehdä tarkasteluja koh-teissa.

Tarkastuslomakkeen käyttö yritettiin tehdä helpoksi Excel -pohjalle, jonka voi ladata esimerkiksi älypuhelimeen tarkastusta varten. Kerron seuraavaksi vähän henkilön vaatimuksista, joka käyttää lomaketta. Henkilön pitää olla perehtynyt kohteeseen, jota on alkamassa tarkastamaan. Tarkastusta tehdessä pitää tuntea VEO Oy:n haluamaan asennus ohjekirjaan laadittu asennusjälki sekä prosessiosassa käsitellyt standardit.

Aloitettaessa tarkastelemaan kohdetta, vertaillaan sitä suunnitelmiin ja ohjekirjaan. Standardia ei tarvitse tässä kohdassa välttämättä miettiä, kun se on sisällöllisesti aina suunnitelmassa tai minun laatimassa ohjekirjassa sisällytetty. Jos kohde on ok henkilön mielestä, henkilö hyväksyy tarkastellun kohdan listalta viemällä hiiren ruudun päälle ja raksittamalla sen. Viereiseen ruutuun ilmestyy päiväys ja hyväksyvän henkilön nimimerkin, joka on hänen laitteensa nimi. Kun kohdetta ei hyväksytä jätetään ruutu tyhjäksi ja kirjoitetaan huomio kenttää, miksi asetetaan korjaukselle takaraja. Tarkastusten jälkeen sen voi lähettää sähköpostilla esimerkiksi VEO Oy:n projektipäällikölle tai asennusvastaavalle. Jotka siirtävät korjausvastuun tämän jälkeen asianomaiselle urakoitsijalle. Aliurakoitsijan itse tarkastessa hän voi itse lähettäessään kertoa korjaavansa asiat x päivään mennessä tai välittömästi. Korjauksen jälkeen on tehtävä uusinta tarkastus kohteelle.

5 TULOKSEN KUVAUS

Lopullisena tuloksena syntyi hyvä asennustavat ulkokytkinkentillä -ohjekirja ja tarkastuslomake. Ohjekirjassa pysyttiin salituissa sivumäärissä pituudeksi tuli 29 sivua ja tarkastuslomakkeesta tuli 5 sivuinen.

Ohjekirjan teossa oli rajattu 30 sivun maksimimäärä, joka tuotti aluksi haastetta. Lopuksi onnistuin mahdollittamaan laajan ulkokytkinkenttä asentamisen rajatulle sivumäärälle. Kokonaisuutena työ noudattaa standardeja ja VEO Oy:n haluamaa asianmukaista asentamista. Työssä on, myös jonkin verran kuva esimerkkejä miten asennus tehdään oikein ja väärin. Kuvaesimerkkejä olisi haluttu työhön enemmänkin, mutta tällä hetkellä itsellä ei ihan jokaiseen asennukseen löytynyt havainnollistavia kuvia.

VEO Oy:n hyödyt työstäni tulevat varmasti toteutumaan, mitä käsittelin johdannossa. Ohjekirja pitää vain ottaa käyttöön ja kerätä ainakin varmasti parin projektin ajan tietoa sen toimivuudesta. Aina alussa tulee kehitys ehdotuksia ja niitä varmasti tehdäänkin, että saadaan ohjekirjan toimivuus todella näkyviin projekteissa. Lopulta uskon sen tuovan yhdenmukaista asentamista ja kuormituksen putoamista.

Tarkastuslomakkeen teko oli huomattavasti helpompaa, mitä itse ohjeen tekeminen. Tarkastuslomakkeen aiheet tulivat kuitenkin lähes kaikki sisällöllisesti ohjekirjan pohjalta ja lisänä olivat suunnitelmissa olevat tarkennukset kuten, mitä materiaali on käytetty tai onko maisemointi tehty oikein.

Tarkastuslomakkeen uskon olevan todella hyvä tuki ohjekirjalle ja helpottavan VEO Oy:n henkilöstön tarkastelua ulkokytkinkenttä kohteissa.

Molempia työ osioita joudutaan varmasti tulevaisuudessa päivittämään. Syitä tälle ovat, ettei kumpaakaan ohjekirjaa tai tarkastuslomaketta olla vielä testattu projekteissa. Lisäksi vaikuttavia tekijöitä ovat sähköalan jatkuva kehitys, mikä varmasti nähdään tulevaisuudessa standardimuutoksina. Asennustyyliä tulevat muuttumaan edellä mainittujen asioiden vuoksi sekä tarvikkeiden ja komponenttien muuttuessa standardin mukaisiksi ja ympäristöystävällisemmiksi.

6 JOHTOPÄÄKSET JA ARVIOINTI

Hyvät asennustavat ulkokytkinkentillä on ollut aiheena itselleni tulevaisuuden kannalta erittäin hyödyllinen sekä mielenkiintoinen. Työ kuitenkin osoittautui haastavammaksi, mitä itse olin lähtökohtaisesti siitä ajatellut. Pidin ohjeen laadintaa alkuun helppona ja yksinkertaisena omaani taustaani nähden entisenä asentajana, mutta jo melkein heti alussa huomasin oppivani paljon uutta asentamistavoista ja sähköalan standardeista.

Työssäni joutui paljon perehtymään kirjallisiin ja standardiperäisiin lähteisiin. Lisäksi sain lisätietoutta VEO Oy:n E-osaston suunnittelijoilta ja testaajilta sekä laitevalmistajan manuaaleista. Suurin ongelma oli se, että sähköalan standardit, laitevalmistajan ohjeet tai lait eivät virallisesti ota suoraan kantaa asentamisen jälkeen. Kuitenkin kaikissa näissä kokonaisuuksissa muun muassa määritellään toimivuuksia, turvallisuutta, etäisyyttä ja muita asioita. Nämä kaikki edellä mainitut asiat voimme yhdistää osaksi asentamista.

Päädyin itse käyttämään ohjeeni tekemisen paljon standardia, koska standardin perusteinen asentaminen omastani mielestä johtaa parhaaseen lopputulokseen ja ulkokytkinkenttien suunnitelmat noudattavat aina standardin mukaista suunnittelua.

Suurimmat ongelmat työssäni aiheuttivat oman aikani puute syventyä 100 % työhöni, koska uusi työ ja sen oppiminen on vienyt itseltäni paljon, myös resursseja työstäni. Tällaisten ohjekirjan ja tarkastuslomakkeen tekeminen vaatii huomattavana paljon tutkimus-, syventymis- ja ajatteluaikaa. Osittain, myös havaitsin itselläkin tulkinnan vaikeuksia esimerkiksi standardin osalta tai oikeanlainen asentamisen osalta. Muita ongelmia, mitä esiintyi, olivat liian laajat avaamiset tietyissä asioissa ja pituudet sekä otsikoinnit. Kuitenkin omasta mielestäni onnistuin lopulta saamaan kasaan järkevän ohjeistuksen sekä tarkastuslomakkeen.

Huomioita, mitä havaitsin työtäni tehdessä varsinkin asentamisen puolelta. Oli asentamistavan muuttuminen ikäpolvittain. Uskon tämän takana olevan kulttuurimme muuttuminen kouluissa ja kaikissa muissa käytännön asioissa. Tulevaisuudessa varmasti joudutaan tekemään tämän asian tiimoilta paljon töitä, koska joudun toteamaan kehityksen suunnan olevan ei sinne parhaaseen suuntaan. Toivon, että ohjekirjastani tulisi olemaan oikeasti apua tulevaisuudessa. Sen esimerkeillä ja kuvien ansiosta, jotka antavat asentajille malli esimerkkiä, miten asian voi tehdä toimivasti ja siististi. Aina asentaessa pitää muistaa, mikä itsellenikin on mielessä oman työnlaadun ammattilypeys. Muita, mitä havaitsin vaikuttavan paljon asentamisen laatuun, olivat yllättävät muutokset tai lisäykset, jotka kiireessä saatetaan tehdä vähän sinne päin.

Luotettavuuden tasolla ohjettani pidän toimivana. Tietenkin ohje on tarkoitettu jo osaaville henkilöille ei sanotusti aivan aloittelijoille. Teksti sisältää paljon asiaa, mitä ei välttämättä ymmärrä ilman syventymästä ulkokytkinkenttien toteutuksiin tai tätä minun opinnäytetyötäni lukemalla. Standardeista on minun sanottava sen verran, että niiden tulkinta on sitten meidän jokaisen omissa käsissä. Tarkoittaen, mitä kokeneempi olet, sitä erilaisemmin tulkitset standardien merkitystä esimerkiksi asennustyötä tehdessä.

Työtäni on luonnehdittu hyväksi kokonaisuudeksi VEO Oy:llä. Kehuttu, että tästä työstä on hyvä jatkaa ohjekirjan ja tarkastuslomakkeen jatkuvaa kehittämistä. Kehittämisen tarpeen muodostavat aiemmin mainitsemani asiat ja suurimpana tekijä jo edellisessä mainittu jatkuvasti kehittyvä sähköala. Itse työskentelen nykyisin VEO Oy:lla ja jatkossa tulen päivittämään tätä ohjekirjaa ja tarkastuslomaketta varmasti nopealla tahdilla. Muun muassa lisäämällä kuvia oikein ja väärin asentamisesta.

Tulevaisuudenkin jatkokehityksen kohteista on jo puhuttu, ja ne olisivat saman tyyppisen ohjeen tekeminen GIS-asemille ja vielä erillinen pienempi ohje maanrakentamiselle sähköaseman maanrakennustöitä tehdessä.

LÄHTEET

- /1/ 1434/2016 Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistoista 2.5.2021.
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2016/20161434?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=s%C3%A4hk%C3%B6laitteistoista>
- /2/ AL ja CU Johtimien päättäminen ja liittäminen Viitattu 8.5.2021.
<https://ideat.slo.fi/al-ja-cu-johtimien-paattaminen-ja-liittaminen-liitantaalustaan/>
- /3/ Alumiinipinnan korroosio Viitattu 13.5.2021 <https://www.alumeco.fi/asiantuntemus-ja-teknikka/yleistae/alumiinipinnan-korroosio?s=0>
- /4/ Asennusten vaatimukset. Viitattu 13.5.2021 <https://tukes.fi/sahko/sahkotyot-ja-urakointi/sahkoasennusten-tekniset-vaatimukset#20ae53be>
- /5/ D1-Kirjan sisältöä. Viitattu 13.5.2021 <https://www.sahkoinfo.fi/product/1400>
- /6/ Elovaara, J. & Haarla, L. 2011. Sähköverkot: II, Verkon suunnittelu, järjestelmät ja laitteet. Helsinki: Otatieto Helsinki University Press.
- /7/ Kahden muuntajan ulkokytkinlaitos Viitattu 8.5.2021.
http://www.oamk.fi/~kurki/automaatiolabrat/TTT/13_S%84hk%94asemat-kojaistot-muuntamot.pdf
- /8/ Kuuma sinkityn materiaalin hyvyys. Viitattu 13.5.2021 https://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/221/1ba5d4e/Kuumasinkittyjen_terasrakenteiden_kayttoika_2014_09.pdf
- /9/ Liitos ei ole kiristetty tarpeeksi Viitattu 8.5.2021. <https://forums.of-fipalsta.com/showthread.php?t=140765> Löysäliitos
- /10/ Mäkinen, M., Koivisto, P., Härkönen, P. & Hyvä asennustapa sähkö- ja teletoissa. 2020. Hyvät asennustavat: Sähkö- ja tietotekniset järjestelmät. 3., uudistettu painos. Espoo: Sähköinfo Oy.
- /11/ Mäkinen, P. A., Rousku, H., Mäkinen, P. A. & Metsikkö, A. 2017. SFS 6002 käytännössä. 27., uudistettu painos. Espoo: Sähköinfo Oy. 2017. 114 s.
- /12/ SESKO Suomen sähköteknillinen standardisoimisyhdistys. 2015. Sähkötyöturvallisuus: Safety at electrical work. 3. p. Helsinki: Suomen standardisoimisiitto. 2015. 67 s.

/13/ SFS 6000 Sisällöstä Viitattua 13.5.2021. <https://sfs.fi/standardeista/tutustu-standardeihin/suositut-standardit/sfs-6000-pienjannitesahkoasennusten-standardisarja/>

/14/ SFS 6001 Sisällöstä Viitattu 13.5.2021. <https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFSsahko/SFS/ID2/6/679252.html.stx>

/15/ SFS 6002 Sisällöstä Viitattu 13.5.2021. <https://sales.sfs.fi/fi/index/tuoteuutiset/muutossahkoturvallisuussfs6002.html.stx>

/16/ Sippola, H. 2017. Energiakeskittymän ytimessä: VEO:n tarina. [Vaasa]: VEO

/17/ Standardin ja asentamisen kehityksen kulkua. Viitattu 13.5.2021 <https://tu-kes.fi/-/sahkoturvallisuuden-historiaa-osa-2#20ae53be>

/18/ Suomen standardisoimisliitto & Sesko (yhdistys). 2017. Pienjännitesähköasennukset: Osa 1-1, Yleisvaatimukset (SFS 6000 osat 1-6) = Low-voltage electrical installations. Part 1-1, General requirements (SFS 6000 parts 1 to 6). 7. painos. Helsinki: SESKO ry. 2017. 479 s.

/19/ Suomen standardisoimisliitto & Sesko (yhdistys). 2017. Pienjännitesähköasennukset: Osa 1-2, Erikoistilojen ja täydentävät vaatimukset (SFS 6000 osat 7-8) = Low-voltage electrical installations. Part 1-2, Special and supplementary requirements (SFS 6000 parts 7-8). 7. painos. Helsinki: SESKO ry. 2017. 351 s.

/20/ Suomen standardisoimisliitto & Suomen sähköteknillinen standardisoimisyhdistys SESKO. 2018. Suurjännitesähköasennukset: High-voltage electrical installations. 5. painos. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS ry. 2018. 156 s.

/21/ Sähköturvallisuuslain uudistus Viitattu 13.5.2021. https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/HallituksenEsitys/Documents/HE_116+2016.pdf

/22/ Sähköverkkojen jako. Viitattu 13.2021 <https://energia.fi/energiasta/energia-verkot/sahkoverkot/sahkoverkkoyhtiot>

/23/ VEO Oy:n yleisestä tuloksellisuudesta Viitattu 13.5.2021. <https://www.kaupalehti.fi/yriytykset/yriytykset/veo+oy/15719966>

/24/ VEO Oy:stä yleistä yritys tietoa. Viitattu 13.5.2021 <https://www.veo.fi/>

LIITE 1 Hyvät asennustavat ulkokytkekentillä -ohjekirja, ote

8.3 Kytkentä riviliittimelle

Johdinliitoksia tehdessä suoritetaan kuorinta johdin valmistajan antaman mitan mukaan. Liian pitkäksi kuorittu johdin muodostaa kosketus suojaamattoman rakenteen ja sähköiskun vaaran, liian lyhyt huonon kontaktin

- Kaikki äärijohtimien johdinliitokset ovat kosteussuojattu (ei liian pitkiksi kuorittuja johtimia)
- Liitokset kiristetään oikeaan momenttiin
- johdin eristeitä ei saa jäädä liitos pinoille
- Pienjännite ja pienoisjännite johtimet eristetään toisistaan esimerkiksi spiraalilla, jos sijaitsevat muiden kaapeleiden kanssa samassa tilassa.
- Jokainen nolla ja suojajohdin on omassa liittimessään
- Keskuksen sisällä ei ole irtonaisia johtimia asennuksen jälkeen.
- Ylimääräiset johtimet (vara säikeet) niputetaan ja päätetään kutistesukalla sekä kaapelin numerolla
- AC keskuksissa on yleensä tilaa asentaa ylimääräisille säikeille oma liitin, esim. Wago-liittimet (kuva)

8.4 Päätteet keskijännite

Keskijännitepäätteet saa tehdä vain kokenut ja ammattitaitoinen henkilö. Suurjännite päätteet ovat luvanvaraisia.


Hyviä käytännön vinkkiä:

- Ennen kuin aloitat työt tarkista, että päätetarvikkeet on hankittu kaapelityypin ja jännitetason mukaan
- Noudata valmistajan ohjeita , hanki tarvittavat välineet
- Jos työskentelet ulkona ,tee itsellesi suoja mahdollisesti muuttuvien sääolosuhteiden vuoksi.
- Puhdista työalue, siisteys todella tärkeä asia
- Tue pääte hyvin
- Varaa riittävästi aikaa päätteiden teolle
- Sukkaan ei saa jäädä ilmataskuja, älä lämmitä liikaa
- Jos olet kokematon älä tee päätettä ilman kokeneemman asentajan valvontaa tai opastusta.

Kytettäessä liittimeen

- Jännite-etäisyydet tulee aina varmistaa suunnitelmien ja valmistajan ohjeiden mukaisiksi
- johtimien ja virtakiskojen pulttiliitoksilla on käytettävä paineentasaus, aluslaattoja sekä painealuslaattaa
- kosteissa tiloissa Al / Cu liitoksissa on käytettävä hopeoitua tai tinattua välilevyä, kuivissa tiloissa Al / Cu liitoksiin kytchentärasva
- Al-liitokset valmistellaan ennen liittämistä harjaamalla ja kytchentärasvalla
- Pulttiliitosten merkkkaus momentti kiristyksen jälkeen (tussi merkki)
- Kaapelivirtamuuntajien läpi vain vaihejohtimet ja maadoitus johtimet pujotetaan virtamuuntajan läpi takaisin kytkien kojeiston maadoituskiskoon.

LIITE 2 Hyvät asennustavat ulkokytkinkentillä -tarkastuslomake, ote

					
		Asennustarkastus ulkokenttä			
Power Distribution					
Tilaajan nimi:		0			
Projektin nimi:		0			
Projektin numero		0			
		Kentän tunnus			
		AE10			
7.	Kaapelireitit	Hyväksytyt	Päiväys	Tarkistaja	Huomiot
	Hyllytarvikkeiden materiaali	<input type="checkbox"/>			
	Asennus (kiinnikkeiden välit)	<input type="checkbox"/>			
	Liitokset ja maadoitusten jatkuvuus	<input type="checkbox"/>			
	Korroosiosuojaus	<input type="checkbox"/>			
	Reitit kojeille ja muuntajille	<input type="checkbox"/>			
	Putkitukset valaisimille, pinta-antureille	<input type="checkbox"/>			
	Saattokuparit putkissa, mikäli määriteltä	<input type="checkbox"/>			
8.	Ohjauskaapelointi				
	Kaapelityypit	<input type="checkbox"/>			
	Kaapeliveto	<input type="checkbox"/>			
	Kaapelikiinnitykset	<input type="checkbox"/>			
	Kaapelimerkit	<input type="checkbox"/>			
	Kaapelisuojaus	<input type="checkbox"/>			
	Kaapelien kuorinta . Johtimien kampausta ja kytkentä	<input type="checkbox"/>			
9.	Keskijännitekaapelointi				
	Kaapelireitit	<input type="checkbox"/>			
	Oikosulkukestoisuus. Kaapelijärjestelmät ja kiinnitykset	<input type="checkbox"/>			
	Vaihevälit sekä minimietäisyydet vaihelmaa	<input type="checkbox"/>			
	Kaapelipäätteet	<input type="checkbox"/>			
	Mekaaninen suojaus	<input type="checkbox"/>			
	Päätteen maadoitus	<input type="checkbox"/>			