



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

LÄÄKINTÄTILASTANDARDIEN SOVELTAMINEN SÄHKÖSUUNNITTELUSSA

TEKIJÄ: Toni Mykkänen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Sähkötekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Toni Mykkänen	
Työn nimi Lääkintätalastandardien soveltaminen sähkösuunnittelussa	
Päiväys	6.6.2018
Sivumäärä/Liitteet	40/38
Ohjaaja(t) Heikki Laininen Juhani Rouvali	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Insinööri Studio Oy	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli kerätä kaikki lääkintätilojen standardit, sekä niihin liittyvät standardit yhdelle asiakirjalle, ja tehdä niiden pohjalta käytännönläheiset suunnitteluohjeet. Työssä tehtiin myös laskelmia, jotka ovat välttämättömiä lääkintätiloja suunniteltaessa, esimerkiksi varavoima- sekä UPS-verkkoon liittyviä laskelmia.</p> <p>Kun suunnitteluohjeet saatiin tehdyksi, tehtiin esimerkkipiirustus sairaalataloista. Tiloina olivat lääkintätilyryhmän 2 mukainen leikkaussali, sekä lääkintätilyryhmän 1 mukainen toimenpidehuone. Piirustuksien tekemiseen käytettiin CADS-ohjelmistoa.</p> <p>Työssä tehtiin myös suunnitelmien tarkastuslista, sekä kerrottiin, mitkä ovat suunnittelussa esiintyvät yleisimmät ongelmakohdat. Suunnittelutyön helpottamiseksi laadittiin myös käyttäjälähtötietojen kyselylomake.</p> <p>Teoriaosuus laadittiin Microsoft Wordia käyttäen, ja laskelmat tehtiin Microsoft Excel-ohjelmistolla.</p>	
Avainsanat lääkintätila, lääkintätalastandardi, standardi, suunnitteluohje, SFS 6000	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering			
Author(s) Toni Mykkänen			
Title of Thesis Application of medical space standards in electrical design.			
Date	6.6.2018	Pages/Appendices	40/38
Supervisor(s) Mr. Heikki Laininen Mr. Juhani Rouvali			
Client Organisation /Partners Insinööri Studio Oy			
<p>Abstract</p> <p>The aim of the thesis was to collect all the medical standards, and the related standards in one document, and to make practical design instructions based on them.</p> <p>Firstly design instructions were made, which are very useful for an electrical designer. Secondly, an example drawing of hospital premises was drawn up. The targets in the hospital premises were the operating room of medical group 2 and a treatment room of medical group 1. Drawings were made by using the CADs software. Thirdly, the calculations, which are unavoidable when designing medical facilities, such as backup power and UPS networks calculations, were calculated. Fourthly a checklist for the plans were made, and the most common problem areas in design were described. Lastly, a user feedback questionnaire was created, which facilitates the planning work.</p> <p>As a result of this thesis, simple practical design instructions, formulas that facilitate calculations, a checklist and a user feedback questionnaire were created.</p>			
<p>Keywords Medical space, medical standard, standard, design instruction, SFS 6000.</p>			

ESIPUHE

Tämä opinnäytetyö on tehty Insinööri Studio Oy:n toimeksiannosta. Kiinnostuin aiheesta, sillä koulussa ei ole paljoakaan käsitelty lääkintätilojen suunnittelua, ja siihen liittyviä määräyksiä. Luulen, että lääkintätilojen sähkösuunnitteluun liittyvät vaatimukset ja standardit tulevat tulevaisuudessa muuttumaan jollakin tavalla, joten haluan oppia suunnittelemaan näitä tiloja.

Kiitos työn tilaajille sekä ohjaajina toimineille Marko Piiparille sekä Anssi Gunnarille mielenkiintoisesta aiheesta ja hyvästä ohjauksesta sekä neuvoista, työn tekeminen on ollut erittäin mielenkiintoista. Haluan myös kiittää Kai Kilappaa, sekä muita Insinööri Studion työntekijöitä tuen ja avun antamisesta työn aikana.

Ohjaavina opettajina toimivat Heikki Laininen sekä Juhani Rouvali, ja haluan kiittää heitä työni opastamisessa ja auttamisessa. Samalla haluan myös kiittää muita opettajia, jotka ovat antaneet laadukasta opetusta opintojeni aikana.

Kiitos myös luokkatovereilleni sekä ystäväilleni opintojeni aikana saadusta tuesta.

Kotkassa 6.6.2018

Toni Mykkänen

SISÄLTÖ

1	LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT	6
2	JOHDANTO	8
3	YLEISTÄ	9
4	STANDARDIEN HISTORIA JA NIIDEN MUUTTUMINEN	11
5	LÄÄKINTÄTILASTANDARDIT	13
6	SUUNNITTELUOHJEET	14
6.1	Yleiset ohjeet.....	14
6.2	Ryhmän 1 ohjeet	15
6.3	Ryhmän 2 ohjeet	16
6.4	Ryhmien 1 ja 2 yhteiset ohjeet	18
6.5	Ei suunnitteluun liittyvät ohjeet.....	19
7	LÄÄKINTÄTILALUOKITUKSIEN VAATIMUKSET.....	20
7.1	Lääkintätilyhmää 2 koskevat vaatimukset	20
7.2	Lääkintätilyhmää 1 (G1) koskevat vaatimukset.....	23
7.3	Lääkintätilyhmän 0 vaatimukset	24
8	ESIMERKKISUUNNITELMAT	25
9	LASKELMAT	25
9.1	Yleinen jakeluverkko	26
9.2	UPS-IT-verkko	30
9.3	GE-verkko	33
10	SUUNNITELMIEN TARKASTUSLISTA.....	36
10.1	Suunnitelmien ongelmakohdat.....	36
11	KÄYTTÄJÄLÄHTÖTIETOJEN KYSELYLOMAKE.....	37
12	YHTEENVETO.....	38
	LAINATUT LÄHTEET	39
	LIITE 1: SUUNNITELMIEN TARKASTUSLISTA.....	41
	LIITE 2: KÄYTTÄJÄLÄHTÖTIETOJEN KYSELYLOMAKE	42
	LIITE 3: LÄÄKINTÄTILASTANDARDIT	45
	LIITE 4: CADS-KUVAT.....	75

1 LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT

Opinnäytetyössä esiintyy seuraavia määritelmiä. Määritelmät ovat suoria lainauksia SFS 6000-käsikirjasta.

"Lääkintätila

Tila, jossa potilaita tutkitaan, hoidetaan (mukaan luettuna kosmeettinen hoito) ja valvotaan sähkökäyttöisten lääkintälaitteiden avulla.

Potilas

Elävä olento (ihminen tai eläin), joka on lääketieteellisessä tai hammaslääketieteellisessä tutkimuksessa tai hoidossa.

Sähkökäyttöinen lääkintälaitte

Sähkökäyttöinen laite, jossa on liitäntäosa, tai joka siirtää energiaa potilaaseen tai potilaasta tai ilmaiseen tällaista energian siirtymistä, ja joka on

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

Liityntäosa

Sähkökäyttöisen lääkintälaitteen osa, joka normaalikäytössä välttämättä tulee fyysiseen kosketukseen potilaan kanssa sähkökäyttöisen lääkintälaitteen tai lääkintälaittejärjestelmän toiminnan takia.

Ryhmä 0 (G0)

tila, jossa ei ole tarkoitus käyttää mitään sähkökäyttöisen lääkintälaitteen liityntäosia, ja jossa syötön keskeytys (vika) ei voi aiheuttaa välitöntä hengenvaaraa

Ryhmä 1 (G1)

lääkintätila, jossa sähkönsyötön keskeytys (esim. syötön poiskytkentä vian takia) ei aiheuta välitöntä uhkaa potilaan turvallisuudelle, ja sähkökäyttöisen lääkintälaitteen liityntäosia on tarkoitus käyttää

- ihon ulkopuolisesti*
- ihon sisäisesti mihin tahansa kehon osaan, ellei kyseessä ryhmän 2 soveltamisalue*

Ryhmä 2 (G2)

lääkintätila, jossa sähkökäyttöisten lääkintälaitteiden liityntäosia on tarkoitus käyttää sellaisiin sovelluksiin kuin:

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

Sähkökäyttöinen lääkintälaittejärjestelmä

Valmistajan määrittelemä laitteiden yhdistelmä, josta vähintään yksi laite on sähkökäyttöinen lääkintälaitte ja jonka laitteet on tarkoitettu yhdistettäväksi toisiinsa toiminnallisessa liitännällä tai käyttämällä moniosaista pistorasiaa.

Hoitoalue

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.

Lääkintä IT-järjestelmä

IT-järjestelmä, jolla on erityisominaisuuksia lääkinnälliseen käyttöön.

Varavoimajärjestelmä

Syöttöjärjestelmä, joka on tarkoitettu toiminnan takia ylläpitämään syöttöä sähköasennukseen tai sen osaan silloin, kun normaalisyöttö katkeaa.

Turvajärjestelmä

Sähkökäyttöisten laitteiden järjestelmä, joka on tarkoitettu suojaamaan tai varoittamaan henkilöitä vaaratilanteessa, tai on välttämätön tilasta evakuoinnin takia.

Turvajärjestelmien sähkönsyöttöverkko

Syöttöverkko, jonka tarkoituksena on varmistaa olennaisten sähköasennusten ja -laitteiden toiminta:

- ihmisen ja kotieläinten terveyden ja turvallisuuden takia ja/tai,
- ympäristölle ja muille laitteille aiheutuvien vahinkojen välttämiseksi, silloin kun sellaista vaaditaan kansallisissa säännöksissä.

HUOM. 1 Syöttöverkon katsotaan sisältävän teholähteen ja piirin kulutuskojeen liittimille saakka.

HUOM.2 Esimerkkejä turvajärjestelmistä ovat:

- turvavalaistus, (poistumisvalaistus)
- palopumput
- pelastuskäyttöön tarkoitetut hissit
- hälytysjärjestelmät, kuten palo-, savu-, häkä-, ja murtohälytysjärjestelmät
- evakuointijärjestelmät, kuten äänievakuointijärjestelmät
- savunpoistojärjestelmät

Edellä mainituille järjestelmille voi olla omia standardeja.

HUOM. 3 Turvajärjestelmien tarpeeseen ja toiminta-aikoihin palotilanteissa ja/tai sähkökatkon aikana annetaan vaatimuksia viranomais määräyksissä." (SFS 6000, 2017)

2 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena on lääkintätalastandardien soveltaminen sähkösuunnittelussa. Työn tarkoituksena on kerätä lääkintätilojen standardit, ja niihin liittyvät standardit yhdelle dokumentille, ja tehdä niiden pohjalta selkeät ja käytännönläheiset suunnitteluohjeet. Ohjeiden tarkoituksena on helpottaa esimerkiksi vastavalmistuneen sähkösuunnittelijan työtä, sillä ohjeisiin on kerätty ryhmäluokitusten mukaan tärkeimmät asiat, jotka on otettava suunnittelussa huomioon.

Työhön kuuluu laskelmien tekoa, jotka ovat välttämättömiä lääkintätiloja suunnitellessa. Laskelmiin kuuluu mm. kaapeleiden määrittämistä sekä oikosulkuvirtojen laskemista, jotta voidaan varmentaa sulakkeiden ja johdonsuojakatkaisijoiden oikea toiminta.

Työssä tehdään myös yksinkertaiset esimerkkisuunnitelmat lääkintätilasta. Suunnitelmista tehdään ainoastaan tasopiirustukset ryhmän 1 mukaisesta toimenpidehuoneesta, sekä ryhmän 2 mukaisesta leikkaussalista.

Työhön kuuluu myös suunnitelmien tarkastuslistan ja käyttäjälähtötietojen kyselylomakkeen teko, jotka toimivat suunnittelijan apuna.

Tarkastuslistassa kerrotaan mm. mitä asioita sähköselostuksessa on kerrottava, mitä käyttöohjeita käyttäjälle on annettava yms. Tarkastuslistassa on vielä erillinen "check-list" joka toimii muistutuksena, mihin kannattaa erityisesti kiinnittää huomiota.

Käyttäjälähtötietojen kyselylomakkeen tarkoituksena on helpottaa lääkintätilan ryhmäluokittelua. Kyselylomake on tarkoitettu lääkintähenkilökunnan täytettäväksi, jotta voidaan esimerkiksi suunnitella oikea varavoimajärjestelmä tietyille tilalle/huoneelle.

Lopuksi on käsitelty, mitkä ovat suunnittelun yleisimmät ongelmakohtat.

Työn tilaajana ja toimeksiantajana toimii kotkalainen sähkö-, arkkitehti- ja LVIA-suunnittelutoimisto Oy Insinööri Studio. Sen palveluihin kuuluu myös konsultointi, sekä yritys tarjoaa myös kattavat sisäilmasto- ja rakennustekniset palvelut, sekä rakennuttamisen ja valvonnan. Yrityksen päätoimipaikka sijaitsee Kotkassa, mutta yrityksellä on myös sivutoimipisteet Lappeenrannassa, Lahdessa sekä Vantaalla. Heidän palveluksessa on yli 40 edellä mainittujen alojen ammattilaista. (Insinööri Studio, 2018)

He antoivat aiheen, sillä yrityksen palveluihin kuuluvat mm. lääkintätilojen suunnittelua.

3 YLEISTÄ

Standardi 6000-7-710 käsittelee lääkintätilojen sähköasennuksia. Lääkintätilojen standardit ovat tavallisiin rakennusten sähköasennuksiin verrattuna vaativampia, sillä standardeissa on otettava huomioon, ettei potilas joudu vaaratilanteeseen sähkökäyttöisiä lääkintälaitteita käytettäessä (SFS 6000, 2017).

On hyvä huomata, että yleisten osien vaatimukset koskevat lääkintätiloja, eli muun muassa myös ryhmän 0 tiloissa olevien pistorasioiden vikavirtasuojausta. Lääkintätilojen ryhmittely ja varavoimajärjestelmien syöttöjen luokittelu on syytä tehdä yhteistyössä lääkintähenkilökunnan sekä kyseisen terveydenhuolto-organisaation kanssa. Lääkintätilan ryhmittelyä määriteltäessä lääkintähenkilökunta kertoo, mitä lääkinnällisiä toimenpiteitä tilassa tehdään (SFS 6000, 2017).

Lääkintätiloissa tarvitaan varavoimajärjestelmiä, joilla varmennetaan lääkintätilan keskeytymätön toiminta sähkökatkon aikana. Yleensä sairaaloissa tarvitaan varavoimaa, jonka kytketymisaika on enintään 0,5 s, ja varavoimaa, jonka kytketymisaika on enintään 15 s. Varavoima toteutetaan yleensä akuilla, UPS-järjestelmillä tai generaattoreilla (SFS 6000, 2017).

Alla olevassa taulukossa, taulukossa 1, on esitetty erilaisia lääkintätiloja, ja niiden ryhmityksestä sekä siitä, minkälaisen varavoiman ne tarvitsevat.

Taulukko 1. Esimerkkejä lääkintätilojen tilaluokittelusta

Lääkintätila	Ryhmä			Luokka	
	0	1	2	≤ 0,5 s	> 0,5 s ≤ 15 s
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 ^c	X
7 Urologiahuone		X ^b		X	X ^b
8 Röntgentutkimus- ja sädehoitohuone		X			X
9 Vesihuone		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 Heräämä		X	X	X ^a	X
16 Sydänkatetrointihuone			X	X ^a	X
17 Tehostetun hoidon huone			X	X ^a	X
18 Angiografihuone			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 lääkintälaitteet, jotka tarvitsevat syötön 0,5 sekunnissa tai lyhyemmässä ajassa

^b = Jos ei ole leikkaussali

^c = Sairaaloitten ja vastaavien laitosten ulkopuolisissa ryhmän 1 lääkintätiloissa ei ole välttämätöntä asentaa ollenkaan varavoimajärjestelmiä, jos sähkönsyötön katkeaminen ei vaaranna toimintojen lopettamista ja tilojen evakuoimista

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

(SFS 6000, 2017)

4 STANDARDIEN HISTORIA JA NIIDEN MUUTTUMINEN

Lääkintätilastandardeista tuli ensimmäinen painos vuonna 1979, SFS 4372, jonka toinen painos vahvistettiin vuonna 1987. Toisessa painoksessa oli muutettu hieman yksityiskohtia (esim. varmennetun verkon keskeytymisen maksimiaikaa), mutta ei merkittävästi.

Lääkintätilojen ryhmytykset (ryhmä 0 – ryhmä 3) suoritettiin tilan käyttötarkoituksen mukaan, ja niille on määritetty suojamenetelmät (TIAINEN, 2010).

SFS 4372 standardin toisessa painoksessa, vuonna 1987 vahvistetussa, on annettu jakokeskuksille seuraavat määräykset:

- samalla rungolla sijaitsevilla keskuksilla on oltava asennettuna eri värit kansissa (esim. varmennettu/varmentamaton)
- mikäli keskuksessa syötetään IT-järjestelmää, siinä on oltava 4-napainen varasyöttökytkin.
- mittausten turvallinen suorittaminen on oltava mahdollista
- oltava putoamislevyt
- kansien on avauduttava 120°, tai oltava kokonaan poistettavissa
- ryhmäjohtojen summavirta on oltava helposti mitattavissa (TIAINEN, 2010).

Tässä samassa painoksessa myös määrättiin, että jakokeskuksista lähtevien ryhmien nolla- ja suoja-johtot on varustettava tunnuksilla, käyttäen esim. ryhmänumeroita. Painoksessa ilmoitettiin myös, että potentiaalintasauskiskot ja –johtimet, ja lääkintätilojen pistorasiat on merkittävä (pistorasiat tunnuksilla). Vuodeosastoilla ja poliklinikkojen käytävillä sijaitsevat pistorasiat, jotka eivät täytä 0,2 Ω vaatimusta, on merkittävä tekstillä ”EI LÄÄKINTÄLAITTEILLE” (TIAINEN, 2010).

Vuonna 1999 vahvistettiin SFS 6000-7-710, joka on vaatimuksiltaan samanlainen, kuin 4372 3. painos. Tähän painokseen tehtiin korjaus vuonna 2000, jossa poiskytkentätaulukoista poistettiin viittaus SFS 6000-4-41:een, jolloin poiskytkentäajaksi tuli 0,2 s.

SFS 6000-4-41 2. painos vahvistettiin vuonna 2002, jossa on alusta poistettu standardiviittaukset, ja 4372 3. painoksessa olevat runsaat opastavat tiedot poistettiin. Näitä opastavia tietoja voidaan soveltaa, kun sovelletaan 710:n 1. sekä 2. painosta, mutta on pidettävä huoli, etteivät ne ole ristiriidassa 710:een tehtyjen muutosten kanssa (merkitty sivuviivalla standardiin).

Myös ryhmän 3 lääkintätiloissa hoitoalueella olevien sähkölaitteiden jännite muiden johtavien osien ja pistorasioiden suojakoskettimien/kiinteästi asennettujen laitteiden suojamaadoitusliittimien välillä oleva ylitysraja muutettiin 20 mV:sta 10 mV:iin (TIAINEN, 2010).

Vuonna 2007 julkaistiin SFS 7-710:sta 4. painos. Osassa 7 käytetty numerointi ja soveltaminen:

- viittaa (osaa osoittavan numeron (710) jälkeen) standardisarjan osien 1...6 vastaaviin kohtiin
- ainoastaan ne kohdat mainitaan, joihin on tullut muutoksia osien 1...6 asettamiin vaatimuksiin
 - Esim. kohta 710.61 esittää osan 6 yleisiin vaatimuksiin, ja kohta 710.52 esittää osan 5-52 yleisiin vaatimuksiin.
- Jos jotain viittausta osiin 1...6 ei ole, on sen osan kaikki vaatimukset voimassa (TIAINEN, 2010).

Verrattuna kolmanteen painokseen, neljännessä painoksessa on lääkintätilojen osalta ainakin seuraavat muutokset:

- 710.556 Turvavyöttöjärjestelmät
- Opastavia tekstejä on siirretty standardiin
- TN-järjestelmän laukaisuaika muutettu 0,4 sekunniksi järjestelmiin, joissa on nimellisjännite 230 V
- Viittaus: "Taulukossa 41 C (IEC60364-4-41:2001) poiskytkentäajat sellaisille asennuksille, joissa suurin kosketusjännite on korkeintaan 25 V. Poiskytkentäaika on TN-järjestelmässä 230 V vaihejännitteellä on 0,2 s." on nyt muutettu muotoon: "4-41 osan taulukko 41.1, jota sovelletaan TN- ja IT-järjestelmissä, poiskytkentäaika taulukossa on 0,4 s 230V järjestelmässä."
- Lääkintätilojen luokittelu muutettu neljästä kolmeen (G0, G1, G2).
→ G1 vastaa aiempia R1 ja R2 ryhmiä, ja G2 vastaa aiempaa R3 ryhmää, jolloin lisäpotentiaalintasausta edellytetään myös ryhmään G1 (TIAINEN, 2010).

Vuoden 2007 painoksesta on standardista 710.411.4 (Suojausmenetelmät, TN-järjestelmät) siirretty kohta "On huolehdittava siitä, ettei monien samaan piiriin kytkettyjen tällaisten laitteiden samanaikainen käyttö aiheuta vikavirtasuojan tahatonta katkeamista. Ryhmän 1 ja 2 lääkintätiloissa, joissa tämän kohdan mukaan vaaditaan vikavirtasuojia, on käytettävä A- tai B-tyyppin vikavirtasuojia ottaen huomioon vikavirtojen tyypit." omaksi kohdaksi (710.411.3.2.1). Eli se on nyt yleinen määräys kaikille suojausmenetelmille, eikä ainoastaan TN-järjestelmille.

IT-järjestelmiin on lisätty kohta, jossa mainitaan automaattisen poiskytkennän vaatimus, jos samassa piirissä tapahtuu toinen vika (toteutettava kuten TN-järjestelmissä) (TIAINEN, 2010).

Vuoden 2012 versioon on lisätty, että toiminnallista pienoislämpöä (FELV) ei saa käyttää lääkintätiloissa. Tähän painokseen on myös lisätty erikseen standardi 710.44 (Suojaus jännitehäiriöiltä ja sähkömagneettisilta häiriöiltä). Jakokeskusten osalta 2012 painokseen on lisätty, että niiden pitää sijaita mahdollisimman lähellä ryhmän 2 tiloja, ja niiden on oltava helposti tunnistettavissa. Johtimien tunnistamiseen on lisätty, että lisäpotentiaalintausjohtimet on merkittävä KeVi-tunnusvärillä vähintään liitäntäpisteissä. Käyttäjälle toimitettaviin dokumentteihin on lisätty, että käyttäjälle on toimitettava myös aistinvaraisia tarkastuksia koskevat tiedot.

Kohtaan 710.52 (Johtojen valinta ja asentaminen) on lisätty kohta, jossa määrätään, että kaapelien on täytettävä kaapelien nippupolttua, kaapelimateriaalien halogeenittomuutta ja vähäistä savunmuodostusta käsittelevien standardien vaatimukset.

2012 painokseen on lisätty standardit 710.53.3 (eristystilan valvontalaite), 710.535.1 (ylivirtasuojien välinen selektiivisyys) sekä 710.537.101 (automaattiset syötönvaihtolaitteet). Tähän painokseen on lisätty myös vikavirtasuojalla suojattujen pistorasioiden määräykset (710.55.101), sekä varavoimajärjestelmien luokittelusta on kerrottu yksityiskohtaisemmin (TIAINEN, 2010).

5 LÄÄKINTÄTILASTANDARDIT

Standardissa SFS 6000-7-710 käsitellään lääkintätilojen sähköasennuksien erityisvaatimuksia, joiden tarkoituksena on varmistaa potilaiden sekä henkilökunnan turvallisuus. Nämä vaatimukset koskevat terveysasemia, sairaaloita, yksityisiä klinikoita sekä työpaikkojen terveydenhuoltoon tarkoitettuja tiloja. Tätä standardia sovelletaan, jos kyseessä lääketieteelliseen tutkimustoimintaan rakennettu tila (SFS 6000, 2017).

Jos valmiiksi rakennetun tilan käyttötarkoitus muuttuu vaativammaksi, esimerkiksi ryhmän 1 tilasta tehdään ryhmän 2 tila, on myös tehtävä tarvittavat sähköasennusten muutokset, jotta tila täyttää sen käyttötarkoitukseen liittyvät standardit. Standardissa SFS 6000-7-710 olevia vaatimuksia voidaan myös soveltuvin osin käyttää eläinklinikoilla (SFS 6000, 2017).

Lääkintätilastandardeja sovellettaessa suunnittelussa on huomioitava, että kaikki vaatimukset eivät välttämättä ole voimassa Suomessa.

Esimerkiksi kun kohdassa 710.411.6.4 mainitaan, että mikäli IT-järjestelmässä sattuu ensimmäisen vian jälkeen toinen vika, joka voi sijaita myös toisessa virtapiirissä, syötön automaattisen poiskytken vaatimukset on toteutettava kuten TN järjestelmässä (SFS 6000-4-41 kohdan 411.6.4 mukaisesti).

Kohdassa 411.6.4 b) taas kerrotaan:

”b) Jos jännitteelle alltiit osat on maadoitettu ryhmissä tai yksittäin, seuraava vaatimus on voimassa:

$$R_A * I_a \leq 50V$$

jossa

R_A = jännitteelle alltiiden osien kokonaismaadoitusresistanssi (Ω)

I_a = virta, joka aikaansaa suojalaitteen toimimisen TT-järjestelmille kohdassa 411.3.2.2 tai kohdassa 411.3.2.4 vaaditussa ajassa (A)”(SFS 6000, 2017).

Tarvittiin lisäselvitystä tästä kohdasta, johon Sesko ry:ltä Tapani Nurmi vastasi:

”SFS 6000-4-41 kohta 411.6.4 b) koskee tilannetta, jossa IT-järjestelmän jännitteelle alltiit osat on maadoitettu erilliseen maadoituselektrodiin kuin syöttävän verkon maadoitus. Tällöin toisen vian tapaus vastaa TT-järjestelmää, jota ei Suomessa käytetä.

Suomessa ei myöskään käytetä IT-järjestelmässä nollajohdinta, jolloin käytetään vain kohdan ensimmäistä kaavaa.”(NURMI Tapani, 2018).

Suunnittelijan täytyy ymmärtää standardin sisältö, jotta suunnitteluvaiheessa ei tule virheitä.

Lääkintätilastandardit on lisätty opinnäytetyön liitteeksi (Liite 3). Siihen on lueteltu kaikki lääkintätilan standardit, ja niihin liittyvät vaatimukset, esim. paloturvallisuuden kohdalta. Standardikohdat ovat suoria lainauksia SFS-käsikirjoista.

6 SUUNNITTELUOHJEET

Lääkintätilojen suunnittelun helpottamiseksi alla olevaan listaan on lueteltu tärkeimmät standardi-kohtat ja vaatimukset, jotka on otettava huomioon lääkintätiloja suunniteltaessa.

6.1 Yleiset ohjeet

Yleiset ohjeet koskevat kaikkia tilaluokituksia (0, 1 ja 2). Tässä kappaleessa kerätään siis ohjeet, joita on noudatettava jokaisessa lääkintätilassa, eikä kappaleessa kerrota esimerkiksi tilaluokituksen 2 vaatimuksia.

- Aivan ensimmäiseksi on selvitettävä oikosulkuvirrat, ja määritettävä lääkintätilan tilaluokitus. Luokitusta tehdessä on tehtävä yhteistyötä lääkintähenkilökunnan kanssa (SFS 6000, 2017).
- Käyttäjän sähköistykseen liittyvät tarpeet on otettava huomioon (GUNNAR, 2018)
- Kaapeleita, kaapelireittiä ja laitteistoa valittaessa/suunnitellessa on otettava huomioon, onko tilassa tulipaloriski, ja noudatetaan pelastusviranomaisten ja standardin SFS 6000-4-42 vaatimuksia.
 - TN- ja TT-järjestelmissä pitää käyttää mitoitustoimintavirraltaan max. 300 mA. Mikäli resistiiviset eristysviat voivat aiheuttaa tulipalon, vikavirtasuojan mitoitustoimintavirta on max. 30 mA
 - IT-järjestelmässä pitää käyttää joko eristystilan valvontalaitetta (koko asennuksessa), tai vikavirtavalvontajärjestelmää (ryhmäjohdoissa), ja molempien on annettava kuuluva ja näkyvä hälytys.
- Pistorasioiden kaapeloinnin suositeltu maksimipituus on 20 metriä, kun käytetään 2,5 mm² kaapelia (SFS 6000, 2017).
- Sähkömagneettisia häiriöitä mahdollisesti tuottavien sähkölaitteiden ja potilaan tutkimuspaikan väliset minimietäisyydet on oltava kunnossa. Minimietäisyydet ovat:

Kaapeleiden poikkipinta minimietäisyys

10 mm ² – 70 mm ²	3 m
95 mm ² – 185mm ²	6 m
> 185mm ²	9 m.

Jotta nämä minimietäisyydet saataisiin toteutettua, on tehtävä arkkitehdin kanssa tiiviisti yhteistyötä, kun määritellään tilavarauksia (SFS 6000, 2017).

- Poistumisvalaistusta voidaan syöttää joko keskitetyn tehonsyötön järjestelmästä, tai se voi olla oman tehonlähteen sisältävä, itsenäisesti toimiva. Poistumiseen ja evakuointiin vaadittava aika määräytyy rakennuksen/tilojen käyttöajasta, rakenteellisista ominaisuuksista, tiloissa olevien henkilöiden valmiuksista yms.

Vähimmäisvaatimus toiminta-ajalle on yksi tunti (SFS 6000, 2017).

- Turvajärjestelmien sähkönsyöttö voi olla manuaalinen käynnistys tai automaattinen käynnistys (käynnistyminen ei riipu käyttäjästä). Voidaan vaatia, että se toimii myös yleisen sähkökatkon ja tulipalon aikana, joten tarvitaan erityisiä tehonlähteitä, piirejä, laitteita ja kaapeleita. Jos käytetään sähköiskulta suojaamiseen syötön automaattista poiskytkentää, suositellaan, että käytetään vikasuojausmenetelmää, joka ei aiheuta syötön poiskytkentää heti ensimmäisessä viassa. IT-järjestelmässä käytettävä jatkuvasti toimivaa valvontalaitetta, jossa on näkyvä ja kuuluva hälytys. (SFS 6000, 2017).

6.2 Ryhmän 1 ohjeet

Näiden ohjeiden tarkoituksena on auttaa tilaluokituksen 1 suunnittelussa. Ohjeissa kerrottavat asiat ovat siis lisäyksiä yleisiin ohjeisiin, eli kun suunnitellaan tilaluokituksen 1 mukaista huonetta, on otettava myös yleiset ohjeet huomioon, jotka kerrotaan kappaleessa 6.1.

- Ryhmän 1 lääkintätilassa käytetään TN-järjestelmää (ryhmien suojaamiseen käytetään max. 30 mA vikavirtasuojaa) (SFS 6000, 2017).
- Ensimmäisen vian jälkeen toisessa virtapiirissä esiintyvän toisen vian aiheuttaman automaattisen poiskytkennän vaatimukset:

A) Jos jännitteelle alttiit osat on yhdistetty suojajohtimella samaan yhteiseen maadoitusjärjestelmään, syötön automaattisen poiskytkennän vaatimukset ovat:

Vaihtoehtojärjestelmässä ei käytetä nollajohdinta tai keskipistejohdinta

$$2I_a Z_s \leq U$$

Jos nolla- tai keskipistejohdin on käytössä

$$2I_a Z'_s \leq U_0$$

missä,

U_0 = äärijohtimen ja nollajohtimen tai vastaavasti keskipistejohtimen välinen nimellinen jännite (V)

U = äärijohtimien välinen vaihto- tai tasajännite (V)

Z_a = piirin äärijohtimien ja suojamaadoitusjohtimien sisältämän vikapiirin impedanssi (Ω)

Z'_s = piirin nollajohtimen ja suojamaadoitusjohtimen sisältämän vikapiirin impedanssi (Ω)

I_a = virta, joka aikaansaa suojalaitteen toimimisen TN-järjestelmille kohdassa 411.3.2.2 tai kohdassa 411.3.2.3 vaaditussa ajassa (A).

Nämä vaatimukset on varmistettava seuraavilla tavoilla:

TN- ja TT-järjestelmä

1) Mittaamalla tai laskemalla vikavirtapiirin impedanssi. Järjestelmän suojalaitteiden ominaisuuksien ja piirin impedanssin on täytettävä ehto:

$$Z_s * I_a \leq U_0$$

2) tarkastamalla käytettyjen suojalaitteiden ominaisuudet (SFS 6000, 2017).

6.3 Ryhmän 2 ohjeet

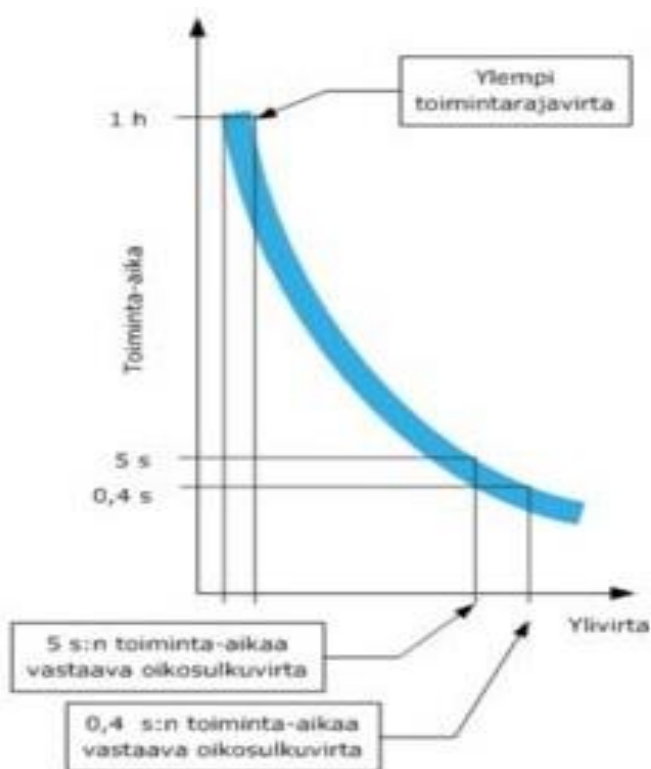
Näiden ohjeiden tarkoituksena on auttaa tilaluokituksen 2 suunnittelussa. Ohjeissa kerrottavat asiat ovat siis lisäyksiä yleisiin ohjeisiin sekä ryhmän 1 ohjeisiin. Eli kun suunnitellaan tilaluokituksen 2 mukaista huonetta, on otettava myös yleiset ohjeet sekä ryhmän 1 ohjeet huomioon, jotka kerrotaan kappaleissa 6.1 ja 6.2.

- Käytetään aina IT-järjestelmää!
 - pois lukien seuraavat ryhmät:
 - kiinteiden leikkauspöytien liikuttamiseen tarvittavien piirien syöttö
 - röntgenlaitteiden syöttö
 - mitoitusteholtaan yli 5kVA laitteiden syöttö
 - ei-kriittisten sähkölaitteiden (elintoimintoja ylläpitämättömät laitteet) syöttö.

(SFS 6000, 2017).
- Ensimmäisen vian jälkeen toisessa virtapiirissä esiintyvän toisen vian aiheuttaman automaattisen poiskytkennän vaatimuksien tarkastamiseen käytetään samaa kaavaa kuin TN-järjestelmien tarkastamiseen (SFS 6000, 2017).
- Ryhmän 2 jakokeskukset ja eristystilan valvontalaitteet on asennettava lähelle lääkintätiloja, tai lääkintätilaan, ja niiden on oltava tunnistettavissa, esimerkiksi merkitsemällä, minkä tilan valvontalaite on kyseessä.
Yleiseen sähkönjakeluun ja varavoimajärjestelmiin on oltavat omat keskuksensa (SFS 6000, 2017).
- IT-järjestelmän muuntajien on oltava standardien mukaisia, ja ne on asennettava lääkintätilojen läheisyyteen. Suositeltava etäisyys ulostuloliittimien ja kulutuskojeen välillä on max. 25 metriä. Vuotovirta ulostulokäämistä maahan ja kotelovuotovirta eivät saa ylittää 0,5 mA (kun on mitattu tyhjäkäynnillä mitoitusjännitteellä ja -taajuudella toimivasta muuntajasta).
Jokaiselle lääkintätilalle tai niiden toiminnalliselle ryhmälle on käytettävä vähintään yhtä yksivaiheista muuntajaa muodostamaan lääkintä IT-järjestelmä kädessä pidettäville ja kiinteästi asennetuille laitteille (mitoitustehon on oltava suurempi kuin 0,5 kVA, ja pienempisuurempi kuin 10 kVA).
Lisää aiheesta standardissa 710.512.101 (SFS 6000, 2017).
- IT-järjestelmälle on valittava muuntaja, jotta saadaan aikaiseksi selkeät vikavirtatiet. Muuntajien kytkentävirtasysäys voi olla noin kymmenkertainen nimellisvirtaan verrattuna (MÄKELÄ, 2009.). Tämä on otettava huomioon, kun mitoitetaan Lääkintä IT-järjestelmän oikosulkusuojausta, esim. sulaketta. Sulaketta valittaessa on tarkasteltava sen toimintarajoja (katso kuva 1). Mikäli kyseessä on rengassydän muuntaja, muuntajassa ei ole sysäystä.

Koska on harkittava kahden samanaikaisen vian esiintymistä eri virtapiireissä, laukaisevaa ylikuormitussuojaa ei saa käyttää, sillä kahden erillisen vian esiintyminen saa aikaan oikosulkutilanteen, johon käytetään aiemmin mainittua oikosulkusuojausta.

Vikaimpedanssi, mukana olevien piirien johtimien pituudet ja poikkipinnat voivat kuitenkin olla tuntemattomia, josta johtuen kahden erillisen eristysvian esiintymisestä voi seurata ylikuormitus-tilanne ainakin toiselle suojalaitteelle (SFS 6000, 2017).



Kuva 1: Sulakkeen toimintaratjat (HARSIA Pirkko, 2009)

- Kun ryhmän 2 tilassa sattuu yksittäinen vika, esimerkiksi viallisen laitteen takia, on ehkäistävä syötön täydellinen katkeaminen. Tämä voidaan toteuttaa joko:
 - 1) käyttämällä kahta riippumatonta syöttöjohtoa, esim. varavoimaverkon ja normaalin verkon syöttö, tai
 - 2) käyttämällä rengassyöttöä, joka voi toimia verkkosyötön varayhteytenä, tai
 - 3) paikallisella lisäteholähteellä, tai
 - 4) usean ryhmän 2 mukaisen huoneen yhteisellä lisäteholähteellä, tai
 - 5) muilla yhtä tehokkailla teknisillä menettelyillä, joilla voidaan varmistaa verkkosyötön säilyminen (SFS 6000, 2017).

6.4 Ryhmien 1 ja 2 yhteiset ohjeet

Tämän kappaleen tarkoituksena on kerätä ryhmien 1 ja 2 yhteiset ohjeet. Kappaleen ohjeet eivät siis koske tilaluokitusta 0, joka voi olla esimerkiksi hierontahuone.

- Jokaiseen Ryhmän 1 tai 2 lääkintätiloissa on tehtävä lisäpotentiaalintasaus asentamalla potentiaalintasauspistorasioita tarpeeksi.
Esim. kiinteät johtavat ei sähköiset potilaan tukirakenteet (leikkauspöydät, fysioterapiatuolit, hammaslääkärin toimenpidetuolit yms.) täytyy liittää lisäpotentiaalintasaukseen, elleivät ne ole tarkoituksella erillään maasta.
→ suojajohtimen ja liitosten yhteenlaskettu resistanssi lisäpotentiaalintasauskiskon ja pistorasioiden, kiinteästi asennettujen laitteiden suoja liittimien tai muiden johtavien osien välillä on oltava pienempi kuin $0,2 \Omega$. Tämä toteutetaan sijoittamalla huoneisiin huonekohtaiset potentiaalintasauskiskot, jotka liitetään keskuksen maadoituskiskoon.
→ Potentiaalintasauskiskon on sijoitettava lääkintätilassa tai sen läheisyydessä, ja se on liitettävä syöttävän keskuksen suojauskiskoon vähintään suurimman potentiaalintasauskiskoon liitetyn johtimen vahvuisella johtimella (SFS 6000, 2017).
- Ryhmien 1 ja 2 lääkintätilojen valaistusta pitää syöttää vähintään kahdesta erillisestä ryhmästä, joista toinen pitää liittää varavoimajärjestelmään, jotta mahdollisen sähkökatkon aikana toimenpide voidaan lopettaa turvallisesti.
Ryhmän 1 tilassa, jokaisessa huoneessa on ainakin yhtä valaisinta syötettävä varavoimajärjestelmästä, ryhmän 2 tilassa puolet huoneen valaistuksesta (50 %) on syötettävä varavoimajärjestelmästä (SFS 6000, 2017).
- Varavoiman on kyettävä syöttämään:
→ **max. 0,5 s kytkeytymisajalla** leikkausvalaisimia, muita sähkölaitteita, joissa välttämättömiä valaisimia (esim. tähystysvalaisimia), sekä kriittisiä elämää ylläpitäviä lääkintälaitteita.
→ **max. 15 s kytkeytymisajalla** poistumis- ja varavalaistus. Syöttöverkon vioittuessa, seuraavissa tiloissa on säilyttävä välttämätön minimivalaistus:
 - 1.) varavoimajärjestelmien generaattorien kytkinlaitostilat ja normaalin syötön ja varavoimajärjestelmän syöttöjen pääkeskustilat
 - 2.) välttämättömiin tukitoimintoihin käytetyt tilat. Jokaisessa tilassa on vähintään yksi valaisin syötettävä varavoimajärjestelmästä
 - 3.) keskitettyjen palohälytys- ja ilmoitinlaitteiden sijoituskohdat
 Suojaus syötön automaattisella poiskytkennällä on järjestettävä siten, että yksi suojalaite ei kytke pois huoneen tai poistumisreitit jokaista valaistuspiiriä.
→ **Yli 15 s kytkeytymisajalla** muut kuin edellä mainitut laitteet, joita tarvitaan sairaalatoimintojen ylläpitoon, kun ei ole pitkäaikaista ulkopuolista energiaa saatavilla (SFS 6000, 2017).

6.5 Ei suunnitteluun liittyvät ohjeet

Käytetään kaapeleita, jotka täyttävät standardin SFS-EN 13501-6 mukaan määritellyn luokan Cca-s1, d1, a2 (kaapelien nippupoltto, kaapelimateriaalien halogeenittomuus, vähäinen savunmuodostus) vaatimukset, tai ne voidaan suojata vähintään palonkestävyysluokan EI 30 mukaisella rakenteella, esimerkiksi käyttämällä palonkestävää johtokanavaa, tai käyttämällä Gyproc-rakennustarvikkeita (SFS 6000, 2017).

7 LÄÄKINTÄTILALUOKITUKSIEN VAATIMUKSET

Tämän kappaleen tarkoituksena on koota tilaluokitusten 0, 1 sekä 2 vaatimukset, ja ne on jaettuna omiin alakappaleisiin. Ensinnä käydään läpi, vaatimuksia lääkintätilyryhmällä 2 on, jonka jälkeen siirrytään tilaluokitus 1 vaatimuksiin, ja lopuksi tilaluokitus 0 vaatimuksiin.

Lopuksi tehdään vielä lyhyt yhteenveto, mitkä ovat luokitusten 1 ja 2 väliset suurimmat eroavaisuudet.

7.1 Lääkintätilyryhmä 2 koskevat vaatimukset

Sairaaloita suunniteltaessa on selvitettävä yhdessä lääkintähenkilökunnan kanssa, minkälaisia lääkintätiloja sairaalassa on, jotta voidaan luokitella näille tiloille oikeat ryhmät. Esimerkiksi leikkaussalit sekä tarkkailuhuoneet kuuluvat ryhmään 2 (G2) (SFS 6000, 2017).

Kun suunnitellaan ryhmään 2 kuuluvan lääkintätilan syötön automaattista poiskytkentää vian sattuessa, on käytettävä A- tai B-tyyppin vikavirtasuojia (SFS 6000, 2017).

Ryhmän 2 lääkintätiloissa käytetään aina IT-järjestelmää, ja suurin kosketusjännite U_L ei saa ylittää 25 V vaihtojännitteellä (a.c) tai 60 V tasajännitteellä (d.c) (SFS 6000, 2017).

Ryhmän 2 lääkintätiloissa (pois lukien lääkintä IT-järjestelmää) seuraavien ryhmien syöttöjen suojaamiseen on käytettävä mitoitusominaisuuksiltaan max. 30 mA vikavirtasuojalla toteutettua syötön automaattista poiskytkentää:

- kiinteiden leikkauspöytien liikuttamiseen tarvittavat piirit
- röntgenlaitteet
- mitoitusominaisuuksiltaan yli 5 kVA laitteet
- ei-kriittiset (jotka eivät ylläpidä elintoimintoja) sähkölaitteet.

On suositeltavaa, että kaikkien jännitteisten johtimien eristystason varmistamiseksi TN-S-järjestelmää tullaan valvomaan vikavirtavalvontajärjestelmällä. TN- järjestelmää koskevia vaatimuksia on noudatettava, ja niissä kaikissa tapauksissa pitää käyttää vikavirtasuojia poiskytkentälaitteina (SFS 6000, 2017).

Jokaiselle samaa tarkoitusta palvelevalle huoneryhmälle on oltava ainakin yksi lääkintä IT-järjestelmä, ja järjestelmässä pitää olla standardin SFS-EN 61557-8 liitteiden A ja B mukainen eristystilan valvontalaite. Kussakin lääkintä IT-järjestelmässä on oltava kuuluva ja näkyvä hälytyslaite, ja sen on oltava sijoitettuna siten, että henkilökunta ja tekninen tuki voivat valvoa niitä pysyvästi näkyvien ja kuuluvien viestien avulla.

Hälytyslaitteessa on oltava seuraavat komponentit:

- vihreä merkkivalo, joka osoittaa laitteen olevan normaalitoiminnassa
- keltainen merkkivalo, joka osoittaa, kun eristysresistanssin aseteltu minimiarvo on saavutettu.

Tämä merkkivalo ei saa olla kuitattavissa, eikä myöskään poiskytkettävissä

- äänihälytys, joka soi kun resistanssin aseteltu minimiarvo on saavutettu. Tämä hälytys saa olla kuitattavissa

- Kun normaalitila on palautunut ja vika on poistunut, keltaisen merkkivalon on sammuttava. Hälytyslaitteen toiminnot voidaan tarvittaessa sisällyttää laajempaan valvontajärjestelmään. Jotta hälytyslaitetta osataan tulkita oikein, siitä on oltava helposti luettava kirjallinen ohje, jossa on selitetty merkkivalojen ja hälytyksen merkitys sekä toimenpiteet, joita noudatetaan ensimmäisen vian jälkeen. Ohje on sijoitettava lääkintätilaan (SFS 6000, 2017).

IT-järjestelmän muuntajan ylikuormitusta ja korkeaa lämpötilaa pitää jatkuvasti valvoa. Eristystilan valvontajärjestelmän lisäksi on mahdollista asentaa eristysvian paikannusjärjestelmä, joka pystyy paikantamaan eristysvian missä tahansa IT-järjestelmän pisteessä.

Mikäli lääkintä IT-järjestelmässä sattuu toinen vika, joka voi sijaita myös toisessa virtapiirissä, syötön automaattisen poiskytkennän vaatimukset on toteuduttava kuten TN-järjestelmässä kohdan 411.6.4 mukaisesti (SFS 6000, 2017).

Kun käytetään SELV- tai PELV-piirejä, kulutuskojeissa käytettävä nimellisjännite ei saa ylittää 250 V vaihtojännitettä (tehollisarvo), tai 60 V sykkeetöntä tasajännitettä. Perussuojaus on toteutettava SFS 6000-4-41 liitteen 41A mukaisesti eristämällä kaikki jännitteiset osat, tai käyttämällä kotelointia/suojusta. Kun ryhmässä 2 käytetään PELV-järjestelmää, jännitteelle alttiit johtavat osat (esim. leikkaussalivalaisimet) on liitettävä suojaavaan potentiaalintasaukseen (SFS 6000, 2017).

Ryhmän 2 lääkintätilassa pitää tehdä lisäpotentiaalintasaus, ja lisäpotentiaalintasausjohtimet on täytty liittää potentiaalintasauskiskoon (jotta potentiaalierot saadaan tasattua) seuraavien hoitoalueella olevien tai hoitoalueelle mahdollisesti siirrettävien osien välillä:

- muut johtavat osat, joista yleisimpiä ovat:

→ ilma-, kaasu-, lämpö-, imujärjestelmien-, viemäri- ja vesiputkistot, mikäli ne ulottuvat hoitoalueelle

→ johtokanavien yms. metalliset rungot (pois lukien kanavien kannet tai lyhyet runko-osat, sillä niissä ei todennäköisesti esiinny maan potentiaalia).

- häiriökenttien suojukset, mikäli sellaisia on asennettu

- johtavien lattioiden metalliverkko, mikäli sellainen on asennettu

- erotusmuuntajan mahdollinen metallia oleva sähköinen suoja.

Ryhmän 2 lääkintätiloissa on oltava tarpeeksi lisäpotentiaalintasauksen liitännäspaikkoja lääkintälaitteiden liittämiseen (SFS 6000, 2017).

Ryhmän 2 lääkintätiloissa suojajohtimien ja liitosten yhteenlaskettu resistanssi lisäpotentiaalintasauskiskon ja pistorasioiden tai kiinteästi asennettujen laitteiden suojaliittimien tai muiden johtavien osien välillä ei saa ylittää 0,2 Ω arvoa (SFS 6000, 2017).

Valokaarivikasuojien käyttö on kiellettyä ryhmän 2 lääkintätilojen ryhmäjohtoissa (SFS 6000, 2017).

Ryhmän 2 jakokeskukset on asennettava ryhmän 2 lääkintätilan läheisyyteen, ja niiden on oltava helposti tunnistettavissa. Kuitenkin yleiseen sähkönjakeluun ja varavoimajärjestelmiin on oltava

omat keskuskeskukset (SFS 6000, 2017).

Ryhmän 2 tehonsyötön kannalta on ehkäistävä syötön täydellinen katkeaminen, kun syötössä tapahtuu yksittäinen vika. Lääkintä IT-järjestelmän käytön ja suojalaitteiden täydellisen selektiivisyyden lisäksi on tapoja, joilla tämä voidaan estää, ja ne on lueteltu kappaleessa 5 olevissa ohjeissa (katso Ryhmän 2 ohjeet) (SFS 6000, 2017).

Ryhmän 2 johtojen suojauksessa lääkitä IT-järjestelmän muuntajan syöttöpiirissä muuntajaa ennen ja sen jälkeen ei saa olla ylikuormitussuojaa, mutta ylivirtasuojia (sulakkeita) voidaan käyttää muuntajan syötössä ainoastaan oikosulkusuojaukseen. Oikosulku- sekä ylikuormitussuojaus ovat tarpeellisia jokaiselle ryhmäjohtolle (SFS 6000, 2017).

Ryhmän 2 pistorasiaryhmien (lääkintä IT-järjestelmässä) suhteen jokaisella potilaan hoitopaikalla on oltava seuraava kokoonpano:

- jokainen pistorasia on suojattava erikseen ylikuormitukselta, tai
- pistorasioita syötetään ainakin kahdesta eri virtapiiristä.

Kun saman lääkitätilan virtapiirejä syötetään myös TN-S-järjestelmästä, lääkitä IT-järjestelmään liitettyjen pistorasioiden rakenteiden pitää olla sellaisia, että se estää niiden käytön muissa järjestelmissä, tai ne täytyy merkittävä selvästi ja pysyvällä tavalla (SFS 6000, 2017).

Valaistuksessa ryhmän 2 valaisimet pitää syöttää ainakin kahdesta erillisestä syötöstä, joista toinen pitää liittää varavoimajärjestelmään. Poistumisalueilla osa valaistuksesta täytyy liittää turvajärjestelmien syöttöön (SFS 6000, 2017).

Jos varavoimajärjestelmän (jossa 0,5 sekunnin kytkeytymisajan omaava teholähde) yhden tai useamman jakokeskuksen äärijohtimen (yhden tai useamman) jännitteessä tapahtuu vikatilanne, varavoimalähteen teholähteen on pystyttävä syöttämään vähintään 3 tunnin ajan:

- leikkausvalaisimia
- lääkitäsähkölaitteita, joissa on käytön kannalta muita välttämättömiä valaisimia. Näitä ovat esim. tahystysvalaisimet ja niihin liittyvät välttämättömät laitteet, kuten monitorit.
- kriittisiä elämää ylläpitäviä lääkitälaitteita. Mikäli lääkitälaitteissa on akkuvarmennus tai jokin muu varajännitelähde, laitteet voidaan liittää kytkeytymisajaltaan max. 15 sekunnin syöttöön. Tehon on palaututtava automaattisesti 0,5 sekunnin kuluessa. Yleisinä vaatimuksina ryhmän 2 varavoimajärjestelmien teholähteille ovat:
- paristoja ei voi käyttää varavoimajärjestelmän teholähteenä
- yleisestä jakeluverkosta tuleva toinen syöttö ei ole varavoimajärjestelmän syöttö.

Varavoimajärjestelmän teholähteiden käytettävyyttä, eli toimintavalmiutta, on valvottava, ja se on ilmaistava sopivassa paikassa (SFS 6000, 2017).

Poistumis- ja varavalaistuksen suhteen noudatetaan sisäasiainministeriön asetusta poistumisreitien merkitsemisestä ja valaisemisesta, sekä standardia SFS-EN 1838. Lisäksi ryhmän 2 lääkitätiloissa vähintään 50 % valaistuksesta pitää syöttää varavoimajärjestelmästä (SFS 6000, 2017).

7.2 Lääkintätilyryhmää 1 (G1) koskevat vaatimukset

Lääkintätilyryhmän 1 vaatimukset eivät on niin vaativia, kuin ryhmän 2 vaatimukset. Lääkintätilyryhmään 1 voidaan luokitella esimerkiksi terveydenhoitotilat, sillä terveydenhoitotiloja ei ole tarkoitettu esimerkiksi leikkaussalikäyttöön, eikä siellä suoriteta sydämenläheisiä toimintoja.

Myös hammashuoltotilojen yleisin tilaluokitus on lääkintätilyryhmä 1 (SFS 6000, 2017).

Kun suunnitellaan syötön automaattista poiskytkentää vian sattuessa, on pidettävä huoli siitä, että käytetään tyyppin A tai B vikavirtasuojia. Vikavirtasuojia valittaessa on otettava huomioon mahdollisten vikavirtojen tyypit. Myös valaistusryhmät on varustettava vikavirtasuojilla.

Ryhmän 1 lääkintätiloissa on myös huolehdittava seuraavien vaatimusten voimassaolosta:

TN-järjestelmissä suurin jatkuva kosketusjännite U_L ei saa ylittää vaihtojännitteellä 25 V, tai tasajännitteellä 60 V. Nämä arvot voidaan kuitenkin saavuttaa lisäpotentiaalintasauksen avulla, sekä noudattamalla yleisen standardin poiskytkentäaikoja (SFS 6000, 2017).

TN-järjestelmää käytettäessä ryhmän 1 tiloissa korkeintaan 32 A ryhmäjohtoissa tulee käyttää vikavirtasuojaa, joka on mitoitusvoimavirrallaan enintään 30 mA. Jännitteisten johtimien eristystason varmistamiseksi on suositeltavaa, että TN-S järjestelmää tullaan valvomaan vikavirtavalvontajärjestelmällä. TN- järjestelmää koskevia vaatimuksia on noudatettava, ja kaikissa tapauksissa on käytettävä vikavirtasuojia poiskytkentälaitteina (SFS 6000, 2017).

Kun käytetään SELV- tai PELV-piiriä, kulutuskojeissa käytettävä nimellijännite saa korkeintaan olla enintään 25 V vaihtojännitettä, tai 60 V sykkeetöntä tasajännitettä. Perussuojaus toteutetaan eristämällä jännitteiset osat, tai käyttämällä suojuksia tai kotelointia, kuten on mainittu SFS 6000-4-41 liitteessä 41A (SFS 6000, 2017).

Ryhmää 1 käytettäessä jokaisessa tilassa on tehtävä lisäpotentiaalintasaus. Jotta potentiaalierot saadaan tasattua, lisäpotentiaalintasausjohtimet on liitettävä potentiaalintasauskiskoon seuraavien hoitoalueella olevien, tai sinne mahdollisesti siirrettävien osien välillä:

- muut johtavat osat, joita ovat yleensä:

→ ilma-, kaasu-, lämpö-, imujärjestelmien-, viemäri- ja vesiputkistot, mikäli ne ulottuvat hoitoalueelle

→ johtokanavien yms. metalliset rungot (pois lukien kanavien kannet tai lyhyet runko-osat, sillä niissä ei todennäköisesti esiinny maan potentiaalia).

- häiriökenttien suojuukset, mikäli sellaisia on asennettu

- johtavien lattioiden metalliverkko, mikäli sellainen on asennettu

- erotusmuuntajan mahdollinen metallinen sähköinen suoja.

On myös suositeltavaa, että ryhmän 1 lääkintätiloissa on riittävä määrä lisäpotentiaalintasauksen liitäntäpaikkoja lääkintälaitteille (SFS 6000, 2017).

Hammashuoltotilan kohdalla lisäpotentiaalintasaus voidaan rajoittaa vain hoitoalueelle, esimerkiksi hammaslääkärin hoitotuolit on liitettävä lisäpotentiaalintasaukseen, elleivät niitä ole tarkoitettu olemaan erillään maasta (SFS 6000, 2017).

Ryhmän 1 lääkintätilan valaisimet on syötettävä ainakin kahdesta erillisestä syötöstä, joista toinen on oltava liitettynä varavoimajärjestelmään. Poistumisalueilla osa valaistuksesta tulee liittää turvajärjestelmien syöttöön. Hammashuoltotilassa riittää akkukäyttöinen valaisin, jotta toimenpide voidaan lopettaa turvallisesti, jos sähkösyötössä tapahtuu vika (SFS 6000, 2017).

Ryhmän 1 lääkintätilojen varavoimajärjestelmien teholähteinä ei saa käyttää paristoja, eikä yleisestä jakeluverkosta tulevaa toista syöttöä ei pidetä varavoimajärjestelmän syöttönä. Teholähteiden käytettävyyttä, eli toimintavalmiutta, on jatkuvasti valvottava, ja se on ilmaistava sopivassa paikassa (SFS 6000, 2017).

Poistumis- ja varavalaistuksen osalta ryhmän 1 lääkintätiloissa jokaisessa huoneessa ainakin yhtä valaisinta on syötettävä varavoimajärjestelmästä (SFS 6000, 2017).

7.3 Lääkintätilyryhmän 0 vaatimukset

Lääkintätilyryhmän 0 vaatimukset eivät juurikaan eroa "tavallisesta" tilasta, esimerkiksi kerrostalon käytävästä, sillä tämän ryhmän tiloissa ei ole sähkökäyttöisiä lääkintälaitteita. Sairaaloissa lääkintätilyryhmään 0 kuuluu esimerkiksi odotustilat (SFS 6000, 2017).

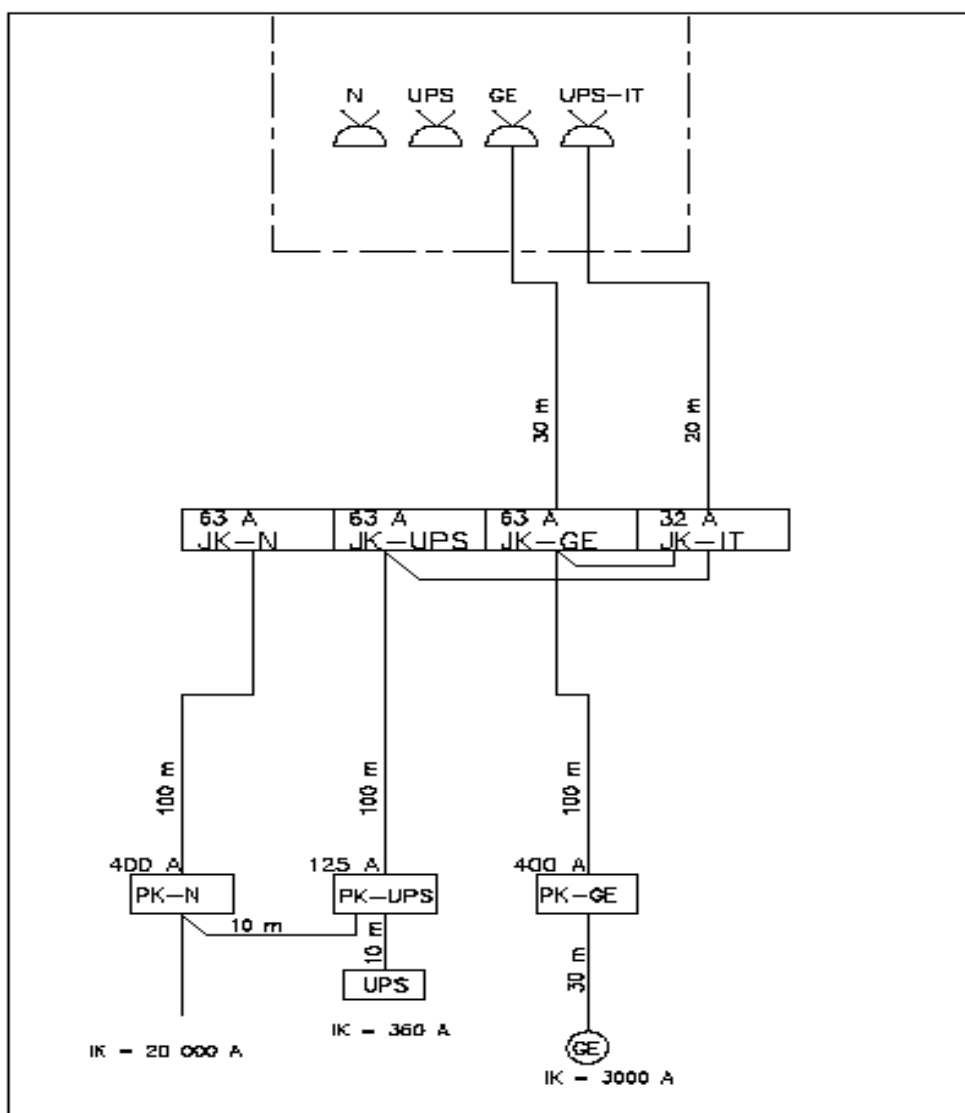
8 ESIMERKKISUUNNITELMAT

Esimerkkisuunnitelmat ovat liitteenä. Sähköpiirustukset ovat pelkistettyjä; niissä on esitetty ainoastaan lääkintätila (leikkaussali sekä toimenpidehuone erillisinä kuvinaan). Kuvia tehdessä on kuitenkin otettu huomioon yleisimmät asennustavat, jolla esimerkiksi pääkeskuksen ja jakokeskuksen välinen kaapeli on suunniteltu.

9 LASKELMAT

Seuraavat laskelmat ovat laskettu opinnäytetyöni esimerkkisuunnitelmiin pohjautuen. Esimerkkisuunnitelmien lähtötiedot sain opinnäytetyöni ohjaajalta, Anssi Gunnarilta.

Laskelmat on tehty Excel-ohjelmalla, jonka pohja on tehty Insinööri Studion laskentaohjelmaa apuna käyttäen, ja laskelmien pääpainotus on GE- ja UPS-lähdössä olevat pistorasiat, sillä ne ovat sairaalaitiloissa erittäin tärkeässä asemassa, mikäli yleinen sähkönjakelu katkeaa. Tämän takia on oltava erittäin huolellinen näitä laskelmia tehdessä, jotta voidaan varmistaa, ettei potilas voi joutua hengenvaaraan.



Kuva 2: Laskelmien lähtötiedot

Taulukko 2. Laskelmien lähtötiedot

Laskelmien lähtötiedot			
Verkko	Oikosulkuvirrat (A):	Pääkeskuksien nimellisivirrat (A):	Jakokeskuksien nimellisivirrat (A):
Normaali	20 000	400	63
UPS	350	125	63
GE	3000	400	63
			(JK-IT) 32

Laskelmissa esiintyvät kaavat on saatu Insinööri Studion laskentaohjelmasta.

9.1 Yleinen jakeluverkko

Koska tarkkaa muuntajan oikosulkuvirtaa ei ole ilmoitettu, voidaan olettaa sen olevan 20 000 A.

Ensin täytyy määritellä, mitä kaapeleita käytetään. Kaapelien pituudet on esitetty yllä olevassa kuvassa. Koska keskuksien nimellisivirrat ovat jo tiedossa, kaapelien valitsemisessa voidaan käyttää apuna D1-käsikirjassa olevia taulukkoja 52.2, sekä 52.3.

Taulukko 3. Taulukko 52.2: Johdon mitoitus ylivirtasuojan nimellisivirran perusteella (Cu)

TAULUKKO 52.2. Johdon mitoitus ylivirtasuojan nimellisivirran perusteella.

Korjauskertoin		1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
Asennustapa	Sulake/johdon-suojajatkaisijan nimellisivirta I_N	Vähimmäispoikkipinta, kun suojalaitteena on sulake/johdon-suojajatkaisija mm ² Cu					
A	6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	10	1,5	1,5	2,5/1,5	2,5/1,5	4/2,5	4/2,5
	13 ⁹⁾	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	4
	16	2,5	2,5	4/2,5	4	6/4	6
	20	4/2,5	4	6/4	6	10/6	10
	25	6/4	6	10/6	10	10	16
	32	10/6	10	10	16/10	16	25/16
	35	10	10	16/10	16	25/16	25
	40	10	16/10	16	16	25	35/25
	50	16	16	25	25	35/25	50/35
	63	25	25	35/25	35	50	70/50
	80	35	35	50	70/50	70	95
	100	50	70/50	70	95/70	95	150/120
	125	70	95/70	95	120/95	150/120	185
	160	120	120	150	185	240	300
	200	150	185	240	300	–	–
250	240	240	300	–	–	–	
C	6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	10	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5/1,5	2,5/1,5
	13 ⁹⁾	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5
	16	1,5	1,5	2,5/1,5	2,5	4/2,5	4
	20	2,5/1,5	2,5	2,5	4/2,5	4	6/4
	25	4/2,5	4/2,5	4	6/4	6	10/6
	32	4	6/4	6	10/6	10	10
	35	6/4	6	10/6	10	10	16/10
	40	6	10/6	10	10	16/10	16
	50	10	10	16/10	16	16	25
	63	16/10	16	16	25/16	25	35
	80	16	25/16	25	35/25	35	50
	100	25	35/25	35	50/35	70/50	70
	125	35	50/35	70/50	70	95/70	95
	160	70	70	95	95	120	150
	200	95	95	120	150	185	240
250	120	150	150	185	240	300	
315	150	185	240	300	–	–	
400	240	300	300	–	–	–	

TAULUKKO 52.2. jatkuu Johdon mitoitus ylivirtasuojan nimellisivirran perusteella.

Korjauskertoin		1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
Asennustapa	Sulake/johdon-suojajatkaisijan nimellisivirta I_N	Vähimmäispoikkipinta, kun suojalaitteena on sulake/johdon-suojajatkaisija mm ² Cu					
D	6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	10	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	13 ⁹⁾	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	16	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5
	20	1,5	1,5	1,5	2,5/1,5	2,5	4/2,5
	25	1,5	2,5/1,5	2,5	2,5	4/2,5	6/4
	32	2,5	2,5	4	4	6/4	10/6
	35	4/2,5	4/2,5	4	6/4	6	10
	40	4	4	6/4	6	10	10
	50	6/4	6	10/6	10	16/10	16
	63	10	10	16/10	16	16	25
	80	16/10	16	16	25/16	25	35
	100	16	25/16	25	35/25	35	50
	125	25	35/25	35	50/35	70/50	70
	160	50	50	70	70	95	120
	200	70	70	95	95	120	150
250	95	95	120	150	185	240	
315	120	150	185	240	300	–	
400	185	240	300	–	–	–	
500	300	–	–	–	–	–	
E	6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	10	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5/1,5
	13 ⁹⁾	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5
	16	1,5	1,5	2,5/1,5	2,5	2,5	4
	20	2,5/1,5	2,5	2,5	4/2,5	4	6/4
	25	2,5	4/2,5	4	4	6/4	10/6
	32	4	6/4	6	6	10	10
	35	4	6/4	6	10/6	10	16/10
	40	6	6	10/6	10	10	16
	50	10	10	10	16/10	16	25/16
	63	16/10	16/10	16	25/16	25	35/25
	80	16	25/16	25	35/25	35	50/35
	100	25	35/25	35	50/35	50	70
	125	35	50/35	50	70/50	70	95
	160	70	70	95	95	120	150
	200	95	95	120	150	185	240
250	120	150	150	185	240	300	
315	150	185	240	240	300	–	
400	240	240	300	–	–	–	
500	300	–	–	–	–	–	

Taulukko 4.Taulukko 52.3: Johdon mitoitus ylivirtasuojan nimellisvirran perusteella (AI)

TAULUKKO 52.3. Johdon mitoitus ylivirtasuojan nimellisvirran perusteella.

Korjauskertoin		1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	
Asennustapa	Sulake/johdonsuojakatkaisijan nimellisvirta I _N	Vähimmäispoikkipinta, kun suojalaitteena on sulake/johdonsuojakatkaisija mm ² AI						
A	25	16	16	16	16	16	25/16	
	32	16	16	16	25/16	25	35/25	
	35	16	16	25/16	25	25	35	
	40	16	25/16	25	25	35	50/35	
	50	25	25	35/25	35	50	70	
	63	35	50/35	50	70/50	70	95	
	80	50	70/50	70	95/70	120/95	150/120	
	100	70	95/70	95	120/95	150/120	185	
	125	95	120/95	150/120	185/150	240/85	300/240	
	160	150	185	240	300	300	–	
	200	240	300	300	–	–	–	
	250	300	–	–	–	–	–	
	C	25	16	16	16	16	16	16
		32	16	16	16	16	16	16
		35	16	16	16	16	16	25/16
		40	16	16	16	16	25/16	25
50		16	16	16	25	35/25	35	
63		25/16	25	35/25	35	50/35	50	
80		35/25	35	50/35	50	70/50	70	
100		50/35	50	70/50	70	95/70	120/95	
125		70/50	70	95/70	95	120/95	150/120	
160		95	95	120	150	185	240	
200		120	150	185	240	240	300	
250		185	240	240	300	–	–	
300		240	300	–	–	–	–	
D		25	16	16	16	16	16	16
		32	16	16	16	16	16	16
		35	16	16	16	16	16	16
	40	16	16	16	16	16	16	
	50	16	16	16	16	25/16	25	
	63	16	16	25/16	25	25	35	
	80	25/16	25	35/25	50/35	50	50	
	100	25	35/25	35	50/35	70/50	70	
	125	50/35	50/35	70/50	70	95/70	120/95	
	160	70	70	95	120	120	185	
	200	95	120	120	150	185	240	
	250	120	150	185	240	300	–	
	315	185	240	300	–	–	–	
	400	300	–	–	–	–	–	

(STUL ry, 2012).

Edellä mainittuja taulukoita apuna käyttäen, saadaan valittua johtojen poikkipinnat:

Liittymiskaapeli (Liittymä → PK-N): 2xAl 185mm²Nousukaapeli (PK-N → JK-N): Al 70mm²Ryhmäkaapeli (JK-N → pistorasia N): Cu 2,5mm²

Seuraavaksi lasketaan jakokeskuksen yksivaiheinen oikosulkuvirta. Se saadaan laskettua kaavalla:

$$I_{JK} = \frac{U_0}{\frac{U_0}{I_{kLiitt.}} + \frac{(l_{liit.kaap} * r_{liit.kaap})}{500 m} + \frac{(l_{nousuk.} * r_{nousuk.})}{500 m}} \quad (1)$$

HUOM: koska johdon ominaisresistanssi ilmoitetaan muodossa Ω/km, kohdassa $\frac{(r * l)}{500}$ jakajana on

1000 sijaan 500, sillä kaapelissa olevat johtimet L ja N muodostavat yhdessä silmukan, jossa virta etenee L-johdinta pitkin, ja palaa takaisin N-johdinta pitkin.

TAULUKKO 52.3. jatkuu Johdon mitoitus ylivirtasuojan nimellisvirran perusteella.

Korjauskertoin		1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
Asennustapa	Sulake/johdonsuojakatkaisijan nimellisvirta I _N	Vähimmäispoikkipinta, kun suojalaitteena on sulake/johdonsuojakatkaisija mm ² AI					
E	25	16	16	16	16	16	16
	32	16	16	16	16	16	16
	35	16	16	16	16	16	16
	40	16	16	16	16	16	25
	50	16	16	16	25/16	25	35
	63	16	25/16	25	35/25	35	50
	80	25	35/25	35	50/35	70/50	70
	100	35	50/35	50	70	70	95
	125	70/50	70	70	95/70	120/95	150/120
	160	95	95	120	120	150	185
	200	120	120	150	185	240	300
	250	150	185	240	240	300	–
	315	240	240	300	–	–	–
	400	300	–	–	–	–	–

Taulukkoa 52.2 ja 52.3 koskevia huomautuksia:

- 1) Valintataulukko soveltuu gG-sulakkeille, D-tyypin sulakkeille sekä B-, C- ja D-tyyppisille johdonsuojakatkaisijoille. Sulakkeella suojatun johdon poikkipinta on ilmoitettu ensimmäisenä, johdonsuojakatkaisijaa koskevat arvot sen jälkeen. Johdonsuojakatkaisijoiden arvot on ilmoitettu 125 A:iin saakka.
- 2) Kuormitettavuusarvot on määritetty virtapiireille, joissa on kolme kuormitettua PVC-eristeistä johdinta. Taulukon arvoja voidaan soveltaa myös PEX-eristeisiin johtimiin sekä piireihin, joissa on kaksi kuormitettua johdinta.
- 3) A-asennustavan arvot soveltuvat käytettäväksi myös B-asennustavoissa. Asennustavan E arvot soveltuvat käytettäväksi myös asennustavoissa F ja G.
- 4) 13 A koskee ainoastaan johdonsuojakatkaisijalla suojatun johdon poikkipinnan määrittämistä.
- 5) Suojalaitteiden toiminta-arvot on ilmoitettu 30 °C lämpötilassa. Lämpötilan poikkeusta tästä eivät standardin ilmoittamat arvot ole voimassa.

Jakokeskuksen oikosulkuvirta on:

$$I_{kJK-N} = \frac{230 V}{\frac{230 V}{20000 A} + \frac{(0,1035 \Omega/km * 0 m)}{500 m} + \frac{(0,551 \Omega/km * 100 m)}{500 m}} = 1889,89 A$$

Kun jakokeskuksen oikosulkuvirta on tiedossa, jännitehäviö voidaan laskea kaavalla:

$$U_{hJK} (V) = (I_{PK-N} * l * \frac{r_{liit.kaap.}}{1000 m}) + U_{hPK-N} \quad (2)$$

Eli jakokeskuksen jännitehäviö on:

$$U_{hJK-N} (V) = \left(63 A * 100 m * \frac{0,551 \Omega/km}{1000 m} \right) + 0 V = 3,47 V$$

Prosentuaalinen jännitteenalenema saadaan laskettua kaavalla:

$$U_h (\%) = \frac{U_h (V)}{U_0} * 100 \quad (3)$$

$$U_{hJK-N} (\%) = \frac{U_h (V)}{U_0} * 100 \rightarrow \frac{3,47 V}{230 V} * 100 = 1,51 \%$$

SFS 6000-52 liitteestä 52G löytyy taulukko G.52.1, jossa on määritelty, että jännitteenalenema liittymispisteen ja minkään kuormituspisteen välillä ei saisi ylittää seuraavia arvoja:

Asennuksen tyyppi	Valaistus (%)	Muu käyttö (%)
A - Pienjänniteasennus, joka on syötetty suoraan yleisestä jakeluverkosta	3	5
B - Pienjänniteasennus, joka on syötetty yksityisestä teholähteestä	6	8

Taulukko 5: Jännitteenalenema

Jännitteenalenema ei saisi taulukon 3 mukaan ylittää 5 %:ia. Kun tarkastellaan jakokeskuksella olevaa jännitteenalenemaa, huomataan, että se jää reilusti alle 5 %:in. Näin voimme tulkita, että tulokset ovat OK.

Viimeiseksi lasketaan pistorasialla oleva yksivaiheinen oikosulkuvirta kaavalla:

$$I_{kPistor.} = \frac{U_0}{\frac{U_0}{I_{kLiitt.}} + \frac{(l_{liit.kaap} * r_{liit.kaap.})}{500 m} + \frac{(l_{nousuk.} * r_{nousuk.})}{500 m} + \frac{(l_{ryhmäk.} * r_{ryhmäk.})}{500 m}} \quad (4)$$

Eli pistorasialla oleva oikosulkuvirta on:

$$I_{kPistor.-N} = \frac{230 V}{\frac{230 V}{20000 A} + \frac{(0,1035 \Omega/km * 0 m)}{500 m} + \frac{(0,551 \Omega/km * 100 m)}{500 m} + \frac{(8,770 \Omega/km * 20 m)}{500 m}} = 486,77 A$$

Seuraavaksi lasketaan pistorasialla oleva jännitehäviö:

$$U_{hPistor.} (V) = \left(I_{JK} * l * \frac{r_{liit.kaap.}}{1000 m} \right) + U_{hJK-N} + U_{hPK-N} \quad (5)$$

$$U_{hPistor.} (V) = \left(16 A * 20 m * \frac{8,770 \Omega/km}{1000 m} \right) + 3,74 V + 0 V = 6,278 V$$

Prosentuaalinen jännitteenalenema saadaan kaavalla 3:

$$U_{hPistor.} (\%) = \frac{U_h (V)}{U_0} * 100 \rightarrow \frac{6,278 V}{230V} * 100 = 2,729 \%$$

Kun verrataan saatua tulosta taulukon 3 arvoihin, voimme todeta, että tulokset ovat OK.

Kun oikosulkuvirrat sekä jännitehäviöt on saatu laskettua, lasketaan vielä pistorasiolla oleva impedanssi. Tämä saadaan laskettua yksinkertaisesti kertomalla pituus johtimen resistanssilla.

Pistor.-N:

$$l_{ryhmäk.} * r_{ryhmäk.} \rightarrow 0,02 km * 8,770 \Omega/km = 0,175 \Omega$$

9.2 UPS-IT-verkko

UPS-verkon laskelmat suoritetaan samalla tavalla, kuin yleisen jakeluverkon laskelmat. Eli ensin on valittava kaapelit taulukoita 52.2 ja 52.3 apuna käyttäen:

Liittymiskaapeli (Liittymä → PK-UPS): Al 95mm²

Nousukaapeli (PK-UPS → JK-IT): Al 70mm²

Ryhmäkaapeli (JK-UPS-IT → pistorasia UPS-IT): Cu 2,5mm²

Tämän jälkeen lasketaan pääkeskuksen yksivaiheinen oikosulkuvirta, joka voidaan laskea kaavalla:

$$I_{kPK-N} = \frac{U_0}{\frac{U_0}{I_{kLiitt.}} + \frac{(l_{liit.kaap} * r_{liit.kaap})}{500 m}} \quad (6)$$

r = johtimen omaisresistanssi

l = kaapelin pituus

Kun kaapelit on valittu käyttäen apuna taulukoita 52.2, sekä 52.3, lasketaan pääkeskuksen yksivaiheinen oikosulkuvirta käyttäen kaavaa 5:

$$I_{kPK-UPS} = \frac{230 V}{\frac{230 V}{350 A} + \frac{(0,398 \Omega/km * 10 m)}{500 m}} = 345,811 A$$

Kun pääkeskuksen oikosulkuvirta on tiedossa, jännitehäviö voidaan laskea kaavalla:

$$U_{hPK-N} (V) = I_{PK-N} * l * \frac{r_{liit.kaap.}}{1000 m} \quad (7)$$

Tämän jälkeen lasketaan pääkeskuksen jännitehäviö kaavaa 6:

$$U_{hPK-UPS} (V) = 125 A * 10m * \frac{0,398 \Omega/km}{1000m} = 0,498 V$$

Prosentuaalinen jännitteenalenema saadaan laskettua kaavalla 3:

$$U_{hPK-UPS} (\%) = \frac{0,498 V}{230V} * 100 = 0,217 \%$$

Kun verrataan saatua tulosta taulukon 3 arvoihin, voimme todeta, että tulokset ovat OK.

Seuraavaksi lasketaan jakokeskuksen yksivaiheinen oikosulkuvirta, sekä jännitehäviöt käyttäen kaavoja 1, 2 ja 3:

$$I_{kJK-IT} = \frac{230 V}{\frac{230 V}{350 A} + \frac{(0,398 \Omega/km * 10m)}{500 m} + \frac{(0,551 \Omega/km * 100m)}{500 m}} = 296,66 A$$

$$U_{hJK-IT} (V) = \left(32 A * 100 m * \frac{0,551 \Omega/km}{1000 m} \right) + 0,498 V = 2,261 V$$

$$U_{hJK-IT} (\%) = \frac{2,261 V}{230V} * 100 = 0,983 \%$$

Kun jakokeskuksen oikosulkuvirta ja jännitehäviö on laskettu, lasketaan pistorasian yksivaiheinen oikosulkuvirta ja jännitehäviöt käyttäen kaavoja 4, 5, ja 3:

$$I_{kPistor. UPS-IT} = \frac{230 V}{\frac{230 V}{350 A} + \frac{(0,398 \Omega/km * 10 m)}{500 m} + \frac{(0,551 \Omega/km * 100 m)}{500 m} + \frac{(8,770 \Omega/km * 20 m)}{500 m}}$$

$$= 204,244 A$$

$$U_{hPistor. UPS-IT} (V) = \left(16 A * 0 m * \frac{8,770 \Omega/km}{1000 m} \right) + 2,261 V + 0,498 V = 5,565 V$$

$$U_{hPistor.-IT} (\%) = \frac{5,565 V}{230 V} * 100 = 2,419 \%$$

Kun verrataan saatua tulosta taulukon 3 arvoihin, voimme todeta, että tulokset ovat OK.

SFS 6000 710.411.6.4:ssa (kahdessa virtapiirissä oleva samanaikainen vika) on vaatimuksena:

$$2 \times I_a \times Z_s < U_0 = 2 \times I_a \times (U_0/I_k) < U_0 \quad (8)$$

joten on laskettava $2 \times I_a \times Z_s$, jossa:

I_a = virta, joka aikaansaa suojalaitteen toimimisen

Z_s = vikapiirin impedanssi ohmeina (Ω)

U_0 = vaihejännite (V)

I_k = oikosulkuvirta (A)

Taulukko 6. Automaattisen poiskytkennän takia vaadittavat oikosulkuvirrat eri suojalaitteilla

Taulukko 41.4a Automaattisen poiskytkennän takia vaadittavat oikosulkuvirrat eri suojalaitteilla				
Pienimmät toimintavirrat johdonsuojakatkaisijoille ja vaaditut mitatut arvot				
Nimellisvirta (A)	B-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s (A)	Vaadittu mitattu arvo (A)	C-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s (A)	Vaadittu mitattu arvo (A)
6	30	37,5	60	75
10	50	62,5	100	125
13	65	81,3	130	162,5
16	80	100	160	200
20	100	125	200	250
25	125	156,3	250	312,5
32	160	200	320	400
50	250	312,5	500	625
63	315	393,8	630	787,5
80	400	500	800	1000
125	625	781,3	1250	1562,5

(STUL, 2012).

Kun tarkastellaan taulukkoa 41.4a, huomataan, että 16 A:n nimellisvirralla B-tyypin johdonsuojakatkaisijan (jota on käytetty esimerkin keskuksen ryhmälähdöissä) pienin vaadittu mitattu arvo on 80 A, kun laukaisuaika on 0,4s.

Joten:

$$2 \times 80 \times (230 \text{ V}/204,244 \text{ A}) = 180,176 \text{ V}$$

$$\rightarrow 180 \text{ V} < 230 \text{ V}$$

Viimeiseksi lasketaan pistorasian impedanssi:

Pistor. UPS-IT:

$$l_{\text{ryhmäk.}} * r_{\text{ryhmäk.}} \rightarrow 0,02 \text{ km} * 8,770 \text{ } \Omega/\text{km} = 0,175 \text{ } \Omega$$

Lääkintätiloissa vaatimuksena on:

"Ryhmän 2 lääkitiloissa suojajohtimien ja liitosten yhteenlaskettu resistanssi lisäpotentiaalinta-sauskiskon ja pistorasioiden tai kiinteästi asennettujen laitteiden suojaliittimien tai muiden johtavien osien välillä ei saa olla suurempi kuin 0,2 Ω ." (SFS 6000, 2017)

Kuten lasketuista arvoista huomataan, $0,175 \text{ } \Omega < 0,2 \text{ } \Omega$.

9.3 GE-verkko

GE-verkon laskelmat suoritetaan samalla tavalla, kuin aikaisemmatkin laskelmat. Eli ensin on valittava kaapelit:

Liittymiskaapeli (Liittymä → PK-GE): 2 x Al 185mm²

Nousukaapeli (PK-UPS → JK-GE): Al 70mm²

Ryhmäkaapeli (JK-GE → Jakorasia): Cu 6mm²

Pistorasialle menevä kaapeli (Jakorasia → Pistorasia GE): Cu 2,5mm²

Kun kaapelit on määritelty, lasketaan pääkeskuksen yksivaiheinen oikosulkuvirta sekä jännitehäviö kaavoilla 1, 2 ja 3:

$$I_{kPK-GE} = \frac{230 V}{\frac{230 V}{3000 A} + \frac{(0,1035 \Omega/km * 30 m)}{500 m}} = 2775,208 A$$

$$U_{hPK-GE} (V) = 400 A * 30 m * \frac{0,1035 \frac{\Omega}{km}}{1000 m} = 1,242 V$$

$$U_{hPK-GE} (\%) = \frac{1,242 V}{230V} * 100 = 0,540 \%$$

Kun verrataan saatua tulosta taulukon 3 arvoihin, voimme todeta, että tulokset ovat OK.

Tämän jälkeen suoritetaan samat laskelmat jakokeskukselle, käyttäen apuna kaavoja 4, 5 ja 3:

$$I_{kJK-GE} = \frac{230 V}{\frac{230 V}{3000 A} + \frac{(0,1035 \Omega/km * 30 m)}{500m} + \frac{(0,551 \Omega/km * 100 m)}{500m}} = 1191,237 A$$

$$U_{hJK-GE} (V) = \left(63 A * 100m * \frac{0,551 \Omega/km}{1000 m} \right) + 1,242 V = 4,713 V$$

$$U_{hJK-GE} (\%) = \frac{4,713 V}{230V} * 100 = 2,049 \%$$

Kun verrataan saatua tulosta taulukon 3 arvoihin, voimme todeta, että tulokset ovat OK.

Mikäli JK-GE – pistor. GE välillä käytettäisiin pelkästään cu 2,5 mm²-kaapelia, pistorasian impedanssi nousisi 0,263 Ω:iin. Tämän takia käytetään ensin cu 6 mm²-kaapelia, ja vaihdetaan jakorasiassa se cu 2,5 mm²-kaapeliin. Toinen syy 6 mm² – kaapelin käyttöön on se, että mikäli käytetään ainoastaan 2,5 mm²-kaapelia, jännitehäviö nousisi 4,420 %. Tämä olisi vielä ollut hyväksytyyn rajoilla, sillä jännitehäviö saa olla enimmillään 5 %, mutta kun käytettiin 6 mm²-kaapelia, saatiin jännitehäviö alhaisemmaksi, joka voi olla hyödyllistä, kun ajatellaan mahdollisia muutostöitä tulevaisuudessa.

Jotta jännitehäviö ei nousisi liian suureksi, on käytettävä cu 6mm² kaapelia. Pistorasialle ei kuitenkaan voi kytkeä tätä kaapelia, joten pistorasian ja jakokeskuksen väliin on asennettava jakorasia, jossa josta viedään cu 2,5mm² kaapeli pistorasialle.

Käytetään kaavoja 6, 7 ja 3, kun lasketaan jakorasiassa olevaa yksivaiheista oikosulkuvirtaa ja jännitehäviötä:

$$I_{kJakorasia} = \frac{230 V}{\frac{230 V}{350 A} + \frac{(0,398 \Omega/km * 10m)}{500m} + \frac{(0,551 \Omega/km * 100m)}{500m} + \frac{(3,660 \Omega/km * 25m)}{500m}} = 611,577 A$$

$$U_{hJakorasia} (V) = \left(16 A * 0m * \frac{3,660 \Omega/km}{1000m} \right) + 1,242 V + 4,713 V = 7,419 V$$

$$U_{hJakorasia} (\%) = \frac{7,419 V}{230V} * 100 = 3,226 \%$$

Kun verrataan saatua tulosta taulukon 3 arvoihin, voimme todeta, että tulokset ovat OK.

Viimeiseksi lasketaan pistorasiolla oleva yksivaiheinen oikosulkuvirta sekä jännitehäviö:

$I_{kPistor. GE}$

$$= \frac{230 V}{\frac{230 V}{350 A} + \frac{(0,398 \Omega/km * 10m)}{500m} + \frac{(0,551 \Omega/km * 100m)}{500m} + \frac{(3,660 \Omega/km * 25m)}{500m} + \frac{(8,770 \Omega/km * 5m)}{500m}} +$$

$$= 495,928 V$$

$$U_{hPistorasia GE} (V) = \left(16 A * 0m * \frac{3,660 \Omega/km}{1000m} \right) + 1,242 V + 4,713 V + 7,419 V$$

$$= 6,657 V$$

$$U_{hPistorasia GE} (\%) = \frac{6,657 V}{230V} * 100 = 2,894 \%$$

Kun verrataan saatua tulosta taulukon 3 arvoihin, voimme todeta, että tulokset ovat OK.

SFS 6000 710.411.6.4:ssa (kahdessa virtapiirissä oleva samanaikainen vika) on vaatimuksena:

$$2 \times I_a \times Z_s < U_0 = 2 \times I_a \times (U_0/I_k) < U_0$$

joten on laskettava $2 \times I_a \times Z_s$, jossa:

I_a = virta, joka aikaansaa suojalaitteen toimimisen

Z_s = vikapiirin impedanssi ohmeina (Ω)

U_0 = vaihejännite (V)

I_k = oikosulkuvirta (A)

I_a :n arvot löytyvät D1-käsikirjasta taulukosta 41.4a (katso **Virhe. Viitteen lähdettä ei löytynyt.**).

Kun tarkastellaan taulukkoa 41.4a, huomataan, että 16 A:n nimellisvirralla B-tyyppin johdonsuojakatkaisijan (jota on käytetty esimerkin keskuksen ryhmälähdöissä) pienin vaadittu mitattu arvo on 80 A, kun laukaisuaika on 0,4s.

Joten:

$$2 \times 80 \times (230 V/495,928 A) = 74,204 V$$

$$\rightarrow 74 V < 230 V$$

Lopuksi lasketaan vielä pistorasian impedanssi:

jakorasia:

$$l_{\text{ryhmäk.}} * r_{\text{ryhmäk.}} \rightarrow 0,025 \text{ km} * 3,660 \text{ } \Omega/\text{km} = 0,092 \text{ } \Omega$$

pistorasia GE:

$$(l_{\text{ryhmäk.}} * r_{\text{ryhmäk.}}) + Z_{\text{jakor.}} \rightarrow (0,005 \text{ km} * 8,770 \text{ } \Omega/\text{km}) + 0,092 \text{ } \Omega = 0,135 \text{ } \Omega$$

Lääkintätiloissa vaatimuksena on:

*"Ryhmän 2 lääkintätiloissa suojajohtimien ja liitosten yhteenlaskettu resistanssi lisäpotentiaalinta-
sausriskon ja pistorasioiden tai kiinteästi asennettujen laitteiden suojaliittimien tai muiden johtavien
osien välillä ei saa olla suurempi kuin 0,2 Ω ." (SFS 6000, 2017)*

Kuten lasketuista arvoista huomataan, $0,135 \text{ } \Omega < 0,2 \text{ } \Omega$.

10 SUUNNITELMIEN TARKASTUSLISTA

Suunnitelmien tarkastuslista on tehty Excel-taulukkoa käyttäen. Siinä on kerrottu, mitä on yleisesti lääkintätiloja tehdessä otettava huomioon, mitä asioita sähköselostuksessa on kerrottava, millaisia laitteita yleisimmin otetaan käyttöön, mitkä ovat käyttäjälle annettavat käyttöohjeet, mitä asioita on huomioitava kaapelointia suunniteltaessa, ja erillinen tarkastuslista, joka toimii apuna suunnitelmia ja piirustuksia tehdessä.

Suunnitelmien tarkastuslista löytyy opinnäytetyön liitteistä (Liite 1)

10.1 Suunnitelmien ongelmakohdat

Suunnitelmien ongelmakohdat on kerätty haastatteleamalla Insinööri Studion työntekijää, Anssi Gunnaria, ja hän on kertonut omat mielipiteensä, jotka ovat pohjautuneet hänen omiin kokemuksiinsa. Tässä kappaleessa esiintyvät mielipiteet ja ongelmakohdat ovat suoria lainauksia.

- *"Lähtötietojen saanti käyttäjiltä – vaikuttaa tilaluokituksiin ja suunnitteluratkaisuihin*
 - *Käyttäjät on useita ja tietojen saanti on hankalaa*
 - *Kaikille osa-alueille ei vielä ole käyttäjän puolelta vastuuhenkilöä (lääkäri/hoitaja/sähkö/ICT/KV/jne)*
 - *Lähtötietoja saadaan vain osittain*
 - *Käyttäjät eivät vielä tiedä suunnittelun aikana yksityiskohtaisia tietoja tulevista laitteista*
 - *Käyttäjät eivät vielä tiedä suunnittelun aikana tilajärjestelyjä*
 - *Tiedot muuttuvat suunnittelun aikana useaankin kertaan*
 - *Yo asiat viivästyttää suunnittelua ja suunnitelmia joudutaan muuttamaan jälkikäteen ja vaikutus voi olla moninainen*

- *Saneerauskohteissa nykytilanneasennuksien dokumentointipuutteet*
 - *Dokumentointi voi olla vain paperi muodossa, ei sähköisessä muokattavassa muodossa*
 - *Dokumentointi ei pidä paikkaansa*
 - *Dokumentointi on puutteellista*
 - *Yo asioita ei ole osattu määritellä suunnittelutoimeksiannossa ja tulee tilaajalle yllätyksenä*

- *Saneerauskohteissa nykytilanneasennuksien laajennettavuus*
 - *Nykyisten järjestelmien käyttöaste voi olla vaikea selvittää, kuinka paljon niissä on laajenusvaraa uusia asennuksia varten*
 - *Järjestelmien teknisten tietojen selvittäminen*

- *Saneerauskohteissa suunnitelmaratkaisujen periaatteet*
 - *Miten ja mitä standardeja sovelletaan, miten tilojen käyttö muuttuu ja vaikuttaako se merkittävästi tilojen asennuksiin, pitääkö kaikki asennukset saattaa nykymääräysten mukaiseksi vai voidaanko tilassa toimia nykyratkaisujen kanssa*
 - *Sähköteknisten arvojen saaminen, verkkojen oikosulkuvirtojen selvittämien (normaali/GE/UPS)*

- *Itse suunnittelussa voi jäädä jokin asia inhimillisestä syystä huomioimatta, tilojen suunnittelussa on normaalia enemmän huomioitavia asioita standardien ja lähtötietojen osalta". (GUNNAR Anssi, 2018).*

11 KÄYTTÄJÄLÄHTÖTIETOJEN KYSELYLOMAKE

Käyttäjälähtötietojen kyselylomakkeen tarkoituksena on helpottaa suunnittelijoiden työtä, koska huonekortin täyttämisen jälkeen hyvin usein tarvitaan lisätietoja, jotta voidaan esimerkiksi suunnitella lääkintätilan varavoiman tarpeellisuus.

Käyttäjälähtötietojen kyselylomakkeen tarkoituksena on myös helpottaa lääkintätilan ryhmäluokittelussa, ja se on tarkoitettu lääkintähenkilökunnan täytettäväksi, jotta voidaan esimerkiksi suunnitella oikea varavoimajärjestelmä tietylle tilalle/huoneelle. Lomakkeessa kysytään esimerkiksi varavoiman tarpeellisuudesta, mikä on tilan käyttötarkoitus, millaisia lääkintälaitteita tilassa on yms.

Käyttäjälähtötietojen kyselylomake löytyy liitteistä (Liite 2)

12 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä käytiin läpi lääkintätilastandardeja, ja tehtiin niistä yksinkertaiset ohjeet, joiden tarkoituksena on helpottaa esimerkiksi vastavalmistuneen sähkösuunnittelijan työtä. Työssä käytiin lisäksi läpi, miten lääkintätilastandardit ovat muuttuneet vuosien aikana. Työssä myös kerättiin kaikki lääkintätilojen vaatimukset yhdelle dokumentille, ja ne on lajiteltu lääkintätilojen tilaluokistusten mukaan. Työssä tehtiin suunnitteluohjeita noudattamalla myös esimerkkisuunnitelmat CADS-ohjelmalla, ja tehtiin näihin suunnitelmiin perustuvat esimerkkilaskelmat. Esimerkkilähtötiedot sain opinnäytetyön ohjaajaltani, Anssi Gunnarilta. Työssä kehitettiin myös suunnitelmien tarkastuslista, sekä käyttäjälähtötietojen kyselylomake. Tarkastuslistan tarkoituksena on helpottaa suunnittelijaa työn viimeistelyssä, ja käyttäjälähtötietojen kyselylomakkeen tarkoitus on olla apuna suunnittelun alkuvaiheessa, esimerkiksi kun tehdään lääkintätilan ryhmäluokittelua.

Lääkintätilojen ryhmittely varavoimajärjestelmien syöttöjen luokittelu on syytä tehdä lääkintähenkilökunnan kanssa, sillä he osaavat kertoa, mitä lääkintälaitteita tilaan tulee, ja millaisia lääkinnällisiä toimenpiteitä tilassa tehdään. Esimerkiksi leikkaussali on ryhmän 2 mukainen tila, ja kuntoutushuone on ryhmän 1 mukainen tila.

Lääkintätiloja suunnitellessa on erityisesti kiinnitettävä huomiota varavoimajärjestelmän suunnitteluun, sillä sen on toimittava moitteettomasti, mikäli yleisen jakeluverkon sähkönjakeluun tulee jokin vika, ja sähkönsyöttö keskeytyy. Varavoimana käytetään yleensä generaattoria, tai UPS-järjestelmää. Varavoiman suunnittelussa on otettava huomioon myös mahdollinen vikatilanne yhdessä virtapiirissä. Tämän takia on varmennuttava siitä, että sähkönsyöttö ei keskeydy saman tien, kun sattuu vika, vaan lääkintätilaan tulee tarpeeksi virtaa, jotta tilassa tehtävä toimenpide voidaan lopettaa turvallisesti saattamatta potilasta tai henkilökuntaa hengenvaaraan.

Opinnäytetyön liitteeksi on liitetty kaikki lääkintätilojen standardit sekä niihin liittyvät standardit yhdelle dokumentille. Tämä helpottaa suunnittelijaa, sillä SFS 6000:a lukiessa huomataan, että standardeissa saattaa lukea "katso kohta...", jossa taas lukee "katso kohta...". Kun nämä kaikki on kerätty peräkkäin yhdelle dokumentille, se helpottaa standardin lukemista.

Opinnäytetyötä voidaan käyttää apuna suunnitteluvaiheessa. Suunnitteluohjeita voidaan tulevaisuudessa muokata enemmän, mikäli standardeihin ja vaatimuksiin tulee muutoksia.

LAINATUT LÄHTEET

Suomen standardisoimisliitto. (18.8.2017). SFS-6000-7-710. *Erikoistilojen ja –asennusten vaatimukset. Lääkintätilat*. Helsinki: SFS ry. Haettu 16.1.2018

Suomen standardisoimisliitto. (18.8.2017). SFS-6000-4-41. *Suojausmenetelmät. Suojaus sähköiskulta*. Helsinki: SFS ry. Haettu 22.1.2018

Suomen standardisoimisliitto. (18.8.2017). SFS-6000-6. *Osa 6: Tarkastukset*. Helsinki: SFS ry. Haettu 25.1.2018

Suomen standardisoimisliitto. (18.8.2017). SFS-5-53. *Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Erottaminen, kytkentä ja ohjaus*. Helsinki: SFS ry. Haettu 30.1.2018

Suomen standardisoimisliitto. (18.8.2017). SFS-4-42. *Suojausmenetelmät. Suojaus lämmön vaikutuksilta*. Helsinki: SFS ry. Haettu 1.2.2018

Suomen standardisoimisliitto. (18.8.2017). SFS-5-52. *Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Johtojärjestelmät*. Helsinki: SFS ry. Haettu 5.2.2018

Suomen standardisoimisliitto. (18.8.2017). SFS-7-753. *Erikoistilojen ja –asennusten vaatimukset. Lämmitysjärjestelmät*. Helsinki: SFS ry. Haettu 8.2.2018

Suomen standardisoimisliitto. (18.8.2017). SFS-7-729. *Erikoistilojen ja –asennusten vaatimukset. Jakokeskusten asentaminen*. Helsinki: SFS ry. Haettu 12.2.2018

Suomen standardisoimisliitto. (18.8.2017). SFS-5-56. *Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Turvajärjestelmät*. Helsinki: SFS ry. Haettu 15.2.2018

Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto. (syyskuu 2012). D1-käsikirja. *Käsikirja rakennusten sähköasennuksista*. Espoo: STUL ry. Haettu 9.4.2018

NURMI, Tapani 2018-05-07. [sähköpostiviesti]: SESKO ry. Vastaanottaja Toni Mykkänen.

GUNNAR, Anssi 2018-05-25. Suunnitelmien ongelmakohdat. [Haastattelu]: Insinööri Studio Oy

MÄKELÄ, Mikko 2009. UPS-järjestelmän päivitys. Metropolia-ammattikorkeakoulu. Tekniikan koulutusohjelma. Insinööriyö. Saatavissa: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/4650/UPS-jarjestelman%20paivitys.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Insinööri Studio. (2018). Haettu 10.1.2018 osoitteesta <http://www.insinooristudio.fi/yritys/>

TIAINEN, Rita. 2010. Opiks-tiimi Oy (02.12.2010). Lääkintätilojen sähköasennukset-koulutuksen materiaali. Vantaa: Hämeenkylässä kartano.

LIITE 1: SUUNNITELMIEN TARKASTUSLISTA

SUUNNITTELUKORTTI		LÄÄKINTÄTILAT	
		Päivämäärä:	8.3.2018
YLEISTÄ			
<p>Ryhmittely ja varavoimajärjestelmien syöttöjen luokittelu tehtävä lääkintähenkilökunnan kanssa</p> <p>Ryhmän valinta riippuu laitteen liityntäosan ja potilaan välisestä kosketuksesta, potilaaseen kohdistuvasta uhasta sähkönsyötön keskeytymisen aikana sekä tilan käyttötarkoituksesta</p> <p>Lisäsuojaustoimenpiteitä sovellettava, jotta voidaan taata potilaan suojaaminen mahdollisilta sähköisiltä vaaroilta</p>			
SELOSTUKSEEN			
- Piirustusjakelut	- Kaapelointi		
- Viranomaistoimet	- Sähkönjakelu ja siihen liitetyt kuormitukset		
- Yleistiedot	- Tietotekniset järjestelmät		
- Välitavoitteet ja erityisohjeet			
LAITTEET			
- Eristystilan valvontalaite			
- IT-järjestelmän hälytyslaite			
- Käyttäjälaitteet			
MAADOITUS			
- Leikkauspöytä	- Lisäpotentiaalintasauskiskon ja pistorasian välinen impedanssi		
- Leikkausvalaisin			
- Lisäpotentiaalintasaus			
- Johtavan osan koko			
KÄYTTÄJÄLLE ANNETTAVAT KÄYTTÖOHJEET			
- akustojen ja varavoimajärjestelmien teholahteiden käyttö- ja huolto-ohjeet			
- päiväkirja, joka sisältää luettelon kaikista testeistä ja silmämääräisistä tarkastuksista, jotka on suoritettava ennen käyttöönottoa			
- aistinvaraisia tarkastuksia koskevat tiedot			
KAPELOINTI			
<p>Kaapelien täytettävä vähintään standardien SFS-EN 13501-6 mukaan määritellyn luokan C_{ca}-s1,d1,a2 vaatimukset. Vaihtoehtoisesti johtojärjestelmät voidaan suojata vähintään palonkestävyyden luokan EI 30 mukaisella rakenteella</p>			
MUUTA HUOMIOITAVAA CHECKLIST			
<input type="checkbox"/> Valvontalaitteen sijoitus	<input type="checkbox"/> varavalaistus 3h		
<input type="checkbox"/> Ryhmän 2 tehonsyöttö	<input type="checkbox"/> GE:n varavalaistus		
<input type="checkbox"/> Varavoimajärjestelmä	<input type="checkbox"/> Tarpeeksi pistorasioita		
<input type="checkbox"/> Varavoimajärjestelmän pistor.	<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/> Poistumis- ja varavalaistus	<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/> UPS	<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/> Automaattinen poiskytkentä	<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/> Syötöt sulakkeiden takaa	<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/> Jakelujärjestelmien merkinnät	<input type="checkbox"/>		

LÄÄKINTÄLAITTEEN LIITYNTÄOSA

Tuleeko lääkintälaitteen ja potilaan välinen liityntäosa:

Ihon ulkopuolisesti	
Ihon sisäisesti (ei sydämenläheisesti)	
Sydämenläheisesti	
Tehohoitoon tarkoitettu lääkintälaitte	
Leikkaussalikäyttöön	

PALOVAARALLINEN TILA

Säilytetäänkö tilassa palovaarallista materiaalia, tai onko kyseessä muuten palovaarallinen tila (esim. voiko laitteen ylikuumeneminen aiheuttaa tulipalovaaran?)

Kyllä	
Ei	

VALAISTUS

Onko tarvetta varmennetulle valaistukselle?

Kyllä	
Ei	

Onko tilassa leikkaussalivalaisin?

Kyllä	
Ei	

LISÄTIETOJA:

VARAVOIMAN TARVE

Sähkökäyttöinen lääkintälaitte	Kytkeytymisaika		
	≤ 0,5s	≤ 15s	< 15s

0,5 sekunnin kytkeytymisaajan omaaville laitteille varavoima syötetään UPS-järjestelmää tai vastaavaa järjestelmää käyttäen. Liitetään kriittiset kuormitukset (esim. leikkausvalaisimet, ja välttämättömät elämää ylläpitävät järjestelmät).

15 sekunnin kytkeytymisaajan omaavia laitteita ovat esim. hengitystä ja verenkiertoa ylläpitävät laitteet, imulaitteet, teho-
hoitopaikoilla käytettävät mittalaitteet. Varavoimaverkkoon liitetään toimenpidepaikkojen sekä vuodeosastojen hoito-
huoneiden pistorasiat.

Yli 15 sekunnin kytkeytymisaajan omaavia laitteita ovat esim. lääkejääkaapit, kiinteistötekniiset hälytysjärjestelmät, potilashissien osittaiskäyttö, osa laboratorion pistorasioista, tutkimusnäytteet, kiinteistolaitteet jotka vaikuttavat olennaisesti potilasturvallisuuteen.

LIITE 3: LÄÄKINTÄTILASTANDARDIT

710.31 Käyttötarkoitus, rakenne ja maadoitujärjestelmät
710.312.2 Järjestelmän maadoitustavat

”TN-C-järjestelmää ei saa käyttää lääkintätiloissa eikä terveydenhoitoalan laitosten rakennuksissa pääkeskuksen jälkeen.”(SFS 6000, 2017).

710.313 Syötöt
710.313.1 Yleistä

”Lääkintätilojen jakelujärjestelmä suositellaan suunniteltavaksi ja asennettavaksi siten, että helpotetaan tärkeimpien kuormitusten automaattista siirtymistä pääsähkönjakelusta varavoimajärjestelmään.”(SFS 6000, 2017).

710.4 Suojausmenetelmät
710.41 Suojaus sähköiskulta

- 710.410.3.5
”SFS 6000-4-41 liitteessä 41B määriteltyjen suojausmenetelmien (perussuojaus käyttämällä esteitä tai sijoittamalla kosketusetäisyyden ulkopuolelle) käyttö ei ole sallittua.”(SFS 6000, 2017).
- 710.410.3.6
”SFS 6000-4-41 liitteen 41C määriteltyjen suojausmenetelmien (eristävä ympäristö, maadoittamaton paikallinen potentiaalintasaus ja sähköinen erotus syöttämään useampaa kuin yhtä kulutuslaitetta) käyttö ei ole sallittua.”(SFS 6000, 2017).

710.411 Syötön automaattinen poiskytkentä
710.411.3.2 Syötön automaattinen poiskytkentä vian takia

- 710.411.3.2.1
*”On huolehdittava siitä, ettei monen samaan piiriin kytketyn laitteen samanaikainen käyttö aiheuta vikavirtasuojan tahatonta toimimista.
Ryhmän 1 ja 2 lääkintätiloissa, joissa tämän kohdan mukaan vaaditaan vikavirtasuojia, on käytettävä A- tai B-tyyppin vikavirtasuojia ottaen huomioon mahdollisten vikavirtojen tyypit.”(SFS 6000, 2017).*
- 710.411.3.2.5
*”Ryhmien 1 ja 2 lääkintätiloissa seuraavat vaatimukset ovat voimassa:
IT-, TN-, ja TT-järjestelmissä suurin jatkuva kosketusjännite U_L ei saa ylittää 25 V vaihtojännitteellä ($U_L \leq 25 \text{ V a.c.}$) tai 60 V tasajännitteellä ($U_L \leq 60 \text{ V d.c.}$).*

HUOM. TN-järjestelmässä arvo 25 V vaihtojännitteellä ($U_L \leq 25 \text{ V a.c.}$) tai 60 V tasajännitteellä ($U_L \leq 60 \text{ V d.c.}$) voidaan saavuttaa lisäpotentiaalitasauksen avulla ja noudattamalla yleisen

standardin poiskytkentäaikoja. (SFS 6000, 2017)”

- 710.411.3.3

”Kun käytetään lääkintä IT-järjestelmää, ei käytetä SFS 6000-4-41 kohdan 411.3.3 mukaista lisäsuojaustavikavirtasuojilla.” (SFS 6000, 2017)

SFS 6000-4-41 kohta 411.3.3 käsittelee vikavirtasuojien käyttöä, joita ei tämän standardin (710.411.3.3) mukaan tarvita.

710.411.4 TN-järjestelmät

”Ryhmän 1 lääkintätilojen korkeintaan 32 A ryhmä johdoissa on käytettävä vikavirtasuojaa, jonka mitoitus toimintavirta on enintään 30 mA.

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

- *”kiinteiden leikkauspöytien liikuttamiseen tarvittavien piirien syöttö*
- *röntgenlaitteiden syöttö*

HUOM. 1 *vaatimus koskee pääasiassa siirrettäviä röntgenlaitteita, jotka tuodaan ryhmän 2 tilaan.*

- *mitoitusteholtaan yli 5kVA laitteiden syöttö*
- *ei-kriittisten sähkölaitteiden (laitteet, jotka eivät ole elintoimintoja ylläpitäviä) syöttö.*

HUOM. 2 *Jos jännitteisissä johtimissa esiintyy pienentynyt eristystaso, siitä on ilmoitettava tekniselle henkilökunnalle.” (SFS 6000, 2017).*

Suosittelaa, että TN-S järjestelmää valvotaan vikavirtavalvontajärjestelmällä, jotta voidaan varmistaa kaikkien jännitteisten johtimien eristystaso.

710.411.5 TT-järjestelmät

”Ryhmän 1 ja 2 lääkintätiloissa noudatetaan TN-järjestelmää koskevia vaatimuksia ja kaikissa tapauksissa on käytettävä poiskytkentälaitteina vikavirtasuojia.” (SFS 6000, 2017).

710.411.6 IT-järjestelmä

- 710.411.6.3.101 Lääkintä IT-järjestelmä

”Ryhmän 2 lääkintätiloissa on käytettävä lääkintä IT-järjestelmää piireissä, jotka syöttävät elintoimintoja ylläpitämään tarkoitettuja lääkintälaitteita ja lääkintälaittejärjestelmiä, kirurgiseen käyttöön tarkoitettuja laitteita ja muita hoitoalueella olevia laitteita lukuun ottamatta kohdassa 710.411.4 mainittuja laitteita.

Kullekin samaa tarkoitusta palvelevalle huoneryhmälle on oltava vähintään yksi lääkintä IT-järjestelmä. Lääkintä IT-järjestelmässä on oltava standardin SFS-EN 61557-8 liitteiden A ja B mukainen eristystilan valvontalaite.

Kullekin lääkintä IT-järjestelmälle on oltava kuuluvalla ja näkyvällä hälytyksellä varustettu hälylaite, jossa on seuraavat komponentit, sijoitettuna sopivaan paikkaan:

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

Eristystilan valvontajärjestelmän lisäksi voidaan asentaa eristysvian paikannusjärjestelmä, joka paikantaa eristysvian lääkintä IT-järjestelmän missä tahansa pisteessä.”(SFS 6000, 2017).

- 710.411.6.4

”Jos lääkintä IT-järjestelmässä sattuu ensimmäisen vian jälkeen toinen vika, joka voi sijaita myös toisessa virtapiirissä, syötön automaattisen poiskytkennän vaatimukset pitää toteuttaa kuten TN-järjestelmässä SFS 6000-4-41 kohdassa 411.6.4 on määritelty.”(SFS 6000, 2017).

• SFS 6000-4-41 kohta 411.6.4

”Ensimmäisen vian jälkeen toisessa virtapiirissä esiintyvän toisen vian aiheuttaman automaattisen poiskytkennän vaatimukset ovat seuraavat:

a) Jos jännitteelle alttiit osat on yhdistetty suojajohtimella samaan yhteiseen maadoitusjärjestelmään, noudatetaan TN-järjestelmää vastaavia suojausjärjestelmiä. Jos vaihtoehtojärjestelmässä ei käytetä nollajohdinta, tai tasasähköjärjestelmässä ei käytetä keskipistejohdinta, seuraavien ehtojen on täyttyttävä:

$$2I_a Z_s \leq U$$

Jos nolla- tai vastaavasti keskipistejohdin on käytössä:

$$2I_a Z'_s \leq U_0$$

U_0 = äärijohtimen ja nollajohtimen tai vastaavasti keskipistejohtimen välinen nimellinen jännite (V)

U = äärijohtimien välinen vaihto- tai tasajännite (V)

Z_a = piirin äärijohtimien ja suojamaadoitusjohtimien sisältämän vikapiirin impedanssi (Ω)

Z'_s = piirin nollajohtimen ja suojamaadoitusjohtimen sisältämän vikapiirin impedanssi (Ω)

I_a = virta, joka aikaansaa suojalaitteen toimimisen TN- järjestelmille kohdassa 411.3.2.2 tai kohdassa 411.3.2.3 vaaditussa ajassa (A).

HUOM. 1 Kohdan 411.3.2.2 taulukossa 41.1 esitetyt ajat ovat voimassa IT-järjestelmissä riippumatta siitä käytetäänkö nolla- tai keskipistejohdinta.

HUOM. 2 Kummassakin kaavassa oleva tekijä 2 ottaa huomioon sen, että kun samaan aikaan sattuu kaksi vikaa, ne voivat olla eri piireissä.

HUOM. 3 Vikapiirin impedanssissa pitää ottaa huomioon vaikein tapaus esim. vika äärijohtimessa tehölähteessä ja samanaikainen toinen vika tarkasteltavan piirin kulutuslaitteen nollajohtimessa.”(SFS 6000, 2017)

▪ 411.3.2.2

Enintään 32 A suojalaitteella suojatuille ryhmäjohtoille suurimmat sallitut poiskytkentäajat (Taulukko 41.1):

Järjestelmä	50 V < U ₀ ≤ 120 V		50 V < U ₀ ≤ 120 V		50 V < U ₀ ≤ 120 V		U ₀ > 400 V	
	s		s		s		s	
	a.c	d.c	a.c	d.c	a.c	d.c	a.c	d.c
TN	0,8	Huom. 1	0,4	5	0,2	0,4	0,1	0,1
TT	0,3	Huom. 1	0,2	0,4	0,07	0,2	0,04	0,1

Jos TT-järjestelmässä poiskytkentä saadaan aikaan ylivirtasuojilla ja suojaava potentiaalintaus on kytketty kaikkiin asennuksen muihin johtaviin osiin, voidaan käyttää TN-järjestelmän poiskytkentäaikoja. U₀ on nimellinen tasa- tai vaihtojännite äärijohtimesta maahan.

HUOM. 1 Poiskytkentää voidaan tarvita muusta syystä kuin sähköiskulta suojaamiseen.

HUOM. 2 Jos poiskytkentä toteutetaan vikavirtasuojan avulla, katso kohdan 411.4.4 huomautus, kohdan 411.5.3 huomautus 4 ja kohdan 411.6.4 b) huomautus 4.

Taulukko 7. (Taulukko 41.1) Suurimmat sallitut poiskytkentäajat

• 411.4.4 HUOM. (SFS Käsikirja 600-1 s. 95)

”TN-järjestelmässä vikavirrat ovat huomattavasti suurempia kuin 5 kertaa vikavirtasuojan mitoitustoimintavirta I_{Δn}. Sen takia taulukon 41.1 mukaiset poiskytkentäajat saavutetaan, kun on asennettu SFS-EN 61008-1, SFS-EN 61009-1 tai SFS-EN 63423 mukainen vikavirtasuojaja mukaan lukien selektiivinen ja viivästetty tyyppi. Standardin SFS-EN 60947-2 mukaista katkaisijaa, joka sisältää vikavirtasuojauksen (CBR) ja vikavirtasuojausmoduulin sisältävää katkaisijaa (MRCD) voidaan käyttää edellyttäen, että aikaviive on aseteltu siten, että taulukon 41.1 vaatimus täyttyy. Katso myös SFS 6000-5-53 liite 531A.”(SFS 6000, 2017).

• 411.5.3 HUOM. 4 (SFS-käsikirja 600-1 s.96)

”Taulukon 41.1 mukaiset poiskytkentäajat viittaavat prospektiivisiin vikavirtoihin, jotka ovat huomattavasti suurempia kuin vikavirtasuojan erittäin nopean toiminnan toimintavirta (tyypillisesti 5 I_{Δn}).”(SFS 6000, 2017).

▪ 411.3.2.3

”TN-järjestelmässä korkeintaan 5 s poiskytkentäaika on sallittu pääjohtoille ja piireille, joita kohta 411.3.2.2 ei koske.”(SFS 6000, 2017).

”b) Jos jännitteelle alttiit osat on maadoitettu ryhmissä tai yksittäin, seuraava vaatimus on voimassa:

$$R_A * I_a \leq 50V$$

jossa

R_A = jännitteelle alttiiden osien kokonaismaadoitusresistanssi (Ω)

I_a = virta, joka aikaansaa suojalaitteen toimimisen TT-järjestelmille kohdassa 411.3.2.2 tai kohdassa 411.3.2.4 vaaditussa ajassa (A)."

→ Kohta 411.3.2.4: "TT-järjestelmässä korkeintaan 1 s poiskytkentäaika on sallittu pääjohdoille ja piireille, joita kohta 411.3.2.2 ei koske." (SFS 6000, 2017).

Suomessa IT-järjestelmän jännitteelle alttiita osia maadoitetaan erilliseen maadoituselektrodiin kuin syöttävän verkon maadoitus. Tällöin toisen vian tapaus vastaa TT-järjestelmää, jota ei käytetä Suomessa.

Suomessa ei myöskään IT-järjestelmässä käytetä nollajohdinta, jolloin käytetään ainoastaan vain kohdan ensimmäistä kaavaa.

HUOM. 4 Jos kohdan b) vaatimukset toteutetaan vikavirtasuojilla, taulukon 41.1 TT-järjestelmille vaadittujen poiskytkentäaikojen saavuttaminen voi vaatia huomattavasti suurempia vikavirtoja kuin vikavirtasuojan mitoitusvoimintavirta (tyypillisesti $5 I_{\Delta n}$).

Vaatimusten toteutuminen pitää tarkastaa SFS 6000-6 kohdan 6.4.3.7.1 mukaisesti." (SFS 6000, 2017).

- 6.4.3.7.1 Yleistä

"Vikasuojausmenetelmän toimivuus käytettäessä syötön automaattista poiskytkentää tarkastetaan seuraavasti:

a) TN-järjestelmä

SFS 6000-4-41 kohtien 411.4.4 ja 411.3.2 vaatimustenmukaisuus on varmistettava:

1) mittaamalla vikavirtapiirin impedanssi (ks. kohta 6.4.3.7.3)

Vaihtoehtoisesti silloin, kun vikavirtapiirin impedanssin mittaaminen ei ole mahdollista, riittää suojajohtimien jatkuvuuden tarkastaminen (ks. kohta 6.4.3.2) edellyttäen, että on käytettävissä vikavirtapiirin impedanssia tai suojajohtimen resistanssia koskevat laskelmat.

→ kohta 6.4.3.2:

Johtimen ja liitosten johtaviin osiin jatkuvuus on testattava mittaamalla seuraavat resistanssit:

a) suojajohtimet mukaan luettuna suojaavat potentiaalintasausjohtimet

b) jännitteelle alttiit osat." (SFS 6000, 2017).

- 411.4.4

"Järjestelmän suojalaitteiden ominaisuuksien (ks. kohta 411.4.5) ja piirin impedanssien on täytettävä seuraava ehto:

$$Z_s * I_a \leq U_0,$$

missä:

Z_s = vikapiirin impedanssi ohmeina (Ω), joka käsittää

- teholähteen
- äärijohtimen vikapaikkaan saakka
- suojamaadoitusjohtimen vikapaikan ja teholähteen välillä

I_a = virta ampeereina (A), jolla suojalaite toimii automaattisesti kohtien 411.3.2.2 tai 411.3.2.3 mukaisessa ajassa. Jos käytetään vikavirtasuojia, I_a on toimintavirta, jolla saadaan aikaan poiskytkentä kohtien 411.3.2.2 tai 411.3.2.3 mukaisessa ajassa.

U_0 = nimellinen vaihto- tai tasajännite äärijohtimen ja maan välillä voltteina (V). (SFS 6000, 2017)”

- 411.4.5

”TN-järjestelmässä voidaan vikasuojaukseen käyttää seuraavia suojalaitteita:

- ylivirtasuojia
- vikavirtasuojia

HUOM. 1 Jos vikasuojaukseen käytetään vikavirtasuojaa, piiri pitää suojata myös ylivirtasuojalla SFS 6000-4-43 mukaisesti.

Vikavirtasuojia ei saa käyttää TN-C järjestelmässä.

HUOM. 2 Vikavirtasuojien välistä selektiivisyyttä käsitellään SFS 6000-5-53 kohdassa 536.4.1.4.”(SFS 6000, 2017).

- ◆ SFS 6000-5-53 kohta 536.4.1.4 Selektiivisyys vikavirtasuojien välillä

”Jos vaaditaan selektiivisyyttä, varmistaminen pitää tehdä:

- kirjallisen aineiston tutkimuksella ottaen huomioon asianomaiset tuotestandardit ja valmistajan kirjallinen aineisto, tai
- sopivalla ohjelmistolla, johon valmistaja on toimittanut tiedot tätä erityistarkeitusta varten, tai
- asianomaisen tuotestandardin mukaisilla testeillä (joilla varmistetaan oikea testimenettely ja toistettavuus), tai
- valmistajan ilmoituksen perusteella.

Yleensä valmistajat antavat tietoja vikavirtasuojien välisen selektiivisyyden saavuttamiseksi.”(SFS 6000, 2017).

- 6.4.3.7.3 Vikavirtapiirin impedanssin mittaaminen

”Suojaohjelmien jatkuvuus on mitattava kohdan 6.4.3.2 mukaan ennen kuin vikavirtapiirin impedanssi mitataan.

Mitatun vikavirtapiirin impedanssin on oltava TN-järjestelmissä kohdan 411.4.4 mukainen ja IT-järjestelmissä kohdan 411.6.4 mukainen.

Jos kohdan 6.4.7.3.7.2 vaatimukset eivät täyty tai muuten epävarmoissa tapauksissa ja käytettäessä kohdan 415.2 mukaista lisäpotentiaalintasausta, potentiaalintasauksen tehokkuus on todettava kohdan 415.2.2 mukaisesti.” (SFS 6000, 2017).

”2) tarkastamalla käytettyjen suojalaitteiden ominaisuudet ja/tai tehokkuus. Tämä tarkastus pitää tehdä:

- ylivirtasuojilla aistinvaraisella tarkastuksella tai muulla sopivalla menettelyllä (katkaisijoiden pikalaukaisuarvot tai -asettelut, sulakkeiden virta-arvot ja tyypit)*
- vikavirtasuojilla aistinvaraisella tarkastuksella ja testaamalla.*

Vikavirtasuojalla toteutetun syötön automaattisen poiskytkennän tehokkuus pitää tarkastaa käyttämällä sopivaa SFS-EN 61557-6 mukaista testauslaitetta varmistamaan, että SFS 6000-4-41 vaatimukset täytetään ottaen huomioon suojan toimintaominaisuudet. Suojauksen toiminta on varmistettu, jos laukaisu tapahtuu sinimuotoisella vikavirralla, joka on pienempi tai yhtä suuri, kuin mitoitus toimintavirta $I_{\Delta n}$.

Suosittelaa, että käytettäessä vikasuojaukseen suojalaitteena vikavirtasuojaa SFS 6000-4-41 vaaditut poiskytkentäajat tarkastetaan. Poiskytkentäajat pitää kuitenkin tarkastaa olemassa olevien asennusten muutos- ja laajennustöissä, joissa olemassa olevia vikavirtasuojia käytetään muutos- ja laajennusosien poiskytkentälaitteina.

Jos suojausmenetelmän toimivuus on varmistettu kohtien 1) ja 2) mukaisesti vikavirtasuojan sijoituspisteessä tai sen jälkeen olevassa pisteessä, vikavirtasuojan jälkeisen asennuksen suojaus toiminnan varmistamiseen riittää suojajohtimien jatkuvuuden mittaaminen.

b) TT-järjestelmä

”Kohdan 411.5.3 vaatimusten mukaisuus on todettava:

1) mittaamalla asennuksen jännitteelle alttiiden osien maadoituselektrodin resistanssi R_A . Jos R_A :n mittaaminen ei ole mahdollista, se voidaan korvata vikapiirin impedanssin mittauksella.

2) tarkastamalla käytetyn suojalaitteen ominaisuudet. Tämä tarkastus on tehtävä:

- ylivirtasuojilla aistinvaraisella tarkastuksella tai muulla sopivalla menettelyllä (katkaisijoiden pikalaukaisuarvot tai -asettelut, sulakkeiden virta-arvot ja tyypit)*
- vikavirtasuojilla aistinvaraisella tarkastuksella ja testaamalla.*

Vikavirtasuojalla toteutetun syötön automaattisen poiskytkennän tehokkuus pitää tarkastaa käyttämällä sopivaa SFS-EN 61557-6 mukaista testauslaitetta varmistamaan, että SFS

6000-4-41 vaatimukset täytetään ottaen huomioon suojan toimintaominaisuudet. Suojauksen toiminta on varmistettu, jos laukaisu tapahtuu sinimuotoisella vikavirralla, joka on pienempi tai yhtä suuri, kuin mitoitus toimintavirta $I_{\Delta n}$.

Suosittelaa, että käytettäessä suojalaitteena vikavirtasuojaa SFS 6000-4-41 vaaditut poiskytkentäajat tarkastetaan. Poiskytkentäajat pitää kuitenkin tarkastaa olemassa olevien asennusten muutos- ja laajennustöissä, joissa olemassa olevia vikavirtasuojia käytetään muutos- ja laajennusosien poiskytkentälaitteina.” (SFS 6000, 2017).

▪ 411.5.3

”Jos vikavirtasuojaa käytetään vikasuojaukseen, seuraavien ehtojen on täyttyvä:

1) poiskytkentäaikavaatimukset on annettu kohdissa 411.3.2.2 tai 411.3.2.4 ja

2) $R_A \times I_{\Delta n} \leq 50V$,

jossa:

R_A on jännitteelle alltiiden osien suojamaadoitusjohtimen ja maadoituselektrodin resistanssien summa (Ω)

$I_{\Delta n}$ on vikavirtasuojan mitoitus toimintavirta (A).

HUOM. 1 Tässä tapauksessa suojaus toteutuu myös silloin, kun vikaimpedanssi ei ole mitättömän pieni.

HUOM. 2 Jos tarvitaan selektiivisyyttä vikavirtasuojien välillä, katso kohta 535.3.

HUOM. 3 Jos R_A :n arvoa ei tiedetä, se korvataan Z_S :llä.

HUOM. 4 Taulukon 41.1 mukaiset poiskytkentäajat viittaavat prospektiivisiin vikavirtoihin, jotka ovat huomattavasti suurempia kuin vikavirtasuojan erittäin nopean toiminnan toimintavirta (tyypillisesti $5 I_{\Delta n}$).

Jos suojausmenetelmän toimivuus on varmistettu kohtien 1) ja 2) mukaisesti vikavirtasuojan sijoituspisteessä tai sen jälkeen olevassa pisteessä, vikavirtasuojan jälkeisen asennuksen suojaus toiminnan varmistamiseen riittää suojajohtimien jatkuvuuden mittaaminen.

c) IT-järjestelmä

SFS 6000-4-41 kohdan 411.6.2 vaatimusten mukaisuus on varmistettava laskemalla tai mittaamalla äärijohtimessa sattuvan ensimmäinen vian aiheuttama vikavirta I_d .

Mittaus tehdään vain siinä tapauksessa, että asiaa ei voida selvittää laskemalla, koska kaikkia parametreja ei tunneta. Mittauksen aikana on ryhdyttävä varotoimenpiteisiin kaksoisvian aiheuttaman vaaran välttämiseksi.

Kaksoisvian vikavirtapiirin impedanssi pitää määrittellä laskemalla tai mittauksilla. Jos olosuhteet toisen vian tapahtuessa ovat TT-järjestelmän mukaiset (kohta 411.6.4 a), tarkastus tehdään kuten TT-järjestelmällä (katso 6.4.3.7.1 kohta b). Jos olosuhteet toisen vian

tapahtuessa ovat TN-järjestelmän mukaiset (kohta 411.6.4 b), tarkastus tehdään seuraavalla tavalla:

- Paikallisesta muuntajasta syötetyllä IT-järjestelmällä vikavirtapiirin resistanssi mitataan kytkemällä syöttökohdassa jännitteinen johdin ja maa toisiinsa mitättömän pienen impedanssin kautta. Maadoitusvirtapiirin impedanssin mittausta tehdään toisen jännitteisen johtimen ja suojamaadoitusjohtimen välillä piirin lopussa. Vaatimuksenmukaisuus on varmistettu, jos mitattu arvo on ≤ 50 % vikavirtapiirin impedanssin sallitusta maksimiarvosta.

- Yleiseen jakeluverkkoon liitetyllä IT-järjestelmällä vikavirtapiirin resistanssi arvioidaan varmistamalla suojajohtimen jatkuvuus ja mittaamalla vikavirtapiirin impedanssin kahden jännitteisen osan välillä piirin lopussa. Vaatimuksenmukaisuus on varmistettu, jos mitattu arvo on ≤ 50 % vikavirtapiirin impedanssin maksimiarvosta. Jos tarkastusta ei tehdä, tarkemmat mittaukset ovat tarpeen.”(SFS 6000, 2017).

▪ 411.6.2

”Jännitteelle alltiit osat on suojamaadoitettava erikseen, ryhmissä tai yhteisesti.

Vaihtosähköjärjestelmissä pitää seuraavan ehdon täyttyä:

$$RA \times I_d \leq 50V,$$

jossa:

R_A = jännitteelle alltiiden osien suojamaadoitusjohtimen ja maadoituselektrodin resistanssin summa (Ω)

I_d = ensimmäisen vian vikavirta (A) äärijohtimien ja jännitteelle alltiin osan välillä, kun vikaimpedanssia ei oteta huomioon. Virran I_d arvoon vaikuttavat laitteiston vuotovirrat ja kokonaisuomaadoitusimpedanssi.

HUOM. Tasasähköjärjestelmille ei ole annettu kosketusjännitevaatimusta, koska virran I_d arvon katsotaan olevan mitättömän pieni.”(SFS 6000, 2017).

710.411.7 Toiminnallinen pienoisjännite (FELV)

”Toiminnallista pienoisjännitettä (FELV) ei saa käyttää lääkintätiloissa.”(SFS 6000, 2017).

711.414 Pienoisjännite SELV tai PELV

710.414.1 Yleistä

”Käytettäessä ryhmän 1 ja 2 lääkintätiloissa SELV- tai PELV-piirejä, kulutuskojeissa käytettävä nimellijännite ei saa ylittää 25 V vaihtojännitettä (tehollisarvo) tai 60 V sykkeetöntä tasajännitettä. Perussuojaus on toteutettava SFS 6000-4-41 liitteen 41A mukaisesti eristämällä jännitteiset osat tai käyttämällä suojuksia tai kotelointia.”(SFS 6000, 2017).

- 711.414.4.1

”Käytettäessä ryhmän 2 lääkintätiloissa PELV-järjestelmää, jännitteelle alltiit johtavat osat (esim. leikkaussalivalaisimet) pitää liittää suojaavaan potentiaalintasaukseen.”(SFS 6000,

2017).

710.415 Lisäsuojaus

710.415.2 Suojaavan lisäpotentiaalintasauksen käyttö

- 710.415.2.1

"Jokaisessa ryhmän 1 ja 2 lääkintätilassa on tehtävä lisäpotentiaalintasaus, ja lisäpotentiaalintasausjohtimet on potentiaalierojen tasaamiseksi liitettävä potentiaalintasauskiskoon seuraavien hoitoalueella olevien tai hoitoalueelle mahdollisesti siirrettävien osien välillä:

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

Ryhmän 2 lääkintätilassa pitää olla riittävä määrä lisäpotentiaalintasauksen liitäntäpaikkoja lääkintälaitteiden liittämiseen ja ryhmän 1 tiloissa niiden asentamista suositellaan.

HUOM. Kiinteät johtavat ei-sähköiset potilaan tukirakenteet, kuten leikkauspöydät, fysioterapiatuolit ja hammaslääkärin tuolit on liitettävä lisäpotentiaalintasaukseen, elleivät ne ole tarkoitettu olemaan erillään maasta." (SFS 6000, 2017).

- 710.415.2.2

"Ryhmän 2 lääkintätiloissa suojajohtimien ja liitosten yhteenlaskettu resistanssi lisäpotentiaalintasauskiskon ja pistorasioiden tai kiinteästi asennettujen laitteiden suojaliittimien tai muiden johtavien osien välillä ei saa olla suurempi kuin $0,2 \Omega$." (SFS 6000, 2017).

- 710.415.2.101

"Potentiaalintasauskiskon pitää sijaita lääkintätilassa tai sen läheisyydessä, ja se on liitettävä syöttävän keskuksen suojakiskoon vähintään suurimman lisäpotentiaalintasauskiskoon liitetyn johtimen vahvuisella johtimella. Liitäntöjen pitää olla luokse päästävässä, ja niiden on oltava merkittyjä, helposti nähtävissä ja helposti yksittäin irrotettavissa." (SFS 6000, 2017).

710.42 Suojaus lämmön vaikutuksilta

"Valokaarivikasuojia ei saa käyttää ryhmän 2 lääkintätilojen ryhmä johdoissa." (SFS 6000, 2017)

710.422 Suojaus tulipalolta

"Noudatetaan rakentamismääräyskokoelman ja pelastusviranomaisten vaatimuksia ja standardia SFS 6000-4-42" (SFS 6000, 2017).

Alla olevaan listaukseen on kerätty tämän standardin (SFS 6000-4-42) tärkeimmät ja oleellimmat

kohdat.

421 Suojaus sähkölaitteiden aiheuttamaa paloa vastaan

- 421.4

"Lämpöä tiettyyn pisteeseen kohdistavat tai keskittävät kiinteästi asennetut sähkölaitteet on asennettava riittävän etäälle siten, ettei kiinteisiin esineisiin tai rakennusosiin normaalikäytössä kohdistu vaarallista lämpötilaa, esim. syttymislämpötilan ylittävää lämpötilaa. Valmistajan antamat tiedot pitää ottaa huomioon." (SFS 6000, 2017).

- 421.5

"Kun tietyssä paikassa sijaitseva sähkölaite sisältää huomattavan määrän helposti syttyvää nestettä, palavan nesteen, liekkien tai palamistuotteiden leviäminen on estettävä."

HUOM. 1 Esimerkkejä sopivista toimenpiteistä ovat:

- suoja-allas, joka kerää vuotavan nesteen ja varmistaa sen sammumisen tulipalon sattuessa, tai

- sähkölaitteen asentaminen tilaan, joka on tarpeeksi palonkestävä ja jossa on riittävät kynnykset tai vastaavat, jotka estävät palavan nesteen leviämisen rakennuksen muihin osiin. Tällaisen tilan ilmanvaihto tulee järjestää vain ulkotiloihin.

HUOM. 2 Yleinen alaraja "huomattavalle" määrälle on 25 litraa.

HUOM. 3 Alle 25 litran määrälle riittää järjestely, joka estää nesteen vuotamisen.

HUOM. 4 Nesteiden palamistuotteilla tarkoitetaan liekkejä, savua ja kaasuja.

HUOM. 5 Suositellaan, että tulipalon sattuessa syöttö kytketään jännitteettömäksi." (SFS 6000, 2017).

422 Toimenpiteet, kun esiintyy erityinen tulipaloriski

- 422.2 Uloskäytävien sähköasennukset

• 422.2.1

Tässä esitetyt vaatimukset koskevat sellaisia rakennusten uloskäytäviä, jotka rakentamismääräysten mukaan vaaditaan rakennettavaksi omaksi palo-osastokseen.

Uloskäytävää ei saa rakentaa sellaisista tarvikkeista tai rakennusosista eikä uloskäytävään saa sijoittaa laitteita tai asennuksia, jotka lisäävät palokuormaa tavalla, jota ei voi pitää hyväksyttävänä tai jotka savunmuodostuksensa takia vaarantavat henkilöturvallisuutta. Uloskäytäviin saa sijoittaa ilman erityistä suojausta käytössä tarpeellisia sähkölaitteita kuten valaisimia, pistorasioita ja kytkimiä sekä niitä syöttäviä johtojärjestelmiä, jotka ovat asianmukaisten laitestandardien mukaan paloa jatkamattomia. Käytettävien kaapelien on oltava vähintään SFS-EN 13501-6 mukaan määritellyn luokan E_{ca} mukaisia.

Jos uloskäytäviin pakottavista syistä joudutaan sijoittamaan muita johtojärjestelmiä, on ne yleensä suojattava vähintään palonkestävyysluokan EI 30 mukaisella rakenteella, joka tehdään palamattomista tai lähes palamattomista rakennustarvikkeista (luokka A2-s1,d0). Jos

muiden johtojärjestelmien suojaaminen palonkestävällä rakenteella ei ole mahdollista korjaus-, muutos ja laajennustöissä, pitää käyttää kaapeleita, jotka täyttävät vähintään standardin SFS-EN 13501-6 mukaan määritellyn luokan $C_{ca-s1,d1,a2}$, vaatimukset.

Lisäksi voidaan käyttää muuta menetelmää, josta on olemassa puolueettoman tutkimuslaitoksen puoltava lausunto.

HUOM. 1 Rakennusosien paloluokat ilmaistaan tunnuskirjaimilla R (kantavuus), E (tiiviyys) ja I (eristävyys) ja niiden jälkeen palonkestävyysaika minuutteina.

HUOM. 2 Kaapelien luokittelusta palokäyttötymisen mukaan on annettu lisätietoja SFS 6000-5-52 liitteessä 52X.”(SFS 6000, 2017).

- 422.2.2

”Uloskäytäviin voidaan ilman erillistä suojausta sijoittaa vain uloskäytävien turvallisuutta esim. paloturvallisuutta palvelevia sähkökeskuksia. Jos muun sähkökeskuksen sijoittaminen uloskäytäviin on kuitenkin välttämätöntä, se on erotettava uloskäytävästä vähintään palonkestävyysluokan EI 30 mukaisella rakenteella. Rakenne tehdään palamattomista tai lähes palamattomista rakennustarvikkeista (A2-s1,d0).”(SFS 6000, 2017).

- 422.3 Tilat, joissa varastoitava tai käsiteltävä materiaali aiheuttaa paloriskin

• 422.3.3

”Suojaukseen, ohjaukseen ja erottamiseen käytettävät kytkinlaitteet on sijoitettava palovaarallisten tilojen ulkopuolelle, ellei niitä ole sijoitettu tilaan sopivaan koteloon. Kotelon kotelointiluokan on oltava yleensä vähintään IP4X. Jos tilassa olevien laitteiden päälle tai ympärille voi kerääntyä vaarallista määrää pölyä tai kuituja, kotelointiluokan on oltava vähintään IP5X, ja jos pöly tai kuitu on palavaa, kotelointiluokan on oltava vähintään IP6X, paitsi jos noudatetaan kohtaa 422.3.11.”(SFS 6000, 2017).

• 422.3.4

”Lukuun ottamatta tapauksia, joissa johdotus ja johtojärjestelmät on upotettu palamattoman materiaalin sisään, saa käyttää vain liekkiä ylläpitämättömiä johtojärjestelmiä.

Laitteet pitää valita minimissään seuraavien vaatimusten mukaisesti:

- kaapelien on täytettävä SFS-EN 13501-6 mukaisen luokan E_{ca} määritellyt palavuustestit
- asennusputkijärjestelmien on täytettävä standardisarjassa SFS-EN 61386 määritellyt liekin leviämistä koskevat testit
- avattavien ja umpinaisten johtokanavajärjestelmien on täytettävä standardisarjassa SFS-EN 61084 määritellyt liekin leviämistä koskevat testit
- kaapelihyllyjärjestelmien on täytettävä standardisarjassa SFS-EN 61537 määritellyt liekin leviämistä koskevat testit

- kiskokanavajärjestelmien on täytettävä standardisarjassa SFS-EN 61534 määritellyt liekin leviämistä koskevat testit.

HUOM. 1 Jos liekin leviämisen riski on suuri, esim. niputettuja kaapeleita asennetaan pitkiin vaakasuuntaisiin vetoihin, kaapelien pitäisi täyttää standardissa SFS-EN 13501-6 määritellyt luokan C_{ca}-s1,d1,a2 vaatimukset

HUOM. 2 Johtoteiden liekin leviämistä koskevat testit tehdään aina pystysuuntaisena.”
(SFS 6000, 2017)

- 422.3.9

”Ryhmäjohdot ja kulutuskojeet, jotka syöttävät palovaarallista tilaa tai kulkevat sen läpi, pitää suojata eristysvikoja vastaan seuraavasti:

a) *TN- ja TT-järjestelmissä on käytettävä mitoitustoimintavirrallaan $I_{\Delta n}$ enintään 300 mA vikavirtasuojaa. Jos resistiiviset eristysviat voivat aiheuttaa tulipalon, esim. kattolämmityselementeissä, vikavirtasuojan mitoitustoimintavirta $I_{\Delta n}$ saa olla korkeintaan 30 mA*

b) *IT-järjestelmässä on käytettävä eristystilan valvontalaitetta koko asennuksessa tai ryhmäjohdoissa vikavirtavalvontajärjestelmää (RCM). Niiden molempien on annettava sekä kuuluva että näkyvä hälytys. Toisen vian sattuessa suojalaitteiden aikaansaama poiskytkentä tulee tapahtua enintään 5 sekunnissa. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää vikavirtasuojia, joiden mitoitustoimintavirta on kohdan a) mukainen.”* (SFS 6000, 2017).

710.44 Suojaus jännitehäiriöiltä ja sähkömagneettisilta häiriöiltä

- 710.444

”On kiinnitettävä erityisesti huomiota sähkömagneettisiin häiriöihin ja sähkömagneettiseen yhteensopivuuteen. Lisäohjeita annetaan liitteessä 710C.” (SFS 6000, 2017)

- Liite 710C Suojaus sähkömagneettisilta häiriöiltä rakennusten sähköasennuksissa.

”Häiriöiden esiintyminen ei ole todennäköistä, jos potilaan sijoituspaikassa esiintyvä magneettivuon tiheys B ei ylitä seuraavia arvoja:

- *elektromyografia (EMG) $B_{tt} = 1 \cdot 10^{-7}$ Tesla*

- *elektroencefalografia (EEG) $B_{tt} = 2 \cdot 10^{-7}$ Tesla*

- *elektrokardiografia (EKG) $B_{tt} = 4 \cdot 10^{-7}$ Tesla”* (SFS 6000, 2017)

Näitä arvoja ei yleensä ylitetä, jos minimietäisyydet häiriötä mahdollisesti tuottavien sähkölaitteiden ja potilaan tutkimuspaikan välillä ovat kunnossa:

”a) Jos käytetään luonteeltaan induktiivisia komponentteja, 6 m etäisyys on yleensä riittävä. Esimerkkejä tällaisista laitteista ovat:

- *sähköasennuksen muuntajat, esim. IT-muuntaja*

- *kiinteästi asennetut moottorit, erityisesti mitoitusteholtaan yli 3 kW moottorit.*

b) Potilaan sijoituspaikan ja sähköasennukseen liittyvien monijohdinkaapeleiden välinen minimietäisyys pitää olla seuraavan taulukon mukainen:

<i>Kaapeleiden poikkipinta</i>	<i>minimietäisyys</i>
<i>10 mm² – 70 mm²</i>	<i>3 m</i>
<i>95 mm² – 185mm²</i>	<i>6 m</i>
<i>> 185mm²</i>	<i>9 m' (SFS 6000, 2017)</i>

710.5 Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen

710.51 Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen – Yleiset säännöt

- 710.510.101 Jakokeskukset

"Jakokeskusten on oltava SFS-EN 61439-sarjan mukaisia.

Ryhmän 2 jakokeskukset on asennettava lähelle ryhmän 2 lääkintätiloja ja niiden pitää olla selkeästi tunnistettavia.

HUOM. 1 Yleiseen sähköjakeluun ja varavoimajärjestelmiin pitää olla omat keskuksensa.

HUOM. 2 Jakokeskukset pitäisi ensisijaisesti sijoittaa lääkintätilojen ulkopuolelle ja suojata asiattomien pääsylvä.

HUOM. 3 Lääkintätilan jakokeskus on keskus, josta syötetään kaikki kyseisessä lääkintätilassa olevat toiminnot ja jossa tarvittaessa mitataan varavoimajärjestelmien toiminnan käynnistävää jännitteenalenema." (SFS 6000, 2017)

- 710.512.102 Sähkötilat

"Sähkötilojen osalta noudatetaan SFS 6000-7-729 vaatimuksia ja paloturvallisuutta koskevia säädöksiä" (SFS 6000, 2017).

→ alla olevassa listassa on kerrottu lyhyesti SFS 6000-7-79:n sisältö:

- Sähkötiloihin ei saa päästää sinne kuulumattomia henkilöitä, ainoastaan luvan omistavat henkilöt ovat oikeutettuja päästä tilaan, ja sähkötilasta on päästävä helposti pois ilman, että käytetään erillistä avainta tai työkalua.
- Sähkötilat on merkittävä selkeästi ja näkyvästi kilvillä.
- Sähkölaitteet on koteloitava ja suojattava tarpeen mukaisesti, mutta vähintäänkin suojausluokan PIXXB tai IP2X mukaan.
- Hoito- ja huoltokäytävien on oltava tarpeeksi leveitä, jotta laitteiden ovet ja saranoidut seinät voivat mahdollisesti avautua vähintään 90°, ja niiden sulkeutumissuunnan on oltava evakuoimisreitin suuntainen.

- 710.512 Käyttöominaisuudet ja ulkoisten tekijöiden vaikutukset

• 710.512.1 Käyttöominaisuudet

▪ 710.512.101 Lääkintä IT-järjestelmän muuntajat

"Muuntajien on oltava standardin SFS-EN 61558-2-15 mukaisia ja lisäksi noudatetaan seuraavia lisävaatimuksia.

HUOM. Suositellaan, että muuntajan ulostuloliittimien ja kulutuskojeen välinen etäisyys on korkeintaan 25 m.

Vuotovirta ulostulokäämistä maahan ja kotelovuotovirta eivät saa ylittää 0,5 mA mitattuna mitoitusjännitteellä ja mitoitustaajuudella tyhjäkäynnillä toimivasta muuntajasta. Jokaiselle lääkintätilalle tai lääkintätilojen toiminnalliselle ryhmälle on käytettävä vähintään yhtä yksivaiheista muuntajaa muodostamaan lääkintä IT-järjestelmä kädessä pidettäville ja kiinteästi asennetuille laitteille. Mitoitusteho ei saa olla pienempi kuin 0,5 kVA eikä suurempi kuin 10 kVA. Jos vaaditaan useita muuntajia syöttämään yhdessä lääkintätilassa olevia laitteita, niitä ei saa kytkeä rinnan. Jos vaaditaan myös kolmivaihehuormitusten syöttöä IT-järjestelmällä, tätä varten on oltava erillinen kolmivaihemuuntaja.

Lääkintä IT-järjestelmien muuntajissa ei saa käyttää kondensaattoreita." (SFS 6000, 2017)

- 710.512.1.102 Ryhmän 2 lääkintätilojen tehonsyöttö

"Kun syötössä sattuu yksittäinen vika, pitää ehkäistä syötön täydellinen katkeaminen ryhmän 2 lääkintätilassa.

Lääkintä IT-järjestelmän käytön ja suojalaitteiden täydellisen selektiivisyyden lisäksi tämä voidaan toteuttaa joko:

Lääkintä IT-järjestelmän käytön ja suojalaitteiden täydellisen selektiivisyyden lisäksi tämä voidaan toteuttaa joko:

- käyttämällä kahta riippumatonta syöttöjohtoa, esim. varavoimaverkon ja normaalin verkon syöttö, tai

- käyttämällä rengassyöttöä, joka kykenee toimimaan verkkosyötön varayhteytenä, tai
- paikallisella lisäteholähteellä, tai

- usean ryhmän 2 huoneen yhteisellä lisäteholähteellä, tai

- muilla yhtä tehokkailla teknisillä menettelyillä, joilla varmistetaan verkkosyötön säilyminen". (SFS 6000, 2017)

- 710.512.2 Ulkoisten tekijöiden vaikutukset

"Tarvittaessa on kiinnitettävä huomiota sähkömagneettisten häiriöiden ehkäisemiseen" (SFS 6000, 2017).

- 710.512.2.1 Räjähdyksivaara

"Palavien kaasujen syttymisen ehkäisemiseksi sähkölaitteet (esim. pistorasiat ja kytkimet) on asennettava vähintään 0,2 m etäisyydelle (keskeltä – keskelle) lääkintäkaasujen liitäntäpisteistä.

HUOM. Siellä, missä vaarallisten olosuhteiden esiintyminen on todennäköistä (esim. esiintyy palavia kaasuja ja höyryjä), voi olla tarpeen toteuttaa erityisiä varotoimenpiteitä." (SFS 6000, 2017).

- 710.514 Tunnistaminen
 - 710.514.3 Johtimien tunnistaminen
 - 710.514.3.1.101 Suojaavien potentiaalintausjohtimien tunnistaminen
”Suojaavat lisäpotentiaalintausjohtimet pitää merkitä kelta-vihreällä tunnusvärillä vähintään liitäntäpisteissään.”(SFS 6000, 2017).

- 710.514.5 Piirustukset ja dokumentointi
 - 710.514.5.1
”Käyttäjälle on toimitettava sähköasennusten suunnitelmat yhdessä asiakirjojen, piirustusten, johdotuskaavioiden ja niiden muutosten kanssa. Kyseiset asiakirjat ovat erityisesti seuraavat:
 - yleiskaaviot, joissa on esitetty normaali sähkövoimajärjestelmä ja varavoimajärjestelmä yksiviivaisena esityksenä. Näissä kaavioissa on oltava rakennuksen ryhmäkeskuksia koskevat tiedot ja sijainnit
 - yleiskaaviot, joissa on esitetty kytkinlaitteistot ja jakokeskukset yksiviivaisena esityksenä
 - asennuspiirustukset
 - ohjauskaaviot ja piirikaaviot
 - tarkistuslaskelmat tai muut selvitykset standardien vaatimusten täyttämistä
 - varavoimajärjestelmiin pysyvästi liitettyjen kuormitusten luettelo, jossa on tiedot kuormitusvirroista ja moottorikuormien käynnistysvirroista
 - pöytäkirja tai tiedosto, joka sisältää luettelon kaikista ennen käyttöönottoa tehdyistä testeistä ja tarkastuksista.”(SFS 6000, 2017).

Tarkistuslaskelmia voivat olla esim. Syötön puolelle kytkettyjen automaattisen poiskytkennän suojalaitteiden selektiivisyyden tarkastaminen oikosulkutilanteessa. On myös erityisen tärkeää laskea ja tarkastaa elektronisten teholähteiden (esim. UPS-laitteiden) syöttämät piirit.

- 710.514.101 Käyttöohjeet
”Käyttäjälle on toimitettava käyttö- ja huolto-ohjeet. Kyseiset asiakirjat ovat erityisesti:
 - akustojen ja varavoimajärjestelmien teholähteiden käyttö- ja huolto-ohjeet
 - päiväkirja, joka sisältää luettelon kaikista testeistä ja silmämääräisistä tarkastuksista, jotka pitää suorittaa ennen käyttöönottoa
 - aistinvaraisia tarkastuksia koskevat tiedot.”(SFS 6000, 2017).

710.52 Johtojen valinta ja asentaminen

”Lääkintätilojen uudisasennusten johtojärjestelmissä on käytettävä kaapeleita, jotka täyttävät vähintään standardin SFS-EN 13501-6 mukaan määritellyn luokan Cca-s1,d1,a2 vaatimukset. Vaihtoehtoisesti voidaan johtojärjestelmät suojata vähintään palonkestävyysluokan EI 30 mukaisella rakenteella, ks. SFS 6000-4-42 kohta 422.2.1.I

Ryhmän 2 lääkintätiloja syöttävien johtojärjestelmien on oltava tarkoitettu vain kyseisen tilan laitteille ja varusteille.”(SFS 6000, 2017).

710.53 Erottaminen, kytkentä ja ohjaus

- 710.53.1 Ylivirtasuojat
 - 710.531.1.101 Johtojen suojaus ryhmän 2 lääkintätiloissa
”Lääkintä IT-järjestelmän muuntajan syöttöpiirissä ennen ja jälkeen muuntajan ei saa olla ylikuormitussuojaa.
HUOM. Ylivirtasuojia (sulakkeita) voidaan käyttää muuntajan syötössä pelkkään oikosulkusuojaukseen.
Oikosulku- ja ylikuormitussuojaus on tarpeen jokaiselle ryhmäjohdolle.”(SFS 6000, 2017).
- 710.53.3 Eristystilan valvontalaitteet
”Eristystilan valvontalaite on asennettava ja liitettävä mahdollisimman lähelle lääkintä IT-järjestelmän syöttöpistettä.” (SFS 6000, 2017)
- 710.535 Erialaisten suojalaitteiden välinen yhteensopivuus
 - 710.535.1 Ylivirtasuojien välinen selektiivisyys oikosulkutilanteissa
”Selektiivisyys on varmistettava. Jos ryhmäjohdossa sattuu oikosulku, syötön puolella olevien keskusten ylivirtasuojat eivät saa toimia.”(SFS 6000, 2017).
- 710.537 Erottaminen ja kytkentä
 - 710.537.101 Automaattiset syötönvaihtolaitteet
”Jos käytetään automaattisia syötönvaihtolaitteita, ne on järjestettävä niin, että syöttöjohtojen välinen erotus säilyy.

HUOM. 1 Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi varmistamalla, että kokonaistoiminta-aika (ensimmäisestä viasta kytkinlaitteen valokaaren sammumiseen) on lyhyempi kuin automaattisen kytkentäjärjestelmän lyhyin viivästetty toiminta-aika.

Tässä tapauksessa automaattisen syötönvaihtolaitteen ja sen jälkeisen ylivirtasuojan väliset kaapelit pitäisi asentaa oikosulun ja maasulun kestävästi.

HUOM. 2 Automaattisen syötönvaihtolaitteen pitäisi olla SFS-EN 60947-6-1 mukainen.” (SFS 6000, 2017).

710.55 Muut sähkölaitteet

- 710.55.101 Vikavirtasuojalla suojatut pistorasiat

"Jokaisessa mitoitustoimintavirrallaan enintään 30 mA vikavirtasuojalla suojatussa ryhmäjohtossa pitää kiinnittää huomiota vikavirtasuojalla syötettyjen pistorasioiden lukumäärään.

Suosittelaa, että jokainen lääkintätilan pistorasioita syöttävä ryhmäjohto suojataan omalla vikavirtasuojallaan." (SFS 6000, 2017)
- 710.55.102 Ryhmän 2 lääkintätilojen pistorasiaryhmäjohtot IT-järjestelmässä

"Jokaisella potilaan hoitopaikalla on oltava seuraavanlainen pistorasiakokoonpano:

 - *jokainen pistorasia suojataan erikseen ylikuormitukselta, tai*
 - *pistorasioita syötetään vähintään kahdesta eri virtapiiristä.*

Silloin kun saman lääkintätilan virtapiirejä syötetään myös TN-S-järjestelmästä, lääkintä IT-järjestelmään liitettyjen pistorasioiden on:

 - *oltava rakenteeltaan sellaisia, että se estää niiden käytön muissa järjestelmissä, tai*
 - *ne on merkittävä selvästi ja pysyvällä tavalla."* (SFS 6000, 2017).
 - 710.559 Valaisimet ja valaistusasennukset
 - 710.559.101 Valaistusryhmäjohtot

"Ryhmän 1 ja 2 lääkintätiloissa valaisimet on syötettävä vähintään kahdesta erillisestä syötöstä, joista toinen on liitettävä varavoimajärjestelmään.

Poistumisalueilla osa valaistuksesta on liitettävä turvajärjestelmien syöttöön (ks. SFS 6000-5-56)." (SFS 6000, 2017).
 - 560.9. Poistumisvalaistussovellukset
 - 560.9.1

"Poistumisvalaistusta voidaan syöttää keskitetyn tehonsyötön järjestelmästä tai se voi olla itsenäisesti toimiva (valaisin sisältää oman tehonlähteen). Itsenäisesti toimivalle valaisimille eivät ole voimassa kohtien 560.9.1 – 560.9.4 vaatimukset.

Keskitetystä tehonsyötöstä syötettyjen valaisimien johtojärjestelmien pitää säilyttää syöttö tehonlähteestä valaisimille riittävän pitkän aikaa tulipalon aikana. Tämä pitää toteuttaa käyttämällä kohtien 560.8.1 tai 560.8.2 mukaisia palonkestäviä johtojärjestelmiä palo-osastojen läpi kulkevaan tehonsyöttöön. Sen palo-osaston sisällä, jonne valaisimet on asennettu, ei ole vaatimuksia johtojärjestelmän palonkestävyydelle.

Jos kyseessä on laajat paloalueet, joissa on suuri määrä valaisimia, pitää selvittää riskiarvioinnin avulla ja/tai yhdessä asianomaisten viranomaisten kanssa tarve syöttää valaisimia useammasta ryhmästä ja tarve käyttää palonkestävää johtojär-

jestelmää myös sen palo-osaston sisällä, johon valaisimet on asennettu. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää itsenäisesti toimivia valaisimia.”(SFS 6000, 2017).

- 560.9.2

”Jos valaisimia syötetään erillisillä piireillä, ylivirtasuojat pitää järjestää siten, että oikosulku yhdessä piirissä ei keskeytä syöttöä samalla paloalueella oleviin viereisiin valaisimiin tai muiden paloalueiden valaisimiin.

Mistään ryhmäjohtosta ei saa syöttää enempää kuin 20 valaisinta ja niiden kokonaisvirta ei saa ylittää 60 % ylivirtasuojan mitoitusvirrasta.

Mikään piirin jakelu-, ohjaus- tai suojalaite ei saa huonontaa piirin jatkuvuutta.”(SFS 6000, 2017).

- 560.9.3

”Poistumisreittivalaistuksella pitää olla sellainen minimivalaistustaso, vasteaika ja toiminta-aika, että rakennuksen evakuointi on mahdollista. Jos ei ole olemassa kansallisia tai alueellisia määräyksiä, valaistusjärjestelmien pitäisi olla SFS-EN 1838 mukaisia.

Suomessa noudatetaan sisäministeriön asetuksen rakennusten poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta (805/2005) mukaisesti soveltuvin osin standardin SFS-EN 1838 vaatimuksia.

Valaistuksen on toimittava turvalliseen poistumiseen ja evakuointiin vaadittavan ajan. Vaadittava aika määrittyy rakennuksen ja tilojen käyttötavasta, rakenteellisista ominaisuuksista, tiloissa olevien ihmisten valmiuksista sekä muista poistumisturvallisuuden riskeistä. Vähimmäisvaatimuksena on yhden tunnin toiminta-aika.”(SFS 6000, 2017).

- 560.9.4

”Poistumisvalaistus pitää tehdä jatkuvalla tai ajoittaisella toimintatavalla. Nämä toimintatavat voidaan myös yhdistää.

Suomessa on asetuksen (805/2005) mukaan poistumisopasteiden oltava aina valaistuja. Muun poistumisvalaistuksen on käynnistyttävä, kun tavallinen valaistus joutuu epäkuntoon.”(SFS 6000, 2017).

- 560.9.5

”Ajoittaisessa toimintatavassa tehonsyöttöä normaaliin valaistukseen pitää valvoa ryhmäkohtaisesti alueella, jossa vaaditaan turvavalaisituksen käyttöä. Jos normaali-valaistuksen syötön katkeaminen jollain alueella aiheuttaa normaalin valaistuksen puuttumisen, turvavalaisituksen pitää syttyä automaattisesti. Kaikissa tapauksissa on oltava järjestelyt, joiden avulla varmistetaan, että poistumisreittivalaistus toimii

silloin kun vastaavalla alueella sattuu vika normaalivalaistuksen syötössä."(SFS 6000, 2017).

- 560.6
"Jos käytetään yhdistettyä jatkuvaa ja ajoittaista käyttöä, jokaisella syötönvaihtolaitteella pitää olla oma valvontalaite ja ne pitää olla mahdollista kytkeä erikseen."
(SFS 6000, 2017)

- 560.9.7
"Jatkuvan toimintatavan turvavalistus voidaan kytkeä yhdessä normaalin valaistuksen kanssa tiloissa, joissa joko;
- *tilaa ei voida pimittää kun se on käytössä, tai*
- *tilat eivät ole jatkuvasti miehitettyjä."* (SFS 6000, 2017)

- 560.9.8
"Ohjausjärjestelmät eivät saa vaikuttaa haitallisesti turvavalistusjärjestelmiin. Kaikkien ohjausjärjestelmien tulevien muutosten pitää edelleen täyttää tämä toiminnallisen turvallisuuden vaatimus. Kun sattuu mikä tahansa vika ryhmäjohdossa, kaikkien valaisimien pitää tuottaa suunniteltu valaistus."(SFS 6000, 2017).

- 560.9.9
"Vaihto normaalista syötöstä hätäkäyttöön pitää alkaa automaattisesti korkeintaan 0,5 sekunnissa, kun syöttöjännite laskee 0,6 kertaa mitoitusjännitteen suuruiseksi. Sen pitää palautua, jos syöttöjännite on suurempi kuin 0,85-kertainen syötön mitoitusjännite.

- HUOM. 1** *Tosiasiallinen vaihtoaika voi riippua kansallisista määräyksistä.*
- HUOM. 2** *Vaihtojännitteen suuruus riippuu turvajärjestelmien syöttöön käytetyistä laitteista."*(SFS 6000, 2017).

- 560.9.10
"Kun normaali syöttö palautuu, jakokeskukseen tai valvottuun piiriin, ajoittaisen toimintatavan valaistuksen pitää automaattisesti kytkeytyä pois. On kiinnitettävä huomiota aikaan, joka normaalivalaistuksen lampuilla kuluu normaalin valaistustason saavuttamiseen. On kiinnitettävä huomiota myös huoneisiin, jotka on tarkoituksellisesti pimennetty ennen syötön katkeamista, näissä tapauksissa turvavalistus ei saa kytkeytyä pois automaattisesti."(SFS 6000, 2017).

710.56 Turvajärjestelmien syötöt ja varavoimajärjestelmät

”Turvajärjestelmiä lääkintätiloissa ovat vastaavat järjestelmät kuin standardissa SFS 6000-5-56 on määritelty. Näiden asennuksissa noudatetaan SFS 6000-5-56 vaatimuksia.

Lisäksi lääkintätiloissa tarvitaan varavoimajärjestelmiä, joiden avulla turvataan lääkintätilan keskeytymätön toiminta sähkökatkon takia. Normaalisti sairaaloissa tarvitaan varavoimaa jonka keskeytysaika on korkeintaan 0,5 s ja korkeintaan 15 s keskeytysajan omaavaa varavoimaa. Sairaalan toiminnan turvaaminen pitkien katkojen aikana voi vaatia lisävaravoimaa, jonka kytketymsaika voi olla yli 15 s.

Tässä standardissa esitetään varavoimajärjestelmien rakennetta koskevat vaatimukset ja periaatteellinen tarve. Yleensä näitä vaatimuksia on syytä noudattaa sairaaloissa, joissa potilaita hoidetaan pitempiä aikoja.

Jos terveyskeskuksissa, kotisairaanhoidossa, työpaikkaterveydenhoidossa, yksittäisissä vastaanottotiloissa ja vastaavissa terveydenhuollon laitoksissa suoritetaan vain sellaisia hoitotoimenpiteitä, joissa sähkönsyötön keskeytys ei aiheuta vaaraa potilaille, päätöksen varavoimajärjestelmän tarpeesta tekee lääkintätilan vastuullinen johto. Jos edellä mainituissa kohteissa on tarve käyttää välttämättömien lääkintälaitteiden syöttöjä, se voidaan toteuttaa esim. laitekohtaisilla tai tilakohtaisilla akuilla tai UPS-järjestelmillä. Lisäohjeita on annettu opastavissa tiedoissa.

Lääkintätiloissa tarvitaan varavoimasyöttöjä, jotka tämän standardin mukaisesti syöttää asennuksia ennalta määritellyn kytkentäajan jälkeen määrätyn ajanjakson ajan silloin, kun sähkönsyöttö yleisestä jakeluverkosta keskeytyy.

HUOM. 1 *Lääkintätilan vastuullisen johdon (mukaan lukien lääkintähenkilökunta) pitäisi olla mukana päättämässä missä turvajärjestelmien syöttöjä tarvitaan.*

Varavoimajärjestelmän pitää automaattisesti huolehtia sähkönsyötöstä, jos jännite pääkeskuksessa, johon syöttö yleisestä jakeluverkosta tuodaan, putoaa alle 90 % normaalijännitteestä.

HUOM. 2 *Turvajärjestelmien ja varavoimajärjestelmien teholähteet ja sähkönsyöttöjärjestelmät pitäisi järjestää niin, että kunnossapitotarkastukset ja tarvittava huolto voidaan toteuttaa pienentämättä turvajärjestelmien tai varavoimajärjestelmien sähkönsyötön käytettävyyttä tai haittaamatta turvajärjestelmien sähkönsyöttöä.” (SFS 6000, 2017).*

Alla olevassa listauksessa on lueteltuna lääkintätilojen suunnittelun kannalta SFS 6000-5-56:n tärkeimmät vaatimukset.

- SFS 6000-5-56 Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen, turvajärjestelmät
 - 560.4 Luokittelu

- 560.4.1

”Turvajärjestelmien sähkösyöttöverkko on joko:

- *ei-automaattinen, jolloin käyttäjä käynnistää sen, tai*
- *automaattinen, jolloin käynnistyminen ei riipu käyttäjästä.*

Syötön automaattinen käynnistyminen luokitellaan kytketymisajan mukaan seuraavasti:

- *katkeamaton: automaattinen syöttö, joka voi varmistaa määrättyjen ehtojen mukaisen syötön jatkuvan muutostilan aikana, esimerkiksi jännite- ja taajuusvaihtelujen aikana*
- *hyvin lyhyt katko: automaattinen syöttö on käytettävissä 0,15 sekunnissa*
- *lyhyt katko: automaattinen syöttö on käytettävissä 0,5 sekunnissa*
- *keskimääräinen katko: automaattinen syöttö on käytettävissä 5 sekunnissa*
- *keskipitkä katko: automaattinen syöttö on käytettävissä 15 sekunnissa*
- *pitkä katko: automaattinen syöttö on käytettävissä yli 15 sekunnissa.”*(SFS 6000, 2017).

- 560.5 Yleistä

- 560.5.1

”Turvajärjestelmien saatetaan vaatia toimivan kaikkina tarpeellisina aikoina mukaan luettuna laaja ja paikallinen sähkösyötön häiriö ja tulipalon olosuhteet. Näiden vaatimusten täyttämiseksi tarvitaan erityisiä teholähteitä, laitteita, piirejä ja johtoja. Joillakin käytöillä on erityisvaatimuksia kuten kohdissa 560.5.2 ja 560.5.3.# (SFS 6000, 2017).

- 560.5.2

”Turvajärjestelmien, jotka on tarkoitettu toimimaan palotilanteissa, on täytettävä seuraavat vaatimukset:

- *on valittava teholähde, joka pitää yllä sähkösyöttöä riittävän pitkän aikaa, ja*
- *laitteilla on oltava joko laiterakenteen tai asennuksen avulla saatu palonkestävyys riittävän pitkän ajan.*

HUOM. *Turvajärjestelmien sähköinen teholähde on yleensä lisäksi normaaliin syöttöön, esimerkiksi yleiseen jakeluverkkoon.”*(SFS 6000, 2017).

- 560.5.3

”Jos sähköiskulta suojaamiseen käytetään syötön automaattista poiskytkentää, suositellaan käytettäväksi sellaista vikasuojausmenetelmää, joka ei aiheuta syötön poiskytkentää ensimmäisessä viassa. IT-järjestelmässä on käytettävä jatkuvasti toimivaa eristystilan valvontalaitetta, joka antaa kuuluvan ja näkyvän hälytyksen ensimmäisestä viasta.”(SFS 6000, 2017).

- 560.6 Turvajärjestelmien sähköiset teholähteet
 - 560.6.1

"Turvajärjestelmien teholähteinä voidaan käyttää seuraavia:

 - akkuja
 - paristoja
 - normaalista syötöstä riippumattomia generaattoreita
 - erillistä syöttöä jakeluverkosta, joka on tehokkaasti riippumaton normaalista syötöstä."(SFS 6000, 2017).

 - 560.6.7

"Turvajärjestelmien sähköistä teholähdettä voidaan käyttää muihin tarkoituksiin kuin turvajärjestelmien syöttöihin, jos turvajärjestelmän tehonsyötön toiminta ei tästä vaarannu. Muualla kuin turvajärjestelmän piirissä sattuva vika ei saa aiheuttaa turvajärjestelmän minkään piirin syötön keskeytymistä."(SFS 6000, 2017).

 - 560.6.10 Keskitetyn tehonsyötön järjestelmät

"Käytettävien akkujen on oltava suljettua ja huoltovapaata tyyppiä ja raskaaseen teollisuuskäyttöön tarkoitettuja, esim. standardin SFS-EN 60623 tai SFS-EN 60896-sarjan mukaisia.

HUOM. Akkujen suunniteltu minimikäyttöikä 20 °C lämpötilassa pitäisi olla 10 vuotta."(SFS 6000, 2017).

 - 560.6.11 Pienen tehonsyötön järjestelmät

"Pienen tehonsyötön järjestelmän syöttämä teho on rajoitettu 500 W:iin 3 tunnin käyttöajalla ja 1500 W:iin 1 tunnin käyttöajalla. Käytettävät akut voivat olla kaasutiiviitä tai suljettua ja huoltovapaata tyyppiä ja raskaaseen teollisuuskäyttöön tarkoitettuja, esim. standardin SFS-EN 60623 tai SFS-EN 60896-sarjan mukaisia.

HUOM. Akkujen suunniteltu minimikäyttöikä 20 °C lämpötilassa pitäisi olla 5 vuotta."(SFS 6000, 2017).

 - 560.6.12 Katkeamattoman tehonsyötön järjestelmät (UPS)

"Jos käytetään UPS-järjestelmää, sen:

 - a) on pystyttävä saamaan aikaan ryhmäjohtojen suojalaitteiden toimiminen
 - b) on pystyttävä käynnistämään turvajärjestelmien laitteet toimiessaan hätätilanteessa akuista syötettyjen invertterien kautta
 - c) täytettävä kohdan 560.6.10 vaatimukset
 - d) täytettävä soveltuvasti standardin SFS-EN 62040-1 tai SFS-EN 62040-3 vaatimukset."(SFS 6000, 2017).

- 560.7 Turvajärjestelmien piirit

- 560.7.1

”Turvajärjestelmiä syöttävien piirien pitää olla riippumattomia muista piireistä.

HUOM. *Tämä tarkoittaa, ettei mikään tapahtuma tai muutos missään järjestelmässä ei vaikuta toisen järjestelmän oikeaan toimimiseen. Tätä varten voidaan tarvita erottamista palonkestävillä materiaaleilla tai eri asennusreitillä tai koteloida.”* (SFS 6000, 2017).
- 560.7.2

”Turvajärjestelmien syöttöpiirit saavat mennä palovaarallisten tilojen läpi ainoastaan jos ne ovat palonkestäviä. Piirit eivät missään tapauksessa saa mennä räjähdysvaarallisten tilojen läpi.”(SFS 6000, 2017).

→ Piirien kuljettamista palovaarallisten tilojen läpi tulee välttää aina kun se on mahdollista.
- 560.7.3

”SFS 6000-4-43 kohdan 433.3 mukaan voidaan ylikuormitussuojaus jättää pois, jos syötön katkeaminen voi aiheuttaa suuremman vaaran.”(SFS 6000, 2017).

→ Jos jätetään ylikuormitussuojaus pois, ylikuormituksen esiintymistä on valvottava.
- 560.7.6

”Jos kulutuslaitetta syötetään kahdesta erillisestä piiristä joilla on eri tehölähteet, yhdessä piirissä esiintyvä vika ei saa vaikuttaa sähköiskulta suojaukseen, eikä huonontaa toisen piirin oikeaa toimintaa. Jos kahdesta tehölähteestä syötettävä laite tarvitsee suojajohtimen, se on liitettävä molempien piirien suojajohtimiin.”(SFS 6000, 2017).
- 560.7.7

”Turvajärjestelmien piirien kaapelit pitää erottaa sopivalla tavalla ja luotettavasti etäisyyden tai suojuksien avulla muiden piirien kaapeleista mukaan luettuna muiden turvajärjestelmien kaapelit. Vaatimukset eivät koske kaapeleita, jotka ovat sekä palonkestäviä että suojattu häiriöiltä metallivaipan avulla. Akkukaapeleille voi olla erityisvaatimuksia.”(SFS 6000, 2017).
- 560.7.10

”Sähköturvallisuuteen liittyvistä asennuksista pitää olla käytettävissä piirustukset, joissa annetaan tarkat sijaintiedot:

 - *kaikista sähkölaitteista ja jakokeskuksista laitetunnuksineen*
 - *turvajärjestelmien toimilaitteista ryhmäjohtotietoineen yksityiskohtatietoineen ja käyttötarkoituksineen*
 - *turvajärjestelmien erityisistä kytkin- ja valvontalaitteista (esim. kenttäkytkimet, näyttö- ja äänivaroituslaitteet). ”*(SFS 6000, 2017).

- 560.8 Johtojärjestelmät

- 560.8.1

”Jos turvajärjestelmän pitää toimia tulipalon aikana, niissä on käytettävä seuraavanlaisia johtojärjestelmiä:

- *mineraalieristeisiä IEC 60702-1 ja 60702-2 mukaisia kaapeleita*
- *palonkestäviä SFS-EN 50200 tai SFS-EN 50362 ja SFS-EN 60332-1-2 mukaisia kaapeleita*
- *johtojärjestelmää, joka on suojattu riittävästi mekaanisesti ja tulipalolta.*

HUOM. *Esimerkkejä järjestelmistä, jossa säilytetään tarvittava palosuojaus ja mekaaninen suojaus ovat*

- *rakenteelliset koteloinnit, joiden avulla säilytetään mekaaninen suojaus ja palosuojaus, tai*
- *johtojärjestelmä asennetaan erillisiin palosuojakoteloihin.*

Johtojärjestelmä pitää sijoittaa ja asentaa siten, ettei piirin jatkuvuus heikenny tulipalon aikana.

Piirin jatkuvuuden säilyminen edellyttää kaapelien palonkestävyyden lisäksi seuraavia ominaisuuksia:

- *liitokset tehdään siten, että ne säilyvät toimivina vaadittavan ajan tai yhtä pitkän aikaa kuin niihin liittyvät kaapelit*
- *kaapelien kiinnitys tai tuenta pitää järjestää siten, että se kestää vaadittavan ajan tai yhtä kauan kuin kaapeli, jota se tukee.*

Vaatus kaapelien kiinnityksen ja tuennan palonkestävyydestä koskee sekä kaapeli-kiinnikkeitä, kaapelihyllyjä ja vastaavia, että niiden kiinnittämiseen tarkoitettuja tarvikkeita. Koska näiden rakenteelle ja testaamiselle ei ole olemassa suomalaisia tai eurooppalaisia standardeja, palonkestävyyden osoittamiseen voidaan käyttää muiden maiden kansallisia standardeja tai muita tuotteen valmistajalta saatuja tietoja. Palonkestävyyttä voidaan arvioida myös käytettyjen materiaalien perusteella.” (SFS 6000, 2017).

- 560.9 Poistumisvalaistussovellukset (katso 710.55 Muut sähkölaitteet, kohta 560.9, poistumisvalaistussovellukset).

- 560.10 Palosuojalaitteistot

- 560.10.2

”Mahdolliset ennen pääkytkintä otettavat piirit pitää kytkeä suoraan pääkeskuksen pääkytkimen syöttöpuolelle.

Jos kulutuslaitteita liitetään pääkeskukseen ennen pääkytkintä, keskukseen pitää kiinnittää kilpi, jossa varoitetaan pääkytkimen jälkeen jännitteiseksi jäävistä osista ja paikasta, missä ne osat saa tarvittaessa jännitteettömäksi. Pääkytkimen aukikytkennän jälkeen jännitteiseksi jäävät osat suositellaan asennettavaksi omaan kennoon/kenttään tai koteloituna, niin että muun keskuksen huolto voidaan tehdä turvallisesti. Ennen pääkytkintä otetun syötön energiamittauksesta on sovittava jakeluverkkoyhtiön kanssa.”(SFS 6000, 2017).

- 710.560.4 Luokittelu
 - 710.560.4.1 Varavoimajärjestelmien teholähteet

”Varavoimajärjestelmien luokittelu on esitetty liitteessä 710A”(SFS 6000, 2017).

 - Liite 710A

Luokka 0 (ei katkoa)	automaattinen syöttö ilman katkoa
Luokka 0,15 (hyvin lyhyt katko)	automaattinen syöttö 0,15 s kuluessa
Luokka 0,5 (lyhyt katko)	automaattinen syöttö 0,5 s kuluessa
Luokka 15 (keskipitkä katko)	automaattinen syöttö 15 s kuluessa
Luokka > 15 (pitkä tauko)	automaattinen tai käsin ohjattu syöttö yli 15 s kuluessa

Taulukko 8. Varavoimajärjestelmien syöttöjen luokittelu

”HUOM. 1 Yleensä ”ei katkoa” (esim. UPS-laitteisto) on tarpeeton sähkökäyttöisten lääkintälaitteiden syöttöön. Kuitenkin tietyt mikroprosessoriohjatut laitteet voivat tarvita sellaisen syötön.

”HUOM. 2 Eri luokkaan kuuluvien tilojen varavoimajärjestelmien on täytettävä sen luokan vaatimus, joka antaa suurimman syöttövarmuuden. liitteessä B annetaan ohjeita varavoimajärjestelmien luokittelusta lääkintätiloissa.”(SFS 6000, 2017).

- 710.560.6 Varavoimajärjestelmien teholähteet
 - 710.560.6.101

”Jos normaalisyöttö vioittuu, varavoimajärjestelmän teholähteen on tultava jännitteiseksi ja kyettävä ennalta määrätyn kytketymsajan jälkeen syöttämään sähköenergiaa tietyn ajanjakson ajan kohdissa 710.560.6.104.1, 710.560.6.104.2 ja 710.560.6.104.3 mainituille laitteille.”(SFS 6000, 2017).
 - 710.560.6.102

”Yksittäisten komponenttien ja varavoimajärjestelmien alakeskusten väliset kaapelit, katso kohta 710.52.

Syötöt varavoimajärjestelmien sähköisten teholähteiden ja lääkintälaitteita syöttävien alakeskusten välillä pitää SFS 6000-5-56 kohdan 560.8.1 mukaan olla palonkestäviä silloin, kun järjestelmien edellytetään toimivan palotilanteessa. Varavoimajärjestelmien tarve toimia palotilanteessa voidaan määrittellä riskiarvioinnin perusteella.”(SFS 6000, 2017).

- 710.560.6.103

”Varavoimajärjestelmistä syötettävien pistorasioiden pitää olla helposti tunnistettavissa. Varavoimajärjestelmistä syötetyt pistorasioiden pitää olla helposti tunnistettavissa myös varavoimajärjestelmän luokituksen mukaisesti.”(SFS 6000, 2017).
- 710.560.6.104 Varavoimaverkon erityisvaatimukset
 - 710.560.6.104.1 Enintään 0,5 s kytkeytymisajan omaavat varavoimajärjestelmän teholähteet

”Jos yhden tai useamman jakokeskuksen yhden tai useamman äärijohtimen jännitteessä sattuu vika, varavoimajärjestelmän teholähteen on kyettävä syöttämään vähintään 3 tunnin ajan

– leikkausvalaisimia

– lääkintäsähkölaitteita, joissa on käytön kannalta muita välttämättömiä valaisimia, esim. tähystysvalaisimia mukaan luettuna niihin liittyvät välttämättömät laitteet esim. monitorit

– kriittisiä elämää ylläpitäviä lääkintälaitteita. Jos lääkintälaitte sisältää akkuvarmennuksen tai muun varajännitelähteen, laitteet voidaan liittää syöttöön, jonka kytkeytymisaika on enintään 15 s.

Tehon pitää palautua automaattisesti 0,5 s kuluessa.”(SFS 6000, 2017).
 - 710.560.6.104.2 Enintään 15 s kytkeytymisajan omaavat varavoimajärjestelmien teholähteet

”Kohdan 710.560. 9 mukaiset laitteet on kytkettävä 15 s kuluessa varavoimajärjestelmien teholähteeseen. Teholähteen on kyettävä syöttämään niitä vähintään 24 h, silloin kun yhden tai useamman vaiheen jännite pääkeskuksessa on alentunut 90 %:iin nimellisjännitteestä yli 3 s ajaksi.

HUOM. *Kesto aika 24 h voidaan pienentää 3 tuntiin, jos lääketieteelliset vaatimukset ja tilan käyttö ja kaikki hoidot voidaan lopettaa ja rakennus voidaan evakuoida alle 3 tunnissa.”(SFS 6000, 2017).*
 - 710.560.6.104.3 Yli 15 s kytkeytymisajan omaavat varavoimajärjestelmien teholähteet

”Muut kuin kohdissa 710.560.6.104.1 ja 710.560.6.104.2 mainitut laitteet, jotka tarvitaan sairaalatoimintojen ylläpitoon silloin kun ulkopuolista energiaa ei ole pitkäaikaisesti käytettävissä, voidaan kytkeä joko automaattisesti tai käsin varavoimajärjestelmän teholähteeseen. Teholähteen on kyettävä syöttämään niitä vähintään 24 h.”(SFS 6000, 2017).
 - 710.560.6.1.101 Yleiset vaatimukset ryhmien 1 ja 2 varavoimajärjestelmien teholähteille

”Paristoja ei hyväksytä varavoimajärjestelmien teholähteiksi Yleisestä jakeluverkosta tulevaa toista syöttöä ei pidetä varavoimajärjestelmän syöttönä.

HUOM. Jos käytetään mäntämoottorikoneilla varustettuja yksikkötyyppisiä teholähteitä, katso ISO 8528-1:2005. Syöttötehon laskelmissa pitää ottaa huomioon vain ISO 8528-1 mukaiset prime power PRP-tehoa koskevat määrittelyt. (katso ISO 8528-1:2005, kohta 13.3.2).

Varavoimajärjestelmän teholähteiden käytettävyyttä (toimintavalmiutta) pitää valvoa ja ilmaista se sopivassa paikassa.”(SFS 6000, 2017).

- 710.560.9 Poistumisvalaistus ja varavalaistus

”Noudatetaan sisäasiainministeriön asetusta poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta (805/2005) ja standardia SFS-EN 1838. Tämän valaistuksen tarkoitus on varmistaa turvallinen poistuminen rakennuksesta sähkökatkon aikana.

Lisäksi lääkintätiloissa pitää olla seuraavassa esitetyt varavalaistukset, silloin kun rakennuksessa on käytävissä enintään 15 s kytkeytymisajan mukainen varavoimajärjestelmä.

Syöttöverkon vioittuessa vaihto aika varavoimajärjestelmien syöttöön ei saa ylittää 15 s. Seuraavassa mainituissa tiloissa pitää säilyä välttämätön minimivalaistus:

- varavoimajärjestelmien generaattorien kytkinlaitostilat ja normaalin syötön ja varavoimajärjestelmän syöttöjen pääkeskustilat
- välttämättömiin tukitoimintoihin käytetyt tilat. Jokaisessa tilassa vähintään yksi valaisin on syötettävä varavoimajärjestelmästä
- keskitettyjen palohälytys- ja ilmoitinlaitteiden sijoituskohdat
- ryhmän 1 lääkintätilat. Kussakin huoneessa on ainakin yhtä valaisinta syötettävä varavoimajärjestelmästä.

HUOM. Sairaaloiden ja vastaavien laitosten ulkopuolisissa ryhmän 1 lääkintätiloissa ei ole välttämätöntä asentaa ollenkaan varavoimajärjestelmien teholähdettä, jos sähkönsyötön katkeaminen ei vaaranna toimintojen lopettamista ja tilojen evakuoimista.

- ryhmän 2 lääkintätilat. Vähintään 50 % valaistuksesta on syötettävä varavoimajärjestelmästä.

Suojaus syötön automaattisella poiskytkennällä on järjestettävä niin, että yksi suojalaite ei kytke pois huoneen tai poistumisreitit kaikkia valaistuspiirejä.”(SFS 6000, 2017).

710.6 Tarkastukset

710.61 Käyttöönottotarkastukset

”Luvun 61 yleisten vaatimusten lisäksi on suoritettava alla kohdissa a) – e) mainitut testaukset sekä ennen ensimmäistä käyttöönottoa että muutosten ja korjausten jälkeen ennen uudelleen käyttöönottoa.

- a) lääkintä IT-järjestelmän eristystilan valvontalaitteiden ja akustisen/optisen hälytysjärjestelmien sekä ylikuormitusvalvontalaitteiden toimintakoe

- b) mittaukset lisäpotentiaalintasauksen toteamiseksi kohtien 710.415.2.1 ja 710.415.2.2 mukaiseksi*
- c) kohdassa 710.415.2 potentiaalintasauksen jatkuvuudelle asetettujen vaatimusten täyttymisen toteaminen*
- d) kohdan 710.56 mukaisten turvatoimintojen ja varavoimajärjestelmien kunnossa olo*
- e) sähkönsyötön selektiivisyyden tarkastelu sekä normaaliverkon että turvajärjestelmien ja varavoimajärjestelmien osalta.”(SFS 6000, 2017).*

710.62 Kunnossapitotarkastukset

”Sähkölaitteiston rakentajan tai laitevalmistajan on annettava käyttäjälle käyttöohjeiden muodossa ohjeita tulossa olevista tarvittavista kunnossapitotarkastuksista.

Kunnossapitotarkastusten menettelyt pitää tehdä yhteistyössä lääkinnällisen henkilökunnan kanssa, jotta potilaille aiheutuvat riskit voidaan minimoida.

Lääkintätilojen sähköasennusten kunnossapitotarkastuksiin liittyvät kohdat a) – k) on suoritettava käyttäen seuraavia määrävälejä:

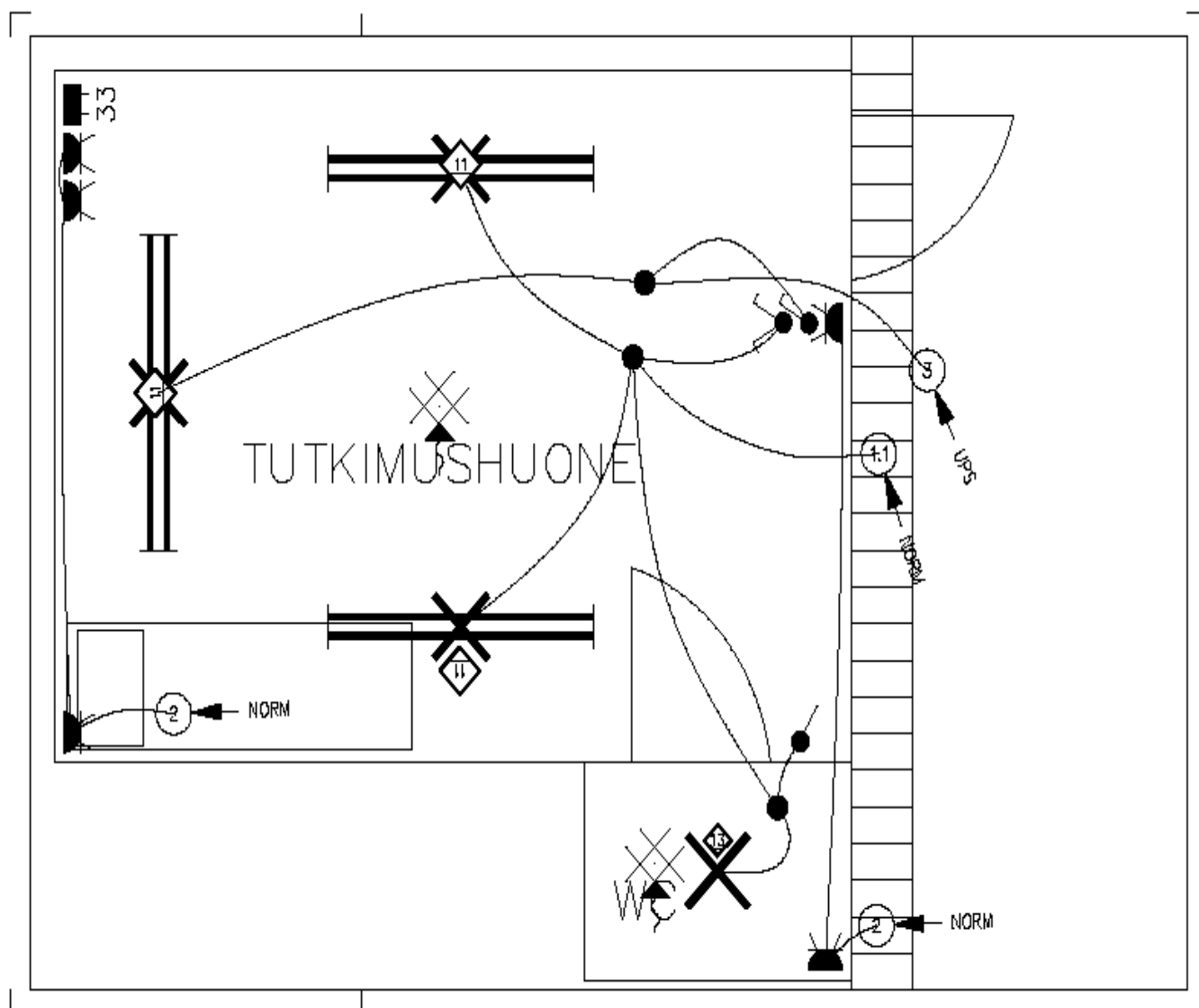
- a) syötönvaihtoautomaatiikan toimintakoe: 12 kk*
- b) eristystilan valvontalaitteiden ja lääkintä IT-järjestelmän muuntajan ylikuormitusvalvontalaitteiden toimintakoe: SFS 6000 standardin mukaan: 12 kk*
- c) suojalaitteiden asettelu tarkastus silmämääräisesti: 12 kk*
- d) lisäpotentiaalintasauksen mittaus: 6 vuotta*
- e) potentiaalintasauksen liitosten tarkastus: 6 vuotta*
- f) kuukausittainen toimintakoe:*
 - polttomoottoreilla toteutetut varavoimajärjestelmät: kunnes saavutetaan käyttölämpötila*
- g) akustoista syötetyille varavoimajärjestelmille toimintakoe 12 kk välein*
- h) kuormituskoe (60 min kaikissa tapauksissa on käytettävä vähintään 50 - 100 % mitoitustehosta) polttomoottorilla syötetyille varavoimajärjestelmille 12 kk välein*
- i) kuormituskoe akustoista syötetyille varavoimajärjestelmille 3 vuoden välein tai valmistajan suositusten mukaisesti*
- j) vikavirtasuojan toiminnan tarkistus $I_{\Delta N}$:n suuruisella vikavirralla: omalla testipainikkeella yleisten vaatimusten mukaan, kuitenkin enintään 12 kk välein, mittaamalla 6 vuotta*
- k) vikavirtavalvontajärjestelmän toiminnan testaus ja tarvittaessa säätö: 6 vuotta.*

Jos suojajohtimien jatkuvuutta valvotaan jatkuvalla mittauksella, lisäpotentiaalintasaukseen käytettyjen suojajohtimien määräaikaismittauksen määräväli (kohta d) voi olla pitempi, esim. 12 vuotta.

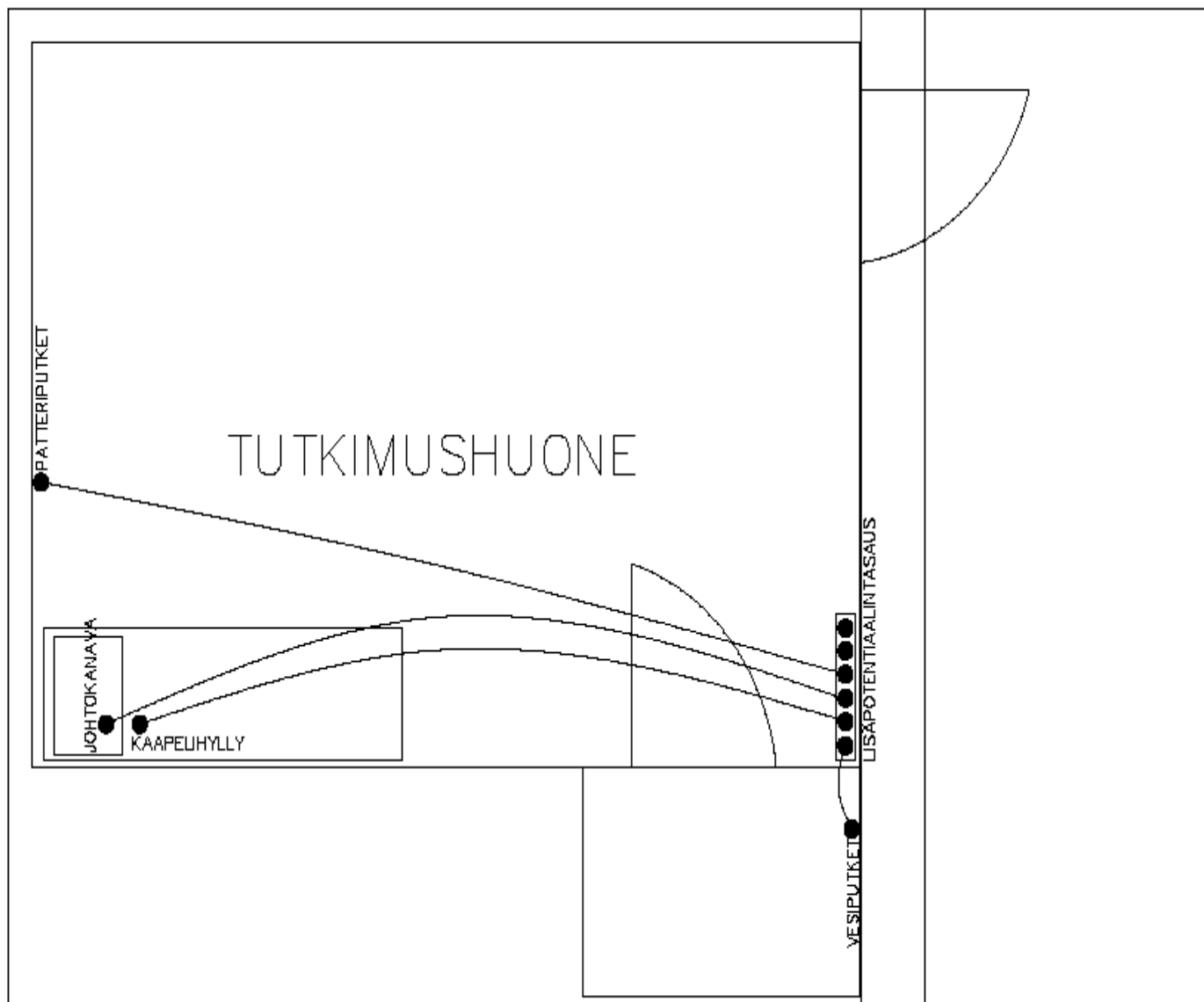
Viranomaisvaatimukseen perustuvien turvajärjestelmien (ks. SFS 6000-5-56) tarkastus ja testaus tehdään standardin SFS 6000-5-56 ja järjestelmiä koskevien viranomaisvaatimusten mukaisesti.

Jos asennukset on tehty aikaisempien standardien (SFS 4372 tai SFS 6000-7-710 aikaisemmat painokset) mukaisesti, voidaan kunnossapitotarkastukset tehdä noudattaen tämän standardin menettelyjä ja määräaikoja.”(SFS 6000, 2017).

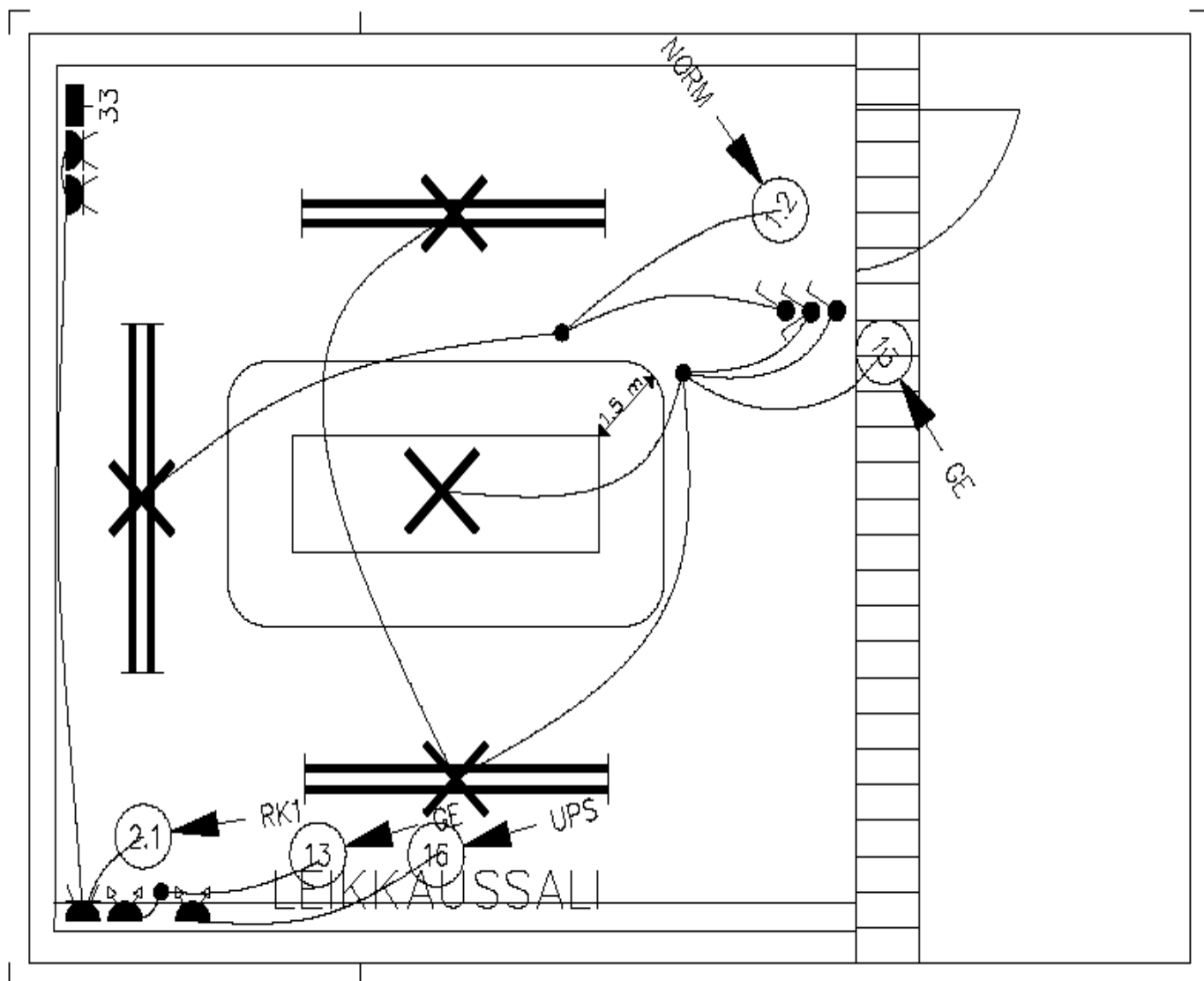
LIITE 4: CADS-KUVAT



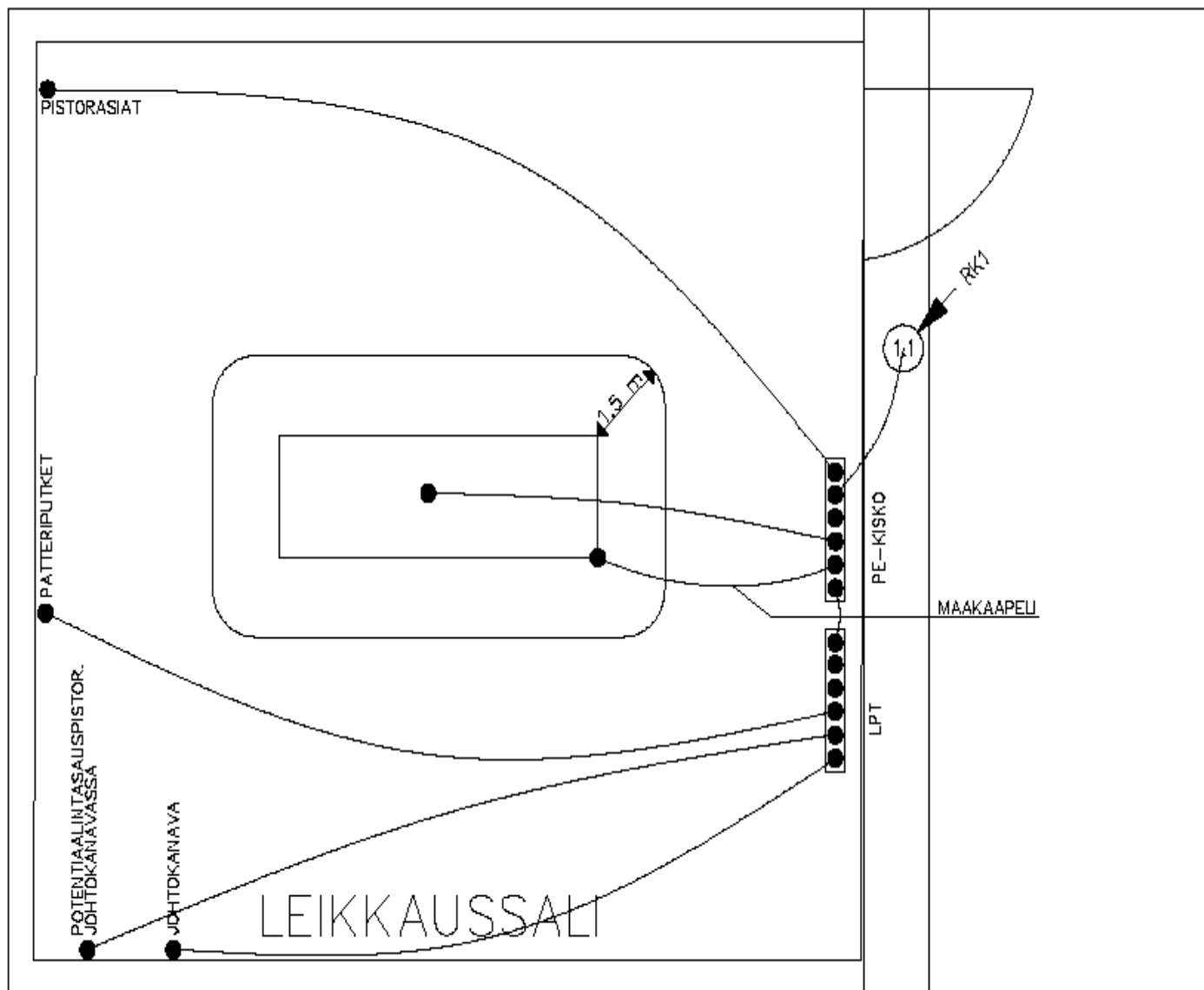
Kuva 3: Lääkintätilyryhmän 1 mukainen tila



Kuva 4: Lääkintätilaryhmän 1 mukaisen huoneen maadoituspisteet



Kuva 5: Lääkintätilyryhmän 2 mukainen huone



Kuva 6:Lääkintälaryhmän 2 mukaisen huoneen maadoituspisteet