

OPETUSYMPÄRISTÖ
KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUSTA
VARTEN

Vallioniemi Tommy

Opinnäytetyö
Tekniikka ja liikenne
Sähkö- ja automaatiotekniikka
Insinööri (AMK)

2019

Tekniikka ja liikenne
Sähkö- ja automaatiotekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Tommy Vallioniemi	Vuosi	2019
Ohjaaja	Ins. Seppo Penttinen		
Toimeksiantaja	Kainuun ammattiopisto		
Työn nimi	Opetusympäristö käyttöönottotarkastusta varten		
Sivu- ja liitesivumäärä	56 + 3		

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä Kainuun ammattiopiston Kuusamon yksikön sähkö- ja automaatiotekniikan linjalle käyttöönottotarkastusta varten kiinteä opetus- ja oppimisympäristö. Käyttöönottotarkastukset kiinteistöjen sähköasennuksille on tärkeä ja vaadittava kokonaisuus turvallisten sähköasennuksien varmentamiseksi.

Opinnäytetyössä käytettiin sähköturvallisuusmääräysten osalta lähteenä pääosin D1-2017 käsikirjaa rakennusten sähköasennuksista. Käyttöönottotarkastuksissa käytettiin lähteenä lisäksi ST-käsikirjaa 33 rakennusten sähköasennusten tarkastukset. Opinnäytetyössä selvitettiin myös käyttöönottotarkastuksissa havaittuja laiminlyöntejä tai puutteita pienkohteissa. Tähän aineistona tutkielmaan käytettiin Tukesin Pienkohdeprojekti 2016-loppuraporttia.

Opetusympäristö suunniteltiin ja rakennettiin vastaamaan pienasuinkiinteistön sähköistystä, joka integroitiin pienempään tilaan. Työ tehtiin yhteistyössä kolmannen vuosikurssin sähköalan opiskelijoiden kanssa. Tämä opetusympäristö hyödyntää omaa opetusta sekä tarjoaa opiskelijoille aidon ja toimivan ympäristön käyttöönottotarkastukselle sekä sen mittauksille. Käyttöönottotarkastuksessa tehtiin vaadittavat mittaukset, tarkastukset sekä täytettiin mittauspöytäkirja.

Avainsanat

käyttöönottotarkastus, sähköasennukset, käyttöönottotarkastusmittaukset

Technology, Communication and Transport
Electrical and Automation Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Tommy Vallioniemi	Year	2019
Supervisor	Seppo Penttinen, CE		
Commissioned by	Kainuu Vocational Collage		
Subject of thesis	Learning environment for initial verification of electrical installation		
Number of pages	56 + 3		

The goal of this thesis was to make an integral teaching and learning environment for Kainuu Vocational College Kuusamo unit electrical and automation technology line. Commissioning inspections for the electrical installation in real estates are an important and required entity to secure safe electrical installations.

The general theoretical basis of the thesis is based mainly on the electrical installations of the D1-2017 manual. As part of a more detailed theory of commissioning inspection, the material was ST Handbook 33 Inspections of Electrical Installation of Buildings. In the thesis it was also investigated the shortcomings or deficiencies in small objects detected during the commissioning inspections. As a material to the thesis, the final report of Tukes's Small Project 2016 was used.

The teaching environment was designed and built to respond to the electrification of a small property that was integrated into a smaller space. The work was carried out in cooperation with third year students in the field of electricity. This teaching environment utilizes its own teaching and will offer an authentic and functional environment for commissioning inspections and its measurements. In the commissioning inspection, the required measurements, inspections and a test report were completed.

Key words

commissioning inspection, electrical installation, commissioning inspection measurements

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	D1-2017 KÄSIKIRJA RAKENNUSTEN SÄHKÖASENNUKSISTA.....	9
2.1	Sähköasennuksia koskevat vaatimukset	9
2.2	Yleisten ominaisuuksien määrittely	9
2.3	Suojausmenetelmät	10
2.3.1	Perussuojaus	11
2.3.2	Vikasuojaus	11
2.3.3	Lisäsuojaus	13
2.3.4	Pääpotentiaalitasaus	13
2.3.5	Ylikuormitussuojaus	14
2.3.6	Oikosulkusuojaus	14
2.4	Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen.....	14
2.4.1	Sähkölaitteiden kotelointiluokat	14
2.4.2	Johtojen valinta ja asentaminen	15
2.4.3	Johtojen kuormitettavuus	15
3	LAKISÄÄTEISET TARKASTUKSET	15
3.1	Käyttöönottotarkastukset	15
3.1.1	Aistinvarainen tarkastus	17
3.1.2	Testaukset.....	18
3.1.3	Suojajohtimen jatkuvuusmittaus	18
3.1.4	Eristysresistanssin mittaus	19
3.1.5	Syötön automaattisen poiskytkennän toiminta	21
3.1.6	Vikavirtasuojakytkimen testaus	23
3.1.7	Kiertosuunnan tarkistus ja napaisuus.....	23
3.1.8	Toimintatestit	23
3.1.9	Jännitteenalenema	23
3.1.10	Käyttöönottotarkastuspöytäkirja	24
3.2	Varmennus- ja määrä-aikaistarkastukset.....	24
4	KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSEN OPETUSYMPÄRISTÖ	28
4.1	Suunnittelu ja toteutus	28
4.2	Sähköpiirustukset	36
4.3	Käytettävät mittalaitteet.....	39

4.4	Varsinaiset mittaukset ja mittaustulokset	40
4.5	Käyttöönottotarkastuspöytäkirja	45
5	KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSISSA HAVAITUT PUUTTEET.....	46
6.	POHDINTA	53
	LÄHTEET.....	55
	LIITTEET	57

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

1135/2016	Sähköturvallisuuslaki
1434/2016	Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistosta
1435/2016	Valtioneuvoston asetus sähkötyöstä ja käyttötyöstä
1436/2016	Valtioneuvoston asetus sähkölaitteiden- ja laitteistojen sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta
1437/2016	Valtioneuvoston asetus sähköturvallisuudesta
65B/2016	Määräys kiinteistön sisäverkosta ja teleurakoinnista
AC	Vaihtovirta
CENELEC	Eurooppalaisen standardoimistyön kattojärjestö
D1-2017	Käsikirja rakennusten sähköasennuksista
DC	Tasavirta
EMC	Sähkömagneettinen yhteensopivuus
IEC	Kansainvälinen sähköalan standardoimisjärjestö
KAO	Kainuun ammattiopisto
PELV	Pienoisjännitejärjestelmä, missä jännitteelle alltiit osat on maadoitettu
SESKO ry	Sähkö- ja elektroniikka-alan kansallinen standardoimisjärjestö
SELV	Maasta erotettu pienoisjännitejärjestelmä
SFS 6000	Standardisarja 2017 pienjänniteasennukset
SFS 6001	Standardisarja suurjänniteasennukset
SFS-EN 60 079-14	Räjähdysvaaralliset tilat, osa 14
SFS-EN 60 529	Sähkölaitteiden kotelointiluokat
ST 13.31	Rakennuksen sähköverkon ja liittymän mitoitus
ST 51.21.06	Käyttöönottotarkastuspöytäkirja
ST-kortti	Sähkötietokortti

ST-33

Rakennusten sähköasennusten tarkastukset

TN-S

Järjestelmä, jossa on erillinen suojamaa- ja nollajohdin

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana on Kainuun ammattiopiston Kuusamon yksikön sähkö- ja automaatioala. Kuusamon KAO:n toimipisteeseen otetaan vuosittain uusi ryhmä opiskelemaan sähkö- ja automaatioalaa. Vuosittain sähköosastolla opiskelee kolme eri ryhmää.

Tämä opinnäytetyön tärkein tavoite on saada aikaiseksi toimiva ja turvallinen oppimisympäristö käyttöönottotarkastuksen tekemiseen. Saadakseen riittävät perustiedot ja taidot käyttöönottotarkastuksesta sekä sen mittauksista on tärkeää, että opiskelijat saavat suorittaa kokonaan pienkohteen tarkastuksen alusta loppuun. Tämän takia päätettiin suunnitella ja rakentaa koululle oma kiinteä oppimisympäristö käyttöönottotarkastusta varten.

Näiden oikeiden kohteiden oppimisympäristöjen järjestäminen on ollut varsin haasteellista, koska joka vuosi ei ole ollut oikeita asennuskohteita missä ne on voitu suorittaa. Tästä syystä oppilaitoksemme johto sekä sähköalan opettajat tukivat käyttöönottotarkastussimulaattorin rakentamista toimitiloihimme.

Käyttöönottotarkastussimulaattorissa keskitytään pienkohteen yleisiin sähkövarusteluihin, tavoitteena saada opiskelijat ymmärtämään käyttöönottotarkastuksen tärkeys sekä ymmärtämään ja tulkitsemaan oikein mittaustuloksia. Tämä opinnäytetyö tulee olemaan myös opiskelijoiden tukena käyttöönottotarkastusta tehdessä.

Varsinaisen käyttöönottotarkastussimulaattorin suunnittelun ja fyysisen tekemisen tukena on sähköalan säädökset, määräykset ja lait. Tarkoituksena on, että kaikki opiskelijat saavat tehdä pienkohteen käyttöönottotarkastuksen henkilökohtaisesti itse. Opettajalla on mahdollisuus tehdä kohteeseen myös vikoja, jotka ovat myös tarkastusta tekevien opiskelijoiden löydettävä.

Työssä perehdytään myös pienkohteiden sähköasennusten sekä käyttöönottotarkastuksien tasoon Suomessa. Lisäksi selvitetään myös minkälaisia puutteita ja laiminlyöntejä käyttöönottotarkastuksissa ilmenee.

2 D1-2017 KÄSIKIRJA RAKENNUSTEN SÄHKÖASENNUKSISTA

2.1 Sähköasennuksia koskevat vaatimukset

Suomessa on sähköturvallisuuslaissa (1135/2016) esitetty sähköturvallisuutta koskevat olennaiset osat sekä sen lisäksi on sähkölaitteistojen turvallisuudesta säädetty Valtioneuvoston asetuksessa (1434/2016 ja 1437/2016). Muita tärkeitä lakia täydentäviä asetuksia ovat Valtioneuvoston asetus sähkötyöstä ja käyttötyöstä (1435/2016) sekä Valtioneuvoston asetus sähkölaitteiden- ja laitteistojen sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta (1436/2016).

Suomessa käytettävät standardit perustuvat pääosin maailmanlaajuisiin (IEC) tai eurooppalaisiin (CENELEC) standardeihin. Pienjännitesähköasennuksia koskeva standardisarja SFS 6000 sekä suurjänniteasennuksia koskeva SFS 6001 ovat keskeisiä standardeja sähköalalla.

Sähköasennuksia koskevissa vaatimuksissa on esitetty sähköasennusten ja –laitteiden osalta, että sähkölaitteet tai –asennukset eivät saa aiheuttaa käytössä sähköiskun vaaraa tai palovaaraa (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016).

2.2 Yleisten ominaisuuksien määrittely

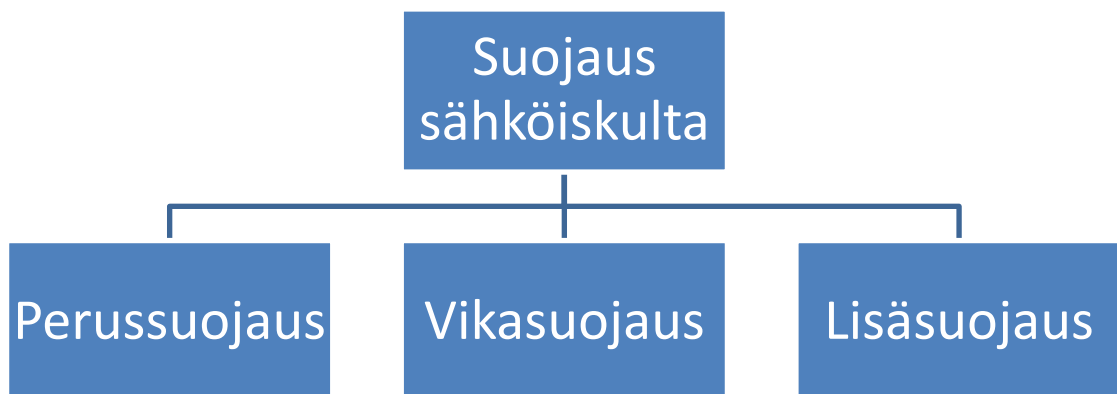
Viestintäviraston määräyksessä 65B/2016 on esitetty puhelinsisäverkkojen asennuksissa noudatettavat tekniset määräykset. Rakennuksen sähköverkon ja liittymän mitoittamiseen voi käyttää ST-korttia ST 13.31 kuormituksen määrittämistä varten. Jakelujärjestelmät luokitellaan järjestelmän maadoituksen tai jännitteisten sekä maadoitusjohtimien tyyppien ja lukumäärän mukaan.

Sähkölaitteisto on suunniteltava ja rakennettava myös sähkömagneettisesti yhteensopivaksi. Sähkömagneettinen yhteensopivuus (EMC) on tullut yhä tärkeämmäksi sähkösuunnitteluun ja sähköasennukseen. EMC-vaatimukset ovat jo 1990-luvulta alkaen koskeneet sähköasennuksia. (SFS 6000 luku 444.)

Viranomaismääräyksissä määritellään eri laitteistoille omat turvajärjestelmävaatimukset (SFS 6000). Näitä turvajärjestelmiä ovat mm. poistumisvalaistusjärjestelmät, paloilmoitusjärjestelmät, savunpoistojärjestelmät, äänievakuointijärjestelmät, poistumishälytys- ja turvakuulutusjärjestelmät sekä palovaroitinjärjestelmät.

2.3 Suojausmenetelmät

Sähköiskulta suojaamiseen (Kuvio 1) käytetään useita eri menetelmiä ja suojaus tarvitsee aina perussuojauksen (aiemmin kosketussuojauksen) että vikasuojauksen (aiemmin kosketusjännitesuojauksen) toteuttamista. Usein vaaditaan näiden suojausten lisäksi vielä myös lisäsuojauksia. (D1-2017, 78.)



Kuvio 1. Suojausmenetelmät (D1-2017, 78).

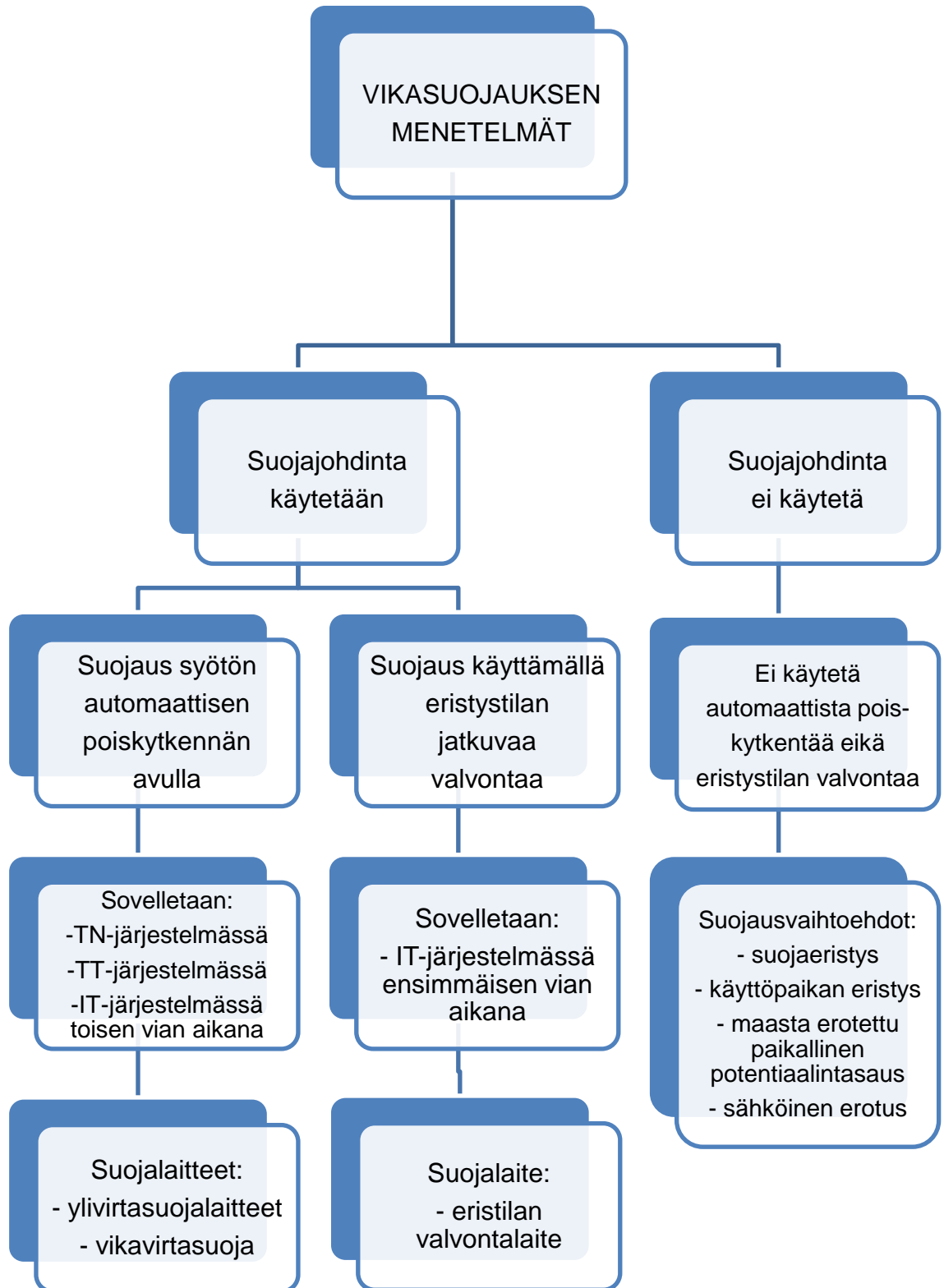
2.3.1 Perussuojaus

Perussuojaus on suojaus sähköiskulta tilanteessa ilman vikaa, siitä käytettiin aiemmin nimitystä kosketussuojaus. Sillä estetään ihmistä joutumasta kosketuksiin jännitteisten osien kanssa, kun sähkölaitteet ovat normaalissa toimintakunnossa. Perussuojausmenetelmät voidaan jakaa kahteen suojausmenetelmään, suojaus kaikelta koskettamiselta sekä suojaus tahattomalta koskettamiselta. Suojaus kaikelta koskettamiselta voidaan toteuttaa eristyksellä tai koteloinnilla ja suojuksilla. Suojaus tahattomalta kosketukselta voidaan toteuttaa käyttämällä esteitä tai sijoittamalla sähkölaitte kosketusetäisyyksien ulkopuolelle. (D1-2017, 79.)

Täydellisin suoja saavutetaan, kun käytetään eristämällä jännitteiset osat ja suojataan koteloinnilla ja suojusten avulla. Suojausesteiden avulla käyttö on rajattu pääosin tiloihin, missä vain ammattilaiset saavat työskennellä tai oleskella. Näitä tiloja ovat esimerkiksi lukitut sähkötilat. Suojausmenetelmää, jossa sijoitetaan jännitteiset osat kosketusetäisyyden ulkopuolelle, sovelletaan etenkin ilmajohdoissa. (D1-2017, 80-83.)

2.3.2 Vikasuojaus

Vikasuojauksella suojataan ihmistä tai kotieläimiä vaaralliselta jännitteeltä, joka voi esiintyä sähkölaitteen rungossa eristysvian seurauksena (D1-2017, 84). Vikasuojauksen käytettäviä menetelmiä ovat, kun suojajohdinta käytetään tai suojajohdinta ei käytetä (Kuvio 2).



Kuvio 2. Vikasuojauksen menetelmät (D1-2017, 84).

Yleisimmin käytetty vikasuojausmenetelmä on syötön automaattinen poiskytkentä. Eristysvian aiheuttama vikavirta ja syntyvä kosketusjännite on poistettava niin nopeasti, ettei siitä aiheudu vaaraa. Ryhmäjohtotasolla tämä tarkoittaa alle 0,4 s poiskytkentäaika. (D1-2017, 84.)

Pääjohdoille ja yli 32 A ylivirtasuojilla suojatuille, kiinteitä laitteita syöttäville ryhmäjohdoille ja yli 63 A ylivirtasuojilla suojatuille pistorasiaryhmille sallitaan korkeintaan 5 sekunnin poiskytkentäaika (D1-2017, 91). Suojausehtojen toteutumiseksi on tarkistettava suojan pienin sallittu oikosulkuvirran arvo, jolla valittu suojalaite toimisi vaaditussa ajassa. D1-2017 rakennusten sähköasennuksista löytyvät taulukot sulakkeille ja johdonsuojakatkaisijoille sivuilta 93 ja 94.

Ylivirtasuojilla toteutetaan pääosin vian nopea poiskytkentä, mutta mikäli tarvitaan nopeampaa poiskytkentää, käytetään lisäsuojauksena vikavirtasuojakyt-kintä. Vikasuojaus voidaan toteuttaa myös pienoistöjännitteen avulla. Ne voidaan jakaa kolmeen eri tyyppiin: SELV-, PELV- ja FELV-järjestelmiin. Mikäli käytetään SELV- tai PELV-järjestelmää, niin silloin ei tarvitse käyttää muuta vikasuojausta.

2.3.3 Lisäsuojaus

Vikavirtasuojakyt-kinten käyttö lisäsuojana vaaditaan mm. pistorasioiden syöttävissä piireissä sekä asuinrakennusten valaistusryhmissä ja useissa erityistiloissa aina 32 A:iin asti. Vaatimuksista voi poiketa erityisen määrätyn laitteen liittämiseen tarkoitettua pistorasia, jonka syötön katkeamisesta voi aiheutua suurta vaaraa tai haittaa. Tällöin kyseisen laitteen pistorasia pitää sijoittaa siten, että siihen ei normaalisti voi kytkeä muuta laitetta tai merkitä kyseessä oleva pistorasia opaskilvellä, missä on kerrottu mitä laitetta varten käyttö on sallittu. Näissä käytöissä vikavirtasuojakyt-kimen toimintavirta on 30 mA. Mikäli vikavirtasuojakyt-kintä käytetään palosuojaukseen, voi toimintavirta olla yli 30 mA. (D1-2017, 113.)

2.3.4 Pääpotentiaalitasaus

Potentiaalitasaus tarkoittaa johtavien osien välistä jännite-erojen tasaamista samalle tasolle. Näitä johtavia osia rakennuksissa ovat metallikuoriset sähkölaitteet, putkistot, kanavat sekä muut johtavat rakenteet.

Nämä osat kytketään pääpotentiaalitasauskiskoon, jolloin niiden välinen jänniteero ja kosketusjännite saadaan samaan potentiaaliin. Tämä auttaa myös kosketusjännitteen nopeaan laukaisuun vian sattuessa.

2.3.5 Ylikuormitussuojaus

Kiinteän asennuksen ylikuormitussuojana toimiva suojalaite ei ole tarkoitettu suojaamaan asennukseen liitettäviä kulutuskojeita ylikuormitukselta. Tällöin liitettävää laitetta ylikuormitusta suojaamaan voidaan laittaa esimerkiksi moottorinsuojakytkin.

2.3.6 Oikosulkusuojaus

Oikosulkusuojan on pystyttävä katkaisemaan suurin piirissä esiintyvä prospektiivinen oikosulkuvirta ja poiskytkennän on tapahduttava ennen kuin suojalaitteen suojaamat piirit vaurioituvat. Prospektiivinen oikosulku tarkoittaa sitä virtaa, joka kulkee piirin syöttöjohtimissa, kun ne on oikosuljettu merkityksettömän impedanssin omaavalla johtimella niin lähellä keskuksen syöttöliittimiä kuin mahdollista. (D1-2017,142.)

2.4 Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen

Sähkölaitteiden valintaan vaikuttavat useat eri asiat. Nämä ovat syytä ottaa huomioon jo suunnitteluvaiheessa, että valitaan oikeanlaiset laitteet oikeisiin käyttöolosuhteisiin. Sähkölaitteiden tulee kestää ympäristön lämpötilan, kosteuden, veden, pölyn sekä mekaanisen rasituksen aiheuttamat vaikutukset, sekä niiden sähkönlujuus tulee olla riittävä. Ne eivät saa aiheuttaa vaaraa ympäristölle eikä käyttäjälle.

2.4.1 Sähkölaitteiden kotelointiluokat

Sähkölaitteiden kotelointiluokilla on standardin SFS-EN60 529 mukainen IP-luokitus, joka on käytössä myös kansainvälisesti. IP-koodi koostuu kahdesta numerosta, jossa ensimmäinen tunnusluku ilmoittaa, kuinka kotelointi suojaa ihmistä koskettamasta vaarallisia osia estäen tai rajoittaen ihmiskehon osan tai ihmisen

pitämän esineen sisään tunkeutumisen ja samanaikaisesti, kuinka koteloINTI suo-
jaa laitetta vieraiden esineiden ja pölyn sisään tunkeutumiselta. IP-koodin toinen
tunnusnumero ilmaisee, kuinka kotelo estää haitallisen veden sisään tunkeutu-
misen. (D1-2017, 173.)

2.4.2 Johtojen valinta ja asentaminen

Johdot valitaan kuormituksen, jännitteen, asennustavan ja asennusympäristön
mukaan sopivaksi. Johtojen ja kaapeleiden tulee olla standardin SFS 6000 mu-
kaisia.

2.4.3 Johtojen kuormitettavuus

Johtojen kuormitettavuus on määritelty johdolle sallitun suurimman lämpötilan
mukaan. Johdon kuormitettavuuteen vaikuttaa johdinmateriaali, eristemateriaali,
ympäristön lämpötila, asennustapa sekä muiden virtapiirien läheisyys. Johtojen
kuormitettavuudet on ilmoitettu käsikirja rakennusten sähköasennuksista D1-
2017 taulukossa 52.

3 LAKISÄÄTEISET TARKASTUKSET

3.1 Käyttöönottotarkastukset

Käyttöönottotarkastukset tehdään aina, kun tehdään sähköasennusten muutos-,
laajennus- tai uudistöitä. Ne tehdään standardin SFS 6000-6-61 mukaisesti, jolla
täytetään valtioneuvoston asetuksen (1437/2016) mukaiset olennaiset turvalli-
suusvaatimukset. Erikoistiloissa joudutaan tekemään näiden vaatimusten lisäksi
kyseisten erikoistilojen koskevissa standardeissa mainittuja lisätarkastuksia.
Käyttöönottotarkastuksen tekijän tulee olla riittävän ammattitaitoinen tarkastuk-
sen kohteena olevaan sähkölaitteistoon sekä tuntea työhön liittyvät määräykset
ja ohjeet. (Kauppilainen & Saarelainen 2018, 9.)

Käyttöönottotarkastuksesta tehdään käyttöönottotarkastuspöytäkirja, johon mer-
kitään aistinvaraisen tarkastuksen ja mittauksista saadut tulokset. Näiden lisäksi
pitää kirjata kohteen EMC-suojauksen toteutukseen käytetyt ratkaisut, huolto- ja

kunnossapito-ohjelman tarve ja kohteelle mahdollisesti kuuluva määräaikaistarkastuksen ajankohta. (Kauppilainen & Saarelainen 2018, 9.)

Vuoteen 1996 käyttöönottotarkastukset suorittivat kolmannen osapuolen tarkastajat, joiden tarkastuksen painopiste oli kohteen loppuvaiheen tarkastuksessa. Näissä tarkastuksissa ei suoritettu nykyisten vaatimusten mukaisia mittauksia, vaan mittaukset rajoittautuivat pääosin suojajohtimen jatkuvuuden mittaukseen.

Aloitin oman yritystoiminnan vuonna 1994 ja sain kokea tämän ison muutoksen tarkastusten osalta sähköalalla. Saatavia mittalaitteita oli tarjolla erittäin vähän ja niihin ei ollut suomenkielisiä ohjeita. Käyttöönottotarkastuksen mittauksista oli saatavilla huonosti suomenkielistä materiaalia ja meidänkin yrityksessämme oli ensimmäisenä kirjana englanninkielinen kirja.

Aluksi oli hyvin vaikea ymmärtää mitä, miksi ja miten mitataan. Myös mittaustuloksien tulkintaa ei meinattu ymmärtää. Pikkuhiljaa Suomeen alkoi tulla erilaisia koulutuksia sekä suomenkielistä aineistoa käyttöönottotarkastuksista. Käyttöönottotarkastusmittarin hankinta oli myös iso investointi rahallisesti, etenkin pienille yrityksille. Kun alettiin ymmärtämään käyttöönottotarkastusmittauksia ja tuloksia, niin huomattiin käyttöönottotarkastusten olevan huomattavasti tarkempia kuin ennen.

Myös asenne tarkastuksiin parani. Ennen toivottiin, ettei tarkastaja löydä vikoja. Myöhemmin omassa tarkastuksessa toivottiin vikojen löytyvän. Tällöin kohteeseen ei jäänyt esimerkiksi piileviä vikoja. Nämä viat luonnollisesti korjattiin tarkastuksen yhteydessä ja sen jälkeen tehtiin uusi tarkastus. Mielestäni sähkölaitteistojen turvallisuus parani oleellisesti näiden mittausten ansiosta. Esimerkiksi piilevät eristeviat pystyttiin löytämään mittaamalla.

Ennen varsinaista jännitteiden kytkentää on tehtävä jännitteettömät mittaukset, jotta kohteeseen voidaan turvallisesti kytkeä jännitteet. Kun jännitteettömät mittaukset täyttävät vaatimukset, voidaan suorittaa jännitteiset mittaukset. Näitä jännitteettömänä tehtäviä mittauksia ovat suojajohtimen jatkuvuuden mittaus, asennusten eristysresistanssimittaukset, SELV-, PELV-piirien tai suojaerotettujen piirien erotusmittaukset, lattia- ja seinäpintojen resistanssimittaukset sekä maadoituselektrodin resistanssin mittaukset. Suojajohtimien jatkuvuusmittaukset ja

asennusten eristysresistanssimittaukset tulee tehdä kaikille laitteille ja asennuksille, eli ne ovat ns. kattavia mittauksia. (Kauppilainen & Saarelainen 2018, 18.)

Erikoistilojen, kuten lääkintä- tai räjähdysvaarallistentilojen, käyttöönottotarkastuksissa on tilojen vaatimia erikoismääräyksiä. Nämä vaatimukset käyttöönottotarkastuksille on esitetty standardeissa SFS 6000-7-710 sekä SFS-EN 60079-14.

Uutena asiana on tullut voimaan vuonna 2017, että käyttöönottotarkastuspöytäkirjassa pitää tarkastuksen tekijän ja allekirjoituksen lisäksi mainita sähkötöiden johtaja. Tukesin nettisivuilta löytyy uudistettuja käyttöönottotarkastuspöytäkirjoja malleja.

3.1.1 Aistinvarainen tarkastus

Nämä aistinvaraiset tarkastukset ovat laajin osa-alue käyttöönottotarkastuksista, vaikka useasti sitä ei osata niin arvioida. Aistinvaraisia tarkastuksia tehdään koko työkohteen ajan ja niiden tekijöinä toimii kaikki työhön osallistuvat henkilöt. Kohteen tarkastaja on kuitenkin syytä nimittää jo ennen kohteen alkamista. Tällöin tarkastaja voi tutustua kohteen suunnitelma-asiakirjoihin ennen varsinaisen kohteen aloittamista. Aistinvaraisen tarkastuksen eri vaiheiden tarkastukset on syytä kirjata ylös mittaustulosten lisäksi. Esimerkiksi rakennuskohteen eri työvaiheiden mukaan voisi aistinvaraisia tarkastuksia aikatauluttaa, kuten maatyöt, pohjatyöt, runkovaihe, levytysvaihe jne. Aistinvaraiset tarkastukset kohdistuvat myös dokumentteihin, mekaaniseen suojaukseen, vedenpääsyn suojaukseen, kosketussuojaukseen sekä suojaus paloa vastaan. (Kauppilainen & Saarelainen 2018, 11).

Johtimien osalta aistinvaraiseen tarkistukseen kuuluu kaapeleiden taivutussäteet, värijärjestelmät, poikkipinnat, kaapeli tyypit, liitokset, läpiviennit, paloläpiviennit, kuormitus, sallittu jännitteenalenema sekä niiden suojalaitteet. Erityistä huomiota on kiinnitettävä asennuksiin, jotka jäävät lopullisesti piiloon. Näitä ovat mm. rungon ja maan sisään jäävät asennukset. Huolellisilla ja hyvin suunnitetuilla aistinvaraisilla tarkastuksilla voidaan myös estää tai vähentää loppuvaiheen kiiireitä. (Kauppilainen & Saarelainen 2018, 12-13.)

3.1.2 Testaukset

Testaukset on aiemmin jäänyt vähemmälle huomiolle käyttöönottotarkastuksen vaatimuksissa ja ne ovatkin mielletty enemmän luovutustarkastuksen osa-alueeksi. Uudistetussa standardissa on pyritty selittämään yksiselitteisesti, että testaukset sisältyvät myös käyttöönottotarkastuksen piiriin. Testauksiin kuuluvat laitteiden toiminnalliset testit ja toiminnallisten kokonaisuuksien toimintojen testaus.

3.1.3 Suojajohtimen jatkuvuusmittaus

Kattavana mittauksena tulee suorittaa suojajohtimien jatkuvuusmittaukset. Tämä tarkoittaa sitä, että kaikkien pistorasiaryhmien maadoitukset sekä kaikki sähkölaitteet laitekohtaisesti on mitattava. Tällä varmennetaan, että kaikki sähkökojeet ja -laitteet ovat varmasti maadoitettuja. Mittaustuloksissa on otettava huomioon kaapelin johtimen materiaali (Taulukko 1). Pääsääntöisesti käytetään kuparikaapeleita, jonka resistiivisyys on $0,0175\Omega\text{mm}^2/\text{m}$. Tämä on hyvä muistaa, koska silloin on helpompi arvioida mittaustulosta ilman tarkempaa laskemista, paljonko mittaustulos voi enintään olla. Mittaustulokset vaihtelevat arvoissa $0\text{-}2\ \Omega$ riippuen kaapelin poikkipinnasta ja pituudesta. (Kauppilainen & Saarelainen 2018, 19.)

Taulukko 1. Kupari- ja alumiinijohtimien resistanssiarvoja (Saastamoinen & Saarelainen 2012, 19.)

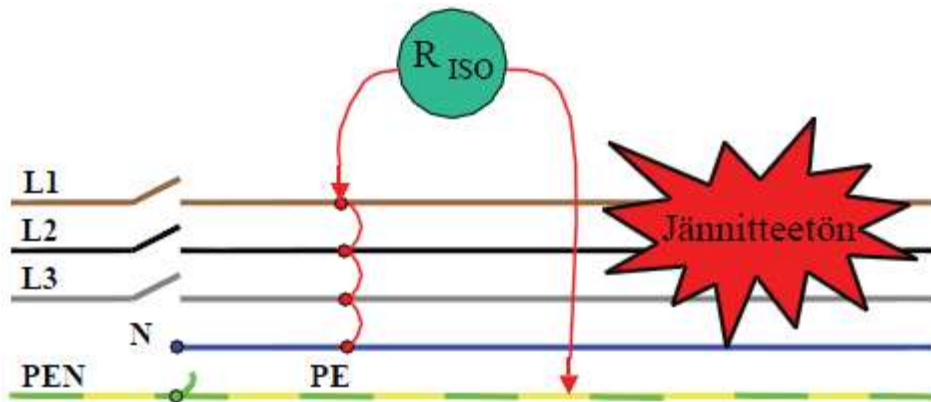
Johdin- poikki- pinta-ala mm ²	Kuparijohdin		Alumiinijohdin	
	Resistanssi metriä kohti Ω	Resistanssi 100 metriä kohti / Ω	Resistanssi metriä kohti Ω	Resistanssi 100 metriä kohti / Ω
1,5	0,0115	1,15	–	–
2,5	0,0069	0,69	–	–
4	0,0043	0,43	–	–
6	0,0029	0,29	–	–
10	0,0017	0,17	–	–
16	0,0011	0,11	0,0018	0,18
21	0,0008	0,08	–	–
25	0,0007	0,07	0,0011	0,11
35	0,0005	0,05	0,0008	0,08
41	0,0004	0,04	–	–
50	0,00035	0,035	0,0006	0,06
57	0,0003	0,03	–	–
70	0,00025	0,025	0,0004	0,04
95	–	–	0,0003	0,03
120	–	–	0,00024	0,024
150	–	–	0,00019	0,019
185	–	–	0,00015	0,015

Ennen varsinaista jatkuvuusmittausta tulee muistaa kompensoida mittajohtimien vaikutus. Joissakin mittareissa mittari kompensoidaan ja nollataan. Tällöin mittaustulokset ottavat huomioon jo suoraan vain mitattavan johtimen resistanssin. Mikäli mittarissa ei ole tätä toimintoa, pitää mittajohtimien resistanssi vähentää mittaustuloksista. Mikäli mittaustulos on liian iso, esimerkiksi 3Ω tai yli, niin on syytä olettaa kytkennässä olevan todennäköisesti huono liitos. Mikäli joudutaan mittaamaan suuria johdinpituuksia, mitta-apujohtimena voidaan käyttää, vaikka johdon vaihejohdinta.

3.1.4 Eristysresistanssin mittaaminen

Standardeissa mainitaan, että suojajohtimen jatkuvuusmittaus tulee suorittaa ensimmäisenä, on varsinkin pienemmällä kokonaisuuksilla järkevää tehdä eristys-

resistanssimittaus ensimmäisenä, se on hyväksytty standardeissakin. Mikäli mitaus suoritetaan ensimmäisenä, pitää varmistaa, että nolla- ja PE-johtimet ovat eriytetty toisistaan. Mittauksen ajaksi voidaan äärijohtimet yhdistää. Tällöin voidaan selvittää jopa yhdellä mittauksella (Kuvio 3). Mittauksen ajaksi voidaan irrottaa erityisherkkiä elektronisia laitteita, jotka eivät kestäisi mittausjännitettä. Mikäli irrottaminen ei ole järkevää tai mahdollista, voidaan mittausjännitteenä käyttää 250 V:n tasajännitettä. Tällöinkin eristysresistanssin tulee olla vähintään 1 M Ω . Mikäli näin toimitaan, täytyy se merkitä mittauspöytäkirjaan. (Kauppilainen & Saarelainen 2018, 23.)



Kuvio 3. Eristysresistanssin mittaus TN-S-järjestelmässä (Saastamoinen & Saarelainen 2012, 25.)

Mittauksen ajaksi on syytä irrottaa sähköenergian mittauksen ja tariffinohjauslaitteen N-johdin. Mittaus voi vaurioittaa niitä tai mittaustulos voi olla virheellinen kierron takia.

Alkuvalmisteluissa laitetaan kiinni asentoon kaikki sulakkeet, johdonsuoja-automaatit, vikavirtasuojakytkimet, ohjaus- ja säätökytkimet jne. Ennen varsinaista mittausta on syytä oikosulkea mittapäätt yhteen ja tehdä koemittaus mittarin toimintakunnon varmistamiseksi. Rele- ja kontaktorilähdöt voidaan sulkea esimerkiksi ruuvimeisselillä tai mittaukset tulee suorittaa sulkien yksi kontaktori kerrallaan.

Mikäli suojaerotusmuuntajaa käytetään galvaaniseen erottamiseen ja ensiö- ja toisiojännite on sama 230 V, pitää eristysvastusmittaus tehdä myös toisiopuolelta. Lisäksi tulee varmistaa, että ensiö- ja toisiopuoli ovat erillään toisistaan. Mittaustuloksien tulee olla vähintään 1.0 M Ω ja mittaus tehdään 500 V:n tasajännitteellä. (Kauppilainen & Saarelainen 2018, 27.)

Mittauksen ajaksi on syytä irrottaa pistotulpalliset laitteet, jotka eivät kuulu tarkastuksen piiriin. Näitä laitteita ovat muun muassa kiinteistönhaltijan kodinkoneet.

Lämmityskaapelit sekä –kelmut pitää mitata asennusvaiheen aikana sekä asennusten jälkeen. Näistä mitataan silmukkaresistanssi vaiheen ja nollan väliltä sekä eristysvastusmittaus vaiheen ja suojajohtimen ja nollan ja suojajohtimen väliltä.

3.1.5 Syötön automaattisen poiskytkennän toiminta

Syötön automaattisen poiskytkennän toiminnan varmistamiseksi on yleisin tapa suorittaa vikapiirin impedanssin mittaus, jonka perusteella määritellään vikata-pauksessa syntyvä oikosulkuvirta. Mittauksia ei tarvitse tehdä kattavana, vaan yleensä siihen riittää ryhmän epäedullisin piste. (Kauppilainen & Saarelainen 2018, 30-32.) Näitä mittaustuloksia verrataan suojalaitteiden taulukoihin (Taulukko 2 ja 3).

Myös vikavirtasuojien toimintavirrat ja -ajat mitataan. On myös syytä käydä ais-tinvaraisesti tarkistamassa katkaisijoiden arvot ja säädöt.

Taulukko 2. Pienimmät johdonsuojakatkaisijoiden toimintavirrat (Kauppilainen & Saarelainen 2018, 33.)

Nimellisvirta	B-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s	Vaadittu mitattu arvo	C-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s	Vaadittu mitattu arvo	K ja G- tyypit 0,4 s ja 5,0 s	Vaadittu mitattu arvo	D-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s	Vaadittu mitattu arvo
A	A	A	A	A	A	A	A	A
6	30	37,5	60	75	84	105	120	150
10	50	62,5	100	125	140	175	200	250
16	80	100	160	200	224	280	320	400
20	100	125	200	250	280	350	400	500
25	125	156,3	250	312,5	350	437,5	500	625
32	160	200	320	400	448	560	640	800
50	250	312,5	500	625	700	875	1000	1250
63	315	393,8	630	787,5	882	1102,5	1260	1575
80	400	500	800	1000	1120	1400	1600	2000
125	625	781,3	1250	1562,5	1750	2187,5	2500	3125

Taulukko 3. Pienimmät gG-sulakkeiden toimintavirrat (Kauppilainen & Saarelainen 2018, 33.)

Nimellisvirta	gG-sulake 0,4 s	Vaadittu mitattu arvo	gG-sulake 5,0 s	Vaadittu mitattu arvo
A	A	A	A	A
2	16	20	9	11,3
4	32	40	18	22,5
6	46,5	58,2	28	35
10	85	102,5	46,5	58,2
16	110	137,5	65	81,3
20	145	181,3	85	106,3
25	180	225	110	137,5
32	270	337,5	150	187,5
35	287	359	165	206,3
40	315	393,8	190	237,5
50	470	587,5	250	312,5
63	550	687,5	320	400
80	840	1050	425	531,3
100	1000	1250	580	725
125	1450	1812,5	715	893,8
160	1600	2000	950	1187,5
200	2100	2625	1250	1562,5
250	2800	3500	1650	2062,5
315	3700	4625	2200	2750
400	4800	6000	2840	3550
500	6400	8000	3800	4750
630	8500	10625	5100	6375

3.1.6 Vikavirtasuojakytkimen testaus

Vikavirtasuojakytkimet on testattava yksilöllisesti testipainikkeista sekä tulee mitaamalla varmistaa, että ne toimivat vaadituilla nimellistoimintavirroilla. Poiskytkentäaika suositellaan myös aina mitata, mutta se on pakollinen, kun sitä käytetään vikasuojaukseen ja lisäsuojaukseen tai jos käytetään aiemmin käytössä olleita vikavirtasuojia. Myös silloin on syytä mitata, jos vikavirtasuojakytkintä käytetään jo olemassa olevien asennusten muutos- tai laajennustöissä. (Kauppilainen & Saarelainen 2018, 34.)

3.1.7 Kiertosuunnan tarkistus ja napaisuus

Kytkinlaitteita asennettaessa on syytä ottaa huomioon, ettei niitä saa kytkeä nolajohtimiin. Näiden tarkistaminen käyttöönottotarkastuksissa sisältyy myös käyttöönottotarkastuksiin. Napaisuuden tarkistaminen pitää tehdä kaikille monivaiheisille piireille, että kiertosuunta pysyy oikeana. Tämä koskee myös 3-vaiheisia keskuksia, joista lähtee vain 1-vaiheisia ryhmiä. Mittaus voidaan suorittaa kiertosuuntamittarilla tai sellaisilla kaksinapaisella jännitteenkoettimella, joissa on kiertosuunnan mittaus mahdollisuus. (Kauppilainen & Saarelainen 2018, 34.)

3.1.8 Toimintatestit

Toimintatestit on usein mielletty vain niin sanottuun luovutustarkastuksen piiriin kuuluviksi testeiksi, mutta ne myös sisältyvät käyttöönottotarkastuksen piiriin. Periaatteessa kaikki asennettavat käyttö-, suoja- ja säätölaitteet on toiminnaltaan testattava, että ne toimivat oikein ja ne on asennettu oikein. (Kauppilainen & Saarelainen 2018, 35.)

3.1.9 Jännitteenalenema

Jännitteenaleneman vaatimukset on esitetty SFS 6000-5-52 luvussa 525. Näissä vaatimuksissa on suosituksena normaaliin pienjänniteverkkoon syötetyille laitteilla maksimi jännitteenalenema 5 % ja valaistuskuormille 3 %. Suositukset eivät

ole velvoittavia ja niistä voidaan tapauskohtaisesti erikseen sopia. Jännitteenale-nema voidaan määrittää mittaamalla piirin impedanssi tai se voidaan määrittää käyttämällä tähän tarkoitukseen olevia käyrästöjä ja taulukoita. (Kauppilainen & Saarelainen 2018, 35.)

3.1.10 Käyttöönottotarkastuspöytäkirja

Uudistetussa standardissa on määritelty tarkemmin vaatimukset, jotka käyttöönottotarkastuspöytäkirjassa pitää esittää. Käyttöönottotarkastuspöytäkirja pitää tehdä aina, kun kyseessä on uusi asennus tai olemassa olevien muutos- tai laajennustyö. Valtioneuvon asetuksessa 1434/2016 on mainittu käyttöönottotarkastuspöytäkirjan sisällöstä seuraavaa:

”Säköturvallisuuslain 43 §:ssä tarkoitetusta tarkastuspöytäkirjasta tulee käydä ilmi kohteen yksilöintitiedot, sähkölaitteiston rakentajan ja sähkötöiden johtajan nimi ja yhteystiedot, selvitys sähkölaitteiston säännösten ja määräysten mukaisuudesta, sovelletut standardit, mahdollisten poikkeamien osalta sähköturvallisuuslain 34 §:n mukaisen selvityksen olemassaolo, yleiskuvaus käytetyistä tarkastusmenetelmistä sekä tarkastusten ja testausten tulokset. Tarkastuksen tekijän on allekirjoitettava tarkastuspöytäkirja tai varmennettava se muulla vastaavalla luotettavalla tavalla.”

Tässä asetuksessa todetaan myös, että vähäisiksi katsottavaksi töissä sitä ei vaadita. Näitä ovat esimerkiksi sähköalantyytöistä joista voi aiheutua vain vähäistä vaaraa, maksimissaan 50 VAC tai 120 VDC sähkölaitteistojen asennukset, yksittäisen komponentin vaihdot, alle 1000 V yksittäisen kojeen syöttöön liittyvät muutostyöt tai standardien mukaisia tilapäiset työmaakeskusasennukset. Erikoistilojen, kuten lääkintä- tai räjähdysvaarallistilojen, asennuksissa on lisäksi erityisvaatimuksia, joita käsitellään erikseen standardeissa.

3.2 Varmennus- ja määrä-aikaistarkastukset

Jos kyseessä on luokan 1-3 sähkölaitteisto, on sähköturvallisuuden varmentamiseksi sähkölaitteistolle tehtävä varmennustarkastus. Se on myös tehtävä kyseisten laitosten merkittävälle muutos- tai laajennustöille. (Kauppilainen & Saarelainen 2018, 44.)

Mikäli muutostyön kohteena on nimellisjännitteeltään enintään 1000 V sekä työalueen ylivirtasuojan nimellisvirta tai asetteluvirta 35 A tai jos käyttö- ja huoltotöiden johtajaa ei vaadita, muutoin 250 ampeeria tai muutostyö kohdistuu kytkinlaitokseen eikä kytkinlaitoksen nimellisarvoja muuteta (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 44 §).

Sähkölaitteistoluokitus:

Sähkölaitteistot jaetaan niiden varmennus- ja määräaikaistarkastusten vaatimusten sekä kunnossapito-ohjelmaa koskevien vaatimusten osalta luokkiin seuraavasti.

Sähköturvallisuuslaki (1135/2016) 44 §:

1) luokan 1 sähkölaitteisto:

a) sähkölaitteisto asuinrakennuksessa, jossa on enemmän kuin kaksi asuinhuoneistoa

b) muu kuin asuinrakennuksen sähkölaitteisto, jonka suojalaitteena toimivan ylivirtasuojan nimellisvirta on yli 35 ampeeria ja joka ei kuulu luokkiin 2 tai 3

2) luokan 2 sähkölaitteisto:

c) sähkölaitteisto, johon kuuluu yli 1 000 voltin nimellisjännitteisiä osia, lukuun ottamatta sellaista sähkölaitteistoa, johon kuuluu vain enintään 1 000 voltin nimellisjännitteellä syötettyjä yli 1 000 voltin sähkölaitteita tai niihin verrattavia laitteistoja

d) sähkölaitteisto, jonka liittymisteho, jolla tarkoitetaan sähkölaitteiston haltijan kiinteistölle tai yhtenäiselle kiinteistöryhmälle rakennettujen liittymien liittymistehojen summaa, on yli 1 600 kilovoltiampeeria

3) luokan 3 sähkölaitteisto:

c) verkonhaltijan jakelu-, siirto- ja muu vastaava sähköverkko

Sähkölaitteistoluokitusta ei sovelleta viestintäverkkojen, hissien, ilma-alusten eikä maa- ja vesikulkuneuvojen sähkölaitteistoihin.

Sähköturvallisuuslaki (1135/2016) 49 §:

Käytössä olevalle sähkölaitteistolle on tehtävä määräaikaistarkastus seuraavasti:

- luokan 1 ja 2 sähkölaitteistolle asuinrakennuksia lukuun ottamatta 10 vuoden välein; mikäli kuitenkin asuinrakennuksen osana on liiketiloja tai muita pääasiassa muuta käyttöä kuin asumista palvelevia tiloja, joiden suojalaitteena toimivan ylivirtasuojan nimellisvirta on yli 35 ampeeria, on näiden tilojen sähkölaitteistolle tehtävä määräaikaistarkastus 10 vuoden välein
- luokan 3 sähkölaitteistolle 5 vuoden välein

Sähkölaitteiston haltijan tulee huolehtia laitteiston määräaikaistarkastuksesta.

Valtuutetut tarkastajat ovat Turvatekniikan keskuksen valtuuttamia sähköturvallisuuslain (1135) 78 §:n vaatimuksen täyttäviä sähköalan ammattilaisia.

Varmennustarkastus suositellaan pidettävän aina ennen kohteen luovuttamista varsinaiseen käyttötarkoitukseen tai viimeistään kolmen kuukauden kuluessa käyttöönotosta.

Varmennustarkastuksessa suoritetaan riittävässä laajuudessa pistokokein dokumenttien tarkastukset, aistinvaraiset tarkastukset, mittaukset, testaukset sekä poikkeavien toteutustapojen vertailut.

Näistä tulee olla tarvittavat tarkastus- ja mittauspöytäkirjat. Samalla tarkastetaan sähkötöiden tekijän oikeus tehdä kyseisen kohteen sähkötyöt.

Varmennustarkastuksen yhteydessä laaditaan tarkastustodistus, johon merkitään kohteen yksilöintitiedot, käytetyt menetelmät, selvitys laitteiston säännösten ja määräysten mukaisuudesta tai vastaisuuksista sekä tekijän allekirjoitus.

Standardissa SFS 5825 kohdassa 5.4.1 määritellään tarkemmin yksilöitynä todistuksessa eriteltävät tiedot.

Tarkastuksen jälkeen varmennustarkastuksen tekijä kiinnittää tarkastuksesta kertovan tarran pääkeskukseen tai vastaavaan paikkaan ja siitä ilmenee tarkastuksen tekijä, tarkastuksen ajankohta ja tarvittaessa seuraavan määräaikaistarkastuksen ajankohta.

Puutteiden ja virheiden käsittelyt on esitetty Tukes-ohjeessa 16/2017.

Määräaikaistarkastuksessa opastetaan mukana olevia edustajia sähköturvallisuuden ylläpitämiseen liittyvissä asioissa.

Tarkastus tehdään pistokokein niin, että saadaan riittävä varmuus käytön turvallisuudesta ihmisille ja ympäristölle.

Määräaikaistarkastuksen laajuus ja sisältö vaihtelevat kohteen mukaan. Määräaikaistarkastuksesta huolehtii sähkölaitteiston haltija.

Tarkastuksen tekijä täyttää määräaikaistarkastuksesta pöytäkirjan sekä kiinnittää pääkeskukseen tai vastaavaan paikkaan siitä kertovan tarkastustarran.

4 KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSEN OPETUSYMPÄRISTÖ

4.1 Suunnittelu ja toteutus

Käyttöönottotarkastuksen opetusympäristön suunnittelu alkoi todellisesta tarpeesta saada Kainuun ammattiopiston Kuusamon yksikön sähkö-osastolle pienkiinteistön sähköasennuksia vastaava mittaus- ja käyttöönottoympäristö. Tästä ympäristöstä voidaan käyttää myös termiä käyttöönottotarkastussimulaattori (Kuva 1).

Ennen varsinaista suunnittelua haastateltiin sähköalan opettajia sekä toimipisteen esimiestä opetusympäristön tarpeellisuudesta sekä kiinnostuksesta sen tekemiseen. Luvan saatua alettiin suunnitella tila suunnittelua, johon valittiin sähkötyöhallista vapaa tila eli ”loossi”.

Työ tehtiin yhteistyössä kolmannen vuoden opiskelijoiden kanssa. Seuraavaksi suunniteltiin tilasuunnittelu niin, että saatiin pienkiinteistön sähköasennuksia vastaavat oleelliset asennukset mahtumaan valittuun tilaan. Näitä tiloja käyttöönottotarkastussimulaattorissa olivat tuulikaappi, terassi, makuuhuone, keittiö, olohuone, sauna, pesuhuone sekä kodinhoituhuone.



Kuva 1. Käyttöönottotarkastussimulaattori

Seuraavaksi piirrettiin kohteen pohjapiirustus Cads-suunnitteluohjelmalla. Haasteena tässä oli käytettävän tilan koko ja miten siihen saadaan mahtumaan fyysisesti kaikki oleellinen pienkiinteistön sähköasennuksista. Näiden haasteiden jälkeen suunniteltiin ja piirrettiin sähköpiste- sekä johdatuskuvat. Seuraavaksi piirrettiin ryhmäkeskuksen pääkaavio. Tämän jälkeen aloitettiin varsinainen toteutus. Asennus tehtiin putketonta asennustapaa käyttäen.

Rakennusosasto vastasi kohteen rakennusteknisistä töistä. Töissä käytettiin sähkö-osastolta löytyviä sähkötarvikkeita ja muut puuttuvat tarvikkeet, kuten esimerkiksi ryhmäkeskus ostettiin paikallisesta sähkötukkuliikkeestä.

Kohteen suunnittelussa ja toteutuksessa tarkoituksena oli myös pedagogiset lähtökohdat, jotka antavat opiskelijoille oikean oppimisympäristön mittausten ja tarkastuksen toteuttamiseksi. Levytysvaiheen jälkeen alkoi kalustusvaihe, jossa kytkettiin ja asennettiin kalusteet, valaisimet sekä muut sähkölaitteet.

Sähkönsyöttö otettiin sähköosaston ryhmäkeskukselta RKR9:ltä (Kuva 2). Tämän ryhmäkeskuksen vieressä oli käyttämätön ja tarpeeton 32A:n voimapistorasiasia. Sen etusulakkeina olivat 25A tulppasulakkeet sekä lisäsuojauksena 4-napainen vikavirtasuojakytkin. Ryhmäjohtona oli MMJ 5x6S. Keskuksesta poistettiin vikavirtasuojakytkin ja voimavirtapistorasian tilalle asennettiin 4-napainen lukittava 32A turvakytkin (Kuva 3). Lukittavalla turvakytkimellä sähkö-osaston opettajat pystyvät varmistamaan oppilaiden turvallisuuden mittausten ajan säätelemällä kohteen jännitteisyyttä.

Käyttöönottotarkastussimulaattoriin asennettiin oma ryhmäkeskus RK1 (Kuva11).



Kuva 2. Ryhmäkeskus RKR9



Kuva 3. Ryhmäkeskus RKR9 sekä lukittava turvakytin

Tilan pienuuden takia, päätimme asentaa lieden ja lämminvesivaraajan tilalle muovikotelot esittämään niitä. Niihin asennettiin mittausliittimellä olevat nolla-, suojamaa- sekä vaiheliittimet. Käyttöönototarkastuksen mittaukset pystytään näistä liittimistä suorittamaan turvallisesti. Niitä voidaan hyödyntää lisäksi myös kiertosuunnantarkastus mittauksiin. Kiertosuunnan tarkastus voidaan mitata joko asennustesterillä tai jännitteenkoettimella.



Kuva 4. Liesi.



Kuva 5. Lämminvesivaraaja.

Pienkiinteistön tiloiksi valittiin perustiloja vastaavat tuulikaappi, makuuhuone, keittiö, olohuone, kodinhoitohuone, sauna, pesuhuone sekä ulkoterassi (Kuvat 6-10).

Koska käyttöönottotarkastussimulaattori tulee toisen asteen opiskelijoiden harjoituskohteeksi, päätettiin pitää asennusten ryhmät varsin yksinkertaisina. Mittausharjoituksen tärkeimpänä päämääränä on, että opiskelija ymmärtää mitä mitataan, miten mitataan sekä mitä mittaustulokset tarkoittavat.



Kuvat 6 ja 7. Tuulikaappi, keittiö ja olohuone.



Kuvat 8 ja 9. Pesuhuone, sauna, kodinhoituhuone ja makuuhuone.



Kuvat 10 ja 11. Terassi ja ryhmäkeskus RK1.

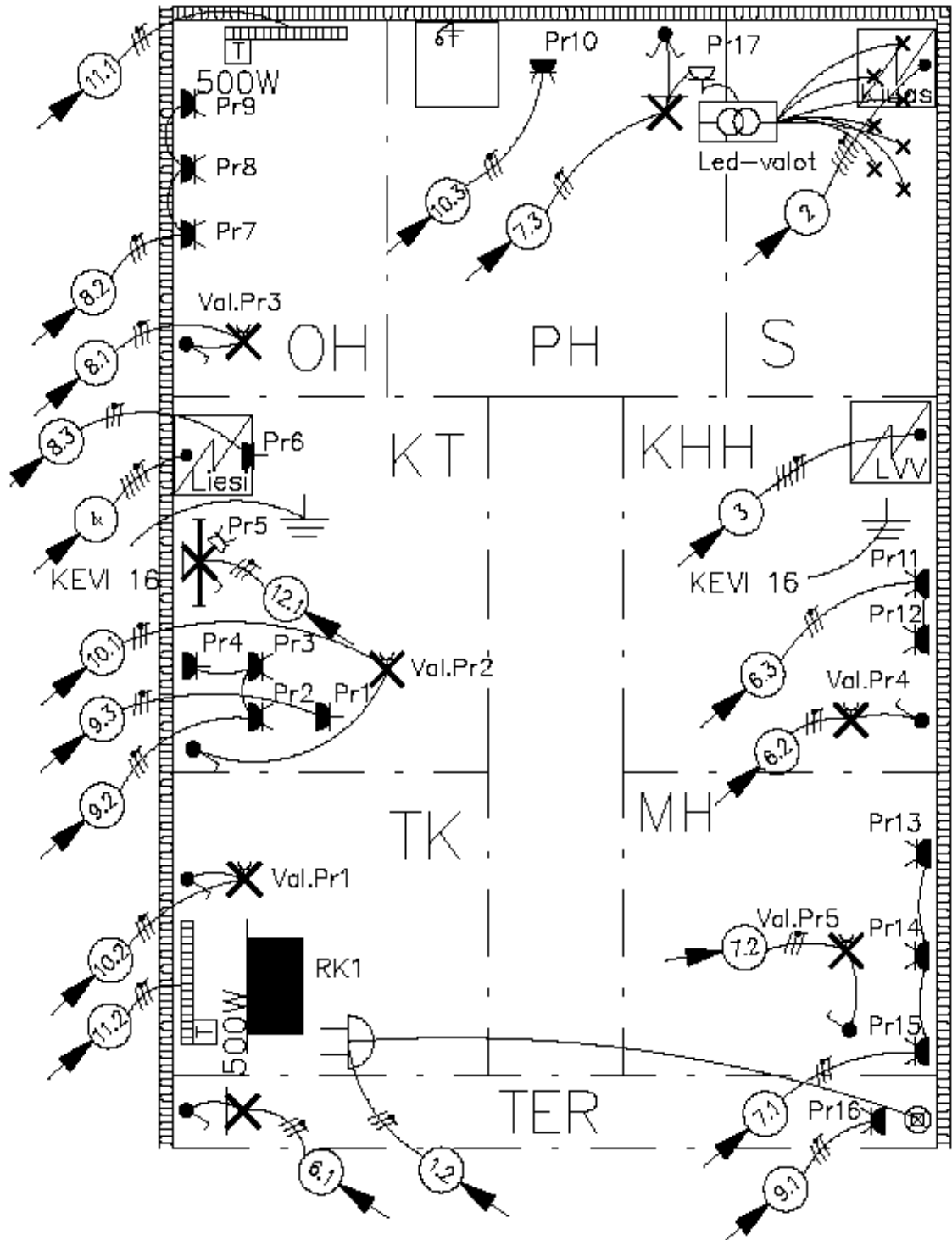
Näiden vaiheiden jälkeen suoritettiin kohteen jännitteettömät mittaukset ja kirjattiin tulokset ylös. Seuraavaksi kytkettiin kohteeseen jännitteet ja suoritettiin jännitteiset mittaukset. Aistinvaraisia tarkastuksia tehtiin koko projektin eri työvaiheiden aikana.

Mittauspöytäkirjaan kirjattiin kohteen tiedot, mittaustulokset sekä muut tarkastukset. Lopuksi verrattiin saatuja tuloksia taulukkoarvoihin ja varmistuttiin sähköasennusten turvallisuudesta ja laillisuudesta. Niiden ollessa kunnossa täytettiin mittauspöytäkirjan luovutusmerkinnät varmistaen ne allekirjoituksella.

Uusien määräysten mukaan käyttöönottotarkastuspöytäkirjassa tulee olla erikseen mainittu sähkötyöjohtajan nimi yhteystietoineen. Tämän takia valittiin mittauspöytäkirjaksi ST-kortistosta ST 51.21.06 pöytäkirja.

4.2 Sähköpiirustukset

Kohteesta piirrettiin aluksi pohjakuva, jonka jälkeen kohde suunniteltiin ja piirrettiin Cads-ohjelmiston sähkösovellutuksella. Kohteesta piirrettiin keskuksen pääkaavio (Kuvio 5), sähköpisteet ja ryhmityskuva (Kuvio 4).



Kuvio 4. Sähköpisteet ja ryhmityskuva

Kuvio 5. Ryhmäkeskuksen pääkaavio

4.3 Käytettävät mittalaitteet

Käyttöönottotarkastuksissa käytettiin Bizline BIZ780011 CAT II kaksinapaista jännitteenkoetinta sekä HT-instruments COMBI420 (Kuva 12) asennustarkastusmittaria.



Kuva 12. Asennustarkastusmittari COMBI 420.

4.4 Varsinaiset mittaukset ja mittaustulokset

Ensimmäiseksi mitattiin asennuskohteen jännitteettömät mittaukset mittaamalla asennusten suojajohtimien jatkuvuusmittaukset. Kohteen nousukaapeli oli kyt-

ketty sähkö-osaston ryhmäkeskukseen RKR9, mutta sulakkeet eivät olleet paikoillaan. Kohteen jännitteettömyyden toteamisen jälkeen kalibroitiin mittari sekä siinä käytettävät mittajohtimet (Kuva 13).



Kuva 13. Mittarin kalibrointi.

Kalibroinnin jälkeen kytkettiin mittajohtimen toinen pää keskuksen maadoituskiskoon, jonka jälkeen mitattiin kaikki maadoitetut sähkölaitteet sekä pistorasiat. Mittaustulokset kirjattiin ylös jokaisesta pisteestä työaikaisiin sähköpistejohdatuskuviin.

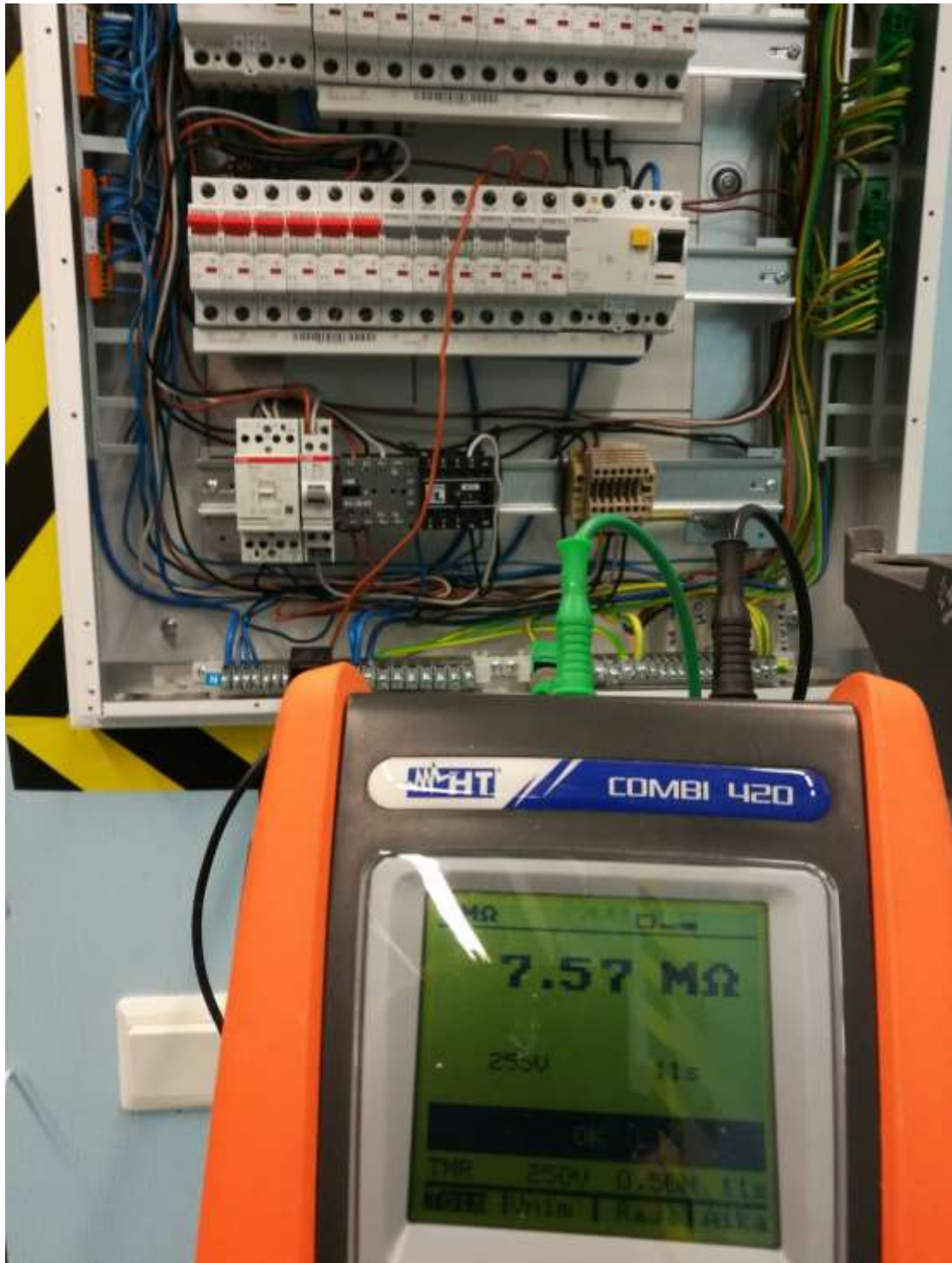
Vaatimukset edellyttävät näiden kaikkien mittausta, mutta käyttöönottotarkastuspöytäkirjaan ei vaadita yksittäisiä mittaustuloksia. Kaikkien sähköpisteiden- sekä sähkölaitteiden mittaustulokset on esitetty liitteessä 1.

Mittauksen sekä tulosten tulkintojen jälkeen täytettiin käyttöönottotarkastuspöytäkirjan kohdan 2 mukaiset osiot. Niitä olivat rastituskohdat, todettu kaikista laitteista ja pistorasioista sekä jatkuvuus todettu vaatimusten mukaiseksi. Lisäksi täytettiin pöytäkirjaan suurin resistanssi ja missä ryhmässä se oli. Suurin resistanssi oli makuuhuoneen pistorasiaryhmässä, joka oli $0,05\Omega$. Suojajohtimien jatkuvuusmittaustulosten pienet ohmi-arvot selittyvät hyvillä liitoksilla sekä lyhyillä kaapeli etäisyyksillä.

Asennustarkastusmittarin menusta valittiin kohta $LOW\Omega$ - jatkuvuus. Seuraavana mittauksena oli kohteen eristysresistanssin mittaukset. Ensimmäisenä eriytettiin suojamaa sekä nolla. Tämä tehtiin turvakytkimestä irrottamalla suojamaajohdin sekä laittamalla turvakytkin nolla asentoon eli auki asentoon. Turvakytkimenä oli 4-napainen turvakytkin, jolla saatiin erotettua vaihejohtimien lisäksi myös nollajohdin.

Seuraavana toimenpiteenä oli yhdistää äärijohtimet, toisin sanoen yhdistämällä kaikki vaihejohtimet sekä nollajohdin yhteen. Keskuksen kytkimet sekä suojalaitteet laitettiin on-asentoon. Näin voitiin mitata yhdellä mittauksella kohteen asennusten eristysresistanssi, pois lukien kontaktorilähdöt. Näitä kontaktorilähtöjä oli lämminvesivaraaja sekä lämmitysryhmät. Ne mitattiin yksitellen suoraan kontaktorin lähtöpäästä.

Mittaukset suoritettiin asennustarkastusmittarilla valitsemalla mittarin menusta $M\Omega$ - eristysresistanssi. Mittaus suoritettiin äärijohtimien yhdistämisen jälkeen niiden sekä suojamaan välitä (Kuva 14). Mittaustulokseksi saatiin $7.57 M\Omega$ ilman kontaktorilähtöjä.



Kuva 14. Eristysvastus mittaus.

Vaatimuksen asennusten eristysresistanssille on vähintään $1\text{M}\Omega$. Todettiin asennusten maadoitusten sekä eristysvastusten olevan kunnosta, joten purettiin mitausta varten olevat yhdistykset sekä kytkettiin suojajohdin turvakyttimeen maadoitusliittimeen. Turvakytin käännettiin auki-asentoon.

Ryhmäkeskuksen pääkytkin ja suojalaitteet käännettiin poissa-asentoon ja laitettiin syöttävään ryhmäkeskukseen sulakkeet. Seuraavaksi mitattiin turvakytkimelle tulet jännitteet, nolla sekä suojamaa. Samalla tarkistettiin oikea vaihejärjestys jännitteenkoettimella (Kuva 15) sekä tarkastusmittarilla (Kuva 16).



Kuvat 15 ja 16. Vaihejärjestysten mittaaminen.

Tämän jälkeen laitettiin turvakytkin päälle-asentoon ja suoritettiin samat mittaukset ryhmäkeskuksen pääkytkimeltä. Oikean kiertosuunnan varmistamiseksi keskuksessa, mitattiin se jännitteenkoettimella sekä asennustarkastusmittarilla.

Kohteeseen laitettiin ryhmä kerralla jännitteet tehden toimintakokeet sekä vaadittavat mittaukset. Jännitteisinä mittauksina mitattiin oikosulkuvirrat. Mittaukset suoritettiin ryhmäkeskuksen pääkytkimeltä sekä kaikista pisteistä. Vaatimusten mukaan riittää, kun mitataan ryhmäkohtaisesti, mutta mittauksena riittää vain sen epäedullisimman pisteen mittaus. Mittasimme kohteen jokaisen pisteen sekä laitoimme tulokset ylös (Liite 1). Mittaustuloksia verrattiin taulukkoarvoihin syötön automaattisen poiskytkennän varmistamiseksi.

Seuraavana jännitteisenä mittauksena oli pistorasioiden vikavirtasuojakytkimien laukaisuaikojen mittaukset. Näissäkin vaatimuksena riittää epäedullisimman paikan mittaaminen eli ryhmän kauimmaisen mittaaminen, mutta mittasimme näistäkin ryhmän jokaisen pisteen. Kaikkien pisteiden mittaustulokset on esitetty liitteessä 1. Kun kohteen jännitteiset mittaukset oli suoritettu sekä varmennettu asennusten turvallisuudesta, täytettiin käyttöönottotarkastuspöytäkirjan kohdat 4-7.

4.5 Käyttöönottotarkastuspöytäkirja

Käyttöönottotarkastuspöytäkirjaksi valitsimme ST kortistosta ST 51.21.06 pöytäkirjan. Opetusympäristön sähköasennusten käyttöönottotarkastuspöytäkirja on esitetty liitteessä 2.

5 KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSISSA HAVAITUT PUUTTEET

Tutkin tässä opinnäytetyössäni myös sitä, minkälaisia puutteita käyttöönottotarkastusten jälkeen kohteisiin on jäänyt. Tutkielman aineistona olen käyttänyt Tukesin aineistoa ”Pienkohdeprojekti 2016” sähköasennusten taso uusissa pienrakennuksissa.

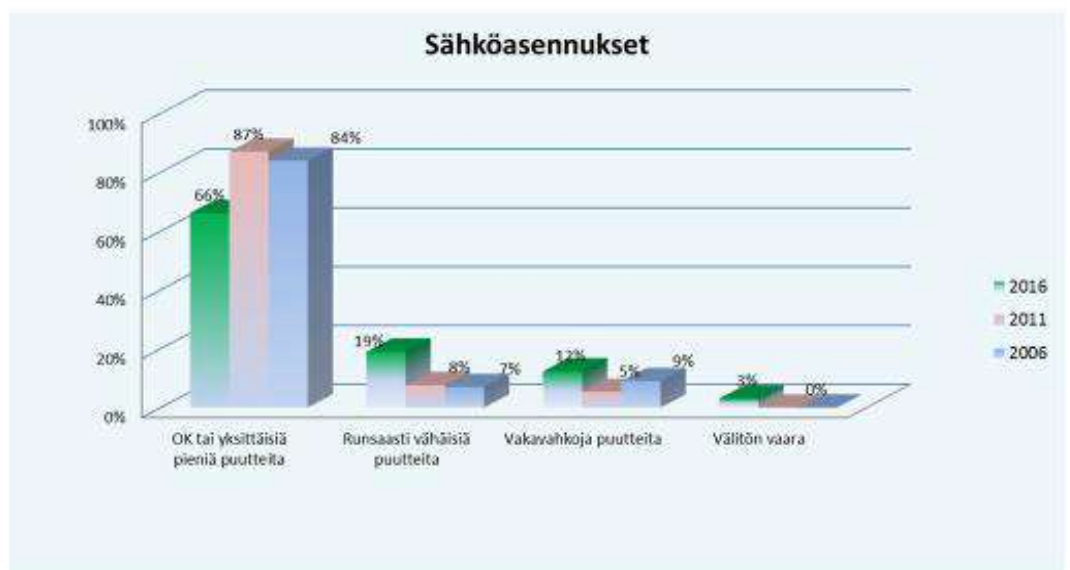
Heinäkuusta 1997 sähkölaitosten tarkastustoiminta lakkasi ja kolmannen osapuolen tarkastukset, määräaika- ja varmennustarkastukset, tulivat uuden järjestelmän mukaisten valtuutettujen tarkastajien ja -laitosten tehtäväksi. Isot ja vaativat kohteet (laitteistoluokat 1 – 3) edellyttävät sähköurakoitsijan oman tarkastuksen lisäksi myös kolmannen osapuolen suorittama varmennustarkastuksen, mutta pienkohteissa (mm. pari- ja omakotitalot, kesämökit) sitä ei vaadita. Näissä pienkohteissa riittää sähkölaitteiston rakentajan oma käyttöönottotarkastus.

Vuosittain tehdään n.5400 (2015) sähkölaitteistojen käyttöönottoon liittyviä varmennustarkastuksia ja näiden tarkastuksen ulkopuolelle jää pienkohteita 10.000 – 20.000/vuosi. Koska määrä on niin suuri, on se ollut Tukesin kenttävalvonnan tärkeimpiä kohdealueita. Tukesi teki ensimmäisen kartoituksen 1999, jolloin ostopalveluna tilattiin tarkastajilta tekninen tarkastus 118 kohteeseen. Kartoitus uusittiin 2006, joista ostopalveluna 100 tarkastusta ja lisäksi Tukesin tarkastajat tarkastivat 45 kohdetta. 2011 toteutettiin ostopalveluna vielä 131 tarkastusta. ”Pienkohdeprojektin 2016” tarkoituksena oli selvittää, miten tilanne oli kehittynyt aikaisemmasta. Otosten määrä oli silloin 65. Tarkastuskohteiksi valittiin eri puolella Suomea olevia paikkakuntia, joita oli 12. Projektin 65 tarkastuskohteissa oli sähkötöitä tehnyt 57 eri urakoitsijaa. (Pietilä, Iholin & Iivonen 2016, 1-2.)

Tietojen keräämisessä keskityttiin asennusten standardin mukaisuuteen, käyttöönottotarkastuspöytäkirjan asianmukaisuuteen, käyttöönottotarkastuksen riittävyyteen ja sähköpiirustusten toimittamiseen ja käytön opastukseen.

Tarkastuskohteita oli 65 kpl ja kohteiden käyttöönotosta oli kulunut keskimäärin hieman yli vuosi. Tulokseksi saatiin, että 43 kohteen (66%) asennustyöt olivat hyväksyttävällä tasolla. Runsaasti puutteita asennustöissä oli 12 (19%) ja 8 kohteessa (12%) oli vakavia puutteita (Kuvio 6). Välitöntä vaaraa aiheuttavia virheitä löytyi 2 (3%).

Tuloksia: Asennukset



Kuvio 6. Tuloksia: Sähkösäennukset (Pietilä, Iholin & Iivonen 2016.)

Tarkastettujen 65 kohteiden säädösten edellyttämät pöytäkirjat oli tehty 63 kohteessa (97%). Kuitenkin näistä vain 41 (63%) olivat laadultaan asianmukaisia. Puutteellisia oli 16 (25%) kohteen edestä ja näistä 6 (9%) pöytäkirjat olivat niin puutteellisia tai virheellisiä, ettei niillä ollut mitään arvoa sähköturvallisuusvaatimuksen täyttymisen osoittajana (Kuvio 7). Tulosten perusteella peräti joka kolmas tarkastus pöytäkirja puuttui tai siinä oli huomattavia puutteita, jolloin jää arvailujen varaan ovatko sähkölaitteistojen turvallisuus saavutettu.

Tuloksia: KOT-pöytäkirja

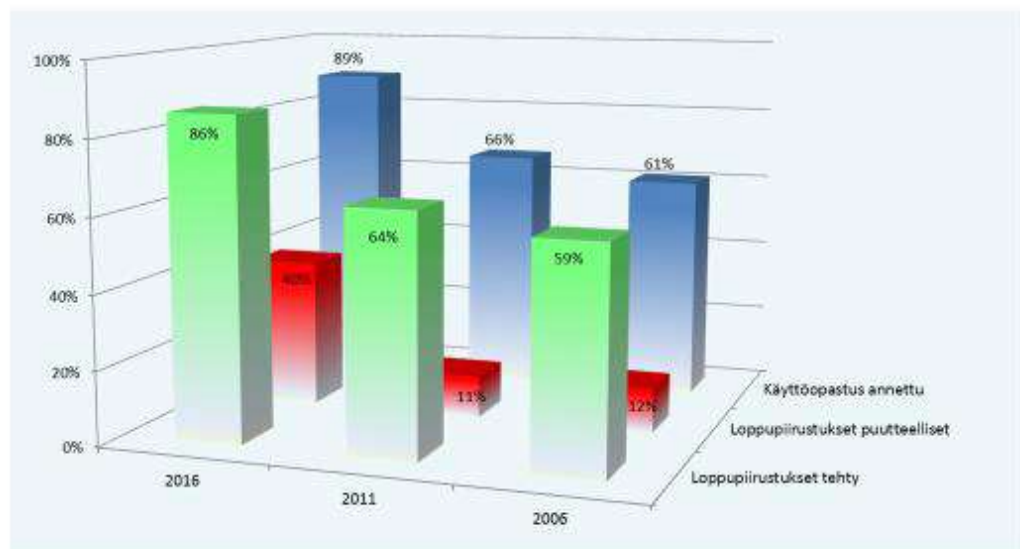


Kuvio 7. Tuloksia: Käyttöönottotarkastus, pöytäkirja (Pietilä, Iholin & Iivonen 2016.)

Sähköpiirustuksia oli tehty ja luovutettu loppukäyttäjille 56 tapauksessa (86%). Näistä 26 tapausta olivat huomattavan puutteellisia eivätkä ne vastanneet kohteiden asennustöitä. Vain 30 kohteen (46%) piirustukset olivat kelvollisia (Kuvio 8).

Suurin osa sähkölaitteiden haltijoista (89%) oli omasta mielestään saanut riittävän käytön opastuksen sähköurakoitsijalta. Tämä oli ainut kehitys 2016 tutkimuksessa aiempiin tutkimuksiin verrattuna.

Tuloksia: Loppukuvat ja käytönopastus



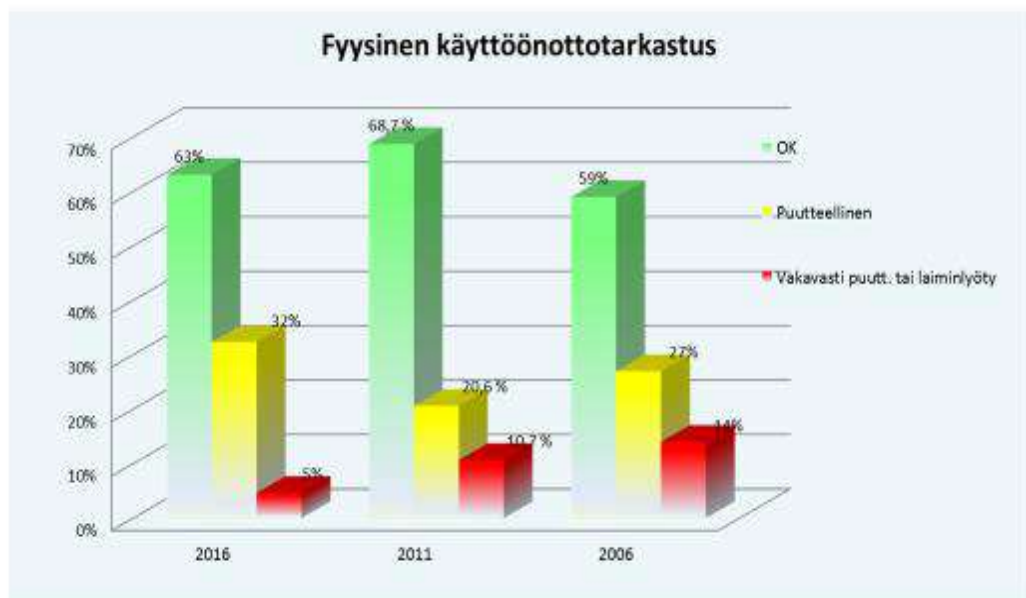
Kuvio 8. Tuloksia: Loppukuvat ja käytönopastus (Pietilä, Iholin & Iivonen 2016.)

Käyttöönottotarkastus katsottiin asian mukaiseksi, kun asennukset olivat kunnossa tai niissä esiintyi vain pieniä puutteita ja pöytäkirja oli kohtuullisen asianmukainen. Puutteelliseksi ne katsottiin, kun asennuksessa oli runsaasti vähäisiä puutteita tai pöytäkirja oli selvästi tai huomattavan puutteellinen.

Vakavasti puutteelliseksi tai laiminlyödyksi katsottiin, kun asennuksista löytyi vakavia puutteita tai niissä löytyi runsaasti vähäisiä puutteita, eikä pöytäkirjaa ollut tehty tai ne olivat puutteellisia tai virheellisiä.

Tutkimuksen perusteella riittävä käyttöönottotarkastus oli tehty 41 kohteessa (63%). Puutteelliseksi oli jäänyt 16 tapausta (25%), kun taas vakavasti puutteellisia tai laiminlyötyjä tarkastuksia oli 6 kappaletta (9%) (Kuvio 9).

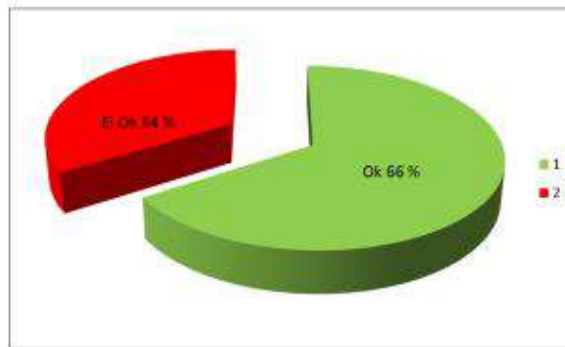
Tuloksia: Fyysisen tarkastuksen laatu



Kuvio 9. Tuloksia: Fyysisen tarkastuksen laatu (Pietilä, Iholin & Iivonen 2016.)

Tämän tutkimuksen johtopäätöksenä oli, että sähköasennusten tekninen taso oli merkittävästi laskenut (20%). Käyttöönottotarkastuksen riittävydessäkin oli tapahtunut muutosta. Tilannetta ei voitu pitää hyvänä, koska peräti yli kolmanneksessa (34%) pienkohteiden sähköasennusten käyttöönottotarkastuksessa oli puutteita (Kuvio 10). Vain 66% kohteissa ei todettu vakavia puutteita tarkastuksen jälkeen.

Pienkohteet asennuspuutteet



Kuvio 10. Tuloksia: Pienkohteen asennuspuutteet (Pietilä, Iholin & Iivonen 2016.)

Asennuspuutteista voi mainita mm. palovaaraa aiheuttavat valaisinasennukset, huonot johdinliitokset, päämaadoituskiskon puuttumiset ja muut potentiaalitasausjärjestelmään liittyvät puutteet, keskusten puutteelliset kosketussuojaukset, liian isot ylivirtasuojaukset, kevi-johtimen käyttö vaihejohtimena, puutteelliset viikavirtasuojaukset, kaapeleiden puutteelliset mekaaniset suojaukset sekä kiukaiden asentaminen liian lähelle palavia rakenteita.

Jotkut viat johtunevat osaamisen puutteesta, mutta useimmissa tapauksissa lie-
nee huolimattomuuksista tai välinpitämättömyydestä.

Toimenpidesuosituksena raportti antaa, että koulutuksessa ja muussa urakoitsi-
jainformaatioissa tulee entistä paremmin korostaa käyttöönottotarkastuksen ja
sen dokumentoinnin tärkeyttä.

On myös syytä korostaa pöytäkirjan virallista merkitystä ja sitä, että totuuden vas-
taisen asiakirjan toimittamisesta voi olla vakavia seurauksia.

Myös tarkastuksen tekevien henkilöiden riittävää ammattitaitoa peräänkuulute-
taan mittareiden käytön, tuloksien tulkinnan ja kirjaamisien osalta. Suurin osa
näistä puutteista olisi voitu välttää noudattamalla valmistajien asennusohjeita
sekä työvaiheilla käyttöönottotarkastuksilla.

Muuttuvien standardien opiskelu ja muutosten seuraaminen riittävän ammattitai-
don ylläpitämisen kannalta on tärkeää. Yhteistyö myös rakennusvalvonnan sekä
muiden viranomaisten kanssa on turvallisuuden varmistamiseksi välttämätöntä.
Tärkeimpänä asiana kuitenkin on asenteen löystyminen ja moraalien huonontumi-
nen.

6. POHDINTA

6.1 Tutkimustulosten pohdinta

Yllätyksenä tuli Tukesin pienkohdeprojektin sähköasennustöiden taso uusissa rakennuksissa olevat puutteet ja virheet. Tarkastuksen kohteena olevista asennuksista vain 2/3-osaa olivat hyväksyttävällä tasolla ja kolmanneksessa oli runsaasti asennuspuutteita, vaikka urakoitsijat olivat tehneet niihin oman käyttöönottotarkastuksen.

Omaehtoisen kokemuksen perusteella oletin, että urakoitsija tekemällä oikein käyttöönottotarkastuksen löytää itse puutteet ja virheet sekä luonnollisesti korjaa ne välittömästi. Tämän jälkeen urakoitsija suorittaa uuden tarkastuksen, missä niitä ei enää pitäisi olla. Itse toimin sähköurakoitsijana vuodesta 1994 vuoteen 2010, enkä havainnut vastaavia ongelmia toiminnassamme. Toki lähes jokaisessa käyttöönotossa ja käyttöönottotarkastuksessa vikoja löytyy, mutta tarkastuksen yhtenä tärkeimpänä asiana onkin löytää ne tarkastuksen yhteydessä, jotta ne voidaan korjata ennen kohteen luovuttamista loppukäyttäjälle.

Sähköyritysten tulee panostaa henkilökunnan kouluttamiseen huomattavasti paremmin käyttöönottotarkastusten osalta. Tämäkin tekee vielä luultua tärkeämmäksi myös oppilaitoksissa riittävän perusteellisen koulutuksen antamiseksi käyttöönottotarkastuksiin ja varsinkin se mittauksiin. Siinä mielessä tämän opinnäytetyön tekeminen sekä toimivan opetusympäristön käyttöönottotarkastusta varten saaminen oppilaitokseemme onkin varsin tärkeätä.

6.2 Toteutuksen pohdinta

Pohtiessani opinnäytetyön aihetta, halusin tehdä sellaisen opinnäytetyön, joka hyödyntää minun omaa opetustyötä sekä palvelee meidän sähköalan opiskelijoita mahdollisimman hyvin. Olin harkinnut jo vuosia toimivasta oppimisympäristöstä käyttöönottotarkastukselle sekä sen mittauksille, mutta sen tekemiseen vaadittavaa aikaa ei koskaan tahtonut löytää.

Tämän opinnäytetyön tekeminen olikin erittäin työläs ja aikaa vievä, mutta olen varsin tyytyväinen lopputulokseen. Halusin oppimisympäristöstä riittävän yksinkertaisen, että tärkein painopiste ei sekoitu liialliseen sähkötekniikkaan. Tärkeintä on oikeasti ymmärtää mitä mitataan, miten mitataan sekä miten opiskelija osaa tulkita mittauksia turvallisen sähkötyön varmentamiseksi.

Tarkoituksena on myös tehdä myöhemmin muutamia asennusvirheitä tähän oppimisympäristöön, jotka opiskelijoiden on myös löydettävä. Lopullisen arvion ja palautteen oppimisympäristöstä saan vasta, kun ensimmäiset opiskelijat pääsevät suorittamaan varsinaisen käyttöönottotarkastuksen tässä oikeassa oppimisympäristössä.

Työn teoriaosuuden materiaalin hankinnassa suurin ongelma oli sen huomattava määrä ja laajuus. Pyrin rakentamaan riittävän teoriaosuuden, kuitenkin ettei sitä ole liikaa. Kohderyhmänä on toisen asteen sähköasentajat opiskelijat, joten tarvittava tietopohja on siinäkin otettu huomioon.

Työn suunnittelu aloitettiin vuoden vaihteen jälkeen 2019. Tilan varaukset sekä tarvittavien lupien saatua alkoi työn fyysinen suorittaminen sekä myös kirjallisen tuotoksen tekeminen.

Työn tekemiseen menevä aika yllätti hiukan, joten sitä ei pystynyt tai jaksanut tehdä pelkästään töiden lomassa. Kesälomalla ollessani tein opinnäytetyötäni koko kesäkuun sekä puolet heinäkuuta. Positiivista tässä oli, että ei harmittanut yhtään tehdä tätä työtä sisällä, koska tämä kesä on ollut varsin kylmä ja sateinen.

LÄHTEET

D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Espoo: Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry.

Kauppila, J. & Saarelainen, K. 2018. Rakennusten sähköasennusten tarkastukset. ST-käsikirja 33. Espoo: Sähkötieto ry.

Pietilä, T., Iholin, T. & Iivonen, E. 2016. Pienkohdeprojekti, Sähköasennustöiden taso uusissa pienrakennuksissa. Helsinki: Tukes.

Saastamoinen, A. & Saarelainen, K. 2012. Rakennusten sähköasennusten tarkastukset. ST-käsikirja 33. Espoo: Sähkötieto ry.

SFS-Käsikirja 600-1 Sähköasennukset. Osa 1: SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS 2012.

SFS 5825:2019. Ohjeet varmennustarkastuksen suorittamisesta. Sesko ry.

SFS 6000-5-52 luku 525. 2017. Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Jännitteenalennema sähkökäyttäjän asennuksessa. Teoksessa S. ry, Pienjännitesähköasennukset. Suomen standardisoimisliitto. Helsinki: SFS.

SFS 6000-6-61. 2012. Pienjänniteasennukset. Osa 6. Tarkastukset. Jakso 61. Käyttöönottotarkastukset. Suomen standardisoimisliitto. Helsinki: SFS.

SFS 6000-7-710. 2012. Pienjänniteasennukset. Osa 7-710. Erikoistilojen ja laitteistojen vaatimukset. Suomen standardisoimisliitto. Helsinki: SFS.

SFS 6000 luku 444. 2012. Rakennusten sähköasennusten häiriösuojaus. Suojaus sähkömagneettisilta vaikutuksilta. Suomen standardisoimisliitto. Helsinki: SFS.

SFS-EN60 529. 2015. Sähkölaitteiden kotelointiluokat. Suomen standardisoimisliitto. Helsinki: SFS.

SFS-EN 60079-14. 2016. Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 14: Sähköasennusten suunnittelu, laitevalinta ja asentaminen. Suomen standardisoimisliitto. Helsinki: SFS.

ST51.21.06. 2017. Käyttöönottotarkastuspöytäkirja ryhmäjohtotason sähköasennuksille. ST-käsikirja 51. Sähkötieto Ry.

Sähköturvallisuuslaki (1135/2016) 44 §. Sähkölaitteistoluokitus.

Sähköturvallisuuslaki (1135/2016) 49 §. Sähkölaitteiden määräaikaistarkastus.

Sähköturvallisuuslaki (1135/2016) 78 §. Valtuutetun tarkastajan hyväksymisen edellytykset.

Tukes-ohje 16/2017. Sähkölaitteiden tarkastukset. Turvallisuus ja kemikaalivirasto. Helsinki.

Valtioneuvon asetus sähkölaitteistoista 1434/2016.

Valtioneuvon asetus sähkötyöstä ja käyttötyöstä 1435/2016.

Valtioneuvon asetus sähkölaitteiden ja -laitteistojen sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta 1436/2016.

Valtioneuvon asetus sähkölaitteiden turvallisuudesta 1437/2016.

LIITTEET

- Liite 1 Mittaustulokset käyttöönottotarkastussimulaattori
Liite 2 Käyttöönottotarkastuspöytäkirja

Liite 1

Ryhmä nro	Ryhmä	Suoja-joh- timen impe- danssi Ω	Oikosulku- virta A	Vikavirta- suojan laukaisu- aika ms	Eristys- resistanssi (kon- takt.läh- döt) M Ω
2	Kiuas	0			
3	Lämminvesiva- raaja	0			499
4	Liesi	0			
6.2	Valaistus KHH	0			
6.3	Pistorasia KHH	0	418	19	
7.1	Pistorasiat MH	0,05	377	19	
8.1	Valaistus OH	0			
8.2	Pistorasiat OH	0,03	396	19	
8.3	Pistorasia Liesi- tuuletin	0	489	19	
9.1	Ulkopistorasia TER	0,44	522	19	
9.2	Pistorasiat KT	0	479	19	
9.3	Pistorasia JK KT	0	469	19	
10.1	Valaistus KT	0			
10.2	Valaistus TK	0			
10.3	Pistorasia PH	0	433	12	
11.1	Lämmitin OH	-			499
11.2	Lämmitin TK	0			499
12.1	Työtasoval.+pr KT	0	425	11	



KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUSPÖYTÄKIRJA RYHMÄJOHTOTASON SÄHKÖASENNUKSILLE

Käyttöönottotarkastus	<input checked="" type="checkbox"/>	Mikä?	Käyttöönottotarkastussimulaattori
Muu	<input type="checkbox"/>		

PERUSTIEDOT

Kohleen tiedot	Työnumero	Kohteen nimi ja yksilöinti	Osoite ja postitoimipaikka
	012019	Käyttöönottotarkastussimulaattori	Apajatie 1
	Ryhmätunnukset	Kainuun Ammattipisto, Kuusamo	93600 Kuusamo
Sähkölaitteiston rakentaja	Rakentajan nimi	Osoite ja postitoimipaikka	
	Kainuun ammattipisto, Kuusamo, Sähkö-osasto	Apajatie 1	
	Sähkötyöiden johtaja	93600 Kuusamo	
	Tommy Vallioniemi	Sähköpostiosoite	
	Puhelinnumero	tommy.vallioniemi@kao.fi	
	0400-306 466		

1. AISTINVARAINEN TARKASTUS

Asennukset on aistinvaraisesti suoritettuna tarkastuksessa todettu vaatimusten mukaiseksi	<input checked="" type="checkbox"/>
Lisätietoja	

2. SUOJAJOHTIMIEN JATKUVUUS (PE-, PEN-, maadoitus-, pää- ja lisäpotentiaalintasausjohtimet)

Todettu kaikista laitteista ja pistorasioista	<input checked="" type="checkbox"/>	Suurin resistanssi	0,05 Ω , ryhmässä 7.1 Pistorasiat MH
Jatkuvuus todettu vaatimusten mukaiseksi	<input checked="" type="checkbox"/>		
Lisätietoja			

3. ERISTYSRESISTANSSI

Kohde	Ryhmä nro	$R_{\Sigma}/M\Omega$	Huom	Kohde	Ryhmä nro	$R_{\Sigma}/M\Omega$	Huom
Ryhmäkeskus		7,57	Ei kontaktiähtöjä	Lämminvesivaraaja	3	499	Kontaktoriähtö
Lämmitys TK	11.2	499	Kontaktoriähtö				
Lämmitys OH	11.1	499	Kontaktoriähtö				

Eristysresistanssit todettu vaatimusten mukaisiksi	<input checked="" type="checkbox"/>
Erikolstoimenpiteet mittausten suorittamisessa: Suojalaitteet ja kytkimet on-asennossa, L1-L2-L3-N yhdistyksen sekä PE:n välistä	
Lisätietoja	
Kontaktoriähdöt mitattiin erikseen kontaktorin päästä.	

4. SYÖTÖN AUTOMAATTINEN POISKYTKENTÄ

	I_k/A	Z_k/Ω	Suojalaitte	In/A (suojalaitteet)
Keskus	621	0,37	Tulppasulake, nopea	25A
Epäedullisin piste (0,4 s)	377	0,61	Johdonsuojaaomaatti	C16A
Epäedullisin piste (5,0 s)				

Oikosulkuvirta- ja silmukkalimpedanssarvot saatu mittaamalla	<input checked="" type="checkbox"/>	Oikosulkuvirta- ja silmukkalimpedanssarvot saatu laskemalla	<input type="checkbox"/>
Saadut arvot ovat standardin vaatimusten mukaiset	<input checked="" type="checkbox"/>		
Lisätietoja			
Kaikkien ryhmien epäedullisimmat oikosulkuvirrat sekä silmukkalimpedanssit ovat liitteessä 1.			

Vikavirtasuojat

Tyyppi ja käyttö-tarkoitus	Ryhmä nro	Nimellisarvo/mitattu arvo		Painike-testaus	Tyyppi ja käyttö-tarkoitus	Ryhmä nro	Nimellisarvo/mitattu arvo		Painike-testaus
		t/ms	$I_{\Delta n}$				t/ms	$I_{\Delta n}$	
A, LS	9.2	19	30mA	Ok	A, LS	8.2	19	30mA	Ok
A, LS	9.3	19	30mA	Ok	A, LS	10.3	12	30mA	Ok
A, LS	12.1	11	30mA	Ok	A, LS	6.3	19	30mA	Ok

Toiminnot todettu standardien vaatimusten mukaisiksi	<input checked="" type="checkbox"/>	Käyttötarkoitus: VS = vikasuojaus, LS = lisäsuojaus, PS = palosuojaus
Liitteet: Liite 1, kaikkien ryhmien vikavirtasuojien epäedullisimman pisteen laukaisujat.		

5. KIERTOSUUNNAN TARKASTUS	
3-vaihepistorasiat <input type="checkbox"/>	Ei sisälly asennukseen <input checked="" type="checkbox"/>
6. TOIMINTA- JA KÄYTTÖTESTIT	
Koneet ja laitteet <input type="checkbox"/>	Toiminnalliset kokonaisuudet <input checked="" type="checkbox"/> Ei sisälly asennukseen <input type="checkbox"/>
7. EMC-SUOJAUS	
EMC-suojauksen toteuttamiseksi on kohteessa käytetty seuraavia menetelmiä	
TN-S-järjestelmä <input checked="" type="checkbox"/>	
Muuta, mitä?	
Lisätietoja	
Sähkölaitteisto täyttää sähköturvallisuuslain ja valtioneuvoston asetuksen (1466/2007) sähkömagneettista yhteensopivuutta koskevat vaatimukset <input checked="" type="checkbox"/>	
8. HUOLTO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMAN TARVE	
Toimitettu tilaajalle <input type="checkbox"/>	Ei erillisiä ohjeita vaativia laitteita tai asennuksia <input checked="" type="checkbox"/>
10. KOHTEEN TOTEUTUKSESSA KÄYTETYT STANDARDIT	
Toteutuksessa on käytetty standardikäsi kirjaa SFS 600/20 _____ ja	
muuta, mitä?	
Kohde on todettu edellä mainittujen standardien vaatimusten mukaisesti toteutetuksi <input checked="" type="checkbox"/>	
11. TARKASTUKSEN TEKIJÄ(T)	
Päiväys 4.7.2019	Päiväys
Alekirjoitus ja nimen selvitys Tommy Vaillonlemi	Alekirjoitus ja nimen selvitys
Mittauksessa käytetyt mittalaitteet	
Combi 420 Asennustarkastusmittari, Jännitteenkoetin	
12. LUOVUTUSMERKINTÄ	
a) Käytön opas <input checked="" type="checkbox"/>	Sovittu pidettäväksi pvm ____ . ____ 20 ____
b) Käyttöohjottotarkastuspöytäkirja luovutettu liitteineen <input checked="" type="checkbox"/>	
Liitteet: <u>Tarkastuspöytäkirja</u>	
c) Piirustukset ja muut dokumentit luovutettu <input checked="" type="checkbox"/>	
Luettelo piirustuksista: Sähköpiste- ja johdotuskuvat, keskuskaaviot, tarkastuspöytäkirja ja dokumenteista:	
Lisätietoja:	
Päiväys 4.7.2019	Alekirjoitus ja nimen selvitys Tommy Vaillonlemi
13. TILAAJAN TAI HÄNEN EDUSTAJANSA KUITTAUS	
Olen vastaanottanut kohdassa 11, Luovutusmerkintä, ilmoitetut suorituksesi. Pöytäkirja säilytettävä ja tarvittaessa esitettävä koko sähkölaitteiston käyttöajan.	
Päiväys	Alekirjoitus ja nimen selvitys
Käyttöohjottotarkastuspöytäkirjan täyttöohje, ks. liite 1. Mittauksissa tarvittavaa perustietoa, ks. liite 2.	