

**Pekka Nevanperä**

# **SÄHKÖLAITTEISTON HOITO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMA**

**Opinnäytetyö  
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutus  
Maaliskuu 2019**

**TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ**

<b>Centria-ammattikorkeakoulu</b>	<b>Aika</b> Maaliskuu 2019	<b>Tekijä/tekijät</b> Pekka Nevanperä
<b>Koulutus</b> Sähkö- ja automaatiotekniikka		
<b>Työn nimi</b> Sähkölaitteiston hoito- ja kunnossapito-ohjelma		
<b>Työn ohjaaja</b> Jari Halme	<b>Sivumäärä</b> 33 + 2	
<b>Työelämäohjaaja</b> Kimmo Pulkkinen		
<p>Tässä työssä laadittiin Keski-Pohjanmaan keskussairaалalle sähkölaitteiston hoito- ja kunnossapito-ohjelma. Sähköturvallisuuslaki edellyttää luokan 2 ja 3 laitteistojen haltijaa laatimaan laitteistolle sähköturvallisuuden ylläpitävän hoito- ja kunnossapito-ohjelman. Tämä laadittu ohjelma sisältää sähkölaitteiston aistinvaraisten tarkastusten sekä mittausten ja testausten lisäksi myös tilojen ja muiden järjestelmien laajemman määrävälein tehtävän aistinvaraisen tarkastuksen.</p> <p>Ongelmaksi nähtiin jatkuvista muutostöistä, rakentamisesta sekä määräaikaistarkastuksista johtuva tarkastuspöytäkirjojen suuri määrä. Useiden erityyppisten pöytäkirjaversioiden jälkeen tässä työssä päädyttiin pienjännitejärjestelmän osalta lopulta yhteen varsin suureen Excel-ohjelmistolla toteutettuun pöytäkirjaan, jota käytetään aina käyttöönottotarkastuksesta alkaen keskuksen purkamiseen saakka. Tästä eteenpäin sairaalassa on siis pienjännitejake-lulle standardoitu oma tarkastuspöytäkirja, johon urakoitsija veloitetaan kirjaamaan mittaus-tulokset ja johon kaikki keskusalueella tehdyt muutostyöt sekä määräaikaistarkastuksen tulokset aina kirjataan.</p>		

**Asiasanat**

Hoito- ja kunnossapito-ohjelma, pienjännitejärjestelmä, sähkölaitteisto, sähköturvallisuuslaki, tarkastuspöytäkirja

**ABSTRACT**

<b>Centria University of Applied Sciences</b>	<b>Date</b> March 2019	<b>Author</b> Pekka Nevanperä
<b>Degree programme</b> Electrical and Automation Engineering		
<b>Name of thesis</b> Electrical Equipment Service and Maintenance Program		
<b>Instructor</b> Jari Halme	<b>Pages</b> 33 + 2	
<b>Supervisor</b> Kimmo Pulkkinen		
<p>The purpose of this thesis was to create a service and maintenance program for the electrical equipment at Central Ostrobothnia Central Hospital. The Electrical Safety Law requires the holder of the electrical equipment belonging to classes 2 and 3 to create a service and maintenance program in order to maintain electrical safety. The maintenance program includes the visual inspection, measurement and testing of the electrical equipment as well as a more extensive regular visual inspection of the premises and other systems.</p> <p>The problem addressed was the amount of inspection records produced by the continuous modifications, construction work and periodic inspections. In the end after going through numerous different versions of the inspection record templates it was decided that for the low voltage system a single fairly large Excel based inspection record will be used. It shall be used for the entire life cycle of the electricity distribution center, beginning with the commissioning inspections and continuing all the way through until the dismantling of the distribution center. As a result of this work a separate inspection record standardized for the low voltage electricity distribution will be used at the hospital from now on. All the contractors will be obliged to register the results of the measurements in this inspection record, in which also all the modifications around the area of the electricity distribution center and the results of the periodic inspections will be recorded.</p>		

<p><b>Key words</b> Electrical Safety Law, Service and Maintenance Program, electrical equipment, inspection record, low voltage system</p>
---

## KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

IT	Maasta erotettu sähkönsyöttöjärjestelmä
JM	Jakelumuuntaja
KJ	Keskijännite
MEB	Päämaadoituskisko
NK	Nousukeskus
PK	Pääkeskus
RK	Ryhmäkeskus
SJK	Suurjännitekojeisto
UPS	Keskeytymätön sähkönsyöttö
VV	Varavoima
VV IT	Maasta erotettu varavoimasyöttö

**TIIVISTELMÄ  
ABSTRACT  
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY  
SISÄLLYS**

<b>1 JOHDANTO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 KESKI-POHJANMAAN SOSIAALI- JA TERVEYSPALVELUKUNTAYHTYMÄ SOITE .....</b>	<b>2</b>
<b>3 ALKUTILANNE JA TAVOITE.....</b>	<b>3</b>
<b>4 LAIT JA ASETUKSET .....</b>	<b>4</b>
<b>5 LAITTEISTOLUOKAT .....</b>	<b>5</b>
<b>6 TARKASTUKSET .....</b>	<b>6</b>
6.1 Käyttöönottotarkastus.....	6
6.2 Varmennustarkastus .....	6
6.3 Määräaikaistarkastus.....	7
6.4 Kunnossapitotarkastus .....	7
<b>7 SÄHKÖTURVALLISUUS SAIRAALASSA.....</b>	<b>8</b>
7.1 Tilaluokat .....	8
7.2 Potentiaalintasaus .....	10
7.3 IT-järjestelmä.....	14
<b>8 KOHTEEN SÄHKÖNJAKELU.....</b>	<b>17</b>
8.1 20 kV:n jakelujärjestelmä .....	18
8.2 0,4 kV:n jakelujärjestelmä .....	19
8.3 Varavoimaverkko .....	21
8.4 UPS-jakelujärjestelmä .....	22
<b>9 MUUT JÄRJESTELMÄT .....</b>	<b>24</b>
<b>10 HOITO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMA .....</b>	<b>25</b>
10.1 20 kV:n jakelujärjestelmä.....	25
10.2 0,4 kV:n jakelujärjestelmä.....	27
10.3 Kompensointilaitteisto.....	30
10.4 Varavoimakoneet ja UPS-laitteet.....	30
10.5 Maadoitukset pääkeskuksissa ja muuntamoissa .....	31
<b>11 POHDINTA .....</b>	<b>32</b>
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>33</b>
<b>LIITTEET</b>	

## KUVIOT

KUVIO 1. Hoitoalue .....	11
KUVIO 2. Lisäpotentiaalintasaus G1-tilassa .....	12
KUVIO 2. Lisäpotentiaalintasaus G2-tilassa .....	13

## KUVAT

KUVA 1. Eristystasonvalvonta, yhden vian tapaus .....	14
KUVA 2. Eristystasonvalvonta, kahden vian tapaus .....	15
KUVA 3. UPS-kytkentä normaalitilanteessa .....	16
KUVA 4. Sähkönjakelun periaatekaavio .....	17
KUVA 5. Keskiännitekojeisto.....	18
KUVA 6. Jakelumuuntaja .....	19
KUVA 7. Masterpact-ilmakatkaisija .....	20
KUVA 8. Pääkeskustila .....	20
KUVA 9. Varavoimakoneet .....	21
KUVA 10. Eaton Powerware UPS .....	23
KUVA 11. UPS-vikasuojaus.....	23

## TAULUKOT

TAULUKKO 1. Lääkintätilojen luokitukset.....	9
--	---

## 1 JOHDANTO

Tässä työssä syvennyttiin sairaalan sähkölaitteistoon, sen erityispiirteisiin ja määräyksiin, sekä laaditaan tältä pohjalta ajantasainen sähkölaitteiston hoito- ja kunnossapito-ohjelma. Sähkönjakelun toimintavarmuus sairaalassa on erittäin tärkeä potilasturvallisuuteen vaikuttava tekijä. Sähkönsyötön jatkuminen vikatilanteissa sekä yleisen sähköverkon häiriötilanteissa, pyritään varmistamaan erityyppisillä sähkönjakelu- ja varmennusjärjestelmillä. Tärkein sähkönsyöttöä varmentava järjestelmä on varavoimajakelujärjestelmä, jolla yleisen sähköverkon häiriötilanteissa pystytään turvaamaan sähkönsyöttö potilasturvallisuuden kannalta kriittisiin kohteisiin. Varavoimaverkkoa täydennetään kaikkein kriittisimmissä tiloissa UPS-jakelujärjestelmällä, ja tällä saadaan turvattua katkeamaton sähkönsyöttö kaikkein kriittisimmille laitteille. Kun kriittisimmissä tiloissa jakelujärjestelmään lisätään vielä erittäin vikasietoinen IT-järjestelmä, päästään sähkönjakelussa erittäin korkealle palvelutasolle.

Jotta edellisessä kappaleessa esitellyt jakelujärjestelmät toimisivat häiriöttä ja täyttäisivät laitteistoille asetetut sähköturvallisuusvaatimukset, täytyy niiden kunnosta huolehtia määrävällein tehtävillä tarkastuksilla, huolloilla ja testauksilla. Suurin haaste hoito- ja kunnossapito-ohjelman sekä muun dokumentaation ajantasaisena pitämiselle on sairaalassa jatkuvasti tehtävät saneeraukset ja pienemmät muutostyöt. Koska sähköturvallisuuslaki määrää osaltaan laitteiston kunnossapidosta ja SFS 6000 -standardissa näitä toimenpiteitä on konkreettisemmin kuvattu, tärkeimpinä lähteinä tässä työssä on käytetty edellä mainittuja julkaisuja.

Koska laitteiston suunnittelulla on merkittävä vaikutus sähköturvallisuuteen ja koska nykyisessä työssäni joudun suunnittelua ohjaamaan, halusin tuoda tässä työssä esille muutamia havaitsemiani suunnitteluunkin liittyviä haasteita. Suurimmat haasteet näyttäisivät liittyvän varavoimajärjestelmien, IT-järjestelmien sekä UPS-järjestelmien suunnitteluun, erityisesti suojalaitteiden mitoitukseen vikatilanteissa. Toki sairaalan sähkölaitteiston suunnittelu ja kunnossapito ovat muutoinkin haastavia töitä, luokitellaanhan laitteiston suunnittelu sähkösuunnittelutehtävänäkin poikkeuksellisen vaativaksi kohteeksi.

## 2 KESKI-POHJANMAAN SOSIAALI- JA TERVEYSPALVELUKUNTAYHTYMÄ SOITE

Keski-Pohjanmaan keskussairaala on osa Keski-Pohjanmaan sosiaali- ja terveyspalvelukuntayhtymä Soitea, joka aloitti toimintansa 1.1.2017. Soite on maakunnallinen peruspalvelut ja erikoispalvelut sekä sosiaali- ja terveydenhuollon palvelut yhteen liittävä kuntayhtymä. Soiteessa yhdistyivät:

- Keski-Pohjanmaan erikoissairaanhoidon- ja peruspalvelukuntayhtymä Kiuru (sis. Keski-Pohjanmaan keskussairaala ja Peruspalveluliikelaitos Jyta)
- Kokkolan sosiaali- ja terveyspalvelut (sis. Kruunupyy)
- Perhon kunnan sosiaali- ja terveyspalvelut

Soiteessa työskentelee noin 3800 eri alan ammattilaista, suurimpina ryhminä hoitotyön henkilöstö sekä lääkärit. Tukipalveluissa työskentelee noin 140 henkilöä, ja näistä 9 henkilöä työskentelee sähkö- ja lääkinätekniikan yksikössä. (Keski-Pohjanmaan sosiaali- ja terveyspalvelukuntayhtymä.)

Soiteessa palvelut yhdistetään asiakas- ja potilaslähtöisellä tavalla, jossa sekä sosiaali- että terveydenhuollon yksiköt toimivat tiiviissä moni ammatillisessa yhteistyössä. Soiten tavoitteena on aito sisällöllinen asiakas- ja potilaslähtöinen palvelujärjestelmä, jossa saadaan sosiaali- ja terveydenhuollon sekä perus- ja erikoispalveluiden raja-aitoja madallettua ja tuotettua palveluita maakunnan ja lähialueen väestölle entistä saumattomampien palveluketjujen muodossa. Soite-kuntayhtymän tunnuslause on ”Ihminen keskiössä”. Tuon tunnuslauseen ja perusperiaatteen ympärille tiivistyy koko keskipohjalainen sosiaali- ja terveydenhuollon palvelujärjestelmän perusajatus. (Keski-Pohjanmaan sosiaali- ja terveyspalvelukuntayhtymä.)

Jäsenkuntia Soite-kuntayhtymässä on kymmenen. Niiden yhteenlaskettu väestöpohja on noin 78 000 henkilöä, mutta käytännössä Soite-kuntayhtymään kuuluva erikoissairaanhoidon osa, Keski-Pohjanmaan keskussairaala, on lähin päivystävä sairaala noin 200 000 asukkaalle. (Keski-Pohjanmaan sosiaali- ja terveyspalvelukuntayhtymä.)



### 3 ALKUTILANNE JA TAVOITE

Sairaalassa oli olemassa hoito- ja kunnossapito-ohjelma, mutta sitä ei ollut päivitetty aikoihin. Sairaalassa tehdään jatkuvasti tilamuutoksia ja rakennetaan uutta. Nämä aiheuttavat myös hoito- ja kunnossapito-ohjelman jatkuvaa päivitystarvetta. Olemassa oleva ohjelma oli erittäin sekava. Jokaisella toimijalla oli omanlaisensa dokumentointitapa, ja kun näitä muutostöistä tulleita erityylisiä dokumentteja yritettiin liittää toisiinsa, lopputulos ei ollut selkeä eikä looginen. Vanha ohjelma oli luotu pääosin Sofor-yhtiön kehittämään Housesoft-ohjelmistoon, jolloin esimerkiksi uusi keskus olisi pitänyt aina erikseen lisätä myös ohjelmistoon ja määritellä sille määrävälein tehtävät toimenpiteet.

Tavoitteena oli luoda mahdollisimman yksinkertainen ja helposti päivitettävä sekä joustava järjestelmä, joka ei olisi liikaa sidoksissa ulkopuolisiin ohjelmistotoimittajiin, päivitysten ym. tuen muodossa. Eri vaihtoehtojen puntaroinnin jälkeen päädyttiin lopulta Excel-taulukoiden rakentamiseen. Taulukot ovat jatkossa helposti kenen tahansa muokattavissa. Housesoft-ohjelmisto jää edelleen käyttöön, mutta sitä hyödynnetään lähinnä muistuttajana ja sinne kuitataan tehdyt huollot. Varsinainen ohjelma, lomakkeet, niihin liittyvät ohjeet ja käyttöpiirustukset ym. hoito- ja kunnossapito-ohjelmaan liittyvät dokumentit on tarkoitus sijaita jatkossa SharePoint-järjestelmällä toteutetulla Intranet-sivustolla.

## 4 LAIT JA ASETUKSET

Hoito- ja kunnossapito-ohjelman laadinnassa ja käytännön toteutuksessa tulee ottaa huomioon sähköturvallisuuslain sekä asetusten ja standardien sille asettamat vaatimukset. Sähkölaitteiston haltija on vastuussa laitteiston turvallisuudesta, sen ylläpitämiseksi tarvittavasta kunnossapidosta ja siitä, että laitteisto täyttää sähköturvallisuuslain vaatimukset. Sähkölaitteiston haltijan on huolehdittava myös siitä, että laitteiston kuntoa ja turvallisuutta tarkkaillaan ja että havaitut puutteet ja viat poistetaan riittävän nopeasti. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016, 47§.)

Sähköturvallisuuslain mukaan sähkölaitteiston haltijan on huolehdittava siitä, että luokkien 2 ja 3 sähkölaitteistoille laaditaan sähköturvallisuuden ylläpitävä kunnossapito-ohjelma. Sähkölaitteiston haltija vastaa siitä, että kunnossapito-ohjelmaa noudatetaan. Kunnossapito-ohjelmaa laadittaessa tulee ottaa huomioon sähkölaitteiston käyttöympäristöstä aiheutuvat tarpeet. Muiden sähkölaitteistojen osalta ohjelma voidaan korvata käyttö- ja huolto-ohjeilla. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016, 48§.)

Sähkötöitä tai käyttötöitä tekevän henkilön tulee olla tehtävään ja sen sähköturvallisuutta koskeviin vaatimuksiin perehtynyt tai opastettu. Sähkötyöllä tarkoitetaan korjaus- ja huoltotöitä sekä sähkölaitteiston rakennus-, korjaus- ja huoltotöitä. Käyttötyöllä tarkoitetaan sähkölaitteiston käyttötoimenpiteitä ja sähkölaitteistoon kohdistuvia tarkastustoimenpiteitä. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016, 53§, 54§.)

Sähkötöiden tekemisen edellytyksenä on, että töitä johtamaan on nimetty henkilö, jolla on riittävä kelpoisuus ja itsenäisesti töitä suorittavalla ja valvovalla henkilöllä on riittävä kelpoisuus tai muuten riittävä ammattitaito. Sähköalan ammattihenkilön määritelmä löytyy sähköturvallisuuslain pykälästä 73. Edellä mainittujen lisäksi toiminnanharjoittajan käytössä tulee olla töiden tekemisen kannalta tarpeelliset työvälineet ja sähköturvallisuutta koskevat säännökset. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016, 55§.) Hoito- ja kunnossapito-ohjelmaan sisällytettävät tarkastukset ja huollot, sekä niiden aikavälit, on määritelty SFS 6000 -standardissa, lisäksi aiheesta on laadittu useita ST-kortteja.

## 5 LAITTEISTOLUOKAT

Sähköturvallisuuslaissa sähkölaitteistot on jaoteltu kolmeen luokkaan niiden varmennus- ja määräaikaistarkastusten vaatimusten ja kunnossapito-ohjelmaa koskevien vaatimusten mukaisesti niin, että luokan 1 sähkölaitteisto on laitteisto asuinrakennuksessa jossa on enemmän kuin kaksi asuinhuoneistoa, tai muu kuin asuinrakennuksen sähkölaitteisto, jonka suoja-laitteena toimivan ylivirtasuojan nimellisvirta on yli 35 ampeeria ja joka ei kuulu luokkiin 2 tai 3. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016, 44§.)

Luokan 2 sähkölaitteistoihin luetaan kuuluviksi laitteistot, joihin kuuluu yli 1000 voltin nimellis-jännitteisiä osia, lukuun ottamatta sellaista sähkölaitteistoa, johon kuuluu vain enintään 1000 voltin nimellisjännitteellä syötettyjä yli 1000 voltin sähkölaitteita tai niihin verrattavia laitteisto-ja. Luokkaan 2 kuuluvat myös laitteistot, joiden liittymisteho, jolla tarkoitetaan sähkölaitteiston haltijan kiinteistölle tai yhtenäiselle kiinteistöryhmälle rakennettujen liittymien liittymistehojen summaa, on yli 1600 kilovoltiampeeria. Luokkaan 3 kuuluu verkonhaltijan jakelu-, siirto- ja muu vastaava sähköverkko. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016, 44§.)

## 6 TARKASTUKSET

Lain mukaan sähkölaitteiston kuntoa on jatkuvasti tarkkailtava. Sairaalan sähkölaitteistolle on sähköturvallisuuden ylläpitämiseksi tehtävä aistinvaraisten tarkastusten lisäksi määrävälein standardin vaatimia mittauksia ja testauksia. Edellä mainittujen lisäksi laki edellyttää laitteistoille tehtäväksi myös urakoitsijoiden ja tarkastajien tekemiä tarkastuksia.

### 6.1 Käyttöönottotarkastus

Sähkölaitteiston saa ottaa käyttöön vasta, kun käyttöönottotarkastuksessa on riittävässä laajuudessa selvitetty, että siitä ei aiheudu vaaraa tai häiriötä. Käyttöönottotarkastus tehdään myös muutos- ja laajennustöille. Käyttöönottotarkastus on urakoitsijan vastuulla, tai jos urakoitsija sen laiminlyö, vastuu siirtyy haltijalle. Käyttöönottotarkastuksesta laaditaan aina haltijan käyttöön jäävä tarkastuspöytäkirja. Käyttöönottotarkastuspöytäkirjan sisällöstä on säädetty valtioneuvoston asetuksella. Tarkastus sisältää mm. eristysresistanssimittauksia ja suoja-laitteiden toiminnan varmistuksia mittauksin. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016, 43§.)

### 6.2 Varmennustarkastus

Luokkien 1, 2 ja 3 laitteistoille on käyttöönottotarkastuksen lisäksi tehtävä myös varmennustarkastus. Varmennustarkastus tehdään myös merkittävälle muutos- ja laajennustyölle. Merkittäviksi katsottavat muutos- ja laajennustyöt on säädetty valtioneuvoston asetuksella. Varmennustarkastus on tehtävä ennen laitteiston ottamista varsinaiseen käyttöön tai tietyn ajan kuluessa sen jälkeen. Varmennustarkastukseen tulee aina sisällyttää kohteessa olevat lääkintätilat, räjähdysvaaralliset tilat ja palovaaralliset tilat. Esimerkiksi sairaaloiden leikkaussaleja sisältävät tilat saadaan ottaa käyttöön vasta varmennustarkastuksen jälkeen. Tarkastuksen tekijän on laadittava haltijalle tarkastustodistus ja kiinnitettävä pääkeskukseen tai vastaavaan kohtaan tarkastustarra. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016, 45§, 46§.)

### 6.3 Määräaikaistarkastus

Sähkölaitteiston haltijan tulee huolehtia siitä, että luokkien 1 ja 2 laitteistoille, asuinrakennuksia lukuun ottamatta, tehdään määräaikaistarkastus kymmenen vuoden välein sekä luokan 3 laitteistolle viiden vuoden välein. Määräaikaistarkastuksessa tulee riittävässä laajuudessa pistokokein tai muulla tavalla varmistua, että sähkölaitteiston käyttö on turvallista, kunnossapitotoimet turvallisuuden ylläpitämiseksi tehty sekä siitä, että hoito- ja kunnossapito-ohjelman mukaiset toimenpiteet on tehty. Lisäksi tulee varmistaa, että käyttöön ja hoitoon tarvittavat välineet, piirustukset, kaaviot ja ohjeet ovat käytettävissä ja että sähkölaitteiston laajennus- ja muutostöistä on asianmukaiset pöytäkirjat. Määräaikaistarkastukseen tulee aina sisällyttää kohteessa olevat lääkintätilat, räjähdysvaaralliset tilat ja palovaaralliset tilat. Määräaikaistarkastuksen voi tehdä sähköturvallisuuslain pykälässä 75 tarkoitettu valtuutettu laitos tai valtuutettu tarkastaja. Tarkastajan on laadittava tarkastuksesta haltijalle pöytäkirja ja kiinnitettävä pääkeskukseen tai vastaavaan kohtaan tarkastustarra. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016, 49§, 50§, 51§.)

### 6.4 Kunnossapitotarkastus

Kunnossapitotarkastus on hoito- ja kunnossapito-ohjelmaan sisältyvä tarkastus, joka käsittää aistinvaraisten tarkastusten lisäksi standardin SFS 6000 määrittelemät testaukset ja mittaukset. Standardissa on määritelty lääkintätiloille kahdella eri aikavälillä tehtäviä tarkastustoimenpiteitä, kerran vuodessa tehtäviä, lähinnä aistinvaraisia tarkastuksia ja testauksia sekä kuuden vuoden välein tehtäviä myös mittauksia sisältäviä tarkastuksia. (SFS 6000-7-710.62.) Keski-Pohjanmaan keskussairaalan ohjelmaan sisältyy myös muita kuin lain velvoittamia tarkastuksia.

## 7 SÄHKÖTURVALLISUUS SAIRAALASSA

Lääkintätilojen asennuksia on alkujaan toteutettu tavanomaisten sisäasennusmääräysten mukaisesti. Vasta 1980-luvun alussa ilmestyi ensimmäinen lääkintätilojen sähköasennustapoja uudistava SFS-standardi viranomaismääräyksenä. Tämän jälkeen standardi on uudistunut kahdeksan kertaa, viimeksi 2017. Koska Keski-Pohjanmaa keskussairaalassa lääkintätilat on pääosin saneerattu vastaamaan nykyistä standardia, tässä luvussa käydään läpi ainoastaan viimeisimmän standardin mukaiset tilaluokitukset ja niiden vaatimukset. On kuitenkin hyvä tiedostaa, että ensimmäisenkin standardin, SFS 4372 1979-06-30, mukaisia tiloja on edelleen käytössä.

Standardin SFS 6000 osan 7-710 noudattaminen on erityisen tärkeää lääkintätiloissa. Kun lääkintätiloissa käytetään sähkökäyttöisiä lääkintälaitteita, on välttämätöntä varmistaa potilaiden turvallisuus. Kaikissa toimenpiteissä on otettava huomioon sähköturvallisuutta koskevat erityisvaatimukset. Riittävä turvallisuustaso voidaan saavuttaa ainoastaan sähkölaitteiston ja siihen liitettyjen laitteiden oikea-aikaisella hoidolla ja kunnossapidolla sekä laitteiden ja laitteiston oikeanlaisella käytöllä. Tästä syystä Keski-Pohjanmaan keskussairaalassa on laadittu käyttäjille sairaalan sähkölaitteiston käyttöohje (LIITE 1), jossa opastetaan laitteiston oikeaan ja turvalliseen käyttöön eri tilaryhmissä.

### 7.1 Tilaluokat

Viimeisimmissä standardeissa sairaaloiden tilat on jaettu kolmeen luokkaan: G0-, G1- ja G2-luokan tiloihin. Esimerkkejä tilaluokituksista on taulukossa 1. Täsmällistä luetteloa tiloista ei ole tehty, sillä lääkintätilan ryhmä riippuu aina liityntäosan ja potilaan välisestä kosketuksesta, sähkönsyötön keskeytyksen aiheuttamasta vaarasta ja tilan käyttötarkoituksesta. Taulukko on siis ainoastaan ohjeellinen.

TAULUKKO 1. Esimerkkejä tilaluokituksista (SFS 6000, taulukko 710B.1)

Lääkintätila	Ryhmä		
	0	1	2
1 Hierontahuone	X	X	
2 Potilashuone		X	
3 Synnytyssali		X	
4 EKG-, EEG-, EMG-huoneet		X	
5 Tähystyshuone		X <sup>b</sup>	
6 Tutkimus- ja toimenpidehuone		X	
7 Urologiahuone		X <sup>b</sup>	
8 Röntgentutkimus- ja sädehoituhuone		X	
9 Vesihoituhuone		X	
10 Kuntoutushuone		X	
11 Anestesiatiila			X
12 Leikkaussali			X
13 Valmisteluhuone		X	X
14 Kipsaussali		X	X
15 Heräämö		X	X
16 Sydänkatetrointihuone			X
17 Tehostetun hoidon huone			X
18 Angiografiahuone			X
19 Dialyysihuone		X	
20 Magneettikuvaushuone (MRI)		X	
21 Isotooppikuvaushuone		X	
22 Keskola			X
23 Tarkkailuhuone			X

G0-luokan tila on tila, jossa ei ole tarkoitus käyttää mitään sähkökäyttöisen lääkintälaitteen liityntäosia ja jossa sähkökatko ei aiheuta hengenvaaraa. Tyypillisiä G0-luokan tiloja ovat käytävät, potilashuoneiden wc:t ja kansliatilat. Suojausmenetelmänä on vikavirtasuoja. (SFS 6000, 710.3.5)

G1-luokan tila on lääkintätila, jossa sähkönsyötön keskeytys ei aiheuta välitöntä uhkaa potilaan turvallisuudelle ja sähkökäyttöisen lääkintälaitteen liityntäosia on tarkoitus käyttää ihon ulkopuolisesti tai ihon sisäisesti mihin tahansa kehon osaan, ellei kyseessä ole ryhmän 2 soveltamisalue. Tyypillisiä G1-tiloja ovat potilashuoneet ja tutkimushuoneet. Suojausmenetelminä ovat vikavirtasuojaus ja lisäpotentiaalintasaus. (SFS 6000, 710.3.6)

G2-luokan tila on lääkintätila, jossa sähkökäyttöisten lääkintälaitteiden liityntäosia on tarkoitus käyttää sydämenläheisiin toimintoihin tai leikkaussalikäyttöön tai tehohoitoon, joissa sähkönsyötön keskeytys (vika) voi aiheuttaa välittömän vaaran potilaalle. Tyypillisiä G2-tiloja ovat esim. leikkaussalit, heräämöt ja tehostetun hoidon huoneet. Suojausmenetelminä ovat lisäpotentiaalintasaus, IT-järjestelmä sekä vikavirtasuojaus tietyissä erikseen määritellyissä syöttöissä. (SFS 6000, 710.3.7)

## **7.2 Potentiaalintasaus**

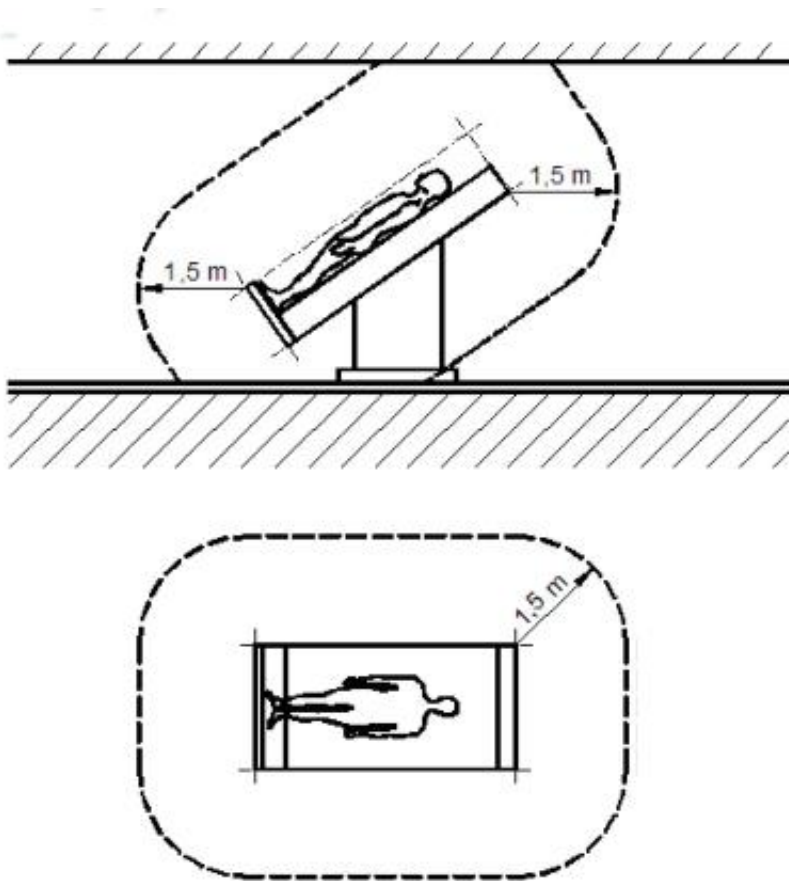
Yhtenä turvallisuutta parantava järjestelmänä lääkintätiloissa käytetään lisäpotentiaalintasauksia. Lisäpotentiaalintasauksella saavutetaan merkittävä parannus vikatilanteessa kosketusjännitteen nousua vastaan. Lisäpotentiaalintasauksen tarkoitus on siis poistaa potentiaalierot samanaikaisesti kosketeltavien johtavien osien välillä. Standardin mukaan jokaisessa ryhmän 1 ja 2 tilassa on tehtävä lisäpotentiaalintasaus. Lisäpotentiaalintasaukseen liitetään hoitoalueen sähkölaitteita syöttävät suojamaadoitusjohtimet sekä hoitoalueella (KUVIO 1) olevat johtavat osat, joissa voi esiintyä tietty potentiaali, tavallisesti maan potentiaali. (SFS 6000-7-710.415.)

Hoitoalue on alue, jossa tarkoituksellisesti tai tahattomasti saattaa syntyä suora yhteys potilaan ja sähkökäyttöisen lääkintälaitteen tai lääkintälaittejärjestelmän osan välille tai yhteys potilaan ja lääkintälaitteen tai lääkintälaittejärjestelmän osaa koskevan muun henkilön välille. Hoitoalueen määrittelyssä tulee myös ottaa huomioon, että jos potilaan paikkaa ei ole

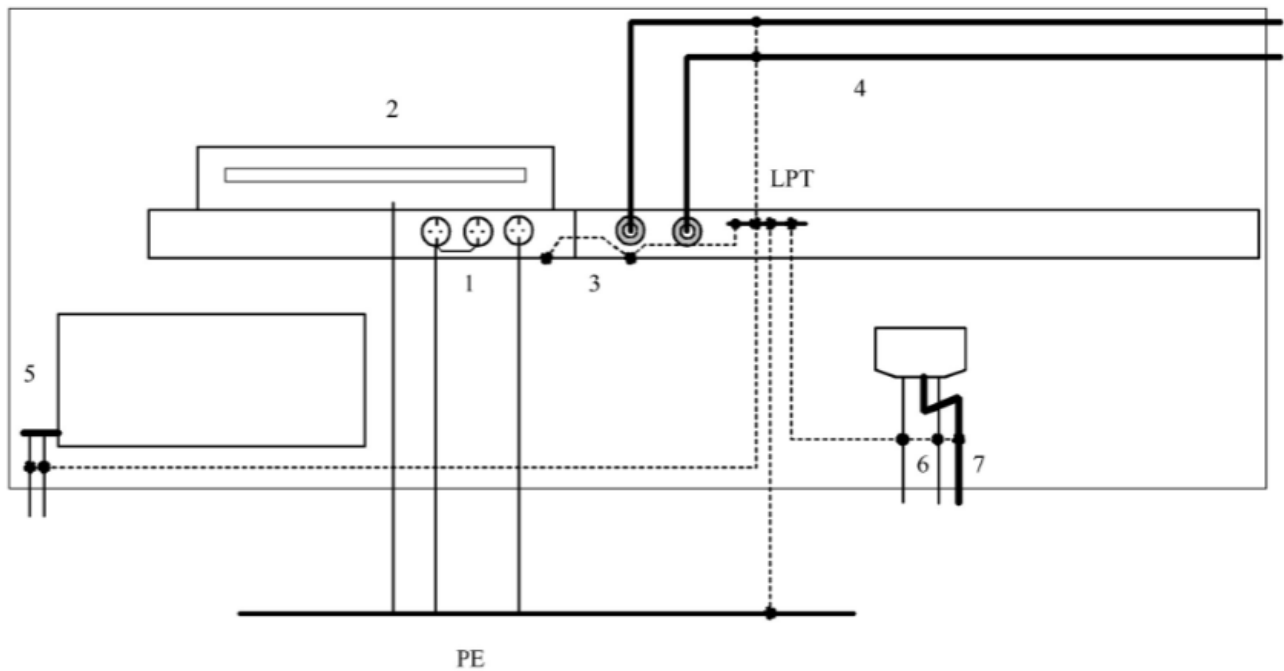


määritelty, koko tila on hoitoaluetta. Jos potilaaseen ei ole kytketty sähkökäyttöistä lääkintälaitetta, kyseessä ei ole hoitoalue. (SFS 6000-7-710.3.9.)

Potentiaalintasaukseen kytkettävien osien välillä on eroja tilaluokituksesta riippuen. Kuviossa 2 on G1-tilan esimerkki ja kuviossa 3 on esimerkki tilasta G2. Potentiaalintasauspistorasioita vaaditaan G2-tilaan riittävä määrä, ja määrän määrittelee lääkintätilan vastuullinen johto. G1-tiloissa potentiaalintasauspistorasioiden käyttöä suositellaan. Keski-Pohjanmaan keskussairaalassa potentiaalintasauspistorasiat rakennetaan nykyään aina myös G1-tiloihin. Lattia liitetään potentiaalintasaukseen, jos se on johtava tai puolijohtava ja se on tarkoitettu liitettäväksi potentiaalintasaukseen. Tilaa palveleva lisäpotentiaalintasauskisko sijoitetaan lääkintätilaan tai sen läheisyyteen. Lisäpotentiaalintasauskisko ja keskuksen suojakisko liitetään toisiinsa riittävän paksulla johtimella. Suositus on 16 mm<sup>2</sup> kuparijohtin. (SFS 6000-7-710.415.2.101.)



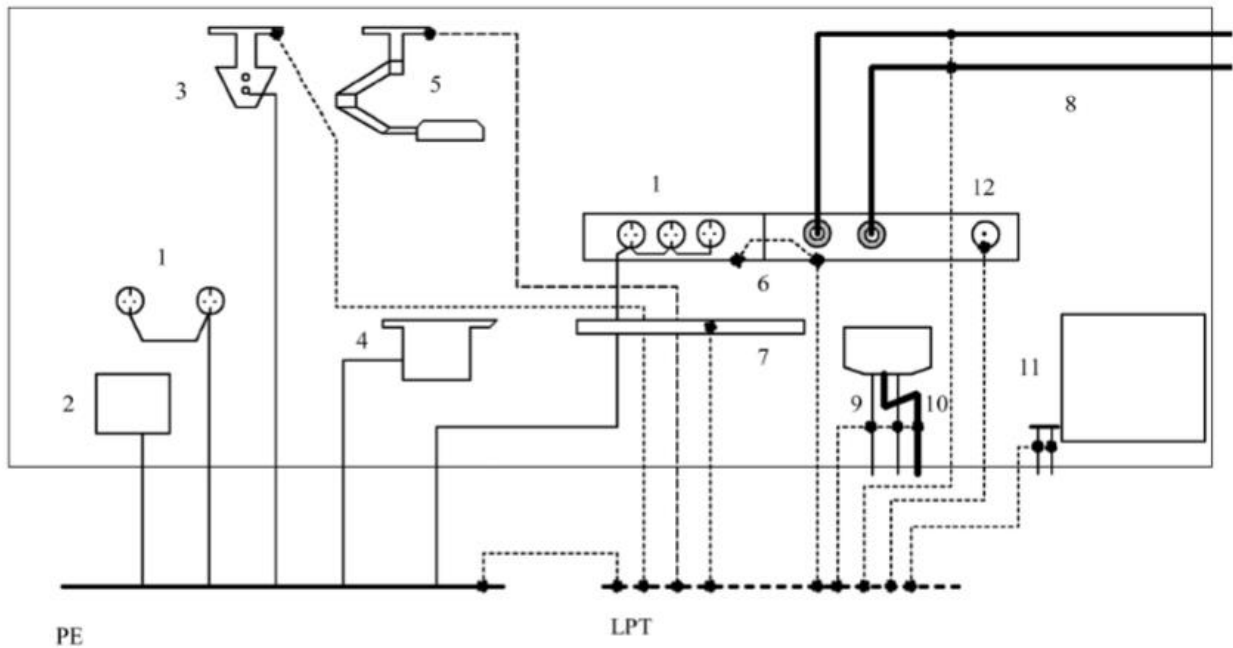
KUVIO 1. Hoitoalue (SFS 6000, kuva 710 A)



KUVIO 2. Lisäpotentiaalintasaus G1-tilassa (SFS 6000, kuva 710X.2)

Kuvion numeroinnit on selitetty alla.

- 1 Pistorasiat
- 2 Potilasvalaisin
- 3 Johtokanavan runko-osat
- 4 Kaasu- ja paineilmaputkistot
- 5 Lämpöpatteri ja lämpöjohdot
- 6 Vesijohdot
- 7 Johtavat viemärit
- PE Jakokeskuksen suojakisko
- LPT Lisäpotentiaalintasauskisko
- Suojamaadoitusjohdin
- Lisäpotentiaalintasausjohdin



KUVIO 3. Lisäpotentiaalintasaus G2-tilassa (SFS 6000, kuva 710X.3)

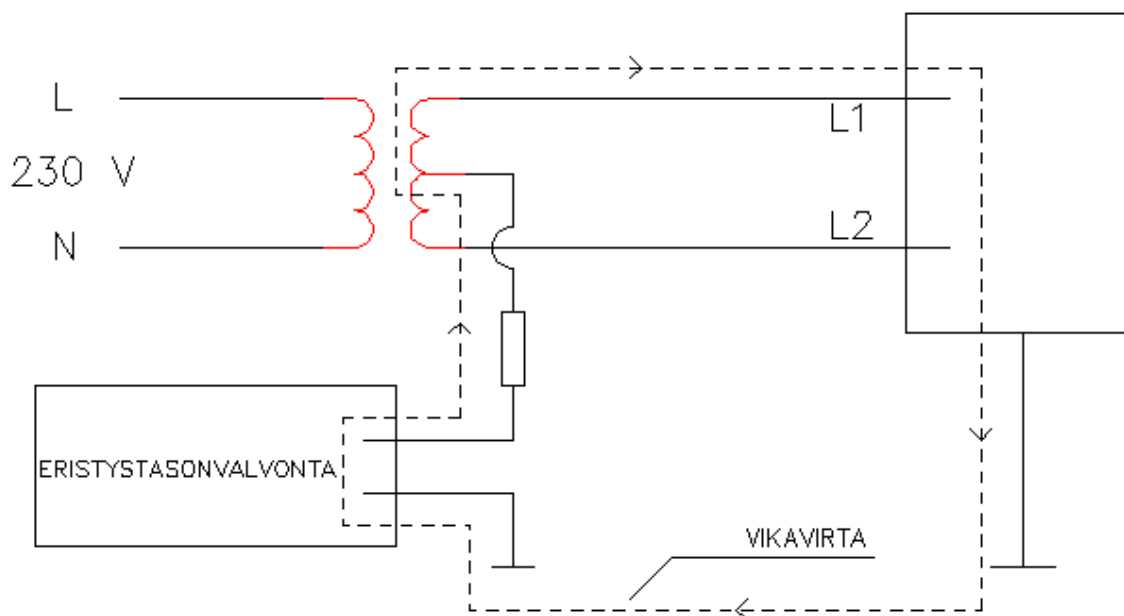
Kuvion numeroinnit on selitetty alla.

- |                                 |                                    |
|---------------------------------|------------------------------------|
| 1 Pistorasiat                   | 9 Vesijohdot                       |
| 2 Kiinteä sähkölaite            | 10 Johtava viemäri                 |
| 3 Kattovarsi pistorasioineen    | 11 Lämpöpatteri ja lämpöjohdot     |
| 4 Sähkökäyttöinen leikkauspöytä | 12 Potentiaalintasauspistorasia    |
| 5 Leikkausvalaisin              | PE Jakokeskuksen suojakisko        |
| 6 Johtokanavan runko            | LPT Lisäpotentiaalintasauskisko    |
| 7 Varustekisko                  | ——— Suojamaadoitusjohdin           |
| 8 Kaasu- ja paineilmaputkistot  | ----- Lisäpotentiaalintasausjohdin |

### 7.3 IT-järjestelmä

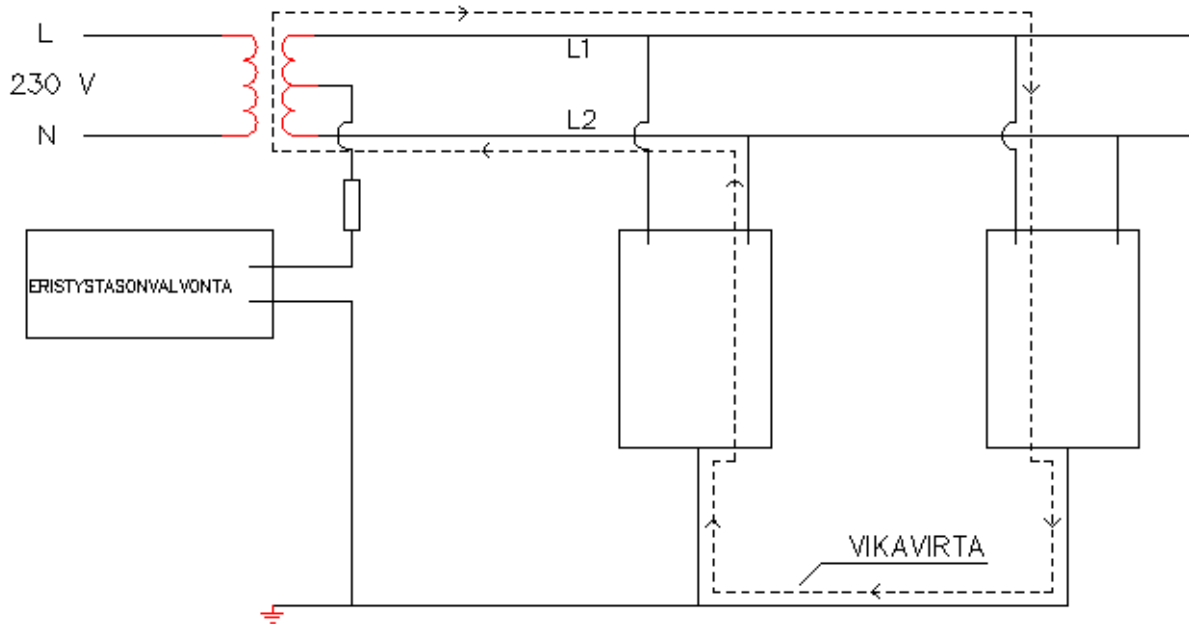
IT-järjestelmä on käyttömaadoittamaton eli maasta erotettu sähkösyöttöjärjestelmä. Järjestelmässä ei ole nollajohdinta vaan kaksi äärijohdinta. IT-järjestelmän tärkein tehtävä on turvata syötön jatkuvuus yhden vian tapauksessa. Sen sijaan kahden vian tapauksessa vikasuojauksen on toimittava kuten TN-järjestelmissä. IT-järjestelmässä käytetään eristystasonvalvontalaitetta, jonka pitää antaa hälytys eristysvian sattuessa. Näin sähköjakelu ei katkea ensimmäisestä viasta, vaan hälytyksen jälkeen viallinen laite voidaan poistaa syötön keskeytymättä. Mittausta varten käämin keskipiste on yhdistetty maahan suuren impedanssin kautta.

Eristystasonvalvontakoje tulee sijaita valvottavassa tilassa ja sen tulee antaa äänihälytys, jotta henkilökunta osaa reagoida tilanteeseen. IT-järjestelmän muuntajan ylikuormitusta ja lämpötilaa täytyy valvoa ja niistä täytyy olla myös hälytys. Hälytyksistä tulee olla jatkohälytys myös tekniselle henkilökunnalle. Lisäksi IT-järjestelmän valvontalaitteilla valvotaan jatkuvasti suojaohjimen jatkuvuutta. Tämä pidentää valvottujen johtimien kunnossapitotarkastus mittausten määräväliä näiden osalta 12 vuoteen. (SFS 6000-7-710.411.6.3.101.) IT-järjestelmää syötetään joko varavoimaverkosta tai UPS-laitteella. Alla on periaatekuva (KUVA 1) IT-järjestelmästä yhden vian aikana, kun laitteeseen tulee eristysvika.



KUVA 1. Eristystasonvalvonta, yhden vian tapaus

IT-järjestelmän suunnittelussa täytyy ottaa huomioon myös kahden vian tapaus (KUVA 2) sekä syöttävien järjestelmien impedanssit vikatilanteessa. IT- järjestelmiä syötetään yleensä varavoima- ja UPS- verkoista eli G2- tiloissa on siis yleensä kaksi IT-jakelua.



KUVA 2. IT- järjestelmän vikavirta kahden vian tapauksessa

Jotta syötön poiskytkentä toimisi vaatimusten mukaisesti kahden vian tapauksessa, täytyy suunnittelussa oikosulkuvirtalaskennassa ottaa huomioon useita eri tilanteita. Oikosulkuvirta saadaan kaavasta 1. VV IT-järjestelmää syötetään normaalitilanteessa yleisestä sähköverkosta, jolloin oikosulkuvirta ei yleensä ole ongelma. Sen sijaan varavoimatilanteessa oikosulkuvirta saattaa olla riittämätön syötön automaattiseen poiskytkentään. Varavoimakoneen syöttämä oikosulkuvirta selviää generaattorin tiedoista. Vikapiirin impedanssia laskettaessa täytyy ottaa huomioon myös lääkintäsuojaerotusmuuntajan oikosulkuimpedanssi. Kaksikämmisen muuntajan impedanssi saadaan kaavasta 2.

Oikosulkuvirta:

$$\frac{0,95 * U}{\sqrt{3} * \sum Z} = I_k \quad (1)$$

jossa U on pääjännite ja  $\sum Z$  on vikapiirin impedanssien summa.

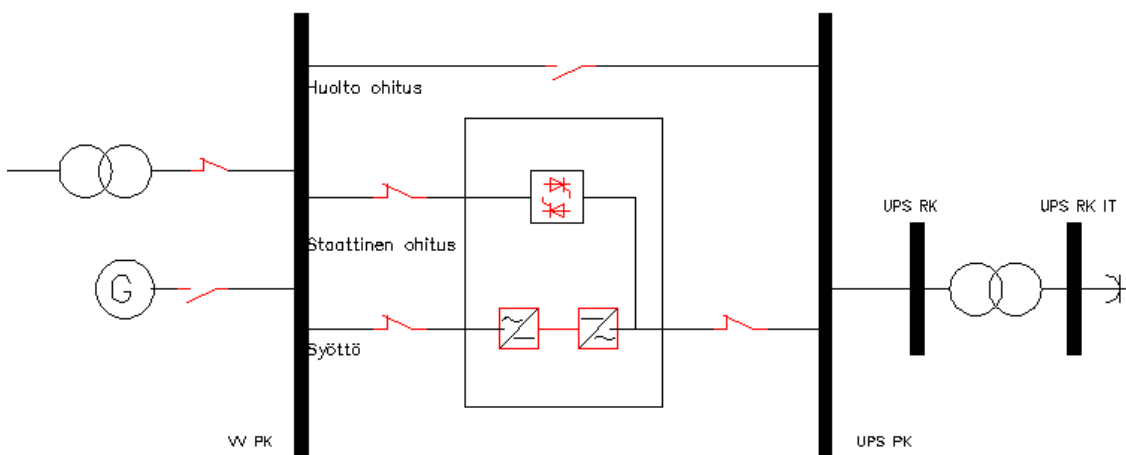
Muuntajan impedanssi:

$$\frac{U^2}{S_n} * \frac{u_k}{100} = Z_k \quad (2)$$

jossa  $U$  on pääjännite (V),  $S_n$  on muuntajan nimellisteho (VA), ja  $u_k$  on muuntajan suhteellinen oikosulkuimpedanssi (%).

UPS IT-järjestelmää syöttävää UPS-laitetta syötetään usein varavoimaverkosta, ja näin ollen vikaimpedansseja on useita. Jos UPS on ajettu staattiselle ohitukselle tai huolto ohitukselle, syötössä voi esiintyä kahta eri impedanssia eli varavoimatilanteen impedanssi ja normaali-verkon impedanssi. Kuvassa 3 on verkon normaalitilanne. Jos taas UPS-laite syöttää verkkoa, vikaa syöttävän virran maksimi on UPS-laitteen oikosulkutilanteessa antama maksimivirta. Tämä rajoittuu yleensä muutamiin satoihin ampeereihin, ja sen kestoaika on tyypillisesti alle sekunti. UPS-käytöllä vika ei näe UPS-laitetta edeltävän verkon eikä UPS-laitteen impedanssia, vaan ne katsotaan laskennassa 0 ohmiksi. Tästä syystä UPS-käyttö ei ole aina välttämättä oikosulkuvirran suhteen epäedullisin tilanne. Myös UPS IT-järjestelmän vikapiirin impedanssilaskennassa täytyy ottaa huomioon erotusmuuntajan impedanssi.

Edellä mainituista johtuen kunnossapitotarkastuksissa on erityisen tärkeää tarkistaa IT-järjestelmiin mahdollisesti tehdyt muutos- ja laajennustyöt ja tarkastaa niiden jälkeen tehdyt mitaukset tai laskelmat sen toteamiseksi, että vikasuojaus toimii vaaditulla tavalla.

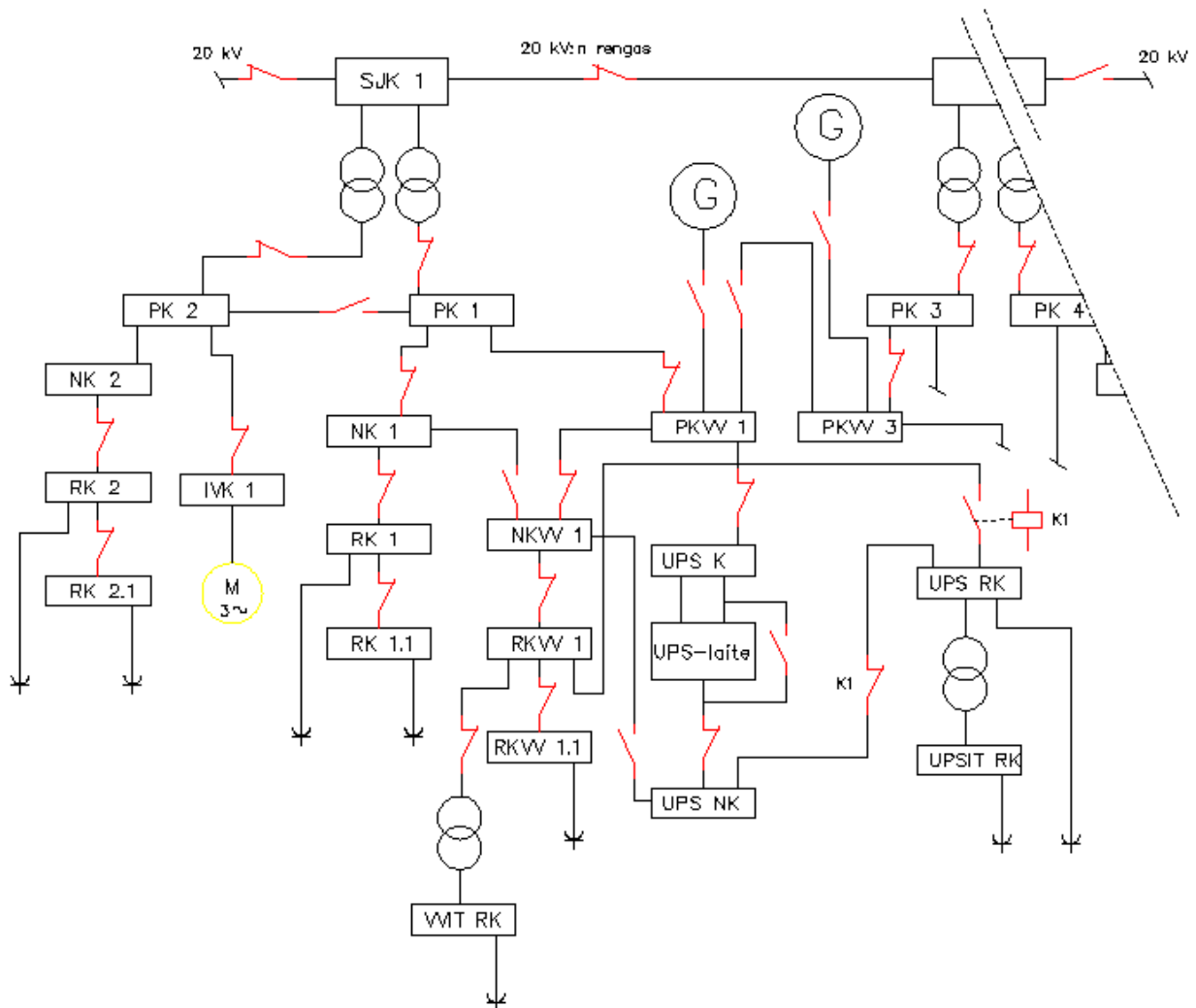


KUVA 3. UPS-kytkentä verkon normaalitilanteessa

## 8 KOHTEEN SÄHKÖNJAKELU

Keski-Pohjanmaan keskussairaalan sähkönjakelu koostuu kuudesta jakelujärjestelmästä:

- 20 kV jakelujärjestelmä
- 0,4 kV jakelujärjestelmä
- varavoimajakelujärjestelmä
- varavoima IT-jakelujärjestelmä
- UPS-jakelujärjestelmä
- UPS IT-jakelujärjestelmä



KUVA 4. Sähkönjakelun periaatekaavio verkon normaalitilanteessa

## 8.1 20 kV:n jakelujärjestelmä

Sairaalan sisäinen rengasverkko on liitetty Kokkolan energian keskijänniteverkkoon. Laitteistoon sisältyy neljä KJ-kojeistoa ja seitsemän öljyeristeistä jakelumuuntajaa. Kuvassa 5 on Italialaisen VEI-yhtiön valmistama Fluorc-kojeisto. Kojeisto koostuu kahdesta rengassyötön kennosta, joissa on SF<sub>6</sub>-eristeiset kuormanerottimet ja maadoituskytkimet, sekä kolmesta suojareleen ohjaamasta Veivacuum-L-tyhjökatkaisijasta. Suojareleet ovat ABB-konsernin valmistamia SPAJ 141 C -tyyppisiä suojareleitä. VEI-yhtiön valmistamia kojeistoja sairaalassa on yhteensä kolme kappaletta. VEI on sittemmin myyty Schneider Electric-yhtiölle ja tämän kojeistomallin valmistus on sen jälkeen lopetettu. Neljäs ja uusin kojeisto on Italialaisen Tozzi-yhtiön valmistama Ecosmart-tyyppinen SF<sub>6</sub>-eristeinen kojeisto, jossa on heidän VCB-L-tyyppiset tyhjökatkaisijansa, ja suojalaitteena on ABB-yhtiön REF615-suojareleet.



KUVA 5. VEI-yhtiön valmistama keskijännitekojeisto

Jakelumuuntajat jakautuvat kojeistoittain niin, että kolme kojeistoista syöttää kukin kahta muuntajaa. Yhden kojeiston perässä on yksi jakelumuuntaja, ja tämä on laitteiston pienin 500 kVA Dyn11 -kytkentäryhmän muuntaja (KUVA 6). Loput kuusi muuntajaa ovat ABB-yhtiön valmistamia 1000 – 1250 kVA:n tehoisia hermeettisesti suljettuja öljyeristeisiä muuntajia.



Kaikki muuntajat ovat saman Dyn11 -kytkentäryhmän muuntajia. Muuntamoissa on rinnankäyttömahdollisuus, mutta normaalitilanteessa yhdistyskatkaisija on kuitenkin aina auki.



KUVA 6. ABB-konsernin valmistama 500 kVA:n hermeettinen muuntaja

## 8.2 0,4 kV:n jakelujärjestelmä

Kuten edellisessä kappaleessa on mainittu, sairaalan pienjänniteverkkoa syöttää seitsemän jakelumuuntajaa. R-pääkeskuksia, jotka saavat syöttönsä ainoastaan yleisestä sähköverkosta, kohteessa on yhteensä seitsemän kappaletta. Näiden lisäksi on neljä kappaletta V-pääkeskusta, jotka normaalitilanteessa saavat syöttönsä yleisestä sähköverkosta ja sähkökatkonaikana varavoimageneraattoreilta. Pääkeskusten pääkatkaisijoina ja yhdistyskatkaisijoina käytetään Schneider Electricin Masterpact-tyyppisiä ilmaeristeisiä Micrologic-suojareilla varustettuja katkaisijoita (KUVA 7). Pääkeskukset ovat kennotyyppisiä, kytkinvarokelähdöin ja kaapelikuiluin varustettuja keskuksia. Uusin pääkeskustila on kuvassa 8.



KUVA 7. Masterpact-ilmakatkaisija



KUVA 8. Uusin pääkeskustila

Pääkeskukset syöttävät nousukeskuksia, joita on 26. Nousukeskuksissa on vikavirtavalvontakojeet, jotka mittaavat nousukaapeleiden summavirtaa ja hälyttävät kiinteistövalvontaan, mikäli vikavirtaa havaitaan. Vikavirtakojeet ovat Trafox-yhtiön VRE-tyyppisiä kojeita. Nousukeskushuoneissa on aina yleisen jakeluverkon ja varavoimaverkon keskukset, ja näiden välillä on vikatilanteiden ja huoltojen varalta syötönvaihtokytkin. Nousukeskukset syöttävät ryhmäkeskuksia, joita on 400.

### 8.3 Varavoimaverkko

Varavoimalaitteistoa tarvitaan turvaamaan sähkönsyöttö kriittisiin pisteisiin yleisen sähköverkon häiriötilanteissa. Kohteen varavoimaverkko koostuu varavoimakoneista, pääkeskuksista, nousukeskuksista ja ryhmäkeskuksista. Varavoimaverkon keskukset ovat väriltään sinisiä. Varavoimakoneita kohteessa on yhteensä viisi. Uusimmat kaksi konetta ovat rinnankäyviä 600 kVA:n generaattoreita, jotka on toimittanut Voimalaite Service. Loput kolme konetta ovat yhteisteholtaan n. 600 kVA.



KUVA 9. Voimalaite Servicen toimittamat 600 kVA:n generaattorit

Varavoimakoneet käynnistyvät automaattisesti, kun yleisen sähköverkon jännite katkeaa. Pääkeskuksella automaatiikka ajaa yleisen sähköverkon pääkatkaisijan auki, ja tämän jälkeen generaattoria pyörittävä dieselmoottori käynnistyy. Kun 50 Hz:n taajuus ja oikea jännite on saavutettu, sulkeutuu varavoimakeskuksella generaattorin katkaisija, ja näin verkossa on jälleen jännite. Tämä vie aikaa alle 15 sekuntia. Jännitteen palaututtua yleiseen sähköverkkoon tahdistuvat generaattorit samaan tahtiin verkon kanssa. Kun tahdistus on saavutettu, sulkeutuu yleisen sähköverkon pääkatkaisija, ja generaattorit käyvät verkon kanssa rinnan. Seuraavaksi aukeaa generaattorin katkaisija, ja moottorit jäävät käymään jäähdytyskäyntiä, kunnes automaatio ne lopulta sammuttaa. Verkko siis palautuu katkotta.

Varavoimageneraattorit syöttävät myös sähkö- ja potilasturvallisuuden kannalta erittäin tärkeitä IT-jakelujärjestelmiä. IT-jakelujärjestelmän toiminta- ja vikasuojausperiaatteita on käyty läpi tämän työn sähköturvallisuutta koskevassa luvussa 7. Kuvan 4 periaatekaaviossa on esitetty myös VV IT-järjestelmän kytkeytyminen syöttäviin jakelujärjestelmiin. Varavoimajärjestelmän suunnittelussa tulee ottaa huomioon generaattorin syöttämä oikosulkuvirta, joka usein on pienempi kuin yleisen sähköverkon syöttämä virta.

#### **8.4 UPS-jakelujärjestelmä**

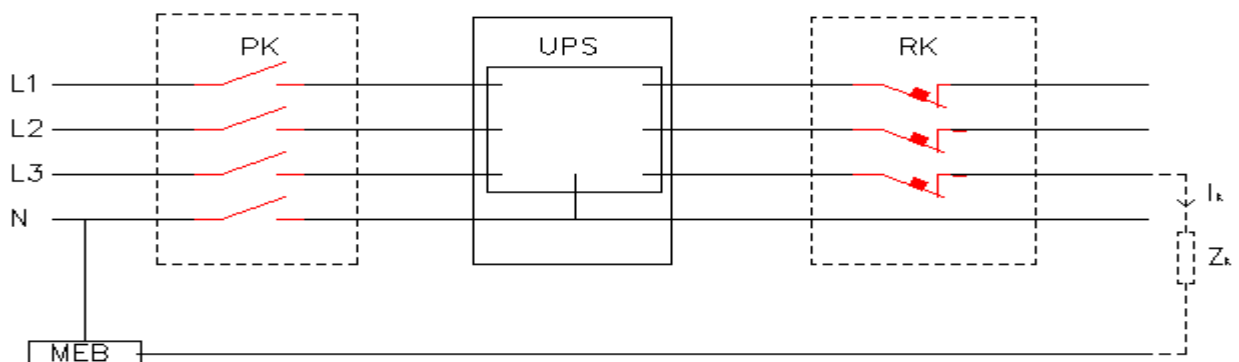
UPS-laitteita käytetään sähkönsyöttöön kaikkein kriittisimmissä kohteissa. UPS-syöttö on katkeamaton sähkönsyöttöjärjestelmä, eli kun yleiseen sähköverkkoon tulee häiriö, UPS-laitteet jatkavat kuorman syöttämistä ilman katkoa. UPS-laitteita syötetään varavoimaverkostoa, jolloin akuston käyttöaika häiriötilanteissa jää käytännössä lyhyeksi, noin 15 sekunnin mittaiseksi jaksoksi. UPS-laitteilla syötetään myös IT-jakelujärjestelmiä. Tätä on käsitelty tämän työn luvussa 7.

Keski-Pohjanmaan keskussairaalassa on neljä kiinteistön sähköverkkoa syöttävää UPS-laitteistoa. Kolme laitteistoista koostuu kahdesta nimellisteholtaan 100 kVA:n rinnan kytketystä UPS-laitteesta. Kyse on redundantisesta eli varmennetusta järjestelmästä, jossa toisen laitteen vikaantuminen ei vielä näy käyttäjällä millään tavalla. Yksi laitteistoista koostuu ainoastaan yhdestä nimellisteholtaan 80 kVA:n UPS-laitteesta. Kuvassa 10 on Eaton-yhtiön valmistama Powerware 9390 UPS-laite. Näitä sairaalassa on 5 kappaletta.



KUVA 10. Eaton Powerware 9390 (Eaton.)

Sairaalassa käytetään pääsääntöisesti 4-napaisia pääkytkimiä ja kytkinvarokkeita. UPS-laitteen syötössä tulisi kuitenkin käyttää 3-napaista pääkytkintä ja kytkinvaroketta. Jos syöttävä kytkin on 4-napainen, katkaisee avattu kytkin myös N-PE-yhdistyksen, tämä estää vikasuojauksen toiminnan L-PE-vikatilanteessa. (ST-kortti 52.35.02.) Kuvassa 11 on vikatilanne kuvattuna.



KUVA 11. Vikasuojaus ei toimi, kun syöttävä kytkin on auki

## 9 MUUT JÄRJESTELMÄT

Sairaalassa on myös useita muita turvallisuuteen merkittävästi vaikuttavia järjestelmiä, jotka kuuluvat hoito- ja kunnossapito-ohjelman piiriin:

- paloilmoinjärjestelmä
- automaattiset sammutusjärjestelmät
- savunpoistojärjestelmä
- kulunvalvontajärjestelmä
- murtohälytinjärjestelmä
- kameravalvontajärjestelmä
- turvavalaistusjärjestelmä
- hissit
- sähkötoimiset ovikoneistot

Edellä olevien järjestelmien aistinvaraiset tarkastukset on sisällytetty sähkölaitteiston hoito- ja kunnossapito-ohjelmaan. Osalle, kuten esimerkiksi paloilmoitimelle, on olemassa oma järjestelmäkohtainen huolto- ja kunnossapito-ohjelmansa, jonka mukaisesti testaukset, huollot ja tarkastukset tehdään. Tässä työssä keskitytään kuitenkin pääasiassa sähkölaitteiston hoitoon ja kunnossapitoon.

## **10 HOITO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMA**

Tässä työssä laadittiin Keski-Pohjanmaan keskussairaallalle edellä esitellyn sähkölaitteiston hoito- ja kunnossapito-ohjelma. Laadittu ohjelma sisältää 20 kV:n jakelujärjestelmän ja 0,4 kV:n jakelujärjestelmän hoitoon ja kunnossapitoon tarvittavat lomakkeet ja seuranta-aikataulun. Kunnossapito-ohjelman lomakkeet, aikataulu ja seuranta laadittiin Excel-ohjelmistolla. Pienjännitejakelujärjestelmän osalta tarkastuslomake sisältää standardissa ja sähköturvallisuuslaissa määriteltyjen toimenpiteiden lisäksi kerran vuodessa tehtävän, koko tarkastettavan keskuksen jakelualueita koskevan laajan aistinvaraisen tarkastuksen, jossa myös muiden järjestelmien, esimerkiksi kulunvalvonnan, turvavalaisituksen, ATK-jakamoiden, paloilmioittimen, sekä palokatkojen kunto tarkastetaan. Tarkastusjaksot sekä tarkastettavat kohteet perustuvat osittain ST-korttiin 96.02 sekä kohteen käytönjohtajan Kimmo Pulkkisen kanssa käytyyn keskusteluun.

Lomakkeita ei ole suunniteltu tulostettaviksi, joten tästä syystä niitä ei ole myöskään liitteenä. Lomakkeiden sisältö käydään pääpiirteittäin läpi seuraavissa luvuissa. Hoito- ja kunnossapito-ohjelman tarkastukset ja toimenpiteet on viety Housesoft-ohjelmistoon siten, että sieltä saadaan huoltohenkilökunnalle muistutus kulloinkin ajankohtaisista toimenpiteistä. Ohjelman aikataulu sekä tarkastuslomakkeet ja ohjeet ovat tallennettuna verkkolevyllä Excel-muodossa hoito- ja kunnossapito-ohjelmaa varten luotuun kansiorakenteeseen. Lomakkeet ja kansiot on nimetty osittain ST-kortin 70.12 S2010-sähkönimikkeistön mukaisesti. Valmiita ohjelmistoja-kin on tähän käyttöön saatavilla, mutta mielestäni niistä saatava lisäarvo verrattuna hintaan on vähintäänkin kyseenalainen. Excel-lomakkeita on tulevaisuudessa helppo muokata tarpeen mukaan eikä se vaadi erityisosaamista.

### **10.1 20 kV:n jakelujärjestelmä**

Kuukausittain tarkastetaan ovien lukitus ja suoritetaan tilojen aistinvarainen tarkastus. Toimenpiteet suorittaa tekninen huolto.

Puolen vuoden välein:

- täytetään lomake S221 AT6KK
- tarkastetaan dokumentaation paikkansapitävyys
- tarkastetaan huoltopöytäkirjat
- tarkastetaan releasettelut
- tarkastetaan koje- ja johdinmerkinnät
- tarkastetaan ovien lukitus
- tarkastetaan IV-laitteiden toiminta
- tarkastetaan IV-laitteiden huoltopöytäkirjat
- tarkastetaan varoituskilvet
- tarkastetaan ensiapuohjeet
- tarkastetaan ohjaussauvat ym. varusteet
- tarkastetaan tilan siisteys
- tarkastetaan sammutuskalusto
- tarkastetaan valaistus
- tarkastetaan maadoituskiskon merkinnät
- tarkastetaan muuntajan öljymäärä
- tarkastetaan jännitteenilmaisimet
- tarkastetaan kojeistojen kaasumäärät

Toimenpiteet suorittaa käytönjohtaja.

Kahden vuoden välein:

- täytetään lomake S221 AT2V
- suoritetaan black out -testi, katkaistaan jännite rengasverkosta tunnin ajaksi
- ohjataan katkaisijat auki
- käytetään erottimia auki tai kiinni
- puhdistetaan muuntajat, kaapelipäätteet ym.
- puhdistetaan kojeistot
- liikutellaan väliottokytkimiä
- tarkastetaan kennot aistinvaraisesti



- testataan muuntajan ylläpötilahälytys ja katkaisijan auki ohjaus hälytyksestä
- ohjataan pienjännitekatkaisijat auki tämän tarkastuksen yhteydessä
- tarkkaillaan varavoimakoneiden käyntiä

Toimenpiteet suorittaa käytönjohtaja ja tekninen huolto.

Kolmen vuoden välein:

- koestetaan suojarieleet

Toimenpiteen suorittaa ulkopuolinen urakoitsija.

Viiden vuoden välein:

- kojeistot huolletaan valmistajan ohjeen mukaan
- pienjännitekatkaisijat huolletaan tämän huollon yhteydessä

Toimenpiteet suorittaa ulkopuolinen urakoitsija.

## **10.2 0,4 kV:n jakelujärjestelmä**

Päivittäin suoritetaan sähkölaitteiston aistinvarainen tarkastelu ja korjataan havaitut puutteet. Suorittajana on tekninen huolto.

Kuukausittain:

- suoritetaan pääkeskusten ja nousukeskustilojen aistinvarainen tarkastus
- tarkastetaan ovien lukitus
- koekäytetään varavoimakoneita yleisen sähköverkon rinnalla
- täytetään varavoimakoneiden koekäyttöpöytäkirjat
- kirjataan testaukset ja tarkastukset Housesoft-ohjelmistoon
- testataan ja tarkastetaan turvavalaistus, täytetään keskuksella oleva pöytäkirja
- suoritetaan myös paloilmoittimien ja sammutuslaitteistojen kuukausi testit

Suorittajana on tekninen huolto.

Vuosittain suoritetaan tarkastus lomakkeen S2229 ATM6V mukaisesti. Lomakkeen täyttöohje on liitteenä (LIITE 2).

IT-järjestelmien osalta tarkastetaan vuosittain:

- huonekojeen toiminta
- keskuskojeen toiminta
- kaukohälytys viive
- ylikuorman valvonta, lämpötila ja virta
- hälytysrajan testaus

Suorittajana on tekninen huolto.

Ryhmäkeskusten jakelualueelle tehdään vuosittain laaja tarkastus, jossa käydään läpi:

- edellisen tarkastuksen puutteet
- keskusten tyyppikilvet
- tasopiirustukset, keskuskaaviot ja piirikaaviot
- keskuksen läpiviennit
- kaapeleiden liitännät ja merkinnät
- keskuksen merkinnät
- johtimien merkinnät keskuksen sisällä
- potentiaalintasausjohtimien liitännät
- keskuksen suojamaadoitus
- suojalaitteiden tarkastus
- varavoimakeskuksen pääkytkimen asento, merkinnät ja estolukitus
- johdonsuojien lukituslaitteet 5kpl/ keskus
- varasulakkeet 5kpl/ koko
- suojareleiden ym. laitteiden asettelut
- syötönvaihtoautomaatiikan toiminta (UPS-keskukset)
- keskuksen hoitotilan siisteys

- kahvasulakkeiden vaihtokahva ja suojakäsine
- vikavirtasuojien testaus painikkeesta
- vikavirtavalvonnan tarkastus (nousukeskukset)
- valaisimet
- sähkökalusteiden kunto
- merkinnät jakelualueella, myös muut järjestelmät esim. KV
- ATK-jakamoiden tarkastus
- paloilmaisimet ja palopainikkeet
- turvavalaistus
- käyttäjien liittämät laitteet esim. jatkojohdot
- palokatkot
- lukitukset
- lämpökamerakuvaus pääkeskuksissa ja nousukeskuksissa

Suorittajana tekninen huolto ja ulkopuolinen urakoitsija.

Viiden vuoden välein huolletaan pääkeskuksen ilmakatkaisijat. Toimenpiteet suorittaa ulkopuolinen urakoitsija.

Kuuden vuoden välein lomakkeen S2229 ATM6V vuoden välein tehtävien tarkastusten lisäksi:

- mitataan potentiaalintasaukseen liitetyt pisteet
- mitataan IT-järjestelmien erotusmuuntajista ulostulokäämin vuotovirta ja kotelovuotovirta
- testataan vikavirtasuojat painikkeesta ja mitataan nousevalla sinimuotoisella virralla
- mitataan lattia jos se on liitetty potentiaalintasaukseen
- mitataan suojajohtimien jatkuvuudet
- mitataan keskuksen oikosulkuvirta pääkytkimen jälkeen
- mitataan oikosulkuvirta keskusalueen epäedullisimmasta pisteestä

Suorittajina ovat tekninen huolto ja ulkopuolinen urakoitsija.

### 10.3 Kompensointilaitteisto

Kuukausittain tilojen tarkastuksen yhteydessä tehdään aistinvarainen tarkastus. Vuosittain tarkastetaan:

- puhaltimen kunto
- suodatin
- ilmankierto
- termostaatin toiminta
- liitosten kireyden tarkastus
- kontaktoreiden kunto
- kondensaattoreiden kunto
- mitataan virta, jännite ja kapasitanssi kaikilla portailla
- tarkastetaan säätimen asetteluarvot
- hälytysten testaus
- täytetään lomake S2224 ATM1V

Suorittaja on tekninen huolto.

### 10.4 Varavoimakoneet ja UPS-laitteet

Vuosittain varavoimakoneille tehdään huolto laitetoimittajan ohjeen mukaisesti. Kuukausittain varavoimakonetta käytetään osateholla verkon rinnalla. Kun moottori on saavuttanut normaali-  
lämpötilan, kirjataan tarkastuspöytäkirjaan:

- käyttötunnit
- öljynpaine
- lämpötila
- pääjännite
- taajuus
- teho

Suorittaja on tekninen huolto.

UPS-laitteet huoltaa vuosittain ulkopuolinen urakoitsija laitetoimittajan ohjeen mukaisesti.

### **10.5 Maadoitukset pääkeskuksissa ja muuntamoissa**

Kuukausittaisella kierroksella suoritetaan aistinvarainen tarkastus. Kahden vuoden välein lomakkeen S2223 ATM2V mukaisesti toimenpiteet:

- tarkastetaan liitosten kireys
- tarkastetaan merkinnät
- tarkastetaan korroosiovauriot
- mitataan virta muuntamoiden välisistä PE-johtimista
- tarkastetaan maadoituskaaviot

Suorittaja on tekninen huolto.

## 11 POHDINTA

Työssä oli tarkoitus laatia sähkölaitteiston hoito- ja kunnossapito-ohjelma. Aluksi työhön piti sisältyä muidenkin järjestelmien hoito- ja kunnossapito-ohjelmat, mutta lopulta työ kuitenkin rajattiin pelkästään sähkölaitteistoon. Sairaalan sähkölaitteisto on niin laaja kokonaisuus, että samaan työhön ei kannata yrittää sisällyttää kaikkia ylläpidettäviä järjestelmiä, vaan ne kannattaa jättää omaksi kokonaisuudekseen. Nyt laadittuun ohjelmaan sisältyy kuitenkin myös muiden järjestelmien aistinvarainen tarkastus määrävälein tehtävien tarkastusten yhteydessä. Uusi hoito- ja kunnossapito-ohjelma tarvittiin, koska vanha oli jäänyt päivittämättä ja siihen sisältyi etenkin pienjännitelaitteiston osalta lukuisa määrä erilaisia pöytäkirjoja sekä muita dokumentteja, ja tätä kokonaisuutta oli laitteiston laajuuden vuoksi vaikea hallita.

Tarvittiin selkeä helposti hallittava ratkaisu tarkastusten ja mittausten dokumentointiin. Työssä päädyttiin Excel-ohjelmistolla laadittuun pöytäkirjapohjaan, jota tullaan käyttämään aina käyttöönottotarkastuksesta alkaen siihen saakka kunnes kyseinen keskus puretaan. Samaa pöytäkirjaan on nyt koottu kaikki keskusalueella tehtävät aistinvaraiset tarkastukset ja mittaukset. Jotta dokumentointi tulevaisuudessa pysyy hallinnassa, täytyy kaikki mittaukset ja muut keskusalueilla tehtävät toimenpiteet kirjata aina nyt laadittuun taulukkoon. Koska taulukko on tehty Excel-ohjelmistolla, on se tulevaisuudessa helposti muokattavissa tuleviakin määräyksiä vastaavaksi.

## LÄHTEET

Eaton. Saatavissa: <https://www.eaton.com/us/en-us.html>. Viitattu 10.2.2019.

Keski-Pohjanmaan sosiaali- ja terveystalvvelukuntayhtymä. Saatavissa: <https://soite.fi/soite>. Viitattu 28.1.2019.

Pulkkinen K. Keski-Pohjanmaan keskussairaalan sähkölaitteiston käytönjohtaja. Haastattelu 24.1.2019.

SFS-käsikirja 600-1-2. 2017. Pienjännitesähköasennukset. Osa 1-2: Erikoistilojen ja täydentävät vaatimukset (SFS 6000 osat 7-8) 1. painos.

ST-kortisto ST 96.02. 2002 Hoito- ja kunnossapito-ohjelman laadinta. Sähköinfo Oy. Saatavissa: <https://severi.sahkoinfo.fi/>. Viitattu 5.3.2019.

ST-kortisto ST 70.12 S2010-sähkönimikkeistö. 2017. Sähköinfo Oy  
Saatavissa: <https://severi.sahkoinfo.fi/>. Viitattu 7.3.2019.

ST-kortisto ST 52.35.02. 2010. UPS-laitteella varmennetun sähkönjakelujärjestelmän suunnittelu ja toteutus. Sähköinfo Oy. Saatavissa: <https://severi.sahkoinfo.fi/>. Viitattu 21.2.2019.

Sähköturvallisuuslaki 1135/2016. Saatavissa:  
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161135#Pidp448276464>. Viitattu 23.2.2019.



Ohje Sähkölaitteiston käyttö

Päiväys 27.8.2018  
 Laatiija Pekka Nevanperä  
 Sähkötyönjohtaja  
 Sähkö- ja lääkintäteknikka

## Ohjeistus sähkölaitteiston käytöstä Soitessa

Tässä ohjeessa käydään läpi standardin SFS6000 mukaiset hoitoalueen määritelmät, eri tilaluokitukset ja niihin liittyvät sähkölaitteiston merkinnät ja sähkölaitteiston turvallinen käyttö eri tilaryhmissä.

Poikkeaminen tästä ohjeistuksesta vaatii aina riskiarviontekoa.

### Tilaluokitukset

**-G0 (ryhmä 0)** = Tila jossa ei käytetä sähkökäyttöisten lääkintälaitteiden liityntäosia esim. kansliat ja käytävät

**-G1 (ryhmä 1)** = Lääkintätila jossa sähkökäyttöisen lääkintälaitteen liityntäosia on tarkoitus käyttää ihon ulkopuolisesti ja ihon sisäisesti mihintahansa kehon osaan, esim. potilashuoneet, toimenpidehuoneet, röntgen-tutkimushuoneet ym. ellei kyseessä ole tilaryhmän G2 soveltamisalue.

**-G2 (ryhmä 2)** = Lääkintätila jossa sähkökäyttöisen lääkintälaitteen liityntäosia on tarkoitus käyttää sellaisiin sovelluksiin, esim. sydämenläheisiin toimintoihin, leikkaussalikäyttöön ja tehohoitoon, joissa sähkönsyötön katkeaminen voi aiheuttaa hengenvaaran.

Tarkempi luettelo eri tilaryhmistä liitteenä (liite 1)

### Hoitoalue

Hoitoalue on alue jossa tarkoituksellisesti tai tahattomasti saattaa syntyä suora yhteys potilaan ja sähkökäyttöisen lääkintälaitteen tai lääkintälaittejärjestelmän osan välille tai yhteys potilaan ja lääkintälaitteen tai lääkintälaittejärjestelmän osaa koskevan henkilön välille.

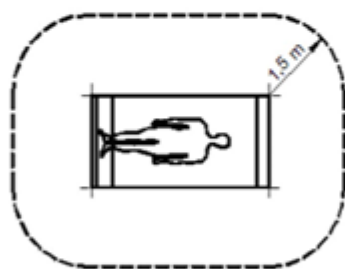
Hoitoalueita on kaikissa lääkintätilaryhmissä. Jos potilaaseen ei ole liitetty sähkökäyttöisiä lääkintälaitteita, ei kyseessä ole hoitoalue.



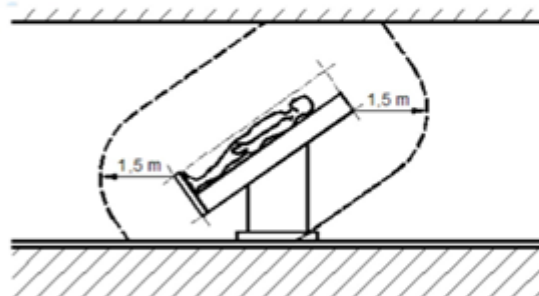


Ohje Sähkölaitteiston käyttö

Päiväys 27.8.2018  
 Laatija Pekka Nevanperä  
 Sähkötyönjohtaja  
 Sähkö- ja lääkitätekniikka



Hoitoalueen rajat



Hoitoalue on tarkoitettu vain niille sähkölaitteille jotka liittyvät potilaan hoitoon tai tutkimukseen. Tästä syystä esim. potilashuoneiden potilaspaikkojen potilaspaneelien pistorasioita ei pitäisi käyttää esim. potilaan kännykän lataukseen tai muiden kuin sähkökäyttöisten lääkelaitteiden syöttöön. Jos hoitoalueella käytetään muita kuin lääkelaitteita tulee ne suojata lääkelaitestandardin mukaisesti. Potilaan laitteita tulisi ladata esim. huoneen nurkassa olevasta pistorasiasta tai kanslian pistorasioista.

Poikkeuksena Soiteissa on uuteen terveystieteiskeskussairaalaan (my-siipi) rakennettu potilaspaneelit siten, että potilaan omille laitteille on oma yksittäinen pistorasia toisessa reunassa paneelia. Nämä pistorasiat on suojattu omalla vikasuojauksella, niin että vikaantunut laite ei aiheuta sähkökatkoa lääkelaitteille tarkoitettuihin pistorasioihin. Tähän järjestelyyn on päädytty syystä, että oletuksena kyseisillä osastoilla käytetään pääsääntöisesti lääkelaitteita jotka eivät ole erityisen häiriöalttiita, esim. infuusiopumppuja, tai potilaaseen ei ole lainkaan liitettyä lääkelaitetta jolloin kyseessä ei ole hoitoalue.

On myös huomioitava että mikäli potilaan sijoituspaikkaa ei ole määritetty täytyy kaikki mahdolliset sijoitukset huomioida. Hoitoalue siis liikkuu ja voi näin ollen kattaa koko tilan !!

## Sähkölaitteisto ja merkinnät

Sairaalanmaällä on käytössä viittä erilaista sähkönjakelujärjestelmää

- Normaaliverkko joka merkitään kirjaimella R. Normaaliverkkoa käytetään kanslioissa, osastojen potilaspaikoilla, käytävillä ym. pistorasioissa jotka eivät syötä kriittisiä laitteita. **Näistä pistorasioista katkeaa sähkö aina koko sähkökatkonpitäiseksi ajaksi.** Normaaliverkon pistorasiat tunnistaa pistorasiaan liimatusta tarrasta jossa on valkoisella pohjalla tekstiä. **G2 tiloissa normaali-verkon pistorasioita on varattu ainoastaan tarkastuksissa käytettäville mittalaitteille ja suuritehoisille tutkimuslaitteille esim. röntgenlaitteet ja tietyt UA-laitteet, näissä tiloissa normaali-verkon pistorasiaan EI SAA KYTKEÄ LÄÄKINTÄLAITTEITA** pl. edellä mainitut poikkeukset. **G2 tiloissa** näissä pistorasioissa on merkintä: ei lääkelaitteille tai merkintä: röntgenlaitteille. **G1 tiloissa** (esim. potilashuoneet) näitä rasioita käytetään myös lääkelaitteille.



Ohje Sähkölaitteiston käyttö

Päiväys 27.8.2018  
 Laatija Pekka Nevanperä  
 Sähkötyönjohtaja  
 Sähkö- ja lääkintäteknikka

- Varavoimaverkko, joka merkitään kirjainyhdistelmällä VV tai kirjaimella V. Varavoimaverkon pistorasioita löytyy lähes kaikista tiloista. **Varavoimaverkkoon kytketään laitteita jotka turvallisuuden kannalta täytyy olla käytettävissä myös sähkökatkon aikana, mutta eivät kuitenkaan vaadi katkotonta sähkön syöttöä.** Sähkökatkon aikana varavoimaverkossa on 15 sekunnin sähkökatko jonka jälkeen generaattorit syöttävät sähköä pistorasioihin. Varavoimaverkkoa **EI SAA KUORMITTAA** turhilla laitteilla kuten kahvinkeitin, televisio, puhelinlaturit ym. vaan ko. laitteet tulee kytkeä **AINA** normaaliverkon pistorasioihin. Varavoimaverkon pistorasiat tunnistaa tarrasta jossa on sinisellä pohjalla tekstiä, tai koko pistorasia on väriltään sininen. **G2 tiloista saattaa löytyä myös varavoimaverkon pistorasioita mutta siellä niitä EI SAA KAYTTAA** lääkintälaitteiden syöttöön, vaan ne on varattu esim. röntgenlaitteille ja niistä löytyy merkintä "ei lääkintälaitteille" tai esim. teksti "röntgenlaitteille" Osa sairaalan valaistuksesta on myös kytketty varavoimaan.
- Varavoima IT-verkko, joka merkitään kirjainyhdistelmällä VVIT. VVIT-pistorasioita käytetään G2 tiloissa, ne on tarkoitettu **AINOASTAAN LÄÄKINTÄLAITTEILLE** pl. suuritehoiset laitteet kuten röntgenlaitteet joille on varattu pistorasia edellä olevista järjestelmistä. VVIT-pistorasioihin kytketään laitteita joissa on joko sisäinen akkuvarmennus tai jos lyhyt sähkökatko ei aiheuta vaaraa potilasturvallisuudelle. VVIT-järjestelmä on lääkintäsuojaerotusmuuntajalla verkosta erotettu jakelujärjestelmä jota valvotaan eristystason- ja yllilämmönvalvontakojeilla. Näistä kojeista lisää tuonnempana. VVIT-järjestelmän pistorasioita on G2 tiloissa kattokeskuksissa, ohjauskeskuksissa ja seinillä kouruissa. VVIT-järjestelmän pistorasiat tunnistaa tarrasta jossa teksti on vihreällä pohjalla, tai koko pistorasia on vihreä. Sähkökatkon aikana 15 sekunnin katko.
- UPSIT-verkko, joka merkitään kirjainyhdistelmällä UPSIT. UPSIT-pistorasioita käytetään G2 tiloissa, ne on tarkoitettu **AINOASTAAN LÄÄKINTÄLAITTEILLE** pl. suuritehoiset laitteet kuten röntgenlaitteet. UPSIT-pistorasioihin kytketään lääkintälaitteita jotka vaativat katkottoman sähkönsyötön, UPSIT-järjestelmä syöttää sähköä katkotta sähkökatkonaikana. Esimerkiksi leikkausvalaisimet saavat sähkön UPSIT-järjestelmästä. UPSIT-järjestelmä on lääkintäsuojaerotusmuuntajalla UPS-verkosta erotettu jakelujärjestelmä jonka eristystasoa ja muuntajan yllilämpöä valvotaan. UPSIT-järjestelmän pistorasioita on G2-tiloissa kattokeskuksissa, ohjauskeskuksissa ja seinillä kouruissa. UPSIT-järjestelmän tunnistaa tarrasta jossa oranssilla pohjalla on teksti UPSIT, tai oranssi rasia.
- UPS-verkko, joka merkitään kirjainyhdistelmällä UPS. UPS-pistorasioita löytyy vähäisiä määriä paikoista jossa tarvitaan katkotonta sähkönsyöttöä esim. päivystyksestä ja leikkaussaleista. G2-tiloissa UPS-pistorasioita **EI SAA KAYTTÄÄ LÄÄKINTÄLAITTEILLE** vaan ne on varattu esim. tietokoneille jotka eivät saa sammua sähkökatkossa. UPS-järjestelmää ei ole tarkoitettu suuren käynnistysvirran vaativille laitteille kuten röntgenlaitteille. UPS-järjestelmän tunnistaa tarrasta jossa oranssilla pohjalla on teksti UPS, tai koko rasia on väriltään oranssi. G2 tiloissa UPS-rasioista pitäisi löytyä myös merkintä "ei lääkintälaitteille"

#### IT-JÄRJESTELMIEN YLIKUORMITTAMINEN SAATTA AIHEUTTAA PITKÄKESTOISEN SÄHKÖKATKON

Sairaalan alueelta saattaa löytyä saneeraamattomilta osastoilta (esim. teho) myös muulla tavoin merkittyjä eri järjestelmien pistorasioita. Jos tarvetta niin kohdekohtaista opastusta voi pyytää tämän ohjeen laatijalta.



Ohje Sähkölaitteiston käyttö

Päiväys 27.8.2018  
 Laatija Pekka Nevanperä  
 Sähkötyönjohtaja  
 Sähkö- ja lääkintäteknikka

## Potentiaalintasaus

Potentiaalintasauspistorasia löytyy poikkeuksetta G2 tiloista, ja useimmista G1 tiloista. Soitella rakennetaan tämä rasia nykyään aina myös G1 tiloihin. Sen käyttöä suositellaan aina myös G1 tiloissa. Ohjeita potentiaalintasauksen käyttöön saa sähkö- ja lääkintäteknikasta.



## Eristystasonvalvontalaite

Kaikkia G2 tilojen IT-jakelujärjestelmiä valvotaan eristystasonvalvontalaitteella ja muuntajan ylikuormitusta muuntajan lämpötilanvalvontalaitteella. Soitella on käytössä M-7 ja EV-7 laitteet.

## MEV-7 Eristystasonvalvontajärjestelmä

Erotetun verkon eristystason ja muuntajan kuormituksen valvontajärjestelmä.



### KAUKO-OHJAUSKOJE EV-7

- **Normaali tila:** Vihreä merkkivalo vilkkuu.
- **Eristystason hälytys:**
  - Punainen merkkivalo palaa ja sumneri soi.
  - Verkkoon kytketyssä laitteessa on eristysvika.
  - Summerin poiskytkentä ON/OFF painikkeella (ei kuittaa hälytystä).
  - Oranssi merkkivalo ilmaisee summerin poiskytkennän.
  - Poista viimeksi lisätyt / käytetyt laitteet verkosta, katso kuittautuuko vika.
  - Järjestä vian aiheuttavalle laitteelle huolto.
  - Erotetun verkon käyttö kielletty kunnes vika on poistunut.
  - Hälytys kuittautuu automaattisesti vian poistuessa.
- **Hälytyksen koestus:**
  - Painikkeella ALARM/TEST hälytyksen koestus.
  - Painikkeella ON/RESET koestushälytys pois päältä.
  - HUOMI koestus aiheuttaa myös etähälytyksen.



### MUUNTAJAN VALVONTA M-7

- **Normaali tila:**
  - Vihreä merkkivalo vilkkuu ja LED-palkki ilmaisee muuntajan kuormitustason.
- **Muuntajan kuormitushälytys:**
  - Punainen merkkivalo syttyy, LED-palkki näyttää muuntajan kuormitustilanteen ja sumneri soi.
  - LED-palkin ylin punainen merkkivalo syttyy kun muuntaja on ylikuormittunut.
  - Summerin poiskytkentä ON/OFF painikkeella.
  - Hälytys kuittautuu automaattisesti vian poistuessa.
- **Muuntajan lämpöhälytys:**
  - Punainen merkkivalo syttyy ja sumneri soi.
  - Summerin poiskytkentä ON/OFF painikkeella.
  - Hälytys kuittautuu automaattisesti vian poistuessa.



Ohje Sähkölaitteiston käyttö

Päiväys 27.8.2018  
 Laatija Pekka Nevanperä  
 Sähkötyönjohtaja  
 Sähkö- ja lääkitätekniikka

## Pistorasioiden esimerkkimerkinnot Värit määräävät, tekstit vaihtelee

Pistorasiassa merkintä: R1K2 F10

- Normaaliverkon pistorasia
- Varmentamaton, sähkökatkonaikana ei sähköä
- G2 tiloissa ei saa käyttää lääkintälaitteille

Pistorasiassa merkintä: **V1K2F10**

- Varavoimaverkon pistorasia
- Sähkökatkonaikana 15 sekunnin katko
- G2 tiloissa ei saa käyttää lääkintälaitteille
- Ei saa kuormittaa ylimääräisillä laitteilla

Pistorasiassa merkintä: **VVITOK1 F10**

- VaravoimaIT-verkon pistorasia
- Sähkökatkonaikana 15 sekunnin katko
- Käytössä G2 tiloissa
- Ainoastaan lääkintälaitteille**
- Valvotaan eristystasoa ja muuntajan yllämpöä
- Ei suuritehoisille laitteille kuten röntgen

Pistorasiassa merkintä: **UPSITOK1G1 F15**

- UPSIT-verkon pistorasia
- Käytössä G2 tiloissa
- Katkoton sähkönsyöttö
- Ainoastaan lääkintälaitteille**
- Valvotaan eristystasoa ja muuntajan yllämpöä
- Ei suuritehoisille laitteille kuten röntgen

Pistorasiassa merkintä: **UPSOK1G1 F15**

- UPS-verkon pistorasia
- Käytössä mm. leikkaussaleissa
- Katkoton sähkönsyöttö
- G2 tiloissa ei lääkintälaitteille**
- Ei suuritehoisille laitteille kuten röntgen
- Käytetään esim. tietokoneille jotka eivät saa sammua



Ohje Sähkölaitteiston käyttö

Päiväys 27.8.2018  
 Laatija Pekka Nevanperä  
 Sähkötyönjohtaja  
 Sähkö- ja lääkintätieteen

## Liite 1

Lääkintätila	Ryhmä G0	Ryhmä G1	Ryhmä G2
Hierontahuone	x	x	
Yleissairaalan vuodeosaston potilashuone		x	
Yleissairaalan vuodeosaston päiväsal, ruokailuhuone	x	x	
Yleissairaalan vuodeosaston käytävä	x	x	
Psykiatrisen sairaalan potilashuone oheistiloineen	x		
Psykiatrisen sairaalan sähköshokkihuone		x	
Synnytyssali		x	x
EKG-, EEG-, EMG-huoneet		x	
Tähystysuhuone		x	
Lääkärinkanslia, kun huoneessa ei tehdä tutkimuksia sähkökäyttöisillä lääkintälaitteilla	x		
Tutkimus- ja toimenpidehuone		x	x
Osastonkanslia (ei potilaiden hoitoon tarkoitettu)	x		
Henkilökunnan lepotaikuhuone	x		
Osastonhoitajan, osastoavustajan työhuone	x		
Keskola		x	x
Synnytyksen tarkkailuhuone	(x)	x	
Urologiahuone		x	
Röntgentutkimus- ja sädehoituhuone		x	
Vesihoituhuone		x	
Kuntoutuuhuone	x	x	
Anestesiatala		x	x
Leikkaussali			x
Valmisteluuhuone		x	x
Kipsaussali	x	x	
Heräämö		x	x
Leikkaussalin heräämö			x
Sydänkatetrointihuone			x
Tehostetun hoidon huone			x
Angiografihuone			x
Dialyysihuone (lääkintälaitteen liityntäosa ihon sisällä, mutta ei sydämessä)		x	
Dialyysihuone (lääkintälaitteen liityntäosa sydämessä)			x
Valvontakeskus		x	
Magneettikuvausuhuone (MRI)		x	
Isotooppikuvausuhuone		x	
WC-pesuhuoneet (tilaluokka riippuu potilaan mahdollisesti käyttämästä lääkintälaitteesta)	x	x	

**SAHKOLAITTEISTON HOITO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMA**

Ohje OS2229 ATM6V



## SÄHKÖLAITTEISTON HOITO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMA

TEKNISET PALVELUT | SÄHKÖ- JA LAAKIN IATEKNIikka

Ohje: USZZZ9A1M6V

**Sisällys**

1 YLEISTÄ.....	2
2 PERUSTIEDOT.....	2
3 AISTINVARAINEN TARKASTUS.....	3
4 PÄIVÄKIRJA.....	3
5 POTENTIAALINTASAUS.....	4
6 IT- JÄRJESTELMÄT.....	5
7 PERUSMITTAUKSET.....	7
8 VIKAVIRTASUOJAT.....	9
9 LATTIAT.....	9

VERSIO 1.33





## SÄHKÖLAITTEISTON HOITO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMA

TEKNISET PALVELUT | SÄHKÖ- JA LAAKIN TÄKNIikka

Ohje: OSZZZ9 ATM6V

## 1 YLEISTÄ

Lomake S2229 ATM6V täytetään ensimmäisen kerran käyttöönottomittauksissa tai vanhoilla keskusalueilla määräaikaistarkastusten yhteydessä. Taulukko tallennetaan aina tarkastetun keskusposition mukaan nimeytyn kansion alle, huolto- ja kunnossapito-ohjelmaan. Samaan taulukkoon lisätään aina muutostöiden ja määräaikaistarkastusten mittaus tulokset ja mahdolliset huomautukset ja puutteet. Lomake tallennetaan kirjausten jälkeen samaan kansioon aina uudella päivämäärällä, niin että myös edellinen versio jää talteen. Tallennus esimerkiksi keskuspositiolle UPSTB1 => UPSTB1\_S2229 ATM6V\_12.2.2019. Tämä ohje sisältää myös tarvittavat mittauskytkennät.

## 2 PERUSTIEDOT

HOITO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMA		Versio 1.35 12.2.2019		Lomake: S2229 ATM6V		TARKASTETUT JAKELUJÄRJESTELMÄT	
TEKNISET PALVELUT   SÄHKÖ- JA LAAKIN TÄKNIikka		Ohje: OSZZZ9 ATM6V		<input type="checkbox"/> Käyttönototarkastus <input type="checkbox"/> Määräaikaistarkastus 1 V <input type="checkbox"/> Määräaikaistarkastus 6 V		<input type="checkbox"/> R-keskus <input type="checkbox"/> V-keskus <input type="checkbox"/> VWT <input type="checkbox"/> UPSIT <input type="checkbox"/> UPS	
SÄHKÖKESKUSALUEEN TARKASTUS				Tarkastusväli: <b>1V</b> <b>3V</b>			
Mittalaite:	Sarja nro:	Pvm:					
Tarkastaja	Kohde:						
Tilaluokka	Keskustunnukset:	R1	R1	Korjattu	Päiväkiriä		
<input type="checkbox"/> Tarkastuksen merkinnät toisen keskuksen lomakkeella, keskustunnus: _____							

Perustietoihin kirjataan tarkastetut järjestelmät ja aina viimeisimmän tarkastuksen aihe, tekijä, mittalaite ja päivämäärä. Jos jakelualuetta palvelee useampi jakelujärjestelmä, kirjataan tulokset R-keskuksen lomakkeelle, muiden keskuspositiokansioiden alle tallennetaan tyhjä lomake jossa on ruksattuna kohta "tarkastuksen merkinnät toisen keskuksen lomakkeella" ja perään merkitään R-keskuksen tunnus jonka kansioon mittaus tulokset on tallennettu. Lomakkeella on värikoodattuna eri aikaväleillä tarkastettavat sarakkeet, käyttöönottomittauksissa täytetään kaikki sarakkeet.





## SÄHKÖLAITTEISTON HOITO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMA

TEKNISEI PALVELU | SAHKU-JA LAAKIN IATEKNIikka

Ohje: OSZZZ9 A11MbV

## 3 AISTINVARAINEN TARKASTUS

Tarkastettava asia	Huomautukset	Ei OK			Korjattu	
		sis.			Pvm	Tekijä
Edellisen tarkastuksen puutteet						
Tyypikilpi						
Tasopinnustukset						
Keskuskaavin						

Aistinvaraisessa tarkastelussa käydään läpi vasemman reunan lista. Kohdissa joissa on puutteita ruksataan ei ok ruutu, tarvittaessa lisäselityksiä kirjataan huomautus sarakkeeseen. Jos asia ei sisälly jakelualueelle niin ruksi kohtaan ei sis.

## 4 PÄIVÄKIRJA

Päiväkirja

Päiväkirjaan kirjataan kaikki keskusalueella sähköjakeluun liittyvät toimenpiteet, esim. viallisen vikavirtasuojan vaihto, tai keskuksen tyhjän lähdön käyttöönotto, käyttöönottomittaukset kirjataan perusmittaukset sarakkeisiin. Kirjauksessa pitää aina olla päivämäärä ja tekijän nimi.



## SÄHKÖLAITTEISTON HOITO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMA

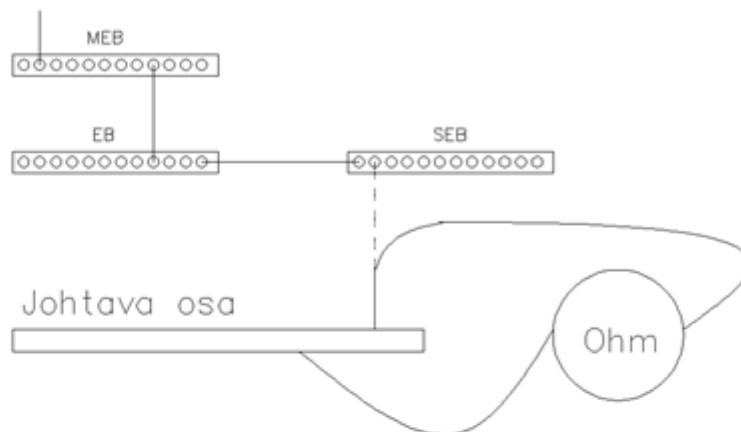
TEKNISET PALVELUT | SAHKU- JA LAAKIN TÄKNIikka

Ohje: OSZZZ9 A1MbV

## 5 POTENTIAALINTASAUUS

			POTENTIAALINTASAUUS					
			Testaus 10 A >5 s	Tulos sisältää mittaajien resistanssin			Ω	
			Testaus 200 mA	Jatkuvudet todettu vaatimusten mukaisiksi				
			Mittajohdot kompensoidut					
Pvm	Huone nro	Kiskotunnus	Potentiaalintasausjohtimen tunnus tai ryhmä nro:	Käyttöönotto Kytk./irr./R <sub>s</sub> /ID	2025 Kytk./irr./R <sub>s</sub> /ID	2031 Kytk./irr./R <sub>s</sub> /ID	mm <sup>2</sup>	Huomautus

Potentiaalintasauksen mittaus suoritetaan Soitesa aina 10A:n virralla ja viiden sekunnin mittausajalla. Kaikki potentiaalintasaukseen liitetyt osat mitataan. Potentiaalintasausjohtin tulisi irrottaa kiskosta, jotta varmistetaan, että mittausvirta kulkee potentiaalintasausjohtinta pitkin. Johtimet tulee yksilöidä pöytäkirjaan niin selkeästi että ne ovat myöhemmin määräaikaismittauksissa helposti löydettävissä. G2-tiloissa maksimi resistanssi on 0,2 Ω.



Potentiaalintasauksen mittaus

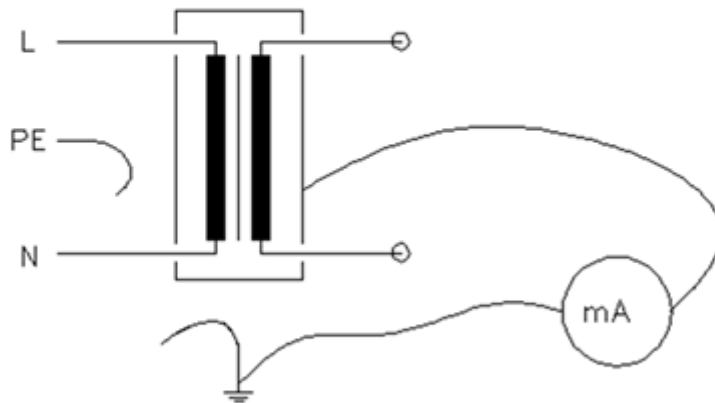




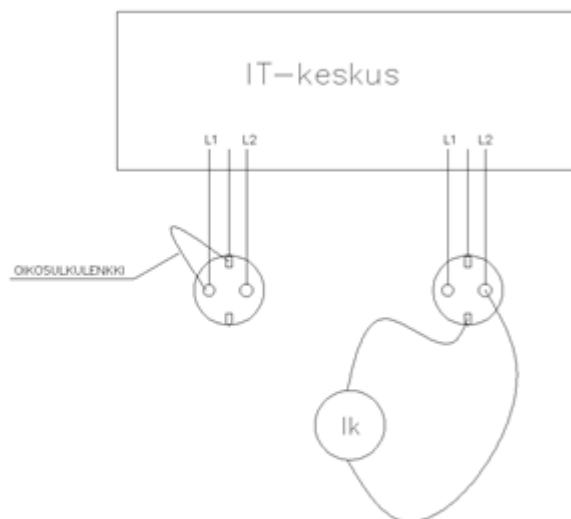
## SÄHKÖLAITTEISTON HOITO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMA

TEKNISEI PALVELUT | SAHKO-JA LAAKIN IATEKNIikka

Ohje: OSZZZ9 A1M6V



Kotelovuotovirran mittaus. Virta oltava alle 0,5 mA

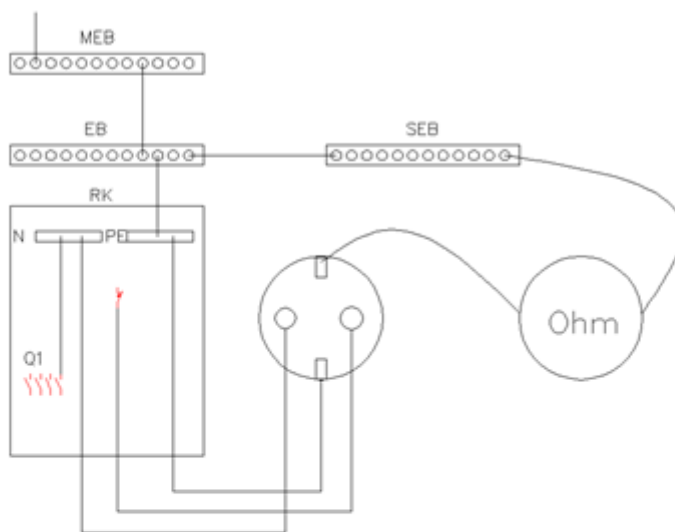


Automaattisen poiskytkennän mittaus kahden vian tapauksessa.

## 7 PERUSMITTAUKSET

PERUSMITTAUKSET														
Määräaikaismittauksissa tarkistetaan oikosulkuvirta ja vikajohdin impedanssi mittauksen päätyttyä jälkeen.														
Määräaikaismittauksissa jatkuvuutta tarkistetaan oikosulkuvirta ja vikajohdin impedanssi apuohjelmalla pistevirta 17 jännitteen mittauksen jälkeen. Käyttöolosuhteissa kaikki pistevirta.														
Pvm	Mittauspaikka	Ulkovuoto	IK	IK <sub>min</sub>	IK <sub>max</sub>	IK <sub>min</sub> (G1)	IK <sub>min</sub> (G2)	IK <sub>min</sub> (G3)	IK <sub>min</sub> (G4)	IK <sub>min</sub> (G5)	IK <sub>min</sub> (G6)	IK <sub>min</sub> (G7)	IK <sub>min</sub> (G8)	IK <sub>min</sub> (G9)

Käyttöönottomittauksissa perusmittauksista täytetään kaikki kohdat, linjaimpedanssi ei kuitenkaan ole välttämätön, silmukkaimpedanssi oikosulkuvirtojen osalta riittää. Määräaikaismittauksissa keskuksen oikosulkuvirta ja silmukkaimpedanssi mitataan pääkytkimen jälkeen. Ryhmäjohtotasolla määräaikaismittauksissa tarkistetaan silmukkaimpedanssi yhdestä epäedullisimmasta pisteestä. Määräaikaismittauksissa suojajohdinten jatkuvuus mitataan G1- ja G2-tiloissa, G2-tiloissa maksimi resistanssi on 0,2 Ω. Suojajohdinten mittauksessa tulee varmistua että kyseessä on suojajohdin, tämä voidaan tehdä esim. erottamalla 0-PE. Jatkuvuus mitataan potentiaalintasauskiskon ja pistorasian suojamaadoitusliittimen välillä, tai kiinteän laitteen jännitteelle alttiin osan ja potentiaalintasauskiskon välillä. Eristysresistanssi mitataan 500 V:n jännitteellä, poikkeustapauksissa voidaan käyttää 250 V:n jännitettä.



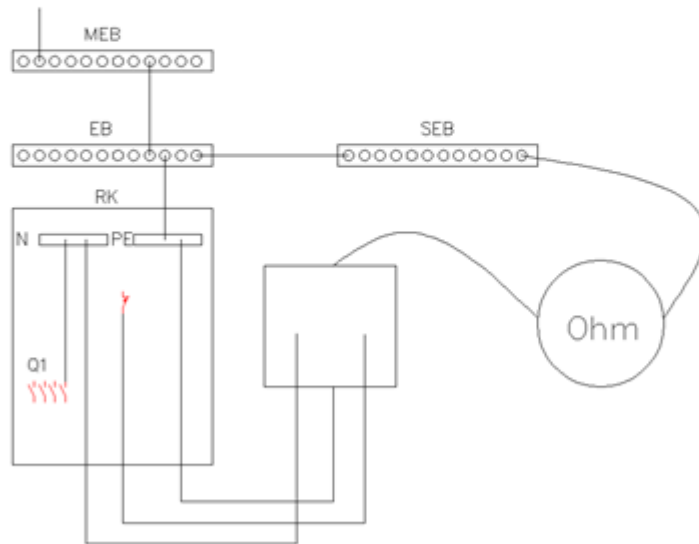
Suojajohdinten jatkuvuuden mittaus



## SÄHKÖLAITTEISTON HOITO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMA

TEKNISET PALVELUT | SÄHKÖ- JA LAAKIN IATEKNIikka

Ohje: OSZZZ9 A1M6V



Suojajohtimen jatkuvuus laitteen rungosta



## SÄHKÖLAITTEISTON HOITO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMA

TEKNISE T PALVELU T | SAHKU-JA LAAKIN TATEKNIikka

Ohje: OSZZZ9 A I MbV

## 8 VIKAVIRTASUOJAT

Pvm	Vikavirtasuojan tunnus tai ryhmä nro:	Painike In/mA	Käyttöönotto						Huomautus
			2025		2031				
			$V_{ksoh} / V$	$d_1 / mA$	$t_{din} / ms$	$V_{ksoh} / V$	$d_1 / mA$	$t_{din} / ms$	

Käyttöönottotarkastuksessa vikavirtasuojat testataan painikkeesta, sekä mittaamalla nousevalla sinimuo-  
toisella virralla. Lomakkeeseen kirjataan kosketusjännite, laukaisuvirta ja laukaisuaika. Mittaukset toiste-  
taan lääkintätiloissa kuuden vuoden välein. Kerran vuodessa vikavirtasuojat testataan painikkeesta.

## 9 LATTIAT

LATTIA	
Mitataan tiloissa joissa potentiaalintasaukseen kytketty poolijohtava matto.	
Mitataan viidestä kohdasta. Hyväksyttävä tulos 50 kΩ - 100 MΩ	
Huone: _____ Pvm: _____	

Lattia mitataan tiloissa joissa se on kytketty potentiaalintasaukseen, tyypillisesti G2-tiloissa sekä joissain kuvantamishuoneissa.



## SÄHKÖLAITTEISTON HOITO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMA

TEKNISEN PALVELUN | SÄHKÖ- JA LAAKIN TÄKNIKKÄ

Ohje: USZZZ9 A1M6V

Lattian mittaus. Hyväksytty tulos 50 kOhm – 100 MOhm

