

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Talotekniikka

Opinnäytetyö

Jaakko Kontunen

SÄHKÖURAKOINTILIIKKEEN SÄHKÖASENNUSTEN TARKASTUSOHJE

Työn ohjaaja

Työn teettäjä

Tampere 2009

TkL Pirkko Harsia

Kiinteistötekniikka KS Kitek Oy, insinööri Juha Haimakainen

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Talotekniikka

Kontunen Jaakko

Opinnäytetyö

40 sivua+5 liitesivua

Työn ohjaaja

TkL Pirkko Harsia

Työn teettäjä

Kiinteistötekniikka KS Kitek Oy, insinööri Juha Haimakainen

Kesäkuu 2009

Hakusanat

käyttöönottotarkastus, tarkastusmittaus

TIIVISTELMÄ

Sähkölaitteistolle on tehtävä käyttöönottotarkastus, jossa tarkistetaan, ettei sähkölaitteistosta aiheudu vaaraa tai häiriötä. Opinnäytetyön tavoite oli tehdä ohje sähköasennusten tarkastuksiin.

Tarkastusohjeen runko on koottu sähkönimikkeistön perusteella. Ohje on tehty pääasiassa kirjallisuuden pohjalta, josta keskeisimpinä ovat olleet SFS EN 6000-6 sekä ST-käsikirja 16 Yleiskaapelointijärjestelmät. Lisäksi on kirjoitettu ohjeita projektinohitajan haastattelun perusteella.

Tarkastusohje käsittelee sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmiä sekä sähkötekniisiä tietojärjestelmiä. Järjestelmistä on kerrottu lyhyesti, mitä tarkastuksia niille tehdään ja milloin. Ohje on koottu Excel-ohjelmaan, ja tehty siten, että siitä voidaan valita halutut järjestelmät tulostukseen.

Tärkeätä on päivittää ohjetta standardien muuttuessa, jotta sähköturvallisuus ei heikenny. Tarkastusohjetta on mahdollista kehittää täydentämällä sitä yrityksen laajentuessa, jolloin voidaan uusista järjestelmistä kirjoittaa ohjeet niille kuuluville paikoille.

TAMPERE POLYTECHNIC

Electrical Engineering

Building services engineering

Kontunen Jaakko

Engineering Thesis 40 pages+5 appendices

Thesis supervisor Pirkko Harsia

Commissioning company Kiinteistötekniikka KS Kitek Oy, engineer Juha Haimakainen

June 2009

Keywords Initial Verification

ABSTRACT

Initial verifications must be made to the electrical installations so that the electrical installation does not cause a danger or a disturbance. The objective of this thesis was to make inspection instructions for electrical installations.

The body of the inspection instruction has been collected according to the electricity nomenclatures. The instructions are mainly based on literature sources, from which SFS EN 6000-6 and ST manuals have been the most essential ones. Also some additional instructions have been written based on an interview of the project manager.

The inspection instructions deal with the electrical energy distribution and operation systems. Also the electrical information systems are covered. It is also briefly written when and which these inspections should be made. The instructions have been collected into an Excel program. The program has been done so that the desired systems can be chosen from it and then printed.

It is important to update the instructions when the standards are changed so that the electrical safety will not weaken. It is possible to develop the inspection instructions by supplementing them as the company expands.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLLYSLUETTELO	4
1 JOHDANTO	5
2 KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUS	6
2.1 Standardit	7
2.2 Silmämääräiset tarkastukset	7
2.3 Testaukset	9
2.3.1 Eristysresistanssin mittaus	10
2.3.2 Suojajohtimen jatkuvuuden mittaus	11
2.3.3 Sähköisen erotuksen mittaus	13
2.3.4 Automaattisen poiskytkennän mittaus	14
2.3.5 Lisäsuojauksen mittaus	16
2.3.6 Napaisuuden tarkistaminen	17
2.3.7 Kentän kiertosuunnan tarkistaminen	17
2.3.8 Toimintatestit	18
3 ERITYISJÄRJESTELMÄT	19
3.1 Varavoimalaitos	19
3.2 UPS-varavoimasyöttö	20
4 TIEDONSIIRTOJÄRJESTELMÄT	23
4.1 Yleiskaapelointi	23
4.1.1 Parikaapeloinnin testaus	24
4.1.2 Optisen kaapeloinnin testaus	25
4.2 Turvallisuusjärjestelmät	27
5 TARKASTUSOHJE	28
5.1 Lähtökohdat ja työn tarkoitus	28
5.2 Työn rajaukset	29
5.3 Tarkastusohjeen tekeminen	29
5.4 Tarkastusohjeen ulkoasu	33
5.5 Lomakeversion tekeminen	35
6 PÄÄTELMÄT	36
LÄHDELUETTELO	38
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä perehdytään Kiinteistötekniikka KS Kitek Oy:n sähköasennusten tarkastamiseen, joita tekevät sekä asentajat että projektinhoitajat. Työssä ei perehdytä varmennus- eikä määräaikaistarkastuksiin. Työ rajataan sähköurakoinnin osa-alueeseen, eikä puututa LVI-järjestelmiin. Tarkastusohjeen on tarkoitus olla osana laadunhallintajärjestelmää. Työssä ei kuitenkaan perehdytä laadunhallintajärjestelmän tekemiseen eikä vaatimuksiin.

Työn tarkoitus on tuottaa yritykselle opastava ohje sähköasennusten tarkastuksiin sähkönimikkeistön mukaan. Työn tavoitteena on saada aikaiseksi yritykselle asiakirjapohja, jossa on kaikki tarkastuksiin liittyvät toimintaohjeet koko projektin ajalta. Ohjeesta projektinhoitaja voi valita tarvittavat järjestelmät, jotka tulevat kohteeseen ja joihin tarkastukset tehdään, jolloin ylimääräiset osat jäävät kokonaan pois ohjeen sisällöstä.

Kiinteistötekniikka KS Kitek Oy on nuori, kasvava LVIS-urakointiliike, joka on perustettu vuonna 2000. Vuonna 2008 sen liikevaihto oli noin 12 miljoonaa euroa ja henkilömäärä noin 67 /17/. Liikkeen toimitusjohtajana toimii Veli-Markku Nieminen. Sähköpeko Oy osti KS Kitek Oy:n Sähkö-Kaunistot Oy:ltä 2.3.2009 /19/.

Sähköasennukset ovat yrityksen pääalue, minkä vuoksi sähköasentajia on suuri osa henkilöstömäärästä. Sähköurakointiin liittyvät myös tietoverkkojen mittaukset ja käyttöönottotarkastukset. KS Kitek Oy tekee noin 400 asuntosähköistystä vuodessa. /18./

2 KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUS

Sähköturvallisuuslain (410/96) 5 §:ssä todetaan ” Sähkölaitteet ja -laitteistot on suunniteltava, rakennettava, valmistettava ja korjattava niin sekä niitä on huollettava ja käytettävä niin, että:

- 1) niistä ei aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa;
- 2) niistä ei sähköisesti tai sähkömagneettisesti aiheudu kohtuutonta häiriötä; sekä
- 3) niiden toiminta ei häiriinny helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti”. /15./

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 5.7.1996/517 3 §:n mukaan ”sähkölaitteistolle on tehtävä käyttöönottotarkastus, jossa riittävässä laajuudessa selvitetään, ettei sähkölaitteistosta aiheudu sähköturvallisuuslain (410/96) 5 §:ssä tarkoitettua vaaraa tai häiriötä”. /14./

517 4 § mukaan käyttöönottotarkastuksessa on tehtävä tarkastuspöytäkirja, joka annetaan sähkölaitteiston haltialle. Pöytäkirjaan merkitään kohteen tiedot, tehdyt tarkastukset, mittaustulokset, käytetyt standardit, tarkastajien tiedot ja allekirjoitus sekä luovutusmerkinnät. Pöytäkirjaa ei tarvitse tehdä pieniluonteisista töistä, joita ovat esimerkiksi yksittäisen pistorasian vaihto. /14./

Kaikki sähköasennukset ovat tarkistettavana ennen käyttöönottoa silmämääräisesti sekä sellaisilla testeillä, joilla voidaan todeta että sähköasennukset täyttävät standardien vaatimukset. Käyttöönottotarkastus tehdään aina ennen luovutusta. Tarkastuksen saa tehdä sähköalan ammattihenkilö, joka on riittävän pätevä tekemään tarkastuksen. /11./

Tarkastuspöytäkirjaan merkitään ainakin seuraavat asiat. /11/

- eristysresistanssimittauksista kaikki mittaustulokset
- silmukkaimpedanssimittauksista kaikki mittaustulokset
- vikavirtasuojakytkimien testaustulokset
- jatkuvuusmittauksista saatu huonoin arvo ja sen mittaustaikka
- silmämääräisen tarkastuksen tarkastuskohteet.

2.1 Standardit

Käyttöönottotarkastus tehdään standardin SFS 6000-6-61 mukaan. Standardissa kerrotaan silmämääräiset sekä mittalaitteilla testattavat kohteet. Jokaisesta kohdasta kerrotaan erikseen, mitä mittauksessa täytyy tehdä ja ottaa huomioon.

Mittauksessa käytettävä mittalaitteen pitää olla IEC 61557 standardin mukainen, jotta arvoihin voidaan luottaa /11/.

2.2 Silmämääräiset tarkastukset

”Tarkastuksia on järkevää tehdä koko ajan sähköasennustyötä tehtäessä. Esimerkiksi peittoon jäävät asennukset tarkastetaan ennen kuin ne peitetään. Näistä tarkastuksista kannattaa tehdä myös pöytäkirjaan sitä mukaa kuin kukin tarkastus vaihe on suoritettu.” /11/. Sähköasentajat tekevät koko asennustyön ajan silmämääräistä tarkastamista. Esimerkiksi pistorasian asennus sekä kunto tarkastetaan samalla, kun se asennetaan paikoilleen.

Silmämääräinen tarkastus on ainoa tarkastus, jolla varmistutaan kosketussuojauksen toimivuudesta. Virheellinen kytkentä tai vioittunut sähkölaite voi aiheuttaa henkilö- tai omaisuusvahinkoja.

Silmämääräisiin tarkastuksiin kuuluvat SFS 6000-6-61:n mukaan seuraavat kohdat a-m, jotka on esitelty taulukossa 1. Selitykset ovat yleisiä, jolloin ne sopivat kaikkiin asennuksiin. On tärkeätä, että osaa valita, mitkä asiat kuuluvat mihinkin tarkastukseen.

Taulukko 1 Käyttöönottotarkastuksen silmämääräiset tarkastukset /5/

a)	sähköiskulta suojaukseen käytetyt menetelmä
b)	palosuojuksien käyttö ja muut palon leviämisen estämiseksi ja lämpövaikutuksilta suojaamiseksi tehdyt toimenpiteet
c)	johtimien valinta kuormitettavuuden, sallitun jännitteen aleneman ja häiriösuojauksen kannalta
d)	suoja- ja valvontalaitteiden valinta ja asettelu
e)	erotus- ja kytkentälaitteiden valinta ja oikea sijoitus
f)	sähkölaitteiden ja suojausmenetelmien valinta ulkoisten tekijöiden vaikutuksen mukaan
g)	nolla- ja suojajohtimien tunnuksot
h)	yksivaiheisen kytkinlaitteiden kytkentä äärijohtimiin
i)	piirustusten, varoituskilpien tai vastaavien tietojen olemassaolo
j)	virtapiirien, varokkeiden, kytkimien, liittimien yms. tunnistettavuus
k)	johtimien liitosten sopivuus
l)	suojajohtimien, mukaan luettuna suojaavien potentiaalintasausjohtimien ja lisäpotentiaalintasausjohtimien olemassa olo ja sopivuus
m)	sähkölaitteiston käytön, tunnistamisen ja huollon vaatima tila

Silmämääräiset eli aistinvaraiset tarkastukset merkitään käyttöönottopöytäkirjaan. Kuvissa 1 ja 2 on esitetty käyttöönottopöytäkirjasta kyseinen kohta. Jos ne ovat kunnossa, merkitään rasti kohtaan ”kunnossa”. Jos kohta ei sisälly tarkastukseen, merkitään rasti kohtaan ”ei sisälly”. Jos huomataan virheitä tai puutteita asennuksissa, kirjoitetaan ne kohtaan ”huom.”. Tämä helpottaa myöhemmin kyseisen vian paikallistamista ja korjaamista.

1. AISTINVARAINEN TARKASTUS			
a)	Sähköiskulta suojaus Huom!	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
b)	Palosuojaus Huom!	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
c)	Johtimien valinta Huom!	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
d)	Suoja-, käyttö- ja valvontalaitteet Huom!	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
e)	Erotus- ja kytkentälaitteet Huom!	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
f)	Sähkölaitteiden suojausmenetelmät Huom!	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
g)	Nolla- ja suojohtimien tunnuks Huom!	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
h)	Yksivaiheiset kytkinlaitteet Huom!	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
i)	Piirustukset, varoituskilvet yms. Huom!	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
j)	Tunnistettavuus Huom!	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
k)	Johtimien liitosten sopivuus Huom!	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>

Kuva 1 Käyttöönottopöytäkirja aistinvaraisista tarkastuksista /9/

1. AISTINVARAINEN TARKASTUS (jatkuu)			
l)	Suojohtimien olemassa olo Maadoituselektrodin rakenne: Perustusmaadoitus <input type="checkbox"/> Muu, mikä? _____ Huom! _____	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
m)	Sähkölaitteiston vaatima tila Huom!	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
n)	Erikoistilat Kohdetta koskevat erikoistilat: Lääkintatila Liite _____ Räjähdyksivaarallinen tila Liite _____ Liite _____	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
o)	Napaisuustesti Huom!	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>

Kuva 2 Käyttöönottopöytäkirjan aistinvaraisesta tarkastuksesta /9/

2.3 Testaukset

Ennen testauksia pitää tehdä kohteeseen tarkastussuunnitelma, jossa mietitään, kuinka mittaukset toteutetaan kyseisessä ympäristössä ja mitä testereitä sekä apuvälineitä tarvitaan. Mittalaitteesta on tarkastettava aina ennen mittauksia sen kunto sekä mittajohtimien kunto. Ennen mittausta on varmistettava myös mittalaitteen asetukset.

2.3.1 Eristysresistanssin mittaus

Eristysresistanssimittaukset tehdään keskuksille sekä lämmityskaapeleihin ja -kelmuihin. Kyseisessä mittauksessa tutkitaan, onko tapahtunut kytkentävirheitä, jotka heikentäisivät eristysresistanssia. Vika pystytään paikallistamaan nopeasti ja ryhmäkohtaisesti. Mittaus tehdään aina jännitteettömään keskukseen.

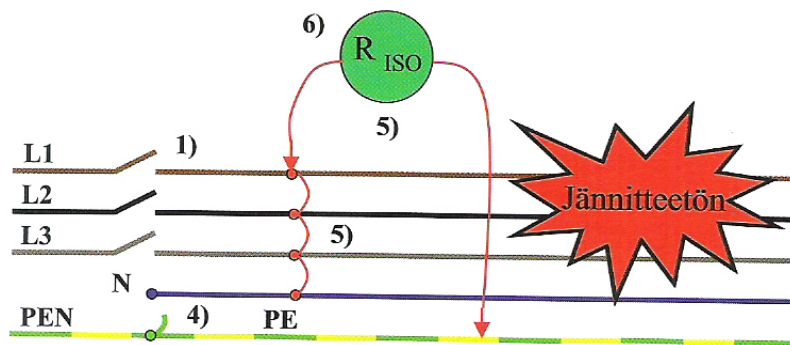
Eristysresistanssin minimisuuruudet ja mittausjännitteet ovat esitetty taulukossa 2. /5./

Taulukko 2 Mittausjännitteet sekä eristysresistanssin minimiarvot /10/

Virtapiirin nimellijännite	Koejännite (tasajännite)	Eristysresistanssi
	V	MΩ
SELV ja PELV	250	≥0,5
Enintään 500 V, edellä olevaa kohtaa lukuun ottamatta	500	≥1,0
yli 500V	1000	≥1,0

TN-C-järjestelmässä on PEN-johdin, eli nolla- ja PE-johdin ovat samassa. Tällöin mittaukset tehdään PEN-johdinta vasten. Mittausten aikana kulutuskoneiden on oltava irti. /5./

Lattialämmityskaapeleille tehdään yleensä sekä heti asennuksen jälkeen että valun jälkeen eristysresistanssin mittaus (kuva 3). Jos vastusarvot eivät täytä vaatimuksia, kaapeli pystytään vielä vaihtamaan ehjään, ennen kuin valu on kuivunut. Eristysresistanssi mitataan kaapelista vaihe- sekä nollajohtimesta PE-johdinta vasten. /5./

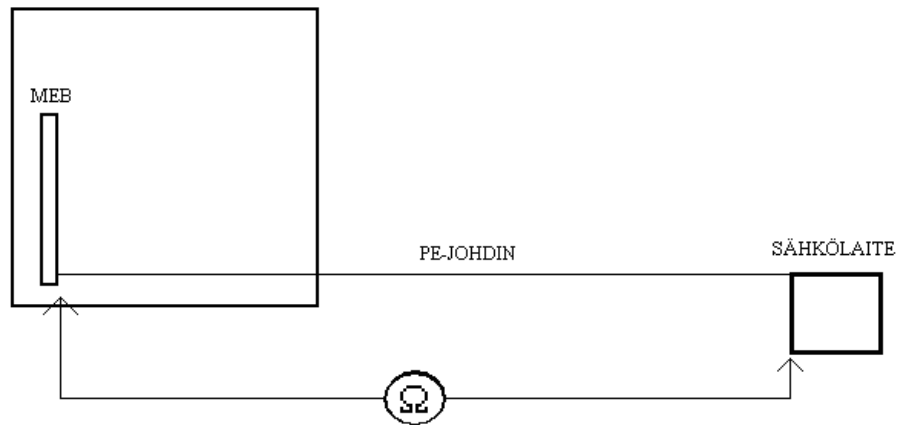


Kuva 3 Eristysresistanssin mittauskytkeä sekä vaihe- ja nollajohtimien yhdistys
/8/

2.3.2 Suojajohtimen jatkuvuuden mittaus

Suojajohtimen jatkuvuuden mittauksessa tutkitaan, onko asennusten tai muiden syiden vuoksi tapahtunut tekijöitä, jotka heikentävät suojajohtimen jatkuvuutta. Mittaukset tehdään yleensä jakokeskus kerrallaan. PE- ja nollajohdin ovat kytkettyä yhteen pääkeskuksella. Tällöin on tärkeää, että nollajohdin on irrotettuna mittauksen aikana. Muuten ei huomata, onko kytkentävirheen takia PE- ja nollajohdin vaihtaneet paikkaa. Mittaus tehdään aina jännitteettömään keskukseen. /5./

Mittaus tehdään potentiaalintasauskiskon ja testattavan laitteen välille. Kuvassa 4 on osoitettu mittaustapa. Mittauksessa pitää SFS6000-6-61:n kohdan 612.2 mukaan käytettävän jännitteen olla 4-24 V vaihto- tai tasajännitettä sekä virran vähintään 0,2 A. /11./



Kuva 4 Suojajohtimen jatkuvuuden mittaus

Mittauksista on kirjattava mittauspöytäkirjaan ainakin suurin mitattu arvo ja sen esiintymispaikka. ”Kaikki testauksien tulokset on kuitenkin tarvittaessa annettava laitteiston haltialle (KTMp 517/1996 4 §), joten ennen ensimmäistäkään mittausta, on syytä selvittää kohteessa noudatettava käytäntö.” /8./

Jos lähellä olevista samansuuruisista suojajohtimista tulee suuria eroja, voidaan olettaa sähköasennuksissa olevan kytkentävirhe. Saatua arvoa pitää verrata johtimen pituuteen ja pinta-alaan. Tulos normaalisti on luokkaa 0,1–1,0 Ω. /5./ Johdon resistanssin arvo voidaan laskea kaavalla (1) /6/. Kaavalla on laskettu 50 metrin pituiselle kuparijohdolle resistanssi, jonka suojajohtimen paksuus on 1,5 mm. Suojajohtimen resistanssin arvoksi saadaan 0,57 Ω.

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A} = 0,0172 \mu\Omega\text{m} \cdot \frac{50\text{m}}{1,5\text{mm}^2} = 0,57\Omega \quad (1)$$

R= Johtimen kokonaisresistanssi [Ω]

ρ= Aineen resistiivisyys [μΩm]

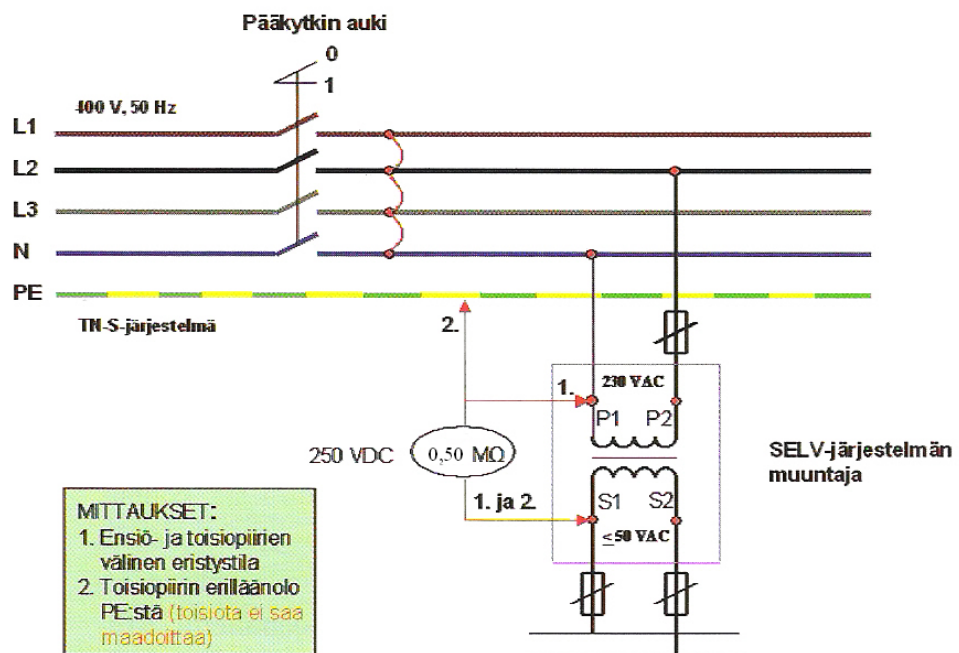
l= Johtimen pituus [m]

A= Johtimen poikkipinta-ala [mm²]

2.3.3 Sähköisen erotuksen mittaus

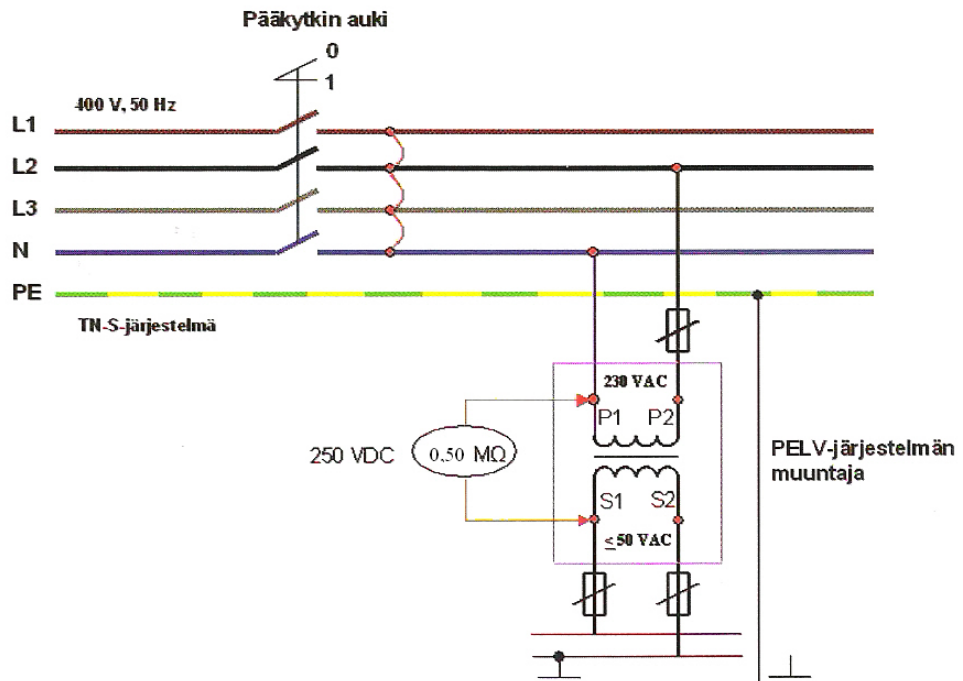
Suojajännitemuuntajien tarkoitus on parantaa sähköturvallisuuksi eristämällä syöttöpiiri. Mittauksella on tarkoitus varmistaa, ettei kytkentävirheiden ja muiden syiden takia suojaerotus ole heikentynyt. Suojajännitemuuntajista mitataan muuntajan toision erotusresistanssi ensiön nolajohdinta vasten sekä SELV-piirissä myös ensiön PE-johdinta vasten. /5./

SELV-piirissä mittausjännite on 250 V ja erotuksen pitää olla suurempi kuin 0,5 M Ω . /5./ Kuvassa 5 on esitetty SELV-piirin sähköisen erotuksen mittauskytkentä.



Kuva 5 SELV-piirin sähköisen erotuksen mittauskytkentä /8/

PELV-piirissä mittausjännite on 250 V. Mittaus suoritetaan kuvan 6 mukaisella tavalla. Erotuksen pitää olla PELV-piirissä suurempi kuin 0,5 M Ω . /5./



Kuva 6 PELV-piirin sähköisen erotuksen mittauskytkentä /8/

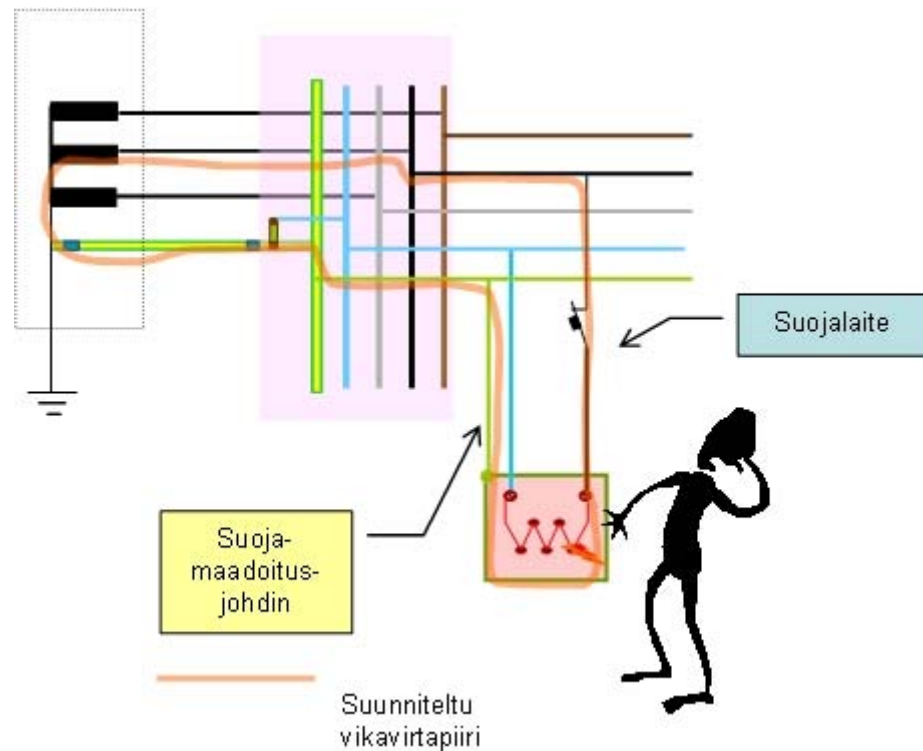
FELV-piirissä mittausjännite on 500 V ja erotuksen pitää olla suurempi kuin 1,0 MΩ. /5./

Suojaerotusmuuntajapiirissä mittausjännite on 500 V. Mittaus suoritetaan ensiön ja toision väliltä sekä toision ja PE-johtimen väliltä. Erotuksen pitää olla suojaerotusmuuntajapiirissä suurempi kuin 1,0 MΩ. /5./

2.3.4 Automaattisen poiskytkennän mittaus

Automaattinen poiskytkentä mitataan jännitteiseen keskukseen. Siinä mitataan vikavirtapiirin impedanssi, jonka perusteella mittalaite laskee vikavirran arvon. Niiden perusteella voidaan todeta, toimiiko automaattinen poiskytkentä standardin mukaisessa määräajassa. /5./

Kuvassa 7 on esitetty vikavirtapiiri vikatilanteessa. Vikavirtapiiri muodostuu vaihe- ja PE-johtimen välille, jotka ovat yhteydessä toisiinsa muuntajalla. Sähkölaitteen maadoitettuihin osiin syntyy kosketusjännite, jonka suuruus riippuu virrasta ja suo- jajohtimen resistanssista. /5./



Kuva 7 Vikavirtapiiri vikatilanteessa /21/

Silmukkaimpedanssimittaus tehdään ryhmän epäedullisimpaan kohtaan, eli missä vikavirta on pienin. Sähkölaitteilla mittaus voidaan tehdä turvakytkimeltä, mikäli se on sähkölaitteen välittömässä läheisyydessä. Huonoin saatu arvo kirjoitetaan ylös mittauspöytäkirjaan. /10./

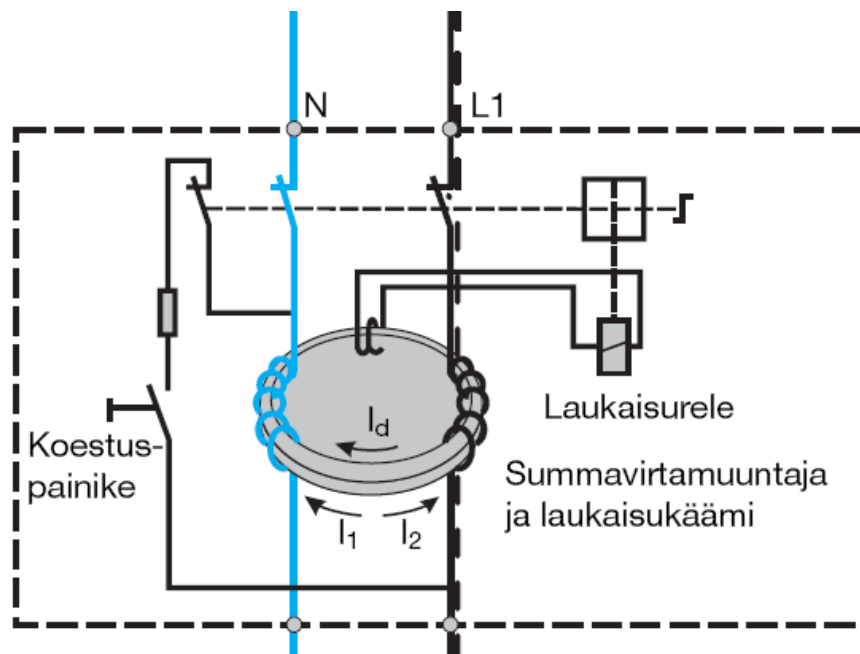
Vikatilanteessa johdot lämpenevät nopeasti. Saadut virta-arvot on joko jaettava luvulla 1,25 tai sulakkeen toimintavirta kerrottava luvulla 1,25. Toimintarajavirtoja on esitetty taulukossa 3. /5./

Taulukko 3 Johdonsuojakatkaisijoiden vaadittu toimintavirrat /8/

Nimellis virta	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	38	60	75	84	105	120	150
10	50	63	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	250	313	350	438	500	625
32	160	200	320	400	448	560	640	800
50	250	313	500	625	700	875	1000	1250
63	315	394	630	788	882	1103	1260	1575
80	400	500	800	1000	1120	1400	1600	2000
125	625	781	1250	1563	1750	2188	2500	3125

2.3.5 Lisäsuojauksen mittaus

Lisäsuojauksena yleensä käytetään vikavirtasuojaa. Se mittaa virran sekä vaihejohtimesta että nollajohtimesta. Jos virtojen suuruudet eivät ole yhtä suuret, vikavirtasuoja katkaisee syötön. Kuvassa 8 on esitetty vikavirtasuojan periaatteellinen toiminta.



Kuva 8 Vikavirtasuojan periaatteellinen toiminta /20/

Jos lisäsuojauksen takia vaaditaan vikavirtasuojan käyttöä, pitää vikavirtasuojan toiminta mitata testilaitteella sekä testata testipainikkeiden toiminta. Jokainen ryhmä testataan erikseen. Laukaisuvirran on oltava raja-arvoa pienempi, mutta vähintään puolet siitä. /5./ Pistorasiaryhmissä on normaalisti 30 mA:n vikavirtasuojakytkin. Vikavirtasuojakytkimen on toimittava virran arvolla 15 mA - 30 mA. Asennustesterillä mitattaessa testeri nostaa virran suuruutta portaittain ja ilmoittaa virta-arvon, jolla vikavirtasuojakytkin toimii.

”Jos vikavirtasuojaa käytetään vikasuojaukseen ja lisäsuojaukseen, se on testattava osan 4-41 tiukempien vaatimusten mukaisesti ja mitattava myös vikavirtasuojan toiminta-aika” /10/. Pistorasiaryhmissä testataan myös toiminta-aika tämän takia. Se on tavallisesti vikavirtasuojakytkimellä enintään 300 ms /5/.

2.3.6 Napaisuuden tarkistaminen

Napaisuustestissä tarkastetaan, että yksinapaiset kytkinlaitteet on kytketty vaihejohtimeen eikä nollajohtimeen. Käytännössä tätä ei voida mitata purkamatta, minkä vuoksi asentajan on varmistettava tämä kytkennän yhteydessä. /5./

2.3.7 Kentän kiertosuunnan tarkistaminen

Jakokeskukselta on tarkistettava kentän kiertosuunta /5/. Kentän väärä kiertosuunta voi rikkoa sähkölaitteita, koska kolmivaihemoottorit pyörivät väärään suuntaan, kun kaksi vaihetta on väärinpäin. Testaukseen riittää mittalaite, jolla voidaan todeta varmasti kentän kiertosuunta.

2.3.8 Toimintatestit

“Kytkin-, käyttö-, ohjaus- ja lukituslaitteille ja vastaaville on tehtävä toimintatestit sen toteamiseksi, että ne on koottu, asennettu ja aseteltu oikein tämän standardin vaatimusten mukaan. Toimintatesteillä tarkastetaan myös toiminnalliset kokonaisuudet. Suojalaitteille on tehtävä tarpeen mukaan toiminnalliset kokeet sen toteamiseksi, että ne on asennettu ja aseteltu oikein.” /10./

Laitteen käyttöönottotarkastuksen jälkeen se koekäytetään, jolloin todennetaan, että laite toimii tarkoitetulla tavalla. Koekäyttö voidaan yleensä tehdä tyhjäkäyntikokeenä. Sen aikana on varmistettava laitteen rajakytkimien, kuten kansien rajakytkimet ja vastaavien turvalaitteiden oikea toiminta. /4./

3 ERITYISJÄRJESTELMÄT

3.1 Varavoimalaitos

Varavoimalaitos on järjestelmä, joka tuottaa energiaa, kun varsinainen syöttöjärjestelmä ei toimi. Varavoimalla voidaan syöttää koko järjestelmää tai vain kriittisiä kohteita, kuten turvavalaistusta, ATK-järjestelmiä sekä muita välttämättömiä järjestelmiä. Varavoimalaitos voi olla joko hajautettu malli tai pakettimalli. Pienet laitokset ovat yleensä pakettimallisia ja suuret laitokset hajautettuja. /3./

Varavoimalaitos koostuu kolmesta osasta: /3/

- dieselmoottorin ja generaattorin yhdistelmä
- ohjaus- ja valvontakojeisto
- apujärjestelmä

Hajautetussa mallissa laitteet on sijoitettu tarkoituksenmukaisesti eri puolille huonetta ja kytketty toisiinsa tarvittavilla kaapeleilla ja putkilla. Pakettimallissa laitteet on sijoitettu tehtaalla samalle alustalle, ja normaalisti laitteille on tehty tarkastukset ja koekäyttö. /3./

Voimalaitos, jonka generaattorien nimellisteho on alle 5 MW, ei tarvitse rakentamislupaa, eikä siitä tarvitse ilmoittaa sähköhuollon aluetoimikunnalle. ”Valmiina toimitettavalta laitokselta edellytetään, että valmistaja toimittaa CE-vaatimustenmukaisuusvakuutuksen laitoksen valmistamisesta sitä koskevien EU-direktiivien mukaisesti. ” /3./

Jos laitosta joudutaan purkamaan, sille on tehtävä SFS-EN 60204:n mukainen käyttöönnötarkastus. Varavoimalaitoksille suoritetaan SFS-EN 60204:n mukainen käyttöönnötarkastus ja sähköasennukset tarkastetaan SFS 6000-6:n mukaan. Käyttöönnötarkastuksesta tehdään tavanomainen tarkastuspöytäkirja. /3./

Tarkastuksesta vastaa laitoksen toimittaja tai urakoitsija. Varmennetun tarkastuksen suorittaa kolmen kuukauden kuluessa valtuutettu tarkastaja, jonka tilauksesta huolehtii urakoitsija. Varmennustarkastuksen tekemistä suositellaan kuitenkin tehtäväksi ennen käyttöönottoa sekä vastaanottotarkastusta. /3./

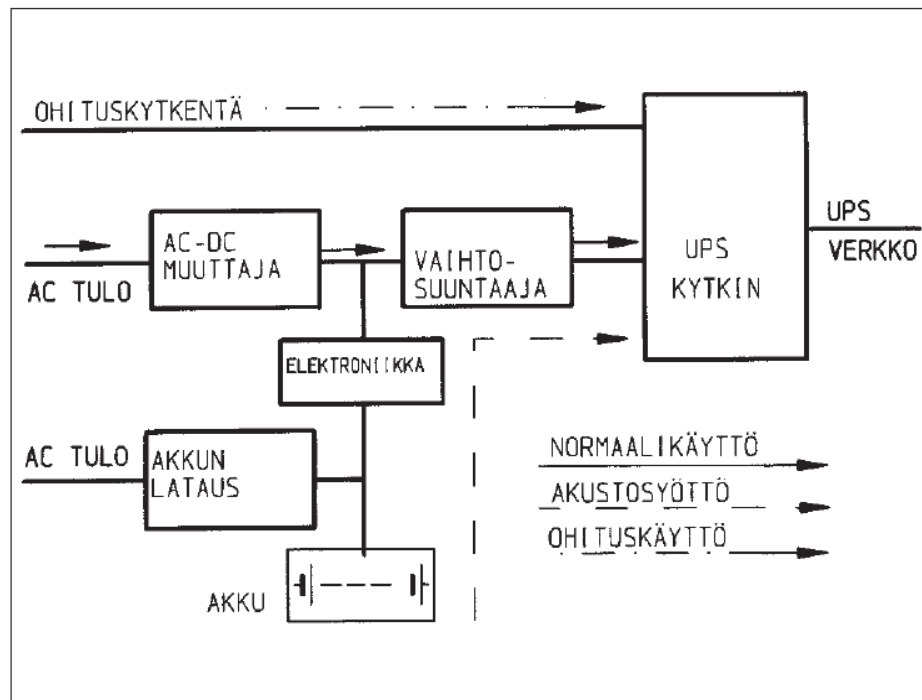
Varavoimalaitoksen tarkastuksen ja koekäytön laajuus riippuu käyttövarmuustavoitteesta sekä laitoksen monimutkaisuudesta /3/.

3.2 UPS-varavoimasyöttö

UPS-laitteisto on järjestelmä, joka varmistaa verkon jatkuvan syötön häiriöiden, kuten sähkökatkon, ajalle. UPS-laitteisto voi olla yksi- tai kolmivaiheinen. /2./

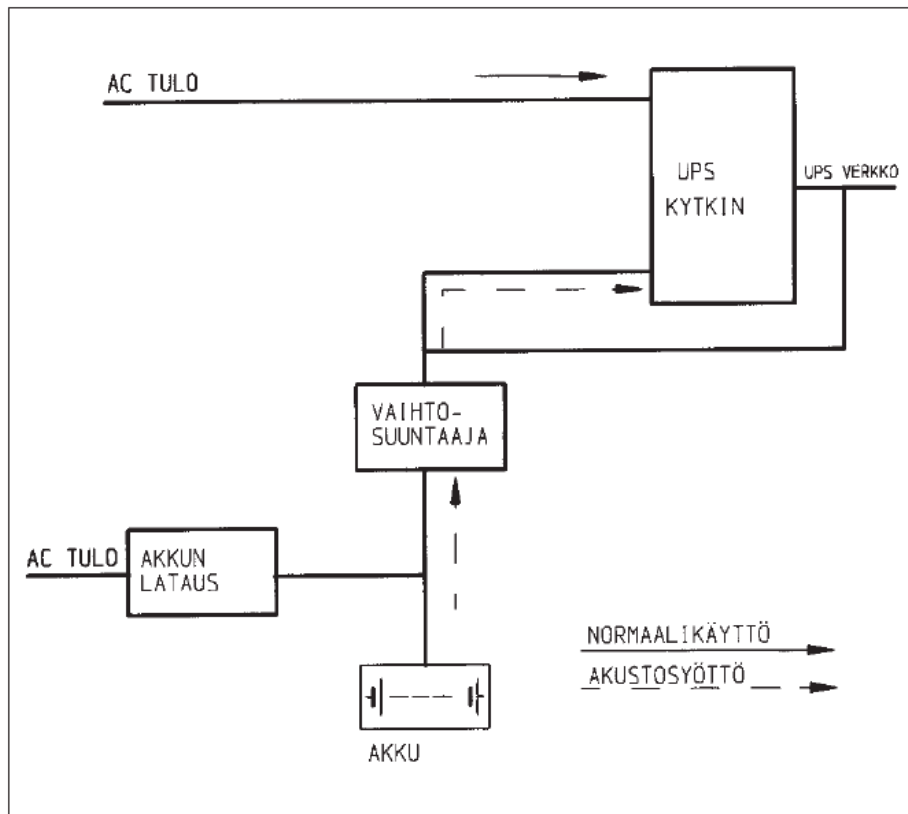
UPS-laitteisto koostuu tasasuuntaajasta, akusta, vaihtosuuntaajasta, staattisesta ohituskytkimestä sekä huoltokytimestä. Ohituskytkintä tarvitaan huoltotöiden ajaksi, jotta UPS-järjestelmä voidaan erottaa verkosta. /2./

Kuvassa 9 on esitetty kaavio on-line UPS -laitteistosta. Siinä verkon syöttö tapahtuu jatkuvasti UPS-järjestelmän kautta. Jännite on koko ajan häiriötöntä, eikä sähkökatkos aiheuta virta- tai jännitepiikkejä. /2./



Kuva 9 On-line UPS -laitteiston kaavio /13/

Kuvassa 10 on esitetty kaavio off-line UPS -laitteistosta. Siinä verkon syöttö tapahtuu suoraan normaalista sähköverkosta. Sähkökatkon aikana tai jännitteen alennettua tarpeeksi UPS-kytkin vaihtaa syötön akustolta, mistä aiheutuu noin 2 - 4:n millisekunnin katko. Tämä ei aiheuta tietokoneelle toimintahäiriötä. /2./



Kuva 10 Off-line UPS -laitteiston kaavio /13/

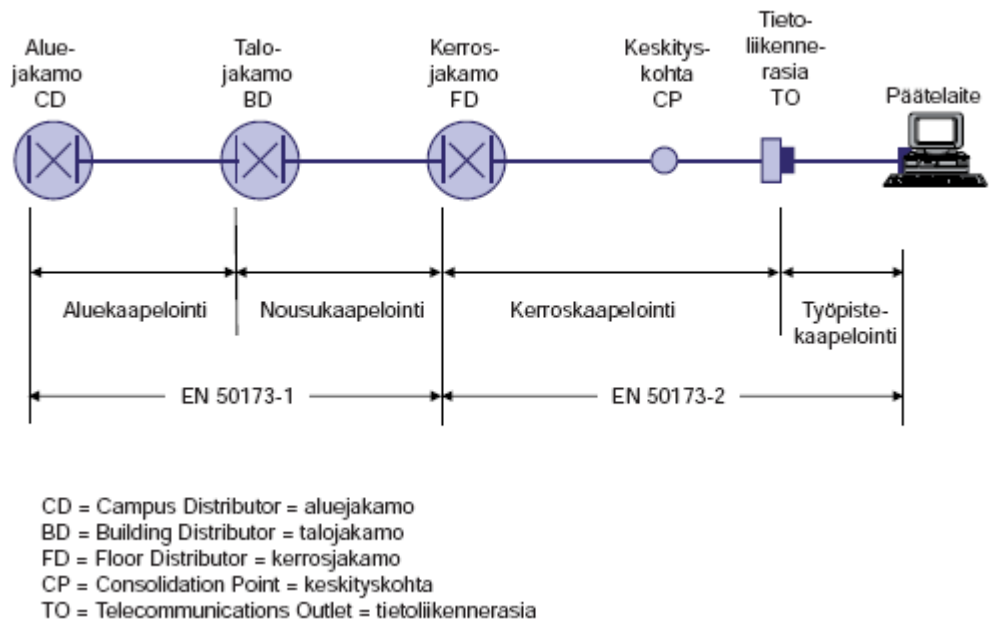
UPS-laite koekäytetään todellista vastaavissa olosuhteissa /13/.

4 TIEDONSIIRTOJÄRJESTELMÄT

4.1 Yleiskaapelointi

Testauksen tarkoitus on varmistua täyttääkö yhteyden nopeus annetut vaatimukset. Saatuja mittausarvoja verrataan standardin EN 50173-1:n mukaisiin raja-arvoihin. Testauksesta kirjoitetaan mittauspöytäkirja. Testauksen yhteydessä tarkistetaan lisäksi kaapeloinnin merkinnät ja kokoonpano dokumentointien perusteella. /1./

Kuvassa 11 on esitetty yleiskaapeloinnin pääosat sekä niitä koskevat standardit.



Kuva 11 Kaapeloinnin standardin mukaiset tarkastukset /1/

4.1.1 Parikaapeloinnin testaus

Parikaapeloinnin suorituskyky testataan kentälaitteella. Kaapeloinnin rakenne ja kokoonpano tarkastetaan kuten myös dokumentointi ja merkinnät. Testauslaitteelle on asetettu vähimmäisvaatimukseksi (taulukko 4) standardi EN 61935-1. /1./

Taulukko 4 Parikaapeloinnin testauslaitteen vähimmäisvaatimukset /1/

Luokka	Testauslaite
D	IIe
E	III
E	IIIe
F	IV

Testausjärjestelmään kuuluu kaksi laitetta, joista toinen on paikallinen testauslaite ja toinen kaukotestauslaite. Testausjärjestelmä tulee kalibroida säännöllisesti ja lisäksi silloin, kun epäillään tulosten luotettavuutta. Tehtaalla laite tulee kalibroida yleensä kerran vuodessa, mistä saadaan kalibrointitodistus. Muita kalibrointeja on testausyksiköiden keskinäinen kalibrointi, joka tulee tehdä vähintään kuukauden välein. Käytännössä se tehdään ennen mittauksien aloittamista. Liitäntäsovittimen kalibrointi tehdään aina testausyksiköiden keskinäisen kalibroinnin jälkeen. /1./

Testauslaitteeseen on ladattava tietokoneelta ohjelmisto, joka tulee testauslaitteen mukana. Ohjelmisto ohjaa toimintoja ja asetuksia sekä sisältää vaatimusten raja-arvot. Testauslaitteessa on oltava ladattuna aina uusimmat päivitykset. /1./

Testauslaitteyksiköt kiinnitetään testattavaan kaapelointiin ja valitaan pääyksiköstä autotest-toiminto. Yleensä pääyksikkö on kerrosjakamossa ja kaukoyksikköä siirretään tietoliikennesasioiden toiselle. Kuvassa 12 on esitetty yksinkertaistettu mittauskytkentä. Kaikki kaapeloinnit tulee testata. /1./



1) Testauskaapeli on PL-liitäntäsovittimeen kuuluva osa eikä mikä tahansa kytkentäkaapeli

Kuva 12 Parikaapelin mittauskytkentä /1/

Autotest-toiminto testaa parikaapeloinnista seuraavat asiat: /1/

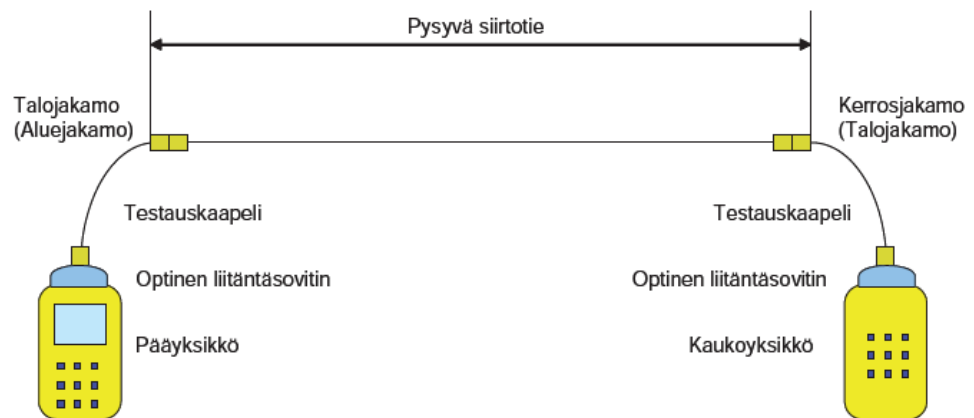
- Lähipään ylikuuluminen, NEXT
- Kaukopään ylikuulumissuhde kahden parin välillä, ELFEXT
- Vaimennus-ylikuulumissuhde kahden parin välillä, ACR
- Heijastusvaimennus, RL

Testauslaite ilmoittaa mittauksen jälkeen, oliko testi hyväksytty ”Pass” vai hylätty ”Fail”. Tulos voi olla myös rajatulos, joka tarkoittaa sitä, että poikkeama määritelmästä vaatimuksesta on pienempi kuin mittatarkkuus. Rajatulos ilmoitetaan *-merkinnällä: hyväksytty ”Pass*” ja hylätty ”Fail*”. Standardin mukaan voidaan hylätä kaikki rajatulokset, hyväksyä kaikki rajatulokset tai hyväksyä ”Pass*”- ja hylätä ”Fail*”-tulokset. Asiasta on sovittava eri osapuolten kesken. /1./

4.1.2 Optisen kaapeloinnin testaus

Optiselle kaapeloinnille tehdään asennuksen jälkeen vaimennusmittaus tehomittaparilla tai kenttätestauslaitteella, kaapeloinnin rakenteen ja kokoonpanon tarkastus sekä dokumentoinnin ja merkintöjen tarkastus /1/.

Vaimennusmittaus voidaan tehdä joko optisella tehomittaparilla sekä optisella adaptereilla varustetulla parikaapelitestauslaitteella. Näistä jälkimmäinen vaihtoehto on nopeampi ja helpompi, sekä saadaan parikaapeloinnin kanssa vastaava raportti. Kuvassa 13 on esitetty optiselle kaapelille mittauskytkentä. Kaapeloinnista testataan sekä vaimennus että pituus. /1./



Kuva 13 Optisen kaapelin mittauskytkentä /1/

Taulukossa 5 on esitetty aallonpituuksien ja lähetintyyppäjä koskevia vaatimuksia vaimennukselle. Monimuotokuiduissa pitää lähetintyyppin olla LED ja testattavan aallonpituuden 850 nm tai 1300 nm. Yksimuotokuiduille pitää lähetintyyppin olla laser ja testattavan aallonpituuden 1310 nm tai 1550 nm. /1./

Taulukko 5 Aallonpituuksia ja lähetintyyppäjä koskevat vaatimukset vaimennukselle /1/

Kuitutyyppi	Aallonpituudet nm	Lähetintyyppi
Monimuotokuitu	850 ja 1300	LED, ellei toisin määritelty VCSEL, jos testataan IEEE 802,3z:n mukaan
Yksimuotokuitu	1310 ja 1550	Laser

4.2 Turvallisuusjärjestelmät

Henkilö- ja Yritysarviointi Seti Oy myöntää turvapätevyydet. Kyseinen pätevyys täytyy olla, jotta voidaan tarkastaa turvallisuusjärjestelmiä. Turvallisuusjärjestelmiin kuuluu mm. paloilmoin- ja murtoilmaisujärjestelmät, kamera- ja kulunvalvontajärjestelmät ja henkilöturvallisuusjärjestelmät. Tarkastusta tekevällä henkilöllä täytyy olla lisäksi poliisin myöntämä turvasuojaajakortti. /16./

5 TARKASTUSOHJE

5.1 Lähtökohdat ja työn tarkoitus

Kiinteistötekniikka KS Kitek Oy:n tarkoitus on saada tehtyä itselleen laadunhallintajärjestelmä. Laadun parantamisen keskeinen osa on oman työn tarkastustoiminnan parantaminen. Yrityksen pääkohteet ovat sähköurakoinnissa asuin- sekä toimistorakennukset. Tarkastusohje on suunnattu kyseisille rakennuksille.

Yrityksessä oli koottu aiemmin A4-sivun kokoinen lomake yleisimmistä puutteista ja virheistä, joita oli huomattu tarkastusten aikana. Enimmäkseen puutteet koskivat dokumentointeja, testauksia ja koekäyttöjä.

Työn tarkoitus on tuottaa yritykselle opastava ohje sähköasennusten tarkastuksiin sähkönimikkeistön mukaan. Ohje on ajateltu lomakepohjaksi, josta voidaan valita kyseiseen urakointikohteeseen halutut järjestelmät. Tällöin ylimääräiset osat jäävät kokonaan pois ohjeen sisällöstä, jolloin saadaan yksilöllinen ohje työmaalle.

Ohje on tehty käytettäväksi asentajille ja projektinhoitajille, jotka tekevät kohteen tarkastukset. Ohjeen luettavuuden ja käytettävyyden kannalta keskeistä on, että asiat ovat esitetty lyhyesti. Projektinhoitajille, jotka tekevät yrityksessä käyttöönottotarkastukset, ei tarvitse kertoa miten testaukset tehdään. Heille riittää tieto ohjeessa, mitä pitää tehdä ja milloin.

Ohjeen loppuun tulee asennustesterillä tehtävistä käyttöönottotarkastuksista tarkempi käyttöohje. Siinä kerrotaan kuinka testaus voidaan suorittaa.

5.2 Työn rajaukset

Työssä ei perehdytä varmennus- eikä määräaikaistarkastuksiin. Työ rajataan sähköurakoinnin osa-alueeseen, eikä puututa LVI-järjestelmiin.

Yrityksellä on valmiit pöytäkirjapohjat kaikkiin tarkastuksiin, joten niiden valintaan tai täyttämiseen ei tarvitse puuttua ohjeen tekemisen aikana.

5.3 Tarkastusohjeen tekeminen

Vierailut yrityksessä

Aluksi sovittiin työn aihe, laajuus ja aikataulu. Sen jälkeen alkoi aineiston kerääminen työhön ja ohjeen rungon tekeminen. Seuraavalla käynnillä työtä rajattiin tarkemmin, sekä keskusteltiin järjestelmistä, joita tulee tarkastusohjeeseen. Projektinhoitaja esitti käynneillä keskeisiä tarkastukseen liittyviä asioita. Työn edistyessä lähetettiin keskeneräisiä versioita sähköpostilla projektinhoitajalle, joka palautti niitä korjattuina.

Ohjeen rungon tekeminen

Ohjeen alkuun kuuluu sivun mittainen täytettävä osio, johon tulee kohteesta yleiset tiedot. Kuvassa 14 on esitetty tiedonkeruulomake.

Rakennuskohde ja sijainti	Rakennuskohde:
	Rakennustyyppi:
	Rakennusohjelman nimi:
	Palkkakunta:
	Kaupunginosa:
	Kortteli:
	Tontti:
	Postiosoite:
Rakennuskohteen yksikkötiedot	Rakennustyyppi:
	Laajuustiedot:
	Bruttoala:

Kuva 14 Tarkastusohjeen tiedonkeruulomake

Ohjeeseen tehtiin runko S2000-sähkönimikkeistön perusteella. Rakennusnimikkeistö on jaettu osiin A - M, joista kohta H on sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmät ja kohta J on sähkötekniiset tietojärjestelmät. Ohjeessa paneudutaan osiin H ja J, jotka kuuluvat sähköurakointiin.

Taulukossa 6 on esitetty Sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmät. H1 ja muut on jaettu alaluokkaan H1000 asti. Ohjeessa on jokaisesta osa-alueesta kerrottu niihin kuuluvat tarkastukset.

Taulukko 6 Sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmät

H	Sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmät
H0	Kohdekohtaiset suoritusohjeet
H1	Asennusreitit
H2	Sähkön pääjakelujärjestelmät
H3	Laitteistojen sähköistys
H4	Sähkönliityntäjärjestelmät
H5	Valaistusjärjestelmät
H6	Sähkölämmitysjärjestelmät ja -laitteet
H7	Muut järjestelmät

Taulukossa 7 on esitetty Sähkötekniset tietojärjestelmät. Ohjeessa on jokaisesta osa-alueesta kerrottu niihin kuuluvat tarkastukset.

Taulukko 7 Sähkötekniset tietojärjestelmät

J	Sähkötekniset tietojärjestelmät
J0	Kohdekohtaiset suoritusohjeet
J1	Puhelinjärjestelmät
J2	Viestintäjärjestelmät
J3	Merkinantojärjestelmät
J4	Turvallisuusjärjestelmät
J5	Tietoverkkojärjestelmät
J6	Integroidut järjestelmät
J7	Automaatiojärjestelmät

Aluksi valittiin kaikki järjestelmät alueista H ja J. Lopuksi poistettiin järjestelmiä, jotka eivät kuuluneet urakoinnin alueeseen. Liitteessä 1 on esitelty järjestelmät, joista tarkastusohjeet on kirjoitettu.

Sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmien tekeminen

Sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmien tarkastukset on tehty enimmäkseen SFS-6000-6:n perusteella. Lisäksi tarkastuksen ohjeita on otettu D1-käsikirja rakennusten sähköasennuksesta 2006:sta, ST-käsikirjoista, Tampereen ammattikorkeakoulussa jaetusta materiaalista sekä yrityksen projektinhoitajan tietojen perusteella. Testattaviin järjestelmiin ilmoitettiin raja-arvo ohjeessa, jos

sellainen on määrätty standardissa. Raja-arvot ilmoitettiin mm. eristysvastusmittauksessa ja sähköisen erotuksen mittauksessa.

H2 Sähkön pääjakelujärjestelmä osaan kuuluvat myös varavoima- sekä UPS-järjestelmät. Kyseiset järjestelmät kuuluvat urakoinnin alueeseen siten, että järjestelmät toimitetaan paketteina ja valmiiksi tarkastettuina. KS Kitek Oy tekee järjestelmille kaapeloinnit ja tarkastaa ne standardin SFS 6000-6:n mukaan. Testaukseen kuuluu koekäyttö, jonka laajuus riippuu kohteen monimutkaisuudesta.

Sähkötekniisten tietojärjestelmien tekeminen

J3-merkinantojärjestelmät ja J5-tietoverkkojärjestelmät kuuluvat kokonaan urakointiin. Muihin sähkötekniisiin tietojärjestelmiin kuuluu yleensä vain kaapelointi. Urakointiliike tekee käytännössä kaikki kaapeloinnit, joita kohteeseen tulee.

Tietoverkkojärjestelmien tarkastusohje on tehty suurimmaksi osaksi ST-käsikirjan 16 Yleiskaapelointijärjestelmät perusteella. Lisäksi on käytetty standardia SFS-EN 50173-2. Ohjeeseen tuli tietoverkkojen mittauksista, mitä tarkastetaan silmämääräisesti sekä mitä testauksia tehdään. Raja-arvoja ei ohjeeseen tullut, koska testerissä itsessään on raja-arvot asennettuina valmiiksi.

Käyttöönottotarkastusohjeen tekeminen

Tarkastusohjeen lopussa on kerrottu tarkemmin, kuinka käyttöönottotarkastuksessa tehdään mittaukset oikein. Ohjeessa on kerrottu vaihe vaiheelta, miten tulee edetä, jotta saadaan onnistunut mittaus. Käyttöönottotarkastusohje on tehty SFS-6000-6:n /10/ sekä ammattikorkeakoulussa jaetun materiaalin /5/ perusteella.

5.4 Tarkastusohjeen ulkoasu

Tarkastusmittauksista tehtävä ohje tehdään sähkönimikkeistön mukaan. Tällöin se kulkee käsi kädessä sähköselostuksen mukaan ja sen käyttäjät tietävät asioiden järjestyksen. Sähkönimikkeistö on tehty ST-kortin 70.10 S2000-Sähkönimikkeistö sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmät, sähkötekniset tietojärjestelmät mukaan. Se on tarkoitettu talonrakennuskäyttöön ja soveltuu parhaiten asuinrakennustuotantoon, julkiseen rakentamiseen, liikerakentamiseen sekä joiltain osin myös teollisuuden tarpeisiin /12/.

Kuvassa 15 on esitetty, minkälainen ohjeen ulkoasusta lopulta muodostui. Järjestelmät on koottu vasempaan reunaan hieman sientäen alaotsikoiteja. Ne asiat, joita pitää tarkastaa tai testata, on luetteloitu. Silmämääräiset tarkastukset luetellaan ensin, koska käytännössä ne tehdään aina ennen testauksia. Jos on katsottu tarpeelliseksi, on annettu lyhyt ohje, kuinka testaus tehdään.

KS KITEK OY		TARKASTUSOHJE		2(40)					
H SÄHKÖENERGIAN JAKELU- JA KÄYTTÖJÄRJESTELMÄT									
H1 Asennusreitit									
H101 Kaapelihyllyjärjestelmä									
H1011 Kaapelihyllyt									
Silmämääräinen tarkastaminen:									
<ul style="list-style-type: none"> • Dokumentointi, vastaako piirustuksessa olevaa • Kunto • Kannakkeiden kunto • Kiinnitys etäisyydet • Maadoitus • Läpiviennit (heikentääkö paloturvallisuutta tai äänieristystä) • Palokatkot • Ulkoisten tekijöiden vaikutus (lämpö, iskut, värähtely, paino, vesi) 						Kunnossa			
						on		ei	
Testaus:									
<ul style="list-style-type: none"> • Mitattava potentiaalintasaus. Mitataan hyllyn ja potentiaalintasauskiskon väliltä. 									
Huom.									
H102 Johtokanavajärjestelmät									
H1021 Johtokanavat									
Silmämääräinen tarkastaminen:									
<ul style="list-style-type: none"> • Dokumentointi, vastaako piirustuksessa olevaa • Kunto • Asennus siisteys • Kiinnitys etäisyydet • Kiinnitys tapa • Maadoitus • Läpiviennit (heikentääkö paloturvallisuutta tai äänieristystä) • Palokatkot • Ulkoisten tekijöiden vaikutus (lämpö, iskut, värähtely, paino, vesi) • Säleiköt 						Kunnossa			
						on		ei	
Testaus:									
<ul style="list-style-type: none"> • Mitattava potentiaalintasaus. Mitataan hyllyn ja potentiaalintasauskiskon väliltä. 									
Huom.									
H1023 Asennuslistat									
Silmämääräinen tarkastaminen:									
<ul style="list-style-type: none"> • Dokumentointi, vastaako piirustuksessa olevaa • Kunto • Asennus siisteys • Kiinnitys etäisyydet • Kiinnitys tapa • Ulkoisten tekijöiden vaikutus (lämpö, iskut, värähtely, vesi) 						Kunnossa			
						on		ei	
Huom.									
Osoite: Metsäraivio 2, 40520 Jyväskylä etunimi.sukunimi@kskitek.fi		Puhelin: (014) 820 0400		Faksi: (014) 820 0430		ALV rek. Y-1583875-4		Knnro 780.110 Kotipaikka Jyväskylä	

Kuva 15 Tarkastusohje

Työn loppuvaiheessa päätettiin lisätä ohjeeseen taulukot, joihin voidaan merkitä onko kyseinen tarkastettava asia kunnossa. Jokaisen järjestelmän jälkeen lisättiin rivi, johon voidaan tarvittaessa kirjoittaa huomautus viasta tai puutteesta.

5.5 Lomakeversion tekeminen

Tarkastusohje on koottu Microsoft Word -ohjelmalla. Ohjeen tekemisen jälkeen, se siirrettiin Microsoft Excel -ohjelmaan. Sen ensimmäiselle sivulle on tehty järjestelmien valinta (kuva 16). Halutut järjestelmät voidaan valita hiirellä.

<input checked="" type="checkbox"/>	H1 Asennusreitit
<input checked="" type="checkbox"/>	H101 Kaapelihyllyjärjestelmä
<input checked="" type="checkbox"/>	H1011 Kaapelihyllyt
<input checked="" type="checkbox"/>	H102 Johtokanavajärjestelmät
<input checked="" type="checkbox"/>	H1021 Johtokanavat
<input checked="" type="checkbox"/>	H1023 Asennuslistat
<input type="checkbox"/>	H103 Lattiakanavajärjestelmä
<input type="checkbox"/>	H104 Ripustusjärjestelmät
<input type="checkbox"/>	H1041 Ripustuskiskot
<input type="checkbox"/>	H1042 Ripustus- ja kannatinosat
<input checked="" type="checkbox"/>	H105 Läpiviennit
<input checked="" type="checkbox"/>	H1051 Mekaaniset kaapeliläpiviennit
<input checked="" type="checkbox"/>	H1052 Palosuojat kaapeliläpiviennit
<input type="checkbox"/>	H1053 Akustiset kaapeliläpiviennit
<input type="checkbox"/>	H1054 Kosteuseristetyt kaapeliläpiviennit
<input type="checkbox"/>	H1055 Kaasutiiviit kaapeliläpiviennit
<input type="checkbox"/>	H1056 VSS-läpiviennit
<input type="checkbox"/>	H2 Sähkön pääjakelujärjestelmät
<input type="checkbox"/>	H202 0,4kV pääjakelujärjestelmät
<input type="checkbox"/>	H2021 0,4 kV-liittymisjohdot
<input type="checkbox"/>	H2022 Muuntajien ja pääkeskusten väliset yhteydet

Kuva 16 Järjestelmien valinta

Ohjelman toiselle sivulle on tehty tulostus. Tulostusasetukset on säädetty sivulle valmiiksi, jolloin tarvitsee vain päivittää valitut järjestelmät ja tulostaa ohje.

6 PÄÄTELMÄT

Tarkastusohje on koottu vain ehdottoman luotettavan kirjallisuuden perusteella. Kirjallisuudessa on käytetty vanhempaa versiota standardikirjasta SFS 6000-6-61 /11/, mutta eroavaisuudet ovat tarkistettu ja korjattu uudemman painoksen mukaan SFS-6000-6 /10/. Koska Tampereen ammattikorkeakoulussa jaettu materiaali /5/ on saatu talotekniikan käyttöönotto ja ylläpito -kursilla, kyseistä materiaalia voidaan pitää luetettavana.

Tarkastusohjeen ulkoasu on selkeä, ja siitä hahmottuu helposti järjestelmien nimet. Annetut ohjeet on jaettu silmämääräisiin tarkastuksiin sekä testauksiin. Ohjeen lukeminen on helppoa ja nopeaa tämän ansiosta. Järjestelmien valinta ja niiden tulostaminen onnistui halutulla tavalla.

Ohjeen kokonaispituudeksi tuli noin 35 sivua. Asuinrakennuksiin tulee tarkastusohjeen pituudeksi noin 10 - 15 sivua, kun ottaa ylimääräiset järjestelmät pois välistä ja ei ota huomioon lopussa olevia käyttöönottotarkastusohjeita. Kyseinen ohje on pituuden ansiosta kohtalaisen helposti käsiteltävä.

Yrityksen mielipide ohjeesta

Työn valvojan mielestä ohjeen tekeminen onnistui hyvin ja ohjeesta tuli sovitunlainen. Ohjeen ulkoasua on selkeä ja turvallisuuden ja käytettävyyden kannalta tärkeät asiat tulevat tarkastetuiksi. Ohje mahdollisesti vähentää takuukorjausten määrää.

Tarkastusohje on tarkoitus ottaa käyttöön yrityksessä vuonna 2009 kesän aikana. Ohjeesta annetaan koulutus kahdelle projektinhoitajalle ja työnantajalle, jotka tekevät tarkastusmittaukset. He samalla vastaavat ohjeen käytöstä ja kehityksestä. Tulevaisuudessa ohjetta on tarkoitus muuttaa ja parantaa kokemuksen perusteella.

Jatkokehittäminen

Ohjetta on myöhemmin mahdollisuus kehittää ja tarkentaa. Yrityksen laajentaessa sähköisten tiedonjärjestelmiä osuutta voidaan ohjeeseen kirjoittaa niille kuuluvat tarkastukset. Tärkeä osa ohjetta on seurata standardien muuttumista ja korjata ohjetta sen mukaan.

Ohjetta voidaan jatkossa kehittää myös lyhentämällä sitä. Sillä siitä voidaan poistaa tarkastukset, jotka tulevat varmasti tehtyä. Näin ollen keskityttäisiin niihin asioihin, jotka mahdollisesti unohtuvat.

LÄHDELUETTELO

Painettu

- 1 Annanpalo, Jaakko – Hovatta, Tauno – Härkönen, Pentti – Kauppi, Veijo – Koivisto, Pekka – Lindfors, Timo – Marttila, Heikki, Yleiskaapelointijärjestelmät. ST-käsikirja 16 3. uusittu painos. Sähköinfo Oy. Espoo 2008
- 2 Bovellan, Kari – Hakanen, Pertti – Heikkilä, Jorma – Kapp, Henri – Kivekäs, Seppo – Kousa, Pertti – Poikonen, Pasi – Sahlström, Tapani – Tummuvuori, Juha, Varmennetut sähkönjakelujärjestelmät. ST-käsikirja 20. Sähköinfo Oy. Espoo 2005
- 3 Hakala, Paavo – Hakanen, Pertti – Jumppanen, Kari – Kousa, Pertti – Laaksonen, Matti – Piippo, Esa – Pitkänen, Jorma – Siren, Åke, Varavoima. ST-käsikirja 31 3. uusittu painos. Sähköinfo Oy. Espoo 2000
- 4 Kontunen, Jaakko – Leppänen, Antero – Salmi, Turo, Sähkölaboratorio työselostus, Työ 4. Käyttöönottotarkastus SFS 6000-6-61 laiteasennuksessa. OJ Talotekniikan käyttöönotto ja ylläpito (S-18102). Tampereen ammattikorkeakoulu 2008
- 5 Käyttöönottotarkastuksen mittaukset. OJ Talotekniikan käyttöönotto ja ylläpito (S-18102). Tampereen ammattikorkeakoulu 2008
- 6 Mäkelä, Mikko – Soininen, Lauri – Tuomola, Seppo – Öistämö, Juhani, Tekniikan kaavasto. 4. painos. Tammertekniikka. Jyväskylä 2002.
- 7 Rikosilmoitinjärjestelmien tarkastuspöytäkirja. ST 663.42. Sähköinfo Oy
- 8 Saastamoinen, Arto, Kiinteistöjen sähköasennusten käyttöönottotarkastukset. Sähköinfo Oy. Espoo 2006
- 9 Saastamoinen, Arto – Saarelainen, Kimmo, Rakennusten sähköasennusten tarkastukset. ST-käsikirja 33 2. uusittu painos. Sähköinfo Oy. Espoo 2007
- 10 SFS-6000-6 PIENJÄNNITESÄHKÖASENNUKSET. OSA 6: TARKASTUKSET. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 2007
- 11 SFS 6000-6-61. Tarkastukset. Osa 6-61: Käyttöönottotarkastukset. 3. uudistettu painos. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 2005
- 12 S2000-Sähkönimikkeistö. ST 70.10. Sähköinfo Oy 1999
- 13 Varmennettu sähkönjakelu, UPS. ST 52.35. Sähköinfo Oy. 2002

Painamaton

- 14 FINLEX. [www.finlex.fi].[viitattu 8.6.2009]. saatavissa
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1996/19960517>
- 15 FINLEX. [www.finlex.fi].[viitattu 8.6.2009]. saatavissa
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19960410#a21.12.2007-1465>
- 16 Henkilö- ja Yritysarviointi Seti Oy. [www.seti.fi].[viitattu 8.4.2009]. saatavissa
<http://www.seti.fi/Turvapatevyydet.aspx>
- 17 INOA. [www.inoa.fi].[viitattu 24.3.2009] saatavissa
<http://www.inoa.fi/S%C3%A4hk%C3%B6alan%20t%C3%B6it%C3%A4/Kiinteist%C3%B6tekniikka%20KS%20Kitek%20Oy/JYV%C3%84SKYL%C3%84/taloustiedot/142901/>
- 18 Kiinteistötekniikka KS Kitek Oy. [www.kskitek.fi/].[viitattu 24.3.2009] saatavissa
<http://www.kskitek.fi/>
- 19 PEKO. [www.peko.fi]. [viitattu 24.3.2009]. saatavissa
http://www.peko.fi/assets/TIEDOTE_Peko_Oy_ostanut_Kitek_Oyn.pdf
- 20 UTU Powel Oy. [www.utupowel.fi].[viitattu 10.2.2009]. saatavissa
http://www.utupowel.fi/liitetiedosto.aspx?att=PDF/hager/tekniset_tiedot/7_vikavirrat_t.pdf&s=2
- 21 Virtuaaliammattikorkeakoulu. [www.amk.fi].[viitattu 25.2.2009]. saatavissa
<https://www.amk.fi/opintojaksot/030503/1133959973706/1133960618212/1133961858403/1133962140983.html.stx>

LIITTEET

- 1 Tarkastusohjeen järjestelmät

H SÄHKÖENERGIAN JAKELU- JA KÄYTTÖJÄRJESTELMÄT

H1 Asennusreitit

H101 Kaapelihyllyjärjestelmä

H1011 Kaapelihyllyt

H102 Johtokanavajärjestelmät

H1021 Johtokanavat

H1023 Asennuslistat

H103 Lattiakanavajärjestelmä

H104 Ripustusjärjestelmät

H1041 Ripustuskiskot

H1042 Ripustus- ja kannatinosat

H105 Läpiviennit

H1051 Mekaaniset kaapeliläpiviennit

H1052 Palosuojat kaapeliläpiviennit

H1053 Akustiset kaapeliläpiviennit

H1054 Kosteuseristetyt kaapeliläpiviennit

H1055 Kaasutiiviit kaapeliläpiviennit

H1056 VSS-läpiviennit

H2 Sähkön pääjakelujärjestelmät

H202 0,4kV pääjakelujärjestelmät

H2021 0,4 kV-liittymisjohdot

H2022 Muuntajien ja pääkeskusten väliset yhteydet

H2023 Pääkeskukset

H2024 Muut keskukset

H2025 Keskusten väliset syöttöjärjestelmät

H2026 Maadoitukset ja potentiaalin tasaukset

H2027 Suodattimet

H2028 Keskitetyt kompensointilaitteet

H204 Varavoimajärjestelmät

H205 UPS-jakelujärjestelmä

H3 Laitteistojen sähköistys**H301 LVI-järjestelmien sähköistys****H3011 LVI-järjestelmien kaapeloinnit****H3012 Vahinkokäynnistysten estokytkimet ja liitännäosaat****H3013 Kenttäkytkimet, merkkivalot ja muut ohjauslaitteet****H302 Laitteiden ja laitteistojen sähköistys****H3021 Laitteet****H3022 Kaapeloinnit****H3023 Vahinkokäynnistysten estokytkimet, käynnistin- ja liitännälaitteet sekä liitännäosaat****H303 Tuotantolaitteiden ja – järjestelmien sähköistys****H4 Sähköliitännäjärjestelmät****H401 Pistorasiat****H4011 Pistorasiaryhmäjohtot****H4012 Pistorasiat****H4013 ATK-laitteiden pistorasiat****H4014 Voimapistorasiat****H402 Kosketinkiskojärjestelmä****H4021 Kosketinkiskojen ryhmäjohtot****H4022 Kosketinkiskot****H403 Jakelukiskojärjestelmä****H404 Pistorasiapylväät****H405 Autolämmituspistorasiat****H4051 Kaapelointi****H4052 Suojukset****H4053 Pylväät perustuksineen****H4054 Pistorasiakotelot****H4055 Pistorasiat****H406 Pistorasiakeskukset****H4061 Kaapelointi****H4062 Pistorasiakeskukset****H407 Liitin- ja johtosarjajärjestelmä****H4071 Haaroittimet****H4072 Johtot liittimiseen**

H5 Valaistusjärjestelmät**H501 Yleisvalaistusjärjestelmä ja H502 Kulkuvalaistus järjestelmä****H5011 Valaisimet****H5012 Valonlähteet****H5013 Kaapeloinnit ja johdotukset****H5014 Valaistushauslaitteet ja – järjestelmät****H5015 Asennus- ja ripustusosat sekä – järjestelmät****H503 Ulkovalaistusjärjestelmä ja H504 Aluevalaistusjärjestelmä****H5041 Aluevalaisimet****H5042 Valonlähteet****H5043 Kaapeloinnit****H5044 Pylväät, mastot, jalustat****H506 Turvavalaisusjärjestelmä****H5061 Turvavalokeskukset****H5062 Kaapeloinnit****H5063 Turva- ja merkkivalaisimet****H6 Sähkölämmitysjärjestelmät ja – laitteet****H601 Rakennusten sähkölämmitysjärjestelmä****H6011 Sähkölämmityslaitteet****H6012 Kaapeloinnit****H6013 Lämmityksen ohjauslaitteet****H602 Sulanapitojärjestelmät****H7 Muut järjestelmät****H701 Ylijännitesuojaukset**

J SÄHKÖTEKNISET TIETOJÄRJESTELMÄT

J1 Puhelinjärjestelmät

J101 Puhelinjärjestelmä

J103 Ovipuhelinjärjestelmä

J1032 Kaapeloinnit

J2 Viestintäjärjestelmät

J201 Antennijärjestelmät

J2011 Antennit

J2012 Kaapeli-TV-liittymisjohdot

J202 Äänentoistojärjestelmä

J203 AV-järjestelmä

J204 Informaatiopalvelujärjestelmä

J3 Merkinantojärjestelmät

J301 Ovikellojärjestelmä

J3011 Ovikellot

J3012 Ovikellopainikkeet

J3013 Kaapelointi

J302 Sisäänpyyntöjärjestelmä

J303 Hoitajakutsujärjestelmä

J304 Varattuvalojärjestelmä

J305 Ajannäyttöjärjestelmä

J308 Avunpyyntöjärjestelmä

J4 Turvallisuusjärjestelmät (vain kaapelointi)

J401 Sähkölukitusjärjestelmä

J402 Työajanseuranta- ja kulunvalvontajärjestelmä

J403 Rikosilmoitinjärjestelmä

J404 Päällekarkausjärjestelmä

J405 Videovalvontajärjestelmä

J406 Ovi- ja porttiohjausjärjestelmä

J407 Paloilmoitinjärjestelmä

J408 Palovaroitinjärjestelmä

J409 Palonsuojelulaitteiden ohjaus- ja valvontajärjestelmät

J5 Tietoverkkojärjestelmät**J501 Yleiskaapelointijärjestelmä****J5011 Talojakamo****J5012 Runkokaapelit****J5013 Kerrosjakamo****J5014 Aktiivilaitteet****J5015 Kerroskaapelit****J5016 Liitántärasiat****J5017 Liitántäkaapelit****J5018 ATK-laitteet****J7 Automaatiojärjestelmät****J701 Rakennusautomaatiojärjestelmä****J702 LVI-laitteiden säätö****J703 Vikailmoitusjärjestelmä****J704 Käyttöveden mittausjärjestelmä****J705 Lämmön mittausjärjestelmä**