

Antti Laukkanen

# Pienjännitesähkökeskuksen kokoonpano-oppaan päivittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tutkinto-ohjelman nimi

Insinöörityö

10.5.2018

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Antti Laukkanen Pienjännitesähkökeskuksen kokoonpano-oppaan päivittäminen 22 sivua + 1 liite 10.5.2018
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine	sähkövoimatekniikka
Ohjaaja	lehtori Tuomo Heikkinen, Metropolia Ammattikorkeakoulu toimitusjohtaja Esa Kauppinen, E Avenue Oy
<p>Tämä insinööri työ käsittelee suomalaisen sähkökeskusvalmistajan E Avenuen Kuopion toimipisteeseen tuotettua, sähkökeskusten kokoamisen apuna käytettävää käsikirjaa eli asentajakansiota. Asentajakansio on tehty pääasiallisesti sähkökeskusten kokoonpanotyöstä vastaavien kojeistoasentajien työn tueksi. Sähkökeskuksia tarvitaan muun muassa kaikissa yleistä sähköjakeluverkkoa hyödyntävissä kiinteistöissä ja niiden tulee olla turvalisia asentajille, loppukäyttäjille kuin sivullisillekin. Sähköturvallisuuslaissa sekä valtioneuvoston asetuksissa määritellään vaatimukset turvallisesta sähkölaitteistosta, joihin myös sähkökeskukset lukeutuvat. Standardien mukaan valmistettu sähkökeskus on turvallinen, eikä aiheuta sähköiskun vaaraa tai palovaaraa. Standardit määrittelevät perusvaatimukset, mutta eivät anna ohjeita, miten standardi tulee käytännössä toteuttaa, vaan se on yrityksen itse päätettävä. Tämä toteuttamistapa selvitetään yleensä yrityskohtaisessa työohjeessa, tässä tapauksessa asentajakansiossa.</p> <p>Tämä opinnäytetyön raportti käsittelee sähkökeskuksen valmistusprosessia ja prosessiin vaikuttavia tekijöitä. Sähkökeskusten valmistusta ei ole automatisoitu, vaan suunnittelu- ja kokoamistyön tekevät työhönsä koulutuksen saaneet henkilöt. Tämä kuitenkin mahdollistaa inhimillisten virheiden syntymisen, mitä yritetään vähentää erilaisilla työpaikkakohtaisilla työohjeilla. Asentajakansion tarkoitus on toimia helppokäyttöisenä ja yksiselitteisenä ohjepankkina kokoamistyötä tekeville kojeistoasentajille. Se on koottu sekä pienjännitekeskuksia käsittelevästä standardisarjasta SFS-EN 61439 että E Avenuen omista, hyväksi havaituista toimintatavoista. Havainnollistamisen apuna on hyödynnetty valokuvia, piirroksia ja taulukoita. Kansio päivitettiin kohta kohdalta vastaamaan nykyistä standardia. Lisäksi joitain tekstiosuuksia lyhennettiin ja selvennettiin sekä viittaukset toisiin ohjeisiin poistettiin ja kirjoitettiin auki.</p> <p>Asentajakansion sisältö arvioitiin yrityksen johdon toimesta ja arvioinnin jälkeen siihen tehtiin tarvittavat muutokset. Lopputuloksena on helppokäyttöinen ja informatiivinen opas jota asentajat pystyvät käyttämään jokapäiväisessä työssään.</p>	
Avainsanat	Sähkökeskus, Opas, Standardi

Author Title	Antti Laukkanen Updating the Low Voltage Switchgear Manufacturing Guide
Number of Pages Date	22 pages + 1 appendix 10 May 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical and automation engineering
Professional Major	Electrical Power Engineering
Instructors	Tuomo Heikkinen, Senior Lecturer, Helsinki Metropolia University of Applied Sciences Esa Kauppinen, CEO, E Avenue Oy
<p>This thesis is about an assembler's guide made for the Finnish switchgear manufacture company E Avenue and specifically their Kuopio department. Guide's purpose is to provide insight, information and help for the assemblers who assemble the switchgears. Switchgears are needed, among other things, in all buildings utilizing the general electricity distribution network and they must be safe to installer, end user, and for outsiders. The Electrical Safety Act and the governments regulations determine the standards for safety of electrical devices and equipment's. This includes also switchgears. The standard switchgear is safe, and it does not cause danger of electric shock or fire hazard. The standard defines basic requirements but does not give instructions on how to implement the standard; that must be decided by the manufacturer itself. This implementation is usually clarified in company's own guide, which in this case is the guide for the assemblers.</p> <p>This thesis reports deals with the process of manufacturing low voltage switchgear and factors affecting the process. The production of switchgears is not automated, but its design and assembly work are done by people who have received proper education or training. However, this allows for the human mistakes, which is attempted to reduce by workplace specific work instructions. Assembler guide is intended to be easy to use and unambiguous guide for all the switchgear assemblers. Information in the guide has been gathered from Low-voltage switchgear and controlgear assemblies standard SFS-EN 61439 and from good practices observed within the E Avenue. Photographs, graphs and charts are used to illustrate guide. The guide was updated point by point to correspond the current standard. Additionally, some text parts were shortened and clarified and references to other guidelines were removed and wrote out.</p> <p>The content of the assembler's guide was evaluated by management of the company. After evaluating, necessary modifications were made. The result is guide for the assemblers working in E Avenue that is easy to use and fast way to find information about how to proceed in their work if any problems comes ahead.</p>	
Keywords	Switchgear, Guide, Standard

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	E Avenue Oy	2
3	Pienjännitekeskukset	5
3.1	Sähkökeskuksen ominaisuudet	5
3.2	Sähkökeskuksen valmistaminen	5
3.3	Ammattitaitovaatimukset kojeistoasennuksessa	8
4	Standardit ja standardisointi	8
4.1	Standardit	8
4.2	Standardisointijärjestöt	10
4.3	Erilaiset standardit	11
4.4	Standardien laadinta	14
4.5	Standardointi ja sähköturvallisuus	16
5	Asentajakansion toteutus	17
5.1	Asentajakansion tavoite	17
5.2	Toteutus	18
5.3	Asentajakansion sisältö	19
6	Pohdinta	19
	Lähteet	21

### Liitteet

Liite 1. Asentajakansio (Liite vain työn tilaajan käyttöön)

## 1 Johdanto

Sähkökeskus on kriittinen osa sähköjakelua. Keskuksia on olemassa lukemattomia, koska esimerkiksi kaikissa sähköverkkoon kuuluvissa kiinteistöissä on oma sähkökeskuksensa. Sähkö on kuitenkin itsessään vaarallista, joten on ehdottoman tärkeää, että sähkölaitteisto on tehty turvallisuusvaatimuksia noudattaen. Tällöin se on mahdollisimman turvallinen niin asentajalle, loppukäyttäjälle kuin sivullisillekin. Sähkölaitteistojen turvallisuudesta määrätään Suomen laissa sekä valtioneuvoston asetuksissa. Sähkökeskuksen kokoonpanotyössä tulee noudattaa voimassaolevia standardeja ja ohjeistuksia näiden turvallisuusvaatimusten täyttämiseksi. Sähkökeskusten suunnittelijana tai koestajana toimivan insinöörin on tärkeää olla perillä sähkökeskusten turvallisuuteen liittyvistä säännöksistä. Lain, asetusten ja standardien tunteminen on osa sähkötekniikan insinöörin ammattitaitoa.

Insinööriyön tarkoituksena on päivittää suomalaisen sähkökeskusvalmistajan E Avenuen pienjännitekeskusten kokoonpanotöissä tarvittava ohjeistus eli asentajakansio. Kansion tarkoituksena on auttaa asentajia heidän päivittäisessä työssään pienjännitekeskusten kokoonpanossa. Yrityksellä on tavoitteena tuottaa mahdollisimman tasalaa-tuisia ja turvallisia tuotteita asentajan henkilökohtaisista tiedoista ja taidoista riippumatta. Asentajakansio kokoaa olennaiset työvaiheet, määräykset ja laatu-näkökohdat, jotka mahdollistavat tuotteiden tasaisen laadun sekä asennusvaiheen virheiden vähenemisen. Tavoitteena on tuottaa helppolukuinen ja yksiselitteinen ohjeistus, joka on saatavilla niin sähköisessä kuin paperimuodossakin. Olennainen piirre asentajakansiossa tulee olla sen käyttömukavuus ja helppokäyttöisyys, jotta tarvittavan ohjeen löytyminen ei veisi liikaa aikaa ja ohje on helposti siirrettävissä käytäntöön.

Insinööriyön julkaistava raporttiosa käsittelee sähkökeskusten valmistusprosessia pääpiirteissään. Lisäksi kerrotaan keskuksen valmistukseen ja ominaisuuksiin olennaisesti liittyvistä lainsäädännöstä, asetuksista ja standardeista. Raportissa kuvataan myös tämän insinööriyön varsinaisen tuotoksen eli asentajakansion sisältöä sekä toteuttamistapa. Asentajakansion perustana toimii pienjännitekeskuksia käsittelevä standardisarja SFS-EN 61349. Lisäksi kansion ohjeistuksessa hyödynnetään niin sanottuja hyviä käytäntöjä eli yrityksen omia, sovittuja työskentelytapoja. Näin ollen asentajakansio sisältää yrityssalaisuuksia, joten sitä ei julkaista varsinaisen opinnäytetyön yhteydessä.

## 2 E Avenue Oy

Työn tilaajana toimii suomalainen sähkökeskusvalmistaja E Avenue Oy:n Kuopion toimipiste. E Avenue Oy on vuonna 2004 perustettu yritys, jolloin Ikaalisten Keskussähkö Oy ja Kuopion Kojeisto Oy yhdistyivät. Yhtiön omistajina ovat kolme yksityishenkilöä ja liikevaihto on noin 15 miljoonaa euroa. Yritys keskittyy alle 1000 V:n projektiluontoisten ja sarjavalmisteteisten sähköjakokeskusten valmistukseen ja työllistää noin 150 henkilöä. (E Avenue 2016.)

E Avenue Oy tuottaa sähköjakokeskuksia, joiden peruslähtökohtana on turvallisuus ja laatu. Kaikki E Avenuella tuotettavat keskuksset ovat FI-sertifioituja. FI -merkki itsessään todistaa, että valmistettu keskus täyttää standardin tai viranomaismääräysten vaatimukset, eli perusteena on joko suomalainen SFS -standardi, eurooppalainen EN -standardi tai kansainvälinen IEC- tai ISO -standardi. Sertifiointiprosessissa tehdään tuotantolaitoksen alkutarkastus sekä tuotteen varmentaminen ja alkutestaus. Testaus suoritetaan riippumattomassa testauslaboratoriossa. Sertifioinnin voimassaolo edellyttää, että tuotteille suoritetaan jatkuvaa laadunvalvontaa ja tuotantolaitokseen tehdään säännöllisesti tarkastuskäyntejä. (Kiwa Inspecta 2018.) E Avenuella tuotanto auditoidaan vuosittain jokaisella toimipaikalla Cenelec CIG 021 mukaisesti. Yrityksellä on ISO 9001 laadunhallintajärjestelmän sertifikaatti sekä Kuopion toimipisteessä ISO 14001 -ympäristöjärjestelmän sertifikaatti. (E Avenue 2016.)

E Avenue suunnittelee sähkökeskukset keskuskohtaisesti CADS -järjestelmällä, jonka lisänä oleva projektisovellutus mahdollistaa keskuskohtaiset komponentti- ja riviliitinkuvat. Sähkökeskusten komponentteina käytetään tunnettujen valmistajien komponentteja, joita myydään myös alan tukkuliikkeissä. Kaikki keskukseseen käytettävä runko- ja kiskostomateriaali on uusiokäytettävissä keskuksen taloudellisen käyttöiän päättyessä. Keskuksset on tyyppitestautettu, millä on saatu tietoa niiden kestävydestä myös mahdollisissa poikkeustilanteissa. Lisäksi kennokeskuksille sekä puistomuuntamolle on suoritettu valokaarioikosulkukokeet hyväksytysti. (E Avenue 2016.)

E Avenuella on neljä tiettyihin valmistussektoreihin keskittynyttä toimipaikkaa. Näistä asentajakansion kohdepaikka eli Kuopion toimipaikka on erikoistunut teollisuus- ja viennitiprojektikeskusten valmistukseen. Lisäksi yrityksellä toimii kolme muuta yksikköä:

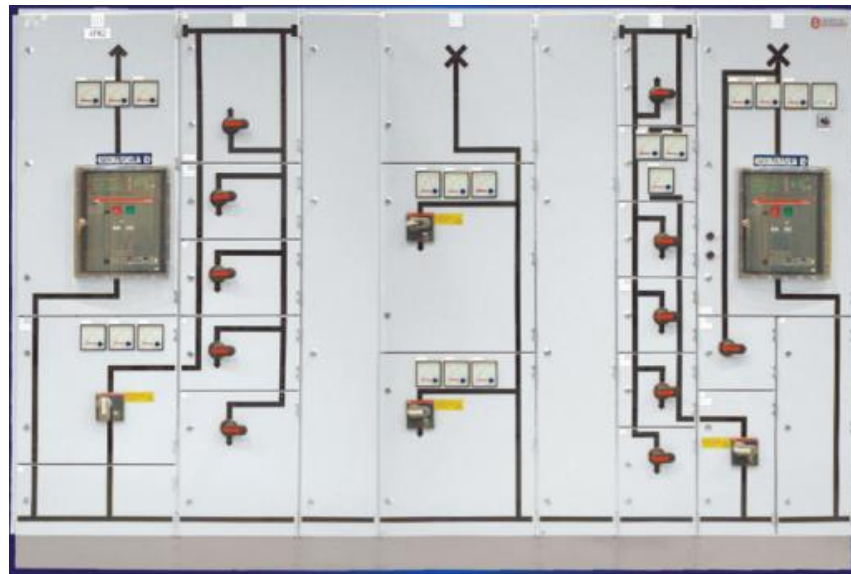
- Iisalmi: pienet ohjaus- ja sähkökeskukset sarjatuotantoon. Iisalmissa tuotetaan myös ohjelmistoratkaisut kone- ja laitevalmistajille.
- Kerava: kone- ja laitekeskusten lisäksi rakennusten kiinteistösähkökeskukset.
- Ikaalinen: rakennusten kiinteistösähkökeskukset.

E Avenue Oy tuottaa erilaisia keskuksia eri asiakkaiden tarpeisiin. Tuotevalikoima kattaa lähes kaikki sähkökeskustyyppit vakiokeskuksista 8500 A:n teollisuuskojeistoihin. Vakio- ja mittauskeskuksia lukuun ottamatta lähes kaikki tuotannosta tulevat sähkökeskukset ovat räätälöityjä. Kaikkien E Avenuen valmistamien keskustyyppien maksimi mitoitusjännite on 690 VAC. Virta- sekä oikosulkukestoisuusarvot riippuvat rakenteesta. Modulaarinen teräslevyrakenne sekä useat kenttälevyydet ja runkokorkeudet mahdollistavat erilaisia kokoonpanoja asiakkaan tarpeiden mukaan. (E Avenue 2016.)

Sähkökeskuksista valitaan käyttötarpeeseen sopiva keskustyyppi. Kuopion toimipisteessä valmistettavia sähkökeskustyyppisiä ovat Potentia® Min, Mid, Med, Mex ja Max. Näistä keskustyypeistä Potentia® Min kehikkokeskusjärjestelmä (kuva 1.) on suunniteltu kiinteistöjen pää- ja nousukeskukseksi sekä teollisuuteen valaistus-, erikois- ja ilmastointikeskuksiksi. Potentia® Max (kuva 2.) on teollisuuskennokeskusjärjestelmä, joka on kehitetty teollisuuskohteiden pää-, nousu- ja prosessikeskuksiksi. Max kasettikeskusjärjestelmä puolestaan on ulosvedettävissä yksiköinä rakennettu, teollisuuskohteiden prosessikeskuksiksi suunniteltu järjestelmä. Potentia® Med kennokeskusjärjestelmä on suunniteltu teollisuuskohteiden alakeskuksiksi sekä pää- ja nousukeskuksiksi kiinteistökohteisiin. Potentia® Mid kotelokeskusjärjestelmä soveltuu kiinteistöjen pää- ja nousukeskukseksi ja valaistus-, ilmastointi- ja erikoiskeskuksiksi teollisuuteen. Varasto- ja räätälöitynä tuotteena valmistetaan Potentia® Mex -mittauskeskusta. Lisäksi valmistetaan KK -kaapelijakokaappisarjaa. (E Avenue 2016.)



**Kuva 1. Potentia® Min kehikkokeskus**



**Kuva 2. Potentia® Max kennokeskus**



### 3 Pienjännitekeskukset

#### 3.1 Sähkökeskuksen ominaisuudet

Sähkökeskus toimii energiajakelun haaroituspaikkana. Pienjännitesähkökeskus on jännitteeltään enintään 1000 V AC/1500 V DC ja se koostuu yhdestä tai useammasta pienjännitekytkinlaitteesta ja niihin liittyvistä ohjaus-, suoja-, säätö-, mittaus- ja merkinantolaitteista sekä erilaisista sähköisistä ja mekaanisista rakenneosista ja kytkennöistä. (Rousku 2014, 6.)

Sähkökeskukseen on sijoitettu keskitetysti kiinteistön sähköverkon ohjaus-, mittaus- ja suojalaitteet. Pääkeskus muodostaa kiinteistön sähköverkon solmukohtan, josta liittymisjohto yhdistää kiinteistön sähköverkon yleiseen sähkönjakeluverkkoon. Kiinteistössä voi olla pääkeskuksen lisäksi mittaus-, jako- ja ryhmäkeskuksia. (Harsia 2008.)

Kiinteistön pääkeskukseen kuuluvat pääsulakkeet, pääkytkin, suojalaitteisto sekä mahdollinen sähkönkulutuksen mittari. Pääsulakkeiden tehtävä on toimia ylikuormitussuojina, jotka määrittelevät tehon, jolla kiinteistö voi olla kytkeytyneenä sähköverkkoon. Pääkytkimellä on mahdollista kytkeä kiinteistön sähköverkko irti yleisestä sähköverkosta esimerkiksi hätätilanteen yhteydessä. Lisäksi kiinteistön sähköverkon osia voidaan kytkeä jännitteettömäksi muilla kytkimillä. Sähkökeskuksen suojalaitteistona käytetään sulakkeita, katkaisijoita sekä johdonsuojakatkaisijoita. Sähkön kulutuksen mittari sijaitsee joko pääkeskuksen yhteydessä tai erillisessä mittauskeskuksessa. (Harsia 2008.)

#### 3.2 Sähkökeskuksen valmistaminen

Sähkökeskuksia valmistaa useampi yritys Suomessa. Pääpiirteittäin valmistusprosessi etenee melko samankaltaisesti yrityksestä riippumatta, mutta eroja voi olla esimerkiksi siinä, tuottaako yritys kaikki tarvittavat osat itse vai hankkiiko ne esimerkiksi alihankkijan kautta. Tämä vaikuttaa vastaavasti myös kyseisen yrityksen työntekijöiden työnkuvaan ja osaamisvaatimukseen. Seuraavassa kuvattu prosessi esittelee sähkökeskuksen valmistamisen vaiheet pääpiirteissään.

Pääsääntöisesti sähkökeskuksia valmistavalta yritykseltä ostetaan tuotteita erilaisiin uudis- tai saneerattaviin kohteisiin. Tyypillisesti sähkökeskusvalmistajalta tilataan

projektina olevan kohteen kaikki sähkökeskukset. Varsinaisen tarjouspyynnön keskusvalmistajalle tekee usein kohteen sähköjen asennuksesta vastaava urakoitsija, joka on saanut toimeksiantajalta tiedon kohteeseen toivottavista sähköistä. Kohteeseen on suunniteltu tietty määrä sähkökeskuksia riippuen projektista ja sen laajuudesta. Tämän määrän arvioi urakoitsija ja sen alaisuudessa toimivat suunnittelutoimisto. Suunnittelu-toimisto tekee alustavat, keskuksen koon ja sisällön määrittävät piirustukset. Sähkökeskusvalmistajan myyntiosasto pyrkii löytämään edullisimman ja sopivimman ratkaisun asiakkaalle.

Kun sopimus on syntynyt asiakkaan ja keskusvalmistajan välille, yrityksen suunnittelun osasto aloittaa tuotteen kehittämissä. Usein suunnittelijat saavat alihankkijoilta tarvittavat pääkaaviot ja piirikaaviot, joiden avulla sähkökeskusta voidaan alkaa suunnittelemaan. Suunnitteluprosessin aikana sähkökeskusten suunnittelija on aktiivisessa yhteydessä asiakkaaseen päin, jotta kaikki mahdolliset muutokset ja ongelmat saadaan ratkaistua molempia osapuolia miellyttäen. Kuitenkin on hyvin yleistä, että etenkin isommissa tilauksissa, joissa kohteeseen on tilattu suuria määriä erilaisia sähkökeskuksia, tulee muutoksia vielä kokoonpanotyön aikana. Tarvittavat muutokset tulee päivittää suunnitelmiin nopeasti, jotta tuotteen valmistus ei viivästy. Lähtökohtaisesti sähkökeskusten tulisi olla kokoonpanoon tultuaan valmis koottavaksi ilman suurempia muutoksia.

Suunnittelu valitsee yrityksen käytössä, saatavilla olevista tai asiakkaan toivomista tuotteista toimivan kokonaisuuden. Eri kojeistoyritykset käyttävät eri valmistajien komponentteja, joiden hinta ja laatu vaihtelevat. Usein vakiokomponentit ovat tietyltä valmistajalta, ja tarvittaessa keskusvalmistaja tilaa komponentteja muilta valmistajilta. Käytettävät komponentit vaikuttavat oleellisesti keskuksen lopulliseen hintaan. Esimerkiksi suurin osa teollisuuteen (esimerkiksi tehtaisiin tai voimaloihin) valmistettavista keskuksista tehdään tietyillä, tunnetuilla komponenteilla, joiden tasalaatuisuuteen voidaan luottaa. Osaan kiinteistökohteista taas kelpaa halvempikin komponentti. Yleisesti asiakkaat kuitenkin haluavat komponentteja, jotka ovat valmistettu EU:n alueella.

Suunnittelutyön valmistuttua keskuskuva, komponenttiluettelo, riviliitinluettelo, kilpiluetelo sekä mahdolliset erikoisohjeet siirtyvät asentajalle. Varastotyöntekijä kerää asentajalle valmiiksi tarvittavat komponentit, jotka suunnittelija on keskukseseen määrittänyt. Tämän jälkeen asentaja aloittaa varsinaisen kokoonpanotyön. Asentajan tehtävänä on annettujen pää- ja piirikaavioiden sekä suunnittelusta saatujen keskuskuvan, luetteloiden ja erikoisohjeiden perusteella ja asiakkaan kanssa sovitun aikataulun mukaan valmistaa

turvallinen, yrityksen laatukriteerit täyttävä ja vaaditulla tavalla toimiva sähkökeskus. Sähkökeskuksen valmistusaika tuotannossa on riippuvainen keskuksen tai kennon koosta, asentajan ammattitaidosta, mahdollisista muutoksista sekä komponenttien saatavuudesta.

Sähkökeskuksen valmistuttua tuotannosta sille tehdään asianmukainen tarkastus sekä tarkastuspöytäkirja. Tarkastuksessa toimiva henkilö kojeistaa sähkökeskuksen ja tarkastaa, että sähkökeskus on rakennettu ja suunniteltu oikein. Tarkastuksen tehtävänä on varmistaa, että keskus toimii oikein ja tarkoituksenmukaisesti sekä täyttää turvallisuusmääräykset, eikä voi aiheuttaa vaaraa käyttäjälle tai sivullisille. Testauksessa saadaan selville, mikäli esimerkiksi apupiirit eivät toimi oikealla tavalla, jolloin keskus palautuu asentajalle korjaukseen.

Tarkastaja tekee jokaisen valmiin sähkökeskuksen kohdalla tietyt toimenpiteet. Silmä-määräisessä tarkastuksessa keskus tarkastetaan päällisin puolin ja tarkistetaan, että keskus vastaa suunniteltuja kuvia. Tämä tarkoittaa esimerkiksi keskuksen siisteyttä ja sitä, että asennuksessa on käytetty oikeita johtimia ja komponentteja, virta-arvoiltaan ja paksuudeltaan sopivaa kiskostoa ja että tarrat ja keskuksen kilvet laitettu yrityksen määrittellemille paikoille. Mekaanisessa testauksessa testataan vääntimien oikeat asennukset, sormisuojat (kosketussuojaus), kiinnitykset johtimilla, komponenteilla sekä kiskostoliitokset. Sähköisessä testauksessa testataan keskuksen pääpiirien ja apupiirien toimivuutta. Pääpiirissä tarkastetaan oikealainen vaihejärjestys ja päävirtapiirin oikealainen kytkentä sekä testataan suojalaitteiden, kuten vikavirta- ja henkilösuojiin, toimivuus sekä apupiirien oikeanlainen toiminta.

Syöksyjännite- tai ominaisvastustestauksessa varmistetaan, ettei keskuksessa tule läpilyöntejä esimerkiksi irtoroskan takia. Jännitetestaus toteutetaan 2,0 kV:n polttotestauksella. Keskuksen maadoituksen jatkuvuus testataan varmistamalla, että sen jokainen metalliosa on yhteydessä toisiinsa. Lopuksi dokumentit arkistoidaan yrityksen omaan tietokantaan ja asiakkaalle mukaan lähtevät dokumentit pakataan valmiin keskuksen mukaan. Itse keskus pakataan ja siirretään kuljetusta varten.

### 3.3 Ammattitaitovaatimukset kojeistoasennuksessa

Sähkökeskuksen valmistuksessa työskentelee eri alojen ammattilaisia, joista kokoonpanotyön kannalta olennaisimpia ovat sähköasentajat sekä metallityömiehet. Sähköasentajien peruskoulutus tapahtuu ammatillisissa oppilaitoksissa ja on laajuudeltaan 180 osaamispistettä ammattikoulu-uudistuksen jälkeen 1.8.2018. Eri oppilaitoksilla on omat opetussuunnitelmansa, ja opetuksen määrä sähkökeskuksen kokoonpanotyöstä vaihtelee. Oppilaitokset myös määrittelevät itse opintojaksojensa sisällöt ja tavoitteet. 1.8.2018 voimaantulevan sähkö- ja automaatioalan perustutkinnon perusteissa määritetään teollisuuden kokoonpanotyön ammattitaitovaatimukset seuraavasti:

” Opiskelija

- tuntee eri tyyppisten kokoonpanoteollisuuksien komponentit
- osaa valita yleisimmät asennusjohtimet ja -kaapelit, sekä tietää niiden rakenteet, sallitut vetolujuudet, taivutussäteet sekä asennus- ja käyttölämpötilat.
- osaa asentaa kokoonpanopiirustusten, pää- ja piirikaavioiden sekä kytkentätaulukoiden avulla oikeat kalusteet, kaapelireitti-, putkitus- ja kaapelimateriaalit ja muut kokoonpanoon liittyvät tarvikkeet.
- osaa asentaa ja kiinnittää johtimet ja kaapelit kaapelireitteihin suunnitelmien mukaan.
- osaa ottaa huomioon asennustöitä tehdessään taloudellisuuden ja asiakaspalvelun sekä toimia kustannustietoisesti.
- osaa mitoittaa, kuoria ja asentaa keskus ym. kokoonpanoon liittyvät johtimet” (Opetushallitus 2017.)

## 4 Standardit ja standardisointi

### 4.1 Standardit

Standardit perustuvat vakiintuneisiin tuloksiin, joita on saatu tieteen, tekniikan ja kokeuksien avulla. Standardien tarkoitus on hyödyntää yhteiskuntaa parhaalla

mahdollisella tavalla. (Nurmi 2017.) Standardisoinnin tarkoituksena on toiminnan järjeistämisen, taloudellisuuden parantaminen sekä turvallisuuden lisääminen. Standardisointi on vapaaehtoista yhteistyötä, ja sen tavoitteena on sopia yhteisistä säännöistä tiettyjen, toistuvien tehtävien ratkaisemisessa. Tämä lisää tuotteiden ja menetelmien yhteensopiavuutta, mikä helpottaa sekä kotimaista että kansainvälistä kauppaa. Yhdenmukaisten määräyksien ansiosta eri valmistajien tuotteiden vertaileminen on helpompaa. Kilpailevien vaihtoehtojen saatavuus hyödyttää erityisesti kuluttajia hintatason laskiessa, mutta myös kannustaa teollisuutta panostamaan tekniseen kehitykseen. Standardien laatiminen tapahtuu avoimissa työryhmissä viranomaisten, teollisuuden, käyttäjien, kuluttajien ja kaupan edustajien yhteistyönä. Niitä laadittaessa pyritään saavuttamaan tasapaino eri tekijöiden (esimerkiksi talous ja ympäristö) kesken. (Rousku 2014, Vesa 2015.) Standardi voi olla myös epävirallinen, esim. yrityksen oma standardi. Epävirallinen standardi voi myöhemmin toimia virallisen standardin laatimisen pohjana. (Nurmi 2017.) Standardit muuttuvat tekniikan kehittyessä. Standardit pyritään tarkastamaan sekä myös tarvittaessa päivittämään vähintään viiden vuoden välein. (Lehto 2014.)

Standardisointi on alun perin lähtöisin sähkötekniikan alalta. IEC eli International Electrotechnical Commission oli ensimmäinen kansainvälinen standardisointijärjestö, mutta pääpaino oli pitkään kansallisella ja yritystasolla. Tällä pyrittiin suojaamaan omaa teollisuutta ulkomaiselta kilpailulta. 1960-luvulla standardisointi siirtyi vähitellen kansainvälisemmälle tasolle. Tänä päivänä suurin osa voimassaolevista SFS-standardeista on alkuperältään EN-standardeja, jotka laaditaan eurooppalaisessa standardisointijärjestössä CENissä (European Committee for Standardization). (Rousku 2014, Vesa 2015.)

Standardien käyttö on ilmaista ja vapaaehtoista. Se on standardisoinnista huolehtivan viranomaisen tai järjestön laatima, kaikkien saatavilla oleva kirjallinen julkaisu. (Rousku 2014.) Standardit ovat tekijänoikeuslain suojaamia ja julkaisun hankkiessaan käyttäjä saa kyseisiin standardeihin tietyn käyttöoikeuden. SFS-standardien, standardeja vastaavien SFS-julkaisujen sekä SFS-käsikirjojen tekijänoikeus on Suomen Standardisointiliitto SFS ry:llä tai yhdessä SFS:llä ja jollakin toisella organisaatiolla, kuten esimerkiksi CENillä (European Committee for Standardization) tai ISOlla (International Organization for Standardization). SFS ry:n tehtävänä on myös valvoa kansainvälisten standardisointijärjestöjen (ISO ja CEN) sekä niiden jäsenten standardien tekijänoikeutta Suomessa. (SESKO ry 2018.)

## 4.2 Standardisoimisjärjestöt

### Eurooppalaiset standardoimisjärjestöt

Vuonna 1961 perustettu European Committee for Standardization (CEN) on eurooppalainen standardoimisjärjestö, joka toimii kaikkien Eu- ja EFTA -maiden standardoimisjärjestöjen yhteistyöelimenä. Suomea CENissä edustaa SFS. CENin laatimia standardeja ja muita julkaisuja on yli 14 000, joista noin 30 prosenttia perustuu ISO-standardeihin. CENin jäsenmaat vahvistavat kaikki eurooppalaiset standardit kansallisesti, joten samat eurooppalaiset standardit ovat voimassa kaikissa CENin jäsenmaissa. Ristiriidassa olevat standardit kumotaan. CENin julkaisemien standardien tunnus on EN, ja 95 % voimassaolevista SFS-standardeista on alkuperältään EN-standardeja. (SESKO 2018, Vesa 2015.)

Eurooppalainen sähköalan standardisoimisjärjestö European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC) on eurooppalainen sähköalan standardoimisjärjestö. Sen jäseniä ovat kaikki 34 EU- ja EFTA-maata, joiden lisäksi Turkki, Kroatia ja Makedonia toimivat järjestön liitännäisjäseninä. CENELECin eurooppalaisista sähköalan standardeista 75–85 prosenttia perustuu kansainvälisen IEC-järjestön standardeihin. Suomea CENELECissä edustaa SESKO. Eurooppalainen telealan standardisoimisjärjestö European Telecommunications Standards Institute (ETSI) on eurooppalainen telealan standardoimisjärjestö. Suomea ETSI:ssä edustaa viestintävirasto. (SESKO 2018.)

### Kansainväliset standardoimisjärjestöt

Suurin kansainvälinen standardisoimisjärjestö on vuonna 1947 perustettu International Organization for Standardization (ISO). ISON jäseniä ovat Kansalliset standardisoimisjärjestöt 163 maasta. Suomea ISO:ssa edustaa SFS. Erilaisia voimassaolevia ISO-standardeja on yli 18 000, joista useat ovat vahvistettu Euroopassa EN-standardeina. Tällöin ne vahvistetaan myös kansallisesti jäsenmaissa EN ISO -standardeina. Jäsenmaat voivat vahvistaa ISO-standardit kansallisiksi standardeiksi, mutta niiden vahvistaminen on vapaaehtoista. (SESKO 2018.)

Vuonna 1906 perustettu sähköalan kansainvälinen standardisointijärjestö International Electrotechnical Commission (IEC) on ISON tärkein yhteistyötaho. IEC on myös ensimmäinen kansainvälinen standardoimisjärjestö sähkötekniikan ollessa ensimmäinen

toimiala, missä standardisoinnin tarpeet huomattiin. Suomea IEC:ssä edustaa SESKO. ISO:n ja IEC:n lisäksi on olemassa myös kolmas kansainvälinen standardoimisjärjestö, kansainvälinen televiestintäliitto International Telecommunication Union (ITU). Se on, YK:n alainen erityisjärjestö, jonka tehtävänä on hoitaa televiestintäasioita. Suomen edustajana ITU:ssa toimii viestintävirasto. (SESKO 2018.)

#### Suomalaiset standardointijärjestöt

Suomen standardointijärjestelmä on hajautettu. Keskusjärjestö Suomen Standardoimisliitto SFS laatii standardit yhteistyössä toimialayhteisöjen kanssa. Standardien laadintaan osallistuu eri toimialoja edustavia kaksitoista toimialayhteisöä, jotka kukin vastaavat oman toimialansa standardisointityöstä. Lisäksi SFS ja toimialayhteisöt koordinoivat suomalaisten osallistumista kansainväliseen standardisointityöhön. Toimialayhteisö on julkinen tai yksityinen yhteisö tai säätiö, joka edustaa laajasti omaa toimialaansa. Sähkö- ja elektroniikkateollisuuden toimialayhteisönä toimii SESKO ry, joka on Suomen sähkötekniikan alan standardointijärjestö. SESKO ry vastaa sähkötekniikan standardien valmistelusta ja niiden ottamisesta käyttöön Suomessa. SESKO on maailmanlaajuisen sähkötekniikan standardointijärjestön IEC:n ja vastaavan eurooppalaisen standardointiorganisaation CENELECin jäsen ja osallistuu alansa kansainväliseen (IEC) ja eurooppalaiseen (CENELEC) standardointiyhteistyöhön Suomen edustajana. Lisäksi SESKO saattaa yhteistyön tuloksena syntyneet standardit kansallisiksi SFS-standardiksi. (SESKO 2018.)

#### 4.3 Erilaiset standardit

##### IEC-, EN- ja SFS-standardit

IEC-standardit ovat kansainvälisiä, maailmanlaajuisia standardeja. Ne toimivat eurooppalaisen ja kansallisen standardoimistyön pohjana. IEC-standardeja on yhteensä 6200 kappaletta ja ne numeroidaan seuraavasti: IEC 6xxxx (standardi), IEC/PAS 6xxxx (esistandardit), IEC/TS 6xxxx (tekniset spesifikaatiot), IEC/TR 6xxxx (tekniset raportit), CISPR xx (radiohäiriöalueen standardit) sekä, ISO/IEC xxxxx (tietotekniikka). (SESKO 2018.)

EN -standardit ovat eurooppalaisia standardeja, joista noin 85 % perustuu IEC -standardeihin (standardit EN6xxxx sekä EN 550xx) ja loput ovat Euroopassa valmistettuja standardeja (EN 50xxx sekä EN 13xxxx). EN -standardit vahvistetaan kansallisiksi standardeiksi kaikissa EU- ja EFTA -maissa eikä ristiriidassa olevia kansallisia standardeja saa olla. Eurooppalaisen CENELECin julkaisuja, kuten CLC-TS (tekniset spesifikaatiot) ja CLC-TR (tekniset raportit) ei yleensä vahvisteta kansallisiksi standardeiksi. (SESKO 2018.)

HD-harmonisointiasiakirjat ovat eurooppalaisia, CENELECin valmistelemia standardeja. Ne myös voidaan vahvistaa kansallisiksi standardeiksi. Vaikka HD-harmonisointiasiakirjaa ei olisi vahvistettu kansalliseksi standardiksi, kaikki kyseisen asiakirjan kanssa ristiriidassa olevat kansalliset standardit tulee kumota. HD-harmonisointiasiakirjoja laaditaan silloin, kun alueella tiettyjen kansallisten järjestelmien tai asennustapojen (esimerkiksi energiakaapeleiden tai pienjänniteasennusten) vuoksi kaikkia vaatimuksia ei pystytä harmonisoimaan. (SESKO 2018.)

#### Sähköalan SFS-standardit

Sähköalalla käytettävät SFS-standardit ovat suomalaisia SESKOn valmistelemia ja SFS:n julkaisemia standardeja, joista noin 95 % on identtisiä EN-standardien kanssa (SFS-EN xxxxx). Näistä vain alle 10 % on käännetty suomeksi ja loput ovat englanninkielisiä. SFS -standardien lisäksi käytössä on esimerkiksi SFS-IEC-standardeja, joita ovat tyypillisesti sanastot. (SESKO 2018.)

SFS -standardit (SFS xxxx) ovat puhtaasti kansallisia standardeja, jotka yleensä kuitenkin perustuvat IEC-standardeihin. Ne on laadittu asioista, joista ei ole olemassa EN-standardeja. Tällaisia asioita ovat esimerkiksi kojerasiat tai ilmajohtotarvikkeet. CENELECin HD-asiakirjoihin perustuva pienjännitesähköasennuksia koskeva standardisarja SFS 6000 sisältää myös kansallisia osuuksia, joten se on julkaistu nelinumeroisena SFS-standardina. (SESKO 2018.)

#### Jakokeskuksia koskevat SFS-EN 61439-standardit

Jakokeskuksia koskevat standardit annetaan SFS-EN 61439-standardisarjassa. Pienjännitekeskukset siis suunnitellaan, valmistetaan ja dokumentoidaan SFS-EN 61439 -standardin mukaisesti. Standardin sisältö tulee käytännössä suoraan IEC -standardeista



ja lähinnä vain joitakin liitteitä on lisätty. Saman numeroiset standardit ovat sisällöltään samanlaisia SFS-EN-, EN- ja IEC-standardeissa. SFS-EN 61439-standardi koskee erityisesti pienjännitekojeistojen valmistusta ja tuotekehitystä, ja lisäksi siinä määritellään seitsemän erillistä testiä rakenteellisille ominaisuuksille ja viisi erillistä testiä toiminnalle. Standardit ovat käännetty suomeksi, koska jakokeskuksia valmistetaan myös pienissä yrityksissä. Ainoastaan sarjan jakelukiskoja koskevaa osaa numero 6 ei ole käännetty suomeksi, koska Suomessa ei valmisteta jakelukiskoja lainkaan. (SESKO 2018, Lehto 2014.)

Nykyisessä SFS-EN 61439 -standardissa perusosa SFS EN 61439-1 antaa pelkät jakokeskuksia koskevat yleisvaatimukset, ja lisäksi tulee käyttää jotakin standardisarjan osaa 2-6.

Standardisarjaan kuuluvat seuraavat osat:

- SFS-EN 61439-1 Pienjännitekeskukset. Osa 1: Yleisvaatimukset
- SFS-EN 61439-2 Pienjännitekeskukset. Osa 2: Ammattikäyttöön tarkoitetut kojeistot
- SFS-EN 61439-3 Pienjännitekeskukset. Osa 3: Maallikoiden käyttöön tarkoitetut keskukset (jakokeskukset)
- SFS-EN 61439-4 Pienjännitekeskukset. Osa 4: Erityisvaatimukset työmaakeskuksille
- SFS-EN 61439-5 Pienjännitekeskukset. Osa 5: Jakeluverkkokeskukset
- SFS-EN 61439-6 Low-voltage switchgear and controlgear assemblies -- Part 6: Busbar trunking systems (busways). Suomessa on voimassa englanniksi julkaistu standardi.

Standardien mukaan valmistettu sähkökeskus on turvallinen, eikä aiheuta sähköiskun vaaraa tai palovaaraa. Standardit määrittelevät perusvaatimukset, mutta eivät anna ohjeita, miten standardi tulee käytännössä toteuttaa, vaan se on yrityksen itse suunniteltava yhdessä asiakkaan kanssa. (Suomen standardoimisliitto 2016.) Tämä toteuttamistapa selvitetään yleensä yrityskohtaisessa työhjeessä.

Standardin tarkoitus on varmistaa ja dokumentoida, että jakokeskus on toteutettu turvalisesti ja toimivasti. SFS-EN 61439 on suunnattu kattamaan kaikki jakokeskusten kokoonpanot ja kaikkia jakokeskuksia tulkitaan yhdenmukaisesti. Nykyisestä standardista on poistettu esimerkiksi TTA- (tyyppitarkastettu kokoonpano) sekä PTTA- (osittain tyyppitarkastettu kokoonpano) -luokitukset Standardissa jaetaan jakokeskusten valmistajat kahteen joukkoon, alkuperäisiin valmistajiin (OEM) sekä keskusten valmistajiin. Alkuperäinen valmistaja on testeihin todentanut, että sen valmistamat rakenteet ja osat ovat standardinmukaisia. Keskuksen valmistaja voi käyttää alkuperäisen valmistajan tuottamia testituloksia myös omassa dokumentoinnissaan, mutta keskuksen valmistaja on kuitenkin aina vastuussa valmistamansa keskuksen turvallisuudesta sekä standardinmukaisen dokumentoinnin toimittamisesta asiakkaalle. (Lehto 2014.)

Joskus jakokeskusta ei pystytä rakentamaan samalla rakenteella ja laitevalikoimalla, esimerkiksi toiminnallisten syiden vuoksi. Tällöin joudutaan valmistamaan räätälöity keskus. Tällaisessa tapauksessa keskuksen valmistaja tulkitaan alkuperäiseksi valmistajaksi ja standardinmukaisuus dokumentoidaan testaamalla, mittaamalla ja noudattamalla suunnittelusääntöjä. Jos laite- tai komponenttivalmistaja on testannut useita eri rakenteita ja kokonaisuuksia, voidaan näitä tietoja hyödyntää standardinmukaisuuden todentamisessa ja dokumenttien tuottamisessa. (Lehto 2014.)

#### 4.4 Standardien laadinta

Suomessa käytössä olevat standardit ovat pääasiassa eurooppalaisia tai kansainvälisiä standardeja, jotka on otettu käyttöön sellaisenaan. Standardien laadintaan voivat osallistua eri toimialayhteisöt, ja niiden näkökulma otetaan huomioon standardikohteen valinnassa sekä standardiehdotuksen laadinnassa ja hyväksynnässä. Koska Suomessa ei tehdä eurooppalaisiin tai kansainvälisiin standardeihin enää muutoksia, on tärkeää, että myös suomalaiset yhteisöt osallistuvat näiden standardien laadintaan. Tätä varten tulee tuntea eri standardoimisjärjestöjen standardien laatimisen prosessit, jotta sisältöön vaikuttaminen olisi mahdollista. (Suomen Standardoimisliitto 2018.)

Eurooppalaiset standardoimisjärjestöt edellyttävät, että heidän kansalliset jäsenet ottavat eurooppalaiset standardit käyttöön sellaisenaan ja vahvistavat ne kansallisiksi standardeiksi. Mahdolliset ristiriitaisuudet on kumottava, jotta eurooppalainen standardi on, yksinomaisesti pätevä. Vaikka kansainvälisillä standardoimisjärjestöillä ei ole vastaavaa

käytäntöä, usein kansainväliset standardit kuitenkin vahvistetaan sellaisenaan tai yhteisin muutoksin eurooppalaisiksi standardeiksi. Tällöin kansallisten jäsenten tulee vahvistaa ne kansallisiksi standardeikseen. (Suomen Standardoimisliitto 2018.)

Uutta standardia laadittaessa selvitetään Suomessa kansallinen kanta koskien kyseistä työehdotusta. Kansallisesta kannasta päättää asianomainen toimialayhteisö tai SFS. Samalla selvitetään, mikä on kansallinen kiinnostus osallistua uuden standardin valmisteluun sekä nimetään asiaa valmistelevaan työryhmään kuuluvat asiantuntijat. Myös toimialayhteisö tai SFS voi ehdottaa uutta työkohdetta joko eurooppalaiselle tai kansainväliselle standardoimisjärjestölle. Standardiehdotuksesta pyydetään kansalliset lausunnot ja toimialayhteisöt toteuttavat kansallisen lausuntokierroksen. Tämä on toteutettava riittävän kattavasti, koska sisältöön ei voi vaikuttaa enää äänestysvaiheessa. Siksi on tärkeää, että lausuntovaiheessa kaikkien, ketä työkohteena oleva standardi koskee, näkemys pääsee esille. (Suomen Standardoimisliitto 2018.)

Kaikilla sidosryhmillä sekä heidän edustajillaan, joilla on laadittavan standardin suhteen erityistä asiantuntemusta tai oleellinen etu valvottavanaan, on oltava mahdollisuus kommentoida ehdotuksia niiden ollessa lausuntokierroksella. Toimialayhteisö käsittelee kierrokselta saadut lausunnot sekä muodostaa niiden perusteella Suomen kansallisen lausunnon. Tarvittaessa toimialayhteisö neuvottelee vielä lausunnonantajien kanssa. Tavoitteena on muodostaa konsensuspäätös, mutta mikäli tämä ei ole mahdollista, päätökset tehdään enemmistöpäätöksinä. Kansallisen lausunnon yhteydessä tulee tuoda ilmi, jos Suomen lainsäädäntö on jollain osin ristiriidassa eurooppalaisenstandardiehdotuksen ja siinä esitettyjen vaatimusten kanssa, sekä tarvittaessa pyytää A-poikkeamaa eurooppalaiseen standardiin. (Suomen Standardoimisliitto 2018.)

Eurooppalaiset standardit vahvistetaan Suomessa kansallisiksi SFS-standardeiksi riippumatta siitä, mikä oli Suomen kanta standardiin lausuntokierroksella. Kansainväliset standardit voidaan vahvistaa SFS-standardeiksi, jos kansallisella lausuntokierroksella on esitetty ja puollettu kyseisen standardin vahvistamista. Esittämisvaiheessa esityksen kanssa ristiriitaiset SFS-standardit kumotaan. EN-standardeja vahvistaessa kumoaminen on tehtävä määräajan kuluessa. Jos uusi eurooppalainen standardiehdotus korvaa osan olemassa olevasta kansallisesti laaditusta SFS-standardista, koko SFS-standardi kumoutuu. Toimialayhteisö päättää, mikäli uusi puhtaasti kansallinen standardi on tarpeellinen kattamaan kumoutuvan standardin muut osat. (Suomen Standardoimisliitto 2018.)

#### 4.5 Standardointi ja sähköturvallisuus

Sähkö on vaarallista ja siksi sen käyttöön liittyy säätelyä. Perusvaatimukset löytyvät sitovista säädöksistä. Työ- ja elinkeinoministeriö laatii sitovat säädökset ja standardointijärjestöt laativat ohjeet, joita noudattamalla säädösten vaatimukset täytetään. Standardit toimivat yhteisesti sovittuna turvallisuustasona, ja niitä voidaan käyttää toteuttamaan sitovien määräysten vaatimuksia. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto valvoo säädöksiä ja tarkastuslaitokset suorittavat testauksia ja tarkastuksia koskien vaatimusten noudattamista. (Nurmi 2017.)

Sähkökeskus on sähkölaite, jonka turvallisuudesta säädetään Suomen laissa sekä valtioneuvoston asetuksissa. Sähköturvallisuuden perussäädöksenä on sähköturvallisuuslaki (1135/2016), joka koskee sähkölaitteita ja -laitteistoja, asennuksia sekä sähkötöiden tekemistä. Laki koskee sähköturvallisuutta ja sähkömagneettista yhteensopivuutta (Electromagnetic Compability, EMC). Sähköturvallisuuslain 5 § 1 momentissa säädetään edellytyksistä, jotka sähkölaite ja -laitteiston tulee täyttää, jotta se voidaan saattaa markkinoille, ottaa käyttöön tai luovuttaa eteenpäin. Lain mukaan laitteet ja laitteistot tulee suunnitella, rakentaa, valmistaa, huoltaa ja käyttää niin, ettei niistä aiheudu vaaraa kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle. Laitteista tai laitteistoista ei saa aiheutua kohtuutonta sähköisesti tai sähkömagneettisesti eikä niiden toiminta saa helposti häiriintyä sähköisesti tai sähkömagneettisesti. Standardien mukaisesti toimimalla täytetään kaikki olennaiset turvallisuusvaatimukset. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2018, Nurmi 2017.)

Suomen sähköturvallisuusviranomaisena toimii Turvallisuus- ja kemikaalivirasto TUKES. Kauppa- ja teollisuusministeriön antaman päätöksen (1193/1999) mukaan sähköturvallisuusviranomaisen tehtäviin kuuluu olennaisia turvallisuusvaatimuksia vastaavien standardien luettelon vahvistaminen sekä saatavilla pitäminen. Lista standardeista on annettu Tukes-ohjeessa S10-2018 (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2018.)

Sähköturvallisuuslain mukaan standardista saa poiketa, jos vastaava turvallisuustaso pystytään saavuttamaan muilla keinoin. Poikkeamista tulee laatia kirjallinen selvitys ennen laitteiston rakentamisen tai korjaamisen aloittamista ja siinä esitetään ratkaisut, jotka on valittu täyttämään olennaiset turvallisuusvaatimukset sekä kuvaus, kuinka vaatimukset toteutuvat. Poikkeamille tulee olla myös tilaajan antama suostumus. Poikkeamaselvitys liitetään sähkölaitteiston käyttöönottotarkastuspöytäkirjaan. Valtioneuvoston asetus

sähkölaitteistoista 1434/2016 antaa tarkemman selvityksen sähkölaitteistojen olennaisista turvallisuusvaatimuksista. (Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen turvallisuudesta 1193/1999.)

## 5 Asentajakansion toteutus

### 5.1 Asentajakansion tavoite

Sähkökeskuksen valmistus on prosessi, joka alkaa asiakkaan tilauksesta ja päättyy valmiin keskuksen asennukseen työmaalla. Väliin jää vaihe, jossa keskuksen valmistaja suunnittelee, valmistaa ja tarkastaa keskuksen. Asentajakansion tarkoitus on tukea asentajan työtä valmistusprosessin aikana. Asentajakansion avulla asentajat pystyvät välttämään virheet työssään jo ennalta ennen koestusta sekä yhtenäistämään keskusien valmistustapaa, jotta kaikki asiakkaat saavat yhtä hyvän, turvallisen ja samanlaatuisen keskuksen. Tämä lisää yrityksen uskottavuutta ja laatua asiakkaiden silmissä.

Asentajakansiota kirjoitettaessa on pyritty siihen, että sähköalan peruskoulutuksen saanut henkilö pystyisi sitä vaivatta lukemaan ja soveltamaan ohjeita käytännössä. On kuitenkin mahdollista, että sähkökeskuksia valmistavassa yrityksessä työskentelee kokoonpanotyössä myös muun koulutuksen saaneita henkilöitä. Tällöin yrityksen tulisi omassa koulutuksessaan ja perehdytyksessään varmistaa, että työntekijä ymmärtää sähkökeskusten kokoonpanossa tärkeät peruseräaatteet ja työskentelytavat ja kykenee tarvittaessa etsimään tarvitsemansa tiedon käsikirjasta sekä myös soveltaa löytämänsä tietoa käytännössä. Tavoitteena oli tuottaa yksiselitteinen, helposti löydettävä ja luettava ohje, joka on käytettävissä asentajan kokemuksesta huolimatta, kunhan perustiedot on omaksuttu.

Virheet ovat valitettavan arkipäiväisiä kojeistoasentajan työssä. Toki virheiden tekemistä pyritään välttämään, mutta niitä syntyy kokoonpanossa usein eri syistä. Syynä voi olla asentajan ammattitaito, suunnittelusta tulleet virheelliset kuvat, virheet asiakkaalta tulleissa kuvissa tai inhimilliset kiireestä johtuvat huolimattomuusvirheet.

Asentajan kokoonpanotyössä tekemillä virheillä on ajallisesti ja laadullisesti vaikutusta koko tuotannon prosessissa. Keskuksen valmistuttua kokoonpanosta se siirtyy tarkastukseen ja tarkastuksen näkökulmasta olisi parasta, jos keskus olisi suunniteltu ja

valmistettu kerralla oikein. Tämä nopeuttaisi tarkastajan työtä huomattavasti, koska hän pystyisi tekemään tarvittavat testit ilman häiriöitä. Kuitenkin virheitä löytyy usein. Tällöin virheet on paikannettava ja korjautettava. Tämä vaatii aikaa, jota aina ei olisi ylimääräiselle työlle.

Vielä suurempi vaikutus asentajien tekemillä virheillä on niiden mahdollisuus päätyä asiakkaalle asti. Koestajan tehtävä on tarkastaa valmis keskus. Koestaja testaa keskuksen toimivuuden sekä pyrkii löytämään tuotannossa tulleet virheet. Jos keskus sisältää suuren määrän virheitä, on suurempi riski, että koestajalta jää jokin huomaamatta. Tästä syystä tuotannossa syntyviä virheitä pyritään minimoimaan esimerkiksi hyvällä opastuksella. Täysin virheetömiksi työtä tuskin koskaan saadaan, mutta tuotantoa voi aina pyrkiä tehostamaan ja parantamaan.

## 5.2 Toteutus

Asentajakansion päivitys aloitettiin vanhan, jo olemassa olevan kansion tutkimisesta. Kansion tieto oli jo käynyt vanhaksi ja siinä olleet säädökset olivat päivittyneet. Tietoja vertailtiin ja lisättiin pääosin pienjännitekeskuksia koskevasta standardista SFS-EN 61439 sekä uusimmasta SFS-käsikirja 640:stä. Standardien avulla pystyttiin päivittämään eri taulukoita muun muassa virta-arvoista, mutta kiskojen virtakestoisuuteen piti hyödyntää saksalaista DIN 43670 standardia. Lisäksi tarvittavaa tietoa kerättiin asentajilta, suunnittelijoilta, tarkastajilta sekä työnjohdolta.

Asentajakansiota tehdessäni pystyin hyödyntämään omaa kokemustani kojeistoasentajana sekä koestajana. Lisäksi asentajakansiota varten kerättiin eri työntekijöiltä heidän omia hyväksi havaittuja työtapojaan ja vuosien aikana kerääntynyttä tietoa. Näitä tietoja yhdistettiin standardeihin niin, että ohjeet ovat yksitulkintaisia, standardeja noudattavia ja yrityksen käytäntöjen mukaisia.

Aloin kirjoittamaan kansiota puhtaalta pöydältä ja pyrin luomaan siihen järkevän ja loogisen järjestyksen asentajan näkökulmasta katsottuna. Keskustelin yrityksen tuotantopäällikön kanssa niin nyt käytössä olevista ohjeista kuin kohta käyttöön tulevista, kuten muun muassa tulevista momenttimuutoksista. Pyrin ennakoimaan ja vähentämään asentajakansion pikaista päivittämisen tarvetta, ja siksi lisäsin myös tulevista ohjeista

oman taulukon. Uutta tietoa löytäessäni tein jatkuvaa muokkaamista kansioon ja pyrin selvittämään työpaikalla, kuinka oleellista kyseinen tieto olisi kojeistoasentajan työssä.

### 5.3 Asentajakansion sisältö

Asentajakansio sisältää oleellisen tiedon, mitä asentaja voi sähkökeskusta kootessa tarvita. Se on saatavilla työpisteiden tietokoneilla pdf-tiedostona, mikä mahdollistaa tietyn ohjeen hakemisen etsintäkomennon avulla. Koska kansio on tehty nimenomaisesti Kuopion toimipisteelle, sen sisältö koostuu kyseisen toimipisteen sähkökeskustyyppien asennusohjeista. Kansiossa esitetään kriteerit sähkökeskuksen rakenteelle, eli ohjeissa kerrotaan esimerkiksi, kuinka tietyt komponentit on sijoitettava keskuksen tai kuinka johtimet ja kiskotot merkitään asianmukaisesti.

Tietyntyypiset asiat, kuten pinta- ja ilmapälit, on esitetty taulukkomuodossa. Näin esimerkiksi tietty pintaväli on helppo tarkistaa nopeasti ilman, että joutuu kahlaamaan tekstiä läpi. Kansiossa on runsaasti kuvia ja piirroksia selventämässä esimerkiksi erilaisia komponentteja, rakenteita ja asennustapoja. Kansio sisältää myös esimerkkejä havainnollistamaan eri asennusvaihtoehtoja. Liitteet sisältävät perustiedot IP-luokituksesta sekä tasauskertoimen laskurin käytöstä.

## 6 Pohdinta

Tehdessäni asentajakansiota huomasin, että asentajilla oli työssään erilaisia toimintatapoja ja vaikka ne noudattivat standardin mukaisia, E Avenuella käytössä olevia linjauksia, työskentelytavoissa oli myös yhtenäisyyden puutetta. Näin ollen asentajakansion suurin hyöty voisi olla uusien työntekijöiden sekä jo jonkin aikaa töissä olleiden työn laadun parantuminen. Kansiosta on mahdollista hakea neuvoa ongelman sattuessa ja näin nopeuttaa työtahtia sekä parantamaan työskentelyn yhtenäisyyttä. Tämä toki edellyttää, että asentajat hyödyntävät kansiota tarkoituksenmukaisesti sekä myös noudattavat siinä annettuja ohjeita. Asentajilta tämä edellyttää omaa halua tehdä laadukasta työtä, joka noudattaa standardeja ja ohjeita sekä halua kehittyä työssään.

Mielenkiintoista opasta tehdessä oli huomata, miten paljon standardit määrittelevät asentajan työtä. Jokaiselle keskuksessa valmistuksessa esiintyvälle työvaiheelle löytyy oma, välillä hyvin yksityiskohtainen ohjeensa standardeista. Tämän vuoksi vanha

asentajakansio tuli käydä kohta kohdalta läpi ja oppaan teko oli hidasta. Vanhassa versiossa oli myös jonkin verran viittauksia muihin lähteisiin. Selvyyden sekä asentajien tiedonetsinnän helpottamiseksi nämä viittaukset etsittiin annetuista lähteistä ja kirjoitettiin suoraan auki asentajakansioon, jotta kaikki tarvittava tieto olisi löydettävissä yhdestä lähteestä. Työn laajuus sekä vanhan asentajakansion läpikäymisen hitaus yllättivät minut ja insinööriyön aikatauluttaminen työn ja perhe-elämän ohella aiheutti hieman hankaluuksia. Onnistuin kuitenkin omasta mielestäni tekemään asentajakansiosta selkeän ja helposti lähestyttävän kokonaisuuden. Kansion sisältö etenee loogisesti sähkökeskusten kokoamisen kannalta sekä pitkiä tekstiosuuksia karsittiin ja korvattiin havainnollistavilla kuvilla ja kaavioilla.

Itse olen työskennellyt koestajana ja asentajana. Olen huomannut miten tärkeä hyvä opas tai opastus on työssä onnistumisen kannalta. Töissä ei ole aina mahdollisuutta kysyä neuvoa toisilta työntekijöiltä, jolloin on hyvä, että on mahdollista katsoa ohjeita ja kuvia kirjallisesta lähteestä.

Asentajakansiosta saatavaa hyötyä sekä sen käytettävyyttä voidaan arvioida vasta sen tullessa käyttöön Kuopion toimipisteessä. Kansiota ei ehditty kierrättämään asentajien keskuudessa tämän insinööriyöprojektin aikataulun puitteissa, joten palautetta ehdittiin saada ainoastaan yrityksen toimitusjohtajalta. Asentajakansion tullessa käyttöön voidaan kerätä palautetta kaikilta sen käyttäjiltä sekä tehdä tarvittavia muokkauksia. Asentajakansio on kuitenkin itsessään säännöllisesti päivitettävä projekti standardien sekä yrityksen työhöjeiden muuttuessa. Tätä päivittämistarvetta ajateltiin tekemällä kansio kerralla huolellisesti, jotta mahdollisten pienten muutosten tai lisäysten tekeminen olisi mahdollisimman helppoa.



## Lähteet

E Avenue. 2016. Sähkönjakelun valtaväylä. Verkkoaineisto.

<[https://www.eavenue.fi/wp-content/uploads/2015/03/E Avenue\\_16.pdf](https://www.eavenue.fi/wp-content/uploads/2015/03/E Avenue_16.pdf)>. Luettu 5.5.2018.

Harsia Pirkko. 2008. Keskuksen merkitys. Verkkoaineisto.

<<http://www2.amk.fi/Ensto/www.amk.fi/opintojak-sot/0705016/1204792797383/1210598235193/1210598254225/1210598315291.html>>. Luettu 16.2.2018.

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen turvallisuudesta. 1193/1999.

Verkkoaineisto. <<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1999/19991193>>. Luettu 12.4.2018.

Kiwa Inspecta. 2018. FI-merkki ja FI-merkintä tuotteelle. Verkkoaineisto.

<<https://www.inspecta.fi/Palvelut/Sertifiointi-ja-arviointi/Tuotesertifiointi/FI-merkki/>>. Luettu 5.5.2018.

Lehto Aaro. 2014. Uusi standardi muuttaa sähkötukosten valmistusta. Verkkoaineisto. <<https://promaintlehti.fi/Laite-ja-korjaustekniikat/Uusi-standardi-muuttaa-sahko-jakokeskusten-valmistusta>>. Luettu 19.2.2018.

Nurmi Tapani. 2017. Standardointi ja sähköturvallisuus. Verkkoaineisto.

<[http://www.sesko.fi/ajankohtaista/koulutus\\_ ja\\_opiskelu/opiskeluaineistoja](http://www.sesko.fi/ajankohtaista/koulutus_ ja_opiskelu/opiskeluaineistoja)>. Luettu 14.2.2018.

Opetushallitus. 2017. Sähkö- ja automaatioalan perustutkinnon perusteet. Verkkoaineisto.

<[http://www.oph.fi/download/188802\\_OPH-2638-2017\\_Sahko- ja\\_ automaatioalan\\_pt.pdf](http://www.oph.fi/download/188802_OPH-2638-2017_Sahko- ja_ automaatioalan_pt.pdf)>. Luettu 4.4.2018.

Rousku, Henrik. 2014. Jakokeskusopas. Espoo: Sähköinfo.

SESKO RY. 2018. Standardit. Verkkoaineisto. <<http://www.sesko.fi/standardit>>. Luettu 12.2.2018.

Suomen Standardoimisliitto. 2018. Eurooppalaisten ja kansainvälisten standardien sekä muiden julkaisujen kansallinen käsittely. SFS -opas 5:2018. Helsinki: Suomen standardoimisliitto.

Suomen standardoimisliitto. 2016. SFS käsikirja 640. Sähkökeskukset: Switchgear and controlgear assemblies. Helsinki: Suomen standardoimisliitto.

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. 2018. Tukes-ohje 20/2018 Sähkölaitteistojen turvallisuutta ja sähkötyöturvallisuutta koskevat standardit (S10-2018). Verkkoaineisto. <<http://www.tukes.fi/fi/Palvelut/Tukes-ohjeet/1Sahko-ja-hissit/Tukes-ohje-202018-Sahkolaitteistojen-turvallisuutta-ja-sahkotyoturvallisuutta--koskevat-standardit-S10-2018/>>. Luettu 3.3.2018.

Vesa Juha. 2015. Standardointijärjestelmä. Verkkoaineisto. <<http://www.sesko.fi/files/470/Standardointi.pdf>>. Luettu 17.3.2018.

## ASENTAJAKANSIO

Asentajakansio

