



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Teemu Mäki

# VECOS-TARKASTAMON SIIRTO JA KEHITYS

Tekniikka  
2020

## TIIVISTELMÄ

Tekijä	Teemu Mäki
Opinnäytetyön nimi	VECOS-tarkastamon siirto ja kehitys
Vuosi	2020
Kieli	suomi
Sivumäärä	51 + 10 liitettä
Ohjaaja	Timo Männistö

---

Päättötyön tarkoituksena on tehdä suunnitelma VECOS-tuotteiden tarkastamon siirto ja kehitys, Pohjoismaiden suurimman kojeistovalmistajan VEO:n tiloissa Vaasassa. Suunnitelmat pohjautuvat SFS-EN 50191-standardiin ja standardissa mainitut velvoittavat viittaukset muihin standardeihin. Lisäksi SFS 6000 pienjännitesähköasennukset.

VEO:n tuotantotiloissa oleva tarkastamo siirretään lähemmäksi valmistusta, joka tulee osaksi kiertoa, valmistus, tarkastus ja viimeistely. Tällä pyritään lyhentämään tuotteen läpimenoaikaa ja tämä tulee ottaa huomioon layout-kuvaa tehdessä.

Koska standardi ei tunne käsitettä tarkastamo, tuli selvittää minkälaista tilaa tarkastamo vastaa standardien mukaan. Mitkä eri standardit liittyvät aiheeseen ja kuinka ne tulee soveltaa tarkastamotyyppiseen tilaan.

Lopputuloksena on standardien mukainen tarkastamo, joka sopii VEO:n haluamaan kiertoon valmistus, tarkastus ja viimeistely. Uusi tarkastamo on myös pienempi ja selkeämpi kuin vanha tarkastamo. Uusi Vecos tarkastamo on VEO:n ai-  
nut tarkastamo, jossa on korotettu lattia ja testaukseen käytettävät syöttöjännitteet tulevat lattialuukuista.

## ABSTRACT

Author	Teemu Mäki
Title	Upgrade and Transfer of VECOS Testing Station
Year	2020
Language	Finnish
Pages	51 + 10 Appendix
Name of Supervisor	Timo Männistö

---

The purpose of this thesis was to make plan for the transfer and upgrade the VECOS testing station in the biggest Nordic switchgear factory in at VEO in Vaasa. The plans are based on the SFS-EN 50191 standard and normative references to other standards. SFS 6000 on low voltage electrical installations has also been complied with.

The testing station at VEO's production facilities will be moved closer to manufacturing, and will become part of the cycle of manufacturing, inspection and finishing with the aim of shortening the product lead-time. This had to be taken into account when making the layout picture.

Since the standard does not know the concept of a testing station, it was necessary to find out what kind of space a testing station corresponds to according to the standard and which standards are related to the topic and how should they be applied to a testing station type of space. Other definitions in various standards related to a testing station were also taken into account.

The outcome is a standard-compliant testing station that is suitable for VEO's desired cycle of manufacturing, inspection and finishing. The new testing station is also smaller and clearer than the old testing station. The new Vecos testing station is VEO's only testing station with a raised floor and the supply voltages used for testing come from the floor hatches.

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	9
2	YRITYSESITTELY VEO.....	10
3	STANDARDIT.....	11
	3.1 Standardit yleensä .....	11
	3.2 SFS-EN 50191:2010-Sähköisten testauslaitteistojen asennus ja käyttö .	11
	3.3 Standardi SFS 6000 Pienjänniteasennukset .....	13
	3.3.1 SFS 6000-1:2017 Peruseriaatteet .....	13
	3.3.2 SFS 6000-4-41:2017 Suojaus sähköiskuilta .....	13
	3.3.3 SFS 6000-4-43:2017 Ylivirtasuojaus.....	15
	3.3.4 SFS 6000-5-53:2017 Erottaminen, kytkentä ja ohjaus .....	16
	3.3.5 SFS 6000-6:2017 Tarkastukset .....	16
	3.3.6 SFS 6000-8-803:2017 Sähkölaitekorjaamot ja laboratoriot.....	16
	3.4 SFS 6002 Sähkötyöturvallisuus .....	17
	3.5 SFS-EN ISO 13850 Häätäpysäytys. ....	18
	3.6 SFS-EN 61439-1 Pienjännitekeskukset. ....	18
	3.6.1 SFS-EN 61439-2 Ammattikäyttöön tarkoitetut kojeistot.....	18
	3.6.2 Standardit työskentelystä tarkastamossa .....	19
	3.7 SFS-EN 50085-1 Sähköasennusten johtokanavajärjestelmät. yleiset vaatimukset.....	21
	3.8 SFS-EN 50085-2-2 Lattian alle, sisään tai päälle asennettavat johtokanavajärjestelmät .....	22
	3.9 DIREKTIIVIN 92/58/EEC .....	22
4	VEOCOS SARJAN TUOTTEET.....	23
5	UUSI VECOS TARKASTAMO .....	25
	5.1 Käyttöjännitteet ja -virrat, joita tarkastamo tarvitsee.....	25
	5.2 Henkilöt.....	26
	5.3 Riski .....	28

5.4	Tarkastamon käyttötilanteet.....	28
5.5	Suojausmenetelmät .....	29
5.5.1	Perussuojausmenetelmät .....	29
5.5.2	Vikasuojaus .....	30
5.5.3	Suojaerotuksen käyttö .....	32
5.6	Alueelle pääsy, aitaukset ja lukitukset .....	32
5.7	Kielletty alue .....	33
5.8	Mekaaninen suojaus .....	33
5.9	Hätäseistoiminnot .....	34
5.10	Varoitusvalot, merkkivalot ja kilvet .....	35
5.11	Summeri.....	37
6	TARKASTAMON SÄHKÖNJAKELU.....	38
6.1	Vecos-tarkastamon keskus.....	38
6.2	Vecos-tarkastamon johtoreitit.....	39
7	TOTEUTUS .....	41
7.1	Aitaukset .....	41
7.2	Ovet ja ovien lukitus .....	42
7.3	Summeri.....	44
7.4	Kielto- ja varoituskyltit sekä ensiaputaulu.....	45
7.5	Varoitusvalot.....	46
7.6	Hätäpysäytys .....	48
7.7	Valaistus.....	49
7.8	Lattia .....	49
7.9	Lattialuukut.....	50
7.10	Maadoitukset.....	50
8	YHTEENVETO .....	51
	LÄHTEET.....	1

## KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

<b>Kuva 1.</b> Kolme VECOS- kaappia.....	24
<b>Kuva 2.</b> Kolme pienempää VECOS- kaappia .....	24
<b>Kuva 3.</b> Tarkastamon sisäänkäynnissä oleva kyltti, joka kertoo vaarallisista jännitteistä sekä sanallinen kieltö.....	36
<b>Kuva 4.</b> Työn tai käytön aikana käytettävät kilvet sekä ensiaputaulu.....	36
<b>Kuva 5.</b> Nauha-aitatolpat. Tolppien väliin vedetty nauha. ....	41
<b>Kuva 6.</b> Liikutettava aitamalli. ....	42
<b>Kuva 7.</b> Magneettilukko kiinniasennossa.....	43
<b>Kuva 8.</b> Magneettilukko auki-asennossa. ....	43
<b>Kuva 9.</b> Summeri vanhassa VECOS-tarkastamossa. ....	44
<b>Kuva 10.</b> Tarkastamoissa käytettäviä varoituskylttejä sekä ensiaputaulu.....	45
<b>Kuva 11.</b> Varoitusvalo oven ulkopuolella. ....	46
<b>Kuva 12.</b> Magneeteilla kiinnitettävät akkukäyttöiset varoitusvalot. ....	47
<b>Kuva 13.</b> Kaapelilla keskukseen liitetty, siirrettävä varoitusvalo. ....	47
<b>Kuva 14.</b> Standardin mukainen hätäpysäytyslaite, punainen painike keltaisella pohjalla.....	48
<b>Kuva 15.</b> Tehtaan lattialla oleva kojeisto kuljetuslavan päällä kojeisto.....	49
<b>Kuva 16.</b> OBO bettermanin tuotekuvaston yksi lattialuukun malli. ....	50
Taulukko A1. . . . .	Liite 1.
Taulukko A2. . . . .	Liite 2.
Taulukko A3. . . . .	Liite 3.
Taulukko A4. . . . .	Liite 4.

**KÄYTETYT LYHENTEET JA MERKINNÄT**

<b>AC</b>	<b>Alternative current</b>	<b>vaihtovirta</b>
<b>DC</b>	<b>Direct current</b>	<b>tasavirta</b>
<b>1kV</b>	<b>1000 V</b>	
<b>V</b>	<b>Voltti</b>	
<b>SFS</b>	<b>Suomen Standardisoimisliitto SFS ry</b>	
<b>EN</b>	<b>Standardit, joiden tunnus on EN ja joiden otsikko on englanninkielinen, on vahvistettu Suomessa SFS-EN standardeiksi.</b>	
<b>ISO</b>	<b>International Organization for Standardization</b>	<b>Kansainvälinen standardisoimisjärjestö</b>
<b>FAT</b>	<b>Factory acceptance test</b>	<b>tehdastesti valmistajan tiloissa</b>
<b>A</b>	<b>Ampeeri</b>	
<b>mA</b>	<b>milliampeeri</b>	
<b>SELV</b>	<b>Safety extra low voltage</b>	<b>Jännite, joka ei ylitä pienoisjännitteen (ELV) raja-arvoja normaaliolosuhteissa eikä yhden vian tapauksessa lukuun ottamatta maasulkua toisissa piireissä.</b>
<b>PELV</b>	<b>Protective extra low voltage</b>	<b>Jännite, joka ei ylitä pienoisjännitteen (ELV) raja-arvoja normaaliolosuhteissa mukaan luettuna maasulut toisissa piireissä.</b>
<b>FELV</b>	<b>Functional extra low voltage</b>	<b>Jännite, joka ei ylitä pienoisjännitteen (ELV) raja-arvoja ja järjestelmä täyttää SFS 6000-4-41 kohdan 411.7 vaatimukset.</b>

**LIITELUETTELO**

- LIITE 1.** SFS-EN 50191 Taulukko A1.
- LIITE 2.** SFS-EN 50191 Taulukko A2.
- LIITE 3.** SFS-EN 50191 Taulukko A3.
- LIITE 4.** SFS-EN 50191 Taulukko A4. ja B Liite.
- LIITE 5.** SFS-6000-4-41 Liite 41A.
- LIITE 6.** SFS-6000-4-41 Liite 41B.
- LIITE 7.** SFS-6002 Liite X.
- LIITE 8.** SFS-6000-6 Liite 6B.
- LIITE 9.** Vecos tarkastamon keskus kansi ehdotus
- LIITE 10.** Layout kuva ehdotus

## 1 JOHDANTO

VECOS, eli ohjaustaulutyypisten kojeistojen tuotannon tuotteiden läpimenon kehittämisen kannalta on haluttu siirtää nykyinen VECOS tarkastamo eri osaan tehdasta lähemmäksi kyseisen tuotteen valmistusta ja viimeistelyä.

Edellä mainittu tarkastamo sijaitsee VEOn kiinteistössä ja se siirretään uuteen kohtaan tehdasta. Tarkastamon suunnittelussa pyritään siihen, että se muodostaa yhtenäisen kokonaisuuden yhdessä tuotteen valmistuksen, tarkastuksen ja viimeistelyn kanssa.

Tässä työssä käydään läpi määritelmiä, joita on otettu huomioon eri standardeista, jotka liittyvät tarkastamoon.

Lopuksi käydään läpi standardeissa mainittujen kohtien pohjalta toteutus ja yhteenveto.

Tämän päättötyön tarkoituksena on tehdä suunnitelma uudelle tarkastamolle standardeja noudattaen.

## 2 YRITYSESITTELY VEO

Päättötyö tehdään VEOlle, jolla on pääkonttori ja Pohjoismaiden suurin kojeisto-  
tehdas Vaasan Runsorissa. VEO on perustettu vuonna 1989 ja ollut siitä lähtien  
kasvava yritys, joka jatkaa kasvuaan. VEO toimittaa automaatio- ja sähköistysrat-  
kaisuja energian tuotantoon, siirtoon, jakeluun ja käyttöön maailmanlaajuisesti.  
VEOlla on toimipisteet myös Ruotsissa, Norjassa ja Isossa-Britanniassa. Konser-  
nin palveluksessa on 450 henkilöä. VEO-konsernin liikevaihto vuonna 2018 oli  
103 miljoonaa euroa, josta viennin osuus on 70 prosenttia. /13/

VEO on energia-alan erikoisosaaja, joka tarjoaa yksilöllisiä automaatio- ja säh-  
köistysratkaisuja voimantuotantoon, sähkönjakeluun ja sähkönkäyttöön. /14/

Palvelut ulottuvat osatoimituksista kokonaisprojekteihin, jotka sisältävät esisuun-  
nittelun, laitetoimitukset, projektinjohtamisen, asennukset, käyttöönoton ja koulu-  
tuksen. Osaaminen kattaa myös laitosten modernisoinnit, huoltotoiminnat ja jär-  
jestelmäpäivitykset. /14/

Vankka kokemus näkyy kaikilla energia-alan pääalueilla. Osaamista jalostetaan ja  
siirretään uusille polville VEO Academyssä, jonka asiantuntijaseminaarit ja kou-  
lutukset ovat myös asiakkaiden käytössä. VEOlla noudatetaan ISO9001:2000-  
laatujärjestelmää, ja toimintaa auditoivat vuosittain sekä DNV että SGS-Fimko  
Ltd. /14/

VEO valmistaa itse liiketoimintansa ydintuotteet, joita täydennetään projektikoh-  
taisesti parhaiksi katsotuilla ratkaisuilla. Voimantuotannon ohjaus-, etäkäyttö-,  
suojaus- ja automaatiojärjestelmien lisäksi VEO toimittaa sähkönjakeluun sähkö-  
asemia ja keskijännitekojeistoja sekä sähkön käyttöön pienjännitekeskuksia, au-  
tomaatiojärjestelmiä ja niiden käyttöä. /14/

## 3 STANDARDIT

### 3.1 Standardit yleensä

Standardit perustuvat esikuvajulkaisuihin, jotka on laadittu ISO/IEC direktiivien ohjeiden mukaisesti. Standardin varsinainen teksti ja velvoittavat liitteet, ovat standardin normatiivisia osia, joita pitää noudattaa, kun sovelletaan standardia. Kun tekstissä käytetään indikatiivimuotoa, esim. ”pitää olla” tai ”on oltava”, se tarkoittaa vaatimusta, jota pitää noudattaa eikä siitä saa poiketa. Englanninkielisessä esikuvatekstissä on käytetty tällöin muotoa ”shall”. Jos tekstissä käytetään konditionaalimuotoa, esim. ”pitäisi olla” tai ”suositella” sanaa, se tarkoittaa, että useista mahdollisista vaihtoehdoista tässä tilanteessa mainittu vaihtoehto on erityisen sopiva. Muita vaihtoehtoja ei ole erikseen mainittu tai kielletty. Englanninkielisessä esikuvatekstissä on käytetty tällöin muotoa ”should”. /2/

Pysyvien ja tilapäisten sähköisten testauslaitteistojen asentamista ja käyttöä käsitellään standardissa SFS EN 50191:2010.

Testausasennusten virransyöttöä käsitellään puolestaan standardissa SFS 6000 1000 V nimellisjännitteeseen saakka ja yli 1000 V standardissa SFS 6001.

### 3.2 SFS-EN 50191:2010-Sähköisten testauslaitteistojen asennus ja käyttö

Standardi ei tunne sellaista käsitettä kuin tarkastamo, mutta tämän standardin kohdassa 3 määritellään tarkastamoa vastaavaa toimintaa seuraavasti.

Tarkastamo on standardin kohdan 3.3 mukainen **testauslaboratorio**. Vähintään yksi testauslaitteisto luotettavasti suljetussa tilassa tai alueella, joka on erossa vieressä olevista työalueista; tilassa on tavallisesti useita henkilöitä testaustyössä testatun laajojakin testauskohteita, jotka voivat viipyä laboratoriossa pitkiä aikoja.

Standardin kohdassa 3.2 **Testauspaikka** on tarkoituksenmukaisesti tunnistettava testauslaitteisto rajatulla alueella. Testauspaikat jaetaan erikseen niihin, joissa on automaattinen suojaus koskettamiselta ja niihin, joissa sitä ei ole. /1/

Standardin kohdan 3.2.1 Huomautus 2 mukaan **Automaattinen suojaus** tarkoittaa, että jännitteitä voi esiintyä ainoastaan silloin, kun turvallisuuslaitteet toimivat, esim. kun testauspaikan kansi tai ovi on suljettu. /1/

Standardin kohdan 3.2.2 mukaan **testauspaikka ilman automaattista suojausta koskettamiselta** on testauspaikka, jossa testauskohde ja testauslaitteen jännitteiset osat eivät ole testauksen aikana täysin suojattu koskettamiselta. Tällaisia ovat esim. sähkötyöpajojen, laboratorioiden sekä mittaus- ja tutkimustilojen testausalueet. /1/

Näiden määritelmien mukaan VEO:n tarkastamot luokitellaan testauslaboratorioiksi ja näiden alueiden sisälle tuotu testattava kojeiston ympäristö, joka rajataan vaaritusnauhalla ja lisävaaritusvaloilla, nimetään edellä mainitun standardin SFS 50191 kohdan 3.2.2 mukaan testauspaikaksi ilman automaattista suojausta koskettamiselta. /1/

Jännitetason mukaan standardin voi jakaa kahteen osaan, alle 1000 V ja toinen yli 1000 V nimellisjännitteet. Päätötyön aiheena olevat VECOS-kojeistot ovat alle 1000 V laitteistoja, kuten suurin osa muistakin VEO:n valmistamista tuotteista. /1/

Tämä standardi ei koske testausasennusten virransyöttöä. Niitä koskevat standardit ovat asennusten osalta SFS 6000 sarjan standardit 1000 V nimellisjännitteeseen saakka ja SFS 6001 yli 1000 V nimellisjännitteille sekä työskentelyn turvallisuuden osalta SFS 6002. /1/

### **3.3 Standardi SFS 6000 Pienjänniteasennukset**

Tämä standardisarja koskee sähköasennuksia, joiden nimellisjännite on vaihtojännitteellä (AC) enintään 1000 V (tehollisarvo) ja tasajännitteellä (DC) enintään 1500 V. /2/

Standardi on hyvin laaja ja siitä tähän työhön vaikuttavat seuraavat osat:

- SFS 6000-1:2017 Peruseriaatteet
- SFS 6000-4-41:2017 Suojaus sähköiskulta
- SFS 6000-4-43:2017 Ylivirtasuojaus
- SFS 6000-5-53:2017 Erottaminen, kytkentä ja ohjaus
- SFS 6000-6:2017 Tarkastukset
- SFS 6000-8-803:2017 Sähkölaittekorjaamot ja laboratoriot

#### **3.3.1 SFS 6000-1:2017 Peruseriaatteet**

SFS 6000-1:2017 Peruseriaatteet, yleisten ominaisuuksien määrittely ja määritelmät. Tämän standardin säännöt on tarkoitettu sovellettavaksi yleisesti sähköasennuksiin, mutta määrätyissä tapauksissa niitä pitää täydentää muiden standardien vaatimuksilla tai suosituksilla (esim. räjähdysvaarallisten tilojen tai ilmajoh-tojen asennukset.) /2/

#### **3.3.2 SFS 6000-4-41:2017 Suojaus sähköiskulta**

Standardi SFS 6000-4-41 käsittelee sähköiskulta suojaamista sovellettuna sähköasennuksiin ja on tarkoitettu antamaan peruseriaatteet ja vaatimukset, jotka ovat yhteisiä sähköasennuksille ja -laitteille, tai joita tarvitaan niiden yhteensovittamiseen. /3/

Peruseriaatteena on, että vaaralliset jännitteiset osat eivät saa olla kosketettavissa ja kosketeltavat johtavat osat eivät saa tulla vaarallisesti jännitteiseksi normaaliolosuhteissa ja yhden vian olosuhteissa. /3/

Suojaus normaaliolosuhteissa saavutetaan perussuojauksen menetelmillä ja suojaus yhden vian olosuhteissa saavutetaan vikasuojauksen menetelmillä. /3/

Vaihtoehtoisesti suojaus voidaan toteuttaa lisätyllä suojausmenetelmällä, joka toteuttaa suojauksen normaaleissa ja yhden vian olosuhteissa. /3/

Toisaalta tämän standardin oleellisimmat asiat tämän päättötyön osalta on kerätty ja esitetty SFS 6000-8-803. Onkin järkevää ensin lukea SFS 6000-8-803 ja kun siellä viitataan SFS 6000-4-41 standardin johonkin tiettyyn kohtaan käydä lukemassa se koska erikoistilassa on omat vaatimukset ja siten on helpompi soveltaa nämä standardit yhteen siltä osin, kun ovat yhtenevät tai toisistaan poikkeavat.

Tarkastamossa käytetään pienjännitteen lisäksi myös pienoisjännitettä.

**Pienjännite** alle 1000V(AC) vaihtojännitettä tai 1500V(DC) tasajännitettä. /1/ /3/ /8/

**Pienoisjännite**, joka ei ylitä 50V(AC) vaihtojännitettä tai 120V(DC) tasajännitettä. /3/ /8/

**Erikoistiloissa tai -asennuksissa** on sovellettava standardin osien 7 ja 8 erityisiä suojausmenetelmiä. Tarkastamot kuuluvat näistä jälkimmäiseen. /3/

Vikasuojausena sähkölaitekorjaamoissa ja sähkölaboratorioissa voidaan käyttää seuraavia menetelmiä:

- Pienoisjännite SELV ja PELV (SFS 6000-4-41 luku 414)
- Suojaerotus (SFS-EN 61140 + A1:2007 kohta 5.3.2)
- Syötön automaattinen poiskytkentä käyttäen lisäsuojauksena mitoitustointavirraltaan enintään 30 mA vikavirtasuojaa.

/3/

Kun toiminnallisista syistä käytetään pienoisjännitettä, mutta SELV- tai PELV-järjestelmän käyttö ei ole välttämätöntä, eivätkä kaikki kyseisen standardin luvun 414 SELV- tai PELV-järjestelmää koskevat vaatimukset täyty, on perussuojaus ja vikasuojaus toteutettava kyseisen standardin kohtien 411.7.2 ja 411.7.3 lisävaatimusten mukaisesti. Tätä yhdistelmää kutsutaan FELV-järjestelmäksi. /3/

411.7.2 Perussuojaus standardin tämän kohdan mukaan toteutetaan standardin liitteen 41A mukaan, joka on tässä päättötyössä Liite 41A, sekä liitteen 41B mukaan, joka on tässä päättötyössä Liite 41B. /3/

Vikasuojaus 411.7.3

FELV-piirin laitteiden jännitteelle alttiit osat on kytkettävä syöttävän ensiöpiirin suojamaadoitusjohtimeen edellyttäen, että ensiöpiirissä käytetään syötön automaattista poiskytkentää kohtien 411.3 – 411.6 mukaisesti. /3/

Teholähteet 411.7.4

FELV-piirin teholähteen on oltava joko muuntaja, jossa on vähintään yksinkertainen erotus käämien välillä, tai sen on täytettävä seuraavat vaatimukset kohdan 414.3 **SELV- ja PELV-järjestelmien teholähteet** mukaan. /3/

Seuraavia teholähteitä voidaan käyttää SELV- ja PELV-järjestelmissä:

414.3.1 Standardin EN 61558-2-6 vaatimukset täyttävä suojajännitemuuntaja.

414.3.2 Muu teholähde, joka antaa saman turvallisuustason kuin kohdan 414.3.1 mukainen suojajännitemuuntaja (esim. moottorigeneraattori, jonka käämien eristystaso on vastaava).

414.3.3 Sähkökemiallinen jännitelähde (esim. paristo), joka on riippumaton tai erotettu suojaerotuksella FELV-piireistä tai suurempijännitteisistä piireistä.

414.3.4 Tietyt elektroniset laitteet, jotka täyttävät soveltuvan standardin vaatimukset ja joissa on varmistettu, että sisäisenkään vian sattuessa ulos tuleva jännite ei voi ylittää kohdassa 414.1.1 määriteltyjä arvoja. /3/

### **3.3.3 SFS 6000-4-43:2017 Ylivirtasuojaus**

Standardi SFS 6000-4-43 esittää vaatimukset jännitteisten johtimien suojaamisesta ylivirran vaikutuksilta. Jännitteisiä johtimia, jotka on tämän standardin luvun 433 mukaisesti suojattu ylikuormitukselta, pidetään myös suojattuna ylikuormitusvirran suuruusluokkaa olevilta vikojen aiheuttamilta ylivirroilta. /4/

### **3.3.4 SFS 6000-5-53:2017 Erottaminen, kytkentä ja ohjaus**

Standardi SFS 6000-5-53 käsittelee erottamista, kytkentää, ohjausta ja valvontaa koskevia yleisiä vaatimuksia sekä näitä toimintoja toteuttavien laitteiden valintaa ja asentamista.

Tämän standardin kohdassa 537.3.3 ”Hätäpoiskytkentään käytettävät laitteet”, käsitellään myös hätäpoiskytkentää, joka sopii ehkä paremmin tämän lopputyön tapaiselle tarkastamolle kuin Standardissa SFS 50191, jossa taas on hätäpysäytyksen osalta viitattu standardiin SFS-EN ISO 13850 ”Hätäpysäytys”, joka käsittelee asiaa laajemmin, mutta enemmän konetekniikan näkökulmasta.

Hätäpysäytyksen osalta on viitattu SFS 6000-8-803 standardiin.

### **3.3.5 SFS 6000-6:2017 Tarkastukset**

SFS 6000-6:2017 Osa 6 Tarkastukset. Standardi täyttää vaatimukset tarkastuksena ja testauksena tehtävälle käyttöönototarkastukselle, jossa määritetään niin hyvin kuin käytännössä mahdollista täytetäänkö SFS 6000 muiden osien vaatimukset.

Huom. Standardissa SFS 6000-1 otetaan kantaa käyttöönotto tarkastuksiin.

### **3.3.6 SFS 6000-8-803:2017 Sähkölaittekorjaamot ja laboratoriot.**

Standardiin SFS 6000-8-803 on koottu muista standardeista huomattava osa oleellisimmista asioista tai sitten on viitattu standardiin, jossa asiaa käsitellään jotain tiettyä kohtaa syvällisemmin ja jotka täytyy ottaa huomioon, kun suunnitellaan tai käytetään tarkastamotyypistä tilaa. Myös kun tehdään opinnäytetyötä tarkastamon tapaisesta tilasta.

Standardissa mainitaan myös tarkastamolle tehtävät käyttöönotto- ja määräaikaistarkastukset, sekä kunnossapitotarkastusten määräväljen ajat.

Jännitteistä tässä standardissa on määritelty hieman tarkemmin kuin SFS 50191:ssä. SFS 50191 keskittyy lähinnä yli tai alle 1 kV, kun tässä standardissa

toiminnan kannalta huomioidaan myös jänniterajat pienjännitteelle ja pienoisjännitteelle.

Standardi koskee tarkastamotyyppisiä tiloja, joissa esiintyy kosketeltavana yli 50 V ja enintään 1000 V vaihtojännitteitä tai yli 120 V ja enintään 1500 V tasajännitteitä tai pienjännitelaitteiden testauksen yhteydessä esiintyviä enintään 10 kV jännitteitä, joissa koskettamisesta aiheutuva virta on enintään 10 mA. Tätä standardia sovelletaan myös tiloissa, joissa sähkölaitteita korjataan käyttöpaikoilla. /6/

Tarkastamossa yksi tyypillinen testi on yllä mainitun kaltainen jännitekoestustesti.

SFS 6000 osan 8 (SFS 6000-8-8XX) standardit ovat kansallisia ja käsittelevät aihepiirejä, joista ei ole esikuvastandardeja. Tässä standardissa (SFS 6000-8-803) ovat voimassa osien 1 – 7 yleiset vaatimukset.

### **3.4 SFS 6002 Sähkötyöturvallisuus**

SFS 6002 standardissa on kerrottu, kuinka eri tilanteissa tulee menetellä turvallisen työnteon takaamiseksi. Standardin SFS-6002 mukainen sähkötyöturvallisuuskoulutus on kaikille Suomessa sähköalan sähkötoita tekeville pakollinen koulutus, joka on uusittava viiden vuoden välein ja hätäensiapu pitää suorittaa kolmen vuoden välein.

Nämä löytyvät standardin liitteestä X, joka käsittelee henkilöstöä ja sähkötoiden organisointia koskevia vaatimuksia.

Standardissa käsitellään testauksessa ja koestuksessa käytettäviä työkaluja, laitteistoja ja työskentelytapoja.

Tämän lisäksi standardissa mainitaan myös varoituskilvistä ja jännitealueista, jotka tosin mainitaan myös SFS 50191:ssä ja SFS 6000-8-803:ssa. SFS-EN ISO 13850 Hätäpysäytys

### **3.5 SFS-EN ISO 13850 Hätäpysäytys.**

Standardi SFS-EN ISO 13850 käsittelee koneturvallisuutta. Siinä määritellään hätäpysäytyksen suunnitteluperiaatteet. Tässä kansainvälisessä standardissa esitetään koneen hätäpysäytystoimintoa koskevat toiminnalliset vaatimukset ja suunnitteluperiaatteet riippumatta siitä, mitä energiamuotoa käytetään.

Standardi ei käsittele sellaisia toimintoja kuten, energiansyötöistä erottaminen tai irti kytkeminen, jotka voivat olla osa hätäpysäytystoimintoa.

Sähköisen/elektronisen hätäpysäytystoiminnon toteuttamista koskevat vaatimukset esitetään standardissa IEC 60204-1.

SFS 50191-standardissa hätäpysäytyksen osalta on viitattu tähän standardiin, mutta standardissa SFS 6000-8-803 hätäpysäytyksen osalta on viitattu myös SFS 6000-5-53:seen, joka on suppeampi, mutta jossa on tarkastamon kannalta häätäseistoiminnon tärkeimmät asiat.

### **3.6 SFS-EN 61439-1 Pienjännitekeskukset.**

Standardissa SFS-EN 61439-1:2011 Pienjännitekeskukset. Osa 1: Yleiset vaatimukset. Tämän standardin tarkoituksena on yhdenmukaistaa mahdollisimman pitkälle kaikki jakokeskuksia koskevat yleiset säännöt ja vaatimukset. Tavoitteena on saavuttaa samanlaiset vaatimukset ja todentamistavat ja se, ettei todentamisessa tarvita muita standardeja. Tähän perusstandardiin on koottu kaikki vaatimukset, jotka voidaan luokitella yleisluontoisiksi erilaisille keskusstandardeille. Lisäksi tähän on koottu sellaisten laajalti kiinnostavien ja käytettyjen erityisaiheiden, kuten esimerkiksi lämpeneminen, sähköiset ominaisuudet jne. vaatimukset. /

Jokaiselle jakokeskustyypille tarvitaan vain kaksi päästandardia, joilla määritetään kaikki vaatimukset ja niitä vastaavat todentamismenetelmät:

#### **3.6.1 SFS-EN 61439-2 Ammattikäyttöön tarkoitetut kojeistot**

Standardissa SFS-EN 61439-2:2011 Pienjännitekeskukset. Osa 2: Ammattikäyttöön tarkoitetut kojeistot. Tätä standardia on luettava yhdessä SFS-EN 61439-1

kanssa, jolloin Osa 1 toimii pohjana ja osa 2 tarkentaa tai kumoaa joitakin osan 1 määritelmiä tai arvoja.

### 3.6.2 Standardit työskentelystä tarkastamossa

Monessa standardissa mainitaan jotakin tarkastamisesta, koestamisesta ja testauksesta. Vaikka periaatteessa puhutaan kahdesta eri asiasta, eli tarkastamossa kojeistolle tehtävistä tarkastuksista tai sitten itse tarkastamoita koskevista tarkastuksista, kuten esimerkiksi käyttöön ottotarkastus tai määräaikaistarkastus, on kuitenkin periaatteet lähes samat.

Standardissa SFS 6000-6:2017 Osa 6 käsitellään tarkastamista standardin kohdassa 6.3. Lisäksi tarkastusta käsittelee standardit SFS EN 61439-1 ja SFS-EN 61439-2.

Standardin SFS 6000-6 mukaan:

- **Tarkastus.** Kaikki menettelyt, jolla arvioidaan tarkastuskohteen standardisarjan SFS 6000 asianmukaisten vaatimusten mukaisuutta.
- **Aistinvarainen tarkastus.** Sähköasennuksen tutkiminen käyttäen kaikkia aisteja, joiden avulla todetaan asennuksen olevan tehty vaatimusten mukaisesti.
- **Testaus.** Sähköasennuksessa tehtävät mittaukset, joiden avulla sähköasennuksen turvallisuus osoitetaan  
Huom. 1. Testaus sisältää arvojen toteamisen sopivilla mittalaitteilla, ellei niitä saada selville aistinvaraisella tarkastuksella.
- **Raportointi** (tarkastuspöytäkirja) tarkastusten ja testausten tulosten kirjaaminen.

/5/

Lisäksi tehdään tämän standardin 6.4 mukainen käyttöönottotarkastus yksittäiselle kojeistolle. /5/

Standardin SFS-EN 61439-1 kohdassa 11 määritellään kappaletarkastukset

Kappaletarkastuksen tarkoituksena on löytää viat materiaaleissa ja työssä sekä varmistaa valmistetun keskuksen kunnollinen toiminta. Tarkastus tehdään jokaiselle keskukselle. Keskuksen valmistaja päättää tehdäänkö kappaletarkastukset valmistuksen aikana ja/tai valmistuksen jälkeen. Soveltuvassa tapauksessa kappaletarkastuksella vahvistetaan, että vaatimustenmukaisuuden todentaminen on tehty.

Kappaletarkastusta ei vaadita tehtäväksi keskuksen sisällyville kojeille ja itsenäisille komponenteille, jos ne on valittu standardin SFS-EN 61439-1 kohdan 8.5.3 mukaisesti ja asennettu laitevalmistajan ohjeiden mukaisesti. /11/

Tarkastus koostuu seuraavista luokista:

A) Rakenne:

- 1) kotelon kotelointiluokka
- 2) ilma- ja pintavälit
- 3) suojaus sähköiskulta ja suojapiirien eheys
- 4) sisäänrakennettujen komponenttien liittäminen
- 5) sisäiset sähköpiirit ja liitokset
- 6) ulkoisten johtimien liittimet
- 7) mekaaninen toiminta

B) Suorituskyky:

- 1) sähköiset ominaisuudet
- 2) johdotus, käyttöominaisuudet ja toiminta.

/11/

Standardi SFS-EN 61439-2 on standardin SFS-EN 61439-1 mukainen,

lukuun ottamatta kohtaa 11.8 Mekaaninen toiminta

Korvaus:

Mekaanisten käyttölaitteiden tehokkuus, lukitukset ja lukot mukaan luettuna ulosotettaviin ja ulosvedettäviin osiin sisältyvät, pitää tarkastaa. /12/

Näiden lisäksi:

- Standardissa SFS-EN 50191:2010 määritellään toimintatavat asennuksista ja käytöstä tarkastamon tyyppisissä tiloissa.
- Standardin SFS 6000-8-803 mukaan tarkastamolle on suoritettava normaalien sähköasennusten käyttöönottotarkastus sekä huoltoon ja kunnossapittoon liittyvien tarkastusten lisäksi määrävälein kunnossapitotarkastuksia ja testauksia, joiden avulla varmistetaan suojausten toimivuus.
- SFS 6002 ottaa kantaa turvallisen työnteon takaamiseksi, sekä henkilöstöä ja organisaatiota koskevat vaatimukset. Tämän standardin liitteessä X.
- Lisäksi on noudatettava yrityksen omia tarkastuskriteerejä, sekä asiakkaan vaatimuksia tarkastukseen, mitkä eivät saa olla ristiriidassa tässä opinnäytetyössä mainittujen standardien kanssa.
- Lisäksi tulee noudattaa muita turvallisuuteen liittyviä määräyksiä, kuten paloturvallisuusmääräykset.

### **3.7 SFS-EN 50085-1 Sähköasennusten johtokanavajärjestelmät. yleiset vaatimukset**

SFS-EN 50085-1 standardi sisältää enintään 1000 V (vaihtosähkö) tai 1500 V (tasasähkö) sähköasennuksissa eristettyjen johtimien, kaapeleiden ja mahdollisten muiden sähkö- tai teletarvikkeiden sijoittamiseen ja tarvittaessa erottamiseen tarkoitettujen johtokanavajärjestelmien rakennevaatimukset ja testit.

Standardi ei koske asennusputkijärjestelmiä, kaapelihyllyjä ja -tikkaita, kiskokanavia eikä sellaisia järjestelmiä tai laitteita, joille sovelletaan muita standardeja.

Tätä standardisarjan pääosaa on käytettävä johtokanavajärjestelmien erityisvaatimuksia käsittelevien osien kanssa.

HUOM. Tätä standardia ei ole tarkoitus käytettäväksi yksinään. /16/

### **3.8 SFS-EN 50085-2-2 Lattian alle, sisään tai päälle asennettavat johtokanavajärjestelmät**

SFS-EN 50085-2-2 standardi sisältää enintään 1000 V (vaihtosähkö) tai 1500 V (tasasähkö) sähköasennuksissa eristettyjen johtimien, kaapeleiden ja mahdollisten muiden sähkö- tai teletarvikkeiden sijoittamiseen ja tarvittaessa sähköiseen erottamiseen tarkoitettujen johtokanavajärjestelmien rakennevaatimukset ja testit.

Nämä järjestelmät ovat tarkoitettut asennettaviksi lattian alle, upotettuina lattiaan tai lattian pinnalle.

Tämä standardi ei koske johtokanavajärjestelmiä, jotka on tarkoitus kiinnittää seinälle, mutta joita lattia tukee.

Standardi ei koske asennusputkijärjestelmiä, kaapelihyllyjä ja -tikkaita, kiskokanavia eikä sellaisia järjestelmiä tai laitteita, joille sovelletaan muita standardeja.

Tätä standardia on käytettävä yhdessä johtokanavajärjestelmien yleisiä vaatimuksia koskevan standardin SFS-EN 50085-1:2006 kanssa /17/

### **3.9 DIREKTIIVIN 92/58/EEC**

Tässä direktiivissä, joka on yhdeksäs direktiivin 89/391/ETY 16 artiklan 1 kohdassa tarkoitettu erityisdirektiivi, vahvistetaan työssä käytettävien turva- ja/tai terveysmerkkejä koskevat vähimmäisvaatimukset.

Tämä asiakirja on ainoastaan dokumentoinnin apuväline eikä sillä ole oikeudellista vaikutusta. Unionin toimielimet eivät vastaa sen sisällöstä. Säädösten todistusvoimaiset versiot on johdanto-osineen julkaistu Euroopan unionin virallisessa lehdessä ja ne ovat saatavana EUR-Lexissä.

## 4 VECOS SARJAN TUOTTEET

VECOS-sarjan tuotteet ovat pääasiassa ohjaustaulutyypisiä kojeistoja. Tuotteiden varsinainen tuotekuvaus on siinä mielessä haastavaa, että se tehdään räätälöidysti projekteille. VECOS-tuotteista ei löydy suoraan omaa tuotekuvausta, kaikki VECOS-paneelit ovat projektikohtaisia ja kuvaukset tehdään suoraan projektille.

Vecos-sarjan kojeistot voivat olla lattialle asennettavia noin ihmisen korkuisia kojeistoja kuten kuvassa 1. tai matalimpia esimerkiksi seiniin asennettavia malleja kuten kuvassa 2.

Toisin sanoen yksittäinen kojeisto on osa kokonaisuutta useamman kojeiston kanssa, jotka taas ovat osa suurempaa kokonaisuutta muiden kojeistoryhmien kanssa. Tuotteet sisältävät usein ohjauspiirejä, suojauspiirejä, kommunikointipiirejä tai automaatiopiirejä, jotka ovat yhteydessä projektin kokonaisuuteen. Täysin projektista ja kohteesta riippuen määräytyy kojeistojen määrä ja projekteissa on mukana muitakin VEOn eri tuotannon kojeistotyyppisiä esim. VEDA-kojeistot. VEOn muihin tuotteisiin ja palveluihin voi tutustua VEOn sivuilla [www.veo.fi](http://www.veo.fi).



**Kuva 1.** Kolme VECOS- kaappia



**Kuva 2.** Kolme pienempää VECOS- kaappia

## 5 UUSI VECOS TARKASTAMO

### 5.1 Käyttöjännitteet ja -virrat, joita tarkastamo tarvitsee

Tarkastustilanteessa kojeistoon syötetään tarvittavat apujännitteet testilaitteistosta. Apujännitteen suuruus määräytyy kojeistoon suunniteltujen virtapiirien jännitteen mukaan. Tyypilliset teollisuuden ja voimalaitosten käyttämät apujännitteet ovat:

24 VDC      10A    Automaatio ja ohjauspiireille

110 VDC     10A    Ohjauspiireille

220 VDC     16 A    Ohjauspiireille

230 VAC     16A    Pistorasiat, valaistus yms.

400 VAC     16A    Voimapistorasiat

Akustokärri, joka saa AC syötön voimapistorasian kautta ja syöttää edelleen DC 24V ja 110V. Otetaan vanhasta tarkastamosta

Toinen vaihtoehto akustokärrielle on AC/DC-muuntimet, mutta niiden saatavuus halutuilla virta-arvoilla ja hinta tekevät tästä vaihtoehdosta haastavan.

VECOS-tarkastamon valaistuksen syöttö ei saa katketa tehtaan muun valaistuksen ajastimen mukaan, vaan tarkastamon valaistuksen pitää pysyä liiketunnistimen avulla päällä ja sammua vasta, kun tietty aika ilman liikesignaalia on kulunut, koska tarkastamon työaika voi poiketa normaalista työajasta.

## 5.2 Henkilöt

Standardin SFS EN 50191 mukaan tarkastamossa saavat työskennellä vain sähköalan ammattihenkilöt tai opastetut henkilöt. Koko tarkastamossa työskentelevä henkilöstö on koulutettava tuntemaan heidän työssään tarvitsemat turvallisuusvaatimukset ja -säännöt sekä yrityksen omat ohjeet. Tällainen koulutus on toistettava tarvittaessa, mutta kuitenkin vähintään kerran vuodessa. Henkilöstöä on vaadittava toimimaan vaatimusten, sääntöjen ja ohjeiden mukaisesti. Työhön kuuluvien toimintojen monimutkaisuus on arvioitava ennen kuin toiminta alkaa, jotta kukaan tehtävää suorittamaan valitaan siihen sovelias ammattitaitoinen tai opastettu henkilö. Koulutuksesta on pidettävä kirjallista rekisteriä. /1/

Henkilöiden, jotka osallistuvat työhön tai joihin työ voi vaikuttaa, turvallisuusvastuut määräytyvät kansallisen lainsäädännön mukaan. /8/

Kaikkien henkilöiden, jotka osallistuvat työhön sähkölaitteistossa tai sen läheisyydessä, on oltava opastettuja työtä koskeviin säädöksiin, vaatimuksiin ja yrityksen ohjeisiin. Nämä ohjeet on kerrattava työn kuluessa, jos työsuoritus on pitkäaikainen tai muuten vaativa. Henkilöiltä pitää vaatia näiden säädösten, vaatimusten ja ohjeiden noudattamista. /8/

Henkilöstön on käytettävä työskentelypaikkaan ja -olosuhteisiin sopivia vaatteita. Tämä voi sisältää sopivankokoisen vaatetuksen tai lisähenkilönsuojaimien käytön. /8/

Ennen kuin työ aloitetaan ja työn aikana työsuorituksesta vastaavan henkilön on varmistettava, että työssä noudatetaan asiaankuuluvia säädöksiä, vaatimuksia ja ohjeita. /8/

Työsuorituksesta vastaavan henkilön on opastettava kaikkia työhön osallistuvia henkilöitä myös niistä vaaroista, joita henkilöt eivät voi välittömästi havaita. /8/

Työtä, johon tarvitaan sähköisen vaaran tai vammojen välttämiseksi teknistä tietoa tai kokemusta, saa tehdä vain henkilö, jolla on riittävästi tietoa ja kokemusta, tai työ on tehtävä tarvittavalla tavalla valvottuna. /8/

Kansallisessa lainsäädännössä voi olla vaatimuksia henkilöiden iälle tai kelpoisuusehdoille. /8/

Mikäli ammattitaitovaatimuksia ei kansallisesti ole määritelty, voidaan pätevyyden arvioinnissa käyttää seuraavia perusteita:

—sähköalan perustiedot

—kokemus sähkötoista

—tiedot laitteistosta, jossa työskennellään ja käytännön kokemus tästä työstä

—käsitys sellaisista vaaratekijöistä, joita voi työn aikana ilmetä ja toimenpiteistä, joita pitää noudattaa

—kyky tunnistaa kaikissa tilanteissa, onko työn jatkaminen turvallista.

Työn vaativuus on arvioitava ennen työn aloittamista niin, että työhön valitaan sopivat ammattihenkilöt tai opastetut henkilöt tai maallikot. /8/

Eri henkilöiden tehtävät suomalaisen käytännön mukaan on määritelty tarkemmin Standardissa SFS 6002 liite X.

**Sähköalan ammattihenkilö** on henkilö, jolla on soveltava koulutus ja kokemus, joiden perusteella hän kykenee arvioimaan riskit ja välttämään sähkön mahdollisesti aiheuttamat vaarat. /8/, /1/

**Opastettu henkilö** on henkilö, jonka sähköalan ammattihenkilöt ovat opastaneet siten, että hän kykenee välttämään sähkön aiheuttamat vaarat. /8/, /1/

**Maallikko** on henkilö, joka ei ole ammattihenkilö, eikä opastettu henkilö. /8/

### 5.3 Riski

Riski on yhdistelmä vahingon todennäköisyydestä ja mahdollisista henkilöön kohdistuvien vammojen vakavuudesta. /1/

Riski on yhdistelmä vahingon todennäköisyydestä ja mahdollisista henkilöön kohdistuvien vammojen vakavuudesta. /8/

### 5.4 Tarkastamon käyttötilanteet

Standardin SFS-EN 50191:2010 kohdan 3.15 mukaan VECOS tarkastamossa on seuraavanlaisia käyttötilanteita:

- EI KÄYTÖSSÄ-tilanne, kun kaikki sähkösyötöt ml. merkinanto- ja ohjauspiirit on katkaistu ja varmistettu, etteivät ammattitaidottomat henkilöt voi kytkeä niitä päälle.
- VALMIS KÄYTTÖÖN-tilanne, kun testausasennusten kytkinlaitteiden merkinanto- ja ohjauspiirien syötöt on kytketty, sekä kaikki testausjännitteet on katkaistu ja varmistettu, ettei niitä voi kytkeä päälle tahattomasti.
- VALMIS JÄNNITTEEN KYTKEMISEEN (kytkentätilanne valmis) -tilanne, kun kaikki testausjännitesyötöt on katkaistu, sekä kaikki pääsytietyt testausalueelle on suljettu, lisäksi punaiset varoitusvalot on sytytetty.
- KÄYTÖSSÄ-tilanne, kun kaikki pääsytietyt testausalueelle on suljettu. Punaiset varoitusvalot on sytytetty, sekä yksi tai useampia testausjännitesyöttöjä on kytketty.

/1/

## 5.5 Suojausmenetelmät

### 5.5.1 Perussuojausmenetelmät

Tarkastamoiden luonteen vuoksi niissä ei korjattavassa tai testattavassa laitteessa voida aina käyttää perussuojauksia eristyksen tai koteloinnin avulla. Korjattavien laitteiden kokeilut yms. pitää suorittaa mahdollisuuksien mukaan suojattuna kosketukselta (varustettuna perussuojauksella). Jos jotain toimenpidettä ei voida suorittaa täysin kosketukselta suojattuna, pitää käyttää mahdollisuuksien mukaan tilapäisiä suojuksia tai esteitä. Korjaustyössä käytettävissä työvälineissä ja mittalaitteissa pitää kuitenkin käyttää eristystä tai kotelointia laitteiden normaalien rakennestandarien mukaisesti. Tilapäisiin kytkentöihin käytettävänä kytkentäjohtoina ja mittajohtoina suositellaan käytettäväksi rakenteita, jotka on suojattu vahingossa tapahtuvalta koskettamiselta. /6/

Laboratorioissa käytettäviä mittapäitä koskee standardi SFS-EN 61010-031. Suositellaan, että sähkökorjaamoissa ja oppilaitoksissa käytetään standardin SFS-EN 60900 mukaisia jännitetyökaluja silloinkin, kun työtä ei tehdä jännitetyönä. /6/

Tarkastamot on järjestettävä siten, että sinne pääsevät vain ammattitaitoiset tai opastetut henkilöt. Maallikot saavat päästä näihin tiloihin vain ammattitaitoisten tai opastettujen henkilöiden valvomana. /6/

Tarkastamoiden ovet tai vastaavat kulkutiet on varustettava kilvillä, jotka kieltävät asiattomien pääsyn näihin tiloihin. /6/

Jos normaaliin käyttöön tai mekaaniseen korjaamotoimintaan käytettävässä tilassa tehdään sähkölaitteiden korjausta siten, että vaaralliset jännitteiset osat ovat kosketeltavissa, on työkohte merkittävä selkeästi vaarallisesta jännitteestä kertovalla varoituskilvellä. Jos työkohte on kooltaan iso, pitää varoitus varmistaa, esim. Käyttää työkohteen ympärillä lippusiimaa. /6/

### 5.5.2 Vikasuojaus

Tarkastamoissa käytettäville laitteille on aina järjestettävä SFS 6000-4-41 mukainen vikasuojaus. Vikasuojauksella ei kuitenkaan voida suojautua jännitteisen osan ja nollajohtimen tai kahden eri vaiheissa olevan jännitteisen osan koskettamiselta.

Vikasuojauksen täydentämiseksi tarkastamoiden testauspaikkojen lattioiden ja työpöytien kosketeltavien pintojen resistanssin pitää olla vähintään

- 50 k $\Omega$  enintään 500 V nimellisjännitteellä
- 100 k $\Omega$  kun nimellisjännite on yli 500 V ja enintään 1000 V vaihtojännitettä tai 1500 V tasajännitettä.

Suuremmilla jännitteillä eristystason arvo määritellään erikseen. Työpöytien rungot voivat olla metallia, jos ne eivät ole johtavassa yhteydessä maahan. Raskaiden koneiden ja laitteiden kiinnitysalustojen eristämistä tai eristävää lattiaa ei vaadita korjaus-, koekäyttö- ja testauspaikoilla, mikäli se on vaikeasti toteutettavissa tai aiheuttaa kohtuutonta haittaa. Eristävyys testataan tarvittaessa Standardin SFS 6000-6 liitteen 6A mukaisesti.

HUOM. 1. Riittävän eristävän lattian ja työpöytäpintojen käyttö ei ole varsinainen vikasuojausmenetelmä, vaan se lisää turvallisuutta käytettäessä muita suojausmenetelmiä.

Vikasuojauksena tarkastamoissa voidaan käyttää seuraavia menetelmiä:

- pienoisjännite SELV tai PELV (ks. SFS 6000-4-41 luku 414)

HUOM. 2. Käytettäessä pienoisjännitettä on otettava huomioon suurivirtaisten akustojen aiheuttama valokaarivaara.

- suojaerotus (SFS-EN 61140: 2016 kohta 6.5) tai

HUOM. 3. Suojaerotuksella tarkoitetaan suojausmenetelmää, jossa piirien välinen eristys vastaa kaksoiseristystä tai vahvistettua eristystä. Suojaerotus toteutetaan yleensä käyttämällä standardin SFS-EN 61558-2-4 vaatimukset täyttävää suoja-

erotusmuuntajaa. Suojaerotusmuuntajan toisiokäämiin saa liittää vain yhden pistorasian.

– syötön automaattinen poiskytkentä käyttäen lisäsuojauksena mitoitus toimintavirraltaan enintään 30 mA vikavirtasuojaa.

Koska sähkökorjaamossa korjattavien laitteiden vikavirrat voivat olla erityyppisiä (katso SFS 6000-5-53 liite 531A), suositellaan sähkökorjaamossa korjattavien laitteiden suojauksessa käytettäväksi B-tyypin vikavirtasuojia.

Jos vikavirtasuojan toiminta voi estää varsinaisen korjauksen tai testauksen esim. käyttöönottotarkastusten harjoittelun suorittamisen, vikavirtasuojien käytön sijasta voidaan tilan erikoiskäytössä käyttää vikavirtavalvontalaitetta. Erikoiskäyttötila tulee rajata mahdollisimman pienelle alueelle. Erikoiskäyttötilaan siirtyminen saa tapahtua vain avaimen avulla tai vastaavalla tavalla ja tiloissa pitää erikoiskäyttötilassa olla jatkuva valvonta.

Olemassa olevissa asennuksissa on käytössä suojaerotusmuuntajalla syötettyä ja eristystilan valvonnalla varustettuja IT-järjestelmiä. Tällaisen järjestelmän käyttöä saa jatkaa ja siihen saa tehdä muutoksia ja laajennuksia noudattamalla alkuperäisen asennusajankohdan vaatimuksia.

Jos häiriöiden tai staattiselta sähköpurkauksilta (ESD) suojaamisen takia halutaan poistaa sähköpiireille aiheutuvia haittoja, voidaan noudattaa SFS-EN 61340 standardisarjaa. /6/

### 5.5.3 Suojaerotuksen käyttö

Suojaerotus on ensisijainen korjattavana olevan, puutteellisesti kosketussuojatun laitteen syöttämiseen käytettävä menetelmä. Suojaerotukseen saa liittää vain yhden korjattavan laitteen.

Suojaerotus on ainoa tapa, jolla voidaan liittää sähköverkkoon suojausluokan 0 laite.

Suojaerotukseen käytettävän muuntajan on oltava standardin SFS-EN 61558-2-4 mukainen tai vastaava. Muuntaja pitää varustaa oikosulkusuojauksella ja poiskytkävällä tai hälyttävällä ylikuormitussuojauksella.

Jos häiriöiden tai muun syyn takia on tarpeen erottaa mittalaite esim. oskilloskooppi syöttävästä verkosta, käytetään tälle mittalaitteelle erillistä suojaerotusmuuntajaa. /6/

## 5.6 Alueelle pääsy, aitaukset ja lukitukset

### Aitaukset, testialue

Testausalueen on oltava erotettu työskentelyalueista ja kulkuteistä. Standardin SFS-EN 50191 mukaan aitausten on oltava rakennettu niin, että

- ne estävät muiden kuin testaushenkilöiden pääsyn testausalueelle
- ne estävät muiden kuin testaushenkilöiden ulottumisen kielletylle alueelle
- ne estävät aitausten ulkopuolella olevia henkilöitä ulottumasta aitausten sisäpuolelle sijoitettujen testauslaitteiston käyttölaitteisiin.

Pienin etäisyys testausalueen sulkevien aitausten ja kielletyn alueen rajojen tai käyttölaitteiden välillä on määrättävä liitteen 1 kuvan A1 ja liitteen 3 taulukon A3 mukaisesti. Jos käytetään verkkoaitauksia, on aitausten ja kielletyn alueen vä-

himmäisetäisyyden oltava liitteen 4 taulukon A4 mukainen jokaisessa aukkopai-  
kassa, josta on mahdollista ulottua aitauksen sisäpuolelle.

Johtavista materiaaleista valmistetut aitaukset on maadoitettava tai on käytettävä  
muita toimenpiteitä vikasuojaukseen. /1/

### **5.7 Kielletty alue**

Standardin SFS-EN 50191 mukaan jännitteisten osien pintoja pidetään kielletyn  
alueenrajoina, kun jännitteet ovat enintään 1000 V.

Myös jännitteisten osien ympärillä oleva tila, johon ei saisi päästä, jos jännitteisiä  
osia ei ole täydellisesti kosketussuojattu on kiellettyä aluetta.

Kielletyn alueen rajojen paikka riippuu testausjännitteestä ja ne on määritettävä  
liitteen 2 taulukon A2 mukaisesti.

### **5.8 Mekaaninen suojaus**

Mekaanisen suojauksen on oltava riittävän vahva. /1/

Tämän tarkemmin standardi ei ota asiaan kantaa. Toisin sanoen paikat pitää kestää  
käyttöä ja aidat rakennettava tarpeeksi tukeviksi.

## 5.9 Hätäseistoiminnot

### Hätäpoiskytkentä

Standardin SFS-EN ISO 13850 mukaan testauslaitteisto on varustettava hätäkytkentälaitteilla, joilla voidaan katkaista kaikki sähköenergia, joka voi aiheuttaa vaaraa. Laitteen tai välineiden on oltava standardin vaatimusten mukaisia. Testausalueen sisä- ja ulkopuolella on alueen laajuuden ja laitteiston monimutkaisuuden huomioon ottaen oltava riittävä määrä käsikäyttöisiä ohjaimia. Kytkentäkohdat, esim. tavalliseen sähköverkkoon liitetyt testausalueella olevat pistorasiat, on merkittävä asianmukaisesti, jos ne eivät kytkeydy jännitteettömiksi hätäpoiskytkentälaitteella. /1/

Standardin SFS-EN 50191 mukaan hätäseislaite tulee olla helposti tunnistettavissa. Hätäseistoiminnon on oltava saatavilla ja toimintakunnossa koko ajan. Tässä tapauksessa puhumme käsilaukaisulaitteesta, jossa on punainen painonappi keltaista taustaa vasten.

Hätäseishallintalaite olisi kiinnitettävä 0,6 m...1,7 m korkeudelle kulkutasosta (esim. lattiataso, hoitotas).

Standardin mukaan hätäseislaitteen vaikuttamisen jälkeen jännitteet eivät saa palata automaattisesti hätäseispainikkeen lukituksen poiston jälkeen, vaan ainoastaan sallia uudelleenkäynnistämisen.

Hätäseislaitteisto tulee suunnitella siten, että päätös hätäseislaitteeseen vaikuttamiseen ei vaadi ottamaan huomioon siitä koituvia seurauksia. Hätäseistoiminto tulee olla ensisijainen toiminto muihin toimintoihin nähden heikentämättä muita suojauksia.

VEOn ohjeistuksen mukaisesti tässä tapauksessa tulisi hätäseistoiminnon myös vapauttaa tarkastamon ovien magneettilukitus, jos tarkastamon sisätiloissa oleva henkilö tarvitsee ensiapua eikä kykene itse vapauttamaan lukitusta. Hätäseisvyöhykkeeksi katsotaan kyseisen tarkastamon alue.

## **5.10 Varoitusvalot, merkkivalot ja kilvet**

### **Varoitusvalot**

VECOS-tarkastamossa ei tarvita kuin punainen varoitusvalo ilmaisemaan tarkastamon sisällä olevan tilanteen, koska ei tarkasteta yli 1kV jännitteellä. VECOS-tarkastamoon tulisi laittaa kolme punaista varoitusvaloa. Yksi molempiin kulku-suuntiin ja yksi tarkastamon keskukseen.

Huom. Yli 1kV jännitteillä tarvittaisiin myös vihreä valo ilmaisemaan käyttötilan-  
netta. /1/

### **Merkkivalot**

Testattavaa kojeistoa syöttävien keskusten merkkivalot toimivat ohjauskeskusten kytkeätilanteen ilmoittajina. Ne eivät ole vaihtoehto vaadituille varoitusvaloille.  
/1/

### **Kilvet**

Testauslaitteiston ja testausalueen on oltava selvästi ja näkyvästi merkitty varoituskilvillä. /1/

Vecos-tarkastamossa käytetään magneetilla varustettuja varoituskilpiä kuten kuvassa 4.

Sisäänkäynti on varustettava varoituskilvellä ”Pääsy ilman lupaa kielletty” direktiivin 92/58/EEC mukaisesti. /1/

Vecos-tarkastamon sisäänkäynti on varustettu direktiivin mukaisella kilvellä kuten kuvassa 3.



**Kuva 3.** Tarkastamon sisäänkäynnissä oleva kyltti, joka kertoo vaarallisista jännitteistä sekä sanallinen kielto.

Työn tai käytön aikana esiintyvistä vaaroista on varoitettava tarvittaessa kilvillä. Kilpien pitää täyttää eurooppalaisten, kansallisten tai kansainvälisten standardien vaatimukset niiltä osin kuin standardeja on olemassa. /10/



**Kuva 4.** Työn tai käytön aikana käytettävät kilvet sekä ensiaputaulu.

## **5.11 Summeri**

Standardeissa ei vaadita summeria ilmaisemaan tarkastamon ovien auki-asentoa. Summeri soi, kun ajastamien säädetty aika on kulunut umpeen oven aukaisuhetkestä. VEOn tämänhetkisissä tarkastamoissa on tällainen toiminto todettu hyväksi.

## 6 TARKASTAMON SÄHKÖNJAKELU

### 6.1 Vecos-tarkastamon keskus

Liitteen 9 kuvassa on esitetty ehdotus Vecos tarkastamon keskuksen kannesta.

Vecos-tarkastamon keskus on alustavan suunnitelman mukaan tarkoitus tulla tarkastamon sisäpuolelle. Mikäli keskus päätettäisiin sijoittaa tarkastamon ulkopuolelle, tulisi se sijoittaa niin, että keskuksen toimintaa pystyisivät ohjaamaan vain testausta tekevät ammattilaiset tarkastamosta käsin, kuten standardissa SFS EN 50191 asia on määritelty. Ainoastaan hätäseistoiminta voidaan suorittaa ulkopuolelta ja se on ainoa toiminta, jonka voi suorittaa muu kuin sähköalan ammattihenkilö.

Testausjännitteiden syöttöpisteitä tulee tarkastamoon kuusi kappaletta, syöttöpisteet on sijoitettu lattian alle koteloihin. Lisäksi itse keskukseen tulee muutama 400 VAC-voimapistorasias ja muutama yksivaiheinen 230 VAC-pistorasia. Keskuksen kanteen tulee syötön ohjauspainikkeet kullekin syöttöpisteelle ja syöttöpisteen eri jännitenavoille. Lisäksi kahteen, eli keskimmäisiin pisteisiin tulee lisäksi 400 VAC-voimapistorasias ja niin sanottu normaali 230 VAC-verkkopistorasia.

Keskukseen tehdään hätäseispiiri, johon on kytketty myös tarkastamon ovien sähköllä ohjattavat magneettilukot. Lukot päästävät lukituksen auki, kun hätäpysäytyslaitteeseen vaikutetaan. Hätäpysäytyslaitteita on keskuksen kannessa yksi, tarkastamossa kaksi ja ulkopuolella vähintään kaksi.

Hätäseislaitteeseen vaikuttamisen jälkeen, kun hätäseispainikkeen lukitus on vapautettu, tulee keskuksen kannessa olevaa kuittauspainiketta painaa. Ennen kuittausta jännitteitä ei voi kytkeä uudelleen.

Keskuksen kautta tulee myös syötöt pistorasioille, jotka eivät ole hätäseispainikkeen takana. Nämä pistorasiat on tarkoitettu tietokoneelle ja sen apulaitteille ja ne tulee standardin mukaisesti merkitä erikseen.

Keskukseen tulee myös summeri, joka toimii aikareleen ohjaamana. Ajastus lähtee oven avauksesta ja jollei ovea suljeta aikareleelle asetellun ajan sisällä, alkaa summeri soida.

Varoitusvalo asennetaan keskuksen päälle ilmaisemaan keskuksen jännitteellisyttä.

Syöttö keskukselle tulee olemassa olevalta alakeskukselta PRK10, joka on tulevan tarkastamon vieressä. Tarkastamon keskuksen voimapistorasian kautta saadaan syöttö akustokärrylle, josta tulee syöttö takaisin keskuksen tasavirtapiireille.

Kaikkien syöttöjen on oltava suojattu 30 mA vikavirtasuojalla. Akustokärrystä saatu tasavirta syötetään keskuksen kautta, jossa se kiertää vikavirtasuojien kautta lattialuukuissa oleville syöttönavoille.

## **6.2 Vecos-tarkastamon johtoreitit**

Liitteen 10 kuvassa on esitetty ehdotus tarkastamon lattian alla menevistä johtokourujen reitityksistä.

Syöttö tuodaan aikaisemmin mainitulta PRK10:ltä, joka on tarkastamon vieressä olevassa tolpassa. Koska PRK10 on tarkastamon vieressä, voidaan syöttökaapeli tuoda uuteen VECOS tarkastamon keskuksen yläkautta tarkastamon aitojen tukipilareihin asennettavien kourujen kautta.

Tietokonetta ja sen aputarvikkeita varten asennettujen pistorasioiden syötön ei ole tarkoitus katketa, kun keskuksen pääkatkaisija on auki eli OFF asennossa, eikä myöskään hätäseislaitteeseen vaikuttamisen jälkeen. Vikavirtasuojauksen kautta syöttö kuitenkin tulee mennä pistorasioille.

Akustokärryssä on kaapeli, joka kytketään VECOS keskuksessa olevaan voimapistorasiaan. Akustokärry sijoitetaan samalle puolelle aita missä on PRK10, eli tarkastamon ulkopuolelle, mutta viereen. Tämä tosin poistaa sen mahdollisuuden, että akustokärryn syöttö- ja lähtöjohtoja ja kaapeleita ei voida viedä keskukselle

lattian alla, koska väliin jää alue, jolla liikutetaan testattavia keskuksia ja tällä alueella ei siis ole korotettua lattiaa. Ainoa johdotusreitti kulkee siis aitausta pitkin kourussa. Kuitenkin siten, että AC- ja DC- kaapelit ja -johdot reititetään erikseen omissa kouruissa tai kouru, joka on väliseinällä jaettu. Toisaalta järkevintä olisi laittaa DC-kaapelit kouruun ja akustokärryn AC-syöttökaapeli tuoda vaan kaapelina keskukselle.

Keskukselta lattialuukuille menevät syötöt viedään alas korotetun lattian alapuolelle johtokouruihin, jossa ne viedään kouruja pitkin syöttöpisteelle. Erijännitteiset syötöt kaapeloidaan erikseen.

Lisäksi tarvitaan vielä tietoverkkokaapeleita, yksi ovien lukituksia varten ja muut tietokonetta ja tulostimia varten.

## 7 TOTEUTUS

### 7.1 Aitaukset

VEOn tarkastamoissa on käytetty korkeampia kiinteitä aitoja kuin mitä standardissa määrätty 1800 mm /1/. VEolla on käytössä n. 2 400 mm korkeat aidat. Lisäksi VEolla on käytössä liikuteltavat nauhatolpat, joista voidaan vetää keltamustaraitaiset varoitusnauhat, kuten kuvassa 5. näin voidaan vielä tarkastamon sisällä erottaa testialue. Käytössä on myös kiinteät, mutta liikuteltavat aidat kuten kuvassa 6. Näitä tosin ei uudessa Vecos-tarkastamossa todennäköisesti tarvita, koska työskentelypinta-ala on niin pieni ja testattavat kojeisto sijoitetaan tavalla, jossa tarkastajat ovat jatkuvasti näkö- ja puhe-etäisyydellä.



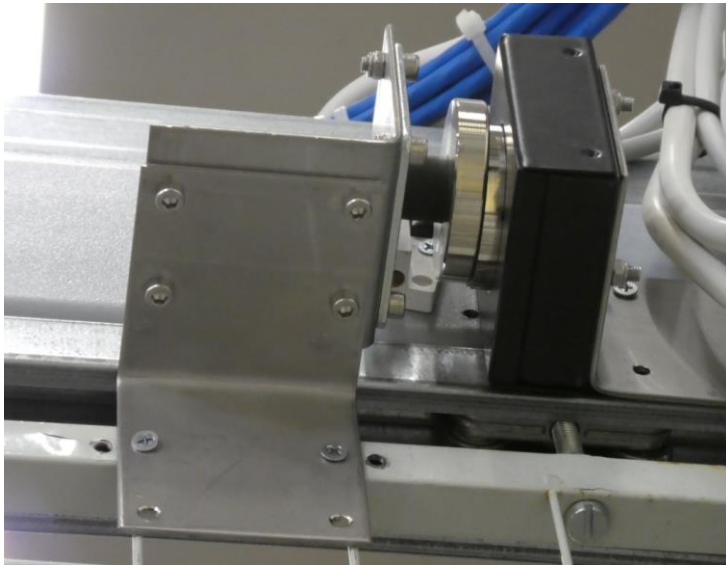
**Kuva 5.** Nauha-aitatolpat. Tolppien väliin vedetty nauha.



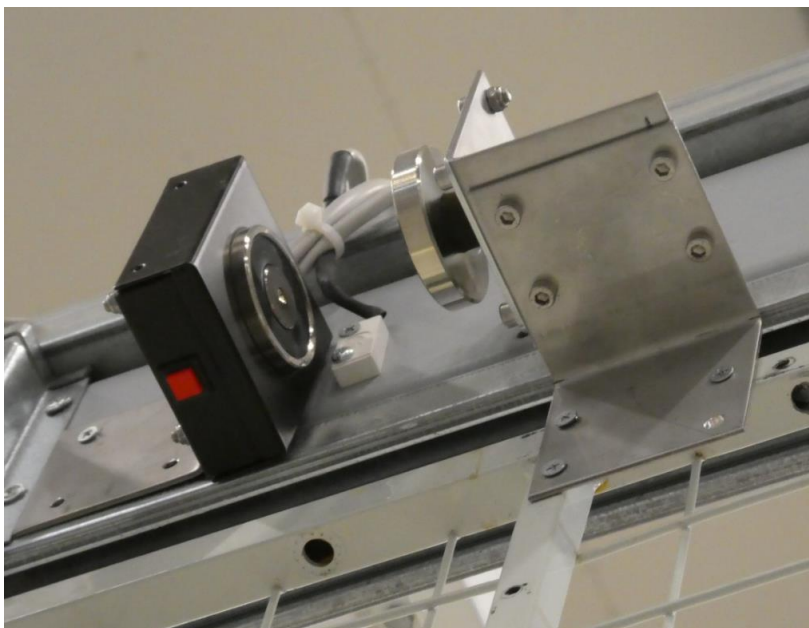
**Kuva 6.** Liikutettava aitamalli.

## **7.2 Ovet ja ovien lukitus**

Ovien lukitus tapahtuu sähkölukkoilla. Sähkölukkojen magneetit auki ja kiinni asennoissa kuvissa 7 ja 8. Lukot vapauttavat lukituksen tarkastamon sisäpuolella olevasta painikkeesta painettaessa. Painikkeet sijaitsevat lähellä ovia, jokaista ovea varten omansa, eli kaikki ovilukitukset eivät siis aukea kerralla. Ulkopuolella on lukulaite, jossa on myös näppäimistö. Lukulaite on tarkoitettu kulkukorttia käyttäville, joita ovat tarkastajat ja heidän esimiehensä. Näppäimistöä käyttävät määräaikaista kulkulupia käyttävät, joita voivat olla esimerkiksi suunnittelijat.



**Kuva 7.** Magneettilukko kiinniasennossa.



**Kuva 8.** Magneettilukko auki-asennossa.

Ovien materiaali on samaa kuin aitaus, eli maalattu metallinen verkkoaita.

Mekaaninen suojaus on oltava riittävän vahva /1/ standardin kohdassa 4.1.1.4. Tuo on kieltämättä suppeasti ilmaistu eikä siinä viitata mihinkään muuhun standardiin, joka määrittäisi asiaa paremmin. Riittävän vahvan voisi ajatella täyty-

vän, jos aitaukset eivät saa kaatua missään olosuhteissa mitä tuotanto ympäristössä voi sattua. Ilman apuvälinettä ihmisen ei tule pystyä kaatamaan aitausta. Voimakkain ja todennäköinen tilanne on, jos trukki vahingossa osuu aitaukseen.

Liukuovet ovat mekaanisesti heikoin osa, koska ne ovat vain ylhäältä kiinni.

### 7.3 Summeri

Summeria ei standardeissa ole vaadittu, mutta VEOlla on käytössä summeri ilmaisemaan ovien lukituksen olevan auki. Kuvassa 9 yksi tällainen summeri. Kuitenkaan summeri ei heti ala pitämään ääntä, kun ovi avautuu vaan, kun tietty aika on kulunut oven avauksesta, mikäli ovea ei ole kunnolla suljettu uudestaan. Tämä siitä syystä, ettei ovet jää vahingossa lukitsemattomaksi ja alueelle luvaton pääsy näin ollen olisi mahdollista.



**Kuva 9.** Summeri vanhassa VECOS-tarkastamossa.

## 7.4 Kielto- ja varoituskyltit sekä ensiaputaulu

Tarkastamoissa käytetään magneettisia varoitus ja kieltokylttejä, joita voidaan kiinnittää testattaviin kojeisiin. Kyltit ovat eri standardien vaatimusten ja direktiivi 92/58/EEC suosituksen mukaisia.

Standardit SFS 6002 ja SFS 600-8-803 vaativat ensiaputaulun tarkastamotyypille alueille. Kuvassa 10 on erään tarkastamon ensiaputaulu.

Tarkastamoihin on sijoitettava sopiviin paikkoihin sähkötapaturmien ensiavusta kertovat ensiapuhjeet sekä kohteen katuosoite ja hätäpuhelinnumero. /6/



**Kuva 10.** Tarkastamoissa käytettäviä varoituskylttejä sekä ensiaputaulu.

## 7.5 Varoitusvalot

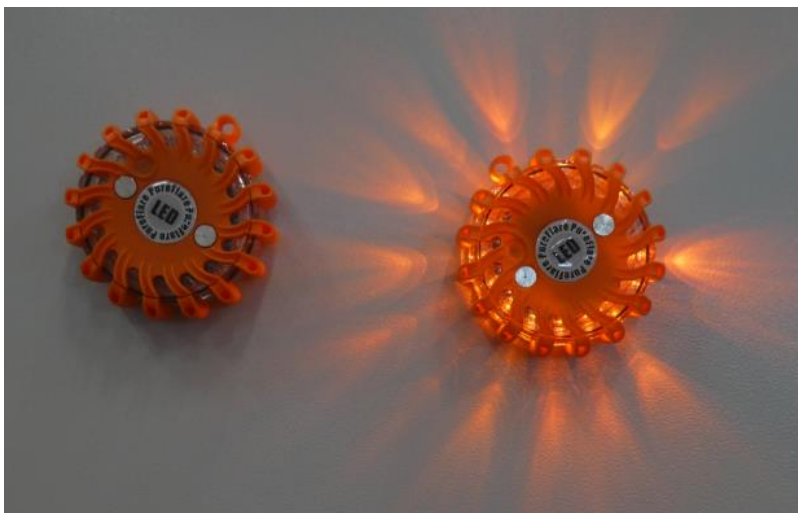
Varoitusvaloiksi riittänee kolme punaista valoa, koska toimitaan enintään 1 kV nimellisjännitteellä. Ei tarvita vihreitä valoja ilmaisemaan käyttötilannetta. VEOI-la on myös magneettikiinnikkeillä varustettuja akkukäyttöisiä varoitusvaloja, jotka voidaan tarvittaessa kiinnittää keskukseseen.

Keskuksen päällä oleva punainen valo palaa yhtäjaksoisesti, kun keskus on kytetty jännitteiseksi. Oven ulkopuolella on fyysisesti samanlainen punainen valo sillä erotuksella, että valo välkkyi 1 Hz taajuudella. Tällainen varoitusvalo on kuvassa 11.



**Kuva 11.** Varoitusvalo oven ulkopuolella.

Tarkastamoissa käytetään myös magneetilla kiinnitettäviä ja siirrettäviä varoitusvaloja, joita kiinnitetään testattavaan keskukseen silloin, kun kojeisto on jännitteinen tai tehdään jännitetestiä. Osa näistä varoitusvaloista on akkukäyttöisiä ja osa on kaapelilla yhdistetty keskuksen johonkin tiettyyn syöttöön. Kuvassa 12 on akkukäyttöisiä varoitusvaloja ja kuvassa 13 kaapelilla yhdistettyjä liikuteltavia varoitusvaloja.



**Kuva 12.** Magneeteilla kiinnitettävät akkukäyttöiset varoitusvalot.



**Kuva 13.** Kaapelilla keskuksen liitetty, siirrettävä varoitusvalo.

## 7.6 Hätäpysäytys

Standardissa SFS-EN 50191 on hätäpysäytyksen osalta viitattu standardiin SFS-EN ISO 13850, josta edelleen viitattu standardiin SFS 6000-5-53. Käytännössä hätäpysäytystoiminnon on tarkoitus toimia siten, kun mihin tahansa tarkastamon yhteydessä olevaan hätäseispainikkeeseen vaikutetaan ihmisen toimesta, katkeaa tarkastamon keskuksen ohjauspiiristä syöttö tarkastamon pääkontaktorille. Kuvas-  
sa 14 on standardin mukainen hätäpysäytyslaite.

Syöttö jää ainoastaan niille pistorasioille, jotka on tarkoitettu tietokonetta ja sen apulaitteita varten. Nämä pistorasiat on erikseen merkitty, kuten standardissa SFS-EN 50191 ohjeistetaan.

Ohjauspiiri avaa myös ovien magneettilukituksen, jotta mahdollinen apu pääsee tarkastamoalueelle.

Hätäpysäytys laitteeseen vaikuttamisen jälkeen jännitteet eivät saa palautua hätäseislaitteen lukituksen avaamisen jälkeen. Tämän jälkeen pitää vielä keskukselta käydä painamassa kuittauspainiketta. Tämän jälkeen jännitteet eivät saa automaattisesti tulla päälle, vaan nyt ne ovat valmiita uudelleenkytkentätilanteessa.



**Kuva 14.** Standardin mukainen hätäpysäytyslaite, punainen painike keltaisella pohjalla.

## 7.7 Valaistus

Vanhassa tarkastamossa oleva valaistus on todettu hyväksi ja ne toteutetaan myös samalla tavalla uudessa tarkastamossa. Tarkastamon yli pituussuunnassa noin aitojen yläreunan korkeudella asennetaan valaisinkisko. Kiskon molemmin puolin asennetaan valaisimia noin 45 asteen kulmassa.

## 7.8 Lattia

Kojeet ja testaja ovat eri pinnoilla. Testattava kojeisto on puisen kuljetuslavan päällä, kuten kuvassa 15. Tarkastaja taas on korotetun lattian päällä. Molemmat tasot ovat kuitenkin tehtaan lattian päällä.



**Kuva 15.** Tehtaan lattialla oleva kojeisto kuljetuslavan päällä kojeisto.

Vikasuojauksen täydentämiseksi on lattioiden ja työpöytien kosketeltavien pintojen resistanssin on oltava vähintään

- 50 k $\Omega$  enintään 500 V nimellisjännitteellä.
- 100 k $\Omega$  kun nimellisjännite on yli 500 V ja enintään 1000V vaihtojännitettä tai 1500V tasajännitettä.

Eristävyys testataan tarvittaessa standardin SFS 6000-6 liitteen 6B mukaisesti (Tässä päättötyössä liitteenä 6B)

## 7.9 Lattialuukut

Kaksoislattialle suunniteltuja standardin EN50085-2-2 mukaisia lattialuukkuja löytyy valmiita malleja muun muassa OBO Bettermanilta, kuten kuvassa 16, ja ELVOLta. Kotelon sisältöä voidaan muokata halutunlaiseksi.



**Kuva 16.** OBO bettermanin tuotekuvaston yksi lattialuukun malli.

## 7.10 Maadoitukset.

Tarkastamon seinät, jotka ovat metallisia, mutta maalattua verkkoaitaa on maadoitettu. Maadoitus tehdään 16 mm<sup>2</sup> kuparijohtimella yhdistämällä metalliset osat keskuksen potentiaalin tasauskiskoon.

Korotetun lattian runko on maalattua metallia. Rungon jalkojen ja lattian väliin jää muovikengät. Itse lattian pinta on puuta. Lattiakehikoiden metallisten osien maadoitus tehdään kuten tarkastamon seinienkin maadoitus.

Testattavat kojeistot ovat puisten kuljetuslavojen päällä. Maadoitus testattaville kojeistoille tulee tarkastamon keskukselta lattialuukuille, josta edelleen testattavalle kojeistolle.

## 8 YHTEENVETO

Tehtävänannon alussa oli puhetta ainoastaan VECOS-tarkastamon siirrosta toiseen osaan tehdasta lähemmäksi kyseisen tuotteen valmistusta, jotta tuotteen läpimenoaikaa saataisiin parannettua, mutta myöhemmin tämän tehtävän aikana tehtiin VEOlla päätös laajemmasta layout muutoksesta, jonka seurauksena myös muut tarkastamot siirtyvät samaan osaan tehdasta kuin uusi VECOS-tarkastamo. Tämä puoli tehdasta on huomattavasti hiljaisempi puoli, millä on suuri vaikutus tarkastajien työhön, koska tarkastajat tarvitsevat kuuloaistia, esimerkiksi yleismitarin piippauksen kuulemiseen ja se voi olla hankalaa kovassa taustamelissä tai kuulosuojaimien läpi.

Edelleen VECOS-tarkastamo on erillään muista tarkastamoista, mutta näköetäisyydellä. Tämän takia on käytännöllistä tuoda syöttö VECOS-tarkastamolle muun tarkastamon keskukselta.

Jää nähtäväksi toimivatko VECOS-tarkastamon hätäseislaitteet omana alueena vai yhdistetäänkö ne muiden tarkastamoiden kanssa samaan hätäseispiiriin, kuten vanhat tarkastamot ovat.

Jää myös nähtäväksi mikä akustokärryn lopullinen kohtalo on. Se on teknisesti mahdollista jättää pois ja käyttää muita keinoja, esim. AC/DC-muuntimia. Tosin tämän päättötyön kohdassa 5.1 esitettyjen virtojen suuruus tekee muuntimen käytöstä haasteellista hinnan ja saatavuuden vuoksi.

Lattialuukut pitäisi olla sinänsä helppo osuus, koska luvussa seitsemän mainitut valmistajat valmistavat valmiita luukkulaatikkoja, joihin on mahdollista saada erilaisia kalustusvariaatioita. Luukut on myös helppo asentaa tulevaan korotettuun lattiaan. Samoin on helppo asentaa lattian alle tulevat kourut.

## LÄHTEET

/1/ SFS-EN 50191 Sähköisten testauslaitteistojen asennus ja käyttö. Suomen standardisoimisliito. 2011. (1+44) s.

/2/ SFS 6000-1 Pienjännitesähköasennukset. Osa 1: Peruseriaatteet, yleisten ominaisuuksien määrittely ja määritelmät. Suomen standardisoimisliito. 2017. 56 s.

/3/ SFS 6000-4-41 Pienjännitesähköasennukset. Osa 4-41: Suojausmenetelmät. Suojaus sähköiskuilta. Suomen standardisoimisliito. 2017. 32 s.

/4/ SFS 6000-4-43 Pienjännitesähköasennukset. Osa 4-43: Suojausmenetelmät. Ylivirtasuojaus. Suomen standardisoimisliito. 2017. 27 s.

/5/ SFS 6000-6 Pienjännitesähköasennukset. Osa 6: Tarkastukset. Suomen standardisoimisliito. 2017. 31 s.

/6/ SFS 6000-8-803 Pienjännitesähköasennukset. Osa 8-803: Täydentävät vaatimukset. Sähkölaittekorjaamot ja laboratoriot. Suomen standardisoimisliito. 2017. 9 s.

/7/ SFS 6001 Suurjännitesähköasennukset. Suomen standardisoimisliito. 2018. 155 s.

/8/ SFS 6002 Sähkötyöturvallisuus. Suomen standardisoimisliito. 2015. 69 s.

/9/ SFS-EN ISO 13850 Koneturvallisuus. Häätäpysäytys. Suunnitteluperiaatteet. Suomen standardisoimisliito. 2015. (1+33) s.

/10/ SFS 6000-5-53 Pienjännitesähköasennukset. Osa 5-53: Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Erottaminen, kytkentä ja ohjaus. Suomen standardisoimisliito. 2017. 1(83) s.

/11/ SFS 61439-1 Pienjännitekeskukset. Osa 1: Yleisvaatimukset. Suomen standardisoimisliito. 2013. 1(1+254) s.

/12/ SFS 61439-2 Pienjännitekeskukset. Osa 2: Ammattikäyttöön tarkoitetut kojeistot. Suomen standardisoimisliito. 2013. 1(1+51) s.

/13/ VEO Annual report 2018. 2018 19 s.

/14/ VEO VEBA 5000 esite. 2009. 6 s.

/15/ <https://op.europa.eu/fi> (6.3.2020)

/16/ SFS-EN 50085-1 Sähköasennusten johtokanavajärjestelmät. Osa 1: Yleiset vaatimukset. Suomen standardisoimisliito. 2006. 1(1+39) s.

/17/ SFS-EN 50085-2 Sähköasennusten johtokanavajärjestelmät. Osa 2-2: Lattian alle, lattian sisään tai lattian alle asennettavat johtokanavajärjestelmät. Suomen standardisoimisliito. 2010. 1(1+59) s.

# LIITTEET

## Liite 1.

### Taulukko A1. Standardin SFS-EN 50191 taulukko A1

#### A.1 Sallitut kehon läpi kulkevat virrat ja kosketusjännitteet

Taulukossa A1 ovat viitearvot kehon lävitse kulkevaksi sallituille sinimuotoisille virroille ja sallituille kosketusjännitteille yli 500 Hz taajuuksilla. Nämä arvot on katsottu jatkuvasti altistettuinakin vaarattomiksi. Jos varmistutaan, että näitä arvoja ei ylitetä, tämän standardin mukaisia toimenpiteitä ei vaadita (kohta 1.2 c)). Tämän taulukon sallitut arvot ovat suurimmat sallitut arvot normaaleissa ja kuivissa olosuhteissa.

**Taulukko A.1 Viitearvot kehon lävitse kulkevaksi sallituille sinimuotoisille virroille ja sallituille kosketusjännitteille yli 500 Hz taajuuksilla**

Taajuus $f$	Sallittu kehon kautta kulkeva virta mA	Sallittu kosketusjännite V
$500 \text{ Hz} \leq f \leq 2 \text{ kHz}$	$1,75 \cdot (f / \text{kHz}) + 3,3$	25
$2 \text{ kHz} \leq f \leq 3,8 \text{ kHz}$	$1,4 \cdot (f / \text{kHz}) + 4,2$	25
$3,8 \text{ kHz} \leq f \leq 12 \text{ kHz}$	$1,4 \cdot (f / \text{kHz}) + 4,2$	$1,05 \cdot (f / \text{kHz}) + 20,5$
$12 \text{ kHz} \leq f \leq 28 \text{ kHz}$	$1,75 \cdot (f / \text{kHz})$	$1,05 \cdot (f / \text{kHz}) + 20,5$
$28 \text{ kHz} \leq f \leq 100 \text{ kHz}$	50	$1,05 \cdot (f / \text{kHz}) + 20,5$
$100 \text{ kHz} \leq f \leq 1 \text{ MHz}$	50	125

## Liite 2.

Taulukko A2. Standardin SFS-EN 50191 taulukko A2

Testausjännite vaihtosähköllä 50/60 Hz (tehollisarvo)		Salamajännite 1,2/50 $\mu$ s (huippuarvo)		Kytkeytyljännite 250/2 500 $\mu$ s (huippuarvo)	
$U_k$ V	$s^a$ mm	$U$ kV	$s$ mm	$U$ kV	$s$ mm
$\leq 1$	ei kosketusta	20	100	500	2 000
3	20	40	175	600	2 600
5	30	60	250	700	3 300
6	35	80	325	800	4 100
10	60	100	400	900	4 900
15	85	150	550	1 000	5 800
20	115	200	700	1 100	8 800
25	140	250	850	1 200	7 800
30	170	300	1 000	1 300	8 900
35	195	350	1 100	1 400	10 000
40	225	400	1 200	1 500	11 200
45	250	450	1 300	1 600	12 500
50	280	500	1 400		
55	305	600	1 650		
60	335	700	1 950		
70	390	800	2 200		
80	450	900	2 450		
90	510	1 000	2 700		
100	560	1 100	2 950		
110	620	1 200	3 250		
130	740	1 300	3 500		
150	860	1 400	3 750		
170	980	1 500	4 000		
190	1 100				
210	1 240				
220	1 300				
260	1 550				
300	1 850				
340	2 150				
380	2 450				
420	2 750				
460	3 100				
500	3 500				
600	4 500				
700	5 600				
800	6 900				
900	8 300				
1 000	9 900				

Välisarvot saadaan interpoloimalla. Suurimpia määrättyjä arvoja korkeampia arvoja ei kuitenkaan saa ekstrapoloida ylöspäin.

Tasasähkötestausjännitteillä enintään 1000 V saakka etäisyyden  $s$  on täytettävä salamajännitesarakkeen arvot. Taulukko ei ole käyttökelpoinen suuritaajuisille jännitteille eikä muille kuin taulukossa määrättyille jännitteille.

<sup>a</sup>  $s$  on etäisyys ilmassa jännitteistä oस्ता.

### Liite 3.

#### Taulukko A3. Standardin SFS-EN 50191 taulukko A3

Taulukko A.3 Vaakasuora etäisyys suojuksen ja kielletyn alueen välillä suhteessa suojuksen korkeuteen ja vaarakohteen etäisyyteen lattiasta

Vaarakohdan etäisyys lattiasta mm	Suojuksen (suojuksen) yläreunan etäisyys b mm							
	1 000	1 200	1 400	1 600	1 800	2 000	2 200	2 400
Vaakasuora etäisyys c suojuksen (suojuksen) ja vaarakohdan välillä mm								
2 400	100	100	100	100	100	100	100	100
2 200	600	600	500	500	400	350	250	
2 000	1 100	900	700	600	500	350		
1 800	1 100	1 000	900	900	600			
1 600	1 300	1 000	900	900	500			
1 400	1 300	1 000	900	800	100			
1 200	1 400	1 000	900	500				
1 000	1 400	1 000	900	300				
800	1 300	900	600					
600	1 200	500						
400	1 200	300						
200	1 100	200						

Alle 1000 mm arvoja yläreunan etäisyydelle b ei määritellä, koska ne eivät lyhennä käden ulottuvuutta ja koska lisäksi voisi esiintyä vaara putoamisesta testausalueelle.

Suojukset esim. köydet, ketjut tai puomit pitää kiinnittää 1000 mm ja 1400 mm väliselle korkeudelle lattiasta. Minimikorkeus lattiasta (riippuma) ei saa pudota alle 800 mm.



#### Merkinnät

- a Vaarakohdan korkeus lattiasta (vaarakohta on se kohta kielletyn alueen rajalla, johon on lyhin etäisyys suojuksen reunasta)
- b Suojuksen reunan korkeus
- c Vaakasuora etäisyys suojuksen reunan ja vaarakohdan välillä

Kuva A.1 Taulukossa A.3 annettujen mittojen selvennys

## Liite 4.

### Taulukko A4. Standardi SFS-EN 50191 taulukko A4

Taulukko A.4 Pienin etäisyys suojuksessa olevan aukon ja kielletyn alueen välillä suhteessa aukon suuruuteen

Aukon suuruus (halkaisija tai sivun pituus) mm	Pienin etäisyys kielletystä alueesta mm		
	rako	neliö	pyöreä
yli 4 - 6	10	5	5
yli 6 - 8	20	15	5
yli 8 - 10	80	25	20
yli 10 - 12	100	80	80
yli 12 - 20	120	120	120
yli 20 - 30	850	120	120
yli 30 - 40	850	200	120
yli 40 - 120	850	850	850

## Liite B (opastava) Kiellettyä aluetta ja testausaluetta kuvaava sovellutusesimerkki

Kiellettyä aluetta ja testausaluetta havainnollistaa kuva B.1, joka näyttää esimerkin testauslaboratoriosta.

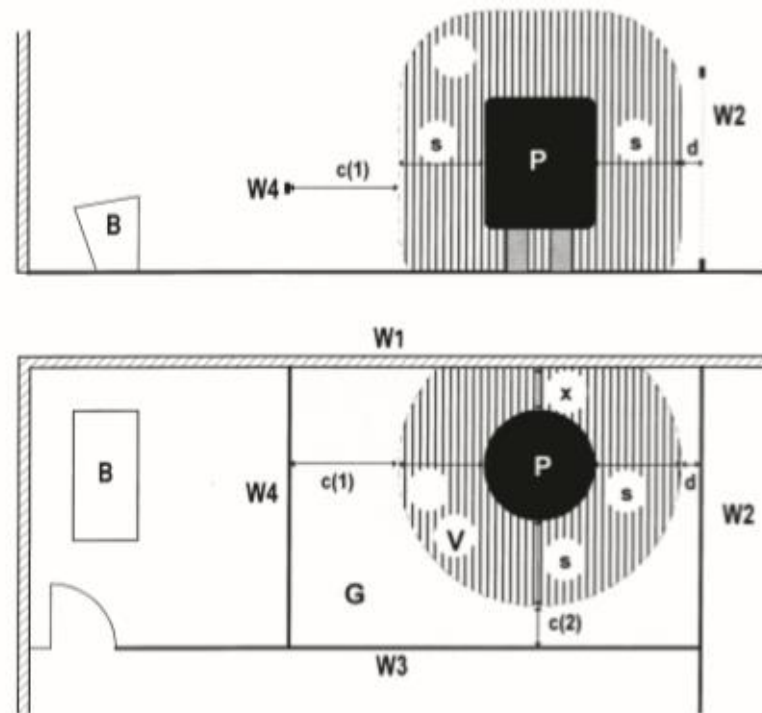
Testausalue on suljettu suojuksilla W1, W2, W3 ja W4. Etäisyydet c ja d testausalueen ja kielletyn alueen V rajojen välillä on valittava varmistamaan, että henkilöitä estetään ulottumasta kielletylle alueelle suojusten ulkopuolelta. Kokonaisetäisyys testausalueen ja testauskohteen välillä riippuu taulukossa A.2 esitetystä arvoista ja lisäliikkumavarasta, joka liittyy taulukkojen A.3 ja A.4 mukaiseen ergonomiaan.

Etäisyys x testauskohteen ja kiinteän suojuksen (esim. kiinteä seinä) välillä voi olla pienempi kuin taulukossa A.2 määrätty etäisyys s. Sen on kuitenkin oltava suurempi kuin kyseisessä paikassa arvioitu ylilyöntietäisyys. Elleivät kokemusperäiset arvot ole soveliaita, suositellaan vaihtosähkö-testausjännitteillä valitsemaan etäisyys x suuremmaksi kuin  $s/2$  taulukon A.2 mukaisesti. Jännitteen ylilyöntitapauksessa kiinteään seinään olisi varottava, ettei sähkömagneettisen jännitteen muodostumisesta aiheudu vahinkoa.

Taulukossa A.2 annetut etäisyysarvot vaihtosähköllä jännitealueelle yli 1 kV enintään 1000 kV perustuvat fysikaalisiin tosiasioihin ottaen huomioon erään teknisen laitoksen julkaisemat laajat tiedot. Arvoja on kasvatettu lisäturvallisuusrajalla niin, että voidaan taata riittävä turvallisuus. Huomioon on otettu jopa mittausepävarmuudet ja epäedullinen ilman tiheys.

Salamaylijännitteille 1,2/50 annetut etäisyysarvot on luokiteltu riittävästi niin, että tämä sarja arvoja mahdollistaa tasasähköalueen kattamisen 1000 kV saakka. Väliltä 20 kV – 1500 kV valittu alue kattaa kaikki syöksyjännitearvot 400 kV saakka EN/IEC 60071 mukaisesti.

Taulukossa A.2 annetut kielletyn alueen rajojen etäisyysarvot ovat sopivia vain suurimpaan määrättyyn jännitteen aallonmuotoon saakka. Nämä etäisyysarvot eivät mahdollisesti sovi muille jännitteille (esim. suuritaajuiset jännitteet, erilaiset kytkentäylijännitteet, tasa- ja vaihtojännitteet, joihin on kerrostunut suuria taajuuksia).



#### Merkinnät

P Testauskohde, tässä jännitteisen kohteen ympärillä 2 200 mm korkea

V Kielletty alue

G Testialue

B Käyttöpöytä

W Testialueen erottavat suojaukset:

W1 Kiinteä seinä, korkeus = sisäkorkeus

W2 Verkkoaita, korkeus 2 400 mm

W3 verkkoaita, korkeus 1 800 mm

W4 Suojus, rakenteeltaan puomi, nauha, ketju tai köysi, korkeus 1000 mm

s Taulukon A.2 mukainen etäisyys

c Taulukon A.3 mukainen vaakasuora etäisyys

d Taulukon A.4 mukainen etäisyys

x Etäisyys > ylilyöntietäisyys ( $= s/2$ )

Numeerinen esimerkki:

Etäisyydet vaihtosähkötestausjännitteellä 50 Hz, 190 kV maata vasten:  $s = 1\,100$  mm,  $c(1) = 1\,400$  mm,  $c(2) = 600$  mm, silmäkoko 40 mm,  $d = 200$  mm,  $x =$  esim. 600 mm

## Liite 5.

### Liite 41A (velvoittava) Perussuojauksen menetelmät

**HUOM.** Perussuojauksen menetelmät saavat aikaan suojauksen normaalissa tilanteessa ja niitä sovelletaan määritellyissä tapauksissa osana valittua suojausmenetelmää.

#### 41A.1 Jännitteisten osien peruseristys

**HUOM.** Eristyksen tarkoitus on estää jännitteisten osien koskettaminen.

Jännitteiset osat on kokonaan peitettävä eristyksellä, joka voidaan poistaa vain rikkomalla.

Laitteiden eristyksen on täytettävä kyseistä sähkölaitetta koskevan standardin vaatimukset.

#### 41A.2 Suojukset ja kotelointi

**HUOM.** Suojuksien ja koteloinnin on tarkoitus estää jännitteisten osien koskettaminen.

**41A.2.1** Jännitteisten osien on oltava vähintään kotelointiluokan IP2X tai IPXXB mukaisen suojauksen antavan kotelon sisällä tai suojuksen takana. Alhaisempi kotelointiluokka sallitaan, kun osia vaihdettaessa esiintyy suurempia aukkoja, esim. tietyissä lampunpitimissä, pistorasioissa ja varokkeissa tai tarvitaan suurempia aukkoja sähkölaitteen toiminnan vuoksi. Tällöin on

- ryhdyttävä sopiviin varotoimiin, joilla estetään ihmisiä tai kotieläimiä tahattomasti koskettamasta jännitteisiä osia
- varmistettava, niin pitkälle kuin on käytännöllistä, että ihmiset tietävät jännitteisten osien olevan kosketeltavissa aukon kautta eikä niitä tulisi koskettaa tahallisesti
- aukon pitää olla niin pieni kuin tarvitaan oikeaa toimintaa ja osien vaihtamista varten.

**41A.2.2** Helposti kosketeltavien suojuksien ja koteloiden vaakasuorien yläpintojen pitää muodostaa vähintään kotelointiluokan IP4X tai IPXXD mukainen suojaus. Vaatimus ei koske laitestandardien mukaisia laitteita.

**41A.2.3** Suojukset ja kotelot on kiinnitettävä lujasti paikoilleen ja niiden on oltava riittävän tukevia ja kestäviä, jotta vaadittu kotelointiluokka ja määrätty etäisyys jännitteisiin osiin normaaleissa käyttöolosuhteissa säilyy ottaen huomioon ulkoisten tekijöiden vaikutukset.

**41A.2.4** Kun on tarpeen poistaa suojuksia tai avata kotelointia tai poistaa kotelon osia, se saa olla mahdollista ainoastaan

- käyttämällä avainta tai työkalua, tai
- sen jälkeen, kun syöttö suojuksella tai kotelolla suojattuihin jännitteisiin osiin on katkaistu, ja syötön jälleenkytkeminen on mahdollista vasta kun suojaus tai kotelo on asetettu takaisin paikoilleen, tai
- kun on olemassa vain avaimella tai työkalulla poistettavissa oleva välisuojaus, joka estää jännitteisten osien koskettamisen antamalla vähintään kotelointiluokan IP2X tai IPXXB mukaisen suojan.

**41A.2.5** Jos suojuksen taakse tai kotelon sisälle on asennettu laitteita, joissa voi erottamisen jälkeen olla vaarallisia varauksia (kondensaattorit jne.), pitää olla varoituskilpi. Valokaaren sammuttamiseen, releiden toiminnan viivästyttämiseen jne. tarkoitettuja pieniä kondensaattoreita, ei pidetä vaarallisina.

**HUOM.** Tahatonta koskettamista ei pidetä vaarallisena, jos staattisesta varauksesta johtuva jännite laskee alle 120 V:iin tasajännitettä 5 sekunnissa syötöstä irtikytkemisen jälkeen.

## Liite 6.

### Liite 41B (velvoittava) Esteet ja sijoittaminen kosketusetäisyyden ulkopuolelle

#### 41B.1 Soveltaminen

Suojausmenetelmät esteiden käyttö ja sijoittaminen kosketusetäisyyden ulkopuolelle saa aikaan vain perussuojauksen. Ne on tarkoitettu sovellettavaksi asennuksissa joissa on tai ei ole vikasuojauksia, ja joita valvovat ammattihenkilöt tai opastetut henkilöt.

Vaatimukset valvonnalle, jota käytetään [liitteen 41B](#) mukaisissa suojaustavoissa, on annettu [kohdassa 410.3.5](#).

**(FI)** Tämän liitteen mukaisia suojausmenetelmiä saa Suomessa käyttää valtioneuvoston asetuksen sähkölaitteistoista (1434/2016) mukaisesti vain erityistilanteissa. **(FI)**

#### 41B.2 Esteiden käyttö

HUOM. Esteiden käytöllä on tarkoitus estää jännitteisten osien tahaton koskettaminen, mutta ei tahallista koskettamista este harkitusti kiertämällä.

##### 41B.2.1 Esteen on estettävä

- tahaton ylettyminen jännitteisiin osiin, ja
- paljaiden jännitteisten osien tahaton koskettaminen laitteen ollessa normaalissa käytössä.

41B.2.2 Esteet voivat olla poistettavissa paikaltaan ilman avainta tai työkalua, mutta ne on kiinnitettävä paikalleen siten, ettei niitä voi tahattomasti poistaa.

#### 41B.3 Sijoittaminen kosketusetäisyyden ulkopuolelle

HUOM. Sijoittaminen kosketusetäisyyden ulkopuolelle on tarkoitettu estämään ainoastaan jännitteisten osien tahaton koskettaminen.

41B.3.1 Samanaikaisesti kosketeltavat eri potentiaalissa olevat osat eivät saa olla kosketusetäisyydellä toisistaan.

HUOM. Kahden osan katsotaan olevan kosketusetäisyydellä toisistaan, jos ne ovat enintään 2,50 m etäisyydellä toisistaan (ks. [kuva 41E.1](#)).

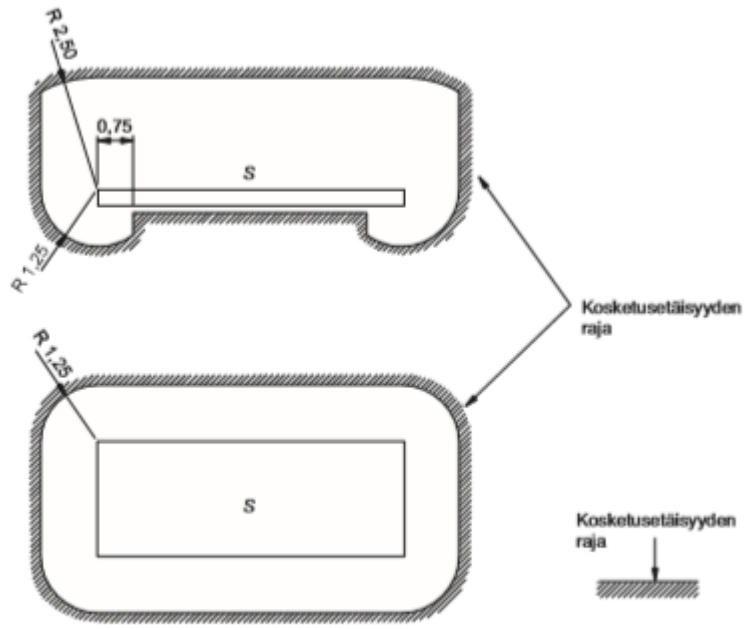
41B.3.2 Jos normaalisti oleskeltava alue on rajoitettu vaakatasossa esteellä (esim. kaiteella tai verkkoaidalla), joka antaa kotelointiluokkaa IPXXB tai IP2X pienemmän suojan, kosketusetäisyys mitataan tästä esteestä. Suunnassa ylöspäin kosketusetäisyys on 2,5 m tasosta S ottamatta huomioon mitään välissä olevaa estettä, joka antaa kotelointiluokkaa IPXXB tai IP2X pienemmän suojauksen.

HUOM. Kosketusetäisyyden mitta määritellään kosketuksena suoraan paljain käsin ilman apuvälineitä (esim. työkaluja tai tikkaita).

41B.3.3 Paikoissa, joissa tavallisesti käsitellään tilaa vieviä tai pitkiä johtavia esineitä, on kohdissa 412.4.1 ja 412.4.2 vaadittuihin etäisyyksiin lisättävä näiden esineiden mitat.

Etäisyydet metreinä

Etäisyydet metreinä



S Taso, jonka päällä ihmisten oletetaan oleskelevan

REC 42201

**Kuva 41B.1** Kosketusetäisyyden määrittelemä alue

## Liite 7.

### Liite X (kansallinen velvoittava) Henkilöstöä ja sähkötöiden turvallisuuden organisointia koskevat vaatimukset

#### X.1 Yleiset vaatimukset

##### X.1.1 Säädösten vaatimukset

Kaikissa töissä pitää noudattaa työturvallisuuslakia ja sen perusteella annettuja säädöksiä. Sähköalan töissä pitää lisäksi noudattaa sähkötyöturvallisuutta koskevia säädöksiä, joita on annettu sähköturvallisuuslainsäädännössä.

Suomalaisten säädösten noudattaminen on ensisijaista ja sen takia tässä käsitellään sähkötyöturvallisuuden valvontaa ensisijaisesti säädösten ja toissijaisesti eurooppalaisen standardin kannalta.

Standardissa käytetyt tehtävänimikkeet poikkeavat suomalaisessa lainsäädännössä käytetyistä nimikkeistä. Eroavuuksia ja nimikkeiden soveltamista on selvitetty standarditekstin opastavissa tiedoissa sekä tässä liitteessä.

Yleisiä vaatimuksia työturvallisuudesta ja henkilöiden vastuista on annettu mm. seuraavissa Suomessa vuonna 2014 voimassa olevissa säädöksissä:

- työturvallisuuslaki (738/2002)
- työsopimuslaki (55/2001)
- valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta (205/2009)
- Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta (403/2008)
- Sosiaali- ja terveysministeriön asetus nuorille työntekijöille vaarallisten töiden esimerkkiluettelosta (188/2012)
- valtioneuvoston asetus räjähdyskelpoisten ilmaseosten työntekijöille aiheuttaman vaaran torjunnasta (576/2003).

Erityisesti sähköalan töiden turvallisuutta koskevia vaatimuksia on annettu seuraavissa säädöksissä:

- sähköturvallisuuslaki (410/1996)
- sähköturvallisuusasetus (498/1996)
- kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähköalan töistä (516/1996).

Edellä olevassa luettelossa säädöksistä on ilmoitettu vain alkuperäinen säädösnumero. Useimpia säädöksiä on myöhemmin muutettu ja myös muutokset on otettava huomioon. Sähköturvallisuutta koskevien säädösten muuttaminen on valmisteilla tätä standardia tehtäessä ja säädösten nimet ja säädösnumerot muuttuvat. Säädökset ovat sitovia ja voimassa olevat säädökset on otettava huomioon, kun sovelletaan tätä standardia.

##### X.1.2 Standardin vaatimusten soveltaminen

Tämä liite käsittelee sähköalan töiden organisointia koskevia vaatimuksia tilanteissa, joissa töitä tehdään ammattimaisesti sähkötöiden johtajan tai käytön johtajan alaisuudessa.

Standardin lukujen 5–7 vaatimuksia noudatetaan myös seuraavissa tapauksissa, joissa ei tarvita sähkötöiden johtajaa tai käytön johtajaa:

- yksittäinen työhön opastettu tai perehtynyt henkilö tekee sellaisia sähköalan töitä, joissa ei vaadita määriteltyä ammattitaitoa
- ammattihenkilö tekee säädösten sallimissa tilanteissa sähkötöitä omassa tai lähisukulaisensa sähkölaitteistossa
- ammattihenkilö, jolla on pätevyystodistus, tekee säädösten sallimia kertaluonteisia töitä
- ammattihenkilö sähkölaitteistojen turvallisuuden varmistamiseen liittyviä tarkastuksia tai testauksia.

Standardin mukaisia menettelyjä noudatetaan myös sähkölaitteiden rakentamiseen liittyvissä töissä esim. testauksissa, joissa voi esiintyä sähköiskun vaara.

## X.2 Sähkötöiden johtajan tehtävät

Sähkölaitteiston rakentajan (toiminnanharjoittajan) on nimettävä sähkötöitä varten sähkötöiden johtaja.

Sähkötöissä sähkötöiden johtaja huolehtii siitä, että

- 1) sähkötöissä noudatetaan sähköturvallisuuslakia sekä sen nojalla annettuja säädöksiä ja määräyksiä
- 2) sähkölaitteet ja -laitteistot ovat sähköturvallisuuslaissa sekä sen nojalla annetuissa säädöksissä ja määräyksissä edellytetyssä kunnossa ennen käyttöönottoa tai toiselle luovuttamista sekä
- 3) sähkötöitä tekevät henkilöt ovat ammattitaitoisia ja riittävästi opastetut tehtäviinsä.

Toiminnanharjoittajan on annettava sähkötöiden johtajalle riittävät mahdollisuudet johtaa ja valvoa sähkötöitä.

Sähkötöiden johtajan on huolehdittava siitä, että sähkötyössä noudatetaan standardin ohjeita tai sähkötyöturvallisuusvaatimusten noudattamisesta huolehditaan muulla tavalla.

Sähkötöiden johtaja voi tehdä sähkötyöturvallisuuteen liittyviä tehtäviä itse tai käyttää töissä kyseisiin töihin riittävän ammattitaitoisia ja/tai opastettuja henkilöitä.

Sähkötöiden johtajalla on kokonaisvastuu sähkötöiden tekemisestä ja sähköturvallisuuden varmistamisesta. Vastuu koskee myös tilanteita, joissa sähkötöiden tekijän välitön esimies on muu kuin sähköalan ammattihenkilö.

Standardin perustekstissä on käytetty nimikettä **työsuorituksesta vastaava henkilö**, jonka tehtävät vastaavat monilta osin suomalaisen lainsäädännön mukaisen **työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojan** tehtäviä.

## X.3 Sähkölaitteiston haltijan ja käytönjohtajan tehtävät

Suomalaisen lainsäädännön mukaan sähkölaitteiston haltija vastaa sähkölaitteiston turvallisuudesta ja sen turvallisesta käytöstä. Sähkölaitteiston haltija ei yleensä ole sähköalan ammattihenkilö, mutta hän voi huolehtia vastuustaan teettämällä ammattitaitoa vaativat sähkötyöt alan ammattihenkilöillä.

Lainsäädännön mukaan tietyn tyyppisille isoille ja vaativille sähkölaitteistoille on sähkölaitteiston haltijan erikseen nimettävä määrätyn pätevyyden omaava käytön johtaja.

Sähkölaitteiston käyttötöissä käytön johtaja huolehtii siitä, että sähkötöissä ja sähkölaitteiston käytössä ja huollossa noudatetaan sähköturvallisuuslakia ja sen nojalla annettuja säädöksiä ja määräyksiä ja käyttötöitä tekevät henkilöt ovat ammattitaitoisia ja riittävästi opastetut tehtäviinsä.

Sähkölaitteiston haltijan on annettava käytön johtajalle riittävät mahdollisuudet johtaa ja valvoa sähkötöitä ja käyttötöitä.

Käytön johtajan on huolehdittava siitä, että käyttötöissä noudatetaan standardin ohjeita tai sähkötyöturvallisuusvaatimusten noudattamisesta huolehditaan muulla tavalla. Käytön johtaja voi hoitaa sähkötyöturvallisuuteen liittyviä tehtäviä itse tai huolehtia siitä, että on olemassa järjestelmä, jonka mukaan toimittuna vaatimukset täyttyvät.

**Sähkölaitteiston haltija** on yleensä tämän standardin tarkoittama **sähkölaitteiston vastuuhenkilö**.

Sähkölaitteistolle säädösten nojalla nimetty **käytön johtaja** on standardissa tarkoitettu **sähkölaitteiston vastuuhenkilö** ja/tai **sähkölaitteiston käyttöä valvova henkilö**, jollei hän ole erikseen nimennyt toista ammattitaitoista henkilöä huolehtimaan käyttöä valvovalle henkilölle kuuluvista tehtävistä.

**Sähkölaitteiston käytön johtaja** nimeää erikseen esimerkiksi verkkoyhtiöiden tai voimalaitosten valvomoiden laitteistojen käyttötoimintaa hoitavat henkilöt **sähkölaitteiston käyttöä valvoviksi henkilöiksi**.

Erityinen valvova henkilö voidaan tarvita myös silloin, kun sähkölaitteiston alueella on samaan aikaan useita sähkötöitä tekeviä työryhmiä tai itsenäisiä töitä suorittavia työntekijöitä. Tällöin voi olla tarpeen, että käytön johtaja tai sähkölaitteiston haltija nimeää erikseen henkilön koordinoimaan työn tekemistä kohdan 4.3.1. mukaisesti.

Jos käyttöä valvovaa henkilöä ei ole nimetty, **sähkötöiden johtaja** tai hänen nimeämänsä **työnaikaisen sähköturvallisuuden valvoja** (ks. kohta X.6) voi tehdä myös standardissa mainitut sähkölaitteiston käyttöä valvovan henkilön tehtävät.

## X.4 Sähköalan ammattihenkilö, itsenäisesti sähkötöitä tekevä ja valvova henkilö

Suomessa on voimassa säädökset, joiden nojalla asianmukaisesti töihin opastettu sähköalan ammattihenkilö voidaan katsoa riittävän ammattitaitoiseksi valvomaan ja itsenäisesti tekemään koulutustaan ja työkokemustaan vastaavan alan sähkö- ja käyttötyötä.

Tällaisella henkilöllä pitää olla sopiva sähköalan peruskoulutus ja riittävän laaja-alainen kyseisiin töihin perehdyttävä työkokemus.

Tämän standardin mukaisella **sähköalan ammattihenkilöllä** (ks. 3.2.4) tarkoitetaan tätä säädösten mukaista henkilöä, joka kykenee valvomaan ja itsenäisesti tekemään sähkö- ja käyttötyötä.

## X.5 Sähköalan töihin osallistuvat henkilöt

Kaikkien sähköalan töitä tekevien henkilöiden tulee olla tehtävään ja sen sähköturvallisuutta koskeviin vaatimuksiin perehtynyt tai opastettu. Tämä yleisvaatimus koskee sekä ammattihenkilöitä, opastettuja henkilöitä että maallikoita.

Työharjoittelija tai juuri tutkinnon suorittanut henkilö, jolla on sähköalan koulutusta ja/tai työkokemusta, mutta joka ei vielä täytä itsenäiseen työhön kykenevän ammattihenkilön vaatimuksia, saa sähkötöiden johtajan harkinnan mukaan tehdä sähköalan ammattihenkilön riittävästi valvomana sähkötöitä ja soveltuvia käyttötöitä itsenäisesti.

Säädöksissä määriteltyjä sähköalan töitä, joista voi aiheutua vain vähäistä vaaraa tai häiriötä saa tehdä tehtävään perehtynyt tai opastettu henkilö. Tämän standardin mukaan tällainen henkilö on opastettu henkilö tai maallikko.

Standardin mukaisella **opastetulla henkilöllä** (ks. 3.2.5) tarkoitetaan henkilöä, jolla ei tarvitse olla sähköalan koulutusta tai työkokemusta, mutta jonka sähköalan ammattihenkilö on opastanut tekemään tietyn tyyppisessä laitteistossa määrätyn toimenpiteen esim. sulakkeen vaihdon, suojarieleen kuittauksen tai laitevalmistukseen liittyvän testauksen. Opastaminen pitää tehdä sillä paikalla ja niillä laitteilla tai vastaavissa olosuhteissa, joissa toimenpide on tarkoitus tehdä. Opastuksessa on kerrottava turvallisen toiminnan peruseriaatteen, miksi toimenpide on tehtävä neuvotulla tavalla ja mitä vaaroja ohjeiden noudattamatta jättämiseen liittyy sekä miten pitää toimia poikkeavissa tilanteissa. Opastukseen on sisällyttävä myös riittävä harjoittelu.

## X.6 Työnaikaisen sähköturvallisuuden valvoja

Jokaiseen työkohteeseen, jossa työstä voi aiheutua sähköiskun tai valokaaren vaara, on nimettävä oman alansa **sähkötöitä itsenäisesti tekemään kykenevä henkilö valvomaan työnaikaista sähköturvallisuutta**. Hän voi osallistua työhön tai tehdä sen kokonaisuudessaan itse.

Kohdan 4.3.2 mukaisissa töissä, jotka ammattihenkilö tekee yksin, hänelle kuuluu työnaikainen sähköturvallisuuden valvonta työkohteessa ilman erityistä nimeämistä.

**Sähkötöiden johtaja** tai hänen valtuuttamansa henkilö nimeää työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojan.

Työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojan nimeäminen voidaan tehdä työkohtaisesti tai pysyvällä esim. työtehtävään liittyvällä määräyksellä. Jos työkohteessa on useita henkilöitä, pitää joka tilanteessa olla määriteltä, kenelle työnaikaisen sähköturvallisuuden valvonta kuuluu. Erityisen tärkeä valvonnan määrittely on työkohteissa, joissa samanaikaisesti työskentelee usean työnantajan palveluksessa olevia henkilöitä. Tällöin työnaikaisen sähköturvallisuuden valvonta on määriteltävä yleensä kirjallisesti, katso kohdat 4.3.1 ja 6.2.7. Määrittelyä ei kuitenkaan tarvitse tehdä kirjallisesti, jos työn organisointi ja tehtävät työt ovat riittävän selväpiirteisiä niin, että valvonta voidaan määritellä suullisesti tai ennalta sovitun käytännön mukaisesti.

Sähkölaitteistoa rakennettaessa työnaikaisen sähköturvallisuuden valvoja pitää nimetä viimeistään silloin, kun laitteisto on sellaisessa tilassa, että siihen voidaan kytkeä jännite. Jos laitteistossa voi esiintyä sähköstä aiheutuvaa vaaraa jo aikaisemmassa vaiheessa esim. rakennettaessa ilmajohtoa toisen ilmajohdon lähelle tai rakennettaessa laitteistojen osia, jotka liittyvät olemassa oleviin jännitteisiin laitteistoihin, työnaikaisen sähköturvallisuuden valvoja on nimettävä jo työtä aloitettaessa.

Työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojan on oltava työkohteessa. Hän huolehtii mm. siitä, että noudatetaan esim. kohdan 6.2 mukaisen jännitteettömänä työskentelyn vaatimuksia sekä huolehtii kohdan 6.3 mukaisen jännitetyön ja kohdan 6.4 mukaisen jännitteisten osien lähellä työskentelyn turvallisuuden valvonnasta.

Työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojalta edellytetään muodollisen ammattitaidon lisäksi tietoa ja koke-musta käytettävistä asennusmenetelmistä, -tarvikkeista ja työvälineistä. Tärkeitä ovat myös henkilön asenne turvallisuuteen, luotettavuus, huolellisuus ja vastuuntunto. Olennaista on, että työnaikaisen sähköturvallisuus- den valvoja itse on työkohteessa ja pystyy valvomaan työn turvallisuutta.

Tämän standardin perustekstissä käytetään nimikettä **työsuorituksesta vastaava henkilö**, jolle osoitetut tehtävät usein vastaavat suomalaisissa vaatimuksissa **työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojan** tehtäviä. Suomalaisen käytännön mukaisesti työsuorituksesta vastaavan henkilön tehtäviä voidaan jakaa esim. kirjallisilla pysyväämääräyksillä työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojalle. Tällaisia tehtäviä ovat mm. tavanomaisten sähkötöiden aloittamisesta, keskeyttämisestä ja lopettamisesta päättäminen sekä työkoh- teessa tapahtuva valvonta ja opastus.

Sähköalan töissä, joissa ei tarvita sähkötöiden johtajaa tai käytön johtajaa, esim. sähköalan oppilaitoksissa, sähkölaitteiden valmistukseen liittyvissä testauksissa ja testauslaboratorioissa, työnantaja tai sähkölaitteis- ton haltija nimeää työsuorituksesta vastaavan henkilön. Tämän henkilön pitää olla sähköalan ammattihen- kilö, joka tuntee toimintaan liittyvät vaarat.

## X.7 Työntekijän tehtävät

Työntekijän on työturvallisuuslain 18 § mukaan mm. noudatettava työnantajan ohjeita ja määräyksiä, turval- lisuuden ja terveellisyysedellyttämää järjestystä ja siisteyttä sekä muutoinkin huolellisuutta ja varovai- suutta. Työntekijän on myös kokemuksensa ja ammattitaitonsa mukaisesti huolehdittava käytettävissään olevin keinoin myös muiden työntekijöiden turvallisuudesta.

Jos työstä aiheutuu vakavaa vaaraa työntekijän omalle tai muiden työntekijöiden hengelle tai terveydelle, työntekijällä on työturvallisuuslain 23 § mukaisesti oikeus pidättäytyä tällaisen työn tekemisestä. Työstä pidät- täytymisestä on ilmoitettava työnantajalle tai tämän edustajalle niin pian kuin mahdollista.

Työturvallisuuslain 19 §:n mukaan työntekijällä on velvollisuus ilmoittaa viipymättä työnantajalle tai tämän edustajalle käytössään tai hoidettavanaan olevissa koneissa, laitteissa tai työvälineissä ilmenevistä vioista tai puutteellisuuksista, joista saattaa aiheutua tapaturman tai sairastumisen vaaraa.

## X.8 Sähkötyön tekemistä koskeva opastus

Työturvallisuuslain 14 §:n mukaan **työnantaja** vastaa työntekijälle annettavasta opetuksesta ja ohjauksesta.

**Sähkötöiden johtajan** on huolehdittava, että sähkötöitä tekevät henkilöt ovat ammattitaitoisia ja riittävästi opastetut tehtäviinsä. **Käytön johtajan** on huolehdittava, että käyttötöitä tekevät henkilöt ovat ammattitai- toisia ja riittävästi opastetut tehtäviinsä.

Standardin kohdan 4.2 mukainen koulutusta ja opastusta koskeva vastuu kuuluu suomalaisen lainsäädännön mukaan yleisesti työnantajalle. Sähköalan töiden osalta vastuu kuuluu myös sähkötöiden johtajalle ja käytön johtajalle. Työturvallisuuslain 16 § mukaan työnantaja voi asettaa toisen henkilön edustajanaan (työnantajan sijainen) hoitamaan työnantajan velvollisuudeksi säädettyjä tehtäviä.

## X.9 Sähkötyöturvallisuutta koskeva koulutus

Kaikille sähköalan töitä tekeville henkilöille, mukaan luettuna työnjohto-, käyttö- ja asiantuntijatehtävissä toimivat henkilöt, on annettava sähkötyöturvallisuuskoulutus, joka sisältää vähintään seuraavat asiat:

- sähkön aiheuttamat vaarat ja niiltä suojautuminen
- sähkötyöturvallisuutta koskevien keskeisten säädösten periaatteet, säädösten mukaisten vastuuhenkilöiden tehtävät ja standardin SFS 6002 asema
- standardin SFS 6002 sisältö soveltuvin osin.

Koulutuksen sisällössä pitää ottaa huomioon ne tehtävät, joissa koulutukseen osallistuvat henkilöt toimivat. Esim. suurjännitelaitteistoissa työskenteleville henkilöille suositellaan koulutukseen sisältyvän alalla yleisesti käytössä olevat käyttötoiminnan yhteiset turvallisuusperiaatteet ja sähköajoneuvojen kanssa työskenteleville henkilöille annettavassa koulutuksessa korostetaan tämän standardin liitteen U mukaisia asioita.

Koulutuksen sisältö ja pituus riippuvat koulutettavan henkilön sähköturvallisuutta koskevan tiedon tasosta. Sähköalan peruskoulutuksessa tulee sähkötyöturvallisuutta käsitellä laajasti opinnoissa, ja niiden tulee sisältää myös käytännön harjoituksia. Ammattihenkilöiden koulutus voi olla lyhyempi esim. yhden työpäivän mittainen tai muuten vastaavan laajuinen ja keskittyä varsinkin kertauskursseilla erityisesti havaittuihin ongelmakohtiin ja asenteisiin vaikuttamiseen. Tietojen ymmärtäminen on varmistettava kokeella tai muulla soveliaalla tavalla. Koulutuksesta on annettava todistus tai vastaava dokumentti. Todistus voidaan antaa esimerkiksi korttimuodossa.

Erilliset koulustilaisuudet voidaan korvata dokumentoidulla järjestelmällä, jossa jatkuvasti ylläpidetään henkilöstön sähkötyöturvallisuuden osaamista.

Tietojen pitää jatkuvasti vastata työn vaatimuksia. Jos käytetään määrävälein tapahtuvaa koulutusta, sähkötyöturvallisuuskoulutus uusitaan siten, että koulutusten väli on enintään viisi vuotta. Koulutus suositellaan uusittavaksi lyhyemmällä aikavälillä silloin kun työntekijän tehtävissä, yrityksen työjärjestelyissä tai sähkötyöturvallisuuteen liittyvissä vaatimuksissa tapahtuu olennaisia muutoksia tai on havaittu sähkötyöturvallisuuden tason heikkenemistä. Standardin SFS 6002 on oltava työntekijöiden käytettävissä myös koulutusten välisenä aikana. Työnantajalla pitää olla tiedot työntekijöiden saamasta sähkötyöturvallisuuteen liittyvästä koulutuksesta.

Sähkötyöturvallisuuskoulutuksen lisäksi työntekijöille on tarpeen antaa opastusta erityisesti silloin, kun otetaan käyttöön uusia työmenetelmiä tai tehdään poikkeavia töitä.

Kaikille annettavassa sähkötyöturvallisuuskoulutuksessa on tarpeen käsitellä jännitetöitä koskevia asioita vain niiltä osin kuin tarvitaan jännitetöiden erityisluonteen ymmärtämiseksi. Varsinainen jännitetyön tekemistä koskeva koulutus annetaan erikseen kohdan 6.3.2 ja liitteen Y mukaisesti.

Kun tehdään muita töitä sähkölaitteistoissa tai niiden läheisyydessä esim. siivousta, kuljetuksia, nosto- tai metsätöitä, tulee myös näiden töitten tekijöille antaa soveltuva sähköturvallisuutta koskeva opastus.

## X.10 Ensiapukoulutus

Ensiapuvalmiutta koskeva yleissäädos on työturvallisuuslain 46 §:ssä. Sähköalan töissä on erityisesti huolehdittava ensiapuvalmiudesta sähkön aiheuttamien tapaturmien varalta. Sähkötöitä tehdään usein vaihtuvissa työpaikoissa yksin tai pienessä työryhmässä. Tämän takia kaikille ammattitaitoa vaativiin sähkötöihin osallistuville sähköalan ammattihenkilöille työnjohton ja käytönjohton henkilöt mukaan luettuna sekä näissä töissä avustamaan opastetuille henkilöille pitää antaa ensiapukoulutus, joka käsittää ainakin palovammoihin sekä ruhje- ja viiltohaavoihin annettavan ensiavun sekä puhallus- ja painantaelvytyksen opettamisen ja niitten käytännön harjoittelamisen.

Ensiapuvalmiuksia on tarpeen pitää yllä jatkuvasti. Tämän takia elvytystoimenpiteitä on syytä harjoitella enintään kolmen vuoden väliajoin.

Ensiapuohjeita antavia tauluja on sijoitettava sähkölaitteistorjaamoihin ja sähkölaboratorioihin (ks. SFS 6000-8-803) ja näitä tauluja suositellaan lisäksi sijoitettavaksi kojeistotiloihin ja sähköalan henkilökunnan oleskelutiloihin.

## Liite 8.

### Liite 6B (opastava) Lattioiden tai seinien ja maan tai suojajohtimen välisen eristysresistanssin/impedanssin mittausmenetelmät

#### 6B.1 Yleistä

Eristävän lattian tai seinän impedanssin tai resistanssin mittaaminen pitäisi suorittaa järjestelmän jännitteellä maahan ja nimellistaajuudella tai pienemmällä jännitteellä ja samalla nimellistaajuudella yhdistettynä eristysresistanssin mittaukseen.

**[FI]**

HUOM. Normaaleilla sähköiskun suojausmenetelmillä syötön automaattinen poiskytkentä, kaksoiseristys tai vahvistettu eristys, sähköinen erotus ja pienoisjännitteet SELV ja PELV ei ole erityisiä vaatimuksia lattioiden ja seinien resistansseille, eikä niitä sen takia tarvitse mitata. Käytettäessä suojausmenetelmänä eristävää ympäristöä SFS 6000-4-41 liitteen 41C mukaisesti, pitää lattioiden ja seinien eristysresistanssi kohdan 41C.1.5 mukaan mitata. Eristävän ympäristön käyttö on kuitenkin hankala toteuttaa ja sen takia sen käyttöä ei suositella. **[FI]**

Eristysresistanssin testaus pitäisi tehdä SFS-EN 61557-2 mukaisella mittalaitteella.

Mittaus voidaan tehdä esimerkiksi seuraavien mittausmenetelmien mukaan:

- 1) Vaihtosähköjärjestelmissä
  - mittaamalla alemmalla vaihtojännitteellä (vähintään 25 V) ja lisäksi eristysresistanssitestillä, käyttämällä minimitestijännitettä 500 V (DC) järjestelmille, joitten nimellisjännite on korkeintaan 500 V ja minimitestijännitteellä 1000 V (DC) järjestelmille, jonka nimellisjännite on yli 500 V.

Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää seuraavia jännitelähteitä

- a) mittauspisteessä olevaa maadoitetun järjestelmän jännitettä (vaihejännitettä)
- b) kaksikäsimuuntajan toisiojännitettä
- c) itsenäistä jännitelähdettä, joka toimii järjestelmän nimellistaajuudella.

Kohtien b) ja c) tapauksissa mittausjännite on maadoitettava mittausta varten.

Turvallisuussyistä mittausjännitteen ollessa yli 50 V suurin ulostulovirta pitää rajoittaa arvoon 3,5 mA.

- 2) Tasasähköjärjestelmissä
  - eristystesti minimitestijännitteellä 500 V (DC) järjestelmille, joiden nimellisjännite on korkeintaan 500 V
  - eristystesti minimitestijännitteellä 1000 V (DC) järjestelmille, joiden nimellisjännite on yli 500 V.

#### 6B.2 Testausmenetelmä lattioiden ja seinien impedanssin mittaamiseen vaihtojännitteellä

Virta  $I$  johdetaan jännitelähteen toisiosista tai vaihejohtimesta  $L$  ampeerimittarin kautta testielektrodiin. Elektrodissa oleva jännite  $U_X$  mitataan suojajohdinta vastaan volttimittarilla, jonka sisäinen resistanssi on vähintään  $1M\Omega$ .

Lattian eristyksen impedanssi on silloin:  $Z_X = U_X/I$ .

Impedanssin varmistamiseksi tehdyt mittaukset pitää suorittaa niin monessa satunnaisesti valitussa pisteessä kuin tuntuu tarpeelliselta, kuitenkin vähintään kolmessa pisteessä.

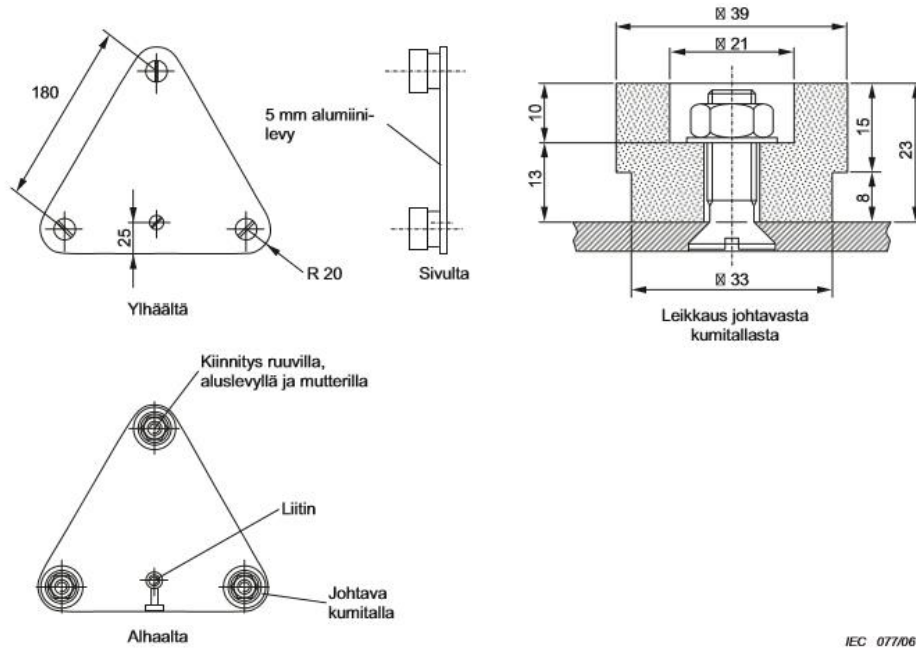
Mittauselektrodina voidaan käyttää jompaakumpaa seuraavista rakenteista. Epäselvissä tapauksissa mittauselektrodi 1 on referenssimenetelmä.

### 6B.3 Mittauselektrodi 1

Mittauselektrodi on esitetty [kuvassa 6B.1](#). Elektrodina on kolmijalkainen metallilevy, jonka alustaa vasten olevat jalat sijaitsevat tasasivuisen kolmion kärkipisteissä. Kussakin jalassa on joustava kumitalla, jolla varmistetaan kuormitetun levyn tiivis kosketus testattavan alustan kanssa alueella, joka on n. 900 mm<sup>2</sup>. Elektrodin resistanssin olisi oltava 5000 Ω.

Testipinnan ja testielektrodin väliin asetetaan neliönmuotoinen sivuiltaan n. 270 mm pitkä vettä imevä paperi tai kangas, joka on kostutettu. Paperista tai kankaasta on poistettu ylimääräinen vesi.

Mitattaessa painetaan kolmijalkaista metallilevyä lattiaa vasten 750 N voimalla ja seinää vasten 250 N voimalla.



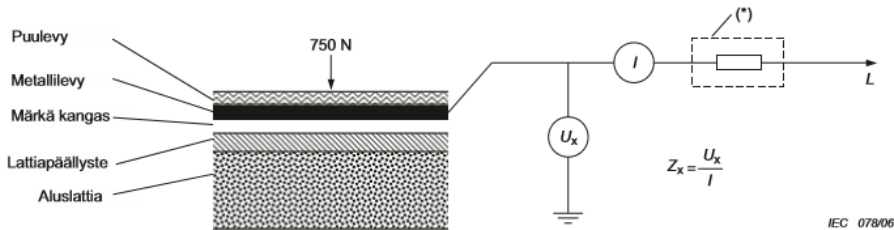
IEC 077/06

Kuva 6B.1 Mittauselektrodi 1

### 6B.4 Mittauselektrodi 2

Mittauselektrodina on neliönmuotoinen metallilevy, jonka sivun pituus on n. 250 mm. Levyn ja mitattavan alustan väliin asetetaan vedellä kostutettu neliönmuotoinen paperi tai kangas, jonka sivun pituus on n. 270 mm. Paperista tai kankaasta on poistettu ylimääräinen vesi.

Resistanssia mitattaessa metallilevyä painetaan lattiaa vasten 750 N ja seinää vasten 250 N voimalla.

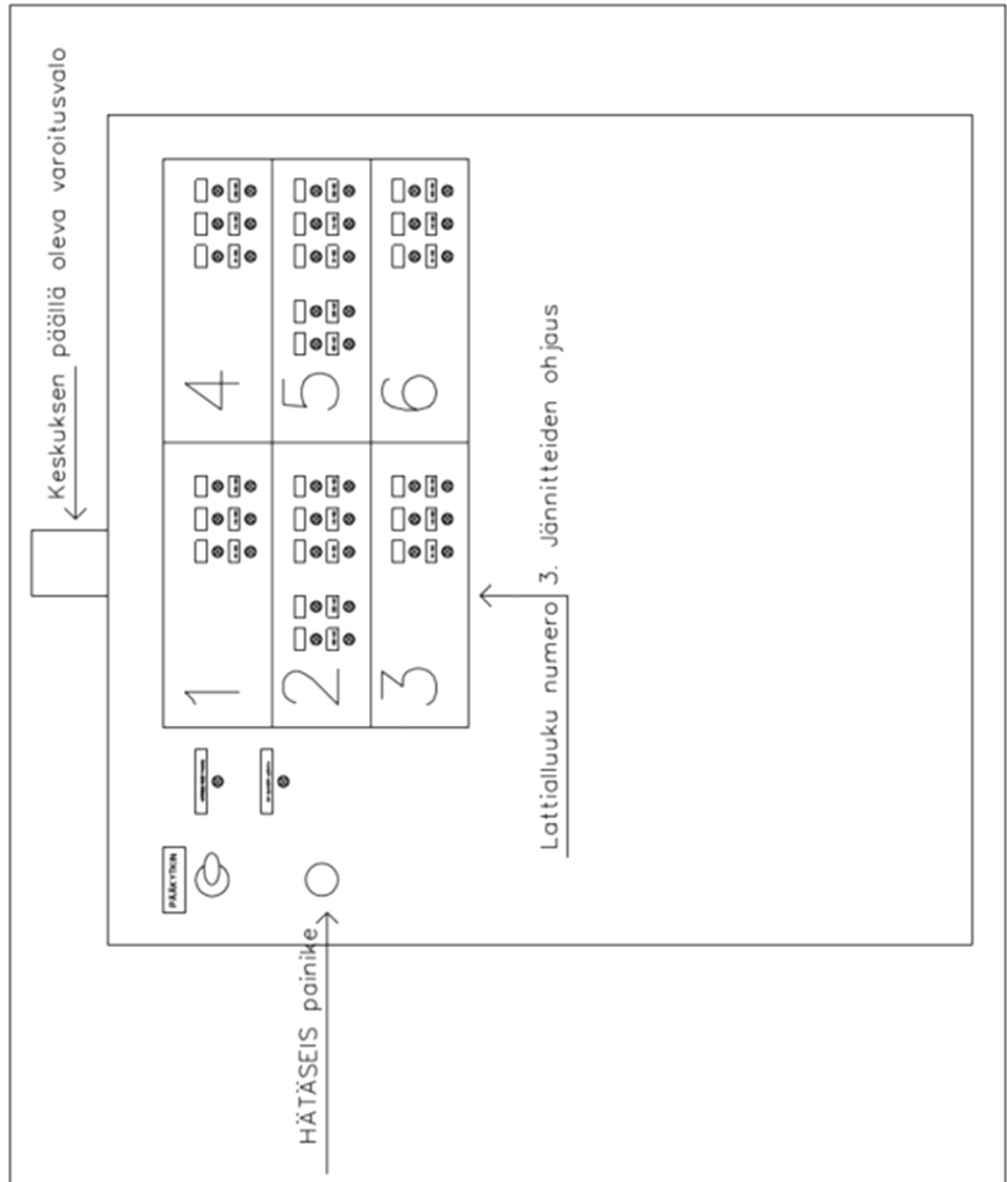


IEC 078/06

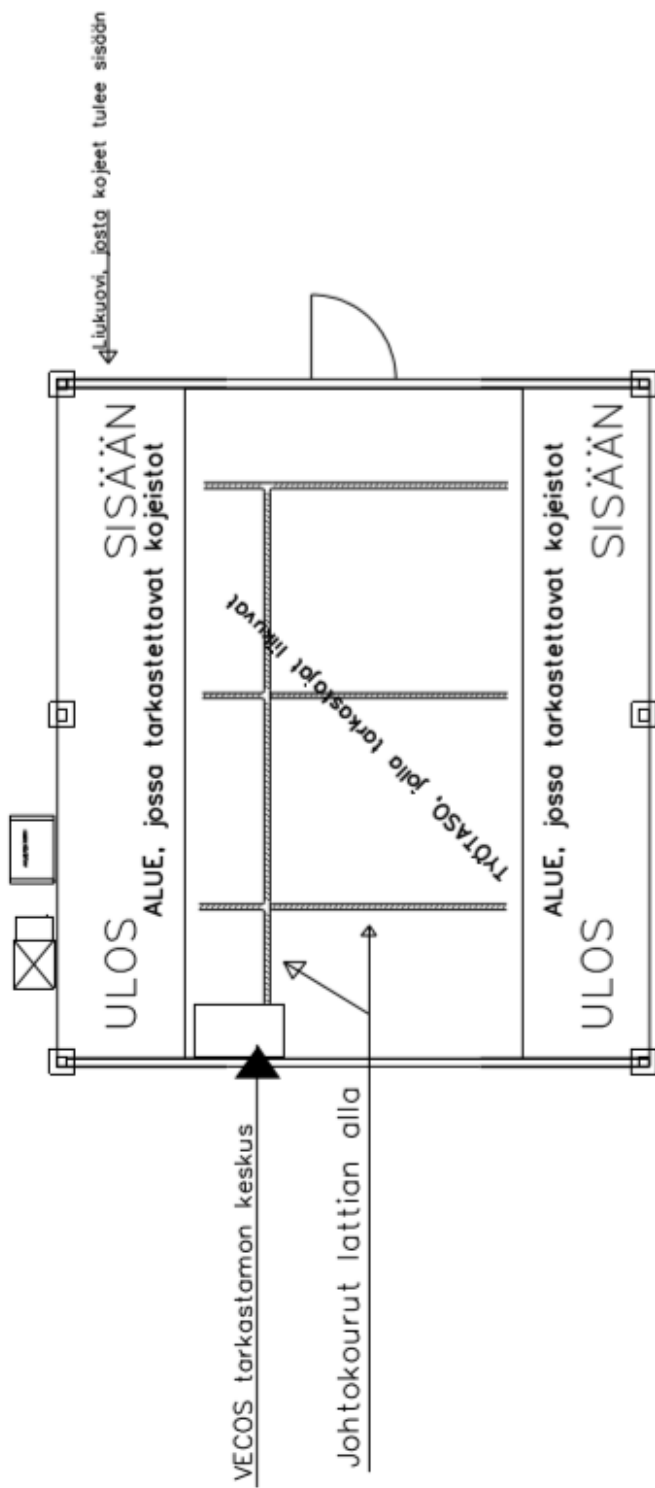
(\*) Turvallisuussyistä vastus, joka rajoittaa virran 3,5 mA:iin.

Kuva 6B.2 Mittauselektrodi 2

**Liite 9.** Vecos-tarkastamon keskuksen kansiehdotus



Vecos-tarkastamon keskuksenkansi ehdotus.



Liite 10. VECOS Layout-kuvaehdotus