



SAVONIA

HOITOALUEMÄÄRITYKSET JA MUUT SÄHKÖSUUNNIT- TELUSSA HUOMIOITAVAT ERITYISPIIRTEET SAIRAA- LASUUNNITTELUSSA

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Simo Udd			
Työn nimi Hoitoaluemääritykset ja muut sähkösuunnittelussa huomioitavat erityispiirteet sairaalasuunnittelussa			
Päiväys	22.5.2018	Sivumäärä/Liitteet	24
Ohjaaja(t) Sähkötekniikan lehtorit Heikki Laininen ja Timo Savallampi			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Sweco Talotekniikka Oy, Kuopio / Jouni Palmu			
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena on olla apuväline aloitteleville sairaalasuunnittelijoille ja argumentointiväline tilanteissa, joissa standarditeksti on epäselvää. Opinnäytetyössä apuna käytettiin lähinnä standardeja SFS-EN 6000-7-710, SFS-EN 6000-4-44, SFS-EN 12464-1 ja EN 60601-1.</p> <p>Opinnäytetyön "Hoito- ja lääkintätilojen määrittelyt ja verkon rakenne" -kohdassa pyritään avaamaan sairaalasuunnittelussa yleisesti käytettyjä termejä niin, että ne olisivat helposti ymmärrettäviä ja selkokielisiä. "Hoito- ja lääkintätilojen erityisvaatimukset" -kohdassa perehdytään sähkösuunnittelun erityisvaatimuksiin, joita ei ole muissa tiloissa. Loppuosa opinnäytetyöstä jätetään toimeksiantajan pyynnöstä salaiseksi.</p> <p>Opinnäytetyön lopputuotoksena saatiin kooste tärkeistä sairaalasuunnittelua koskevista standardeista. Työn päivittäminen on varmasti tulevaisuudessa ajankohtainen, sillä standardit uusiutuvat tiheään tahtiin.</p>			
Avainsanat Lääkintätilat, hoitoalue, sairaala, sähkösuunnittelu, standardit			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering			
Author(s) Simo Udd			
Title of Thesis Definitions of treatment areas and other special features to be considered in electrical engineering in hospital cases			
Date	22 May 2018	Pages/Appendices	24
Supervisor(s) Mr Heikki Laininen, Senior Lecturer and Mr Timo Savallampi, Senior Lecturer			
Client Organisation /Partners Sweco Building Services Corp.			
<p>The purpose of this thesis was to draw up a guide for beginners in hospital electrical engineering. This thesis was planned to be used in argumenting in cases in which the standard is complex to understand. Standards used in the thesis were SFS-EN 6000-7-710, SFS-EN 6000-4-44, SFS-EN 12464-1 and EN 60601-1. The thesis focused especially on standards that are being used in Finland.</p> <p>This thesis was made by researching the standard SFS-EN 6000-7-710 and finding possible places for misunderstandings. When complex or misunderstood sentences were found, they were explained in a simpler way or solved by mathematical functions. At the end of the thesis, a questionnaire was made and results were examined. The rest of the thesis remains for the use of the commissioner as company confidential material.</p> <p>As a result, this thesis is a beginner's guide to electrical engineering in hospital cases. In the future it is considered necessary to update this guide, because of the oncoming updates in standards. This thesis does not deal with any other than standards used in Finland.</p>			
Keywords Electrical engineering, hospital, guide, standard			

ESIPUHE

Tämä opinnäytetyö tehtiin Sweco Talotekniikka Oy:lle. Haluan kiittää Sweco Talotekniikan, sekä muiden toimialojen työntekijöitä sujuvasta yhteistyöstä ja hyvästä työilmapiiristä. Lisäksi haluan kiittää Savonia Ammattikorkeakoulun lehtoreita Heikki Lainista ja Timo Savallampea opinnäytetyön ohjaamisesta.

Erityiskiitos Sweco Talotekniikalla työskentelevälle Jouni Palmulle, kenen avulla sain paljon materiaalia, joka mahdollisti tämän työn tekemisen.

Kuopiossa 22.5.2018

Simo Udd

SISÄLTÖ

1	LYHENTEET JA SANASTO	6
2	YRITYSESITTELY	7
3	HOITO- JA LÄÄKINTÄILOJEN MÄÄRITTELYT JA VERKON RAKENNE	8
3.1	Lääkintätila ja hoitoalue	8
3.1.1	Ryhmä 0 (G0)	8
3.1.2	Ryhmä 1 (G1)	8
3.1.3	Ryhmä 2 (G2)	9
3.2	Sähkökäyttöinen lääkintälaitte.....	9
3.2.1	Potilasliityntäosien tunnuukset	10
3.3	Kaapelit.....	10
3.4	Katkeamaton virransyöttö.....	10
3.4.1	Enintään 0,5 s kytkeytymisaika	11
3.4.2	Enintään 15 s kytkeytymisaika	11
3.4.3	Yli 15 s kytkeytymisaika.....	11
4	HOITO- JA LÄÄKINTÄILOJEN ERITYISVAATIMUKSET	14
4.1	Sähköinen suojaus	14
4.1.1	EMC-suojaus.....	14
4.1.2	Yleiset tilat.....	15
4.1.3	Ryhmän 1 lääkintätilat.....	15
4.1.4	Ryhmän 2 lääkintätilat.....	16
4.1.5	Lääkintä IT-järjestelmä.....	19
4.2	Valaistus	20
5	YHTEENVETO.....	22
6	LÄHDELUETTELO.....	23

1 LYHENTEET JA SANASTO

TN-järjestelmä	Maadoitettu sähkönjakelujärjestelmä
TT-järjestelmä	Sähkönjakelujärjestelmä, jossa ei yhteistä maadoituspistettä
IT-järjestelmä	Maasta erotettu verkko
EKG	Sydänsähkökäyrä
UPS	Uninterrupted Power Supply
EMC	Electromagnetic Compatibility
SELV	Safety Extra Low Voltage
PELV	Protective Extra Low Voltage
TUKES	Turvallisuus- ja kemikaalivirasto
HUS	Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri

2 YRITYSESITTELY

Sweco Talotekniikka Oy on Suomessa toimiva osa maailmanlaajuista suunnittelu- ja asiantuntijapalveluita tarjoavaa Sweco-konsernia. Sweco-konsernin toimipisteitä on yli 15 maassa, joissa työntekijöitä 14500, joista Suomessa on noin 2000 työntekijää. Suomessa Swecolla on 33 toimipistettä.

Kuopion toimipisteellä samassa toimistossa toimii rakennesuunnittelu, silta- ja teollisuusrakentaminen, talotekniikka, arkkitehtisuunnittelu ja asiantuntijapalvelut. Kuopiossa on töissä lähes 120 työntekijää.

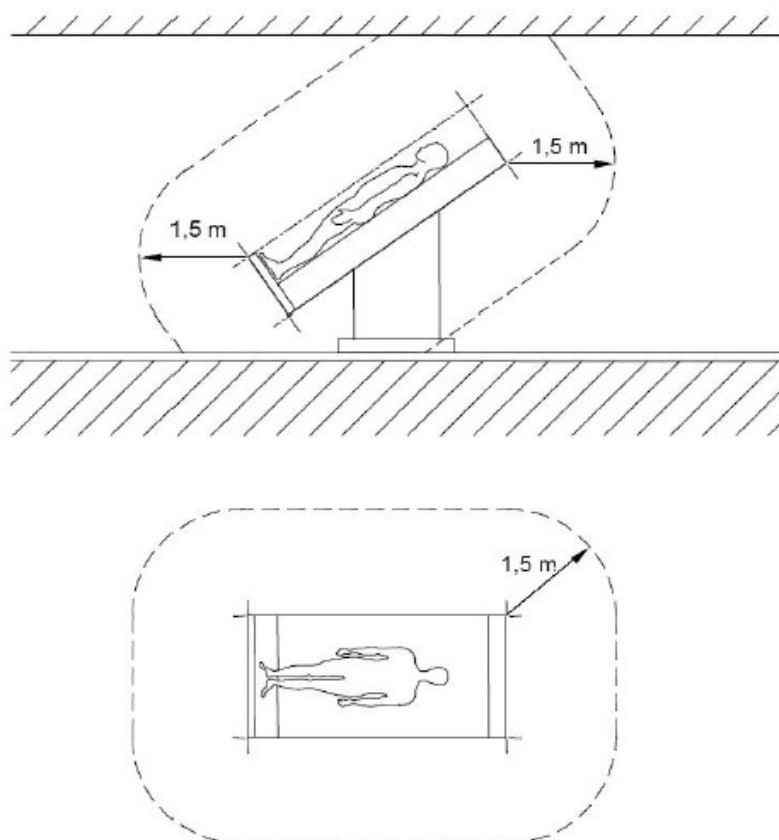
Sweco toteuttaa vuosittain projekteja 70 maassa ympäri maailman. Sweco on Euroopan johtava suunnittelun ja konsultoinnin asiantuntijayritys, jonka liikevaihto on noin 1,8 miljardia euroa.

3 HOITO- JA LÄÄKINTÄILOJEN MÄÄRITTELYT JA VERKON RAKENNE

3.1 Lääkintätila ja hoitoalue

”Lääkintätila on tila, jossa potilaita tutkitaan, hoidetaan (mukaan luettuna kosmeettinen hoito) ja valvotaan sähkökäyttöisten lääkintälaitteiden avulla (Suomen standardisoimisliitto, 2017)”.

Hoitoalue määritellään alueeksi, jossa voi tarkoituksellisesti tai tahattomasti syntyä suora yhteys potilaan ja sähkökäyttöisen lääkintälaitteen tai lääkintälaittejärjestelmän osan välille tai yhteys potilaan ja lääkintälaitteen tai lääkintälaittejärjestelmän osaa koskevan muun henkilön välille (Suomen standardisoimisliitto, 2017). Kuvassa 1 on standardin SFS 6000-7-710 määrittämä hoitoalue.



Kuva 1. Hoitoalueen määrittely standardin mukaan (Suomen standardisoimisliitto, 2017).

3.1.1 Ryhmä 0 (G0)

Ryhmän 0 tilassa ei ole tarkoitus käyttää sähkökäyttöisiä lääkintälaitteita (Suomen standardisoimisliitto, 2017). Tila voi olla esimerkiksi sairaalan käytävä, eteinen, tai jokin muu yhteinen tila. Tilassa noudatetaan normaaleja sähköasennusstandardeja, huomioon ottaen standardien SFS 6000-7-710 ja SFS-EN 12464-1 vaatimat lisäykset valaistuksen ja varavoiman suhteen.

3.1.2 Ryhmä 1 (G1)

Ryhmän 1 tila on lääkintätila, jossa sähkösyötön keskeytys (esim. syötön poiskytkentä vian takia) ei aiheuta välitöntä uhkaa potilaan turvallisuudelle ja sähkökäyttöistä lääkintälaitetta on tarkoitus käyttää potilaan hoitoon ihon ulkopuolisesti, tai ihon sisäisesti mihin tahansa kehon osaan, paitsi sydämen läheisiin toimintoihin (Suomen standardisoimisliitto, 2017).

Ryhmän 1 tilassa suoritetaan toimintoja, jotka eivät ole sydämenläheisiä, mutta edellyttävät sähkökäyttöisen lääkintälaitteen käyttöä. Tällaisia ovat tyypillisesti toimenpidehuoneet, lääkärin vastaanottohuoneet, näyttöhuoneet, EKG-tilat ja potilashuoneet. Joissain sairaaloissa myös potilas-WC:t on luokiteltu G1-tiloiksi (Palmu, 2018). Luokittelu voidaan tehdä kustannusten vähentämiseksi ja kaapeloinnin helpottamiseksi. Tilanteessa, jossa G1-lääkintätilan yhteydessä on WC, voidaan pistorasia ja valaistus ryhmät yhdistää, jos molemmat ovat G1-tiloja.

3.1.3 Ryhmä 2 (G2)

”Ryhmän 2 tila on lääkintätila, jossa sähkökäyttöisten lääkintälaitteiden liityntäosia on tarkoitus käyttää sellaisiin sovelluksiin kuin:

- sydämenläheisiin toimintoihin, tai
- leikkaussalikäyttöön tai tehohoitoon, joissa sähkösyötön keskeytys (vika) voi aiheuttaa välittömän vaaran potilaille.

Huom. Sydämenläheisessä toiminnassa sähköjohdin sijoitetaan potilaan sydämeen tai se tulee todennäköisesti kosketukseen sydämen kanssa samalla, kun johdinta voidaan koskettaa potilaan kehon ulkopuolelta. Tässä yhteydessä sähköjohdin käsittää eristetyt johtimet kuten sydäntahdistinelektrodit tai sydämenläheiset EKG-elektrodit (EKG = sydänsähkökäyrä) tai eristetyt putket, jotka on täytetty johtavalla nesteellä.” (Suomen standardisoimisliitto, 2017)

3.2 Sähkökäyttöinen lääkintälaitte

”Sähkökäyttöinen lääkintälaitte on laite, jossa on liitännäosa, tai joka siirtää energiaa potilaaseen tai potilaasta tai ilmaisee tällaista energian siirtymistä, ja joka on

- vain yhdellä liitynnällä yhteydessä erityiseen syöttöverkkoon, ja
- valmistajan mukaan tarkoitettu käytettäväksi
 - potilaan tilan määritykseen, hoitoon tai valvontaan, tai
 - sairauden, vamman tai haitan parantamiseen tai lieventämiseen.

Sähkökäyttöisestä lääkintälaitteesta voidaan käyttää myös nimitystä sähkökäyttöinen terveydenhuollon laite tai ME-laite. (Suomen standardisoimisliitto, 2017)” Lääkintälaitteet on jaettu neljään luokkaan (I, IIa, IIb ja III), jotka perustuvat käyttöön liittyvän riskin perusteella. Lisäksi luokka I on jaettu steriiliin ja mittaus toimintoa suorittaviin laitteisiin (Is ja Im). Luokassa I on pienin riski ja luokassa III suurin riski. Luokittelukriteereitä ovat:

- Invasiivisuus (ihon päällinen, ihon alainen)
- Kuinka kauan laite on katkeamatta kosketuksissa kehon kanssa (hetkellinen, lyhytaikainen, pitkäaikainen)
- Kehon osa, jonka kanssa laite on kosketuksissa (keskushermosto, tietyt sydän- ja verenkiertoelimistön osat, nenäontelo,...)
- Aktiivisuus (onko mukana ulkoinen energialähde). (Salminen, 2013)

3.2.1 Potilasliityntäosien tunnuksukset

Sähköisten lääkintälaitteiden potilasliityntäosalla tarkoitetaan osaa, joka välttämättä tulee kosketukseen potilaan kanssa normaalikäytössä. Liityntäosat jaotellaan kolmeen eri osaan; B, BF ja CF. B-tyyppin liityntäosassa on ainoastaan perussuojaus. Merkintätavassa kirjain F tarkoittaa, että liityntäosat ovat eristettyjä, eli kelluvia (=floating).

Liityntäosien ryhmät on jaettu niiden läpi päästämän vuotovirran määrän mukaan. B-tyyppin liityntäosan läpi kulkee eniten vuotovirtaa ja vastaavasti CF-tyyppin liityntäosan läpi vähiten. (Havia, 2011) CF-tyyppin laitteet ovat tarkoitettuja sydämenläheisiin toimintoihin.

3.3 Kaapelit

”Lääkintätilojen uudisasennusten johtojärjestelmissä on käytettävä kaapeleita, jotka täyttävät vähintään standardin SFS-EN 13501-6 mukaan määritellyn luokan C_{CA}-s1,d1,a2 vaatimukset. Vaihtoehtoisesti voidaan johtojärjestelmät suojata vähintään palonkestävyysluokan EI 30 mukaisella rakenteella. (Suomen standardisoimisliitto, 2017)”

Kaapelin määrittely C_{CA}-s1,d1,a2 vaatii kaapelilta seuraavia ominaisuuksia:

- s1 = Palon aikana kaapelista saa vapautua erittäin rajallinen määrä savua
- d1 = Kaapelista saa pudota rajoitettu määrä palavia pisaroita tai partikkeleita palon aikana
- a2 = Kaapelista saa vapautua rajoitettu määrä happeja ja syövyttäviä palokaasuja palon aikana. (Nestor Cables, 2017)

3.4 Katkeamaton virransyöttö

Sairaaloissa normaalin verkon lisäksi tulee olla varavoima- ja katkeamaton sähköjärjestelmä, tyypillisesti UPS- tai DRUPS- (Diesel Rotary Uninterruptible Power Supply) -järjestelmä. Varavoima verkko toimii normaalin verkon ohella, jotta normaalin verkon vikatilanteessa virta ei häviä kokonaan. Varavoima-järjestelmän lähtiessä käyntiin on kuitenkin pieni katko, jonka takia tarvitaan UPS-järjestelmä, joka toimii välittömästi ja automaattisesti, kun virta katkeaa. Sairaaloissa tulee olla varavoima järjestelmä, joka toimii korkeintaan 0,5s katkoksellä (UPS) ja toinen, joka toimii korkeintaan 15s katkoksellä. Lisäksi voi olla lisävaravoimaa, jonka kytkeytymisaika voi olla yli 15s. Varavoimajärjestelmän

syöttönä ei pidetä toista yleisestä jakeluverkosta tulevaa syöttöä. (Suomen standardisoimisliitto, 2017) Normaalin verkon rinnalle voidaan rakentaa myös puhtaasti katkoton verkko, jolloin alle 15 s varavoimaa ei tarvita erillisenä (Palmu, 2018).

Taulukko 1 esittelee erilaisten lääkintätilojen ryhmänumeroinnin, sekä niiden enimmäis katkosajat vikatilanteissa. Kuvassa 2 on sairaalan sähkönjakeluverkon topologia standardin 6000-7-710 mukaan.

3.4.1 Enintään 0,5 s kytkeytymisaika

Varvoimajärjestelmät, joissa on enintään 0,5 s kytkeytymisaika, tulee mitoittaa siten, että ne voivat syöttää vähintään 3 tuntia leikkausvalaisimia, elintoimintoja ylläpitäviä lääkintälaitteita, sekä lääkintälaitteita, joissa on käytön kannalta välttämättömiä valaisimia tai laitteita. Tällaisilla valaisimilla ja laitteilla tarkoitetaan esimerkiksi tähytysvalaisimia ja monitoreita. (Suomen standardisoimisliitto, 2017)

Mitoituksen voi tehdä 1 tunnin toiminta-ajalle, jos järjestelmä on kytketty enintään 15 s kytkeytymisaian omaavaan varvoimajärjestelmään (Suomen standardisoimisliitto, 2017).

3.4.2 Enintään 15 s kytkeytymisaika

Enintään 15 s kytkeytymisaajalla toimivaan varvoimajärjestelmään tulee kytkeä poistumis- ja varvalaistus. Teholähteen on syötettävä valaistusta vähintään 24 tuntia, jos pääkeskuksesta mitatun yhden tai useamman vaiheen jännite on laskenut yli 3 s ajaksi alle 90 %:iin nimellisjännitteestä. (Suomen standardisoimisliitto, 2017) Käytännössä 90 % vaiheen nimellisjännitteestä on $230 V * 0,9 = 207 V$.

3.4.3 Yli 15 s kytkeytymisaika

Laitteet, joita ei ole mainittu kohdissa 2.4.1 ja 2.4.2, mutta ovat tärkeitä sairaalatoimintojen ylläpitoon, tulee kytkeä yli 15 s kytkeytymisaajalla toimivaan varvoimajärjestelmään. Kyseinen varvoimajärjestelmä voidaan kytkeä päälle joko automaattisesti tai käsin. Teholähteen tulee syöttää laitteita vähintään 24 tuntia. (Suomen standardisoimisliitto, 2017) Tällaisia laitteita voivat olla esimerkiksi hissit ja ilmanvaihtokoneet.

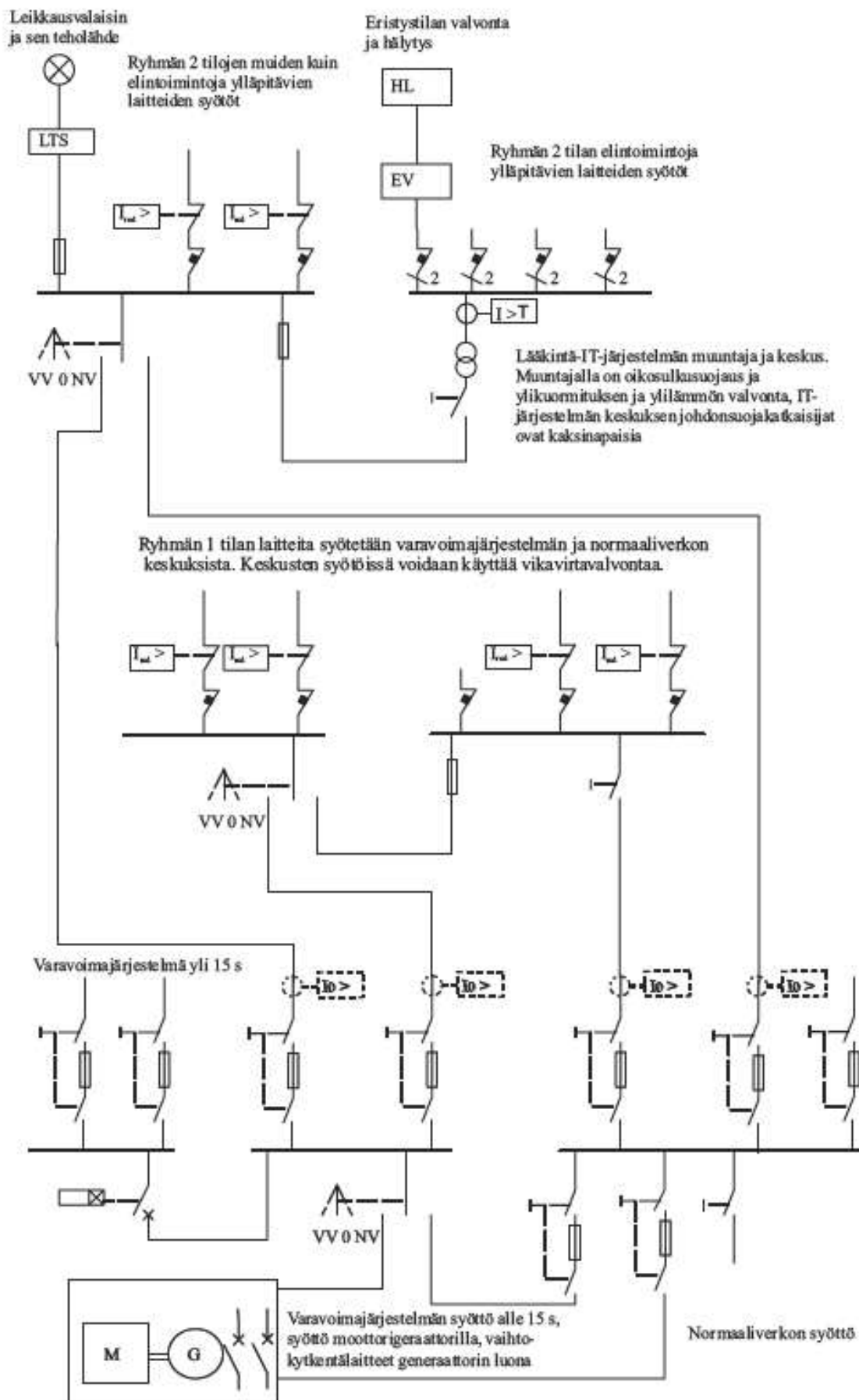
Taulukko 1. Lääkintätilojen ryhmät ja niiden enimmäis katkosajat, mukailleen standardin SFS 6000-7-710 taulukkoa (Suomen standardisoimisliitto, 2017).

Lääkintätila	Ryhmä			Luokka	
	0	1	2	≤0,5 s	>0,5 s ≤15 s ^c
1 Hierontahuone	X	X			X
2 Potilashuone		X			X
3 Synnytyssali		X		X ^a	X
4 EKG-, EEG-, EMG-huoneet		X			X
5 Tähystyshuone		X ^b		X	X ^b
6 Tutkimus- ja toimenpidehuone		X		X ^d	X
7 Urologiahuone		X ^b		X	X ^b
8 Röntgentutkimus- ja sädehoitohuone		X			X
9 Vesihoitohuone		X			X
10 Kuntoutushuone		X			X
11 Anestesiatiila			X	X ^a	X
12 Leikkaussali			X	X ^a	X
13 Valmisteluhuone		X	X	X ^a	X
14 Kipsaussali		X	X	X ^a	X
15 Heräämö		X	X	X ^a	X
16 Sydänkatetrintihuone			X	X ^a	X
17 Tehostetun hoidon huone			X	X ^a	X
18 Angiografiahuone			X	X ^a	X
19 Dialyysihuone		X			X
20 Magneettikuvaushuone (MRI)		X		X	X
21 Isotooppikuvaushuone		X			X
22 Keskola			X	X ^a	X
23 Tarkkailuhuone			X	X	X

^a Valaisimet ja elintoimintoja ylläpitävät sähkökäyttöiset lääkitäilaitteet, jotka tarvitsevat syötön 0,5 sekunnissa tai lyhyemmässä ajassa.

^b Jos ei ole leikkaussali.

^d Yksittäisissä lääkärin, hammaslääkärin tai silmälääkärin vastaanottohuoneissa, fysioterapiahuoneissa ja vastaavissa riittää akkukäyttöinen valaisin, jonka avulla toimenpiteet voidaan lopettaa turvallisesti.



Kuva 2. Sairaalan sähkönjakelun periaatteellinen kaavio (Suomen standardisoimisliitto, 2017)

4 HOITO- JA LÄÄKINTÄTILOJEN ERITYISVAATIMUKSET

4.1 Sähköinen suojaus

Jakelujärjestelmiä suunniteltaessa on ensisijaisena vaatimuksena varma toimivuus ja tarvittaessa sujuva siirtyminen varavoimakäyttöön sähkökatkoksissa. Pääsääntönä keskusten sijoittamiselle on niiden rakentaminen lääkintätilojen ulkopuolelle. Poikkeuksena ovat pienet lääkintätilakohtaiset keskukset, jotka suositellaan sijoittamaan lääkintätilaan. Lääkintätiloissa ei suositella tulppasulakkeiden käyttämistä, vaan ainoastaan johdonsuojakatkaisijoita. (Vitikka, 2009)

4.1.1 EMC-suojaus

Sairaalaympäristössä yksi suurimmista ongelmista sähköisiltä vaikutuksilta suojautumisessa on EMC-yhteensopivuus. Jokainen sähköä käyttävä laite luo sähkömagneettisen voimavaikutuksen ympärillä oleviin metalliosiin ja muihin sähkölaitteisiin, jonka myötä mm. hoitoalueen määrittäminen on hankalaa. Todennäköisiä sähkömagneettisten häiriöiden lähteitä ovat esimerkiksi

- induktiivisten kuormien kytkinlaitteet
- sähkömoottorit
- loistelamppuvalaisimet
- hitsauskoneet
- tietokoneet
- tasasuuntaajat
- hakkurilaitteet
- taajuusmuuttajat
- hissit
- muuntajat
- keskukset
- jakelukiskot

EMC-häiriöitä pystytään kuitenkin vähentämään yksinkertaisilla keinoilla. Laitteille ja ryhmille pystytään asentamaan ylijännitesuojia ja/tai suodattimia, jotta voidaan parantaa yhteensopivuutta. SFS-standardi määrittelee useita erilaisia keinoja, kuten kaapelien metallivaippojen (armeeraukset ym.) yhdistäminen potentiaalintasausverkkoon, voima- ja tietoliikennekaapelien samojen reittien käyttäminen, niiden erillään pitäminen ja risteäminen suorassa kulmassa. Lisäksi kehoitetaan käyttämään EMC-vaatimusten mukaisia tietoliikennekaapeleita, sekä taajuusmuuttajien ja moottorien välillä valmistajan ohjeiden mukaisia kaapeleita. (Suomen standardisoimisliitto, 2017) Nykyisin jokaisella on myös mukanaan puhelin, joka lähettää ja vastaanottaa jatkuvasti radiosignaaleja. Puhelimet ja Wi-Fi-hotspotit olisi hyvä pitää kaukana herkistä hoitolaitteista. Alueet, joissa saa ja ei saa käyttää puhelinta olisi hyvä merkitä kylteillä.

4.1.2 Yleiset tilat

Sairaaloiden yleiset tilat kuten käytävät, odotusaulat ja taukotilat tulee suunnitella normaaliverkon ja varavoimaverkon piiriin. Pistorasiat ja valaistusryhmät tulee olla vikavirtasuojien takana ja niiden tulee täyttää standardien vaatimus 30 mA laukaisuvirran suhteen. Ryhmät tulee varustaa sulakkeilla ja tarvittavilla komponenteilla (lämpösuojilla, aikakytkimillä...), kuten muissakin sähkösuunnittelu kohteissa. Yleiset tilat sairaaloissa lukeutuvat ryhmän 0 lääkintätiloiksi.

4.1.3 Ryhmän 1 lääkintätilat

”Ryhmän 1 lääkintätiloissa TN-järjestelmässä on korkeintaan 32 A ryhmäjohtoissa käytettävä vikavirtasuojaa, jonka mitoitustoimintavirta on enintään 30 mA. Vikavirtasuojina on käytettävä A- tai B-tyypin vikavirtasuojia ottaen huomioon mahdollisten vikavirtojen tyypit. IT-, TN-, ja TT-järjestelmissä suurin jatkuva kosketusjännite U_L ei saa ylittää 25 V vaihtojännitteellä tai 60 V tasajännitteellä. (Suomen standardisoimisliitto, 2017)”

Jos tilassa käytetään SELV- tai PELV-piirejä, nimellijännite käytettävissä kulutuskohteissa ei saa ylittää 25 V vaihtojännitteellä (tehollisarvo) tai 60 V sykkeettömällä tasajännitteellä (Suomen standardisoimisliitto, 2017). Näissä piireissä jännitteisten osien on oltava vähintään IP2X tai IPXXB mukaisen suojauksen antavan kotelon sisällä tai suojuksen takana. Alhaisempi kotelointiluokka sallitaan, jos sähkölaite vaatii sen toimintansa vuoksi, tai sähkölaitetta vaihdettaessa tarvitaan isompia aukkoja. Tällöin on varmistettava, että

- ihmiset tai kotieläimet eivät voi tahattomasti koskea jännitteisiä osia
- ihmiset tietävät jännitteisten osien olevan koskeltavissa aukon kautta, eikä niitä tulisi koskea
- aukko ei saa olla isompi, kuin mitä toimenpide vaatii. (Suomen standardisoimisliitto, 2011)

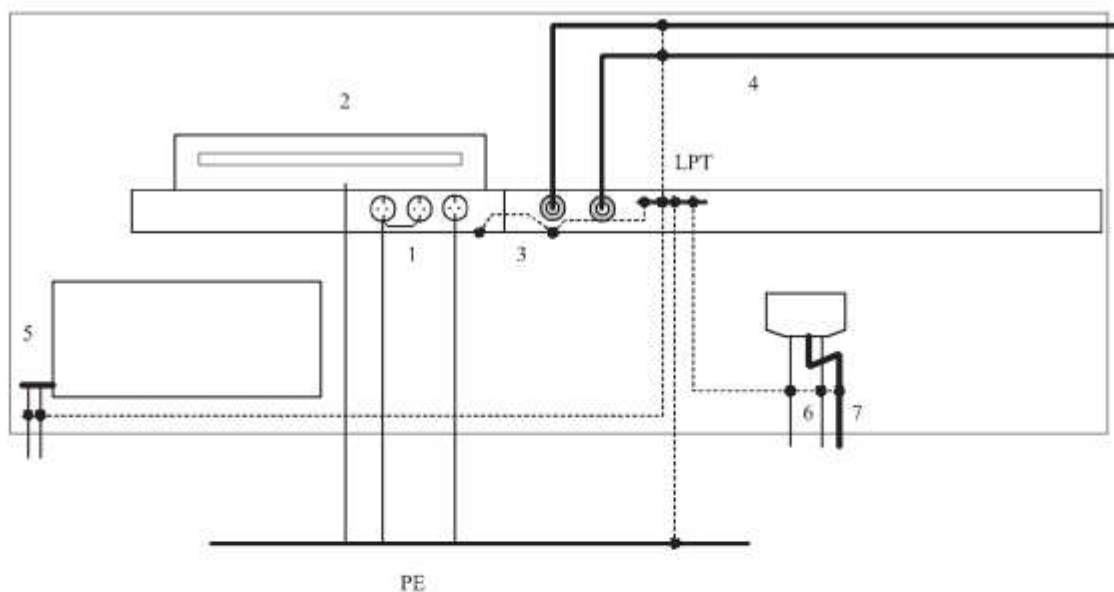
Suojukset ja kotelot on kiinnitettävä niin, että ne ovat riittävän tukevia ja kestäviä, jotta vaadittu kotelointiluokka ja määrätty etäisyys jännitteisiin osiin normaaleissa käyttöolosuhteissa säilyy. Suojausta ja kotelointia suunniteltaessa on otettava aina huomioon ulkoisten tekijöiden vaikutukset. (Suomen standardisoimisliitto, 2011)

Jokaiseen ryhmän 1 lääkintätilaan on tehtävä lisäpotentiaalintasaus ja lisäpotentiaalintasausjohtimet on potentiaalierojen tasaamiseksi liitettävä potentiaalintasauskiskoon. Potentiaalintasauskiskoon tulee liittää seuraavat johtavat osat, jos ne ovat hoitoalueella, tai jos ne on mahdollista siirtää sinne:

- suojamaadoitusjohtimet
- muut johtavat osat
- häiriökenttien suojukset, jos sellaisia on asennettu
- johtavien lattioiden metalliverkko, jos sellainen on asennettu
- erotusmuuntajan mahdollinen metallinen sähköinen suoja.

Kiinteät johtavat ei-sähköiset potilaan tukirakenteet, kuten leikkauspöydät ja hammaslääkärin tuolit on liitettävä lisäpotentiaalintasaukseen, elleivät ne ole tarkoitettu olemaan erillään maasta. Potentiaalintasauskiskon tulee olla lääkintätilassa tai sen lähellä ja se pitää liittää syöttävän keskuksen suojakiskoon vähintään suurimman lisäpotentiaalintasauskiskoon liitetyn johtimen vahvuisella johtimella. (Suomen standardisoimisliitto, 2017)

Kuvassa 3 on ryhmän 1 lääkintätilan kalustekuva, jossa esitettyinä potentiaalintasausta vaativat kohteet. Kuvan alaosassa numeroinnin selitykset.



Merkkien selitys

1 Pistorasiat

2 Potilasvalaisin

3 Johtokanavan runko-osat liitetty toisiinsa ja lisäpotentiaalintasaukseen

4 Sairaalakaasu- ja paineilmaputkistot

5 Lämpöpatteri ja lämpöjohdot

6 Vesijohdot

7 Johtava viemäriputkisto

PE Jakokeskuksen suojakisko

LPT Lisäpotentiaalintasauskisko johtokanavassa

————— Suojamaadoitusjohdin

----- Lisäpotentiaalintasausjohdin

Kuva 3. Ryhmän 1 lääkintätilan esimerkki potentiaalintasauskaavio (Suomen standardisoimisliitto, 2017)

4.1.4 Ryhmän 2 lääkintätilat

”Ryhmän 2 lääkintätiloissa (lukuun ottamatta lääkintä IT-järjestelmää) seuraavien ryhmien suojaamiseen saa käyttää mitoitusvirraltaan enintään 30 mA vikavirtasuojalla toteutettua syötön automaattista poiskytkentää:

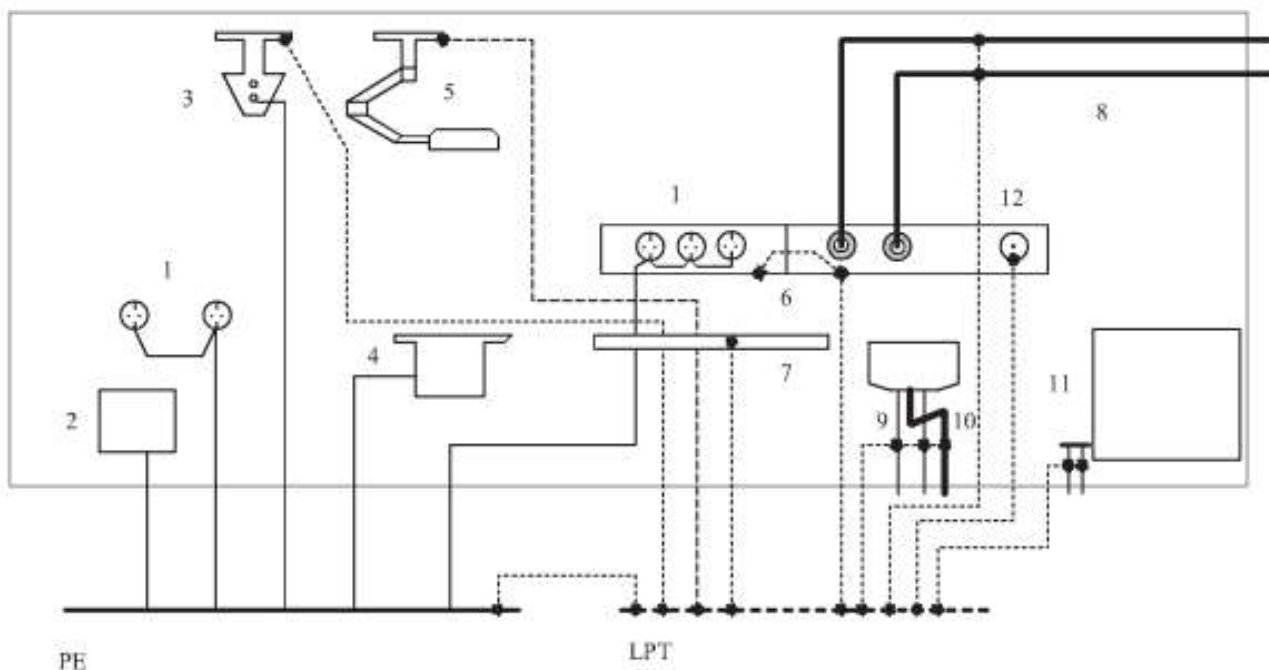
- kiinteiden leikkauspöytien liikuttamiseen tarvittavien piirien syöttö
- röntgenlaitteiden syöttö
- mitoitusteholtaan yli 5 kVA laitteiden syöttö
- ei-kriittisten sähkölaitteiden syöttö (laitteet, jotka eivät ole elintoimintoja ylläpitäviä)

Vikavirtasuojina on käytettävä A- tai B-tyypin vikavirtasuojia ottaen huomioon mahdollisten vikavirtojen tyypit. IT-, TN-, ja TT-järjestelmissä suurin jatkuva kosketusjännite U_L ei saa ylittää 25 V vaihtojännitteellä tai 60 V tasajännitteellä. Lisäksi suositellaan, että kaikkien jännitteisten johtimien eristystason varmistamiseksi TN-S-järjestelmää valvotaan vikavirtavalvontajärjestelmällä. (Suomen standardisoimisliitto, 2017)”

Ryhmän 2 lääkintätiloissa tulee käyttää lääkintä IT-järjestelmää piireissä, jotka syöttävät elintoimintoja ylläpitäviä laitteita, kirurgiseen käyttöön tarkoitettuja laitteita ja muita hoitoalueella olevia laitteita lukuun ottamatta yllä mainittua listausta. Jokaiselle huoneryhmälle joka palvelee samaa tarkoitusta, on oltava vähintään yksi lääkintä IT-järjestelmä. Jokaisella potilaan hoitopaikalla on oltava pistorasioita, joita syötetään vähintään kahdesta eri virtapiiristä, tai jokainen pistorasia on suojattava erikseen ylikuormitukselta. (Suomen standardisoimisliitto, 2017)

Ryhmän 2 lääkintätiloissa SELV- ja PELV-järjestelmät toteutetaan samalla tavalla kuin ryhmän 1 lääkintätiloissa, muutamaa eroa lukuun ottamatta. Ryhmän 2 lääkintätiloissa PELV-järjestelmää käytettäessä, jännitteelle alttiit johtavat osat (esim. leikkaussalivalaisimet) pitää liittää suojaavaan potentiaalintasaukseen. Lisäpotentiaalintasauksessa tulee olla tarpeeksi liitäntäpaikkoja lääkintälaitteiden liittämiseen. Valokaarivikasuojia ei saa käyttää ryhmän 2 lääkintätilojen ryhmä johdoissa. (Suomen standardisoimisliitto, 2017)

Kuvassa 4 on ryhmän 2 lääkintätilan kalustekuva, jossa esitettyinä potentiaalintasausta vaativat kohteet. Kuvan alaosassa numeroinnin selitykset.



Merkkien selitys

- 1 Pistorasiat
- 2 Kiinteästi asennettu sähkölaite
- 3 Kattovarsi pistorasioineen
- 4 Sähkökäyttöinen leikkauspöytä syöttö IT-järjestelmästä
- 5 Leikkausvalaisin (syöttö SELV-järjestelmästä ja 0,5 sekunnin lisäteholähteestä)
- 6 Johtokanavan runko-osat liitetty toisiinsa ja lisäpotentiaalintasaukseen
- 7 Varustekisko
- 8 Sairaalakaasu- ja paineilmaputkistot
- 9 Vesijohdot
- 10 Johtava viemäriputkisto
- 11 Lämpöpatteri ja lämpöjohdot
- 12 Potentiaalintasauspistorasia johtokanavassa

PE Jakokeskuksen suojakisko

LPT lisäpotentiaalintasauskisko

————— Suojamaadoitusjohdin

----- Lisäpotentiaalintasausjohdin

Kuva 4. Ryhmän 2 lääkintätilan esimerkki potentiaalintasauskaavio (Suomen standardisoimisliitto, 2017)

4.1.5 Lääkintä IT-järjestelmä

IT-järjestelmässä jännitteisten osien on oltava maasta erotettuja tai maahan kytkettyjä tarpeeksi suuren impedanssin kautta. Tämä kytkentä on mahdollista tehdä joko järjestelmän nollapisteessä, keskipisteessä tai keinotekoisessa nollapisteessä. ”Yksittäisessä viassa vikavirta jännitteelle alttiiseen osaan tai maahan on pieni, eikä syötön automaattista poiskytkentää välttämättä tarvita, jos

$$R_A * I_d \leq 50 V \quad (1)$$

, jossa

- R_A = jännitteelle alttiiden osien suojamaadoitusjohtimen ja maadoituselektrodin resistanssin summa
- I_d = ensimmäisen vian vikavirta äärijohtimen ja jännitteelle alttiin osan välillä, kun vikaimpedanssia ei oteta huomioon. (Suomen standardisoimisliitto, 2017)”

Jokainen lääkitä IT-järjestelmä on oltava varustettu hälytyslaitteella, jossa on kuuluvat ja näkyvät hälytysviestit hoitohenkilökunnalle ja tekniselle henkilökunnalle. Hälytys on tehtävä indikoimaan siten, että

- vihreä merkkivalo palaa, kun laite on normaalitoiminnassa
- keltainen merkkivalo osoittaa, kun aseteltu eristysresistanssin minimiarvo on saavutettu. Tämä merkkivalo ei saa olla kuitattavissa eikä poiskytkettävissä
- äänihälytys soi, kun aseteltu resistanssin minimiarvo on saavutettu. Äänihälytys voi olla kuitattavissa
- keltaisen merkkivalon on sammuttava, kun vika on poistunut ja normaalitila on palautunut.

Merkkivaloille, hälytyksen merkitykselle ja menettelytavoille tulee olla helposti luettava kirjallinen ohje lääkitätilassa. IT-järjestelmän muuntaja saattaa ylikuormittua, joten korkea lämpötilaa on valvottava. Se voidaan toteuttaa eristystilan valvontalaitteella. (Suomen standardisoimisliitto, 2017)

Standardi SFS 6000-7-710 määrittelee, että IT-lääkitätilojen muuntajat pitää asentaa lääkitätilojen lähelle. Suositeltu ulostuloliittimen ja kulutuskojeen välinen etäisyys on korkeintaan 25 m. Vuotovirta ulostulokäämistä maahan ja kotelovuotovirta eivät saa ylittää 0,5 mA mitattuna mitoitusjännitteellä ja -taajuudella tyhjäkäynnillä toimivasta muuntajasta. (Suomen standardisoimisliitto, 2017)

Jokaiselle lääkitätilalle tai lääkitätilojen toiminnalliselle ryhmälle on oltava vähintään yksi yksivaiheinen muuntaja, joka muodostaa lääkitä IT-järjestelmän kädessä pidettäville ja kiinteästi asennetuille laitteille. Mitoitustehon tulee olla 0,5 ja 10 kVA välillä. Jos lääkitätilassa vaaditaan useita muuntajia syöttämään laitteita, niitä ei saa kytkeä rinnan. (Suomen standardisoimisliitto, 2017)

4.2 Valaistus

”Ryhmän 1 ja 2 lääkintätiloissa valaisimet on syötettävä vähintään kahdesta erillisestä syötöstä, joista toinen on liitettävä varavoimajärjestelmään. Käytävillä ja muilla poistumisalueilla osa valaistuksesta on liitettävä turvajärjestelmän syöttöön. (Suomen standardisoimisliitto, 2017)” Kahdella erillisellä syötöllä saadaan varmistettua alueella pysyvä valaistus vikatilanteen sattuessa. Pysyvällä valaistuksella pyritään välttämään paniikkia ja luomaan turvallisuuden tunnetta.

Valaistuksen suunnittelussa tulee ottaa huomioon, että tiloissa saattaa liikkua henkilöitä, joilla on esimerkiksi epilepsia tai migreeni. Tästä syystä pitäisi käyttää valaisimia, joista ei aiheudu välkkymistä. Välkkyntä häiritsee ja saattaa aiheuttaa fysiologisia oireita kuten päänsärkyä. Ryhmän 1 ja 2 lääkintätiloissa, joissa tehdään tarkkaa työtä, on hyvä ottaa huomioon, että valaisimet eivät saa aiheuttaa stroboskooppi-ilmiötä. Stroboskooppi-ilmiö saattaa aiheuttaa vaaratilanteita, koska se saa pyörivät tai edestakaisin liikkuvat koneet näyttämään todellista hitaammilta tai jopa pysähtyneiltä. (Suomen standardisoimisliitto, 2011)

Sairaalan tilat, joissa tehdään tarkkoja toimenpiteitä, tulee varustaa valaisimilla, joista saadaan vähintään 1000 lx vuoteen tasolle. Tällaisia tiloja ovat esimerkiksi silmän ulkopuoliseen tutkimukseen tarkoitettut tilat ja leikkaussalit. Useampiin sairaalan hoitotoimenpiteisiin kuitenkin riittää heikompi valaistus, kuten kipsaukseen, dermatologiaan ja dialyysiin. Näille toimenpiteille riittää 500 lx. (Suomen standardisoimisliitto, 2011)

SFS 12464-1 -standardi antaa jokaiselle tilalle tarvittavat tiedot valaistuksen suunnitteluun. Standardista löytyy myös tiloihin määritetyt erityisvaatimukset, kuten esimerkiksi, jos valaistuksen tulee olla säädettävä. Taulukko 2 on tehty standardin taulukkoa mukailleen.

Taulukko 2. Hoitotilojen valaistusvoimakkuustaulukko ja tilojen erityisvaatimukset valaistuksen suhteen (Suomen standardisoimisliitto, 2011)

Tila, tehtävä tai toiminta	Em (lx)	Erityisvaatimukset	Tila, tehtävä tai toiminta	Em (lx)	Erityisvaatimukset
Yleiskäyttöhuoneet:			Synnytyshuoneet:		
Odotushuoneet	200		Yleisvalaistus	300	
Käytävät: päivällä	100	Lattian tasolla	Tutkimus ja hoitotoimenpiteet	1000	
Käytävät: yöllä	50	Lattian tasolla			
Monikäyttöiset käytävät	200	Tehtävä/toiminta-alueella	Yleistöimenpidehuoneet:		
Henkilökunnan ja vierailijoiden käytössä olevat hissit	100	Lattian tasolla	Dialyysi	500	Valaistuksen tulisi olla säädettävä
Huoltohissit	200	Lattian tasolla	Dermatologia	500	
			Endoskopia	300	
Henkilökunnan tilat:			Kipsaushuoneet	500	
Toimistot	500		Lääkekylvyt	300	
Henkilökuntatilat	300		Hieronta ja radioterapia	300	
Vuodeosastot, synnytysosastot:			Leikkaussalit:		
Yleisvalaistus	100	Lattian tasolla	Balmisteluhuoneet ja heräämöt	500	
Lukuvalaistus	300		Leikkaussali	1000	
Yksinkertaiset tarkastukset	300		Toimenpidealue	-	10 000 lx... 100 000 lx
Tutkimus ja hoitotoimenpiteet	1000				
Yö- ja huomiovalaistus	5		Teho-osasto:		
Potilaiden kylpyhuoneet ja WC:t	200		Yleisvalaistus	100	Lattian tasolla
			Yksinkertaiset tarkastukset	300	Vuoteen tasolla
Yleistutkimushuoneet:			Tutkimus ja hoitotoimenpiteet	1000	Vuoteen tasolla
Yleisvalaistus	500	4 000 K ≤ Tcp ≤ 5 000K	Yövalvonta	20	
Tutkimus- ja hoitotoimenpiteet	1000				
			Hammalääkärit:		
Silmätutkimus:			Yleisvalaistus	500	Ei saa häikäistä potilasta
Yleisvalaistus	500		Potilas	1000	
Silmän ulkopuolinen tutkimus	1000				
Näkö- ja värinätarkastus testitauluilla	500		Laboratoriot ja apteekit:		
			Yleisvalaistus	500	
Korvatutkimus:			Värin tarkastus	1000	6 000 K ≤ Tcp ≤ 6 500 K
Yleisvalaistus	500				
Korvatutkimus	1000		Sterilointitilat:		
			Sterilointihuoneet	300	
Kuvaushuoneet:			Desinfektiohuoneet	300	
Yleisvalaistus	300				
Kuvanvahvistukseen ja näyttöpääteläytelämään perustuvat kuvaukset	50	Tarkemmat tiedot standardissa 12464-1: 4.9	Ruumiinavaus- ja ruumishuoneet:		
			Yleisvalaistus	500	
			Ruumiinavaus- ja anatomiapöytä	5000	Yli 5 000 lx arvoja saatetaan edellyttää

5 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä käsiteltiin sairaalan lääkintätilojen erityisvaatimuksia ja määritelmiä. Työn alkuosa on standardien määritelmiä tärkeistä sairaalasuunnittelun aiheista. Loppuosa käsittelee standardien monitulkintaisia kohtia ja sisältää kyselyn, jolla on kartoitettu käytännön ongelmia sairaalasuunnittelussa.

Lääkintätilat jaetaan kolmeen alueeseen, riippuen niiden käyttö tarkoituksesta. Taulukossa 3 on esitetty lyhyesti, kuinka ryhmät on jaettu.

Taulukko 3. Lääkintätilojen ryhmittely.

RYHMÄ	KÄYTTÖTARKOITUS
0	Ei lääkinnällisiä käyttötarkoituksia
1	Tarkoitus käyttää sähkökäyttöisiä lääkintälaitteita ihon ulkoisesti tai sisäisesti. Sähkökatko ei aiheuta välitöntä hengenvaaraa.
2	Tarkoitus käyttää sähkökäyttöisiä lääkintälaitteita sydämenläheisiin hoitoihin. Sähkökatko aiheuttaa välittömän hengenvaaran.

Mitä kriittisempi hoitotoimenpide, sitä tarkemmat ovat sähkösuunnittelun vaatimukset. Ryhmän 0 tilat voidaan käsitellä yleisinä tiloina, kuten käytävinä ja odotustiloina.

Ryhmän 1 tiloilla vaatimuksena on lisäpotentiaalintasaus, johon tulee liittää kaikki johtavat osat, kuten esimerkiksi vesijohdot, potilaspaneelit ja kaasuputket. Lisäpotentiaalintasaukseen tulee liittää myös kiinteät, johtavat ei-sähköiset potilaan tukirakenteet, kuten leikkauspöydät ja hammaslääkärin tuolit. Ryhmän 1 lääkintätilassa TN-järjestelmän kosketusjännite U_L ei saa ylittää 25 V vaihtojännitteellä ja 60 V tasajännitteellä. Vähintään puolet valaistuksesta tulee toimia myös sähkökatkon aikana.

Ryhmän 2 tiloilla on samat kosketusjännitevaatimukset kuin ryhmän 1 tiloilla. Potentialintasaukseen tulee liittää valaisimet, IT-järjestelmästä syötetyt leikkauspöydät ja kiinteästi asennetut sähkölaitteet. Lisäksi ryhmän 2 tiloissa lisäpotentiaalintasaukseen tulee liittää leikkausvalaisimet ja potentialintasauspistorasiat. Kosketusjännitteen U_L vaatimukset ovat samat kuin ryhmän 1 tiloissa. Lääkintälaitteet, jotka pitävät yllä elintärkeitä toimintoja, tulee syöttää IT-järjestelmästä. Vähintään puolet valaistuksesta tulee toimia myös sähkökatkon aikana. Leikkausvalaisimia voidaan pitää elintoimintoja ylläpitävinä laitteina.

6 LÄHDELUETTELO

- (2013). *CE -merkintä hyväksytyille lääkintälaitteille*. Medical Device Academy, Amerikka. Haettu 6. 2 2018 osoitteesta <http://medicaldeviceacademy.com/what-does-the-ce-mark-mean/>
- CommScope. (2013). Haettu 1. 3 2018 osoitteesta [www.ssty.fi](http://ssty.fi):
http://ssty.fi/sahkojaos/download/s%C3%A4hk%C3%B6tekniikan_ajankohtaisp%C3%A4iv%C3%A4_7.5.2014/Yleiskaapelointi%20sairaala%20ympa%CC%88risto%CC%88ssa%CC%88.pdf
- Havia, A. (2011). *SFS-EN 62353 -standardi lääkintälaittehuollossa*. Opinnäytetyö, Metropolia Ammattikorkeakoulu, Helsinki. Haettu 7. 2 2018 osoitteesta
https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/39498/Havia_Antti.pdf?sequence=
- Korpela, J. (17. 2 2002). *Datatekniikka ja viestintä: Jukan avoin tietosivusto*. Haettu 9. 2 2018 osoitteesta Jukan avoin tietosivusto: <http://jkorpela.fi/smag.html>
- Nestor Cables. (6. 6 2017). *Blog: Nestor Cables*. (N. Cables, Toimittaja;N. Cables, Tuottaja;& Nestor Cables) Haettu 24. 1 2018 osoitteesta Nestor Cables: <http://www.nestorcables.fi/blog/rakennustuoteasetus-cpr-parantaa-kaapeleiden-paloturvallisuutta>
- Onninen Oy. (2012). *Eurooppalainen yleiskaapelointi* (Toinen painos p.). Helsinki. Haettu 1. 3 2018
- Palmu, J. (19. 2 2018). Kuopio. Haettu 19. 2 2018
- Pöyhönen, I. (1998). Haettu 7. 2 2018 osoitteesta Fimea:
http://www.fimea.fi/documents/160140/753095/19711_julkaisut_laitteet_ja_tarvikkeet_julkaisusarja_3_1998_1_.pdf
- Raatikainen, P. (16. 6 2014). *Sydämentahdistimen vaikutus päivittäiseen elämään*. Haettu 21. 2 2018 osoitteesta Duodecim Oy: http://www.ebm-guidelines.com/dtk/syd/avaa?p_artikkeli=syd00251
- Salminen, L. (19. 3 2013). *UEF*. (L. Salminen, Toim.) Haettu 30. 1 2018 osoitteesta UEF:
<https://www2.uef.fi/documents/976466/1745345/06-19Salminen+EU+CE/945a3d50-9925-4aac-977a-8546cdb44450>
- Suomen standardisoimisliitto. (17. 8 1998). SFS-EN 60601-1. *Sähkökäyttöiset lääkintälaitteet*. Helsinki. Haettu 22. 2 2018
- Suomen standardisoimisliitto. (10. 10 2011). SFS-EN 12464-1. *Valaistussuunnittelun perusteet*, 30. Helsinki: SFS. Haettu 25. 1 2018
- Suomen standardisoimisliitto. (18. 8 2017). SFS-6000-4-44. *Suojaus jännitehäiriöiltä ja sähkömagneettisilta häiriöiltä*. Helsinki. Haettu 31. 1 2018
- Suomen standardisoimisliitto. (18. 8 2017). SFS-6000-7-710. *Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset. Lääkintätilat*. Helsinki: SFS ry. Haettu 24. 1 2018
- Tammertekniikka. (2014). *Tekniikan Kaavasto*. Porvoo: Bookwell Oy. Haettu 13. 2 2018
- Tele-Fonika Kable. (2010). Johtimet ja kaapelit luettelo 2010. Haettu 13. 2 2018 osoitteesta
<https://www.sahkonumerot.fi/0611231/doc/technicalinfodoc/>
- Tiainen, E. (2014). *Maadoituskirja*. Espoo. Haettu 4. 4 2018
- United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. (2017). *Radiation effects and sources*. New York/Vienna: UNSCEAR. Haettu 9. 2 2018 osoitteesta
<http://www.unscear.org/unscear/en/publications/booklet.html>
- Upofloor. (6. 5 2014). Haettu 12. 3 2018 osoitteesta Upofloor ESTRAD ESD-kiinnitysohje:
http://www.upofloor.fi/globalassets/upofloor/fi/documents/estrad_esd_asenn.pdf

Valvira. (2011). *CE-merkinnän käyttö terveydenhuollon laitteessa ja tarvikkeessa*. Helsinki: Valvira.
doi:2027/03.00/2011

Vitikka, V.-P. (5. 6 2009). *Artikkelit: Sähköala.fi*. (Sähköala.fi) Haettu 25. 1 2018 osoitteesta Sähköala.fi:
http://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/artikkelit/asennukset/fi_FI/laakintatilat/