

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Talotekniikka

Opinnäytetyö

**Jonne Järventausta**

# **KOJEISTAMON TILASUUNNITTELU JA KESKUKSIEN KOJEISTUS**

Työn valvoja  
Työn teettäjä  
Tampere 2009

DI Martti Honkiniemi  
JAT-Asennus Oy, tuotantopäällikkö Jonne Järvensivu

# TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Talotekniikka

Tekijä	Järventausta Jonne
Työn nimi	Kojeistamon tilasuunnittelu ja keskuksien kojeistus
Sivumäärä	41 sivua + 8 liitesivua
Valmistumisaika	1.4.2009
Työn ohjaaja	DI Martti Honkiniemi
Työn tilaaja	JAT-Asennus Oy, tuotantopäällikkö Jonne Järvensivu
Huhtikuu 2009	
Hakusanat	kojeistamo, tilasuunnittelu, sähkötöidenjohtaja, käytönjohtaja, kojeistus

## TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön aiheena oli selvittää kojeistamon rakentamiseen liittyviä laki- ja tilavaatimuksia sekä turvallisuuteen liittyviä seikkoja ja kojeistusta. Aiemmin JAT-Asennus Oy:llä ei ole ollut omaa kojeistamo, mutta tuotannon kasvaessa myös kojeistamon rakentaminen tuli ajankohtaiseksi. Tässä työssä pääajatuksena oli kehittää tuotantoa siten, että tuote tehdään valmiiksi aina tarkastusta myöten, jolloin se voidaan lähettää suoraan asiakkaalle.

Työ tehtiin JAT-Asennus Oy:n uudelle tehtaalle, joka sijaitsee Hämeenkyrössä. Työn kohteena oli kojeistamon tilantarpeen -ja turvallisuuden suunnittelu. Työssä käsitellään mm. kojeistamon turvallisuusasioita ja kojeistusta.

Writer	Jonne Järventausta
Bachelor of Science Thesis	Testing area planning and centers testing
Pages	41 pages + 8 pages
Graduation time	1.4.2009
Thesis Supervisor	DI Martti Honkiniemi
Co-operating Company	JAT-Asennus Oy, product manager Jonne Järvensivu
April 2009	
Key words	check control, space planning

---

## **ABSTRACT**

The subject of this thesis was to find out for testing places building point of view law, area conditions and also safety things. JAT-Asennus Oy has not had own testing place before but the growing production has create the need to build that testing area. The main point in this was to develop the production so that the article would be completely ready and even tested. In that way it can be sent direct to the client.

The thesis was done for the new factory of JAT-Asennus Oy that is in Hämeenkyrö. The subject of the thesis was to plan safe testing area where law and preferences thereupon has taken into account. The work is processing safe testing area and testing process among other things.

## Esipuhe

Olen ollut JAT-Asennus Oy:ssä töissä jo vuodesta 2002 lähtien, erityisesti kesälomien aikana. Työt ovat tulleet vähitellen vaativammiksi, ammattitaidon karttuessa. Aloitin työt perusmekaniikasta, mutta nykyään olen ollut lähes kokonaan kytkentätöissä. Opinnäytetyö tuli ajankohtaiseksi kesällä 2008, ja sen aihe lähti liikkeelle työelämän tarpeista. Sillä JAT-Asennuksen laajentaessa tuotantoaan uusiin tuotantotiloihin tuli tarve rakentaa oma kojeistamo.

Otin haasteen vastaan ja lupasin tehdä työn, koska se kuulosti haastavalta ja aika erilaiselta työltä, mitä olin tottunut tekemään. Lisäksi tämän työn etuna oli se, että sain tehdä työn tuttuun paikkaan ja yhteistyössä tuttujen henkilöiden kanssa. Kiitokset kaikille yhteistyökumppaneille ja erityisesti JAT-Asennus Oy:n johtoportaalalle.

Tampereella huhtikuussa 2009

---

Jonne Järventausta

# SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ESIPUHE

1 JOHDANTO .....	7
2 JAT- ASENNUS OY JA ABB.....	7
2.1 JAT- Asennus Oy.....	7
2.2 ABB.....	8
2.3 JAT-Asennus Oy:n tuotteet.....	9
3 TESTAUSPAIKKA .....	10
3.1 Testauspaikan määrittely .....	10
3.2 Testausalue .....	11
3.3 Testauslaitteisto .....	12
3.4 Aitaus.....	12
3.5 Turvaetäisyydet.....	13
3.6 Kojeistusalueen turvalaitteet.....	13
3.7 Testauspaikan läheisyyteen sijoitettavat dokumentit .....	16
3.8 Sähkön syöttö .....	18
3.9 Potentiaalintasaus.....	19
4 KOJEISTUKSEN VAATIMUKSET .....	19
4.1 Sähkötöiden tekemisen edellytykset.....	19
4.2 Sähkötöiden johtaja .....	20
4.3 Käytönjohtaja.....	20
4.4 Sähköpätevyys.....	22
5 SÄHKÖTYÖN JA KÄYTTÖTYÖN MÄÄRITELMÄT.....	23
5.1 Koulutus.....	23
5.2 Työkokemus ja oikeus toimia vastuuhenkilönä .....	24
5.3 Ilmoitukset sähköturvallisuusviranomaiselle .....	24
6 SÄHKÖTYÖTURVALLISUUS.....	25
7 SÄHKÖISTEN TESTAUSLAITTEISTOJEN ASENNUS JA KÄYTTÖ .....	27
8 KESKUSTEN TARKASTUS.....	29
8.1 Keskusten sähköisen tarkastuksen periaate.....	29
8.2 Visuaalinen ja mekaaninen tarkastus.....	29
8.3 Kojeistus .....	30

8.4 Kiskotus.....	32
8.5 Johdotus.....	33
8.6 Ilmavälit.....	35
8.7 Maadoitus ja kosketussuojaus .....	35
8.8 Mekaaniset toimintakokeet.....	36
8.9 Eristys- ja jännitekokeet .....	37
9 YHTEENVETO.....	39
LÄHDELUETTELO.....	40
LIITTEET.....	42

1 Runkokoko R6

2 Rungot R7 ja R8

3 Peruskuva keskuksesta ja sen kenttäjärjestyksestä

4 Kuva IP-54 luokitellusta Durra-keskuksesta, joka on yläsyöttö

5 Kojeistamon layout kuva

6 Kojeistamon 3D mallinnus

7 Kojeistuksen tarkastuslista

8 Kikusui kojeistusmittarin eri mittausohjelmat ja testirajat

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehdään JAT-Asennus Oy:lle. JAT-Asennus Oy valmistaa pääasiassa sähkökojeistoja, joiden suurin yksittäinen asiakas on ABB Drives. Sähkökojeistot rakennetaan osaluetteloiden ja piirikaavioiden mukaan, alusta – aina runkovaiheesta loppuun asti. Työ tehdään tilaajan toiveiden mukaan käytännössä täysin käsin. Kojeistot tehdään aina yhdenmukaisiksi, eli samanlaiset kojeistot ovat yhdennäköisiä.

Työn aiheena oli selvittää kojeistamon rakentamiseen liittyviä lakeja ja säädöksiä sekä turvallisuuteen liittyviä tekijöitä. Kojeistamo rakennetaan Hämeenkyrön uusiin tuotantotiloihin. Tarkoituksena on tulevaisuudessa tehdä myös kojeistus itse, jolloin tuote testataan ja todetaan vaatimusten mukaiseksi. Tällöin tuote voidaan lähettää suoraan asiakkaalle.

Jonne Järventausta

## 2 JAT- ASENNUS OY JA ABB

ABB on maailman johtavia automaatioteknologian yrityksiä ja se on kansainvälisesti hyvin arvostettu. JAT- Asennus Oy:stä on muodostunut ABB:lle vuosien varrella tärkeä yhteistyökumppani.

### 2.1 JAT- ASENNUS OY

JAT-Asennus Oy perustettiin Jämijärvellä vuonna 1989. Kiinteä toimipiste perustettiin Jämijärvelle vuonna 2000 osoitteeseen Jämijärventie 12. Siellä toimii yrityksen 320 m<sup>2</sup>:n tuotantotila. Aluksi toiminta oli pienimuotoista, mutta sittemmin yritys on laajentunut nopeaa vauhtia. Vuonna 2004 hankittiin 2500 m<sup>2</sup>:n teollisuushalli Mutkalan teollisuusalueelta Rajakalliontie 9:stä. Hallit ovat nykyaikaisia ja varustetut ESD-lattialla. JAT-Asennuksen uudet 2500 m<sup>2</sup>:n tuotantotilat on avattu Hämeenkyröön heinäkuussa 2008. JAT-Asennus tekee ABB:lle alihankintatyönä erilaisia sähkökojeistoja, käyttöjä ja syöttöjä. /4/

Vuonna 2005 omistuspohjaan tuli muutos. Omistusosuus jaettiin JAT-Asennus Oy:n (55 %) ja KMT Group Oy:n (45 %) kesken. Tällä yhteistyöllä pyritään vahvistamaan osaamista ja kykyä palvella asiakkaita entistä paremmin. /4/

Toimenkuvaan kuuluu kojeistojen kasaus ja jossain määrin myös sähköasennukset, esimerkiksi patoluukkujen kytkentä. Keskuksat kootaan monista eri komponenteista valmiiksi kokonaisuuksiksi. Ensin kootaan runko osaluettelon ja naamakuvan avulla. Tuotantotila, jossa keskuksia kootaan, on jaettu erilaisiin osa-alueisiin: runkosoluun, jossa kasataan kaikki mekaniikka, kytkentäsoluun ja loppukokoonpanosoluun, sekä pakkaamoon/lähtämöön, jossa keskuksat muovitetaan ja lastataan rekkaan.



**Jonne Järventausta**

Keskukset kootaan ja kytketään osaluettelon, kokoonpanopiirustusten ja piirikaavioiden avulla. Jo runkovaiheessa tulee tietää, mikä on keskuksen IP-luokka eli se, minkälaisia vaatimuksia kojeistolle on asetettu esimerkiksi kosteuden ja pölyn suhteen. (ks. liitteet 1 ja 2)

JAT-Asennus valmistaa noin 1500 keskusta vuodessa. JAT-Asennuksen budjetoitu liikevaihto vuodelle 2008 on 6,2 miljoonaa euroa. Henkilöstövahvuus helmikuussa 2009 oli noin 130 henkilöä. 26.2.2007 DNV Certification Oy Ab on myöntänyt ISO 9001:2000 -laatusertifikaatin JAT-Asennus Oy:lle. /4/

**2.2 ABB**

ABB on johtava automaatioteknologiayhtymä ja edelläkävijä alallaan. ABB toimii noin sadassa eri maassa, ja sen palveluksessa on noin 115000 henkilöä. Suomessa ABB:llä on lähes 120 vuoden kokemus sähkövoima- ja automaatioteknologioiden osaamisesta. ABB:n Suomen liikevaihto on kaksi miljardia euroa, ja henkilöstöä täällä on 6650. Tilauksista suurin osa menee vientiin Eurooppaan ja Amerikkaan ja myös kasvavassa määrin Aasiaan. /2/

ABB on painottanut liiketoimintansa viiteen pääryhmään (ks. kuva 1), jotka ovat: sähkövoimatuotteet, sähkövoimajärjestelmät, prosessiautomaatio, automaatiotuotteet ja robotit. /2/

Tunnetuksi ABB on tullut myös moottori- ja taajuusmuuttajapuolella. Muun muassa näiden tuotteiden avulla ABB pyrkii auttamaan asiakkaitaan huomattaviin energiasäästöihin. Yhtiö pyrkii myös vähentämään omia energiapäästöjään, mikä alentaa toiminnan kustannuksia ja vähentää haitallisia ympäristövaikutuksia. ABB aikoo vähentää omaa energiankulutustaan 5% kahden vuoden aikana, vuoden 2007 alusta lähtien. ABB on lisäksi vahvasti mukana kansainvälisissä kestävä kehityksen hankkeissa. /2/

Jonne Järventausta



**Kuva 1** ABB:n tuotteet, järjestelmät ja palvelut energiatehokkuuden parantamiseksi /2/

### 2.3 JAT-Asennus Oy:n tuotteet

JAT-Asennuksen tekemät keskuksat ovat suuria teollisuuden tarpeisiin tehtyjä käyttöjä ja syöttöjä. Keskuksia tehdään mm. tuulimyllyihin ja paperiteollisuuteen.

Keskuksat ovat valmiita paketteja, joihin asiakas pystyy helposti liittymään omilla kaapeleillaan. Keskuksista löytyy DC- ja AC-kiskostot, joihin liitytään erilaisilla laitteilla. Tyypillisesti keskuksasta löytyy vasemmalta oikealle lukien ACU- kenttä, katkaisijakenttä, vaihtosuuntaajakenttä ja mahdollinen moottorilähtökenttä (liite 3 ja 4). /4/

Keskuksien peruseriaate on sellainen, että asiakas liittyy keskukseseen omilla kaapeleillaan tai kiskoillaan ja virta kulkee katkaisijan läpi kiskoja pitkin tasasuuntaajaan, joka tasasuuntaa jännitteen halutuksi tasajännitteeksi. Seuraavaksi virtapiirissä tulevat vaihtosuuntaajat, jotka muuntavat jännitteen takaisin halutuksi vaihtojännitteeksi. Asiakkaalle on yleensä varattu keskukseseen

**Jonne Järventausta**

moottorilähtökenttä kaapeliliityntöjä varten. Keskusten toimintaperiaate on saada toteutettua sähkömoottorien käyttö energiataloudellisesti. /4/

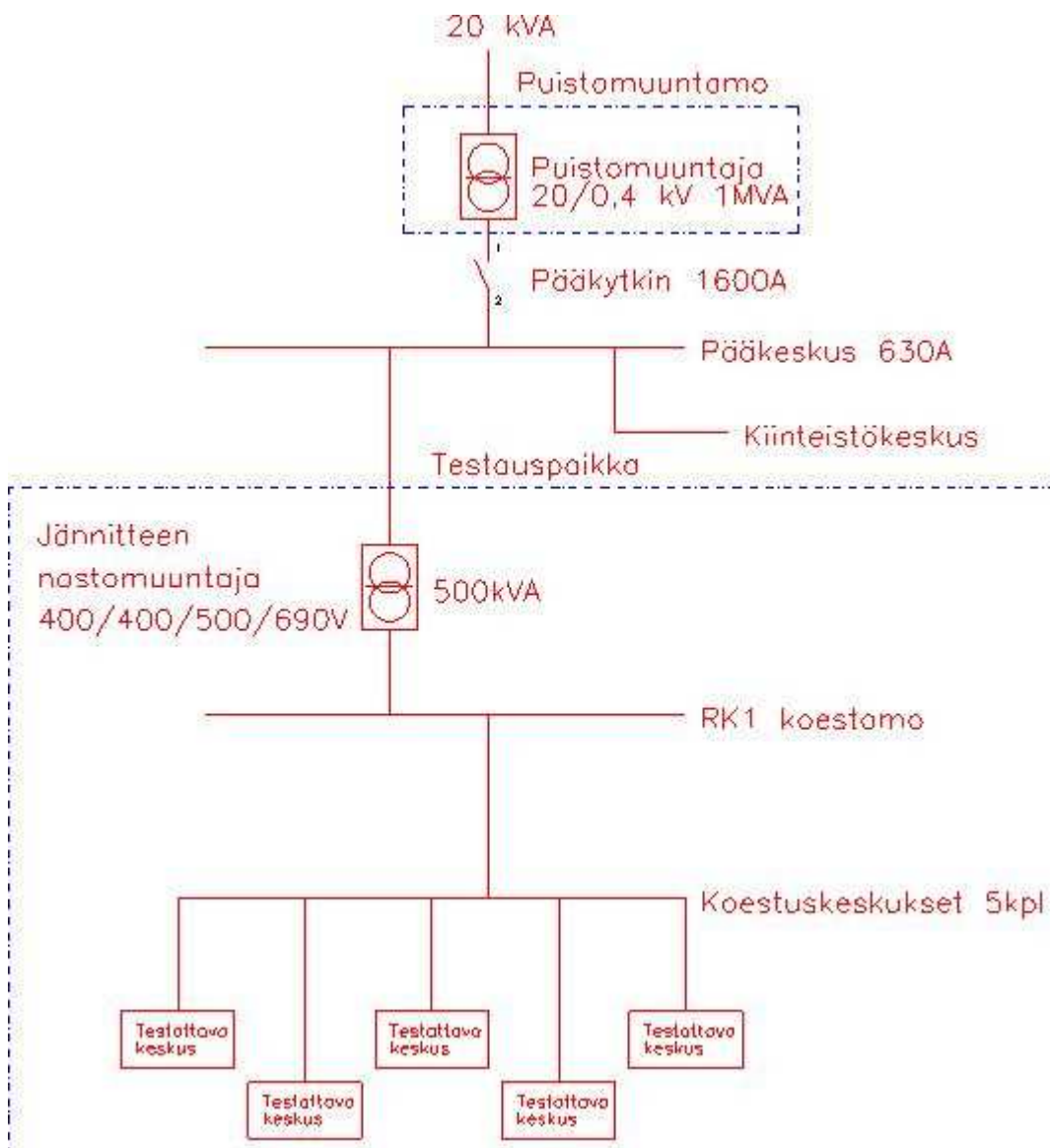
## **3 TESTAUSPAIKKA**

### **3.1 Testauspaikan määrittely**

Standardi SFS-EN 50191:2000 määrittää testauspaikan olevan tunnistettavissa oleva testauslaitteisto rajatulla alueella. Drives`ssa testauspaikoiksi määritellään:

- taajuusmuuttajakäyttöjen kojeistamoita, komponenttien tai osakokoonpanojen sähköiseen tarkastamiseen ja testaamiseen varattua tilaa.
- modulien tarkastus, kuormitus- ja koekäyttöpaikkoja
- taajuusmuuttajien korjauspaikkoja, joissa esiintyy vaarallisia jännitteitä.
- sähköiset tutkimus-, koekäyttö-, tai kuormituspaikat (kuva 2). /6/

Jonne Järventausta

**Kuva 2** Testauslaitteiston pääjohtokaavio

### 3.2 Testausalue

Standardi SFS-EN 50191:2000 määrittää testausalueen olevan se tila, joka on testusrakennelman ympärillä ja joka on erotettu ympäröivästä tilasta. Tässä tapauksessa testausalueella tarkoitetaan sitä aluetta, joka on aidoilla rajattu testauslaitteiston käyttöön tai suojuksilla erotettu tila, jossa testaus tapahtuu (liitteet 5 ja 6).

**Jonne Järventausta**

Esimerkkejä testausalueesta:

- automaattisella kosketussuojauksella varustetun sähköverkkoon kytketyn testauslaitteen testausalue on koteloinnin sisäpuolella oleva tila.
- automaattisella kosketussuojauksella varustetun testauslaitteistoa ympäröivien seinien ja aitojen sisäpuolella oleva tila.
- automaattista kosketussuojausta vailla olevan testauslaitteiston ympäri asennettujen ketjujen, puomien, aitojen, seinämien tai seinien sisäpuolella oleva tila. /6/

### 3.3 Testauslaitteisto

Standardi SFS-EN 50191:2000 määrittää testauslaitteiston olevan testauskohteeseen yhteen liitettyjen testauskohteiden ja laitteiden kokonaisuus. Testauslaitteistolla ei tarkoiteta testauspaikan kiinteitä virransyöttöjä, kuten kojeistamo- tai laboratorioalueella sijaitsevia sähköjakelukeskuksia. Testauslaitteistoon kuitenkin kuuluvat kuormituskokeisiin käytettävät koneikot ja niiden sähkönsyöttöön kiinteästi rakennetut keskuskeskukset, sähkökäytöt, valvonta- ja mittauslaitteistot. /6/

### 3.4 Aitaus

Aitauksella tarkoitetaan johtavaa tai johtamatonta köyttä, puomia, seinää, seinämää, verkkoaitaa tai muuta aitaa. Verkon silmien sivupituuden tai halkaisijan perusteella verkkoaidalle on annettu sijoitusvaatimukset standardissa SFS-EN 50191:2000. Aitauksen tulee estää asianosattomien pääsy aidatulle alueelle. Aidan tarkkoja mittoja ei ole kuitenkaan tarkasti määritelty standardissa. /6/

**Jonne Järventausta**

JAT-Asennus Oy:ssä aidaksi valittiin 120 cm korkea verkkoaita, jonka silmäväli on 10 cm. Tällainen samanlainen aita löytyy myös ABB:n kojeistamosta.

### 3.5 Turvaetäisyydet

Työssä selvitetään vaatimukset sellaiselle testauspaikalle, jossa esiintyy kosketeltavana luokan II (alle 1000 VAC tai 1500 VDC) jännitteitä. Tällaisella testauspaikalla on sallittua suorittaa nimellisjännitteeltään enintään 1000 V:n nimellisjännitteisten laitteiden (jännitealue II) eristysvastus- ja jännitekokeita. Eristysvastus- ja jännitekoelaitteen virtalähteen suurin sallittu jännite saa olla korkeintaan 10 kV ja kosketuksesta aiheutuva virta korkeintaan 500mA. Vaatimukset ja terminologia pohjautuvat standardeihin SFS 6000-8-803:2007 ja SFS EN 50191:2000. /9,6/

### 3.6 Kojestusalueen turvalaitteet

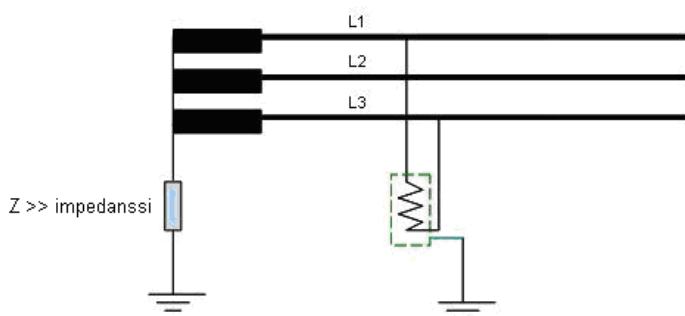
Enintään 32 A:n nimellisvirtaiset pistorasiat tulee suojata enintään 30 mA:n vikavirtasuojakytkimellä, tai niiden tulee olla liitetty SELV-, PELV-, IT-järjestelmään tai suojaerotukseen. Pistorasiat tulee merkitä siten, että niistä selviää jännite, virta ja suojaustapa. /12/

Vikavirtasuojakytkimet tulee olla standardin SFS-EN 61008-1 tai SFS-EN 61009-1 mukaisia tyyppin A-laitteita, jotka toimivat vikavirran ollessa vaihtovirtaa tai sykkivää tasavirtaa. /12/

IT-järjestelmässä tulee olla eristystilan valvontalaite, joka aiheuttaa joko hälytyksen tai piirin poiskytkennän ( kuva 3). Hälytyksen ja poiskytkennän tulee toimia, kun eristysresistanssi laskee alle 50 k ohmia. Hälytyksen pitää antaa työskentelypaikalta helposti havaittava sekä optinen että äänihälytys.

**Jonne Järventausta**

Äänihälytys voidaan kuitata pois, mutta optinen hälytys pitää olla käytössä niin kauan kuin vika on olemassa. /11/



**Kuva 3** IT-järjestelmän periaatekuva /19/

Työskentelyalueelta on voitava katkaista jännitteet SFS 6000-5-53/537.2:~ mukaisella erotuskytkimellä, jossa on yksiselitteinen asennosoitus. ”Auki”- tai ”kiinni”-merkintä saa olla nähtävissä vain silloin, kun vaadittu avausväli on saavutettu jokaisessa navassa. Erotuskytkimien on oltava selvästi tunnistettavissa ja niiden merkintöjen sellaisia, että ne osoittavat yksiselitteisesti, minkä virtapiirin laite erottaa. /8/

Testauslaitteiston sähköenergia, joka voi aiheuttaa vaaraa, on voitava katkaista hätäkytkimellä. Jokaisen testausalueen ulkopuolella on oltava vähintään yksi hätäkytkin. Hätäkytkimen luokse on oltava esteetön pääsy ja sen pitää olla helposti tunnistettava. Hätäkytkimessä käytetään punaista kytkintä, jossa on keltainen tausta. /10/

Testauksiin käytettävät kytkentä- ja erottamispaikat tulee merkitä jäännösjännitteistä varoittavalla varoituskilvellä tai –tarralla. Testauspaikan lattioiden ja pöytien kosketeltavien pintojen tulee olla eristäviä. Työpöytien ja testauslinjojen rungot voivat olla metallia, jos ne eivät ole yhteydessä maahan. /11/

**Jonne Järventausta**

Testauspaikan rajaava metallinen aitaus tulee maadoittaa tai eristää siten, että testausalueelta ei voi johtua vaarallinen jännite vikatilanteessa aitaan.

Testauspaikka tulee rajata siten, että sinne pääsevät vain ammattitaitoiset tai opastetut henkilöt. Maallikot voivat päästä testauspaikalle vain ammattitaitoisen tai opastetun henkilön valvomana. Vakituisen testauspaikan rajaus voidaan toteuttaa käyttämällä kiinteitä seiniä, seinämiä, verkkoaitoja tai puomeja.

Sellainen testauspaikka, jossa yleensä työskentelee vain yksi henkilö, tulee rakentaa siten, että testaustyötä tekevä henkilö voidaan nähdä testauspaikan ulkopuolelle. /13/

Kulkutiet on varustettava kilvillä, jotka kieltävät asiattomien pääsyn testauspaikalle. Kilvet tulee olla vähintään suomeksi ja englanniksi.

Ovet ja veräjät tulee varustaa merkkilaittein, jotka antavat riittävän ääni- ja valomerkin kulkutien ollessa auki. /13/

Aitauksen korkeutta määritettäessä tulee ottaa huomioon testauslaitteistoon kuuluvien laitteiden sijoitusmahdollisuudet aitaukseen nähden. Aitauksen yli ei saa päästä tarkoituksellakaan koskettamaan testauslaitteistoon kuuluvia osia.

Nyrkkisääntönä voidaan pitää taulukon 1 sisältämiä arvoja. /13/

**Taulukko 1** Turva-aitojen mallikorkeuksia /6/

Aitauksen korkeus /m m	Testauslaitteisto testauspaikan aitauksesta / m m
1 0 0 0	1 4 0 0
1 2 0 0	1 0 0 0
1 4 0 0	9 0 0
1 6 0 0	9 0 0
1 8 0 0	6 0 0
2 0 0 0	3 5 0
2 2 0 0	2 5 0
2 4 0 0	1 0 0

Standardista SFS-EN 50191:2000 voi tarvittaessa tarkistaa tarkemmat etäisyysvaatimukset aitauksen ja kielletyn alueen välisistä suhteista.



Jonne Järventausta

### 3.7 Testauspaikan läheisyyteen sijoitettavat dokumentit

Jokaiseen testauspaikkaan tulee sijoittaa sähkötapaturmien ensiavusta kertovat ensiapuohjeet ja hätäpuhelimien numero. Testauspaikan asennuksista on oltava ajan tasalla olevat merkinnät ja dokumentit. Tarvittavat dokumentit ovat:

- maadoituskaavio, keskusten nousujohtokaavio huipputehoineen ja laskelmineen
- keskusten pääkaaviot ja kokoonpanopiirustukset
- sähkönsyötön toimintakaavio (jos keskusten ohjaukset ja kaapeloinnit ovat monimutkaisia ja eivät selviä nousujohtokaaviosta). /4/

Seuraavista järjestelmistä tulee dokumentoida vaikutusalue, kytkentäpaikat, toimintaperiaate ja testausohje:

- hätäseisjärjestelmän toimintakaavio
- mahdollinen vikavirtavaltovirtajärjestelmäkaavio
- mahdollinen maasulkujärjestelmäkaavio. /17/

Seuraavista tarkastuksista tulee löytyä pöytäkirjan kopio (alkuperäinen käytönjohtajalta):

- käyttöönottotarkastukset
- haltian kunnossapitotarkastukset
- mahdolliset määräaikaistarkastukset
- mahdolliset varmennustarkastukset. /17/

Huolto- ja kunnossapitoon liittyvät toimenpiteet kirjataan huolto- ja kunnossapito-ohjelmaan, ja niihin liittyvät paperiset asiakirjat arkistoidaan käytöstä vastaavan henkilön toimesta. Testauspaikan sähköasennuksille suoritetaan käyttöönottotarkastus ennen asennuksen tai sen osan käyttöönottoa. Tarkastuksesta laaditaan sähköasennuksen haltijalle

**Jonne Järventausta**

käyttöönototarkastuspöytäkirja. Laitteistoluokassa kaksi varmennustarkastus tehdään uusille sähkölaitteistoille ja työalueeltaan yli 35 A:n muutostöille kolmen kuukauden kuluessa sähköasennusten varsinaisesta käyttöönotosta.

Varmennustarkastus on aina kolmannen osapuolen suorittama puolueeton tarkastus (valtuutettu tarkastaja). /17/

Kakkosluokan laitteistolle on laadittava kunnossapito-ohjelma. Huoltoon ja kunnossapitoon liittyvien tarkastusten lisäksi tehdään määrävälein tarkastuksia ja testauksia, joiden avulla varmistetaan suojausten toimivuus. Sille laitteistolle tulee tehdä määräaikaistarkastukset 10 vuoden välein.

Määräaikaistarkastukset saavat suorittaa valtuutettujen laitosten tarkastajat tai viranomaisilta toimintaoikeudet saaneet valtuutetut tarkastajat. /17/

**Taulukko 2 Sähkölaitteistoluokat /17/**

Laitteistoluokka	Laitteisto
Luokka 3	<ul style="list-style-type: none"><li>- kemikaalilupaa edellyttävät räjähdysvaaralliset tilat</li><li>- lääkintätilat leikkaustiloja sisältävissä sairaaloissa ja lääkäriasemilla</li><li>- verkkoyhtiöiden sähköverkot</li></ul>
Luokka 2	<ul style="list-style-type: none"><li>- yli 1000V osia sisältävät sähkölaitteistot rakennuksissa tai rakennusten ulkopuolella (suurjänniteliittymät) ja teholtaan yli 1600kVA: pienjänniteliittymät</li><li>- lääkintätilat leikkaussaleja sisältämättömissä sairaaloissa ja lääkäriasemilla</li></ul>
Luokka 1	<ul style="list-style-type: none"><li>- asunrakennukset, joissa on enemmän kuin kaksi asuinhuoneistoa</li><li>- muu kuin asunrakennuksen sähkölaitteisto, jossa pääsulakkeet tms. ovat yli 35 A (mm. julkiset rakennukset, liike-, teollisuus- ja maatalousrakennukset, ulkoalueet)</li><li>- ilmoituksenvaraiset räjähdysvaaralliset tilat</li></ul>

**Jonne Järventausta**

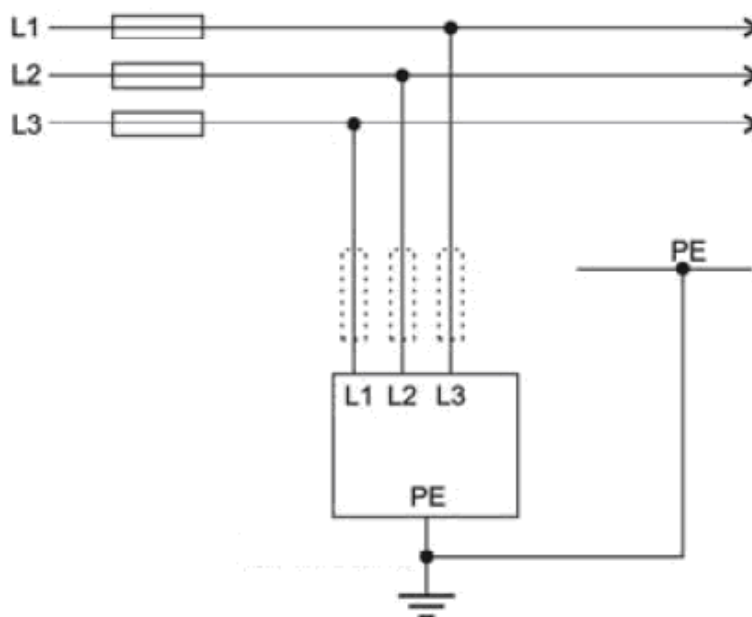
Seuraavat järjestelmät tai ratkaisut tulee tarkastaa määrävälein:

- hätäseisjärjestelmä
- maasulkuhälytysjärjestelmä
- maadoitusjärjestelmä
- lattioiden ja työpöytien eristävyys.

Tarkastukset tulee dokumentoida huolto- ja kunnossapito-ohjelmaan omaan kohtaansa käytönjohtajan antamien ohjeiden mukaisesti. /6/

### 3.8 Sähkön syöttö

Kelluva sähkönsyöttö eli ns. IT- tyyppinen verkko eli jakeluverkko on täysin maastaerotettu (kuva 4). Mikäli jokin laite vaatii vaiheen maadoittamista, tulee laite galvaanisesti erottaa muusta verkosta. Suojauksen ideana on, että peruseristyksen pettäessä kosketeltaviin osiin tarjolla oleva sähkö oikosulkeutuu suojamaahan ja oikosulku polttaa laitteen tai verkon suojasulakkeen ja näin sähkön syöttö keskeytyy. /7/



**Kuva 4** IT-järjestelmä

Jonne Järventausta

### 3.9 Potentiaalintasaus

Potentiaalintasauksella tasataan samaan potentiaaliin laitteiden kuorien väliset potentiaalierot tai muut metalliosat, joihin käyttäjä voi koskettaa samanaikaisesti. Tätä kautta poistetaan riski, että käyttäjän läpi kulkisi haitallinen vuotovirta. Vuotovirrat ovat tahattomia ei-toiminnallisia virtoja, jotka syntyvät sähkökäyttöisissä laitteissa ja hakeutuvat eristysten yli ylemmästä potentiaalista alempaan potentiaaliin. Kulkureittinä voi olla käyttäjä, laitteen runko tai muu johtava osa. /20/

Lisäpotentiaalintasausta tehdään tarvittaessa, sillä poistetaan häiriöitä ja staattisia purkauksia, jotka saattavat aiheuttaa vikoja herkille sähköisille piireille.

## 4 KOJEISTUKSEN VAATIMUKSET

### 4.1 Sähkötöiden tekemisen edellytykset

Sähköturvallisuuslain (410/96) mukaan sähkölaitteiden korjaus- ja huoltotöitä sekä sähkölaitteistojen rakennus-, korjaus-, huolto- ja käyttötöitä saa tehdä, jos

- töiden johtaja on nimetty
- itsenäisesti töitä suorittavalla ja valvovalla henkilöllä on riittävä kelpoisuus tai ammattitaito
- käytössä on riittävät tilat ja välineet. /5/

Töiden johtaja vastaa siitä, että yrityksen toiminta on määräysten mukaista, ja hänen on oltava yrityksen palveluksessa. Sähkötöiden johtajaa ei vaadita vähäisissä kertaluontoisissa töissä, mutta tekijän on oltava kyseiseen työhön riittävän ammattitaitoinen ja hänen tulee tuntee turvallisuusvaatimukset. /5/

**Jonne Järventausta**

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä KTMP516/96 ja siihen tehdyissä täydennyksissä on määritelty tarkemmin sekä sähkötöiden johtajan että käytönjohtajan työtehtävät sekä vaadittava pätevyys. /5/

**4.2 Sähkötöiden johtaja**

Sähkötöitä tekevän yrityksen on nimettävä ennen toiminnan aloittamista sähkötöiden johtaja. Toiminnasta tehdään ilmoitus sähköturvallisuusviranomaiselle (=TUKES), jolle myös tulee ilmoittaa sähkötöiden johtajan vaihtuminen.

Sähkötöiden johtajan tehtävänä on huolehtia seuraavista asioista:

- sähkötöissä noudatetaan sähköturvallisuuslakia (410/96) ja siihen liittyviä määräyksiä
- sähkölaitteet ja -laitteistot ovat määräysten mukaisessa kunnossa ennen käyttöönottoa tai toiselle luovuttamista
- sähkötöitä tekevät henkilöt ovat ammattitaitoisia ja opastettuja tehtäviinsä. /5/

**4.3 Käytönjohtaja**

Suurten sähkölaitteistojen käyttötöitä varten on nimettävä käytönjohtaja. Käytönjohtaja tarvitaan, kun laitteistoon kuuluu nimellisjännitteeltään yli 1000 V:n osia tai sen liittymisteho  $S > 1600$  kVA. Käytönjohtajalla tulee olla riittävät mahdollisuudet valvoa käyttötöitä ja hänen tulee olla laitteiston haltijan palveluksessa. Poikkeuksena on, että käytönjohtaja on yhteisön palveluksessa, jolla on ylläpitosopimus laitteiston haltijan kanssa. Tai laitteistossa on enintään

**Jonne Järventausta**

3 kpl 20 kV muuntajia tai muuntamoon rinnastettavaa erillistä yli 1 000 voltin nimellisjännitteistä kytkinlaitosta. /5/

Sähkölaitteistonhaltijan on annettava käytönjohtajalle riittävät mahdollisuudet valvoa ja johtaa käyttöitä. Sähkölaitteiston haltijan on lisäksi annettava käytönjohtajalle tarvittavat tiedot sähkölaitteiston rakennus- ja korjaustöistä sekä niihin liittyvistä tarkastuksista. /5/

**Käytönjohtajan tehtävät:**

1) Sähkölaitteiston käytössä ja huollossa noudatetaan sähköturvallisuuslakia sekä sen nojalla annettuja säännöksiä.

2) Käyttöitä tekevät henkilöt ovat ammattitaitoisia ja riittävästi opastettuja tehtäviinsä.

Sähkölaitteistonhaltija tekee käytönjohtajan nimeämisestä ilmoituksen Turvatekniikan keskukselle. Sähkölaitteiston haltija nimeää käytönjohtajaksi henkilön, jolla on käytönjohtajuuteen oikeuttava pätevyystodistus. /19/

Sähköurakoitsijalla tarkoitetaan tässä sähköturvallisuuslain mukaista toiminnanharjoittajaa, joka tekee toimintailmoituksen edellyttäviä sähköitä. Sähköurakoitsijana voi toimia joko yritys tai luonnollinen henkilö. Sähköurakointitoimintaan katsotaan kuuluvaksi sekä sähköasennuksiin kohdistuvat työt että sähkölaitekorjaus. /19/

Sähkölaitteiston haltijan on nimettävä käytönjohtaja kolmen kuukauden kuluessa sähkölaitteiston käyttöönotosta. Uusi sähköidenjohtaja ja uusi käytönjohtaja on nimettävä kolmen kuukauden kuluessa siitä, kun kyseinen johtaja vaihtuu; tai on estynyt hoitamasta tehtäväänsä muuten kuin lyhytaikaisen poissaolon vuoksi. /19/

Jonne Järventausta

#### 4.4 Sähköpätevyys

Sähkötöiden johtajalta ja käytönjohtajalta edellytetään aina henkilökohtaista sähköpätevyyttä, joka on jaettu kolmeen luokkaan. Lisäksi hissitöihin edellytetään oma pätevyys. /5/

Sähköpätevyysvaatimukset koostuvat aina sähköalan koulutuksesta, alan työkokemuksesta ja pätevyytutkinnosta.

**Taulukko 3** Sähkötöiden johtajan pätevyysluokat /5/

Sähkötöidenjohtajan pätevyysluokka	Toiminta-alue	Jänniteraja
1	- Kaikki sähkötyöt lukuun ottamatta hissiasennuksia	ei rajoitusta
2	- Kaikki sähkötyöt lukuun ottamatta hissiasennuksia	< 1000 V (AC) < 1500 V (DC)
3	- Sähkölaitteiden korjaustyöt	< 1000 V (AC) < 1500 V (DC)

**Taulukko 4** Sähköpätevyyden vaatimukset /5/

Pätevyysluokka	Koulutusvaatimus	Työkokemusvaatimus alalta
1	Sähkövoima-alan diplomi-insinööri (amk) tai insinööri	2 vuotta, josta vähintään 1 vuotta > 1000 V:n asennuksissa
1	Sähkövoima-alan teknikko, sähköalan diplomi-insinööri, insinööri (amk) tai insinööri	4 vuotta, josta vähintään 2 vuotta > 1000 V:n asennuksissa
2	3- vuotinen sähköalan koulutus	3 vuotta
2	4- vuotinen sähköalan koulutus	2 vuotta
3	Riittävä ammattitaito tekemään oman alansa sähkötöitä (KTMP 516/96 11§)	

Jonne Järventausta

## 5 SÄHKÖTYÖN JA KÄYTTÖTYÖN MÄÄRITELMÄT

Sähkötyöllä tarkoitetaan sähkölaitteen korjaus- ja huoltotöitä sekä sähkölaitteiston rakennus-, korjaus- ja huoltotöitä. Sähkötyöksi ei katsota sähkölaitteen ja -laitteiston purkutyötä, jos laite tai laitteisto on tehty luotettavasti ja asianmukaisesti jännitteettömäksi. /16/

Käyttötyöllä tarkoitetaan sähkölaitteiston käyttötoimenpiteitä, niihin verrattavia korjaus- ja huoltotöitä sekä sähkölaitteistoon kohdistuvia tarkastustoimenpiteitä. /16/

### 5.1 Koulutus

Sähköalan vastuuhenkilö on tässä sähköturvallisuuslainmukainen töiden johtaja, joka voi olla sähköurakoitsijan sähkötöidenjohtaja tai sähkölaitteiston käytönjohtaja. Töiden johtajalla on oltava pätevyystodistus. Pätevyystodistuksen saamisen edellytyksenä on sähköalan koulutus. Ainoastaan sähkölaitekorjaukseen oikeuttavan pätevyystodistuksen voi korvata pitkällä työkokemuksella kyseisistä sähköalan töistä. Jo ennen koulutukseen menoa kannattaa suunnitella, aikooko myöhemmin ryhtyä sähköalan vastuuhenkilöksi. /18/

Kesken jääneitä opintoja ei hyväksytä koulutukseksi. Sähköalan koulutusta antavat mm. korkeakoulut, ammattikorkeakoulut, ammatilliset oppilaitokset ja aikuiskoulutuskeskukset. Koulutuksen voi suorittaa myös oppisopimuskoulutuksena. Koulutuksen mukaan määräytyy se, minkä tasoisen pätevyystodistuksen henkilö saa. /18/



**Jonne Järventausta**

## **5.2 Työkokemus ja oikeus toimia vastuuhenkilönä**

Pätevyystodistuksen saamiseksi on oltava sähköalan työkokemusta yrityksistä, joilla on sähköurakointioikeudet.

Pätevyystodistus antaa oikeuden toimia sähköurakoitsijan sähkötöiden johtajana tai itsenäisenä sähköurakoitsijana sekä sähkölaitteiston käytön johtajana pätevyystodistuksessa mainituin rajoituksin. Sähköurakoitsija nimeää ennen toiminnan aloittamista sähkötöiden johtajan, jolla on toiminta-alueensa sähkötöiden johtamiseen oikeuttava pätevyystodistus. Toiminnan harjoittaja tekee nimeämisestä ilmoituksen Turvatekniikakeskukselle. /5/

## **5.3 Ilmoitukset sähköturvallisuusviranomaiselle**

Sähköturvallisuusviranomaiselle tehtävässä ilmoituksessa on neljä eri kategoriaa:

Toiminnanharjoittajan on tehtävä ennen sähkötöiden aloittamista sähköturvallisuuslain 12 §:n mukainen ilmoitus sähköturvallisuusviranomaiselle. Ilmoituksesta pitää käydä ilmi toiminnanharjoittajaa, toimipaikkoja ja sähkötöidenjohtajaa koskevat tiedot. Ilmoituksessa on selvitettävä sähköturvallisuuslain 8 ja 9 §:ssä asetettujen vaatimusten täyttyminen. Ilmoitukseen on liitettävä sähkötöidenjohtajaksi nimetyn henkilön suostumus allekirjoitettuna. /16/

Kolmen kuukauden kuluessa sähkölaitteiston käyttöönotosta on sähkölaitteiston haltijan tehtävä nimeämästään käytön johtajasta ilmoitus sähköturvallisuusviranomaiselle. Sähköturvallisuusviranomaiselle tehtävästä ilmoituksesta on löydyttävä sähkölaitteistoa ja käytön johtajaa koskevat tiedot. Ilmoituksessa on selvitettävä 3 §:n sekä sähköturvallisuuslain 8 ja 9 §:ssä

**Jonne Järventausta**

esitettyjen vaatimukset täyttyvät. Ilmoitukseen on liitettävä käytönjohtajaksi nimetyn henkilön suostumus allekirjoitettuna. /16/

Jos edellä mainituissa 26 ja 27 §:n 2 momentissa mainituissa asioissa tapahtuu muutoksia, niin niistä on ilmoitettava sähköturvallisuusviranomaiselle kuukauden kuluessa muutoshetkestä lukien. /16/

”Sähköturvallisuuslain 12 §:ssä tarkoitettua ilmoitusta ei vaadita:

1) käyttötöistä;

2) 10 §:ssä tarkoitetuista sähkötöistä;

3) sähkötyöstä, jonka tekee 11 §:n 1 ja 2 momentissa määritelty henkilö omaan tai lähisukulaisen hallinnassa olevaan asuntoon tai asuinrakennuksen sähkölaitteistoon. Lähisukulaisella tarkoitetaan puolisoa sekä omia tai puolison lapsia, vanhempia ja isovanhempia.

4) sellaisesta vähäisestä kertaluonteisesta sähkötyöstä, jonka tekijällä on 12–14 §:ssä tarkoitettu kyseisen työn tekemiseen oikeuttava pätevyystodistus. Sähkölaitteiston rakennus- ja korjaustyölle on tehtävä sähköturvallisuuslain 17 §:n mukainen varmennustarkastus, jollei kyse ole vähäisestä toimenpiteestä. Varmennustarkastuksessa on selvitettävä, että sähkötyön suorittajalla on 1 momentissa edellytetty pätevyys. 11 §:n 1 momentin 4–6 kohtien mukainen pätevyys on osoitettava arviointilaitoksen soveltuvalla todistuksella.” /16/

## **6 SÄHKÖTYÖTURVALLISUUS**

Ennen kuin sähköalan työ tai muu sähkölaitteiston läheisyydessä tehtävä työ aloitetaan, on selvitettävä luotettavasti sähkölaitteiston rakenne, arvioitava

**Jonne Järventausta**

työhön liittyvät vaaratekijät ja ryhdyttävä sähkötyöturvallisuuden kannalta tarvittaviin toimenpiteisiin. /14/

Sähköalan työssä on noudatettava vakiintuneita, turvallisiksi todettuja työmenetelmiä. Jos työ tehdään jollain uudella tai poikkeuksellisella menetelmällä, menetelmään liittyvät mahdolliset vaaratekijät on kartoitettava tarkasti. Jokaiseen työkohteeseen on nimettävä sähköturvallisuuslain 11 §:ssä tarkoitettu henkilö valvomaan työaikaista sähköturvallisuutta. Hän voi osallistua työhön tai tehdä sen kokonaisuudessaan itse. /5/

Sähköalan työtä varten on tarvittaessa laadittava työmenetelmäkohtaisia tai työkohtaisia selventäviä ohjeita. Kaikki työssä sovellettavat voimassa olevat standardit ja ohjeet on pidettävä työntekijän käytettävissä.

Työntekijälle on annettava koulutusta ja opastusta työn vaatimusten mukaisesti siten, että työntekijän tiedot ja taidot ovat aina riittävät kyseiseen työhön.

Tietojen ja taitojen omaksuminen on testattava kokeella. /5/

Sähköalan työssä käytetään työhön tarkoitettuja turvallisia työvälineitä ja varusteita, joiden turvallisuus tarvittaessa varmistetaan sekä ennen työn aloittamista, että työn kuluessa. /14/

Työkohteena oleva sähkölaitteisto pyritään aina erottamaan jännitteettömäksi.

Sähkölaitteistoon kohdistuvia käyttötoimia saa kuitenkin tehdä jännitteelliseen sähkölaitteistoon, kun työt tehdään riittävää huolellisuutta noudattaen siten, ettei työntekijälle eikä sivullisille aiheudu sähköiskun tai valokaaren vaaraa.

Sähkötöissä taikka työkohteeseen mentäessä tai sieltä poistuttaessa työn suorittaja ei saa tahattomasti tai tietämättään ulottua suojaamattomiin jännitteisiin osiin tai joutua niiden läheisyyteen. Turvallisen etäisyyden määrittelyssä on huomioitava sähkölaitteiston jännitetaso, työvälineet ja työskentelytapa. /5/

**Jonne Järventausta**

Turvallinen työalue on tarvittaessa merkittävä varoituskilvin ja rajattava luotettavin puomein tai suojuksin. Työalueen ulottuessa niin lähelle kosketussuojaamattomia, jännitteisiä sähkölaitteiston osia, että sähkötyöturvallisuus voi vaarantua, osat on eristettävä luotettavasti työalueesta. /5/

Poikettaessa turvallisuusvaatimuksia vastaavista standardeista tai julkaisuista on turvallisuusvaatimusten täyttymisestä laadittava kirjallinen selvitys jo ennen työn aloittamista. Selvityksessä tulee esittää siltä osin kuin turvallisuusvaatimuksia vastaavista standardeista poiketaan:

- 1) turvallisuusvaatimusten täyttämiseksi valitut ratkaisut;
  - 2) kuvaus siitä, miten ratkaisut täyttävät turvallisuusvaatimukset
  - 3) selvityksen laatijan yksilöinti ja allekirjoitus.
- Selvitystä voi täydentää sähkölaitteiston tarkastamiseen nimetyn valtuutetun laitoksen tai tarkastajan lausunnolla siitä, täyttääkö asennus sähköturvallisuuden vaatimukset. /5/

## **7 SÄHKÖISTEN TESTAUSLAITTEISTOJEN ASENNUS JA KÄYTTÖ**

SFS EN-50191 -standardi soveltuu pysyvien ja tilapäisten sähköisten testauslaitteistojen asentamiseen ja käyttöön. Standardin soveltaminen ei ole tarpeen, jos jännitteisten osien koskettamisesta ei aiheudu vaaraa. Tällainen tilanne on silloin, kun yksi seuraavista ehdoista on täytetty paljaissa jännitteisissä osissa:

**Jonne Järventausta**

a) Jännite enintään 500 Hz:n taajuuksilla ei ylitä vaihtosähköllä 25 V tai tasasähköllä 60 V ja se täyttää HD 384.4.41 (SFS 6000) kohdan 411.1 SELV- tai PELV -jännitteen vaatimukset. /6/

b) Kun jännite enintään 500 Hz:n taajuuksilla ylittää vaihtosähköllä 25 V tai tasasähköllä 60 V, mutta induktiivittömän resistanssin lävitse kulkeva summavirta ei ylitä vaihtosähköllä 3 mA (tehollisarvo) tai tasasähköllä 12 mA. /6/

c) Yli 500 Hz taajuuksilla ei esiinny vaarallisia kehovirtoja tai kosketusjännitteitä. Näissä tapauksissa tulisi käyttää kansallisesti päätettyjä virta- ja jännitearvoja. Jos sellaisia ei ole, sallittujen kehovirtojen ja kosketusjännitteiden viitearvoina voidaan käyttää tämän standardin liitteen A taulukon A.1 arvoja. /6/

d) Purkausenergia ei ylitä 350 mJ.

Vaikka tämän standardin mukaisuus ei ole tarpeen, jos yksi yllä mainituista tilanteista on täytetty, pitää kuitenkin harkita muut potentiaaliset riskitekijät ja soveltuvilla mittauksilla ehkäistä vaarat. /6/

SFS EN-50191 -standardi ei koske testausasennusten virransyöttöä. "Niitä koskevat standardit ovat asennusten osalta HD 384 (SFS 6000) -sarjan standardit 1000 V nimellisjännitteeseen saakka ja HD 637 (SFS 6001) yli 1000 V nimellisjännitteille sekä käytön osalta EN 50110-1 (SFS 6002). 1.4 Niiltä osin, joilta tässä standardissa ei ole vaatimuksia, koskevat asennusta HD 384 (SFS 6000)-sarjan standardit 1000 V nimellisjännitteeseen saakka ja HD 637 S1 (SFS 6001) yli 1 kV nimellisjännitteille sekä käyttöä EN 50110-1 (SFS 6002)." /6/

Jonne Järventausta

## 8 KESKUSTEN TARKASTUS

### 8.1 Keskusten sähköisen tarkastuksen periaate

Yleisesti keskuksen tarkastus tehdään siten, että ensin käydään osaluettelot läpi, jolloin tarkistetaan kojeiden ja positioiden oikeellisuus. Tämän jälkeen tehdään vetotesti kaikille johtoliitoksille. Kun on varmistuttu siitä, että viallisia liitoksia ei ole aloitetaan koestus (liite 7). Koestuksessa tehdään eristyskoe- ja jännitekoemittauksia. /4/

### 8.2 Visuaalinen ja mekaaninen tarkastus

Aluksi tarkastetaan siisteys, ettei keskuksessa ole roskia tai metallinlastuja. Tämän jälkeen katsotaan, että keskuksen maalipinnat ovat virheettömät. Lisäksi tarkastetaan mahdolliset mekaaniset lukitukset esim. maadoituskatkaisijan oikea toiminta. /4/

### Runkorakenne

Runkorakenteeseen kuuluvat seinä-, katto- ja lattiarakenteet sekä mekaaniset liitokset. Tarkastetaan, että mekaniikka on koottu kokoonpano- ja rakennekuvien mukaisista osista, mm. runko, kiskokotelo ja läpiviennit. Tarkastetaan, etteivät maalipinnat ole vaurioituneet. /4/

**Jonne Järventausta**

### **Suojausluokka**

Tarkastetaan, että kojeiston suojausluokka vastaa pääosaluetteloä. Lisäksi tarkastetaan, että signaali- ja moottoriläpiviennit ovat osaluettelon mukaisia ja oikein kokoonpantuja. /4/

### **Liitostarvikkeet**

Tarkastetaan, että asianmukaiset liitostarvikkeet ovat kuljetuspituuksien mukana. Varmistetaan, että PE-kiskoston liitostarvikkeet ovat jokaisessa kuljetuspituudessa. /4/

### **Asiakaskaapelituet ja asiakkaan kaapeleiden kiinnityspultit**

Varmistetaan, että asiakaskaapelituet on asennettu ja että kaapeleiden kiinnityspultteja on riittävästi ja että ne ovat oikean pituisia. /4/

## **8.3 Kojeistus**

### **Kojeiden ja yksiköiden merkintöjen osaluettelovastaavuus**

Tarkistetaan kojeet ja yksiköt, että ne ovat osaluetteloä vastaavia, pintapuolisesti ehjän näköisiä ja mekaanisesti, sekä sähköisesti tarkastettuja. /4/

**Jonne Järventausta**

### **Kojetunnukset**

Tarkistetaan, että kojettunnukset ovat niille sovituissa paikoissa lähellä itse kojetta ja että ne ovat piirikaavion mukaisia. Lisäksi varmistetaan, että mahdolliset kojeiden liittimien merkinnät ovat paikoillaan. /4/

### **Kojeiden sijoittelu**

Varmistetaan, että kojeet on sijoitettu sijoituskuvien mukaisesti tai mahdollisesti tehdaskansiossa olevien asiakkaan erillisohjeiden mukaisesti. Mahdollisissa ongelmatilanteissa ratkaisu pohditaan yhdessä kojeiston suunnittelijan kanssa. /4/

### **Kojeiden kiinnitys**

Tarkistetaan, että kojeet ja yksiköt on kiinnitetty asianmukaisesti niille kuuluvilla kiinnitystarvikkeilla ja että kiinnitys on tehty yleisohjeen tai tehdaskansiossa mahdollisesti olevan erityisohjeen mukaisesti. Kaikkien kiskostoihin tehtyjen liitosten tulee olla merkitty valkoisella maalikynällä siten, että pultin kanta ja aluslevyt on maalattu kello kahden osoittamaan suuntaan. Myös kiskoissa tulee olla maalikynän merkki, jotta nähdään selvästi, ettei liitosta ole missään vaiheessa avattu. /4/



**Jonne Järventausta**

## **8.4 Kiskotus**

### **Kiskojen eheys ja puhtaus**

Tehdään visuaalinen tarkistus ettei kiskoissa ole taivutusmurtumia ja että kiskojen liitospinnat ovat puhtaat. Lisäksi tarkistetaan huolellisesti sellaiset kiskot, jotka on suojattu eristeellä, ettei eristeissä ole vaurioita. Tämä on erityisen tärkeää, ettei käyttötilanteessa esiinny vaarallisia läpilyöntejä rikkoutuneen eristyksen ja liian pienen ilmavälin vuoksi. /4/

### **Kiskojen sijoittelu**

Varmistetaan, että kiskostot on koottu mittakuvien mukaisesti ja että kiskostojen väliin jää aina riittävä ilmaväli. Lisäksi kiskostot tulee koota siten, ettei niihin synny minkäänlaisia jännityksiä tai vääntöjä, jotka ovat erityisen tuhoisia kiskostojen tukieristimille. /4/

### **Virtaliitokset**

Katsotaan, että virtaliitokset on tehty oikein, että aluslevyt ovat oikeassa järjestyksessä ja oikean kokoisia. Lisäksi tulee tarkistaa että virtaliitokset on merkitty maalitussilla noin kello kahden suuntaan. Myös pulttien oikea koko pitää todeta. Pultin kierrettä pitää tulla liitoksen mutteripuolelta näkyviin vähintään puolitoista kierrettä: tällöin liitos on tehty oikein. /4/

**Jonne Järventausta**

### **Tuki- ja lisäeristykset**

Tarkistetaan, että kiskostoissa on kuvien mukainen tarpeellinen määrä tukieristimiä ja lisäeristykksiä ja että ne ovat myös ehjiä. /4/

### **Virtaliitosten kireys ja merkkkaus**

Katsotaan, että päävirtapiirin kiskoliitokset on kiristetty niille annettuun momenttiin ja että liitos on merkitty valkoisella maalitusilla. Yleisesti 8 mm:n pultti kiristetään 22 Nm:iin, 10 mm:n pultti 44 Nm:iin ja 12 mm:n pultti 75 Nm:iin. /4/

## **8.5 Johdotus**

Tarkistetaan, että johdotus on tehty oikeilla johdinpoikkipinnoilla ja oikean tyyppisillä johdoilla. Tarkistetaan myös, että johdoissa on poikkipintaa vastaavat pääteholkit ja että johdot ovat oikean värisiä. Sitten tarkistetaan, että johtojen merkitsemistapa on oikea. Varmistetaan vielä valokuitujen oikeat pituudet, etteivät sallitut taivutussäteet ylity. /4/

### **Häiriösuojattavat johtimet**

Varmistetaan, että häiriöalttiiden piirien johtojen kytkennät on tehty oikein ja mahdollisten erillisohjeiden mukaisesti (johtimien kiertäminen ja erityiset johdinreitit). /4/

**Jonne Järventausta**

### **Oikosulkusuojaamattomat johtimet**

Oikosulkusuojaamattomien johtimien pituudet eivät saa ylittää niille annettuja maksimipituuksia. Lisäksi tarkistetaan johdinreitit ja kaapelien tuennat. /4/

### **Johtimien liittäminen kojeille ja riviliittimille**

Tarkistetaan, että liittäminen kojeille ja riviliittimille on tehty oikeilla tarvikkeilla ja ettei esim. johtimen säikeitä näy pääteholkin välistä. Riviliittimiin liityttäessä tulee tarkistaa, että johtimissa on oikeat kuorintapituudet ja että johdin on laitettu oikeinpäin riviliittimeen. Puristuspuolen tulee olla riviliittimen jousiliitintä vasten. /4/

### **Liitosten kireys**

Tehdään liitoksille mekaaninen vetotesti, jotta varmistutaan liitosten kireydestä ja pitävyydestä. Tällöin säästytään vaikeasti löydettäviltä kosketushäiriöiltä. /4/

### **Johtimen mekaaninen suojaus**

Johtimia ei saa altistaa teräville metallireunoille yms., vaan ne pitää suojata reunasuojilla. Tarvittaessa johtimet suojataan lasikuitusukalla. Varmistetaan silmämääräisesti, että johtimien eristeet ovat ehjät. /4/

**Jonne Järventausta**

### **Riviliitinmerkinnät ja niiden eristelevyt**

Tarkistetaan, että riviliittimien tyyppi ja liittimien numeroinnit vastaavat osaluetteloja ja piirikaaviota. Tarkistetaan, että riviliittimien oikosulkupalat ovat oikeissa paikoissa ja eristelevyt paikoillaan. /4/

### **8.6 Ilmavälit**

Tarkistetaan tarvittaessa mittaamalla, että ilmaväli on riittävä pääpiirin jännitteisten osien ja kojeiston rungon välillä (vähintään 12,7 mm), ettei käyttötilanteessa synny läpilyöntejä. /4/

### **8.7 Maadoitus ja kosketussuojaus**

#### **Kojeiden maadoitukset**

Tarkistetaan, että kojeiden ja yksiköiden maadoitukset, kuten muuntajien ja ohjauskorttien, on tehty oikeilla johdinpoikkipinnoilla. /4/

#### **Ovimaadoitukset**

Varmistetaan, että ovimaadoitus on tehty oviin, joissa on yli 48 V:n ovikojeita. Käytännössä ovimaadoitukset laitetaan kuitenkin kaikkiin oviin. /4/

**Jonne Järventausta**

### **Kosketussuojaukset**

Tarkistetaan, että kosketussuojaukset ovat paikoillaan mm. kuormakytkimien syöttöpuolella. Kosketussuojaukset estävät keskuksen sisäpuolella olevien jännitteisten osien tahattoman kosketuksen, mutta eivät estä tarkoituksenmukaista koskettamista. /4/

## **8.8 Mekaaniset toimintakokeet**

### **Kytkimet**

Tarkistetaan varoke-, suoja- ja ohjauskytkimien mekaaninen toiminta sulkemalla ja avaamalla niitä. /4/

### **Sulakkeet**

Varmistetaan, että kojeistoon on asennettu oikean tyyppiset ja kokoiset sulakkeet ja että sulakkeet ovat helposti vaihdettavissa sulakekahvalla. Sulakkeet eivät saa myöskään lähteä irti käsin vedettäessä. Lisäksi sulakkeiden tulee olla keskellä sulakepohjaa ja linjassa keskenään. /4/

### **Ovet**

Tarkistetaan, että ovi sulkeutuu ja avautuu helposti. Varmistetaan, että ovet eivät avaudu, kun kuorma- tai sulakekytkimet on käännetty asentoon 1 (maadoituserotin lukitsee ovet 0-asennossa). /4/

Jonne Järventausta

## 8.9 Eristys- ja jännitekokeet

### Eristyskoe

Pääpiiri irrotetaan kojeiston rungosta. Tämän jälkeen mitataan eristysvastus pääpiirin ja kojeiston rungosta väliltä 1000 VDC:n jännitteellä. Eristysvastuksen pitää olla vähintään 50M $\Omega$  (liite 8). /4/

### Jännitekoe

Jännitekokeessa kytketään kojeiston piiriin ja rungosta välille 2,7 kV:n (50Hz) jännite, jonka annetaan olla päällä vähintään sekunnin ajan. Vuotovirran tulee olla alle 30 mA/yksi vaihtosuuntausyksikkö. Jännitekoemittaus tehdään jännitekoemittarilla (kuva 5). /4/



Kuva 5 JAT-Asennus Oy:n jännitekoemittari (Efelec) /4/

Jonne Järventausta

### Jälkimmäinen eristyskoe

Eristysvastusmittaus tehdään uudestaan. Eristysvastuksen tulee olla lähes sama, kuin se oli ennen jännitekoetta ( $\pm 10\%$ ). Sen jälkeen kytketään piiri takaisin kojeiston runkoon. Kuvassa 6 on eristysvastusmittari ja siihen kuuluvat mittapääät.



**Kuva 6** JAT-Asennus Oy:n käyttämä kojeistusmittari (Kikusui TOS9200) /4/

**Jonne Järventausta**

## **9 YHTEENVETO**

Työ on ollut haastava sen harvinaisuuden vuoksi, ja siksi työhön liittyvää aineistoa on ollut välillä hankala löytää. Olen saanut opinnäytetyöstä paljon kokemusta projektin suunnittelusta ja projektityylisen työn etenemisestä ja sen eri vaiheista. Työssä olen perehtynyt standardien ja erilaisten asetusten käyttöön. Olen myös oppinut standardien soveltamista käytäntöön.

Kojeistamohankkeeseen ryhdyttiin siitä syystä, että kojeistamolle oli tullut selvä tarve kasvavien työkuormien myötä. Kojeistamon suunnitelmat ja laskelmat tehtiin valmiiksi ja kaikkien asiaan liittyvien standardien ja asetusten mukaan vaatimusten mukaisiksi. Kojeistamon toteutusta siirrettiin kuitenkin toistaiseksi tuonnemmaksi huonontuneen yleisen taloustilanteen ja pienentyvien työkuormien vuoksi. Kojeistamo on tarkoitus rakentaa valmiiksi näillä näkymin vuoden 2010 alussa.



Jonne Järventausta

## LÄHDELUETTELO

- 1 ABB [www-sivu]. [viitattu 14.1.2009] Saatavissa:  
[http://library.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/198ccd2d35e3c7c125743d002766c4/\\$File/13725\\_ACS800\\_Single\\_drive\\_catalogue\\_68375126\\_Rev\\_1\\_lowres.pdf](http://library.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/198ccd2d35e3c7c125743d002766c4/$File/13725_ACS800_Single_drive_catalogue_68375126_Rev_1_lowres.pdf)
- 2 ABB [www-sivu]. [viitattu 6.1.2009] Saatavissa:  
<http://www.abb.fi/cawp/db0003db002698/a957e93e5340070dc1257291003be8bf.aspx>
- 3 [www.abb.fi](http://www.abb.fi): Laiteopas ACS800 07 taajuusmuuttajat 45-560kW
- 4 Järvensivu, Jonne, automaatiotekniikan insinööri. Keskustelut 2009 JAT-Asennus Oy. Hämeenkyrö
- 5 KTMp 516/96 Sähköalan työt
- 6 SFS EN 50191: Sähköisten testauslaitteistojen asennus ja käyttö:2000
- 7 SFS Käsikirja 16 4.1.2 IT-järjestelmä
- 8 SFS 6000-5-53/537.2:2007 Erotuslaitteet
- 9 SFS 6000-8-803 Luku 803: Sähkölaitekorjaamot ja laboratoriot:2007
- 10 SFS 6000-8-803/803.46:2005 Erottaminen ja kytkentä
- 11 SFS 6000-8-803/803.412:2005 Kosketussuojaus
- 12 SFS 6000-8-803/803.413:2005 Kosketusjännitesuojaus
- 13 SFS 6000-8-803/803.481.2:2005 Kosketussuojaus
- 14 SFS 6002 (2007) Sähkötyöturvallisuus
- 15 Suunnittelutoimisto Granlund Oy
- 16 Sähköturvallisuuslaki (410/96) [www-sivu]. [viitattu 16.1.2009] Saatavissa:  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1996/19960516>
- 17 Sähköturvallisuussäädökset taskutieto 2006 turvatekniikan keskus
- 18 Turvatekniikan keskus [www-sivu]. [viitattu 20.2.2009] Saatavissa:  
<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/Sahkoalan-vastuuhenkilot-ja-urakointi/Sahkoalan-vastuuhenkilot/>
- 19 Virtuaali ammattikorkeakoulu [www-sivu]. [viitattu 13.1.2009] Saatavissa:  
<https://www.amk.fi/opintojaksot/030503/1113391235042/1150107031700/1150107977837/1150110228558.html.stx>

**Jonne Järventausta**

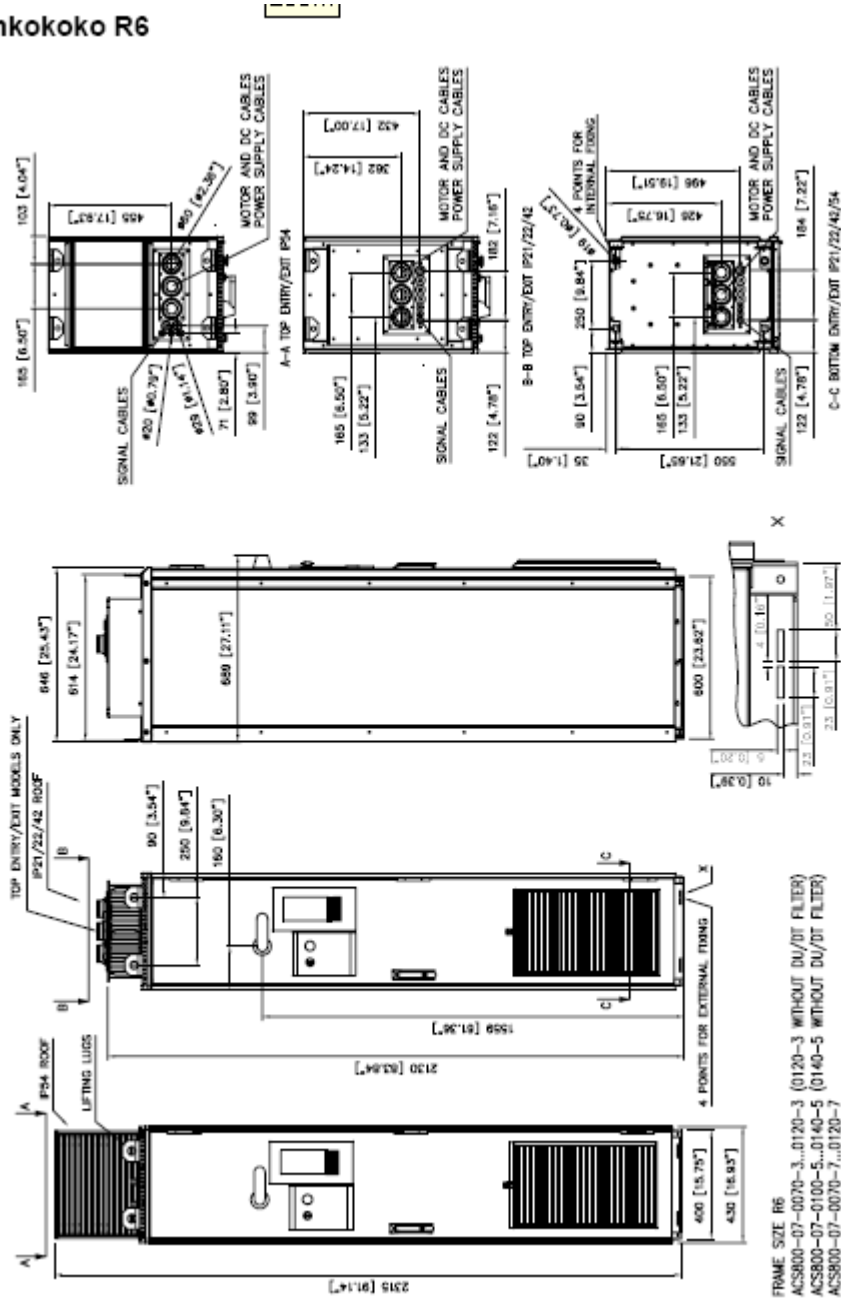
20 *Virtuaali ammattikorkeakoulu [www-sivu]. [viitattu 15.2.2009] Saatavissa:*  
[https://www.amk.fi/opintojaksot/030503/1133959973706/1133960618212/  
1133961858403/1133962140983.html.stx](https://www.amk.fi/opintojaksot/030503/1133959973706/1133960618212/1133961858403/1133962140983.html.stx)

Jonne Järventausta

# LIITTEET

## Liite1: Runkokoko R6 /3/

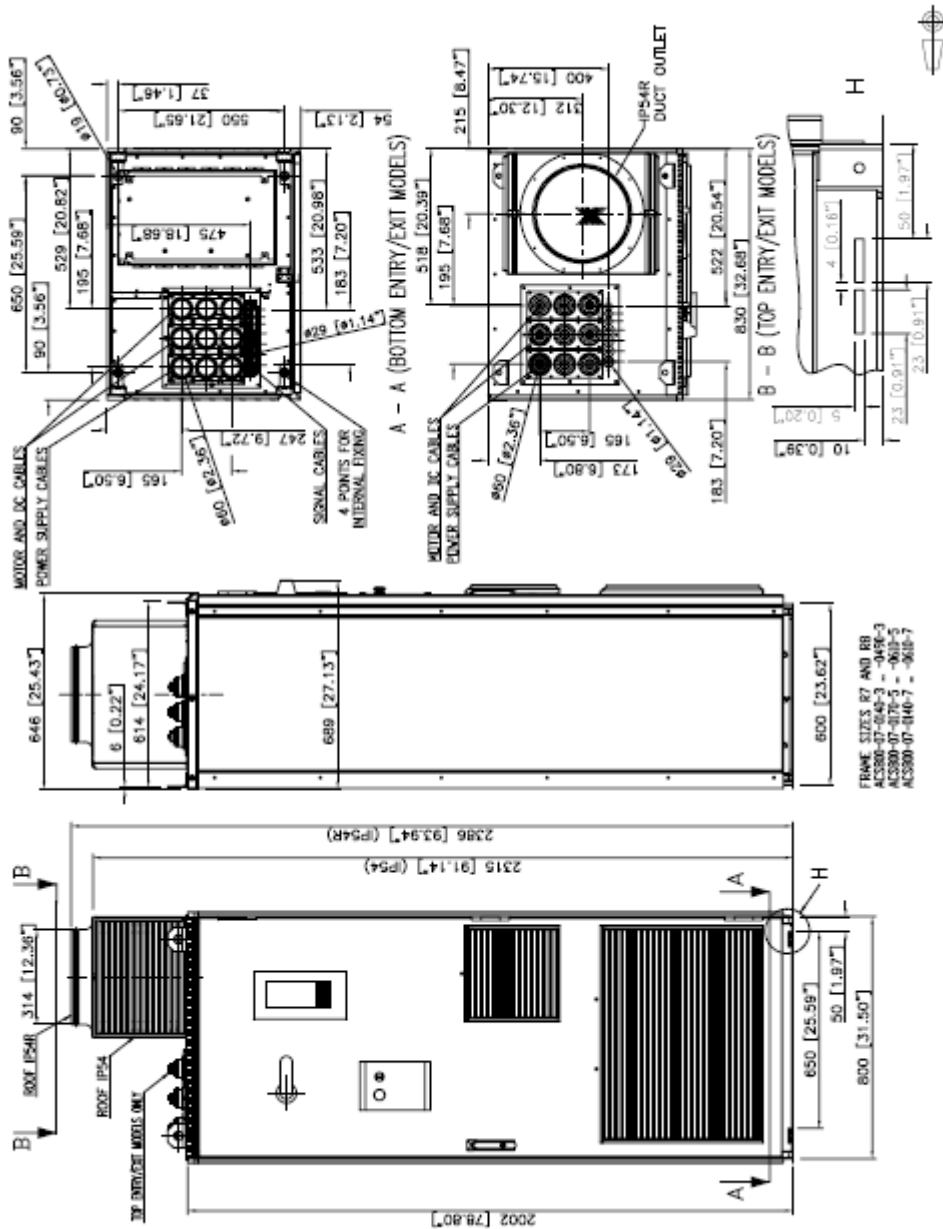
Runkokoko R6



Jonne Järventausta

Liite 2: Rungot R7 ja R8 /3/

Runkokokojen R7 ja R8 IP 54- ja IP 54R -laitteet



Jonne Järventausta

Liite 3: Peruskuva keskuksesta ja sen kenttäjärjestyksestä /1/

Cabinet-built drives



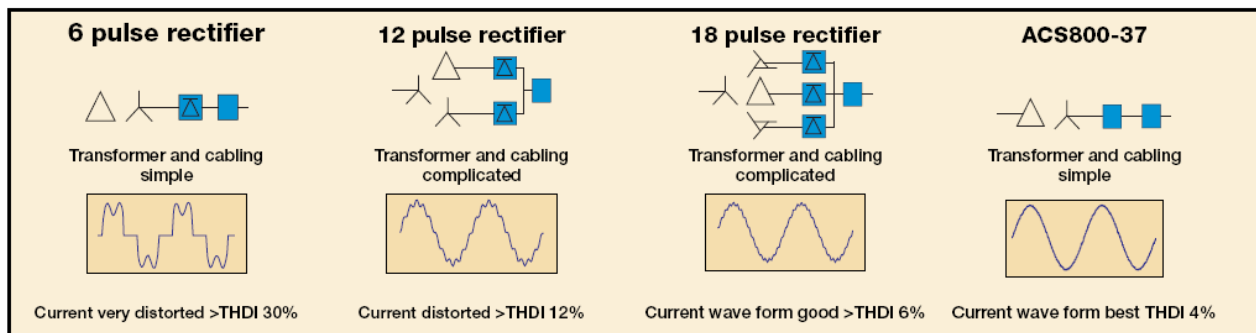
Jonne Järventausta

Liite 4: Kuva IP-54 luokitellusta Durra-keskuksesta, joka on yläsyöttö /1/



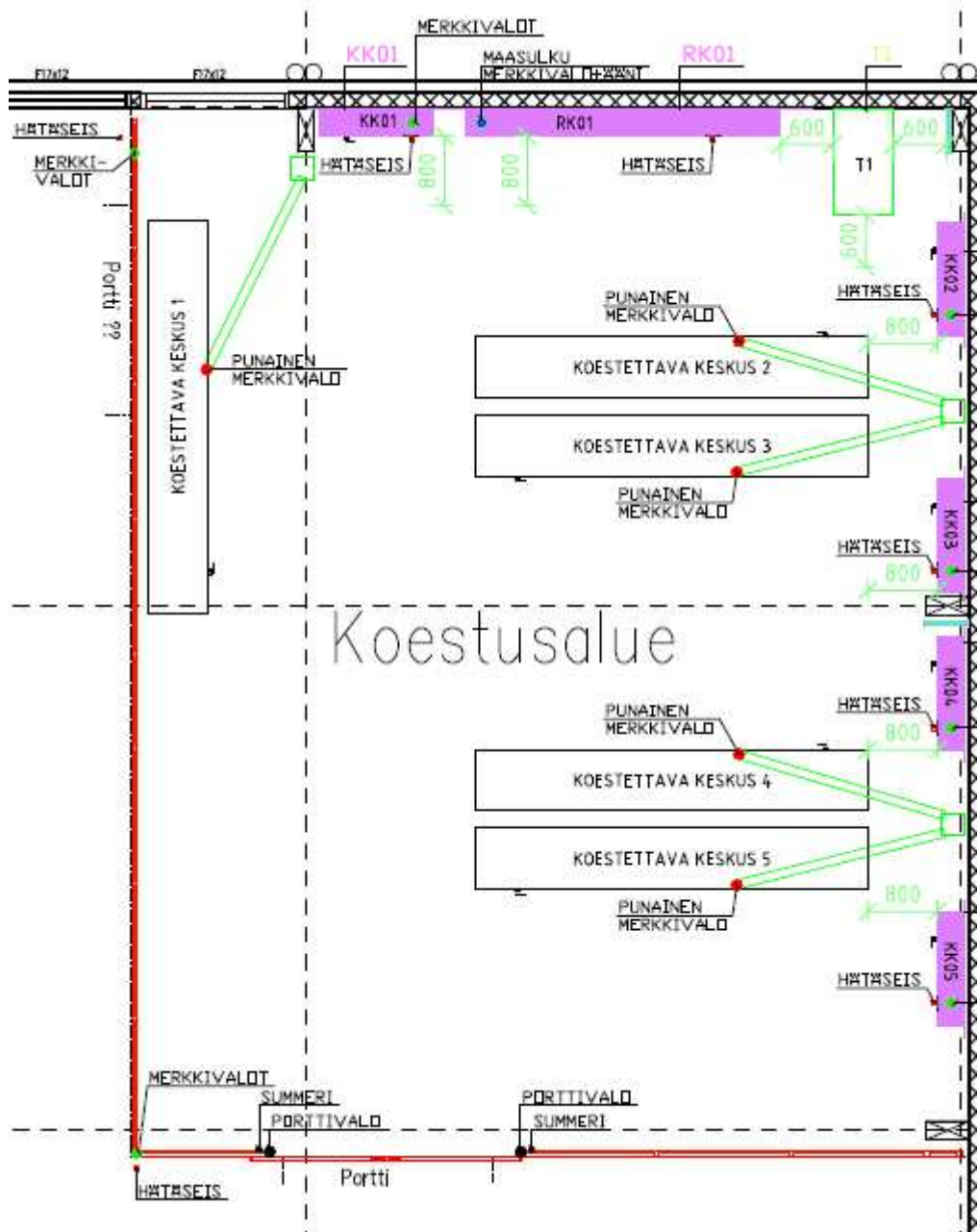
Alla on esitetty syöttöjen eri pulssivaihtoehdot /1/

Alternatives in reducing line harmonics



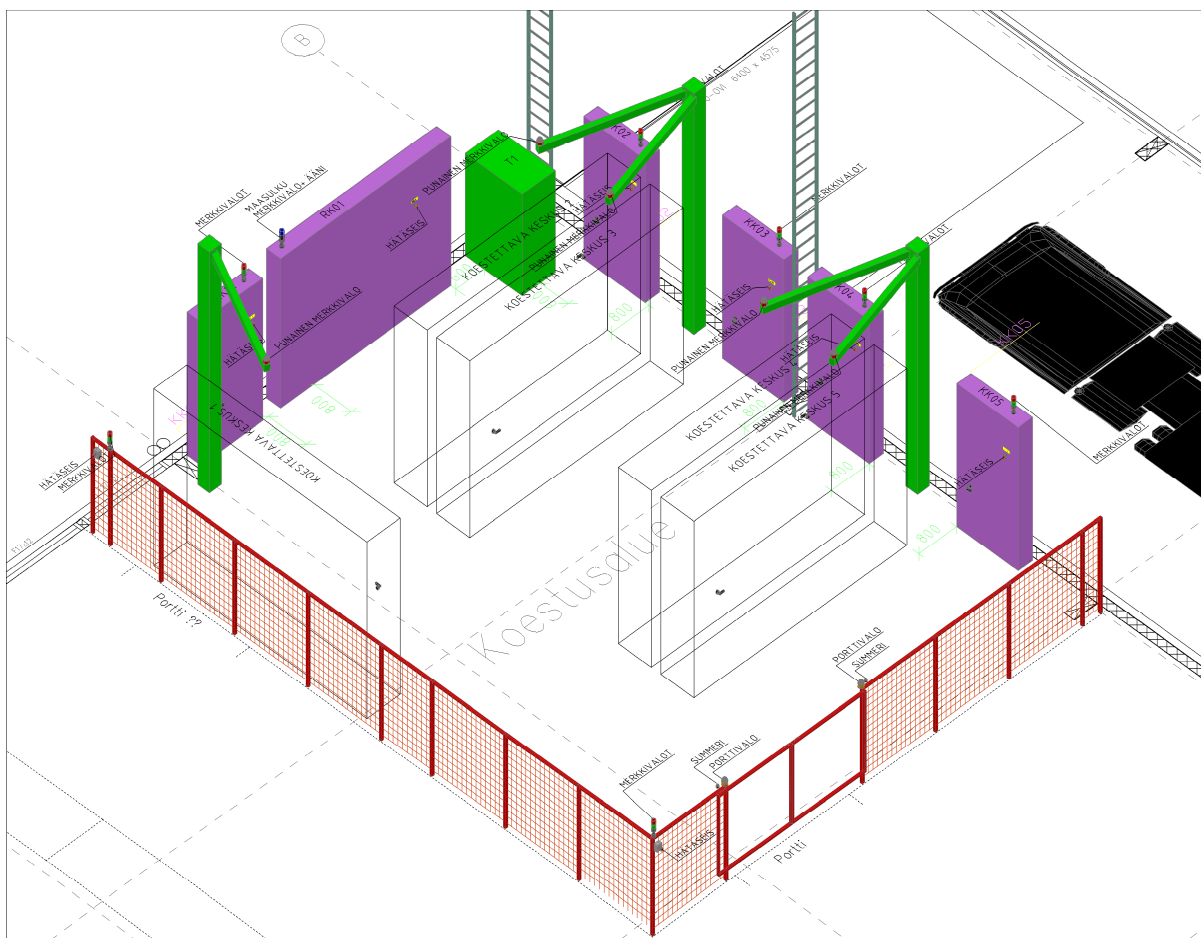
Jonne Järventausta

Liite 5: Kojeistamon layout kuva /15/



Jonne Järventausta

Liite 6: Kojeistamon 3D mallinnus /15/





Jonne Järventausta

## Liite 7: Kojeistuksen tarkastuslista /4/

**JAT-Asennus**      **Tarkastuslista**      **Pvm:**

Projekti Numero  
Tarkastaja

Määräyksen läpikäynti

Osaluettelo, kaikki osat vastaavat luetteloon merkittyjä.

Säädettävien kojeiden asettelu  
 Extrat: rampit, ilmanohjaimet, Muut.  
 Positio merkinnät  
 Johdin merkinnät Määräysten mukaan Plus koodi!

Kiskoliitosten tarkastaminen

Johtojen nyppiminen

Ohmiset mittaukset

Jännitekokeen valmistelu

Jännite koe / Eristysvastus mittaus

Pöytäkirjat JAT JA FAT(MARINE)

Jännitekoetta varten tehtyjen oikosulkujen purku

Automaatit, releet ja kontaktorit 0-asentoon

A10 kansi paikoilleen, **HUOMAA LEDIT JÄÄ SUORAAN**

Jäljitys oikeista kojeista, Tarkasta ABB koodit

Arvotarran tulostus Ja liimaus.

Kiskotarrojen, ovikilpien yms. tarkastus

Läpiviennit

Kuljetusraudat

Katon tarkastus (Tiivistys lp luokituksen mukaisuus)

Siivous ! Imurointi / puhallus.

JAT hyväksyntä tarran kuittaus.

Yleistarkastus silmämääräisesti

Seinien ja verkkojen kiinnitys ja Oma tarkastus

Mappi paikoilleen ja kääntöoven kiinnitys

Ovet kiinni ja kuljetukseen !!!!

Valokuvaus (Ellei vakiokeskus)

**Huomioitavaa!!!**


Jonne Järventausta

Liite 8: Kikusui kojeistusmittarin eri mittausohjelmat ja testirajat /4/

**KIKUSUI:N OHJELMAT**

OHJ.NRO	KÄYTTÖ	IR TEST	HV TEST	IR TEST	HV AIKA	IR RAJA	HV RAJA
01	PAAPIIRI DURRA/4Q	1000 V	2700V	1000 V	5s	>50 MΩ	<110mA
02	PAAPIIRI DURRA/4Q MARINE	1000 V	2500V	1000 V	60s	>50 MΩ	<110mA
03	400V PIIRI	1000 V	1800V	1000 V	5s	>50 MΩ	<10 mA
04	400V PIIRI MARINE	1000 V	1800V	1000 V	60s	>50 MΩ	<10 mA
05	115/230V	500 V	1500V	500 V	5s	>50 MΩ	<10 mA
06	115/230V MARINE	500 V	1500V	500 V	60s	>50 MΩ	<10 mA
07	24/48V	100 V	500V	100 V	5s	>10 MΩ	<10 mA
08	24/48V MARINE	100V	500V	100V	60s	>10 MΩ	<10 mA
09	ERISTYSVASTUS 1000V	1000V	-	-	-	>50 MΩ	-
10	ERISTYSVASTUS 500 V	500V	-	-	-	>50 MΩ	-
11	ERISTYSVASTUS 100 V	100V	-	-	-	>10 MΩ	-

**TESTIRAJAT ERI PIIREILLE**

ACS800-07 – nXR8i (>500 kW), ACS800 MD and ACS800-17/37 (R8i – nXR8i)		
Insulation Resistance before dielectric test		
Circuit	Test voltage	Limit
Main circuit	1,0 kVdc	50 MΩ
400 V / 320 V circuit	1,0 kVdc	50 MΩ
230 V / 115 V circuit	500 Vdc	50 MΩ
24 V / 48 V circuit	100 Vdc	10 MΩ
Dielectric strength		
Main circuit	2,7 kVac, 50 Hz, 1 sec ***)	30 mA / INU/DSU/ISU module *)
400 V / 320 V circuit	1,8 kVac, 50 Hz, 1 sec **)	10 mA
230 V / 115 V circuit	1,5 kVac, 50 Hz, 1 sec **)	10 mA
24 V / 48 V circuit	500 Vac, 50 Hz, 1 sec **)	10 mA
Insulation Resistance after dielectric test		
Main circuit	1,0 kVdc	50 MΩ
400 V / 320 V circuit	1,0 kVdc	50 MΩ
230 V / 115 V circuit	500 Vdc	50 MΩ
24 V / 48 V circuit	100 Vdc	10 MΩ

\*) Note: Maximum allowed leakage current depends on a number of modules installed into cabinet. Maximum allowed leakage current for is  $I_{max\ leakage} = SUM (n \times 30\ mA)$ , where n= number of modules installed into cabinet.  
 \*\*) Note: For Marine drive dielectric test time is 1 minute.  
 \*\*\*) Note: For Marine drive dielectric test time is 1 minute and 2,5 kVac, 50Hz for main circuit.

Kikusui-ohje 03.12.2007