

SAVONIA

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

TARKASTUKSEN KÄSIKIRJA PIEN- JÄNNITEKESKUKSILLE

TEKIJÄ Tommi Rönkkö

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä Tommi Rönkkö	
Työn nimi Tarkastuksen käsikirja pienjännitekeskuksille	
Päiväys 15.4.2024	Sivumäärä/Liitteet 35/0
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani POK Group Oy	
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön aiheena oli tarkastuksen käsikirja ja toimeksiantaja POK Group Oy. Yrityksellä on käytössään käsikirjoja moneen eri työvaiheeseen ja prosessiin, mutta tuotteiden lopputestaukseen ja tarkastuksen käyttöön semmoinen vielä puuttui ja sen laatiminen nähtiin tarpeellisena. Tavoitteena oli luoda käsikirja, jota voidaan käyttää apuna tarkastuksessa ja uusien henkilöiden perehdyttämisessä.</p> <p>Opinnäytetyön sisältö rajattiin sisältämään pienjännitekeskuksen tarkastusprosessi ja siihen liittyvät asiat. Aluksi työssä tutustuttiin aiheeseen liittyviin lakeihin ja standardeihin, jotka määrittelevät minimivaatimukset keskusten tarkastukselle. Keskusten tarkastuksen lisäksi perehdyttiin sähkötöiden tekemisen edellytyksiin sekä testauspaikkojen vaatimuksiin, tarkastuslaitteisiin ja henkilöstön pätevyysvaatimuksiin. Teoriamateriaaliin perehtymisen lisäksi haastateltiin myös yrityksen tarkastajia ja muuta henkilökuntaa, vierailtiin yrityksen yhdellä toimipisteellä ja kirjoittamista helpotti myös opinnäytetyön tekijän oma kokemus kyseisestä työtehtävästä.</p> <p>Työn lopputuloksena saatiin tarkastuksen käsikirja, jossa käsitellään tarkastukseen liittyviä asioita pääpainon ollessa kuitenkin itse keskusten tarkastuksessa. Käsikirjaa voi käyttää apuna tarkastustyössä ja työhön perehdytyksessä. Käsikirja sisältää standarditekstin lisäksi myös yrityksen omaa ohjeistusta ja käytännön ohjeita siihen, mitä pitää tarkastaa ja miten. Lisäksi sinne on koottu hyödyllisiä taulukoita ja kuvia.</p> <p>Käsikirja on tehty yrityksen käyttöön ja sitä ei ole julkisesti saatavilla.</p>	
Avainsanat pienjännitekeskus, tarkastus, testaus	

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Electrical and Automation Engineering	
Author Tommi Rönkkö	
Title of Thesis Inspection Handbook for Low-Voltage Switchgears	
Date 15 April 2024	Pages/Appendices 35/0
Client Organisation /Partners POK Group Oy	
<p>Abstract</p> <p>The topic of this thesis was an inspection handbook for low-voltage switchgears, and the client of the work was POK Group Oy. The company has many handbooks in use for different tasks and processes, but handbook was missing for final inspection and testing purposes of the products and so creating it was needed. The aim of the thesis project was to create a handbook, which could be used to help in inspection work and in the orientation of new inspectors.</p> <p>The content of the thesis was defined to include low-voltage switchgear inspection process and other related things. At the beginning of the work, the first task was to get familiarized with related laws and standards, which define the requirements for switchgear inspection. In addition of inspection, getting familiarized with the prerequisites for performing electrical work, requirements of test stations, test installations and equipment's and qualification requirements for test personnel was part of the work. In addition of getting familiarized with the theoretical background materials, the thesis work included the interviews of inspectors and other related people, visiting one of the company's factories and thesis author's own experience from inspection and testing tasks which made it easier to write the handbook.</p> <p>The thesis project resulted in the inspection handbook for low-voltage switchgears, which includes inspection related topics, but the main focus is on inspection work. The handbook can be used as a guide for inspection work and orientation of new inspectors. In addition of standard text, the handbook includes the company's own guidelines and hands-on information, what is needed check and how it is done. It also includes useful charts, tables, and pictures.</p> <p>The handbook is meant for the company's use only and is not publicly released.</p>	
<p>Keywords low-voltage switchgear, inspection, testing</p>	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
1.1	Termit ja määritelmät.....	8
1.2	POK GROUP OY	9
2	KESKUSTEN KOKOONPANOON JA TARKASTUKSEEN LIITTYVIÄ LAKEJA JA STANDARDEJA	10
3	SÄHKÖTURVALLISUUSLAKI JA SÄHKÖLAITTEITA KOSKEVAT VAATIMUKSET	11
3.1	Sähkölaitteen olennaiset vaatimukset	11
3.2	Sähkötöiden tekemisen edellytykset	12
3.3	Sähkötöiden johtajan tehtävät	12
3.4	Työnaikaisen sähköturvallisuuden valvoja	13
3.5	Itsenäisesti sähkötöitä tekevä ja valvova henkilö.....	13
3.6	CE-merkintä	14
4	KESKUSTEN TARKASTUS OSANA TUOTANTOA.....	15
4.1	Tarkastuksen jälkeiset toimenpiteet	15
5	TESTAUSPAIKAT	16
5.1	Joitain vaatimuksia testausalueille ja -laitteistoille	16
5.2	Testaustoiminta	17
6	HENKILÖSTÖ	18
6.1	Vaatimuksen henkilöstölle sähkötöissä ja testaustoiminnassa	18
6.1.1	Sähkötöissä vaaditut koulutukset	18
7	TARKASTUKSESSA KÄYTETYT TYÖKALUT JA LAITTEET	20
7.1	Jännitekoe ja eristysvastusmittaus	20
7.1.1	Jännitekoe	20
7.1.2	Eristysvastusmittaus	21
7.2	Yleismittari	22
7.3	Jännitetyökalut	22
7.4	ISO 9001 standardin vaatimukset mittareille	22
8	KAPPALETARKASTUKSET	23
8.1	Standardin vaatimukset tarkastukselle.....	23
8.1.1	Rakenne	23
8.1.2	Suorituskyky.....	28
8.1.3	Varmistaminen, että keskuksen mukana toimitetaan tarvittavat asiakirjat.....	30

9 TYÖN TOTEUTUS	31
10 YHTEENVETO JA KEHITYSIDEAT	32
LÄHTEET	34

KUVALUETTELO

KUVA 1. POK Group Oy:n kennokeskus. (POK Group Oy julkaisuaika tuntematon).....	9
KUVA 2. CE-merkki (Tukes, 2014)	14
KUVA 3. Tuotannon prosessikaavio (Rönkkö, 2023).....	15
KUVA 4. 2 kV:lla suoritettu jännitekoe (Rönkkö, 2023)	21
KUVA 5. Fluke 1663 -asennustesteri (Fluke julkaisuaika tuntematon)	21
KUVA 6. Jännitetyövälineen merkintä (SFS 6002, 2015, 62)	22
KUVA 7. IP2X koetinsormi (Rönkkö 2023)	24
KUVA 8. Huolimattomasti tehty liitos, jossa eriste jäänyt liittimen väliin. (Rönkkö 2023)	27

1 JOHDANTO

Tarkastuksen käsikirja pienjännitekeskuksille on tarkoitettu avuksi pienjännitekeskusten tarkastukseen ja testaukseen, uusien tarkastajien perehdyttämiseen ja tietolähteeksi. Yleensä uudella tarkastustyötä aloittelevalla on aikaisempaa kokemusta sähkökeskusasantajan työstä ja täten myös tietoa tuotteiden vaatimuksista. Tarkastustyön opettelu tapahtuu tyypillisesti kokeneempien opastamana ja työtä tehdessä opetellen ja se on hyvin käytännön läheistä. Käsikirjassa on tähän tueksi teoretietoa mm. standardien vaatimuksista ja pyritty kertomaan ja listaamaan eri tarkastuksen vaiheita ja mitä ne pitävät sisällään. Lisäksi käsikirjaa voi käyttää apuna esimerkiksi yrityksen eri toimipisteiden tarkastustoimintojen ja -alueiden yhtenäistämässä. Käsikirja sisältää tietoa myös muista tarkastukseen liittyvistä asioista.

Keskusten tarkastaminen jännitteisenä on sähkötyötä ja sähkötöiden tekemiselle on omat vaatimuksensa riippumatta siitä, tarvitaanko niissä sähkötöiden johtajaa vai ei. Sähkötyön tekemistä ohjaa esimerkiksi sähköturvallisuuslaki ja sähkötyöturvallisuusstandardi.

Keskusten sähköisessä testauksessa on mahdollisesti paljaita jännitteisiä osia, koska esimerkiksi virtakiskotilan ovet voivat olla auki tai kosketussuojaukset poistettu tarkastuksen ajaksi ja siksi on mahdollinen sähköiskun vaara niin testaushenkilökunnalle, kuin muille työntekijöille. Tämän vuoksi testausalueiden ja -laitteistojen sekä niiden käytön pitää täyttää niihin liittyvien standardien vaatimukset. Myös henkilöstölle on omat pätevyys- ja koulutusvaatimukset.

Pääpainotus käsikirjassa ja opinnäytetyössä on kuitenkin itse keskusten tarkastuksessa. Keskusvalmistuksessa jokainen keskus tarkastetaan ja testataan vähintään standardin SFS-EN IEC 61439-1 vaatimusten mukaisesti. Lisäksi on yrityksen omia käytäntöjä ja ohjeita. Käsikirjassa perehdytään standardin vaatimuksiin ja avataan tarkemmin, mitä ne pitävät sisällään ja miten niitä käytännössä tarkastetaan ja todennetaan ja millä laitteilla ja työkaluilla.

Työn lopputuloksena saatiin tilaajan käyttöön käsikirja, joka teoriaosaltaan vastaa tätä työtä, mutta jossa on enemmän käytännön ohjeita, hyödyllisiä taulukoita ja kuvia.

1.1 Termit ja määritelmät

Pienjännite	jännite, joka ei ylitä 1000 V vaihtojännitettä (AC) tai 1500 V tasajännitettä (DC)
Sähkötyö	työ sähkölaitteistossa tai sen läheisyydessä, kuten testaus ja mittaus, korjaus, vaihtaminen, muuttaminen, laajentaminen, asentaminen ja tarkastaminen
Opastettu henkilö	henkilö, jonka sähköalan ammattihenkilöt ovat opastaneet siten, että hän kykenee välttämään sähkön aiheuttamat vaarat
Sähköalan ammattihenkilö	henkilö, jolla on soveltuva koulutus ja kokemus, joiden perusteella hän kykenee arvioimaan riskit ja välttämään sähkön mahdollisesti aiheuttamat vaarat
Pääpiiri	kaikki keskuksen osat, jotka on tarkoitettu sähköenergian siirtoon
Apupiiri	kaikki keskuksen osat, jotka on tarkoitettu ohjaukseen, mittaukseen, merkinantoon, säätöön jne.
Kappaletarkastus	kunkin keskuksen kohdalla toteutettu todentaminen, jolla varmistetaan, että keskus täyttää keskusstandardin vaatimukset
Kosketussuojaus	toimenpide, jolla estetään henkilöä koskemasta tai joutumasta kehon osien tai esineiden välityksellä vaarallisen lähelle jännitteisiä osia
Osittainen kosketussuojaus	suojaus, jolla käyttö- tai huoltoimenpiteenä käsiteltävän osan lähellä olevat jännitteiset osat suojataan niin, ettei niitä voi normaalia varovaisuutta noudattamalla koskettaa helposti tai tahattomasti
Ilmaväli	lyhyin mitattu etäisyys kahden johtavan osan välillä pingotettua lankaa pitkin
Pintaväli	lyhyin eristysaineen pintaa pitkin mitattu etäisyys kahden johtavan osan välillä
Mitoituseristysjännite U_i	keskuksen valmistajan keskukselle tai sen piirille ilmoittama jännitteen tehollisarvo, joka määrittelee eristyksen kestävyysarvon
Mitoitussyökykestoajännite U_{imp}	keskuksen valmistajan keskukselle tai sen piirille ilmoittama syökykestoajännitteen arvo, joka määrittelee eristyksen kestävyysarvon transienttijännitteitä vastaan

1.2 POK GROUP OY

POK on vuonna 1979 perustettu yksityisesti omistettu perheyrittäjä. Yritys suunnittelee ja valmistaa sähköjakelujärjestelmiä ja ohjauskeskuksia. Asiakkaita ovat esimerkiksi sähköurakoitsijat, teollisuuslaitokset, rakennusliikkeet sekä kone- ja laitevalmistajat. Suurin osa toimituksista menee kotimaahan, mutta myös välillisen viennin osuus on merkittävä.

Tuotevalikoimaan kuuluu esimerkiksi

- kehikko-, kotelo- ja kennokeskukset
- mittaus- ja ryhmäkeskukset
- jako- ja haaroituskaapit, katujakokaapit, puisto- ja betonimuuntamot
- leikkaussalikeskukset
- kone- ja laitevalmistuksen tarpeisiin ohjauskeskukset
- laivojen komentositajärjestelmät
- automaatiokeskukset

POK konserniin kuuluu kaksi yhtiötä: emoyhtiö POK Group Oy sekä tytäryhtiö E Avenue Oy. Yritys toimii neljällä paikkakunnalla: Iisalmissa, Ikaalisissa, Kuopiossa ja Jokelassa. Yhtiön pääkonttori sekä oma ohutlevytuotantoyksikkö sijaitsee Kuopiossa.

Vuonna 2023 konsernin liikevaihto ylitti 45 M€ ja se työllisti keskimäärin 330 henkilöä. Konsernin tavoitteena tulevaisuudessa on jatkaa kasvua kotimaassa ja myös kansainvälisesti.



KUVA 1. POK Group Oy:n kennokeskus. (POK Group Oy julkaisuaika tuntematon)

2 KESKUSTEN KOKOONPANOON JA TARKASTUKSEEN LIITTYVIÄ LAKEJA JA STANDARDEJA

Suomessa sähkötöitä, sähkölaitteita ja täten myös sähkökeskusten valmistusta säännellään eri laeilla, asetuksilla ja standardeilla. Niiden tunteminen on välttämätöntä, jotta tuotteet ja työskentely pysyvät vaatimustenmukaisina.

- Sähköturvallisuuslaki 1135/2016

Sähköturvallisuuslaissa säädetään olennaiset vaatimukset sähkölaitteille ja -laitteistoille, jotta niiden käyttö olisi turvallista ja ettei niistä aiheudu ympäristölle vaaraa. Lisäksi siinä on vaatimukset sähkötöiden tekemiselle.

- SFS-EN IEC 61439-1:2022. Pienjännitekeskukset. Osa 1: Yleisvaatimukset.

SFS 61439-1 standardissa on yleisvaatimukset pienjännitekeskuksille. Standardin tuntemus on välttämätöntä keskusvalmistuksessa ja siinä on myös vaatimukset tarkastukselle.

- SFS-EN IEC 61439-2:2021:en Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 2: Power switchgear and controlgear assemblies.

Standardissa on täydentäviä vaatimuksia ammattikäyttöön tarkoitetuille pienjännitekeskuksille.

- SFS-EN 61439-3:2013. Pienjännitekeskukset. Osa 3: Maallikoiden käyttöön tarkoitettut keskuskeskukset (jakokeskukset).

Standardissa on täydentäviä vaatimuksia maallikoiden käyttöön tarkoitetuille pienjännitekeskuksille.

- SFS-EN 50191:2011 Sähköisten testauslaitteistojen asennus ja käyttö

Keskusten testaus tehdään muista työskentelyalueista ja kulkureiteistä erotetulla alueella. Testauksessa käytetään erilaisia laitteistoja, esimerkiksi testauskeskusta testijännitteen syöttöön. Standardissa määritellään vaatimukset erilaisille testauspaikoille ja laitteistoille sekä niiden käyttöön.

- SFS 6002:2015 + A1:2018 Sähkötyöturvallisuus

Standardi antaa vaatimukset turvalliselle sähkötyön tekemiselle. Siinä otetaan kantaa mm. sähkötyön organisointiin, vastuualueisiin, työskentelytapoihin ja sähkötyöhön osallistuvien henkilöiden perehdytykseen ja koulutusvaatimuksiin.

3 SÄHKÖTURVALLISUUSLAKI JA SÄHKÖLAITTEITA KOSKEVAT VAATIMUKSET

Sähkökeskukset ovat sähkölaitteita ja niiden valmistusta, olennaisia vaatimuksia ja markkinoille asettamista säännellään sähköturvallisuuslaissa. Sähköturvallisuuslakia sovelletaan sähkölaitteisiin ja -laitteistoihin, joita käytetään sähkön tuottamisessa, siirrossa, jakelussa tai käytössä ja joiden sähköistä tai magneettisista ominaisuuksista voi aiheutua vahingon vaara tai häiriötä (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016, 2 §). Sähköturvallisuuslain tarkoituksena on varmistaa sähkölaitteen käytön pitäminen turvallisena ja estää laitteen käytöstä aiheutuvien sähkömagneettisten häiriöiden haitalliset vaikutukset sekä turvata sähkölaitteen sähkövirran tai magneettikentän välityksellä aiheuttamasta vahingosta kärsineen oikeudet. (Sähköturvallisuuslaki 1 §)

Sähkölaite määritellään sähköturvallisuuslaissa (4 §). Sähkölaite on sähköä toimiakseen tarvitseva tai sähkön tuottamiseen, siirtoon tai mittaamiseen tarkoitettu:

1. valmis laite
2. asennustarvike
3. markkinoilla saataville yhtenä toiminnallisena yksikkönä asetettu laitteiden yhdistelmä
4. komponentti tai osakokoonpano, joka on tarkoitettu laitteen loppukäyttäjän asennettavaksi laitteeseen.

Sähkölaitteisto on sähkölaitteista, asennustarvikkeista, sähkökeskuksista, sähköjohdoista, kaapeleista ja vastaavista tarvikkeista muodostuva kokonaisuus (Tukes julkaisuaika tuntematon). Tällaisia ovat esimerkiksi kiinteistöjen sähköasennukset. On hyvä tiedostaa sähkölaitteen ja sähkölaitteiston ero.

3.1 Sähkölaitteen olennaiset vaatimukset

Sähkölaitteet on suunniteltava, valmistettava ja käytettävä niin, että:

1. niistä ei aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa
2. niistä ei sähköisesti tai sähkömagneettisesti aiheudu kohtuutonta vaaraa
3. niiden toiminta ei häiriinny helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti. (Sähköturvallisuuslaki 6 §)

Sähkölaitteen suunnittelu ja valmistus on tehtävä hyvän teknisen käytännön mukaan siten, että se on oikein asennettuna, huollettuna ja oikein käytettynä sähkömagneettisesti yhteensopiva eikä vaaranna ihmisten terveyttä ja turvallisuutta, kotieläimiä tai omaisuutta. Sähkölaitteen suojaus on varmistettava sähkölaitteen aiheuttamien vaarojen varalta ja myös sellaisten vaarojen varalta, jotka voivat aiheutua ulkoisten tekijöiden vaikutuksesta sähkölaitteeseen. (Sähköturvallisuuslaki 12 §)

Valmistajan on ennen sähkölaitteen markkinoille saattamista varmistettava ja voitava osoittaa, että laite on suunniteltu ja valmistettu 12 §:ssä tarkoitettujen olennaisten vaatimusten mukaisesti. Valmistajan on suoritettava sähkölaitteelle vaatimuksenmukaisuuden arviointimenettely ja laadittava vaatimuksenmukaisuuden osoittamiseksi tekniset asiakirjat. (Sähköturvallisuuslaki 13 §)

3.2 Sähkötöiden tekemisen edellytykset

Suomessa kaikissa töissä on noudatettava työturvallisuuslakia ja sen perusteella annettuja säädöksiä. Sähkötöissä on lisäksi noudatettava sähköturvallisuuslakia, siihen liittyviä säädöksiä ja standardin Sähköturvallisuus SFS 6002 vaatimuksia.

Sähkötöillä tarkoitetaan sähkölaitteen korjaus- ja huoltotöitä sekä sähkölaitteiston rakennus- korjaus ja huoltotöitä (Sähköturvallisuuslaki 53 §). Standardin vaatimuksia on noudatettava myös esimerkiksi sähkölaitteiden testauksissa, koska niissä esiintyy sähköiskun vaara.

Sähkötöiden tekemiseen yrityksessä liittyy tiettyjä veloitteita, joiden on täyttyvä ennen toiminnan aloittamista.

Toiminnanharjoittaja saa tehdä sähkötöitä, kun seuraavat ehdot täyttyvät:

1. töitä johtamaan on nimetty henkilö, jolla on riittävä kelpoisuus eli sähkötöiden johtaja
2. itsenäisesti töitä suorittavalla ja valvovalla on riittävä kelpoisuus tai muuten riittävä ammattitaito
3. toiminnanharjoittajan käytössä on töiden tekemiseen tarpeelliset työvälineet sekä työturvallisuutta koskevat säännökset
4. toiminnasta on tehty ilmoitus sähköturvallisuusviranomaiselle ennen kuin sähkötöitä koskeva toiminta aloitetaan. (Sähköturvallisuuslaki 55 §)

Toiminnanharjoittajan on nimettävä sähkötöiden johtaja ennen sähkötöiden toiminnan aloittamista. Uusi sähkötöiden johtaja on nimettävä kolmen kuukauden kuluessa siitä, kun sähkötöiden johtaja vaihtuu tai on estynyt hoitamasta tehtäväänsä, muutoin kuin lyhytaikaisen esteen vuoksi. (Sähköturvallisuuslaki 57 §)

Sähkötöiden johtajan pitää olla toiminnanharjoittaja tai tällaista toimintaa harjoittavan palveluksessa. Sama henkilö saa olla nimettynä enintään kolmen toiminnanharjoittajan sähkötöiden johtajaksi samanaikaisesti. (Sähköturvallisuuslaki 58 §)

3.3 Sähkötöiden johtajan tehtävät

Sähkötöiden johtajalla on kokonaisvastuu sähkötöiden tekemisestä ja sähköturvallisuudesta. Sähköturvallisuuslain 59 § mukaan sähkötöiden johtaja vastaa siitä, että:

1. sähkötöissä noudatetaan sähköturvallisuuslakia
2. sähkölaitteet ja -laitteistot ovat sähköturvallisuuslain edellyttämässä kunnossa ennen käyttöönottoa tai toiselle luovuttamista
3. sähkötöitä tekevät henkilöt ovat ammattitaitoisia ja riittävästi tehtäviinsä opastettuja

Sähkötöiden johtajaa ei tarvita kaikissa sähköalan töissä. Tällaista työtä on SFS 6002 mukaan esimerkiksi sähkölaitteiden testaus. Työsuorituksesta vastaava henkilö on kuitenkin nimettävä. Myös standardin SFS 6002 mukaisia menettelyjä on sähkölaitteiden testauksissa noudatettava, jos niissä esiintyy sähköiskun vaara.

Sähköalan töissä, joissa ei tarvita sähkötöiden johtajaa tai käytön johtajaa, esim. sähköalan oppilaitoksissa, sähkölaitteiden valmistukseen liittyvissä testauksissa ja testauslaboratorioissa, työnantaja tai sähkölaitteiston haltija nimeää työsuorituksesta vastaavan henkilön. Tämän henkilön pitää olla sähköalan ammattihenkilö, joka tuntee toimintaan liittyvät vaarat. (SFS 6002, 2015, 56)

3.4 Työnaikaisen sähköturvallisuuden valvoja

SFS 6002 (2015, 55) mukaan työsuorituksesta vastaava henkilö, eli työnaikainen sähköturvallisuuden valvoja on nimettävä työkohteeseen, jossa työstä voi aiheutua sähköiskun tai valokaaren vaara. Tämän henkilön on oltava sähköalan ammattihenkilö, joka tuntee kyseiseen työhön tai työtehtävään liittyvät vaarat. Tämä henkilö voi osallistua työhön tai tehdä sen kokonaisuudessaan itse.

Työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojan nimeäminen tehdään kertaluontoisella tai pysyvällä, esim. työtehtävään liittyvällä määräyksellä. Jos kohteessa on useita henkilöitä, pitää määrittellä joka tilanteelle, kenelle työnaikaisen sähköturvallisuuden valvonta kuuluu. Määrittelyä ei tarvitse tehdä kirjallisesti, mikäli tehtävät työt ovat riittävän selväpiirteisiä, niin että valvonta voidaan määrittellä suullisesti tai ennalta sovitun käytännön mukaisesti. (SFS 6002, 2015, 55–56)

Jos sähkötyön tekemiseen ei tarvita sähkötöiden johtajaa, työn tekijän pitää valvoa työnaikaista sähköturvallisuutta (Valtioneuvoston asetus sähkötyöstä ja käyttötyöstä 1435/2016 2 §).

3.5 Itsenäisesti sähkötöitä tekevä ja valvova henkilö

Suomessa voimassa olevien säädösten nojalla asianmukaisesti töihin opastettu sähköalan ammattihenkilö voidaan katsoa riittävän ammattitaitoiseksi valvomaan ja itsenäisesti tekemään koulutustaan ja työkokemustaan vastaavaa sähkötyötä. Vaatimuksena tälle on sopiva sähköalan peruskoulutus ja riittävän laaja-alainen kyseisiin töihin perehdyttävä ja opastava työkokemus. (SFS 6002, 2015, 55)

Sähköturvallisuuslaissa määritellään sähköalan ammattihenkilö ja mitkä edellytykset on täyttyvä, jotta koulutustaan ja kokemustaan vastaavaa sähkötyötä voi tehdä ja valvoa itsenäisesti. Vaatimukset liittyvät koulutukseen ja työkokemukseen. Alla on lueteltu esimerkit vaatimuksista:

1. soveltuva tekniikan alan korkeakoulututkinto, sähköalan insinöörin tai teknikon tutkinto ja kuuden kuukauden työkokemus sähkötöistä;
2. soveltuva ammattitutkinto, erikoisammattitutkinto tai vastaava aiempi koulutus tai tutkinto ja kuuden kuukauden työkokemus sähkötöistä;
3. soveltuva ammatillinen perustutkinto tai vastaava aiempi koulutus tai tutkinto ja vuoden työkokemus sähkötöissä, tai;
4. kuuden vuoden kokemus sähkötöissä ja riittävät alan perustiedot. (Sähköturvallisuuslaki 73 §)

Mikäli sähkö- ja käyttötyöt kohdistuvat samankaltaisiin sähkölaitteisiin, on edellä mainitussa pykälässä myös näille vaatimukset, jotka ovat hieman kevyemmät. Näitä vaatimuksia voitaneen soveltaa keskusvalmistukseen liittyvään testaukseen.

Jos kyse on samankaltaisiin sähkölaitteisiin tai sähkölaitteeseen rinnastettaviin sähkölaitteistoihin kohdistuvasta sähkö- ja käyttötyöstä, riittävän ammattitaitoiseksi tekemään itsenäisesti kyseisiä töitä katsotaan 1 momentissa säädetyn estämättä myös se, jolla on kahden vuoden työkokemus kyseisestä sähkötyöstä ja riittävät alan perustaidot tai soveltuva sähköalan koulutus ja vuoden työkokemus kyseisestä sähkötyöstä. (Sähköturvallisuuslaki 73 §)

3.6 CE-merkintä

Valmistajan on kiinnitettävä sähköturvallisuuslain vaatimukset täyttävään sähkölaitteeseen CE-merkintä ennen laitteen markkinoille saattamista. Merkintä on kiinnitettävä helposti luettavaksi ja pysyvästi sähkölaitteeseen tai pakkaukseen ja mukana tuleviin asiakirjoihin mikäli sen kiinnittäminen ei laitteeseen ole mahdollista tai perusteltua. (Sähköturvallisuuslaki 15 §)

CE-merkintä on merkintä, jolla tuotteen valmistaja tai valtuutettu edustaja vakuuttaa, että tuote täyttää EU:n direktiivien ja asetusten tuotetta koskevat vaatimukset. CE-merkinnän kiinnittää laitteen valmistaja tai sen valtuuttama edustaja. CE-merkintä pitää olla sähkölaitteissa ja CE-merkinnällä varustettu tuote saa liikkua vapaasti EU:n alueella. (Tukes julkaisuaika tuntematon)

CE-merkinnän vaatimuksenmukaisuuden vaatimukset ja muut CE-merkintään liittyvät asiat on kerrottu pienjännitedirektiivissä 2014/35/EU. Valmistajan on suoritettava em. direktiivin liitteen III mukainen arviointimenettely. Tuotteesta on laadittava tekniset asiakirjat ja niiden perusteella on voitava arvioida, onko sähkölaite vaatimusten mukainen, ja niiden on sisällettävä arviot ja analyysit riskeistä. Asiakirjoissa on täsmennettävä sovellettavat vaatimukset, ja niiden on katettava sähkölaitteen suunnittelu, valmistus ja toiminta. (Direktiivi 2014/35/EU. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi tietyllä jännitealueella toimivien sähkölaitteiden asettamista saataville markkinoilla koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön yhdenmukaistamisesta, liite III)



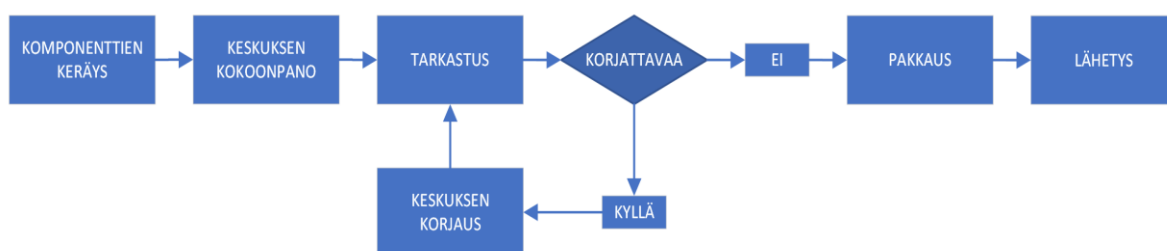
KUVA 2. CE-merkki (Tukes, 2014)

4 KESKUSTEN TARKASTUS OSANA TUOTANTOA

Keskusvalmistajan vastuulla on, että kaikki kappaletarkastukset, mukaan luettuna testaus, asennus ja käyttöönotto, tehdään ammattitaitoisen henkilön suorittamana tai valvomana (SFS 61439-1, 2022, 83).

Kaikki keskuksat tarkastetaan, ennen kuin ne toimitetaan tilaajalle. Tarkastuksen/testauksen tekee tarkastaja. Tarkastus tehdään lähes poikkeuksetta kyseistä työvaihetta varten rakennetulla testausalueella keskuksen valmistuttua, mutta esimerkiksi silmämääräistä tarkastusta voidaan tehdä myös keskuksen kokoonpanon aikana, esimerkiksi asentajan työpisteellä.

Alla on esitetty tuotannon prosessikaavio pääpiirteittäin:



KUVA 3. Tuotannon prosessikaavio (Rönkkö, 2023)

Tarkastus sisältää silmämääräistä tarkastusta, mekaanisia toimintakokeita, sähköisiä toimintakokeita, eristysvastus- ja jännitelujuusmittauksia. Lisäksi tarkastetaan kosketussuojaukset ja suojamaadoitus. Tarkastuksessa havaitut viat ja puutteet korjataan asentajan toimesta ja tarkastuksesta täytetään tarkastuspöytäkirja, jonka kopio toimitetaan keskuksen mukana tilaajalle.

4.1 Tarkastuksen jälkeiset toimenpiteet

Tarkastuksen jälkeen kiinnitetään kosketussuojat ja huolehditaan, että tarvittavat dokumentit, tarkastuspöytäkirja ja asennustarvikkeet, esimerkiksi keskuksen kiinnitystarvikkeet ja kiskostojen liittopalat ovat mukana. Suositeltavaa on myös ottaa valokuvat keskuksen sisä- ja ulkopuolelta.

Keskuksen mukana toimitetut dokumentit riippuvat keskuksen koosta ja käyttötarkoituksesta. Keskuksen mukana toimitetaan yleensä ainakin asennusohjeet, piirikaaviot, kokoonpanopiirustus, tiedot keskuksen ominaisuuksista ja tarvittaessa käyttö- ja huolto-ohjeet. Kaaviot voivat olla joko sähkösuunnittelijan tai keskusvalmistajan laatimia. Kokoonpanopiirustuksen laatii yleensä keskusvalmistaja ja siinä esitetään ainakin keskeisten komponenttien sijoitus, maadoituspisteet ja N- ja PE-piirin eriyttämiskohta. (SFS 640, 2016, 18.)

5 TESTAUSPAIKAT

Keskusten tarkastus tehdään testauspaikoilla ja testauslaitteistoille ja niiden asennukseen ja käyttöön sovelletaan standardia SFS 50191, 2011. Standardissa on vaatimuksia testauspaikoille ja -laitteistolle, sekä niitä käyttäville henkilöille. Vaatimukset perustuvat sähkön aiheuttamaan vaaraan ja siksi standardin mukaisuus ei ole tarpeen, mikäli jännitteisten osien koskettamisesta ei aiheudu vaaraa. Nämä ehdot on määritelty tarkemmin standardin sivulla 8. Yleensä kuitenkin testauslaitteistot ovat sellaisia, joissa on vaarallisen sähköiskun vaara.

Standardin mukaan testauslaitteistot pitää rakentaa ja toteuttaa:

- testauspaikkana
- testauslaboratoriona tai tutkimuslaitoksena
- tilapäisenä testauslaitteistona.

Näistä jokaiselle on omat, tai ainakin hieman poikkeavat vaatimukset. Keskusten tarkastukseen soveltuu testauspaikka, koska tyypillisesti keskukset tarkastetaan samalla, pysyvällä paikalla ja samalla testauslaitteistolla.

Testauspaikat toteutetaan:

- testauspaikat automaattisella suojauksella koskettamiselta
- testauspaikat ilman automaattista suojausta kosketukselta.

Testauspaikat automaattisella suojauksella koskettamiselta edellyttää esimerkiksi sitä, ettei testausjännitettä voi kytkeä, ennen kuin testauslaitteiston ja testattavan kohteen kaikki jännitteiset osat on suojattu ja suojan avaamisen on myös katkaistava testausjännite (SFS 50191, 2011, 18). Tämä on epäkäytännöllistä tai lähes mahdoton toteuttaa keskusten testauksessa ja siksi testauspaikat toteutetaan testauspaikkoina ilman automaattista suojausta koskettamiselta.

Testauspaikat voidaan toteuttaa ilman automaattista kosketussuojausta vain, jos se ei ole käytännöllinen, esim.

- testaustehtävät muuttuvat usein
- testauskohteet ovat erilaisia
- kun työn suorittamisessa on vakavia vaikeuksia
- jos testaustehtäviä esiintyy vain satunnaisesti/ajoittain. (SFS 50191, 2011, 20)

5.1 Joitain vaatimuksia testausalueille ja -laitteistoille

Testausalueet erotetaan muista työskentelyalueista ja kulkureiteistä esimerkiksi ketjuilla, köysillä, verkkoaidoilla tai puomeilla. Aitauksien tarkoitus on estää muiden, kuin testaushenkilöstön pääsy testausalueelle, sekä ulottuminen kielletylle alueelle (jännitteisiin osiin) ja testauslaitteiston käyttölaitteisiin. Johtavista materiaaleista valmistettu aitaus on maadoitettava tai käytettävä muita toimenpiteitä vikasuojaukseen. (SFS 50191, 2011, 16, 20)

Testauslaitteisto on varustettava hätä-seis-painikkeella ja lisäksi, kun testauspaikka on toteutettu ilman automaattista suojausta koskettamiselta, vähintään yksi hätä-seis-painike on asennettava testausalueen ulkopuolelle. Testauslaitteisto on varmistettava asiattomalta ja tarkoituksettomalta jännitteen kytkemiseltä testauspiireihin, käsiohjauslaitteiden on oltava selkeitä. Testauspiirit eivät saa tulla automaattisesti jännitteiseksi, kun jännite palaa katkoksen jälkeen. Testauslaitteisto on varustettava ≤ 30 mA vikavirtasuojalla, kun se on kytketty sähköisesti tavalliseen jakeluverkkoon. Toimintatilaa (testausjännitteen kytkemistä) ilmoittamaan asennetaan riittävä määrä punaisia varoitusvaloja ja testausalue on merkittävä selvästi ja näkyvästi varoituskilvillä. Testauspaikalla liikkuminen on oltava esteetöntä. (SFS 50191, 2011, 16, 20)

5.2 Testaustoiminta

Testauspaikalla, jossa ei ole käytössä automaattista kosketussuojausta, on ainakin yhden henkilön oltava paikalla näkö- ja kuuloyhteydessä testausta tekevän henkilön kanssa. Henkilön on oltava paikassa, josta voi välittömästi havaita mahdolliset testausalueen vaaratilanteet ja josta voi poistaa vaaran hätäpoiskytkentälaitteella. Testausalueelle voi poikkeustilanteissa mennä ammattitaitoinen henkilö myös silloin, kun testausjännite on kytketty, kunhan varmistutaan tarvittavin toimenpitein, ettei ulotuta vaaralliselle alueelle. (SFS 50191, 2011, 16, 20)

Testauksia tekevän henkilön on tarkastettava testauskoettimet ja niiden johtimet ennen työn aloitusta, jotta varmistutaan että ne ovat turvallisia käyttää (SFS 50191, 2011, 16, 26).

6 HENKILÖSTÖ

Keskuksia tarkastaville ja testaaville henkilöille on joitain vaatimuksia. Näitä ovat esimerkiksi perehdytykset ja koulutukset.

6.1 Vaatimuksen henkilöstölle sähkötöissä ja testaustoiminnassa

Kaikki sähköalan töitä tekevät henkilöt on perehdytettävä kyseiseen tehtävään ja siihen liittyviin sähköturvallisuutta koskeviin vaatimuksiin. Tämä yleisvaatimus koskee sähköalan ammattihenkilöitä, opastettuja henkilöitä sekä maallikoita. (SFS 6002, 2015, 55)

Keskusten tarkastuksessa tämä tarkoittaa sitä, että uudelle (testaus)henkilölle opastetaan testaustoimintaan liittyvät asiat. Näitä ovat esimerkiksi turvallinen toimiminen testausalueella ja testauslaitteiden käyttö. Testattaviin keskuksiin syötetään testausjännite erillisestä testauskeskuksesta ja sen oikeaoppinen ja turvallinen käyttö on käytävä läpi. Sama koskee myös esimerkiksi jännitekoetesteireitä, joissa tyypillinen testijännite on 2 kV. Myös muut testaustoimintaa liittyvät asiat on käytävä läpi, varsinkin jos niihin liittyy sähköiskun vaara.

Testauslaitteiston kanssa saavat työskennellä vain ammattihenkilöt tai opastetut henkilöt. Myös muulle henkilöstölle on koulutettava heidän työssään tarvitsemat turvallisuusvaatimukset ja -säännöt sekä yrityksen omat ohjeet. Testauspaikoille saa mennä vain sinne kuuluva henkilöstö ja muut henkilöt, jotka ovat saaneet riittävän vaaroja koskevan opastuksen. (SFS 50191, 2011, 26)

Jännitteen ollessa kytkettynä on muiden, kuin testaushenkilöstön poistuttava testauspaikalta. Poikkeustapauksissa, esim. keskusta korjattaessa voi ammattitaitoiset henkilöt mennä testauspaikalle, kunhan varmistutaan ettei ulotuta vaaralliselle alueelle. (SFS 50191, 2011, 28)

6.1.1 Sähkötöissä vaaditut koulutukset

Sähkötöissä vaaditaan joitain voimassa olevia koulutuksia. Näitä ovat SFS 6002, 2005, 57 mukaan ainakin sähkötyöturvallisuutta koskeva koulutus ja ensiapukoulutus. Lisäksi joissain töissä voidaan vaatia lisäkoulutuksia, esim. jännitetyökoulutus.

Sähkötyöturvallisuuskoulutus on annettava kaikille sähköalan töitä tekeville henkilöille, mukaan luetuna työnjohto, käyttö- ja asiantuntijatehtävissä toimivat henkilöt. Koulutuksen sisällössä on otettava huomioon ne tehtävät, joissa koulutukseen osallistuvat henkilöt toimivat. Koulutus on voimassa viisi vuotta, mutta sen uusiminen aikaisemmin on suositeltavaa, mikäli työntekijän tehtävissä, (yrityksen)työjärjestelyissä tai sähkötyöturvallisuuteen liittyvissä asioissa on tapahtunut muutoksia. (SFS 6002, 2015, 57)

Koulutuksen on pidettävä sisällään vähintään seuraavat asiat:

- sähköön aiheuttamat vaarat ja niiltä suojautuminen
- keskeisten sähkötyöturvallisuutta koskevien säädösten periaatteet, säädösten mukaisten vastuuhenkilöiden tehtävät ja standardin SFS 6002 asema
- standardin SFS 6002 sisältö soveltuvin osin. (SFS 6002, 2015, 57)

Sähköalan töissä on erityisesti huolehdittava ensiapuvalmiudesta sähkön aiheuttamien tapaturmien varalta. Kaikille ammattitaitoa vaativiin sähkötöihin osallistuville sähköalan ammattihenkilöille mukaan luettuna työnjohdon ja käytönjohdon henkilöt sekä näissä avustamaan opastetuille henkilöille pitää antaa ensiapukoulutus. Koulutuksen on pidettävä sisällään ainakin palovammoihin, sekä ruhje- ja viiltohaavoihin annettava ensiapu, sekä puhallus ja paineluelvytyksen opettamisen. (SFS 6002, 2015, 57)

7 TARKASTUKSESSA KÄYTETYT TYÖKALUT JA LAITTEET

Tarkastuksessa ja testauksessa tarvitaan eri laitteita ja työkaluja. Niiden tarve riippuu siitä, minkälainen tuote on tarkastettavana. Joissain tapauksissa tarvitaan esimerkiksi tietokonetta logiikkaohjelman siirtoon keskuksen logiikalle tai väylän liikennöinnin testausta siihen tarkoitettulla laitteella.

Yleensä pärjätään kuitenkin sähkönsyöttökeskuksen lisäksi normaaleilla jännitetyökaluilla, asennustesterillä, yleismittarilla ja jännitetesterillä. Nämä tulisi löytyä jokaiselta keskusten testauspaikalta ja tehtaalta, joissa keskuksia valmistetaan.

Työkalujen, varusteiden ja laitteiden, jotka on tarkoitettu tekemään turvalliseksi sähkölaitteiston käyttö ja työskentely niiden läheisyydessä, on oltava tähän käyttöön sopivia. Ne on pidettävä käyttökunnossa ja käytettävä oikein. Käyttökunnossa pitäminen tarkoittaa määrävälein tehtäviä silmämääräisiä tarkastuksia ja tarvittavia sähköisiä testejä. (SFS 6002, 2015, 19)

7.1 Jännitekoe ja eristysvastusmittaus

Sähkölaitteilla ja -asennuksilla on turvallisuussyistä niihin liittyvät eristysvaatimuksensa. Oli kyse sitten kaapeleista, johtimista, moottoreista tai muista elektronisista laitteista, tulee eristysvastuksen olla korkea vuotovirtojen minimoimiseksi. (Chauvin-Arnoux, Eristysvastuksen mittausopas 2022, 2)

Keskusten tarkastuksessa käytetään kahta eri mittaustapaa eristysten ja asennusten riittävän laadun varmistamiseksi. Näitä ovat dielektrinen mittaus ja eristysvastusmittaus.

7.1.1 Jännitekoe

Chauvin-Arnoux'n Eristysvastuksen mittausoppaan mukaan dielektrisessä mittauksessa testataan eristeen jännitteensietokykyä, kuten esim. salamaniskusta johtuvat jännitepiikit. Tärkein tarkoitus kyseisellä mittauksella on varmistaa, että eristysetasuudet ja vuotovirran määrä ovat hyväksyttävällä tasolla.

Mittaus tehdään keskustarkastuksessa yleensä vaihtojännitteellä ja testijännite riippuu keskuksen mitoituseristysjännitteestä, joka on yleensä sama kuin äärijohtimien välinen jännite. Mittaustuloksena saadaan vuotovirran arvo milliampeereina, mA. Testi tehdään jännitetesterillä, joka soveltuu korkeajännitemittauksiin.



KUVA 4. 2 kV:lla suoritettu jännitekoe (Rönkkö, 2023)

7.1.2 Eristysvastusmittaus

Vaihtoehtona jännitekokeelle, voidaan keskuksille tehdä eristysvastusmittaus, kun keskuksen jännite- ja virta-arvot pysyvät alle standardissa määritellyn arvon. Eristysvastusmittauksessa käytetään tasavirtaa ja alhaisempaa jännitettä, kuin dielektrisessä mittauksessa. Keskusten tarkastuksessa mitausjännite on vähintään 500 V DC. Mittaustulos saadaan esimerkiksi muodossa M Ω . Kyseinen vastus ilmaisee kahden johtimen tai johtimen rungon välistä vastusta.

Mittaus tehdään eristysvastusmittarilla tai esimerkiksi asennustesterillä.



KUVA 5. Fluke 1663 -asennustesteri (Fluke julkaisuaiika tuntematon)

7.2 Yleismittari

Yleismittari on perustyökalu sähkötöissä, testauksissa ja tarkastuksissa. Keskustarkastuksessa se on päivittäisessä käytössä mm. piippaustoiminnon vuoksi, jolla voidaan todeta johdotuksen oikeellisuus ja jatkuvuus. Lisäksi sitä tarvitaan esimerkiksi vastusten ja diodien mittaamiseen sekä jännitelähteiden ja latureiden jännitteen säätämiseen ja mittaamiseen.

7.3 Jännitetyökalut

Sähkötyössä ja käyttötyössä sekä työssä sähkölaitteiston läheisyydessä, jossa voi aiheutua sähköiskun tai valokaaren vaara, on käytettävä työhön tarkoitettuja tai siihen muuten soveltuvia turvallisia työvälineitä, joiden turvallisuus on tarvittaessa varmistettava sekä ennen työn aloittamista että työn kuluessa. (Valtioneuvoston asetus sähkötyöstä ja käyttötyöstä 2 §)

Tarkastuksessa käytetään jännitetyökaluja, koska osana testaustoimintaa joudutaan koskemaan jännitteisiin osiin. Jännitetyökaluja on käytettävä varsinkin, kun testausjännite on kytketty. Jännitetyökalut on oltava hyväksytyt 1000 V vaihtojännitteelle ja niistä pitää löytyä kuvan 5 merkintä.



KUVA 6. Jännitetyövälineen merkintä (SFS 6002, 2015, 62)

7.4 ISO 9001 standardin vaatimukset mittareille

Standardin mukaan yrityksen on järjestettävä ja määriteltävä resurssit, joita tarvitaan varmistamaan oikeat ja luotettavat tulokset, kun tuotteiden vaatimustenmukaisuuden todentamiseen käytetään seuranta- tai mittauslaitteita. Yrityksen on säilytettävä asianmukaista dokumentoitua tietoa näyttönä seuranta- ja mittausresurssien tarkoitukseen sopivuudesta. (SFS-EN ISO 9001, 2015, 16–17)

Jos mittauksen on vaatimusten mukaan oltava jäljitettäviä tai jos yritys pitää sitä olennaisena osana mittauslaitteiden paikkansapitävyyden varmistamisena, on mittauslaitteet kalibroitava ja/tai todennettava joko määräajoin tai ennen käyttöä. Kalibroinnin tai todentamisen perusteet on säilytettävä dokumentoituna tietona. Jos mittauslaitteen todetaan olevan käyttötarkoitukseensa soveltumaton, on yrityksen määriteltävä, onko tällä ollut haitallisia vaikutuksia edellisiin mittauslaitteisiin ja niiden kelpoisuuteen ja ryhdyttävä tarpeellisiin toimenpiteisiin. (SFS-EN ISO 9001, 2015, 17)

Tarkastuksen laitteista esimerkiksi jännitetesteri, asennustesteri ja momenttiavain kalibroidaan riittävin määräajoin. Joissain tapauksissa, kun esimerkiksi eristysvastusmittauksen tulosten halutaan olevan jäljitettävissä, voidaan laitteen sarjanumero laittaa tarkastuspöytäkirjaan ja jos myöhemmin kalibroinnissa esiintyy suurta heittoa, voidaan arvioida, onko tarvetta ryhtyä toimenpiteisiin.

8 KAPPALETARKASTUKSET

Keskuksat tarkastetaan standardin SFS 61439-1 kohdan 11 kappaletarkastukset vaatimusten mukaisesti. Standardissa annetaan vähimmäisvaatimukset, jotka on täyttyttävä ja lisäksi on yrityksen omat ohjeet ja käytänteet.

Kappaletarkastuksen tarkoitus on löytää viat ja virheet materiaaleissa ja työssä sekä varmistaa keskuksen kunnollinen ja oikeanlainen toiminta. Tarkastus tehdään jokaiselle keskukselle. Keskuksen valmistaja päättää tehdäänkö kappaletarkastukset valmistuksen aikana ja/tai valmistuksen jälkeen. Kappaletarkastusta ei vaadita tehtäväksi keskuksen sisältyville kojeille ja itsenäisille komponenteille, jos ne on valittu ja asennettu standardin vaatimuksia noudattaen. (SFS 61439-1, 2022, 83)

8.1 Standardin vaatimukset tarkastukselle

Standardin 61439-1 mukainen keskustarkastus koostuu kolmesta luokasta, ne ovat:

- Rakenne
- Suorituskyky
- Varmistaminen, että keskuksen mukana toimitettavaksi tarkoitetut asiakirjat ovat mukana ja sisältävät standardin SFS-EN 61439-1 kohdassa 6.2.1 vaaditut asiat.

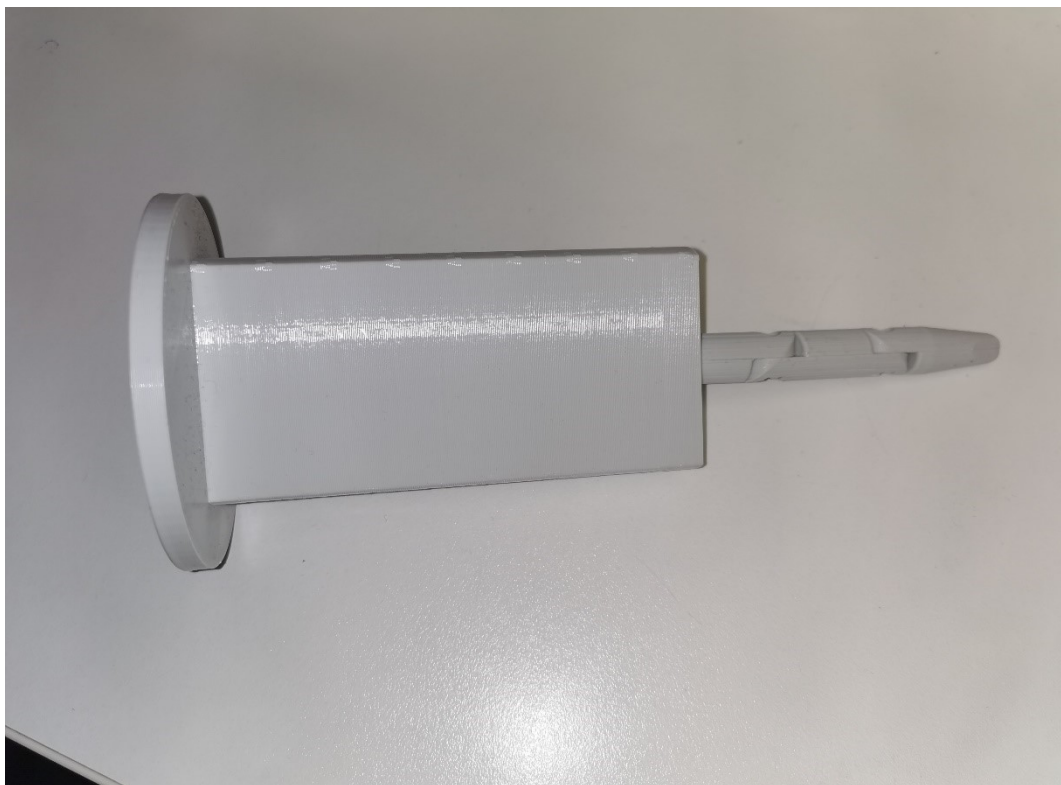
8.1.1 Rakenne

Keskuksen rakenteen tarkastaminen sisältää seitsemän kohtaa, niitä ovat:

1. IP-luokka, eli kotelointiluokka jännitteisten osien koskettamiselta, vieraiden kiinteiden osien ja veden sisään tunkeutumiselta.

IP(International Protection)-koodi koostuu kahdesta tunnusnumerosta ja vapaaehtoisista lisäkirjaimista ja täydentävästä kirjaimesta. Ensimmäinen numero kertoo suojausluokan vieraiden esineiden ja pölyn sisäänpääsylvä ja toinen veden sisäänpääsylvä. Lisäkirjaimella määritetään suoja vaarallisten osien koskettamiselta, esim. IP20C. (SFS 60529 + A1, 2000, 24)

Keskuksen IP-luokitus on kerrottu keskuksen dokumenteissa ja tyyppikilvessä. Tarkastus tehdään yleensä silmämääräisesti. Tarkastuksessa otetaan huomioon mm. aukotukset, tiivisteiden kunto ja asennusten, kuten kotelon kasaamisen oikeellisuus. Tarkastuksessa voidaan käyttää apuna myös kuvan 6 koetinsormea.



KUVA 7. IP2X koetinsormi (Rönkkö 2023)

2. Ilma- ja pintavälit

Ilmavälien minimiarvot riippuvat syöksyjännitteen mitoituskestoarvosta U_{imp} . Standardin SFS 61439-1 taulukossa 1 on kerrottu minimi ilmavälit eri syöksyjännitteen mitoituskestoarvoille, esimerkiksi U_{imp} ollessa 6 kV minimi ilmaväli on 5,5 mm. Riittävän ilmavälin todentamiseen on kolme tapaa:

- jos ilmavälit ovat pienemmän, kuin standardin taulukossa 1, pitää tehdä syöksyjännitekestävyyden testi
- jos ilmavälit eivät ole silmämääräisesti tarkastettuna ole selvästi suuremmat, kuin standardin taulukon 1 arvot, tehdään tarkastus fyysisellä mittauksella tai syöksyjännitekestävyyden testillä
- jos ilmavälit ovat selvästi suuremmat, kuin taulukon 1 arvot, riittää silmämääräinen tarkastus. (SFS 61439-1, 2022, 84)

Laitteelle vaadittu ylijännitteen kesto on ilmoitettu standardin SFS 6000-4-44, 2022 taulukossa 443.2. Se riippuu asennuksen nimellisjännitteestä ja ylijänniteluokasta. Keskuksiin sovelletaan ylijänniteluokkia III ja IV. Esimerkiksi 230/400 V nimellisjännitteellä ylijänniteluokalla IV vaadittu ylijännitteenkesto on 6 kV.

Pintavälien minimi arvot riippuvat mitoituseristysjännitteestä U_i , likaantumisasteesta ja materiaalluokasta. Minimipintavälit on esitetty standardin 61439-1 taulukossa 2. Pintavälien tarkastus tehdään silmämääräisesti ja jos ne eivät ole selviä, fyysisellä mittauksella.

SFS-käsikirja 640. Sähkökeskukset kirjan taulukossa 8.3-T2 on koottu ilma- ja pintavälejä eri jännitealueille ja likaantumisasteille. Taulukko on luotu standardin pohjalta käyttäen tiettyjä oletusarvoja ja se on hyvä apu tarkastuksessa.

3. Suojaus sähköiskulta ja suojapiirien eheys

Suojaus sähköiskulta toteutetaan perussuojauksella ja vikasuojauksella. Niiden tarkastus voidaan tehdä yleensä silmämääräisesti. Tarkastuksessa arvioidaan esimerkiksi koteloinnin ja suojien kestävyyttä ja vaatimustenmukaisuutta.

Perussuojauksen tarkoitus on ehkäistä suora kosketus vaarallisiin jännitteisiin osiin. Perussuojaus saavutetaan esimerkiksi keskuksen tarkoituksenomaisella rakenteella tai lisätoimenpiteillä. Lisätoimenpide voi olla esimerkiksi keskuksen asentaminen tilaan, jonne pääsevät vain valtuutuksen saaneet henkilöt. (SFS 61439-1, 2022, 38)

Jännitteiset osat voi suojata myös osat kokonaan peittävällä eristyksellä, suojuksilla tai kotelolla, näiden suojusten pitää täyttää vähintään luokka IPXXB. Helposti kosketeltavien suojuksien ja koteloiden vaakasuorien yläpintojen korkeintaan 1,6 m korkeudella on muodostettava vähintään IPXXD mukainen suojaus. (SFS 61439-1, 2022, 38)

Käyttö- tai huoltotoimenpiteitä vaativat keskuksen osat voidaan suojata osittaisella kosketussuojauksella. Tällaisia toimenpiteitä ovat esimerkiksi, kun muutetaan laitteen sähköistä tilaa, käytetään laitetta, kytketään, erotetaan, käynnistetään tai pysäytetään laite. Huoltotoimenpiteitä ovat esim. releiden asettelu ja kuitaus, sulakkeiden ja merkkilamppujen vaihto ja vian paikallistaminen. Osittainen kosketussuojaus on suojausaste, jossa lähellä käyttö- tai huoltotoimenpiteinä käsiteltäviä osia olevat vaaralliset jännitteiset osat eivät ole tahattomasti kosketeltavissa. Kyseisen suojauksen ei tarvitse täyttää IPXXB-vaatimuksia. Suojauksen tarkoituksena on saada aikaan sellainen suojausaste, että sähköalan ammattihenkilö tai opastettu henkilö voi suorittaa em. käyttö- ja huoltotoimenpiteet muuna kuin jännitetyönä. (SFS-käsikirja 640 2016, 30–31.)

Sähköalan ammattitaitoa vailla olevien henkilöiden käyttöön tarkoitettujen laitteistojen rakenteen on oltava sellainen, että nämä henkilöt voivat käyttää laitteistoa ja tehdä heidän tehtäväkseen tarkoitetut toimenpiteet turvallisesti ilman jännitteisten osien kosketusvaaraa ja valokaarivaaraa. (Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistosta 1434/2016, Liite.)

SFS 61439-1, 2022, 42 mukaan maallikoiden käyttöön tarkoitettujen keskusten suojauksen jännitteisten osien koskettamiselta on säilyttävä laitetta käytettäessä tai vaihdettaessa komponentteja. Kotelointiluokan minimiarvo on IPXXC, mutta esimerkiksi sulakkeiden vaihdon aikana sallitaan suuremmat aukot, kuin mitä IPXXC määrittelee.

Suojapiirit pitää tarkastaa silmämääräisesti, jolla varmistetaan, että valmistajan ohjeita on noudatettu ja varmennettu. Jos ei ole tarkastuksen perusteella ilmeistä, että suojapiirien yhteys maahan täyttää standardin vaatimukset, on tehtävä standardin mukainen jatkuvuustesti. (SFS 61439-1, 2022, 84)

Suojapiirin tarkastuksessa otetaan huomioon mm. maadoituksen tekotapa ja että kaikki jännitteelle alttiin osat on maadoitettu sekä maadoitusjohtimen tai -johtimien riittävä poikkipinta-ala. Asennustesterillä tehtävä suojamaan jatkuvuusmittaus tehdään vain, kun se on erikseen vaadittu ja silloin vastuksen arvon on oltava $<0,1 \Omega$.

Suojajohtimen poikkipinta-ala määräytyy keskuksen lyhytaikaisen mitoituskestovirran I_{cw} , tai äärijohtimen poikkipinta-alan S perusteella, kuten taulukossa 1 on esitetty. Näistä kahdesta valitaan suurempi poikkipinta-alainen johdin.

Äärijohtimen poikkipinta-ala S mm^2 kuparia	Suojajohtimen minimipoikkipinta-ala mm^2 kuparia
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

Taulukko 1. Suojajohtimen minimipoikkipinta-ala äärijohtimen perusteella. (SFS 6000-5-54, 2022, 12)

Mitoituskestovirran I_{cw} perusteella mitoitettun suojajohtimen poikkipinta-ala lasketaan kaavalla 1

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k} \quad (1)$$

missä S_p on poikkipinta-ala, I tehollisarvo vaihtosähköllä tai keskiarvo tasasähköllä vikavirralla, joka voi kulkea suojalaitteen kautta vikapaikan impedanssin ollessa merkityksettömän pieni, t suojalaitteen toiminta-aika, k kerroin, joka on riippuvainen suojajohtimen materiaalista, eristyksestä, sekä johtimen alku- ja loppulämpötilasta. (SFS 61439-1, 2022, 95)

Standardin taulukossa B.1 on annettu arvot eri eristemateriaaleille ja kertoimelle k .

4. Sisäänrakennettujen komponenttien liittäminen

Sisäänrakennettujen komponenttien asennus ja tunnistaminen on tehtävä keskusvalmistajan ohjeiden mukaisesti. (SFS 61439-1, 2022, 84)

Komponenttien oikeanlainen kiinnitys tarkastetaan. Se voi olla esim. din-kiskokiinnitys, ruuvi-, pultti- tai niittimutterikiinnitys. Komponentteihin kiinnitetään kojetunnukset.

5. Sisäiset sähköpiirit ja liitokset

Liitosten, erityisesti ruuvi- ja pultiliitosten, oikea kiristysmomentti on tarkastettava satunnaisotannalla. Johtimet on tarkastettava keskusvalmistajan ohjeiden mukaisesti. (SFS 61439-1, 2022, 84)

Liitosten kiristysmomentin määrittelee liittimen tai kojeen valmistaja. Asentaja ei voi itse määrittää liitoksen oikeaa kireyttä "näppituntumalla". Oikea kiristysmomentti takaa riittävän kosketuspaineen virtapiirin normaalitilassa ja oikosulkutilanteessa. Löysä liitos voi muodostaa ylimenovastuksen ja

kuumenemisongelman, kun taas liikaa kiristetty liitos voi rikkoa johtimen, tai liittimen ruuvien kierret, jolloin liitos on pilalla. (ST 51.09 Sähkötekniset liitokset ja liittimet alle 1000 V vaihtovirta-asennuksissa, 2022, 4)

Liitokset tarkastetaan satunnaisotannalla momenttiavaimella ja ruuvivääntimellä ja mikäli löyisiä liitoksia löytyy, käydään kaikki liitokset läpi. Myös liitosten tekotapaan kiinnitetään huomiota.



KUVA 8. Huolimattomasti tehty liitos, jossa eriste jäänyt liittimen väliin. (Rönkkö 2023)

Johtimien tarkastuksessa otetaan huomioon mm.

- johtimen tyyppi projektin mukaan, esim. AWG, jännitteenkestävyys tai halogeenivapaa
- poikkipinta-alat mitoitusvirran mukaan
- johtimien värit

6. Ulkoisten johtimien liittimet

Liitinten lukumäärä, tyyppi ja tunnistaminen pitää tarkastaa keskusvalmistajan ohjeiden mukaisesti. (SFS 61439-1, 2022, 84)

Jakokeskukseen liitettävien johtojen liitäntäpaikat on sijoitettava siten, että johdot voidaan liittää helposti. Keskuksessa on oltava riittävästi kiinteästi asennettuja liittimiä ja tilaa niihin liitettäviä johtoja varten. Liittimen on sovellettava asianomaiselle johtimelle ja materiaalille. (SFS 6000-7-729, 2022, 15)

Johtimille suositellaan varattavaksi vähintään standardin SFS 6000-7-729 taulukon 729.X.1 mukainen vapaa liitäntätila. Esimerkiksi 16–25 mm² johtimella se on 100 mm ja 240–300 mm² johtimella 400 mm. (SFS 6000-7-729, 2022, 15)

Ulkoisten johtimien liittimet ovat liittimiä, joihin keskuksen käyttäjä liittää omat kaapelit. Liittimien on oltava suunnitelmien mukaisia ja soveltuvia kytkettävään, esimerkiksi alumiiniseen johtimeen. Liittimiä on oltava tarpeeksi ja N- ja PE-johtimille on oltava oma liitin jokaiselle johtimelle, ellei toisin ole sovittu. Liitettävien kaapeleiden määrä ja tyyppi on hyvä tarkastaa pääkaaviosta ja/tai piirikaaviosta, jotta liittimiä on varmasti oikea määrä. Liittimet merkataan yleensä riviliitinmerkeillä, vaihetunnuksilla, N- ja PE-merkeillä ja tarvittaessa muilla tarroilla.

7. Mekaaninen toiminta

On tarkastettava mekaanisten käyttölaitteiden tehokkuus, lukitukset ja lukot mukaan luettuna ne, jotka sisältyvät ulosotettaviin osiin. Jos kytkinlaitteen käyttökahvaa käytetään osoittamaan laitteen kytkentäasentoa ja se irtoaa laitteesta oven ollessa auki, varmistetaan, että oven ollessa suljettuna kahva osoittaa yksiselitteisesti laitteen auki- ja kiinniasennot. (SFS 61439-1, 2022, 85)

Mekaaninen toiminta varmistetaan keskuksen liikkuvista osista, esimerkiksi ovista saranoinnin ja lukituksen osalta. Lisäksi kojeiden, esimerkiksi kytkinvarokkeiden toiminta ja ovien lukkiutuminen kytkimen kiinniasennossa tarkastetaan. Myös muut lukitukset, kuten pääkytkimen ja maadoituskytkimen välinen ristikkäislukitus testataan.

8.1.2 Suorituskyky

Suorituskyvyn testauksella varmistetaan, että keskus toimii sähköisesti oikein ja niin kuin on suunniteltu sekä varmistetaan siitä, että eristysvastus ja vuotovirta ovat sallituissa lukemissa. Suorituskyvyn tarkastus sisältää kaksi kohtaa.

1. Sähköiset ominaisuudet

Käyttötaajuuden jännitteen testi standardin kohtien 10.9.1 ja 10.9.2 mukaisesti pitää tehdä kaikille piireille, mutta kesto-aika on 1 s ja laukaisuvirta vähintään 3,5 mA. Testiä ei tarvitse tehdä apupiireille

- jotka on suojattu enintään 16 A oikosulkusuojalla
- jos sähköisen toiminnan testaus on tehty aikaisemmin mitoituskäyttöjännitteellä, joille apupiirit on suunniteltu. (SFS 61439-1, 2022, 85)

Koestus tehdään jännitetesterillä väleiltä L1-L2-L3-N-PE. Mikäli keskuksessa on N-PE yhdistys, se avataan testin ajaksi.

Testijännitteet pää- ja apupiireille riippuvat keskuksen mitoitusjännitteestä U_i ja ne on kerrottu standardin 61439–1 taulukoissa 8 ja 9. Esimerkiksi keskuksen U_i ollessa 400 V, on sähköisen testin vaihtojännitteen tehollisarvo 1890 V.

Tätä testiä varten kaikki keskuksen sähköiset komponentit on oltava liitettynä lukuun ottamatta niitä laitteita, jotka ovat asianomaisten määrittelyjen mukaan suunniteltu sähkölaitteen alhaisemmille testijännitteille, esim. käämitykset, mittauslaitteet ja ylijännitesuojat (SFS 61439-1, 2022, 62).

Tietyissä tapauksissa testi voidaan tehdä myös asennustesterillä/eristysvastusmittarilla.

Vaihtoehtona jännitekokeelle keskuksat, joiden syötön suojauksen arvo on enintään 630 A ja jännite U_n ei ylitä 500 V, todentaminen voidaan tehdä käyttämällä eristysvastusmittaria, jonka jännite on vähintään 500 VDC. Testin tulos on tyydyttävä, jos eristysresistanssi piirien ja jännitteelle alltiiden osien välillä on vähintään 1 M Ω . (SFS 61439-1, 2022, 85)

2. Johdotus, käyttökunto ja toiminta

On todennettava, että standardin 61439–1 kohdassa 6 määritellyt tiedot ja merkinnät ovat täydelliset (SFS 61439-1, 2022, 85). Tällä tarkoitetaan, että tarkastetaan keskuksessa oleva arvokilpi/tyypikilpi ja siinä olevat arvot. Keskuksen tiedot löytyvät keskuksen dokumenteista, esim. pääkaaviosta.

Keskuksen valmistajan on varustettava kukin keskus yhdellä tai useammalla kulutusta kestävillä merkinnöillä varustetuilla arvokilvillä sijoitettuna paikkaan, jossa ne ovat näkyvissä ja luettavissa keskuksen ollessa asennettu ja käytössä. (SFS 61439-1, 2022, 31)

Seuraavat keskusta koskevat tiedot on annettava arvokilvessä:

- keskuksen valmistajan nimi tai tavaramerkki
- tyyppimerkintä tai tunnistenumero tms., jonka avulla on mahdollista saada keskusvalmistajalta tarpeellisia tietoja
- valmistusajankohta
- keskuksen mitoitusvirta I_{na}
- keskuksen mitoitusjännite U_n
- keskuksen mitoitusfrekvenssi f_n
- IEC 61439-X (määrätty osa "X" on määriteltävä) (SFS 61439-1, 2022, 31).

Määrätty osa "X" on 2, kun keskus on tarkoitettu ammattikäyttöön ja 3, kun keskus on tarkoitettu maallikkokäyttöön.

Keskuksen mutkikkaisuudesta riippuen voi olla tarpeen tarkastaa johdotus ja suorittaa sähköinen testi. Testausmenettely ja testien määrä riippuu siitä, sisältääkö keskus esimerkiksi mutkikkaita lukituksia ja ohjauksia. (SFS 61439-1, 2022, 85)

Yksinkertaisen johdotuksen oikeellisuus virheiden varalta voidaan tarkastaa silmämääräisesti tai yleismittarin piippaustoiminnolla. Monimutkaisemmissa kytkennöissä sähköinen testaus on tarpeen ja se tehdään piirikaavion mukaan, jolloin myös sähköisten komponenttien toimivuus ja soveltuvuus tarkoituksenmukaiseen käyttöön voidaan todeta.

8.1.3 Varmistaminen, että keskuksen mukana toimitetaan tarvittavat asiakirjat

Kaikki standardin SFS 61439-1 luvun 5 mukaiset keskuksen liittämistä koskevat tiedot, silloin kun ne ovat käytössä, pitää toimittaa keskuksen mukana tulevissa dokumenteissa (SFS 61439-1, 2022, 32).

Keskuksen arvojen pitää taata yhteensopivuus asennusolosuhteisiin ja piireihin, joihin se on liitetty (SFS 61439-1, 2022, 28).

Alla on listattuna esimerkkejä liitântäarvoista, jotka on ilmoitettava. Täydellinen lista on esitetty standardissa. Liitântäarvoista on ilmoitettava:

1. Jännitearvot, esimerkkinä keskuksen mitoitusjännite U_n .
2. Virta-arvot, kuten keskuksen mitoitusvirta I_{nA} ja keskuksen piirin lyhytaikainen mitoituskestovirta I_{cW} .
3. Tasoituskertoimen mitoitusarvo RDF.
4. Mitoitustaajuus f_n .
5. Muut arvot, esimerkiksi maadoitustavat, johon keskus on suunniteltu, IP-luokka, rakenteen tyyppi, sähkö iskulta suojaamisen menetelmät. (SFS 61439-1, 2022, 31)

9 TYÖN TOTEUTUS

Opinnäytetyön lähtökohtana oli luoda yrityksen käyttöön tarkastuksen käsikirja. Työ alkoi aloituspalaverilla, jossa hahmoteltiin, mitä työ tulee pitämään sisällään. Palaverin aikana kirjoitettiin kynällä paperille otsikoita ja asioita, joihin perehtyä ja mitä voitaisiin käsikirjaan laittaa. Samalla myös rajattiin aihe sisältämään tietyt tuotteet ja asiat.

Käsikirjassa päädyttiin tarkastelemaan pienjännitekeskusten tarkastusta ja siihen liittyviä asioita. Aihe pohjautuu pitkälti lakeihin ja standardeihin ja siksi haluttiin selvittää ihan niistä lähtien, että mitkä ovat perusvaatimukset ja koota niistä olennaiset osat käsikirjan teoriapohjaksi. Ensimmäinen vaihe olikin tiedon hakeminen ja siihen perehtyminen. Aineistoa ja tietoa koottiin esimerkiksi Finlexin nettisivuilta, SFS Online -palvelusta, ST-kortistosta, aiheeseen liittyvästä kirjasta ja eri dokumenteista Internetissä. Aineistoa kertyi paljon ja sieltä seulottiin pois ne, jotka eivät varsinaisesti liittyneet keskusten tarkastukseen. Lisäksi esimerkiksi joistain standardeista poimittiin vain yksittäisiä kohtia, jotka nähtiin tarpeellisina. Tietolähteinä toimivat myös esimerkiksi yrityksen asentajakansiot ja tarkastusohjeet, joiden pohjalta haluttiin luoda tarkemmat ja yksityiskohtaisemmat ohjeistukset. Opinnäytetyön tekijällä oli työtä tehtäessä kokemusta keskusten tarkastuksesta yli kaksi vuotta. Työn alussa myös vierailtiin yrityksen toisella toimipisteellä tutustumassa tarkastustoimintaan ja siltä pohjalta aloitettiin varsinainen kirjoittaminen.

Työn alussa myös mietittiin aikataulua ja tehtiin Exceliin työn etenemisen aikajana välietappeineen ja päivämäärineen. Aikajana alkoi aloituspalaverista ja loppui työn valmistumiseen. Välietappeihin kirjattiin tehtävät ja päivämäärät, jotka olivat tavoitteena saada tehdyksi niihin mennessä. Alustava aikataulu työn valmistumiselle oli noin 5 kuukautta, mutta siihen ei päästy osittain siksi, että opinnäytetyötä tehtiin iltaisin normaalin päivätyön ohella. Työn aikana oli myös joitain taukoja, jolloin työ ei juurikaan edennyt.

Työn varsinainen toteutus oli hyvin itsenäistä tekemistä. Sisällön hahmotuttua kirjoitettiin tekstiä ja haettiin tietoa otsikko kerrallaan. Työn etenemistä seurattiin säännöllisin väliajoin seurantalopalaverilla Teamsin välityksellä ja loppuvaiheessa myös muilta kysyttiin mielipiteitä sisällöstä. Tärkein tulos työssä on standardin SFS-EN 61439-1 kohtaan kappale tarkastukset tutustuminen ja sen auki kirjoittaminen sekä listaukset, mitä keskuksista pitää tarkastaa. Käsikirjan kirjoituksessa yhdistyivät teoriaopiskelu ja käytännön toteutus, jossa menttiin teoria ja standardit edellä ja niiden luomien ehtojen nojalla kirjoitettiin esimerkiksi, että miten ne toteutetaan.

10 YHTEENVETO JA KEHITYSIDEAT

Opinnäytetyön aihe tarkastuksen käsikirja pienjännitekeskuksille valikoitui aiheeksi, koska sille koettiin olevan yrityksessä tarvetta. Opinnäytetyö rajattiin sisältämään SFS-EN 61439 mukaiset pienjännitekeskukset. Keskusten tarkastuksen tarkoitus on muun muassa varmistua siitä, että keskukset ovat turvallisia käyttää, toimivat oikein, niistä löytyvät tarvittavat merkinnät ja että ne on valmistettu niitä koskevien lakien, standardien ja suunnitelmien mukaisesti. Käsikirjan sisällössä päädyttiin tarkastelemaan pienjännitekeskusten tarkastuksen ohella muitakin aiheeseen liittyviä asioita.

Tarkastus on osittain sähkötyötä ja sähkötöiden tekemistä Suomessa säännellään eri laeilla ja standardeilla. Ensimmäinen vaihe oli tiedon keruu ja lakeihin ja standardeihin tutustuminen. Niiden avulla määritellään keskeisimmät vaatimukset sähkölaitteille ja sähkötöille sekä eri henkilöiden vastuut ja velvollisuudet. Käsikirjaan on koottu niitä kohtia laeista ja standardeista, jotka koskevat keskuksia ja niiden tarkastusta.

Keskukset testataan ja tarkastetaan tyypillisesti niille tarkoitetuilla testauspaikoilla niihin rakennetuilla testauslaitteistoilla. Työssä perehdyttiin myös niiden vaatimuksiin ja käyttöön aiheeseen liittyvien standardien avulla. Laitteistolla voidaan tarkoittaa esimerkiksi testijännitteiden syöttöön rakennettua keskusta. Testauspaikoille, niiden aitauksille, merkitsemiselle, merkkilampuille ym. on myös omat vaatimuksensa. Käsikirjaa voi käyttää apuna testauspaikan ja siellä työskentelemisen vaatimustenmukaisuuden arviointiin, kehittämiseen ja yhtenäistämiseen. Myös yleisimpien mittalaitteiden ja testereiden tarvetta ja käyttöä on käsitelty mm. siltä osin, että mitä laitetta käytetään milloinkin, millä koejännitteellä ja että mitä koestetaan.

Uudella tarkastajalla on yleensä muutaman vuoden kokemus keskusten asennustyöstä ja siten tietämystä tuotteista. Tarkastustyön opettelu tapahtuu kuitenkin yleensä kokeneempien opastuksella ja kirjallinen, pelkästään tarkastukseen tarkoitettu opas on voinut puuttua kokonaan. Myös standardien vaatimusten tuntemus voi olla puutteellista tai puuttua kokonaan ja asiat tehdään ”niin kuin ennenkin”. Keskukset on tarkastettava vähintään standardin SFS-EN 61439-1 kohdan kappaletarkastukset vaatimusten mukaan ja maininta standardista löytyy myös tarkastuspöytäkirjasta. Käsikirjassa on käsitelty mm. kyseistä kappaletta ja avattu tarkemmin, mitä sen kohdat pitää sisällään ja mitä niillä tarkoitetaan ja siksi se on hyödyllinen ainakin perehdytysvaiheessa.

Opinnäytetyön tekeminen eteni pääosin teoriaan tutustumisena ja sen pohjalta pyrittiin kokoamaan tarkastuksen näkökulmasta hyödyllistä tietoa käsikirjaan. Teoreettisena viitekehystenä toimivat aiheeseen liittyvät standardit, lait, asetukset, ST-kortit jne. Lähteinä käytettiin myös yrityksen omia ohjeistuksia liittyen tarkastukseen. Keskusten tarkastukseen sisältyy muitakin, kuin standardin vaatimukset ja käsikirjaan pyrittiin tarkemmin listaamaan tarkastettavat asiat aina rungosta johdotukseen ja viimeistelyyn.

Työn tekeminen oli hyvin itsenäistä ja kirjoittamisessa oli suuri apu opinnäytetyöntekijän omasta kokemuksesta kyseisestä työtehtävästä. Etenemisen aikana pidettiin säännöllisin väliajoin seurantapalavereita Teamsin välityksellä ja työn alussa vierailtiin yrityksen toisella toimipisteellä tutustumassa tarkastustoimintaan. Opinnäytetyö tehtiin kokonaisuudessaan päivätyön ohella ja työn valmistamisen ajankohdan arvioiminen oli hyvinkin hankalaa. Jatkossa vastaavissa projekteissa on tärkeää

suunnitella ja aikatauluttaa kukin työvaihe huolellisemmin, jotta työn valmistumisen arviointi on helpompaa. Lisäksi on tärkeää määritellä ja rajata tarkemmin lopputulosta, johon pyritään.

Työn lopputuloksena on käsikirja, jossa on paljon teoriatietoa mm. standardeista ja listattuna asioita, mitä pitää tarkastaa. Keskukset ovat yleensä projektiluonteisia ja asiakkaita on monelta eri toimialalta omine vaatimuksineen. Siksi yksityiskohtaista ohjeistusta, jota seurata ja jonka avulla tarkastaa keskus alusta loppuun on vaikeaa luoda. Ennemmin on annettu yleispätevät perusvaatimukset, jotka pitää ottaa huomioon

Opinnäytetyön tekijälle työ opetti mm. tiedonhakua, työn suunnittelua, palaverikäytäntöjä ja työn aikataulutusta. Lisäksi keskuksiin liittyvät standardit, joihin ei aikaisemmin ollut tutustunut, tulivat tutuiksi ja käytännönläheisen työn tueksi saatiin paljon teoriatietoa sekä opittiin keskustusten vaatimuksesta muutenkin, kuin tarkastuksen näkökulmasta.

Käsikirjaan on vielä tarkoitus lisätä liitteeksi esimerkiksi CAD-ohjelmalla piirretty layout-kuva tarkastusalueesta, jossa on otettu standardin vaatimukset huomioon. Tämän lisäksi kehitysideana käsikirjalle on lisätä enemmän käytännön ohjeita esimerkiksi ERP-järjestelmän käyttöön, tarkemmat ohjeet mittareiden ja testereiden käyttöön ja luoda enemmän ytimekkäitä ja konkreettisempia ohjeistuksia tiettyihin tarkastusvaiheisiin esimerkkikuvineen.

LÄHTEET

- Chauvin-Arnoux Group 2022. Eristysvastuksen mittausopas 2022. Pdf-tiedosto. Julkaisuaika tuntematon. <https://chauvin-arnoux.fi/wp-content/uploads/2014/07/Eristysvastuksen-mittausopas-2022.pdf>. Viitattu 10.1.2024
- Direktiivi 2014/35/EU. Tietyllä jännitealueella toimivien sähkölaitteiden asettamista saataville markkinoilla koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön yhdenmukaistamisesta. Euroopan unionin virallinen lehti 29.3.2014. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/fi/TXT/?uri=CELEX%3A32014L0035>. Viitattu 15.2.2024
- Fluke julkaisuaika tuntematon. Fluke-1663 asennustesteri <https://www.fluke.com/fi-fi/tuote/sahko-testaus/asennustesterit/fluke-1663>. Viitattu 13.1.2024
- POK Group Oy julkaisuaika tuntematon. Kennokeskus. <https://www.pok.fi/fi/buildingsystem/tuotteet/kenno>. Viitattu 18.12.2023.
- POK Group Oy 2023. Yritysesittely. POK Group Oy
- SESKO ry 2016. SFS-käsikirja 640. Sähkökeskukset 2016. 1. painos. Helsinki: Suomen Standardisointiliitto SFS.
- SFS 50191. 2011. Sähköisten testauslaitteistojen asennus ja käyttö. Helsinki: Suomen Standardisointiliitto SFS.
- SFS 6000-4-44. 2022. Pienjännitesähköasennukset. Osa 4-44: Suojausmenetelmät. Suojaus jännitehäiriöiltä ja sähkömagneettisilta häiriöiltä. Helsinki: Suomen Standardisointiliitto SFS.
- SFS 6000-5-54. 2022. Pienjännitesähköasennukset. Osa 5-54: Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Maadoittaminen ja suojajohtimet. Helsinki: Suomen Standardisointiliitto SFS.
- SFS 6000-7-729. 2022. Pienjännitesähköasennukset. Osa 7-729: Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset. Sähkökeskusten asentaminen. Helsinki: Suomen Standardisointiliitto SFS.
- SFS 6002. 2015. Sähkötyöturvallisuus. Helsinki: Suomen Standardisointiliitto SFS.
- SFS 60529 + A1. 2000. Sähkölaitteiden kotelointiluokat (IP-koodi). Helsinki: Suomen Standardisointiliitto SFS.
- SFS 61439-1. 2022. Pienjännitekeskukset. Osa 1: Yleisvaatimukset. Helsinki: Suomen Standardisointiliitto SFS.
- SFS-EN ISO 9001. 2015. Laadunhallintajärjestelmät. Vaatimukset. Helsinki: Suomen Standardisointiliitto SFS.
- ST 51.09 Sähkötekniset liitokset ja liittimet alle 1000 V vaihtovirta-asennuksissa. 2022. Espoo: Sähköinfo Oy. Viitattu 25.1.2024.
- Sähköturvallisuuslaki 1135/2016. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2016/20161135#a1135-2016>. Viitattu 19.12.2023.
- Tukes julkaisuaika tuntematon. CE-merkintä. <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/ce-merkinta>. Viitattu 15.2.2024.
- Tukes 2014. Tuotteiden CE-merkinnät kuntoon. Kuva. <https://tukes.fi/-/tuotteiden-ce-merkinnat-kunto-1>. Viitattu 15.2.2024.
- Tukes julkaisuaika tuntematon. Sähkölaitteistot. <https://tukes.fi/sahko/sahkolaitteistot>. Viitattu 10.2.2024.

Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistosta 1434/2016. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2016/20161434>. Viitattu 14.2.2024.

Valtioneuvoston asetus sähkötyöstä ja käyttötyöstä 1435/2016. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161435>. Viitattu 10.2.2024.