



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Eetu Nevala

SÄHKÖASENNUSTEN TARKASTUSOHJE

Tekniikka
2021

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Eetu Nevala
Opinnäytetyön nimi	Sähköasennusten tarkastusohje
Vuosi	2021
Kieli	suomi
Sivumäärä	36
Ohjaaja	Timo Männistö

Opinnäytetyön aiheena on sähköasennusten tarkastusohje. Tavoitteena oli kasvattaa omaa ja yrityksen tietämystä erityisesti yli 1 kV-käyttönottotarkastuksista sekä niiden dokumentoinneista. Työn aikana tehtiin käyttönottotarkastuspöytäkirjan liitteeksi yksityiskohtainen oman työn tarkastuslista sekä mittauspöytäkirja. Työ tehtiin Nordic Electro Power Oy:lle.

Työssä perehdyttiin sähkölakiin ja sähköasennusten tarkastuksia koskeviin SFS 6001- ja SFS 6000-standardeihin.

Työn tuloksena voidaan pitää yksityiskohtaista ja toimivaa tarkastusmallia. Uusien tarkastuslistojen ja pöytäkirjojen avulla dokumentoinnista tulee helpompaa ja nopeampaa. Oman työn tarkastuksen avulla pystytään kehittämään työn laatua tulevaisuudessa. Tarkastusmallia tulee kuitenkin päivittää säännöllisesti kohteiden ja työtapojen muuttuessa.

ABSTRACT

Author	Eetu Nevala
Title	Inspection Instructions for Electrical Installations
Year	2021
Language	Finnish
Pages	36
Name of Supervisor	Timo Männistö

The subject of this thesis was the instructions for checking electrical installations. The objective was to increase author's and the client company's knowledge, especially about the commissioning inspections of electrical installations and their documentation. During the work, a detailed checklist of own work and a measurement protocol were also annexed to the commissioning inspection protocol. The work was done for Nordic Electro Power Oy.

In this thesis, the Electricity Act and the SFS 6001 and SFS 6000 standards for electrical inspections were studied.

The result of this thesis can be considered as a detailed and functional inspection model. With the new checklists and protocols, documentation becomes easier and faster. The work checklist enables the quality of work to be developed in the future. However, the checklist ought to be updated regularly as the sites and protocols change.

Keywords Commissioning Inspections, work checklist, 1 kV electrical installations and documentation

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

1	JOHDANTO.....	7
2	NORDIC ELECTRO POWER OY	8
3	STANDARDIT JA VAATIMUKSET	9
3.1	Sähkölaiteistoluokitus.....	9
3.1.1	Luokan 1 sähkölaiteisto	9
3.1.2	Luokan 2 sähkölaiteisto	10
3.1.3	Luokan 3 sähkölaiteisto	10
3.2	Vaatimukset tarkastuksille ja mittauksille	10
3.3	Käyttöönottotarkastus.....	11
3.4	Käyttöönottotarkastuspöytäkirja.....	11
3.5	Varmennus- ja määräaikaistarkastukset	12
4	TYÖKOHTEET JA NIIDEN ASENNUSTYÖT	13
5	OMAN TYÖN TARKASTUS	14
5.1	Tarkastuksen sisältö.....	14
5.1.1	Sähkötilojen vaatimukset.....	14
5.1.2	Jännitteisten osien vähimmäisetäisyydet	15
5.1.3	Suojalaitteiden toimivuus	16
5.1.4	Laitteiden ominaisuudet ja käyttöolosuhteet.....	16
5.1.5	Kosketus- ja palosuojaus.....	16
5.1.6	Asennusten mekaaninen kunto	16
5.1.7	Kiinnitykset ja liitokset	17
5.1.8	Kaapelointi, läpiviennit ja vedonpoistot	17
5.1.9	Maadoitusjärjestelmän tarkastus	18
5.1.10	Dokumentit	18
5.2	Tarkastuslista	19
5.2.1	Kojeistot	20

6	NYKYISET TARKASTUSMENETELMÄT.....	21
6.1	Käyttöönottotarkastus.....	21
6.1.1	Aistivaraiset tarkastukset.....	21
6.1.2	Eristysvastusmittaukset	21
6.2	Dokumentoinnit.....	21
7	UUDISTETTU TARKASTUSMALLI	23
7.1	Käyttöönottotarkastus.....	23
7.2	Aistivaraiset tarkastukset.....	23
7.3	Jännitteettömät mittaukset.....	24
7.3.1	Suojajohtimen jatkuvuusmittaukset	24
7.3.2	Eristysvastusmittaukset	25
7.4	Jännitteiset mittaukset sekä testit.....	27
7.4.1	Kiertosuunnan tarkastus	27
7.4.2	Syötön automaattisen poiskytkennän toiminta	28
7.4.3	Vikavirtasuojauksen toiminta	28
7.4.4	Toimintatestit	28
7.5	Toiminnan tarkastaminen.....	29
7.5.1	Toiminnan tarkastaminen jännitteettömästi.....	29
7.5.2	Toiminnan tarkastaminen jännitteisenä.....	30
8	TARKASTUSTEN DOKUMENTOINTI TULEVAISUUDESSA.....	31
9	UUDISTETUN TARKASTUSMALLIN TOIMIVUUS KÄYTÄNNÖSSÄ.....	32
9.1	Käyttöönottotarkastus.....	32
9.2	Oman työn tarkastuslista.....	32
9.3	Mittauspöytäkirja.....	32
9.4	Dokumentointi	33
10	YHTEENVETO	34
	LÄHTEET	35

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1. Muuntamorakennus	13
Kuva 2. Oman työn tarkastuslistan kojeistoihin liittyvä osuus.....	20
Kuva 3. Väliaikainen mittauspöytäkirjan osa	22
Kuva 4. Fluke 1663-sähköasennustesteri	24
Kuva 5. Sähkölaitteen suojamaanjatkuvuus mittaus	25
Kuva 6. Megger MIT515-eristysvastusmittari	27
Kuva 7. Kiertosuunnan osoittava jännitteenkoetin.	27
Kuva 8. Koestettu mittauspiiri	30
Kuva 9. Dokumentaatiomalli	31
Taulukko 1. Jännitteisten osien vähimmäisetäisyydet.....	15
Taulukko 2. Koestusjännitteet alle 1000V eristysvastusmittauksissa.....	26
Taulukko 3. Sallitut poiskytkentäajat.....	28

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli saada aikaan toimiva tarkastusohje yli 1 kV-asennuksille. Työssä käydään läpi erityisesti sähköjakeluun ja teollisuuteen kuuluvia sähköasennusten käyttöönottoon liittyviä asioita. Työ tehtiin Nordic Electro Power Oy:lle.

Yrityksellä on kattava kokemus ja tietotaito pienjänniteasennusten tarkastuksista sekä mittauksista. Niitä on tehty paljon sekä niistä on jaettu laajasti materiaalia.

Yli 1 kV-asennukset on kuitenkin tehty usein alihankintatöinä ja varsinaiset käyttöönottotarkastukset ovat kuuluneet pääurakoitsijoille. Suuremmissa kohteissa on kuitenkin tullut tarve tehdä käyttöönottotarkastuksia myös yli 1 kV-asennuksille.

Työn tarkoituksena oli kerätä tietoa yli 1 kV sähköasennusten käyttöönottotarkastuksista sekä niiden dokumentoinneista, jotta yritys pystyisi tulevaisuudessa tekemään niitä itse.

Opinnäytetyön aikana suunniteltiin yksinkertainen ja toimiva tarkastusmalli yrityksen käyttöön. Lisäksi käyttöönottotarkastuspöytäkirjaan luotiin liitteiksi oman työn tarkastuslista sekä mittauspöytäkirja. Tarkastuslistan avulla asentaja voi itsenäisesti käydä läpi asennusten oikeaoppisuuden. Tarkastuslistan avulla pyritään samaan kohteiden dokumentteja sekä asennusten laatua paremmiksi.

2 NORDIC ELECTRO POWER OY

Nordic Electro Power Oy on täyden palvelun sähköliike, joka toimii Suomessa sekä muissa pohjoismaissa. Yhtiö aloitti toimintansa vuonna 2016 Vaasan sähköasennus Oy:n ja K.Verkkosähkötyöt Oy:n yhdistymisen myötä. Yhtiöllä on toimipisteitä sekä Suomessa että Ruotsissa. Suomessa päätoimipiste sijaitsee Vaasassa ja sivutoimipisteet Laihialla sekä Lapualla. Ruotsin toimipiste sijaitsee Skelleftå:ssa. Päättyneellä tilikaudella vuonna 2020 liikevaihto oli 6,5 miljoonaa euroa ja yhtiö työllisti ympärivuotisesti noin 40 työntekijää. /1-2/

Yritys tarjoaa asiantuntevasti sekä joustavasti sähkötöitä sekä teollisuuden että kiinteistöjen tarpeisiin. Teollisuuden sähköpalveluihin kuuluvat kojeistoasennukset, sähköasennukset, automaatioasennukset ja mekaaniset asennukset. Kiinteistötekniikan puolella yritys toteuttaa eritasoisia sähköurakoita aina alihankintatöistä kokonaisvaltaisiin KVR-urakointikohteisiin. Yritys tekee myös asennuksia alihankintatöinä useille eri sähköyhtiöille. /1/

Nordic Electro Power Oy:n asiakkaisiin kuuluvat sähköyhtiöt, teollisuuden alan suuryritykset, rakennuttajat, rakennusliikkeet ja julkisyhteisöt. /1/

Yrityksen toiminnassa painotetaan turvallisuutta, ekologisuutta sekä energiatehokkuutta. /1/

3 STANDARDIT JA VAATIMUKSET

Sähköturvallisuuslaissa on määritelty sähkölaitteille ja -laitteistoille yleiset turvallisuusvaatimukset. Määräykset on otettava huomioon sähkölaitteiden ja -laitteistojen suunnittelussa, rakennuksessa ja korjauksessa. Niistä ei saa aiheutua kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa. Sähkölaitteiden ja -laitteistojen toiminta ei saa häiriintyä helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti. Niistä ei voi myöskään aiheutua sähköisesti tai sähkömagneettisesti kohtuuttomia haittoja. /3/

3.1 Sähkölaitteistoluokitus

Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 44§ jakaa sähkölaitteistot kolmeen eri luokkaan. Luokat jaetaan sähkölaitteistojen varmennus-, määräaikaistarkastusten ja kunnossapito-ohjelmien vaatimusten mukaisesti. /4-5/

Opinnäytetyössä käydään läpi erityisesti sähkölaitteistoluokkia 2 ja 3 koskevia käyttöönottotarkastuksia sekä niille määritellyjä vaatimuksia. /4-5/

3.1.1 Luokan 1 sähkölaitteisto

Luokan 1a sähkölaitteistot ovat asuinrakennuksessa, jossa on enemmän kuin kaksi asuinhuoneistoa. Rakennus määräytyy asuinrakennukseksi sen pääkäyttötarkoituksen mukaisesti. Asuinrakennukseen voi sisältyä kuitenkin myös esimerkiksi liiketiloja. /4-5/

Luokan 1b sähkölaitteistot sijaitsevat muualla kuin asuinrakennuksissa. Niiden suojalaitteina toimivien ylivirtasuojien nimellisvirrat ovat yli 35 ampeeria. Ne eivät kuitenkaan kuulu luokkiin 2 ja 3. Luokan 1b sähkölaitteet sijaitsevat esimerkiksi teollisuus-, liike-, ja majoitusrakennusten kiinteistöissä sekä maatalouden tuotantorakennuksissa. /4-5/

3.1.2 Luokan 2 sähkölaitteisto

Luokkaan 2c kuuluvat laitteistot, joissa on yli 1000 voltin nimellisjännitteisiä osia. Niihin eivät kuitenkaan kuulu sähkölaitteistot, joissa on vain enintään 1000 voltin nimellisjännitteellä syötettyjä yli 1000 voltin sähkölaitteita tai niihin verrattavia laitteistoja. /4-5/

Luokkaan 2d lukeutuvat liittymistehoaltaan yli 1600KVA ja enintään 1000V sähkölaitteistot. /4-5/

3.1.3 Luokan 3 sähkölaitteisto

Kolmannen luokan sähkölaitteistoihin kuuluvat verkonhaltijan jakelu-, siirto-, ja muut vastaavat sähköverkot. /4-5/

3.2 Vaatimukset tarkastuksille ja mittauksille

Tarkastuksilla ja testeillä varmistetaan siitä, että asennukset täyttävät standardien, asiakkaiden sekä yrityksen omat vaatimukset.

Vaatimustenmukaisuus voidaan osoittaa silmämääräisillä tarkastuksilla, käyttökokeilla sekä mittauksilla. Laitteiston eri osien tarkastukset ja testit voidaan suorittaa laitteiston toimituksen tai valmistumisen jälkeen. /6/

Tyypillisiä tarkastuksien ja testien kohteita ovat esimerkiksi:

- laitteiden ominaisuudet sekä käyttöolosuhteet
- jännitteisten osien etäisyydet
- suojuksien korkeusmitat sekä etäisyydet
- merkinnät, turvakilvet ja turvalaitteet
- rakennusten/kotelointien paloluokitukset
- hätäuloskäynnit
- maadoitusjärjestelmät
- sähkölaitteiden ja -laitteiston osat

- suojaus-, valvonta-, mittaus-, ohjauslaitteet. /6/

3.3 Käyttöönottotarkastus

Sähköturvallisuuslain 1135/2016 43 § mukaan sähkölaitteisto saadaan ottaa käyttöön vasta kun käyttöönottotarkastuksessa on riittävässä laajuudessa selvitetty, että laitteisto täyttää sähkölaitteita ja -laitteistoja koskevat yleiset vaatimukset. Käyttöönottotarkastus tehdään myös kaikille muutos- ja laajennustöille. /7/

Sähkölaitteiston käyttöönottotarkastuksesta on vastuussa sähkölaitteiston rakentaja. Tarkastuksen vastuu siirtyy kuitenkin sähkölaitteistonhaltijalle, jos sähkölaitteiston rakentaja laiminlyö velvollisuutensa tai on estynyt huolehtimaan niistä. /7/

3.4 Käyttöönottotarkastuspöytäkirja

Käyttöönottotarkastuksista vaaditaan aina pöytäkirja, lukuun ottamatta vähäisiksi laskettavia töitä. Pöytäkirjojen laatiminen kuuluu sähkölaitteiston rakentajalle. /7/

Vaikka sähkölaitteiston käyttöönottotarkastuspöytäkirjaa ei aina vaadita, siitä huolimatta testausten tulokset on tarvittaessa annettava laitteiston haltijalle. Valtioneuvoston asetuksessa on määritelty tarkemmin käyttöönottotarkastuspöytäkirjan sisältö sekä vähäisiksi katsottavat työt. /7/

Käyttöönottotarkastuspöytäkirja sisältää työkohteen läpikäytävät asiat, yksityiskohtaisesti esitettynä. Tarkastuspöytäkirjoista pyritään saamaan nopeasti täytettäviä sekä selkeitä.

Käyttöönottotarkastuspöytäkirjassa tulee näkyä valtioneuvoston asetuksen mukaan seuraavat asiat:

- yksilöintitiedot kohteesta
- nimi ja yhteystiedot sähkölaitteiston rakentajalta ja sähkötöidenjohtajalta

- selvitys siitä, että sähkölaitteisto on säännösten ja määräysten mukainen
- käytetyt standardit
- sähköturvallisuuslain 34 §:n mukaisen selvityksen olemassaolo mahdollisten poikkeamien osalta
- käytettyjen tarkastus- ja testausmenetelmien yleiskuvaus sekä niiden tulokset. /8/

Käyttöönottotarkastuksen jälkeen tarkastajan on allekirjoitettava tarkastuspöytäkirja. Allekirjoituksen voi tehdä myös muulla luotettavalla tavalla. /8/

3.5 Varmennus- ja määräaikaistarkastukset

Sähköturvallisuuslain mukaan luokan 1, 2 ja 3 sähkölaitteistolle on käyttöönotto-tarkastuksen lisäksi tehtävä varmennustarkastus. Varmennustarkastus vaaditaan myös laitteistojen muutos- ja laajennustöille. Vastuu suorittamisesta kuuluu sähkölaitteiston rakentajalle. Varmennustarkastukset pitää tehdä ennen sähkölaitteistojen varsinaista käyttöönottoa tai tietyn ajan kuluessa sen jälkeen. Tarkemmat vaatimukset ajankohdille löytyy valtioneuvoston asetuksesta. /9-10/

Määräaikaistarkastukset vaaditaan luokan 1, 2 ja 3 sähkölaitteistoille, asuinrakennuksia lukuun ottamatta. Sähköturvallisuuslaissa on määritelty, että luokkiin 1 ja 2 kuuluvien sähkölaitteistojen määräaikaistarkastukset on tehtävä 10 vuoden välein. Luokan 3 sähkölaitteistoille määräaikaistarkastukset vaaditaan 5 vuoden välein. /11/

4 TYÖKOHTEET JA NIIDEN ASENNUSTYÖT

Opinnäytetyöhön sisältyy sähköasemilla, -rakennuksilla, muuntamoilla ja teollisuudessa tehtävät sähkötyöt. Kohteiden koot, työtehtävät sekä sijainnit vaihtelevat, joten tietämystä niiden toteutukseen ja käyttöönottoon tarvitaan paljon.

Työkohteissa yritys toteuttaa monipuolisesti erilaisia sähkötöitä. Asennuksiin sisältyvät kohteesta riippuen erilaiset pien- ja keskijännitelaitteistot. Kuvasta 1 voidaan havaita tyypillisiä sähköasennuksia muuntamorakennuksissa.

Yleisimpiin kohteissa tehtäviin asennuksiin lukeutuu kuitenkin esimerkiksi seuraavat pien- ja keskijännitesähkötyöt:

- pylväskatkaisijoiden ja erottimien asennus sekä niiden pylväät
- kojeistojen, keskusten, muuntajien haalaukset sekä asennukset
- akustojen asennukset
- kiskosillat
- kaapelipäätteet
- kaapelointi ja niiden kytkennät
- maadoitukset
- kiinteistötekniikan asennukset
- automaatiojärjestelmät.



Kuva 1. Muuntamorakennus.

5 OMAN TYÖN TARKASTUS

Uuden oman työn tarkastuslistan tavoitteena on olla yksityiskohtaisempi lisäosa aistinvaraisille tarkastuksille, jotka löytyvät ST-kortiston käyttöönottotarkastuspöytäkirjasta.

Tavoitteena olisi, että tulevaisuudessa omaa työtä tarkkaillaan jatkuvalla omatoimisella työnaikaisella valvonnalla sekä asennusten jälkeisellä oman työn tarkastuksella. Oman työn tarkastukseen kuuluu myös siihen kuuluvan tarkastuslistan täyttäminen.

Oman työn tarkastuksilla pyritään ensisijaisesti parantamaan asennusten turvallisuutta ja laatua. Niiden avulla mahdolliset ongelmat, virheet sekä puutteet löytyvät jo ennen varsinaista käyttöönottotarkastusta. Siitä johtuen myös mahdolliset korjauskustannukset pystytään pitämään matalina, eikä lisäkustannuksia aiheudu.

Oman työn tarkastuslistan suorittamisesta on mainittu myös yrityksen uusissa työohjeissa.

5.1 Tarkastuksen sisältö

Tarkastuksissa pääpaino kiinnittyy asennusten turvallisuuteen sekä niissä käytettyihin asennustapoihin. Tarkastuslista on suunniteltu niin, että tarkastuksen aikana tulevat vastaan virheherkimmät ja sähköturvallisuuden kannalta tärkeimmät asiat. Seuraavaksi käydään läpi oman työn tarkastuslistaan sisältyviä vaatimuksia.

5.1.1 Sähkötilojen vaatimukset

Standardit asettavat sähkötiloille omat vaatimukset, jotka pitää huomioida käyttöönottotarkastuksen aistinvaraisessa osiossa.

Oman työn tarkastuslistassa on huomioitu erityisesti sähköturvallisuuteen liittyvät asiat. Näihin kuuluvat sähkötilojen lukot, maadoitusvälineet, ensiaputarvikkeet, poistumistiet, opasteet ja varoituskyltit.

Sähkötiloille on määritelty myös rakennusteknisiä määräyksiä, mutta niitä ei ole huomioitu oman työn tarkastuksessa.

5.1.2 Jännitteisten osien vähimmäisetäisyydet

Jännitteisten osien vähimmäisetäisyydet pitää käydä läpi käyttöönottotarkastuksessa. Niiden tarkastus sisältyy sekä oman työn tarkastuslistaan että varsinaisen käyttöönottopöytäkirjan aistinvaraiseen osioon. Jännitteisten osien vähimmäisetäisyydet tarkastetaan aistinvaraisesti sekä mittaamalla. Tarkastuksessa käydään läpi vaiheiden väliset sekä vaiheen ja maan väliset mitat. /12/

Yli 1kV-asennusten vähimmäisetäisyydet löytyvät SFS 6001-standardin taulukosta. Taulukossa 1 on kerrottu laitteiden suurimmille käyttöjännitteille vaaditut etäisyydet vaiheen ja maan välillä. Jännitealueella 1 salamasyöksyjännitekestoisuus on sama sekä vaiheiden että vaiheen ja maan väliselle eristykselle. Siitä johtuen voidaan vähimmäisetäisyyksiä soveltaa molemmille etäisyyksille. Vähimmäisetäisyyksien määrittämisessä on huomioitava myös erityisolosuhteet, kuten esimerkiksi tuuli. /12/

Taulukko 1. Jännitteisten osien vähimmäisetäisyydet. /13/

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

Jännitealue	Laitteen suurin käyttöjännite	Lyhytaikainen koejännite (kestotaso) vaihtojännitteellä	Koejännite (kestotaso) salamasyöksyjännitteellä ^a	Pienin vaiheen ja maan ja vaiheiden välinen etäisyys <i>N</i>	
	U_m (tehollisarvo) kV	U_d (tehollisarvo) kV	U_p 1,2/50 μ s (huippuarvo) kV	sisälaitteistot mm	ulkolaitteistot mm
	3,6	10	20	60	120
			40	60	120
	7,2	20	40	60	120
			60	90	120
	12	28	60	90	150
			75	120	150
17,5	38	75	120	160	
		95	160	160	
24	50	95	160		
		125	220		
36	70	145	270		
		170	320		

5.1.3 Suojalaitteiden toimivuus

Suojalaitteiden valinnat käydään silmämääräisesti läpi oman työn tarkastuksessa. Niiden on vastattava suunnitelmaa. Suojalaitteiden arvot löytyvät niiden arvokilvistä sekä manuaaleista.

Esimerkiksi kohteen ylivirtasuojauksen toimivuutta verrataan suunnitelmiin ja niiden on täsmättävä keskenään.

5.1.4 Laitteiden ominaisuudet ja käyttöolosuhteet

Tarkastuksessa käydään silmämääräisesti läpi asennettujen laitteiden sopivuus kohteeseen. Erityisesti kiinnitetään huomiota laitteen kotelointiluokan sopivuuteen käyttöolosuhteissa. Lisäksi huomioidaan muun muassa laitteiden käyttötarkoitus ja käytettävyys. Tarkastuksessa käydään läpi sähkölaitteiden ja suunnitelmien vastaavuus toisiinsa nähden.

5.1.5 Kosketus- ja palosuojaus

Ennen sähkölaitteistojen käyttöönottoa on niiden kosketus- ja palosuojaukset tarkastettava. Sähkötilojen sekä sinne kuuluvien järjestelmien on täytettävä standardien SFS 6000 ja SFS 6001 mukaiset vaatimukset. Tarkastuslistaan on asetettu seuraavanlaisia kohtia kosketus- ja palosuojaukselle:

- palokatkot
- palonkestävät tuotteet
- kosketussuojaukset.

5.1.6 Asennusten mekaaninen kunto

Oman työn tarkastuslistassa sähkölaitteistojen sekä asennusten mekaaninen kunto todetaan aistinvaraisesti. Asennuksista käydään läpi sähkölaitteistot sekä

niiden osat. Tarkastuksen aikana tulee esiin tehtaalla, kuljetuksessa tai asennuksessa aiheutuneet vauriot, kuten vaurioituneet eristeet, asentamattomat kosketussuojat, toimimattomat luukut ja salpalaitteet.

5.1.7 Kiinnitykset ja liitokset

Keskeisimmät kohdat oman työn tarkastuslistassa ovat kiinnitykset ja liitokset. Liitokset ja kiinnitykset on tehtävä valmistajien antamien ohjeiden mukaisesti. Kiinnityksiin sekä liitoksiin suhtaudutaan vakavasti, koska niiden aiheuttamat virheet voivat aiheuttaa pahoja henkilö- ja materiaalivahinkoja.

Tarkastuslistassa pääpaino on liitosten momenteissa ja niiden momenttimerkinnoissä. Asennustöiden jälkeen tarkastuslistassa kysytään seuraavat kohdat:

- kiristysmomentit
- momenttimerkinnät
- laitteistovalmistajan vaatima momentti
- käytetty momentti
- liitoksien tekijän nimi sekä päivämäärä
- kaapelin vaipan maadoitus.

Sähkötilan tärkeimmille liitoksille voidaan tarvittaessa suorittaa takuuajan puitteissa lämpökamerakuvaukset. Mitattavat liitokset ovat esimerkiksi pääkeskukissa ja kiskosilloissa. Löysät ja huonot liitokset nostavat liitokohdan lämpötilaa merkittävästi.

5.1.8 Kaapelointi, läpiviennit ja vedonpoistot

Tarkastuslistaan on laadittu yksityiskohtaiset tarkastukset kaapeloinnille sekä niiden kytkennöille ja merkinnöille. Kyseisessä tarkastuksessa käydään silmämääräisesti seuraavat seikat läpi:

- mitoitus
- kaapelityyppi

- asennustapa
- kaapelipäätteet ja -kengät
- kiinnitys sekä vedonpoistot
- läpivientien tiiveys
- merkinnät.

5.1.9 Maadoitusjärjestelmän tarkastus

Maadoitusjärjestelmien aistinvaraisiin tarkastuksiin kuuluvat maadoitusjohtimien ja -liitosten tarkastaminen. Tarkastuksessa kiinnitetään huomio erityisesti niiden mitoituksiin, liitoksiin ja merkintöihin. Maadoitusten merkintöjen ja poikkipinta-alojen on vastattava dokumentteja. Maadoitusten osalta kohde on hyvä käydä läpi, koska myös kuvissa voi olla puutteita ja virheitä.

Maadoitusjärjestelmään tehdään myös suojamaanjatkuvuusmittaukset, joista kerrotaan tarkemmin kohdassa 7.3.1.

5.1.10 Dokumentit

Työkohteiden dokumentteja on säilytettävä tulevaisuuden huolto-, muutos- ja korjaustöitä varten. Tarkastuslistassa vaaditaan, että kohteesta löytyvät ainakin seuraavat dokumentit:

- pääkaaviot
- piirikaaviot
- tasopiirustukset
- kaapelinumeroluettelot
- kytkentäkuvat
- valmistajien kautta toimitetut manuaalit.

5.2 Tarkastuslista

Opinnäytetyön keskeisimpänä tavoitteena oli luoda yksityiskohtainen ja toimiva oman työn tarkastus sekä siihen kuuluva tarkastuslista. Tarkastuslista on tehty helposti ja nopeasti muunneltaviksi erityyppisiin kohteisiin. Tarkastuslistaa on jatkossa tarkoituksena käyttää liitteenä varsinaisissa käyttöönottotarkastuspöytäkirjoissa.

Tarkastuslista on tehty palvelemaan erityisesti yrityksessä tällä hetkellä ja tulevaisuudessa tehtäviä sähkötoivia. Uusi tarkastuslista tehtiin aikaisemmin käytetyn tarkastuslistan pohjalle. Vanhaa tarkastuslistaa muokattiin laajemmaksi ja yksityiskohtaisemmaksi.

Oman työn tarkastuslistalle on laadittu 11 pääkohtaa, jotka on jaettu tarkasteltaviin osiin:

- sähkötilan vaatimukset
- maadoitukset
- muuntaja
- kojeistot
- keskukset
- kiskosillat
- akusto
- kojeet ja laitteet
- kaapelointi, kytkennät, liitokset
- mittaukset
- dokumentit.

Tarkasteltavien kohtien määrä riippuu työkohteesta. Tarkastuslistan sisältöä voidaan muuttaa eri kohteille sopivaksi.

5.2.1 Kojeistot

Esimerkkinä oman työn tarkastuslistasta käsittelen tässä tarkemmin kojeistoon liittyvää osuutta.

Oman työn tarkastuksen huomio kojeistoissa kiinnittyy niiden toimintaan ja turvallisuuteen vaikuttaviin seikkoihin. Tarkastuslistaan on lisätty kriittisimmät ja virheherkimmät työvaiheet. Kojeistosta käydään aistinvaraisesti läpi seuraavat kohdat:

- asennusten laitteisto- ja laitevalmistajan ohjeidenmukaisuus
- kiinnitys lattiaan
- liitokset (käytetty kiristysmomentti sekä niiden merkinnät)
- maadoitukset
- lähtöjen merkinnät
- kaapelien läpiviennit
- kojeiston kunto ja siisteys (edestä ja takaa)
- avaimet ja työkalut.

Kojeistoissa tehtäviä kiristyksiä sekä niiden momenttimerkintöjä on haluttu korostaa erityisesti. Siitä johtuen tarkastuslistaan on lisätty kohdat, johon liitosten tekijä merkitsee nimensä, päivämäärän ja käytetyn momentin. Kuvassa 2 on esitetty kojeistoihin liittyvä osuus.

Kojeistot	KUNNOSSA	EPÄKUNNOSSA	Puutteet/Huomautukset	Korjaus pvm	Tarkastus
Yleiset					
Valmistajien antamien ohjeiden mukaisuus	x				
Kiinnitys / asennustapa	x				
Kojeiston kunto	x				
Kojeiston siisteys (kojeiston sisältä ja takaa)	x				
Kaapelien läpiviennit	x				
Lähtöjen merkinnät	x				
Kansien avaimet ja työkalut	x				
Liitokset					
Kiristykset MOMENTTI kiskot / liitokset	x				
MOMENTTIMERKINNÄT kiskot / liitokset	x				
Paineentasausaluslaatat oikeinpäin	x				
Valmistaja sekä siellä annettu momentti			Norelco (M12 pultti 75Nm)		
Käytetyn momentin suuruus		75Nm			
Tekijän nimi ja päivämäärä			Eetu Nevala 12.02.2021		
Maadoitukset					
Kojeistojen maadoituspalat	x				
Kojeistojen maadoitukset	x				
Kaapelivirtauntajista maadoitus	x				

Kuva 2. Oman työn tarkastuslistan kojeistoihin liittyvä osuus.

6 NYKYISET TARKASTUSMENETELMÄT

6.1 Käyttöönottotarkastus

Sähkönjakeluun ja teollisuuteen sisältyvien sähköasennusten varsinaiset käyttöönottotarkastukset on tähän asti kuuluneet yleensä pääurakoitsijalle.

Asennuksille on tehty kuitenkin aistinvaraiset tarkastukset sekä mittaukset.

6.1.1 Aistinvaraiset tarkastukset

Aistinvaraisia tarkastuksia on tehty asennusten aikana sekä niiden jälkeen. Niiden pääpaino on keskittynyt keskuksiin, kojeisiin ja kiskosiltoihin. Tarkastuslistassa on ollut seuraavia kohtia:

- asennustavat
- kiinnitykset
- liitokset
- kosketussuojaukset
- läpiviennit
- merkinnät.

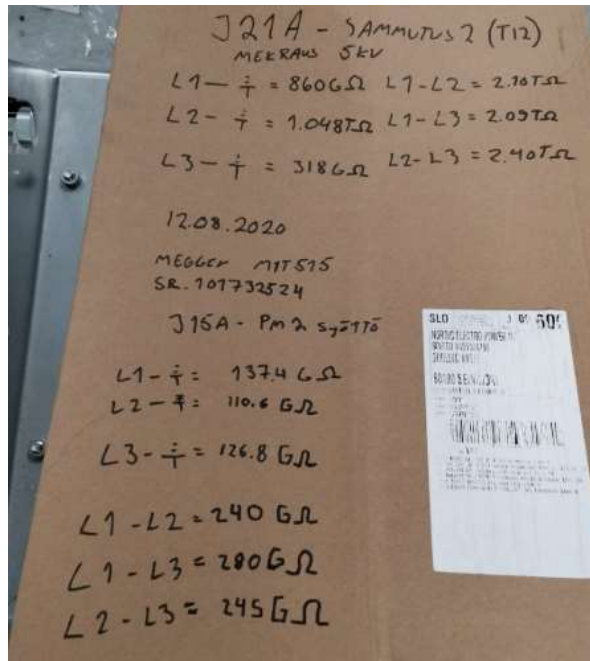
6.1.2 Eristysvastusmittaukset

Eristysvastusmittauksia on tehty asennusten valmistuttua kojeistojen ja keskuk-sien kiskoihin, kiskosiltoihin ja nousujohtoihin. Yrityksellä on käytössä myös yli 1 kV-mittauksille soveltuva Megger MIT515-eristysvastusmittari.

6.2 Dokumentoinnit

Käyttöönottotarkastusten dokumentoinnissa on ollut suurimmat ongelmat, koska tarkastus ja mittaustulokset on kirjattu väliaikaisille kuvan 3 mukaisille pahvinpa-loille tai vihkoihin. Tämän jälkeen on täytetty vasta lopulliset pöytäkirjat.

Dokumentointiin on haluttu tehokkuutta, koska vanha tapa on ollut työläs ja hidas. Ylimääräiset välivaiheet on haluttu pois. Irtopaperit ja vihot ovat olleet myös riskialttiimpia, koska niitä on vaikeampi säilyttää.



Kuva 3. Väliaikainen mittauspöytäkirja.

7 UUDISTETTU TARKASTUSMALLI

7.1 Käyttöönottotarkastus

Tulevaisuudessa varsinaiset käyttöönottotarkastukset tehdään pääosin ST-kortistosta löytyvän suurjännitelaitteiston käyttöönottopöytäkirjan mukaisesti. Käyttöönottopöytäkirjaan liitetään lisäksi yrityksen omat uudet liitteet.

7.2 Aistinvaraiset tarkastukset

Uudistetussa tarkastusmallissa asennukset käydään silmämääräisesti kattavasti läpi. Aistinvaraisiin tarkastuksiin kuuluvat ST-kortiston suurjännitelaitteiston käyttöönottotarkastuspöytäkirjan sekä opinnäytetyön aikana tehdyn oman työn tarkastukseen sisältyvät tarkastukset.

Aistinvaraiset tarkastukset tehdään asennustöiden aikana sekä niiden päätyttyä, kohdassa 5 oman työn tarkastus kuvatulla tavalla. Kattavin tarkastus tulos saadaan aikaan jatkuvalla työnaikaisella valvonnalla. Tiettyjen asioiden tarkastaminen voi olla jopa mahdotonta jälkikäteen.

Aistinvaraisten tarkastuksien tehtävänä on osoittaa, että asennetut sähkölaitteet ovat niitä koskevien vaatimusten sekä määräysten mukaisia. Vaatimuksia turvallisille ja laadukkaille asennuksille määrittelevät:

- standardit ja lait
- laite- ja laitteisto valmistajat
- asiakkaat
- yrityksen omat vaatimukset.

7.3 Jännitteettömät mittaukset

Mittauksien ensimmäisessä vaiheessa tehdään jännitteettömät mittaukset. Mittaukset suoritetaan aistinvaraistentarkastuksien jälkeen.

7.3.1 Suojajohtimen jatkuvuusmittaukset

Kattavalla maadoituksella pyritään estämään, ettei sähkölaitteistosta pääse aiheutumaan vaaraa tai haittaa ihmisille, laitteistolle tai muulle omaisuudelle. Tästä johdun on tärkeää mitata suojamaanjatkuvuudet jokaisesta mitattavista kohteesta.

/26/

Mittauskohteita ovat seuraavat:

- suojajohtimet sekä suojaavat potentiaalitasaus johtimet
- jännitteille alttiit osat. /14/

Niihin sisältyvät esimerkiksi keskukset, kojeet, laitteet, metallirakenteet ja iv-kanavat.

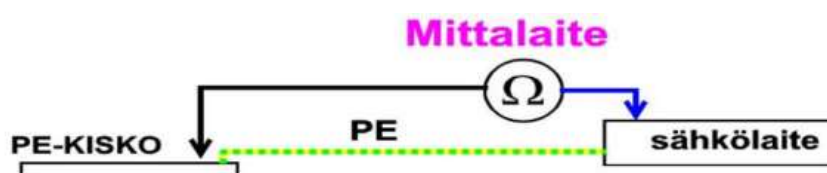
Suojamaan jatkuvuusmittaukset tehdään piirien ollessa jännitteettömiä. Yritys käyttää jatkuvuusmittauksiin yleensä kuvan 4 mukaista Fluke-asennustesteriä.



Kuva 4. Fluke 1663-sähköasennustesteri. /18/

Mittaukset aloitetaan kalibroimalla mittajohtimien aiheuttamat vastukset pois. Kun kalibrointi on tehty, voidaan aloittaa varsinaiset mittaukset. Jatkuvuusmittauksissa mittajohtimia sekä siihen liitettäviä päitä tarvitaan kaksi. Toinen pää laitetaan päämaadoituskiskoon eli Meb-kiskoon ja toinen mitattavaan kohteeseen. Kuvassa 5 on yksinkertaisesti esitetty sähkölaitteen suojamaan jatkuvuusmittaus. Mittauksien aikana pitää olla nolla- ja suojajohdinpiirien yhdistys poistettuna. Mittausjännitteen tulee olla vähintään 4-24 V tasa- tai vaihtojännitettä. Mittauksessa käytetyn mittausvirran pitää olla vähintään 200 mA. /15/

Riittäväksi mittaustulokseksi on yleisesti sovittu 0...2 Ω . /15/



Kuva 5. Sähkölaitteen suojamaan jatkuvuusmittaus. /15/

7.3.2 Eristysvastusmittaukset

Sähköasennuksilla ja -laitteistoilla on turvallisuussyistä eristysvaatimukset. Huonot eristeet aiheuttavat vuotovirtoja. Mahdollisista eristysvaurioista aiheutuu vaara ihmisille ja laitteille. Myös ongelmien aiheuttamat tuotantokatkokset ovat mahdollisia. /16/

Eristysvastusmittaus käyttöönottotarkastuksissa suoritetaan kaikille kojeistoille, keskuksille, kaapeleille ja kiskosilloille niiden ollessa jännitteettömiä. Yli 1 kV sähköasennuksille standardit eivät kuitenkaan sitä vaadi.

Eristysvastusmittaukset suoritetaan yleensä asennusten syöttöpisteestä. Mittauksessa vaiheet ja nolla yhdistetään keskenään ja mitataan PE:tä vasten. Lisäksi on

mitattu myös vaiheiden väliset sekä vaiheiden ja nollan väliset eristysvastukset. /15/

Samaa tapaa voidaan soveltaa myös TN-C järjestelmään, jossa ei ole erillistä suo-
jamaadoitus- ja nollajohdinta. Tällä kertaa yhdistetyt vaiheet mitataan PEN-joh-
dinta vasten. /15/ /17/

Yrityksellä on käytössä kuvan 6 mukainen Megger MIT515-eristysvastusmittari. Mittari soveltuu yli 1 kV eristysvastusmittauksiin. Käytetyllä mittarilla eristysvas-
tusmittaukset voidaan suorittaa 10TΩ asti. Testausjännitevaihtoehtoja ovat 250,
500, 1000, 2500 ja 5000 V. Pienjännitejärjestelmiin voidaan käyttää vaihtoehtoi-
sesti myös esimerkiksi kuvan 4 mukaista Fluke-asennustesteriä. /19/

Koestusjännitteestä johtuen, eristysvastusmittauksissa on hyvä ottaa huomioon
herkästi vaurioituvat laitteet, kuten elektroniset laitteet, ylijännitesuojat ja ter-
mostaattit. Ennen mittauksia pitää myös käydä läpi mahdolliset mittausta häiritse-
vät seikat ja irrottaa ne mitattavasta piiristä, kuten kojeistojen jännitemuuntajat
sekä maadoitusviikset. Laitteiston piirien osat voivat olla myös erillään muusta
asennuksesta, jonka takia mittaukset joudutaan tekemään erikseen kummallekin
erilleen kytkettyneelle virtapiirien osalle. /15/

Taulukossa 2 on esitetty pienjänniteasennuksille standardin SFS6000 mukaiset
koestusjännitteet.

Taulukko 2. Koestusjännitteet alle 1000V eristysvastusmittauksissa. /20/

Jännite järjestelmä tai nimellisjännite	Mittausjännite (DC-jännite) V	Vaadittu eristysresistans- sin minimiarvo MΩ
<i>Selv ja Pelv</i>	250	0.5
<i>Enintään 500V</i>	500	1.0
<i>Yli 500V</i>	1000	1.0



Kuva 6. Megger MIT515-eristysvastusmittari. /21/

7.4 Jännitteiset mittaukset sekä testit

Jännitteettömien mittausten sekä aistinvaraistentarkastusten jälkeen voidaan siirtyä jännitteisiin mittauksiin. Seuraavaksi käydään läpi työkohteiden yleisimmät jännitteelliset mittaukset.

7.4.1 Kiertosuunnan tarkastus

Kiertosuunnan tarkastus on tehtävä monivaiheisille ryhmille. On hyvä muistaa, että vanhoissa asennuksissa vaihevärit ovat erilaisia kuin nykyisissä. Pyörimissuunta voidaan todeta esimerkiksi kuvan 7 mukaisella jännitteenkoettimella. Jännitteenkoettimissa on usein pyörimissuunnan osoittavat nuolet ja niiden merkki-valot. /15/



Kuva 7. Kiertosuunnan osoittava jännitteenkoetin. /22/

7.4.2 Syötön automaattisen poiskytkennän toiminta

Syötön automaattisen poiskytkennän toimivuus varmistetaan joko silmukkaimpe-danssi- ja oikosulkuvirtamittauksilla tai niiden laskuilla epäedullisimmasta kohdasta. Epäedullisin kohta löytyy usein ryhmien päätepisteistä. Kaikille johdonsuo-jakatkaisijoille sekä sulakkeille on annettu poiskytkennän toiminnan ehdot. Mit-tauksessa vaaditut mittaustulokset löytyvät suojalaitteiden oikosulkuvirtataulu-koista. Alempana taulukko 3, jossa esitetty sallitut poiskytkentäajat. /15/ /23/

Mittaus voidaan suorittaa Fluke-asennustesterillä. Asennustesterin mukana on mittaukseen soveltuva mittapää.

Taulukko 3. Sallitut poiskytkentäajat. /24/

Järjestelmä	50 V < $U_0 \leq 120$ V s		120 V < $U_0 \leq 230$ V s		230 V < $U_0 \leq 400$ V s		$U_0 > 400$ V s	
	AC	DC	AC	DC	AC	DC	AC	DC
TN	0,8	^a	0,4	1	0,2	0,4	0,1	0,1
TT	0,3	^a	0,2	0,4	0,07	0,2	0,04	0,1

7.4.3 Vikavirtasuojauksen toiminta

Vikavirtasuojien toiminta todetaan aistinvaraisilla tarkastuksilla sekä testeillä. Ennen mittauksia tarkastetaan testipainikkeen toimivuus. Mittauksiin kuuluvat toimintavirran sekä laukaisuajan mittaukset.

Yrityksen omissa työkohteissa mittaukset suoritetaan pistorasioille. Mittauksiin voidaan käyttää Fluke-asennustesteriä. Asennustesterin mukana on mittaukseen kuuluva mittapää. /23/

7.4.4 Toimintatestit

Toimintatestien avulla varmistutaan siitä, että laitteiden asennukset, kiinnitykset ja asettelut ovat standardin SFS 6000 mukaisia. Toimintatestit on suoritettava ainakin seuraaville kohteille:

- keskuksille, käyttö-, ohjaus- ja lukituslaitteille

- hätäkytkentä- ja hätäpysäytyslaitteille
- erityistilan valvontalaitteet. /25/

Myös suojalaitteille on tehtävä tarvittaessa toiminnalliset kokeet, jotta varmistutaan niiden asennuksista sekä asetteluista. /25/

7.5 Toiminnan tarkastaminen

Ennen sähkölaitteiston käyttöönottoa on sen piirit koestettava järjestelmällisesti läpi. Laitteistojen koestettaviin piireihin kuuluvat mittaus-, ohjaus-, hälytys- ja apusekä pääpiirit. Koestuksen aikana tulee esiin mahdolliset suunnittelu- ja kytkentävirheet.

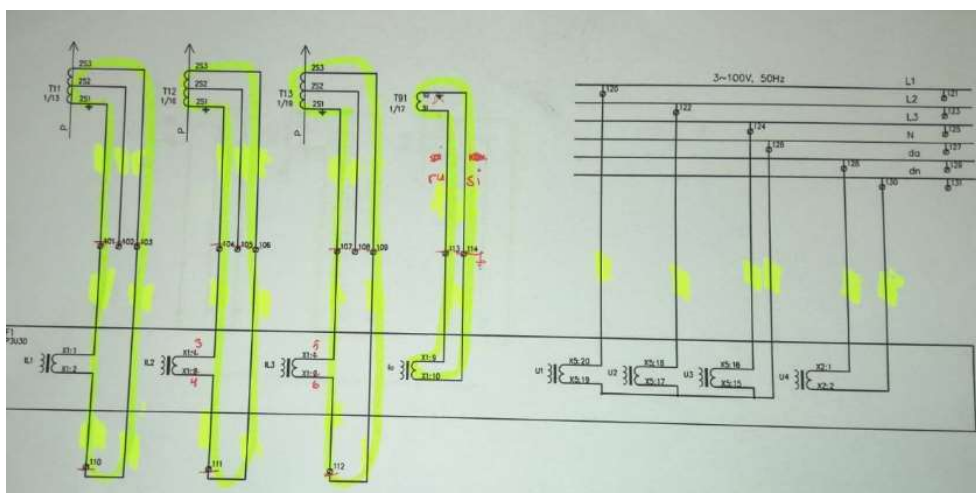
7.5.1 Toiminnan tarkastaminen jännitteettömästi

Piirien koestus aloitetaan perehtymällä piirikaavioihin. Käydään läpi, mitä mahdollisesti tehtaalla on jo tarkastettu ja testattu. Kojeisto- ja keskusvalmistajat koestavat yleensä piirit läpi jännitteettömästi. Niiden mukana toimitetaan dokumentit, joihin on merkitty koestetut piirit. Kojeistot ja keskuksat toimitetaan kuitenkin usein eri osina, joten ne pitää liitosten osalta koestaa uudestaan asennuksen jälkeen.

Erityisesti tulee kiinnittää huomiota virtamuuntajien toisiopiiriin jatkuvuuteen.

Piirit koestetaan läpi yleismittarilla vastustilaa apuna käyttäen. Valmiit koestetut piirit koodataan piirikaavioihin keltaisella korostuskynällä. Koestuksen aikana on hyvä huomioida mahdolliset muutokset. Muutokset ja niiden muokkaukset merkitään kuviin punaisella värillä.

Kuvassa 8 näkyvät keltaiset merkkaukset ovat tehtaalla jännitteettömästi koestettuja piirin osia.



Kuva 8. Koestettu mittauspiiri.

7.5.2 Toiminnan tarkastaminen jännitteisenä

Kun piirit on käyty läpi jännitteettömästi ja dokumentit on koodattu, voidaan siirtyä niiden toimintatesteihin jännitteisinä. Piirit käydään järjestelmällisesti läpi dokumenttien kanssa.

Mittauspiirejä tarkastellessa tarkastetaan, että mittauspiirit näyttävät oikein mitatut arvot. Näin saadaan luotettava varmistus esimerkiksi virta- ja jännitemuuntajien kunnosta sekä niiden kytkennöistä. Mittauspiirit ovat olennainen osa sähkölaitteiston toimivaa suojausta.

Ohjauspiireistä käydään läpi kaikki laukaisu-, lukitus-, hälytys- ja apupiirit. Piireistä on tarkastettava myös mahdolliset viritysjousien ohjaukset. Jokaisen piirin toiminat on todettava. Toimintatesteissä joudutaan usein simuloimaan koskettimien toimintaa, jotta saadaan niiden toiminta eri tilanteissa tarkastettua.

Kuvassa 8 on esimerkki koestetusta piiristä, joka on koodattu piirikaavioon vihreällä korostuskynällä.

8 TARKASTUSTEN DOKUMENTOINTI TULEVAISUUDESSA

Tulevaisuudessa käyttöönottotarkastuksien dokumentointi pyritään saamaan mahdollisimman tehokkaaksi ja toimivaksi.

Käyttöönottotarkastuspöytäkirja muodostuu jatkossa ST-kortiston suurjännitelaitteiston käyttöönottopöytäkirjasta sekä siihen lisättävistä liitteistä. Tarkoituksena on, että pöytäkirja muodostuisi kolmesta osasta:

- St- kortiston käyttöönottotarkastuspöytäkirja
- mittauspöytäkirjat ja/tai niiden laajennusosat
- oman työn tarkastuslista.

Tulevan dokumentointimallin toteutus on esitetty kuvassa 9.



Kuva 9. Dokumentaatiomalli.

9 UUDISTETUN TARKASTUSMALLIN TOIMIVUUS KÄYTÄNNÖSSÄ

Uudistettu tarkastusmalli pyritään saamaan käyttöön kokonaisuudessaan mahdollisimman nopeasti. Tällä hetkellä on päästy suorittamaan vain oman työn tarkastuksia.

9.1 Käyttöönottotarkastus

Uudistetun käyttöönottotarkastuskokonaisuuden toimivuutta ei ole vielä päästy kokeilemaan käytännössä. Käyttöönottotarkastusmalli on kuitenkin tehty vanhojen kokemusten sekä tietojen pohjalta, joten sen pitäisi toimia melko hyvin. Tarkastuksien dokumentit on suunniteltu niin, että niitä on helppo ja nopea muokata tulevaisuudessa erityyppisille kohteille.

9.2 Oman työn tarkastuslista

Oman työn tarkastuksia on ehditty suorittamaan uuden tarkastuslistan kanssa kahdessa eri kohteessa. Tarkastuslistasta on työmailta tulleen palautteen avulla löytynyt puutteita sekä tarkennusta vaativia kohtia.

Esimerkiksi akustoon, kiskosiltoihin ja muuntajien tarkastuksiin on tullut yksityiskohtaisempia tarkastuksia.

9.3 Mittauspöytäkirja

Työhön kuuluvaa mittauspöytäkirjaa ei ole vielä päästy kokeilemaan käytännössä. Mittauspöytäkirjaa on kuitenkin kehitetty vanhojen pöytäkirjojen sekä niiden mitaustuloksien avulla.

Alihankintatöistä johtuen tuli tarve lisätä mittauspöytäkirjaan kohta, jossa on kerrottu:

- kohteen nimi
- asiakas
- työnnumero

- kohteen nimellisjännite
- tarkastuksen peruste
- Käytetyt standardit.

9.4 Dokumentointi

Dokumentoinneista ei ole vielä ehtinyt kertyä kunnollista kuvaa, koska käyttöönottotarkastuksia ei ole ehditty tekemään vielä kokonaisille projekteille.

10 YHTEENVETO

Opinnäytetyön aihe oli mielenkiintoinen ja se tarjosi lukuisia haasteita. Haasteita tuotti tiedonhaku ja aiheen laajuus. Yli 1 kV sähköasennuksille ei ole tullut vielä yhtenäisiä käyttöönottomennettelyjä ja dokumentaatiopohjia. Siitä johtuen työn pääpaino oli tiedonhaussa.

Työn aikana saatiin kerättyä kattavasti tietoa yli 1 kV käyttöönottotarkastuksista. Tiedonhaun aikana tehtiin myös toimivat ja selkeät rungot käyttöönottotarkastuksien dokumenteista. Ne saadaan helposti ja nopeasti muunneltua jokaiselle kohteelle sopiviksi.

Opinnäytetyötä tullaan jatkamaan perehtymällä yksittäisiin käyttöönottotarkastuksiin tarkemmin. Tavoitteena tulevaisuudessa on tehdä myös esimerkiksi pienempien suojareleiden koestukset.

Tarkastuslistaa on jatkossa tarkoitus kehittää puhelinsovellukseksi, jossa valokuvien lisääminen dokumentaatioon tarkastuksen aikana olisi mahdollista. Näin saataisiin tarkastuslistasta paljon nopeammin käytettävä ja kattavampi. Puhelinsovelluksena tarkastuslista olisi myös aina asentajien mukana.

LÄHTEET

- /1/ Nordic Electro Power Oy. Verkkosivut. Viitattu 23.3.2021. <https://www.nepower.fi/>
- /2/ Vaasa insider. Verkkosivut. Viitattu 15.4.2021. <https://www.vaasainsider.fi/fi/yrittaja/coronakrisen-stoppa-inte-nordic-electro-power-vasaforetaget-expanderar-till-sverige/>
- /3/ 1135/2016 Sähköturvallisuuslaki. §6 Sähkölaitteita ja -laitteistoja koskevat yleiset vaatimukset. Viitattu 12.3.2021. Helsinki: Oikeusministeriö. 2016.
- /4/ 1135/2016 Sähköturvallisuuslaki. §44 Sähkölaitteistoluokitus. Viitattu 12.3.2021. Helsinki: Oikeusministeriö. 2016.
- /5/ Tukes. Sähkö: Sähkölaitteisto. Verkkosivut. Viitattu 23.3.2021 <https://tukes.fi/sahko/sahkolaitteistot#eebceb50>.
- /6/ SFS- 6001. Suurjänniteasennukset. Kohta 14: Tarkastukset ja testaukset. 5. painos. Helsinki: SESKO ry. 2018. 156 s.
- /7/ 1135/2016 Sähköturvallisuuslaki. §43 Sähkölaitteiston käyttöönottotarkastus. Luettu 12.3.2021. Helsinki: Oikeusministeriö. 2016.
- /8/ Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistosta 21.12.2016/1434. §4 käyttöönotto-tarkastuspöytäkirjan sisältö. Viitattu 15.3.2021. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161434>
- /9/ 1135/2016 Sähköturvallisuuslaki. §45 Sähkölaitteiston varmennustarkastus. Viitattu 12.3.2021. Helsinki: Oikeusministeriö. 2016.
- /10/ 1135/2016 Sähköturvallisuuslaki. §46 Varmennustarkastuksen ajankohta, sisältö ja suorittaja. Viitattu 12.3.2021. Helsinki: Oikeusministeriö. 2016.
- /11/ 1135/2016 Sähköturvallisuuslaki. §49 Sähkölaitteiston määräaikaistarkastus. Viitattu 12.3.2021. Helsinki: Oikeusministeriö. 2016.
- /12/ SFS- 6001. Suurjänniteasennukset. Kohta 5.4: Jännitteisten osien vähimmäisetäisyydet. 5. painos. Helsinki: SESKO ry. 2018. 156 s.
- /13/ SFS- 6001. Suurjänniteasennukset. Kohta 5.4: Jännitteisten osien vähimmäisetäisyydet. Taulukko 1: Vähimmäisilmavälit – Jännitealue 1 (1 kV < U_m ≤ 245kV). 5. painos. Helsinki: SESKO ry. 2018. 156 s.
- /14/ SFS- 6000. Pienjännitesähköasennukset. Kohta 6.4.3.2: Suojajohtimien jatkuvuus. Helsinki: SESKO ry. 2017. 953 s.

- /15/ Männistö, T. Sähköasennukset (ISTA0402): Käyttöönottotarkastukset. Vaasan ammattikorkeakoulu Portal opetusmateriaali. 2017.
- /16/ Chauvin-Arnoux group. Eristysvastuksen mittausopas. Verkkosivut. Viitattu 10.4.2021. <https://chauvin-arnoux.fi/wp-content/uploads/2014/09/Eristysvastuksen-mittausopas.pdf>.
- /17/ Saastamoinen, A. ja Saarelainen K. 2012. Rakennusten sähköasennusten tarkastukset. 3. uud. painos. Espoo: Sähkötieto ry.
- /18/ Elektrolinna. Verkkosivut. Viitattu 4.4.2021. <https://www.elektrolinna.fi/kauppa/index.php?infosivukoodi=FLUKE-1663>.
- /19/ Onninen. Verkkosivut. Viitattu 4.4.2021. <https://kesko-onninen-pim-resources-production.s3-eu-west-1.amazonaws.com/pimdocuments/1854317.pdf>.
- /20/ SFS- 6000. Pienjännitesähköasennukset. Kohta 6.4.3.3: Asennuksen eristysresistanssi. Taulukko 6.1: Eristysresistanssin pienimmät sallitut arvot. Helsinki: SESKO ry. 2017. 953 s.
- /21/ Onninen. Verkkosivut. Viitattu 4.4.2021. <https://www.onninen.fi/megger-eristysvastusmittari-megger-mit515/p/ATL503>.
- /22/ Staypro. Verkkosivut. Viitattu 4.4.2021. https://www.staypro.fi/mittatyokalut/sahkotestaustyokalut/jannitteenkoetin/fluke-t150-jannitteenkoetin-2260031?channable=012371736b750032323630303331a5&VAT=1&gclid=EAlaQobChMI86S5_J6B8AIVS-R3Ch0FKg2-EAYYASABEgJAEvD_BwE.
- /23/ Sähköinfo Severi. ST 51.21.06 Käyttöönottotarkastuspöytäkirja. Verkkosivut. Viitattu 22.3.2021. <https://severi.sahkoinfo.fi/Account/LogOn?ReturnUrl=%2fitem%2f644>
- /24/ SFS- 6000. Pienjännitesähköasennukset. Kohta 411: Suojausmenetelmä – syötön automaattinen poiskytkentä. Taulukko 41.1: Suurimmat sallitut poiskytkentäajat. Helsinki: SESKO ry. 2017. 953 s.
- /25/ SFS- 6000. Pienjännitesähköasennukset. Kohta 6.4.3.10: Toimintatellit. Helsinki: SESKO ry. 2017. 953 s.
- /26/ Chauvin-Arnoux group. Maadoitusvastuksen mittausopas. Verkkosivut. Viitattu 11.4.2021. https://chauvin-arnoux.fi/wp-content/uploads/2014/09/FI_Maadoitusvastuksen-mittausopas_2020.pdf.