



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Kimmo Nieminen

Lisäpotentiaalin tasaus lääkintätiloissa – kohti yhtenäisiä käytäntöjä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

3.4.2019

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Kimmo Nieminen Lisäpotentiaalintasaus lääkintätiloissa – kohti yhtenäisiä käytäntöjä 37 sivua + 9 liitettä 3.4.2019
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine	sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	lehtori Vesa Sippola johtava asiantuntija Benjam Lytz
<p>Insinööriyön aiheena oli lisäpotentiaalintasaus lääkintätiloissa. Työn tavoitteena oli saada aikaiseksi ohjeistus lääkintätiloja suunnitteleville henkilöille.</p> <p>Ohjeistusta varten tehtiin riskiarviointi, jonka analyysimenetelmänä oli tapahtumapuuanalyysi (TPA). Riskianalyysiä käyttäen laskettiin lääkintätiloissa olevien varusteiden, esineiden ja rakenteiden todennäköisyydet aiheuttaa sähköisku annetun alkutapahtuman jälkeen. Eriyisesti tarkastelu kohdistettiin varusteisiin, esineisiin ja rakenteisiin, joiden lisäpotentiaalintasaukäytäntö ei ole ollut yhtenäistä eri yliopisto- ja keskussairaaloiden välillä. Lisäksi haastateltiin lääkintätilojen käyttäjiä. Haastattelun tarkoituksena oli saada käsitys yleisistä käytäytymistavoista lääkintätiloissa sähkölaitteita ja -järjestelmiä kohtaan sekä vahvistaa tämän työn tekijän omien kokemusten myötä syntyneitä käsityksiä ja toimintatapoja liittyen lääkintätiloissa käytettäviin varusteisiin, esineisiin ja rakenteisiin. Näiden kokemusten ja haastatteluiden perusteella riskianalyysin luotettavuus parani.</p> <p>Työn tuloksena saatiin aikaiseksi riskiarvioon perustuva ohjeistus lääkintätiloja suunnitteleville henkilöille. Tuloksista saatiin selville lääkintätiloissa olevien varusteiden, esineiden ja rakenteiden liittämistarve lisäpotentiaalintasauksen. Riskiarvion perusteella sähköiskun todennäköisyys oli erittäin pieni, vähemmän kuin 1/1 800 000. Varusteiden, esineiden ja rakenteiden todennäköisyys aiheuttaa sähköisku sijoittui 1/1 800 000:n...1/360 000 000:n välille.</p> <p>Riskiarvion tulosten perusteella suurin osa varusteista, esineistä ja rakenteista, joiden liittämiskäytännöt lisäpotentiaalintasaukseen olivat epäyhtenäisiä, voitiin jättää liittämättä lisäpotentiaalintasaukseen. Pienempi osa varusteista, esineistä ja rakenteista puolestaan suositeltiin liitettävän lisäpotentiaalintasaukseen ehdollisena.</p> <p>Tuloksia hyödynnettäessä tulisi huomioida riskianalyysissä käytetyt todennäköisyydet, jotka eivät olleet mitattuja tai testattuja vaan arvioituja alkutapahtumaa seuraavien tapahtumien todennäköisyyksiä.</p>	
Avainsanat	lisäpotentiaalintasaus, lääkintätila, riskianalyysi, sähköisku, todennäköisyys, hoitoalue, ohjeistus

Author Title Number of Pages Date	Kimmo Nieminen Supplementary Equipotential Bonding in Medical Locations – Towards unified policies 37 pages + 9 appendices 3 April 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Degree Programme in Electrical and Automation Engineering
Professional Major	Electric Power Engineering
Instructors	Vesa Sippola, Senior Lecturer Benjam Lytz, Leading Specialist
<p>The purpose of this study was to create a guideline of how to use supplementary equipotential bonding in group 1 (G1) and group 2 (G2) medical locations. The guideline was made for all designers who design medical locations, not only electrical engineers.</p> <p>A risk assessment was made to determine the probability of getting an electric shock from accessories and structures which are possible to touch in G1 and G2 medical locations. The method of analysis was Event Tree Analysis (ETA). In the analysis the possible outcome and their probabilities were identified after the occurrence of an initiating event was given. The analysis was especially allocated to specific accessories and structures which lack the unified policy of supplementary equipotential bonding.</p> <p>Also, an interview was made to a small number of employees that have years of experience working in medical locations. The aim of the interview was to get a perception from the interviewees and how they act with different electrical parts and systems and use them as they work. Another aim of the interview was to confirm the understanding of the author of this work about working in medical locations. Based on experience of the interviewees and the author of this work the reliability of the risk assessment was improved.</p> <p>As a result, the guideline to medical location designers was made using risk assessment of how to use the supplementary equipotential bonding in group 1 and group 2 medical locations. Based on the risk assessment the probability of electric shock is very small, less than 1/1 800 000. According to the results of the risk assessment, the probability of electric shock caused by accessories and structures was between 1/1 800 000...1/360 000 000.</p> <p>According to the results of the risk analysis, almost all accessories and structures which policies were not unified, should be elided from supplementary equipotential bonding. Instead, lesser volume of accessories and structures is recommended to be connected conditionally to supplementary equipotential bonding.</p> <p>When applying the results of this study, one should take into notice that probabilities on the Event Tree Analysis are conditional probabilities, the probability of functioning under conditions of the given initiating event, that is, probabilities were not measured or tested.</p>	
Keywords	supplementary equipotential bonding, medical location, risk analysis, electric shock, probability, patient environment, guideline

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Standardien laadinta Suomessa	1
2.1	Standardien vaatimuksia lääkintätiloille	4
2.2	Lääkintätilastandardin tarkoitus	5
3	Lisäpotentiaalintasauksen tarkoitus ja tavoite lääkintätiloissa	6
3.1	Sähkönsyöttöjärjestelmät ja suojaus sähköiskulta	6
3.2	Lääkintätilojen määritelmät ja tilaluokitus	7
3.3	Lisäpotentiaalintasauksen tarpeen arviointi	9
3.4	Hoitoalue	11
3.4.1	Lääkintätilastandardin vaatimukset	11
3.4.2	Hoitoalueen määritelmä	12
3.4.3	Lisäpotentiaalintasaus hoitoalueella	12
3.4.4	Käytännön kokemuksia hoitoalueesta ja leikkaussalityöstä	13
4	Käytännön ongelmia kaapeloinnissa, liitännöissä ja hygieniassa	15
5	Muuntojoustavuus ja tarkastukset	17
5.1	Muuntojoustavuuden huomiointi	17
5.2	Käyttöönotto- ja kunnossapitotarkastukset	18
6	Riskianalyysi	18
6.1	Riskianalyysin tarkoitus ja tavoite	18
6.2	Analyysimenetelmä	20
6.3	Tulokset	21
7	Suositus lisäpotentiaalintasauksen toteutusohjeeksi lääkintätiloissa	26
7.1	Suosituksen yleiset periaatteet	26
7.2	G1-tilat	30
7.3	G2-tilat	32

8	Yhteenveto	33
	Lähteet	35
	Liitteet	
	Liite 1. Esimerkkejä lääkintätilojen tilaluokittelusta	
	Liite 2. Kuva hoitoalueesta	
	Liite 3. Esimerkkilaskelma peilikaappi-valaisin-yhdistelmän todennäköisyydestä	
	Liite 4. Haastattelukysymykset	
	Liite 5. Esimerkki ryhmän 1 lääkintätilan potentiaalintasauksesta.	
	Liite 6. Esimerkki ryhmän 2 lääkintätilan potentiaalintasauksesta.	
	Liite 7. Lisäpotentiaalintasauksen esimerkkitoteutus G1- ja G2-tiloissa sekä symbolien selitteet	
	Liite 8. Suositus G1- ja G2-tilaluokan lääkintätilojen lisäpotentiaalintauskäytännöistä	
	Liite 9. Perusteet suosituksille	

Lyhenteet

CENELEC	<i>European Committee for Electrotechnical Standardization</i> . Eurooppalainen sähköalan standardointijärjestö.
DRUPS	<i>Diesel Rotary Uninterruptible Power Supply</i> . Dieselmoottorilla ja pyörivällä generaattorilla varustettu UPS-laite. Katkoton varavoimakone.
EMC	<i>Electromagnetic Compatibility</i> . Sähkömagneettinen yhteensopivuus.
ESD	<i>Electrostatic Discharge</i> . Staattisen sähkön purkaus.
FELV	<i>Functional Extra Low Voltage</i> . Jännite, joka ei ylitä pienoisjännitteen raja-arvoja (50VAC) ja järjestelmä täyttää standardin SFS 6000-4-41 kohdan 411.7 vaatimukset.
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i> . Kansainvälinen sähköalan standardointijärjestö.
IT	<i>Isolated Terra</i> . Kaikki jännitteiset osat on eristetty maasta tai yksi piste voi olla yhdistetty maahan impedanssin kautta.
PELV	<i>Protective Extra Low Voltage</i> . Sähköjärjestelmä, jossa jännite ei voi ylittää pienoisjännitettä (25VAC) normaaliolosuhteissa ja yhden vian tapauksessa mukaan luettuna maasulut toisessa piirissä.
SELV	<i>Safety Extra Low Voltage</i> . Sähköjärjestelmä, jossa jännite ei voi ylittää pienoisjännitettä (25VAC) normaaliolosuhteissa ja yhden vian tapauksessa luokun ottamatta maasulkua toisessa piirissä.
SESKO	Suomen Sähköteknillinen Standardisoimisjärjestö ry.
TN	<i>Terra Neutral</i> . Yksi piste on maadoitettu suoraan teholähteessä ja sähkölaitteiston jännitteelle alttiit osat on yhdistetty tähän pisteeseen suojamaadoitusjohtimilla.

TN-C	<i>Terra Neutral Combined.</i> Yhdistetty nolla- ja suojamaadoitusjohdin koko järjestelmässä.
TN-S	<i>Terra Neutral Separated.</i> Erillinen nolla- ja suojamaadoitusjohdin koko järjestelmässä.
TN-C-S	TN-C-S-järjestelmä. Nolla- ja suojamaadoitusjohdintoiminnot on erotettu erillisiksi johtimiksi osassa järjestelmää.
TT	<i>Terra Terra.</i> Yksi piste on maadoitettu suoraan ja sähköasennuksen jännitteelle alttiit osat on yhdistetty jakelujärjestelmän maadoituselektrodeista sähköisesti riippumattomiin erillisiin maadoituselektrodeihin.
UPS	<i>Uninterruptible Power Supply.</i> Keskeytymätön virransyöttö.
UPS-IT	Maasta erotettu järjestelmä, jota syötetään UPS-laitteella.

1 Johdanto

Tämä insinööriyö on syntynyt tarpeesta luoda yhtenäiset käytännöt lisäpotentiaalintasauksen käytöstä lääkintätiloissa. Insinööriyön tavoitteena on saada aikaiseksi ohjeistus lääkintätiloja suunnitteleville henkilöille. Työn toimeksiantajia ovat HUS-Tilakeskus ja Granlund Oy, jolle työ tehtiin.

Ohjeistuksen ajatellaan liittyvän normaaliin jokapäiväiseen toimintaan sekä koskevan sähkökäyttöisiä lääkintälaitteita ja -järjestelmiä normaalissa käytössä. Hätätilanteet ja muut yllättävät tai vaaralliset tilanteet eivät sairaalaympäristössä välttämättä anna mahdollisuutta valita hoitotyön suorituspaikkaa sähkön syötön perusteella. Työssä ja ohjeistuksessa oletetaan, että kunkin tilan käyttö vastaa sen käyttötarkoitusta.

Lisäpotentiaalintasauksen kokonaiskustannukset voivat olla suuret, ja ehdoton merkitys on sillä, tehdäänkö lisäpotentiaalintasauksen tarpeellisuuden arviointi (riskianalyysi) ja suunnittelu jo suunnitteluvaiheessa vai vasta rakennusvaiheessa lisätyönä.

Työssä käsitellään vain lisäpotentiaalintasausta. Vaikka pääpotentiaalintasaus, joka tehdään kaikissa rakennuksissa, on rakenteellisesti sama asia ja oleellinen suojausmenetelmä, ei sitä eikä muita suojaustapoja erikseen käsitellä. Niistä on saatavilla riittävästi tietoa muista lähteistä.

2 Standardien laadinta Suomessa

Suomen Sähköteknillinen Standardisoimisjärjestö ry (edellä SESKO) on sähköteknisen alan kansallinen standardointijärjestö ja kansainvälisen sähköalan standardointijärjestön IEC:n (International Electrotechnical Commission) sekä eurooppalaisen sähköalan standardointijärjestön CENELEC:n (European Committee for Electrotechnical Standardization) jäsen. SESKO edustaa Suomen sähköteknistä standardointia näissä kansainvälisissä yhteisöissä ja osallistuu niiden organisoimaan standardointiin jäsensopimustensa mukaisesti. SESKO vastaa sähköalan standardoinnista Suomessa sekä IEC:n ja CENELEC:n alueen EN-standardien saattamisesta SFS-standardeiksi. (1, s. 103.)

Suomessa tällä hetkellä käytössä oleva lääkintätilastandardi perustuu eurooppalaiseen standardiin CENELEC HD 60364-7-710: 2012 Low-voltage electrical installations - Part 7-710: Requirements for special installations or locations - Medical locations (2, s. 4). Kyseinen eurooppalainen standardi HD 60364-7-710: 2012 perustuu kansainväliseen standardiin IEC 60364-7-710 ed1.0 (2002-11) Electrical installations of buildings - Part 7-710: Requirements for special installations or locations - Medical locations (3, s. 2).

Kansainvälistä lääkintätilastandardia IEC 60364-7-710 ollaan uudistamassa (4). Kuvien 1 ja 2 avulla havainnollistetaan oleellinen ero lisäpotentiaalintasausta koskien. Vertailun kohteena ovat nykyisin voimassa oleva lääkintätilastandardi ja uusi ehdotus lääkintätilastandardiksi. Kuvassa 1 on esitetty otos nykyisin voimassa olevan standardin kohdasta, jossa käsitellään lisäpotentiaalintasausta (3, s. 10.)

710.415.2 Additional protection: supplementary protective equipotential bonding

710.415.2.1

Add:

In each medical location of group 1 and group 2, supplementary protective equipotential bonding shall be installed and the supplementary protective bonding conductors shall be connected to the equipotential bonding busbar for the purpose of equalizing potential differences between the following parts, which are located or which may be moved into the "patient environment":

- protective conductors;
- extraneous-conductive-parts;
- screening against electrical interference fields, if installed;
- connection to conductive floor grids, if installed;

NOTE 1 If, due to floor grid connection to the supplementary equipotential bonding, an earth loop is formed, the connection may be disregarded.

- metal screens of isolating transformers, via the shortest way to protective earthing conductor.

A sufficient number of supplementary equipotential bonding connection points for the connection of ME equipment shall be available in group 2 and are recommended in group 1 (see also 710.30).

NOTE 2 Fixed conductive non-electrical patient supports such as operating theatre tables, physiotherapy couches and dental chairs should be connected to the equipotential bonding conductor unless they are intended to be isolated from earth.

Kuva 1. Otos nykyisin käytössä olevasta lääkintätilastandardista (3, s.10).

Kuvasta 1 havaitaan, että muut johtavat osat (extraneous-conductive-parts) on määriteltävä ilman sivulauseita tai tarkentavia huomautuksia.

Kuvassa 2 esitetään ote uudesta ehdotuksesta lääkintätilastandardiksi (4). Uuden ehdotuksen kohta vastaa nykyisin voimassa olevan standardin kohtaa, kuten tekstistä ja numerosarjasta 710.415.2 voidaan päätellä

710.415.2 Additional protection: supplementary protective equipotential bonding

Add:

710.415.2.101

In each medical location of group 1 and group 2, supplementary protective equipotential bonding shall be installed and the supplementary protective bonding conductors shall be connected to the equipotential bonding busbar for the purpose of equalizing potential differences between the following parts, which are located or which may be moved into the "patient environment":

- supplementary equipotential bonding connection points for the connection of ME equipment shall be available in group 2 locations and considered in group 1;
- extraneous-conductive-parts, unless they are intended to be isolated from earth;
- screening against electrical interference fields, if installed;
- connection to conductive floor grids, mesh and tapes, including those for static protection, if installed;
- metal screens of isolating transformers, cable shields, etc., via the shortest path to protective earthing conductor.

Kuva 2. Ote ehdotetusta lääkintätilastandardista (4, s. 15).

Kuten kuvasta 2 havaitaan, muiden johtavien osien (extraneous-conductive-parts) lisäksi luettelmaan osaan on lisätty sivulause. Suomennettuna kyseinen kohta tarkoittaa, että muut johtavat osat pitää liittää lisäpotentiaalintasaukseen, elleivät ne ole tarkoitettu olemaan erillään maasta. Ehdotuksessa olevasta lisäyksestä voidaan päätellä, että ainakin kyseinen kohta on harkinnan alla kansainvälisellä tasolla. Tämä insinööriyö käsittelee muita johtavia osia tarkemmin varsinkin luvussa 7. Edotusta uudeksi lääkintätilastandardiksi ei ole vielä hyväksytty.

SESKO:lta ilmestyy kuukausittain lausuntopyyntöt, joihin vastaamalla standardin laadintaan osallistuu omilla lausunnoillaan muita sähköalan toimijoita sekä alalla toimivia yrityksiä, muun muassa Sähkösuunnittelijat NSS ry (5). Suomessa Standardoimisliitto SFS ry antaa erityisvaatimukset sähköasennuksille lääkintätiloissa ja hoitoalueilla standardisarjan SFS 6000 osassa 7-710 opastavine liitteineen (edellä lääkintätilastandardi) (2, s. 5).

2.1 Standardien vaatimuksia lääkintätiloille

Suomessa lääkintätilastandardi on tarkoitettu julkaisuksi, jota noudattamalla täytetään sähköturvallisuuslain ja sen perusteella annettujen valtioneuvoston asetusten vaatimukset sähköalan osalta. Lääkintätilastandardissa on esitetty erityismenettelyt sähköiskulta suojautumista varten yleisten SFS 6000 -sarjan osien 1–6 vaatimusten lisäksi. Lääkintätilastandardia pitää käyttää yhdessä yleisten osien kanssa, ja jos lääkintätiloja koskevassa osassa ei ole tiettyyn kohtaan erityisiä vaatimuksia, pätee yleisessä osassa olevat vaatimukset. Standardissa esitetään sähköasennuksille vähimmäisvaatimukset, joita käyttämällä saavutetaan riittävä turvallisuustaso. Standardissa esitettyä tasoa parempia ratkaisuja turvallisuuden parantamiseksi saa tosin käyttää. (6, s. 5.)

EMC-suojaus

Sähkökäyttöisiä lääkintälaitteita koskevat sähkömagneettisen yhteensopivuuden (EMC) (Electromagnetic Compatibility) asettamat sieto- ja päästövaatimukset määritellään standardissa SFS-EN 60601-1-2. Asetettuja vaatimuksia noudattamalla laitteen oletetaan täyttävän olennaiset vaatimusten mukaisuudet sähkömagneettisen yhteensopivuuden osalta. (7, s. 84.)

Suojaus staattisen sähkön purkauksilta

Lääkintätilastandardi (2, s. 14) suosittelee staattisen sähkön muodostumisen ehkäisyä. Ehkäisyllä vältetään ja ehkäistään mahdollisia staattisen sähkön purkauksia (ESD, Electrostatic Discharge), jotka koetaan epämiellyttävinä. Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen tutkimusraportissa (8, s. 46) todetaan, että hoitohenkilökunnan liiallinen sähköstaattinen varautuminen on merkittävin staattisen sähkön aiheuttama riski lääkintälaitteiden luotettavalle toiminnalle lääkintätiloissa. Staattisen sähkön purkaus voidaan kokea erittäin epämiellyttäväksi ja sitä saatetaan joskus luulla todelliseksi sähköiskuksi. Varsinkin talvisin, kun ilma ja iho ovat kuivempia kuin kesäisin, on staattiselle varautumiselle ja siten myös staattisen sähkön purkauksille otolliset olosuhteet. Standardissa SFS-EN IEC 61340-6-1 staattisen sähkön purkaus määritellään

lähietäisyydellä tai suorassa kontaktissa tapahtuva sähkövarauksen siirtyminen kahden eri sähköisessä potentiaalissa olevan kappaleen välissä (9, s. 9).

Samassa standardissa (9, s. 10) annetaan tiloja koskevat yleiset vaatimukset, mainitaan staattisen sähkön vaaratilanteita ja annetaan staattisen sähkön hallintavaatimukset. Yleisesti tunnetut staattisen sähkön vaaratilanteet ovat sähkölaitteiden vikaantuminen tai häiriintyminen, staattisen sähkö vetovoiman aiheuttama kontaminaatio, tulenarkojen aineiden syttyminen sekä henkilöihin kohdistuva staattisen sähkön isku. Kyseisen standardin vaatimukset eivät kuitenkaan sovellu standardissa SFS-EN 60601-1 määritellyille sähkökäyttöisille lääkintälaitteille.

Lääkintätiloja koskevat potilaan hoidon aikaiset vaaratilanteet voivat saada aikaan sähkölaitejärjestelmien toiminnan menetyksiä ja siten lisätä potilasturvallisuusriskiä. Lääkintälaitteiden korjauskustannukset voivat myös lisääntyä ja sähköinen tieto korruptoitua, jos staattisen sähkön hallinta on riittämätöntä. Staattisen sähkön purkaus voi olla riittävän korkea aiheuttaakseen kipuaistimuksen joko henkilökunnalle tai potilaalle. (9, s. 10–11.)

Maadoituksella voidaan vähentää purkauksia, jotka lähtevät ihmisen kehosta tai eristetyistä johtimista. Tällä tarkoitetaan, että johtavat osat liitetään potentiaalintasaukseen. Samoin myös ihmiset liitetään riittävällä varmuudella samaan potentiaaliin esimerkiksi tarkoitukseen soveltuvien ESD-kenkien sekä ESD-lattian välityksellä. Henkilökohtaisen kokemuksen perusteella sähköä johtavia siirrettäviä esineitä, kuten potilassänkyjä, tippatelineitä tai istuimia, ei lääkintätiloissa tavallisesti kytketä lisäpotentiaalintasaukseen. Staattisen sähkön hallinnan kannalta, kaikkien johtavien osien maadoittaminen lattian kautta tai suora sähköinen kytkentä toiminnalliseen maahan, olisi välttämätöntä. Staattisen sähkön hallinnan kannalta sekä purkauksien tehokkaan vähentämisen edistämiseksi kannattaisi muun muassa juuri siirrettävät metalliesineet maadoittaa. Myös asianmukaiset materiaalit sekä henkilömaadoitus, esimerkiksi käyttämällä varausta poistavia ESD-jalkineita, vähentävät staattisen sähköiskun todennäköisyyttä. Näin on varsinkin lääkintätiloissa, joissa käytetään staattista sähköä poistavia lattioita sekä lääkinnällisiä laitteita. (8, s. 15; 9, s. 10–11.)

2.2 Lääkintätilastandardin tarkoitus

Lääkintätilastandardin tarkoituksena on varmistaa lääkintätiloja käyttävien henkilöiden turvallisuus. Sekä potilasturvallisuudesta että henkilökunnan turvallisuudesta täytyy

varmistua ja tarvittaessa käyttää erityistoiminpiteitä riittävän turvallisuuden takaamiseksi. Lääkintätiloihin liittyvät vaatimukset koskevat pääasiassa sairaaloita, yksityisiä klinikoita, terveysasemia ja työpaikkojen erityisesti terveydenhuoltoon tarkoitettuja tiloja. Sähkökäyttöisiä lääkintälaitteita koskee standardi SFS-EN 60601. (2, s. 5.)

3 Lisäpotentiaalintasauksen tarkoitus ja tavoite lääkintätiloissa

Lääkintätiloja koskevan standardin mukaan lisäpotentiaalintasauksen tarkoituksena on suojata lääkintätiloja käyttäviä henkilöitä sähköiskulta vian sattuessa, ja sitä pidetään vikasuojauksen täydennyksenä. Lisäpotentiaalintasauksella pienennetään samanaikaisesti kosketeltavien johtavien osien välisiä potentiaalieroja. Näillä osilla tarkoitetaan sähkökäyttöisten lääkintälaitteiden ja lääkintälaittejärjestelmien sekä muiden sähkölaitteiden jännitteelle alttiita osia ja muita johtavia osia, jotka voivat tuoda lääkintätilaan vieraan potentiaalin. (2, s. 28–29.)

3.1 Sähkönsyöttöjärjestelmät ja suojaus sähköiskulta

Yhden lääkintätilan sähkönsyöttöön saatetaan käyttää useita eri sähkönsyöttöjärjestelmiä. Yleisesti käytetään normaali-, varavoima-, UPS-, DRUPS-, UPS-IT- sekä IT-syöttöjä. (UPS, Uninterruptible Power Supply; DRUPS, Diesel Rotary Uninterruptible Power Supply; UPS-IT, Uninterruptible Power Supply – Isolated Terra; IT, Isolated Terra.) Sähköisku on standardin SFS 6000-1 määritelmän mukaan

fysiologinen vaikutus, jonka sähkövirta aiheuttaa kulkiessaan ihmisen tai eläimen kehon kautta (6, s. 18).

Ihminen tai eläin voi siis saada sähköiskun, jos kahden johtavan osan välillä on riittävä jännite-ero ja toiseen johtavaan osaan kosketaan. Tällöin virta pääsee kulkemaan kehon kautta. Esimerkiksi, jos pistorasiaa syötetään yleisesti käytössä olevalla 230 voltin verkkojännitteellä ja pistorasia muuttuu vian seurauksena jännitteiseksi. Tällöin jos pistorasiaan kosketaan, saadaan sähköisku.

Ryhmän 2 lääkintätiloissa käytettävä IT-järjestelmä on tarkoitettu pääasiassa sähkökäyttöisiä lääkintälaitteita syöttäviä pistorasiaryhmiä varten (2, s. 28). IT-järjestelmissä

yksittäisen (ensimmäisen) vian sattuessa vikavirta suuren impedanssin vuoksi on pieni eikä syötön automaattisen poiskytkennän vaatima laukaisuehto toteudu. Toisen vian sattuessa kosketusjännite saa olla suurempi, mutta poiskytkennän tulee 1-vaiheisessa verkossa 230–400 voltin nimellijännitteellä tapahtua TN-järjestelmän (Terra Neutral) mukaisesti 0,4 sekunnissa. (10, s. 8–12.) IT-järjestelmässä syöttö ei saa kytkeytyä pois ensimmäisestä viasta, koska syötön katkeaminen voi aiheuttaa välittömän vaaran potilaille (10, s. 12; 2, s. 7). Lääkintätilastandardin (2, s. 10) mukaan G1- ja G2-ryhmien lääkintätiloissa suurin jatkuva kosketusjännite ei saa ylittää 25 V:a vaihtojännitteellä.

Lääkintätilastandardin mukaan lääkintä-IT-järjestelmää käytettäessä ei saa käyttää lisäsuojauksia vikavirtasuojilla (2, s. 10). Muita sähkönsyöttöjärjestelmiä käytettäessä saa sähkönsyöttöryhmien suojausmenetelmänä käyttää mitoitusvirraltaan 30 milliampeerin vikavirtasuojaa vain, jos kyseessä on sähkönsyöttö laitteelle, joka ei ole elintoimintoja ylläpitävä. Tässä tapauksessa tämä koskee vaihtosähköllä toimivia, yleiseen käyttöön tarkoitettuja mitoitusvirraltaan enintään 32 ampeerin pistorasioita, joita todennäköisesti käyttävät maallikot. (10, s. 9.) Näihin kuuluvat esimerkiksi tavalliset normaali- ja varavoi-maverkosta syötön saavat pistorasiat. Sitä vastoin lääkintälaitteet, esimerkiksi diatermia ja hengityskone, ovat laitteita, joiden syöttöjärjestelmänä käytetään IT-järjestelmää eikä niiden suojaukseen saa käyttää vikavirtasuojaa.

Ryhmän 1 lääkintätiloissa ei vaadita käytettävän IT-järjestelmää, jolloin muut edellä mainitut sähkönsyöttöjärjestelmät ovat käytettävissä. Tällöin kun käytössä on korkeintaan 32 ampeerin ryhmäjohtot pistorasioille, on käytettävä mitoitusvirraltaan enintään 30 milliampeerin vikavirtasuojia.

3.2 Lääkintätilojen määritelmät ja tilaluokitus

Lääkintätilastandardi määrittelee lääkintätilan

tilaksi, jossa potilaita tutkitaan, hoidetaan (mukaan luettuna kosmeettinen hoito) ja valvotaan sähkökäyttöisten lääkintälaitteiden avulla (2, s.6).

Lääkintätilyryhmät ovat määritelty lääkintätilystandardissa, jossa ne luokitellaan kolmeen ryhmään:

Ryhmällä 0 (G0, Group 0) tarkoitetaan

tilaa, jossa ei ole tarkoitus käyttää mitään sähkökäyttöisen lääkintälaitteen liityntäosia, ja jossa syötön keskeytys (vika) ei voi aiheuttaa välitöntä hengenvaaraa (2, s. 7).

Ryhmällä 1 (G1) tarkoitetaan

lääkintätilaa, 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 (2, s. 7).

Ryhmällä 2 (G2) tarkoitetaan

lääkintätilyä, 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 (2, s. 7).

Huom. 1 Sydämenläheisessä toiminnassa sähköjohdin sijoitetaan potilaan sydämeen tai se tulee todennäköisesti kosketukseen sydämen kanssa samalla, kun johdinta voidaan koskettaa potilaan kehon ulkopuolelta. Tässä yhteydessä sähköjohdin käsittää eristetyt johtimet kuten sydäntahdistinelektrodit tai sydämenläheiset EKG-elektrodit (EKG = sydänsähkökäyrä) tai eristetyt putket, jotka on täytetty johtavalla nesteellä. (2, s. 7.)

Ryhmän 0 tiloja tässä työssä ei käsitellä, koska määritelmän mukaan ryhmän 0 tila ei ole lääkintätily, koska siellä ei käytetä sähkökäyttöisiä lääkintälaitteita. Edellä tekstissä käytetään G1- ja G2-tekstiasua tarkoittamaan lääkintätilyryhmiä 1 ja 2. Ryhmien G1 ja G2 määritelmistä voi todeta, että niiden erot perustuvat sähkökäyttöisten lääkintälaitteiden liityntäosien käyttötarkoitukseen sekä sähkönsyötön keskeytyksen mahdollisuuteen aiheuttaa hengenvaara tai uhka potilasturvallisuudelle. Lääkintätilystandardissa esiintyvä esimerkki lääkintätilytiloista ja niiden luokittelusta on liitteessä 1.

Lääkintätiloissa määritellään yleensä vielä erikseen hoitoalue, joka lääkintätilastandardin mukaan määritellään

alueeksi, 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 (2, s. 8).

Huom. 2 Tämä on voimassa silloin, kun potilaan sijoituspaikka on määritelty ennalta. Jos sijoituspaikkaa ei ole määritelty, kaikki potilaan mahdolliset sijoitukset pitäisi ottaa huomioon. (2, s. 8.)

3.3 Lisäpotentiaalintasauksen tarpeen arviointi

Suomessa lisäpotentiaalintasauksesta lääkintätiloissa ja hoitoalueella on syntynyt useita erilaisia käytäntöjä ja toimintatapoja eri yliopisto- ja keskussairaaloissa. Eroavaisuuksia löytyy, kun tarkastellaan laitteita, tarvikkeita ja rakenteita, joita on listattu taulukoissa 1 ja 2. Tässä työssä viitattu esitys on tehty kyselyllä, johon ovat vastanneet pääasiassa eri sairaanhoitopiirien yliopisto- ja keskussairaaloiden käyttöpäälliköt, sähkökäytön johtajat sekä Granlund konsernin sairaalasuunnittelijat.

Selkeimmät yhteneväiset lisäpotentiaalintasaukäytännöt koskevat taulukossa 1 listattuja, enimmäkseen kiinteitä taloteknisiä asennuksia, eikä näitä käytäntöjä ole tarve muuttaa. (11.)

Taulukko 1. Taloteknisiä asennusosia (11).

Johtokanavan runko	Kaasuputket
Tutkimusvalaisimien rungot	Jäähdytysputket
Toimenpidevalaisimien rungot	Lämpöpatterit ja -putket
Kattovarsien rungot	Kattokeskukset
IV-kanavat	Pesualtaan viemäri
Vesijohdot	Sähkökeskukset
Sähkökeskus tai -keskukset G1- tai G2-tilassa	

Suurimmat erot käytännöissä liittyvät kevyisiin ja pienempiin varusteisiin. Nämä varusteet, esineet ja rakenteet ovat listattu taulukossa 2. Tästä sekalaisen tarvikkeiden ja rakenteiden taulukosta löytyy yhteneväisiä käytäntöjä esimerkiksi joidenkin telineiden ja

peilien sekä koukkujen osalta. Taulukossa 2 lihavoidulla tekstillä on korostettu varusteet, esineet ja rakenteet, joiden käytännöt eri sairaanhoitopiireissä ovat yhtenevät. (11.)

Taulukko 2. Lääkintätiloissa mahdollisesti käytettäviä varusteita, esineitä ja rakenteita (11).

Väliverhokiskot	Saippua-automaatti
Ikkuna verhokiskot	Mukiteline
Sähkökäyttöiset pimennysverhot	Jätepussiteline 2 (kannella)
Laitekiskot	Liukupatjateline
Ilmoitustaulu	Letkuteline
Tussitaulu/Ilmoitustaulu magneettinen	Lankakori
INVA-WC:n käsituet	Hoitajakutsulangan kannatin
Käsikaide INVA-WC:n ovesa	RTG-valotaulut
Pesualtaan tukiraudat	Paperilakanateline
Vaatekoukut	Sädesuojateline
Käsinelaatikkoteline	Tippakoukku
WC-harjateline	Potilasvalaisin
WC-paperiteline	Monipalvelupääte
Suihkuistuimen runko	Hyllyt ja/tai kannakkeet
Lastenhoitotason runko	Pöytien rakenteet
Siivousvälineteline	Katon runkorakenteet
Peili	Ikkunankarmit
Peilikaappi, ei valaisinta	Puolijohtava matto
Peilikaappi + valaisin	Törmäyssuojat ja listat
Pesuainekori	karmien kulmasuojat
Desinfiointiaineannostelija	oven potkulevy
Jätepussiteline	ovensulkija
Käsipyyheteline	IV-säleikkö ovesa
Saippua-annostelija/suihkutilat	

Taulukoissa 1 ja 2 esiintyvät tuotteet eivät edusta kaikkia mahdollisia hoitoalueella tai muualla lääkitätilassa käytössä olevia tai sinne siirrettäviä varusteita, esineitä ja rakenteita. Tässä työssä pyritään antamaan riskiarvion kautta perusteltu luokittelu edellä mainituille tuotteille. Tätä luokittelua voidaan käyttää apuna, kun arvioidaan yksittäisen tuotteen osalta sen lisäpotentiaalintausjärjestelmään liittämisen tarpeellisuutta.

3.4 Hoitoalue

Lääkintätilastandardissa hoitoalueen määritelmä on peräisin kansainvälisestä lääkintälaitestandardista IEC 60601 (12, s. 441), jossa se on määritetty alueeksi, joka ylittää vähintään 1,5 metrin etäisyydelle potilaasta vapaassa tilassa, kuten liitteestä 2 havaitaan. Kyseisessä kansainvälisessä standardissa 1,5 metrin etäisyyden vain todetaan olevan käytännössä perusteltu (12, s. 439). Tarkempia kuvauksia perusteluina mainituista käytännöistä ei standardissa ole.

3.4.1 Lääkintätilastandardin vaatimukset

Lisäpotentiaalintasaukseen on lääkintätilastandardin mukaan liitettävä hoitoalueella olevat tai hoitoalueelle mahdollisesti siirrettävät

- 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 liittäipaikkoja 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. (2, s. 12.)

Luetelman toinen kohta ”muut johtavat osat” tulkitaan kattavan käytännössä kaikki hoitoalueella olevat tai sinne siirrettävät laitteet ja osat. Kuitenkin standardisarjan SFS 6000 yleisen osan ensimmäisessä osassa (SFS 6000-1) määritellään erikseen muut johtavat osat, joita voivat olla:

- rakennuksen rakenteen metalliosat
- metalliset kaasu- vesi-, lämmitys yms. putkistot
- seinät, jotka eivät ole eristäviä (5, s. 20).

Määritelmän mukaan muu johtava osa on jokin sähköasennukseen kuulumaton osa, jossa voi esiintyä tietty potentiaali, yleensä paikallisen maan potentiaali (5, s. 20).

Asiantuntijahaastattelun perusteella ei hyllyjen ja kannakkeiden tai vastaavien rakennesien liittämistä lisäpotentiaalintasaukseen vaadita. Saman haastattelun perusteella tuli esiin, että aiemmin vaadittiin johtokanavien kansien liittämistä lisäpotentiaalintasaukseen. Tästä vaatimuksesta on luovuttu, koska on erittäin epätodennäköistä, että johtokanavan kannessa voi olla muu potentiaali kuin rungossa. (13.)

3.4.2 Hoitoalueen määritelmä

Koska lisäpotentiaalintasauksen tarve hoitoalueella määritellään standardissa, on tarkasteltava hoitoalueen määritelmän perusteita. Hoitoalueen määritelmä ja rajat ovat eurooppalaisen standardin EN 60601-1:2006 mukaan todettu käytännössä, kuten edellä tekstissäkin on mainittu. (12, s. 439.)

Hoitoalueen rajattu määritelmä (kts. edellä tekstissä sivulla 8 ja liite 2) on voimassa oleva, jos potilaan sijoituspaikka on ennalta määritetty, mutta jos sijoituspaikkaa ei ole määritetty, tulisi kaikki mahdolliset sijoitukset ottaa huomioon. Jos hoitoalueen määrittelystä poiketaan, tulee hoitoalueen määrittelyssä käyttää riskiarviointia (14, s. 2). Tällöin, kun hoitoaluetta ei ole tarkkaan määritetty, liitteen 2 esittämä kuva hoitoalueen 1,5 metrin etäisyydestä vapaassa tilassa todennäköisesti laajenee kattamaan käytännössä koko tilan. Tämä voi olla G1-tiloissa tarkoituksenmukaisempaa verrattuna G2-tilaan, koska G1-tilassa potilas on todennäköisesti yhdistettynä lääkintälaitteeseen ja potilas on hereillä tai herätettävänä. Hereillä olevan potilaan mahdollisuus liikkua samanaikaisesti liitettyä lääkintälaitteeseen on mahdollista ja todennäköistä.

3.4.3 Lisäpotentiaalintasaus hoitoalueella

Lisäpotentiaalintasauasta vaaditaan käytettävän G1- ja G2-tiloissa hoitoalueella tai hoitoalueelle mahdollisesti siirrettävien osien välillä. Hoitoalueeksi määritellään tavallisesti G1-tilassa koko huone, esimerkiksi koko potilashuone tai pesuhuone. Sekä G1- että G2-tilojen hoitoalue tulisi pyrkiä määrittämään tilan käyttäjien kanssa mahdollisimman tarkasti. (2, s. 9, 23, 30.)

Haastetta hoitoalueen määrittämiseen tuo lääkintätilojen käyttötarkoituksen sekä laite- ja varustelutason tarkentuminen suunnittelun edetessä. Tarkat suunnitelmat

lääkintätiloissa käytettävistä laitteista saattavat selventyä vasta rakentamisaikana tai lähempänä rakennuksen valmistumista. Hoitoalueen tarkemman ja tarkoituksenmukaisemman rajauksen seurauksena saatettaisiin välttyä joiltakin "varmuuden vuoksi" tehdyiltä asennuksilta sekä varmennustarkastajan aiheuttamien lisätöiden "uhalta". Tällöin esimerkiksi välttyttäisiin seinissä kiinteästi olevien vaatekoukkujen, telineiden ja erilaisten kannakkeiden liittämisläisistä lisäpotentiaalintasaukseen. Koska kyseiset osat ovat kiinteitä, ne eivät ole hoitoalueella eikä niitä olla siirtämässä sinne.

3.4.4 Käytännön kokemuksia hoitoalueesta ja leikkaussalitehtävistä

Tavallisesti G2-tiloissa hoitotaso eli leikkauspöytä sijaitsee lähes keskellä leikkaussalia. Hoitotasolla ollessa potilas liitetään lääkitäilaitteisiin, joilla muun muassa monitoroidaan elintoimintoja, hengitetään potilaan puolesta, annetaan lääkkeitä, hidastetaan ja tyrehtytetään verenvuotoa, poistetaan savua ja käsitellään kudoksia. Liittäminen lääkitäilaitteisiin ennen varsinaista kirurgista toimenpidettä suoritetaan potilaan ollessa leikkaustasolla joko vaakatasossa tai istuen. Lääkitäilaitteisiin liitettynä ei potilaan anneta turvallisuussyihin vedoten seistä leikkaustasolla lääkitäilaitteissa, vaikka hän siihen fyysisesti kykenisikin.

G2-tiloissa, esimerkiksi leikkaussalissa, potilasta pyritään siirtämään tai liikuttamaan mahdollisimman vähän sähkökäyttöiseen lääkitäilaitteeseen tai -laitejärjestelmään liitettynä. Leikkaustasoa sekä siten potilasta voidaan siirtää toimenpiteen vaatimuksesta moneen eri asentoon tai esimerkiksi hätätilanteen perusteella.

Potilaan siirtäminen leikkaustasolta takaisin potilassänkyyn periaatteessa laajentaa hoitoaluetta, koska siirtymisen aikana ja sen jälkeen osa lääkitäilaitteista voi olla vielä liitettynä tai yleensä liitetään vielä lyhyeksi ajaksi potilaaseen. Jos valvontapaikkaan siirryttäessä on tarpeen seurata elintoimintoja, toteutetaan seuranta kannettavilla akkukäyttöisillä laitteilla, jotka tavallisesti kytketään potilaaseen ennen siirtoa potilassänkyyn. Tällöin ei ole tarpeellista ajatella hoitoalueen laajentuvan, koska siirtämisen aikana potilaaseen kytketyt sähkökäyttöiset lääkitäilaitteet ovat akkukäyttöisiä ja ne on kytketty irti sähkönsyöttöverkoista.

Vaikka lääkintätilastandardin (2, s. 28–29) opastavassa osassa on annettu G2-tiloissa ohjeeksi liittää lisäpotentiaalintasaukseen muun muassa laitteiden ripustamiseen tarkoitettut kiskot ja leikkausalivalaisimien (yleisvalaisimien) rungot, on epätodennäköistä, että kiinteästi katossa sijaitsevilla yleisvalaisimilla kosketettaisiin samaan aikaan kuin muuta johtavaa osaa. Samoin voi ajatella muidenkin katossa olevien pienikokoisten kattoluukkujen tai -kansien kanssa.

Sähköiskuja lääkintätiloissa

Sähköiskuja on raportoitu sairaaloissa aikaisemmin. Esimerkiksi vuonna 1979 julkaistiin raportti (15) sähköiskusta leikkaussalissa, jota seurasi menehtymien kaksi viikkoa tapahtuman jälkeen. Sähköiskun syynä oli sopimattoman ja viallisen jalkatoimisen kytkimen käyttö, joka oli liitetty leikkaustason rungon alaosaan. Kytkin oli myös liitetty sähkötoimiseen imulaitteistoon, jota kytkimellä käytettiin. Potilaaseen oli liitetty sydämen sähkökäyrän seurantaan tarkoitettu monitori, joka oli maadoitettu ja jonka todettiin sulkeneen sähköiskun aiheuttaneen piirin. Riittävään suuren resistanssin omaavat jalkineet estivät hoitohenkilökunnan sähköiskun.

Muutamia tapauksia on esiintynyt myös edellisen esimerkin lisäksi pääosin 1970–1980-luvuilla. Vuonna 1970 julkaistussa artikkelissa (16) mainittiin kolmesta tapauksesta, jossa tahdistamisen aikainen mittaus johti sähköiskuun sähkölaitteiden kautta. Vuonna 1973 julkaistussa artikkelissa (17) sydänkäyrän seurantaan käytettyyn laitteeseen ilmeni häiriötä, jolloin laitteen virtajohto käskettiin kytkeä eri pistorasiaan, jolloin potilas ja kirurgi saivat sähköiskun. Sähkölaitteen virtajohto oli väärin johdotettu, maadoitusjohdin oli yhdistetty nollajohtoon. Myös tapauksessa käytetty toinen pistorasia oli väärin kytketty, napaisuus oli käännetty. Vuonna 1987 julkaistussa raportissa (18) sydänsähkökäyrän liitosjohtimet liitettiin epähuomiossa 120 voltin jännitelähteeseen.

Artikkeleissa tapauksia yhdistäviä tekijöitä ovat inhimilliset virheet laitteiden kytkennässä ja asennuksessa sekä niiden käytössä. Huomioitava on myös artikkeleissa kuvattujen tapausten ajankohta, joka ulottuu 1960-luvulta 1980-luvuille eikä niitä ole järkevää verrata esimerkiksi 2000-luvulla rakennettuihin lääkintätiloihin.

4 Käytännön ongelmia kaapeloinnissa, liitännöissä ja hygieniassa

Lisäpotentiaalintasauskiskon tulee sijaita lääkintätilassa tai sen lähellä. Suositus on, että IT-järjestelmän muuntajan etäisyys kulutuskojeesta, ei pistorasiasta, on alle 25 metriä. Jos jakokeskus sekä IT-järjestelmän muuntajat ovat lääkintätilan lähellä, lääkintätilojen lisäpotentiaalintasauskiskot voidaan liittää sähkötilan lisäpotentiaalintasauskiskoon, joka liitetään ryhmäkeskuksen suojakiskoon. Liitoksessa käytettävän johtimen tulee olla vähintään suurimman lisäpotentiaalintasauskiskoon liitetyn johtimen vahvuinen, suositeltu vahvuus on 16 mm²:n kuparijohdin. Liitäntöjen tulee olla luokse päästävässä, hyvin merkittyjä, helposti nähtävissä sekä yksittäin irrotettavissa, että määräaikaismittaukset ja kunnossapitotarkastukset pystytään suorittamaan. Joitakin kompromisseja täytyy tehdä, että täytetään sähköturvallisuusvaatimukset ja tilat pyritään suunnittelemaan mahdollisimman toimiviksi niiden käyttötarkoitusta ajatellen. (19, s. 39; 2, s. 12–14, 28)

Kokemuksen perusteella lisäpotentiaalintasauskiskot sijoitetaan lääkintätiloihin alakattojen yläpuolelle. Leikkaussaleissa useasti lisäpotentiaalintasauskiskot sijoitetaan ohjauskeskukseen, jossa ryhmäkeskuskin on. Lääkintäsuojaerotusmuuntajaa ei tarvitse liittää lisäpotentiaalintasaukseen, jos lääkintäsuojaerotusmuuntaja on ryhmäkeskuksessa. Jos kyseessä on siirrettävää lääkintäsuojaerotusmuuntaja, tulee niiden kotelo liittää lisäpotentiaalintasaukseen, mikäli se on hoitoalueella tai siirretään sinne.

Lisäpotentiaalintasausjohtimen liitokset lisäpotentiaalintasauskiskoon suositellaan tehtävän ruuviliitoksin, merkittävän numeroilla tai johtimien osoitteilla sekä vastaavasti sähkösuunnitelmiin. Sähkölaitteita syöttäviä pistorasioiden määrää kannattaa potentiaalintasauksen vuoksi rajoittaa siten, että yksi ryhmäjohto voi syöttää enintään 12 laitetta. Lisäpotentiaalintasausjohtimena käytetään tavallisesti vähintään 6 mm²:n vahvuista, eristettyä keltavihreää kuparijohdinta. Johtokanavat ja pesualtaat sekä muut asennuskokonaisuudet voi asentaa ketjutettuna tai haaroitettuna verkkona huolehtien, ettei yhden kojeen poistaminen aiheuta muiden irtoamista lisäpotentiaalintasauskiskojen. (20, s. 156.)

Lisäpotentiaalintasausjohtimien asentaminen jälkikäteen, sairaalan ollessa toiminnassa, aiheuttaa turhia kustannuksia ja haittaa tilojen käytölle sekä yleisesti käyttäjän toiminnalle. Ylimääräinen poraaminen ja rakenteiden muokkaaminen tuottaa rakenteista

irtoavaa pölyä sekä epäpuhtauksia lääkintätilaan. Tällöin tila puhdistetaan sähkötöiden vuoksi mahdollisesti uudestaan, jolloin varsinainen toiminta saattaa viivästyä. Jälkityönä asennetut lisäpotentiaalintasausjohtimet aiheuttavat myös tilojen hygieniasta huolehtiville lisätyötä. Jos on mahdollista, kannattaa mahdolliset liitokset tehdä tilan ulkopuolella, mutta sen välittömässä läheisyydessä (20, s. 156; 2, s. 13).

Asennuksista vastuussa olevilta henkilöiltä vaaditaan ammattitaitoa ja tuntemusta lääkintätilojen asennusvaatimuksista. Valioneuvoston asetus sähkötyöstä ja käyttötyöstä vaatii, että

työt on suoritettava huolellisesti ja ammattitaitoisesti vaarantamatta kenenkään henkeä tai terveyttä. Työssä on noudatettava vakiintuneita, turvallisiksi todettuja työmenetelmiä. (21.)

Tällöin oikein ja huolellisesti tehtyjen asennusten seurauksena voidaan välttyä esimerkiksi väärin kytkentöjen tai löysien liitosten, aiheuttamilta vaaratilanteilta. Tietysti täytyy huomioida esimerkiksi ajan kuluessa tapahtuva löystyminen, johon ei voi vaikuttaa asennushetkellä.

Suunnittelun lisäksi ylimääräisiä kustannuksia voi aiheutua myös asennustyöstä. Jos esimerkiksi asennustyön aikana huomataan puutteita lisäpotentiaalintasausjärjestelmässä, ilmoitetaan siitä luonnollisesti työnjohtolle. Työnjohtajan tulisi varmistaa suunnitelmien perusteella onko ”puutteet” todellisia vai onko suunnitelma sekä tilaajan vaatimukset että sähköturvallisuusvaatimukset täyttävä. Tämän työn tuloksena syntynyt ohjeistus saattaa vähentää ”epävarmojen” esineiden tai varusteiden turhaa lisäämistä lisäpotentiaalintasaukseen, jonka tarkoituksena on vain varmennustarkastuksen läpimenon varmistaminen. Tällaisten toimintatapojen poisoppiminen vaatii hyviä ja kattavia lähtötietoja sekä hoitoalueen tarkempaa suunnittelua ja yhteistyötä lääkintätiloja käyttävän henkilökunnan ja suunnittelijoiden kesken. Myös kohteen käytönjohtajan ja varmennustarkastajan kanssa kannattaa tehdä yhteistyötä heti kun valitut henkilöt ovat tiedossa.

5 Muuntojoustavuus ja tarkastukset

5.1 Muuntojoustavuuden huomiointi

Muuntojoustavuudella voidaan tarkoittaa rakennuksen tai tässä tapauksessa tilan kykyä mukautua eri käyttötarkoitusta vastaavaksi elinkaarensa aikana (22, s. 513). Jos tila tai rakennus ei joustoon kykene, voidaan tila todeta vanhanaikaiseksi. Lisäpotentiaalintasauksen osuus lääkintätilojen muuntojoustavuudessa on merkittävä, ja se on huomioitava suunnittelussa. Jos esimerkiksi muutetaan G1-tilaa G2-tilaksi, muuttuvat samalla myös vaatimukset lisäpotentiaalintasauksen toteuttamisesta. Myös Lääkintätilojen käyttötarkoitus ja hoitomuodot saattavat muuttua tilaluokituksen pysyessä samana. Jos muuntojoustavuuteen ei kiinnitetä riittävästä huomiota suunnitteluvaiheessa, aiheutuu siitä varmasti kustannuksia rakennuksen elinkaarena aikana.

Voiko muuntojoustavuuden näkökulmasta lisäpotentiaalintasauksesta todeta, että ”vähemmän on enemmän”? Turhien ja epähygieenisten ja -esteettisten lisäpotentiaalintasausjohtojen karsinta riskiarviointia käyttäen lisää käyttäjäturvallisuutta tai pitää sähköturvallisuustason vähintään ennallaan. Lisäksi säästyneet varat voidaan käyttää potilas- turvallisuutta tai tilojen käyttöä parantaviin toteutuksiin. Yleisesti ja kärjistetysti jos ajatellaan, mitä askeettisempi tila on, sitä muuntojoustavampi se on. Lääkintätiloissa minimalistinen ajattelutapa ei ymmärrettävästi ole suosiossa vaan pikemminkin laitteet, sähkölaiteet mukaan lukien, lisääntyvät jatkuvasti tekniikan ja hoitotapojen kehittyessä. Käytännön muuntojoustavuuden näkökulmasta lisäpotentiaalintasausjärjestelmän kaapelointi tulisi tuoda tiloihin yläkautta, kuten monesti nykyisin tehdään.

Kysymykseen tulee kustannushallinta. Jos tilojen käyttötarkoitusta aiotaan muuttaa, varsinkin näkyvillä olevat pintavetoina vedetyt lisäpotentiaalintasausjohtimet ovat ylimääräisiä asennuksia ja aiheuttavat turhia kustannuksia niitä poistettaessa. Samoin myös käytämättömäksi jääneet uppoasennetut kaapelit poistetaan. Jos lisäpotentiaalintasaus suunnitellaan etukäteen hyvin, voidaan putkitusvarauksia ja asennuksia toteuttaa edullisemmin kustannuksin kuin jälkikäteen lisätyönä. Muutosjoustavuutta tukisi jo suunnittelun aikainen yhteistyö henkilökunnan kanssa. Tällöin esimerkiksi voitaisiin tarkastella niitä tiloja, jotka voivat käytön aikana todennäköisesti muuttua G0-tilasta G1-tilaksi ja G1-

tilasta G2-tilaksi. Potentiaalintasausasennusten ja putkitusvarausten tekemisestä voitaisiin sopia jo suunnitteluvaiheessa.

5.2 Käyttöönotto- ja kunnossapitotarkastukset

Suomalaiset vaatimukset sähkölaitteiston käyttöönotto- ja kunnossapitotarkastuksista on annettu sähköturvallisuuslaissa (23). Käyttöönottotarkastuksessa tulee noudattaa standardisarjan yleisten vaatimusten lisäksi lääkintätilastandardissa määritetyt testaukset (24, s. 7, 15). Lääkintätilastandardin (2, s. 27) mukaan kyseisen standardin opastavia soveltamisohjeita ei ole tarkoitettu käytettäväksi arvioitaessa asennusten standardinmukaisuutta. Kyseisen standardin mukaan sähkölaitteiston turvallisuusvaatimukset täytyvät velvoittavaa osaa noudattamalla. Koska lisäpotentiaalintasausjärjestelmän soveltamiseen käytetään lääkintätilastandardin velvoittavien osien lisäksi myös sen opastavaa osaa, tulisi käyttöönotto- ja kunnossapitotarkastuksia suorittavan tahon huomioida se tarkastuksissa.

6 Riskianalyysi

6.1 Riskianalyysin tarkoitus ja tavoite

Riskianalyysin toteutuksessa noudatetaan standardin SFS-IEC 60300-3-9 ohjeistusta. Riskianalyysin tarkoitus on tunnistaa tarkasteltavasta toiminnasta, laitteistosta ja järjestelmästä johtuvien haitallisten seurausten todennäköisyys ja laajuus. Tässä työssä tarkastellaan riskianalyysin keinoin lääkintätiloissa olevien tai lääkintätiloihin siirrettävien varusteiden, esineiden ja rakenteiden mahdollisuutta aiheuttaa fyysinen vahinko ihmisille, omaisuudelle tai ympäristölle. Riskianalyysin tavoitteena on määrittää lääkintätiloja käyttävien henkilöiden todennäköisyys saada sähköisku jostakin varusteesta, esineestä tai rakenteesta. (25, s. 6; 26, s. 7.)

Analyysin toteuttava henkilö

Riskianalyysin toteuttavalla henkilöllä on takanaan kymmenen vuoden ura sairaanhoitajana leikkausosastolla, heräämössä, teho-osastolla sekä vuodeosastolla työskentelystä. Ajallisesti suurin työura on tehty leikkaussalissa. Riskianalyysin luotettavuutta lisäävät haastattelut, jotka on tehty useita vuosia lääkintätiloissa työskenteleville henkilöille.

Rajojen määrittely

Riskianalyysissä analysoitava järjestelmä sisältää lääkintätiloissa käytettävät varusteet, esineet ja rakenteet, joita lääkintätiloissa työskentelevät henkilöt käyttävät, ja jotka voivat olla yhteydessä potilaaseen suoraan tai toisen henkilön välityksellä. Nämä laitteet voivat mahdollisesti aiheuttaa sähköiskun lääkintätilan käyttäjille. Riskianalyysissä tarkastellaan erityisesti varusteita, esineitä ja rakenteita, joiden liittäminen lisäpotentiaalintasaukseen on todettu olevan käytännössä epäyhtenäistä. Nämä on lueteltu edellä taulukossa 2, pois lukien lihavoidulla tekstillä merkityt.

Varusteet, esineet ja rakenteet, joiden osalta voidaan todeta käytännön jo olevan yhtenäistä, rajataan tarkastelun ulkopuolelle, vaikka ne mainittaisiinkin standardin opastavassa (2, s. 27–36) osassa. Näihin kuuluvat kaikki taulukossa 1 ja lihavoidulla tekstillä taulukossa 2 esitetyt varusteet, esineet ja rakenteet. Samoin lääkintätilastandardissa listatut esineet, laitteet, rakenteet ja varusteet, jotka velvoitetaan liittämään tai voidaan jättää liittämättä lisäpotentiaalintasaukseen, rajataan analyysin ulkopuolelle.

Vaarojen tunnistaminen

Lääkintätiloissa sähköiskun saaminen on mahdollista useasta syystä. Niitä voivat olla vikaantunut tai rikkiäinen sähkökäyttöinen lääkintälaitte tai lääkintälaittejärjestelmä sekä muu sähkölaite. Sähköiskun voi saada lisäksi muun johtavan osan tullessa jännitteiseksi tai virheellisen asennuksen seurauksena. Myös staattisen sähkön aiheuttama sähköisku on mahdollinen, joskin sitä pidetään mitättömänä. Staattisen sähköiskun seurauksena lääkintälaitteet voivat kuitenkin häiriintyä, kuten luvussa 2.1 mainitaan.

Suojaus sähköiskulta

Lääkintätiloissa suojaus sähköiskulta toteutetaan yleensä syötön automaattisella poiskytkennällä, eristämällä (IT-järjestelmä) ja pienisjännitteillä SELV (Safety Extra Low Voltage) tai PELV (Protective Extra Low Voltage). Lisäpotentiaalintasaus toimii lisäsuojauksena. (2, s. 9–10; 10, s. 6.)

6.2 Analyysimenetelmä

Analyysimenetelmänä käytetään kvantitatiivista tapahtumapuuanalyysia (TPA), jolla tunnistetaan alkutapahtuman esiintymisen mahdolliset seuraukset ja niiden todennäköisyydet. Peruskysymys tässä analyysimenetelmässä on ”Mitä tapahtuu jos...?” (25, s. 42.) Analyysi suoritetaan arvioiden G1- ja G2-tilojen lattialla, katossa ja seinillä sijaitsevien varusteiden, esineiden ja rakenteiden todennäköisyyttä aiheuttaa sähköisku. Erityisesti lukijan on syytä pitää mielessä, että riskianalyysin tarkoitus ei ole määrittää jännitteen alkuperää, joka varusteeseen, esineeseen tai rakenteeseen ilmaantuu, vaan tarkastella jännitteiseksi tulemisen seurauksia ja seurausten riskejä.

Tapahtumapuuanalyysin edellytyksenä on jokin alkutapahtuma. Tässä riskianalyysissä alkutapahtumana pidetään valitun varusteen, esineen tai rakenteen tulemistä jännitteiseksi. Vastataan siis kysymykseen ”Mitä tapahtuu jos...?” Esimerkiksi: Mitä tapahtuu, jos käsineteline tulee jännitteiseksi? Jännitteen alkuperää ei siis tarvitse määrittää. Arvioidaan siis esimerkiksi perussuojauksen toimivuutta. Yleisesti ottaen se joko toimii tai ei toimi, mutta riskianalyysissä arvioidaan toimimattomuuden todennäköisyys.

Kun valittu alkutapahtuma on annettu, aluksi arvioidaan sen tapahtumatiheys. Kuinka usein esimerkiksi kuvassa 3 esitetty käsinelaatikkoteline tulee jännitteiseksi? Koska jännitteiseksi tulemisen tiheydestä ei ole tutkittua tietoa, se voidaan vain arvioida tässä riskianalyysissä. Koska käsiteline ei ole sähkölaite, siinä ei ole sähköiskulta suojaavia laitteita, kuten eristystä tai vikavirtasuojaa.

Samanaikainen koskettaminen käsinetelineen ollessa jännitteinen on mahdollista, koska käsinetelineeseen voidaan koskea varsin usein. Tutkittua tietoa, kuinka usein käsinetelineeseen kosketaan, ei kuitenkaan ole. Vastataan kysymykseen: Kuinka usein

kosketaan käsinetelineeseen, kun se on jännitteinen? Tapahtumatiheydestä ei ole tutkittua tietoa, joten tapahtumatiheys samanaikaiselle koskettamiselle käsinetelineen ollessa jännitteinen täytyy myös arvioida.

Laskelmissa käytetyt arvot ja tapahtumataajuudet eivät vastaa todellisuutta vaan ne ovat tämän työn tekijän arvioita. Toimintatapaa käytetään, koska käytössä ei ole tutkittua tietoa koskien niin laitteiden vikaantumista tai rikkoutumista kuin odottamatonta jännitteiseksi tulemistakaan. Suomessa sähköasennusten laatua pidetään hyvänä. Sen seurauksena annetun alkutapahtuman tapahtumatiheys (jännitteiseksi tuleminen) on laskelmissa tarkoituksella vähintään kerran kymmenessä vuodessa ($1/3600$) ja enintään kerran 20 vuodessa ($1/7200$).

6.3 Tulokset

Yleisesti ottaen kaikkien edellä taulukossa 2 listattujen varusteiden, esineiden ja rakenteiden todennäköisyys aiheuttaa sähköisku laskelmien perusteella on erittäin pieni: vähemmän kuin $1/1\,800\,000$. Suurimmillaan todennäköisyys on $1/360\,000\,000$. Erot todennäköisyyksissä G1- ja G2-tilojen välillä ovat erittäin pieniä ja selittyvät annetusta tapahtumatiheydestä sekä koskettamismääristä. Vertailun vuoksi todennäköisyys voittaa Loton päävoitto on $1/18\,643\,560$ (27).

Sähkölaitteiden, kuten sähkökäyttöiset pimennysverhot, peilikaappi valaisimella, potilasvalaisin, monipalvelupääte ja potilassänky, todennäköisyys aiheuttaa sähköisku on $1/18\,000\,000 \dots 1/360\,000\,000$. Taulukossa 3 on listattu nämä varusteet, esineet tai rakenteet. Taulukossa 3 esitettyjä tuloksia lukiessa on huomioitava seuraava: laskelmissa kosketaan kymmenen kertaa muita useammin G1-tilassa sijaitsevaan peilikaappi-valaisinyhdistelmään, monipalvelupääteeseen, sähkökäyttöisiin pimennysverhoihin ja potilassängyyn. Siitä huolimatta todennäköisyys saada sähköisku on erittäin pieni. Potilassängyn korkeamman todennäköisyyden syynä G1-tiloissa ajatellaan olevan potilaan suhteellisen pitkäaikainen oleskelu ja toipuminen sängyssä.

Taulukko 3. Sähköistettyjen varusteiden sähköiskun todennäköisyyksiä.

Varuste	Todennäköisyys G1-tila	Todennäköisyys G2-tila
Sähkökäyttöiset pimennysverhot	1/360 000 000	1/360 000 000
Pellikaappi + valaisin	1/36 000 000	1/360 000 000
RTG-valotaulut	1/360 000 000	1/360 000 000
Potilasvalaisin	1/360 000 000	1/360 000 000
Monipalvelupääte	1/36 000 000	1/360 000 000
Oven potkulevy	1/360 000 000	1/360 000 000
Ovensulkija	1/360 000 000	1/360 000 000
Potilassänky	1/18 000 000	1/36 000 000

Mainitut laitteet eivät todennäköisesti ole sähköiskun aiheuttaja, laskelman perusteella saaduilla, erittäin pienillä arvoilla.

Taulukossa 4 esitetyt muut ei-sähköistetyt johtavat osat voivat aiheuttaa sähköiskun 1/1 800 000:n ... 1/7 200 000:n todennäköisyydellä. Koska jokaisessa lääkintätilassa ei ole kaikkia varusteita ja tarvikkeita on laskemissa käytetty osittain samoja arvoja ja siten päädytty monen esineen kohdalla samaan tulokseen. Varsinaista tutkittua tietoa, jossa olisi esitetty kosketusmäärät tai erot kunkin varusteen ja tarvikkeen osalta, ei ole saatavilla.

Taulukko 4. Muiden johtavien osien sähköiskun todennäköisyyksiä.

Varuste	Todennäköisyys G1-tila	Todennäköisyys G2-tila
Väliverhokiskot	1/1 800 000	1/3 600 000
Ikkuna verhokiskot	1/3 600 000	1/3 600 000
Ilmoitustaulu	1/3 600 000	1/3 600 000
Tussitaulu/Ilmoitustaulu magneettinen	1/3 600 000	1/3 600 000
INVA-WC:n käsituet	1/1 800 000	1/1 800 000
Käsikaide INVA-WC:n ovesa	1/1 800 000	1/1 800 000

Pesualtaan tukiraudat	1/1 800 000	1/1 800 000
Vaatekoukut	1/3 600 000	1/7 200 000
Käsinelaatikkoteline	1/3 600 000	1/7 200 000
Suihkuistuimen runko	1/3 600 000	1/7 200 000
Lastenhoitotason runko	1/3 600 000	1/7 200 000
Peilikaappi, ei valaisinta	1/1 800 000	1/7 200 000
Käsipyyheteline	1/7 200 000	1/7 200 000
Saippua-annostelija/suihkutilat	1/7 200 000	1/7 200 000
Saippua-automaatti	1/7 200 000	1/7 200 000
Mukiteline	1/7 200 000	1/7 200 000
Jätepussiteline 2 (kannella)	1/7 200 000	1/7 200 000
Liukupatjateline	1/7 200 000	1/7 200 000
Letkuteline	1/7 200 000	1/7 200 000
Lankakori	1/7 200 000	1/7 200 000
Paperilakanateline	1/7 200 000	1/7 200 000
Sädesuojateline	1/7 200 000	1/7 200 000
Hyllyt ja/tai kannakkeet	1/3 600 000	1/3 600 000
Pöytien rakenteet	1/3 600 000	1/3 600 000
Katon runkorakenteet	1/3 600 000	1/7 200 000
Ikkunankarmit	1/7 200 000	1/7 200 000
Puolijohtava matto	1/3 600 000	1/3 600 000
Törmäyssuojat ja listat	1/7 200 000	1/7 200 000
Karmien kulmasuojat	1/7 200 000	1/7 200 000

Taulukossa 4 esiintyvän suurimman todennäköisyyden, 1/1 800 000, syynä on laskelmissa käytetty ajatusta, että väliverhokiskoja, WC-tilojen käsitukia sekä peilikaappia ajatellaan kosketettavan useammin kuin muita esineitä. Tuloksia taulukoista 3 ja 4 lukiessa täytyy muistaa todennäköisyyksien ehdollisuus.

Todennäköisyys sähköiskun saamiseen muista johtavista osista on erittäin pieni. Tarkastellaan laskentaa käyttäen esimerkin omaisesti muutamaa taulukossa esitettyä

varustetta. Jos ajatellaan samanaikaisen koskettamistiheyden olevan enemmän kuin laskelmissa käytetty yksi tuhannesta, niin käsinelaatikkoteline on hyvä esimerkki. Kyseinen kolmiosainen teline on esitetty kuvassa 3. Telineeseen kiinnitetään hansikaslaatikko ja vedetään tarvittava määrä hansikkaita ulos laatikosta. Telineeseen ja/tai käsinelaatikkoon kosketaan usein varsinaisen hoidon aikana G1- ja G2-tiloissa.



1183

Kuva 3. Käsinelaatikkoteline.

Kuitenkin sähköiskun saaminen vaatisi kyseisen telineen tulevan ensin jännitteiseksi ja samanaikaisen koskettamisen. Koska telineen tulemista jännitteiseksi voidaan pitää itessään erittäin epätodennäköisenä, ei sen tiheämpää koskettamista voi pitää merkittävästi sähköiskun riskiä lisäävänä.

Esimerkin yleisvalaisin on katossa eikä ulotu hoitoalueelle. Katossa sijaitsevan valaisimen, joka on osa leikkaussalin yleisvalaistusta, aiheuttama sähköisku vaatisi valaisimen tulemisen jännitteiseksi, esimerkiksi vikaantumisen seurauksena, ja perussuojauksen pettämisen sekä samanaikaisen koskettamisen. Lisäpotentiaalintasausta ei ole. Jos kyseinen valaisin vikaantuu kerran kymmenen vuoden aikana (1/3600), perussuojaus pettää yhdessä tapauksessa sadasta (1/100), valaisinta kosketetaan yhden kerran tuhannesta (1/1000). Tästä tapahtumaketjusta johtuva sähköiskun todennäköisyys on riskianalyysin perusteella 1/360 000 000. Katossa olevien muiden kuin sähköisten laitteiden, esimerkiksi lämpö-, jäähdytys, ja IV-järjestelmien, todennäköisyys aiheuttaa sähköisku voidaan olettaa olevan pienempi kuin leikkaussalivalaisimen, koska järjestelmissä lisäpotentiaalintasauskäytäntö onkin positiivisuudessaan yhtenäistä.

Peilikaappia, joka on G1-tilan seinässä ja jossa valaisin on yhdistettynä rakenteeseen, kosketetaan todennäköisemmin kuin G2-tilassa olevaa peilikaappia. Kerran kymmenessä vuodessa ($1/3600$) tapahtuva jännitteiseksi tuleminen, perussuojauksen pettäminen yhdessä tapauksessa sadasta ($1/100$) ja valaisimen koskettaminen samanaikaisesti ($1/100$) aiheuttaa sähköiskun $1/36\ 000\ 000$:n todennäköisyydellä. Edellinen tulos on laskettu siten, että G1-tilassa kosketetaan kymmenen kertaa useammin peilikaappi-valaisinyhdistelmään kuin G2-tiloissa. Täten G2-tiloja koskeva todennäköisyys on kymmenen kertaa pienempi $1/360\ 000\ 000$. G2-tilaa koskeva laskelma on esitetty liitteessä 3.

Oven karmissa olevan metallisen törmäyssuojan todennäköisyys tulla sähköä johtavaksi (esimerkiksi viiallisen sähkölaitteen kautta) oletetaan tapahtuvan kerran kahdessakymmenessä vuodessa ($1/7200$). Perussuojausta eikä lisäpotentiaalintasausta ole asennettu. Samanaikaisen koskettamisen lasketaan tapahtuvan yhden kerran tuhatta tapauksista kohden ($1/1000$). Tällöin törmäyssuojasta saatavan sähköiskun todennäköisyys on $1/7\ 200\ 000$.

Jos seinään kiinnitetty pienehkö muu johtava osa, joka on metallia ja joita listataan taulukossa 2, tulisi jännitteiseksi yhden kerran kymmenessä ($1/3600$) vuodessa, perussuojausta eikä lisäpotentiaalintasausta olisi asennettu ja samanaikainen koskettaminen tapahtuisi kerran tuhannesta ($1/1000$), olisi sähköiskun todennäköisyys $1/3\ 600\ 000$. Sähköiskun todennäköisyys samalla tapahtumaketjulla, jos samanaikaisia koskettamisia tapahtuisi kerran kahdessakymmenessä vuodessa ($1/7200$), olisi vastaavasti $1/7\ 200\ 000$.

Potilaan siirtäminen potilassänkyyn leikkaustasolta ja saman aikaisen sähköiskun todennäköisyys voidaan arvioida seuraavasti. Lähtökohdat olisivat seuraavat. Lyhyt alle 30 sekuntia kestävä liittäminen sähkölaitteeseen lääkitäiläitteeseen ja kerran kymmenessä vuodessa ($1/3600$) tapahtuva sähkölaitteen vioittuminen, perussuojauksen toimimattomuus yhdessä tapauksesta sadasta ($1/100$), lisäpotentiaalintasauksen puuttuminen ja samanaikainen koskettaminen yhdessä tapauksessa sadasta ($1/100$). Tällöin samanaikaisen sähköiskun todennäköisyys käytetyllä laskentatavalla olisi $1/36\ 000\ 000$.

7 Suositus lisäpotentiaalintasauksen toteutusohjeeksi lääkintätiloissa

7.1 Suosituksen yleiset periaatteet

Riskianalyysin lisäksi työssä esitetyn lisäpotentiaalintasauksen toteutusohjeen perusteena on hoitohenkilökunnalle tehty haastattelu, jonka kysymykset ovat esitetty liitteessä 4. Haastattelukysymykset lähetettiin kymmenelle henkilölle, joista kahdeksalta saatiin vastaukset. Haastattelun tarkoituksena ei ollut tehdä laajaa tutkimusta, vaan vahvistaa insinööriyön tekijän kokemuksia ja näkemyksiä käytännön työstä lääkintätiloissa. Haastattelussa kysyttiin yleisesti sähkölaitteiden käytöstä lääkintätiloissa sekä oikean sähköiskun ja staattisen purkauksen aiheuttaman sähköiskun tapaukset.

Haastattelun tulokset ovat lyhyesti seuraavat. Hoitohenkilökunnan edustajista kukaan ei ole saanut sähköiskua sairaalassa työskennellessään. Eräs haastateltava kuitenkin kertoi toisen lääkärin saaneen "vuosia sitten sähköiskun kardioversion yhteydessä". Tarkempaa kuvausta tapahtuneesta ei pystytty haastattelussa selvittämään. Kardioversiossa sydämen rytmi, mainitussa tapauksessa eteisvärinä, yritetään kääntää normaaliksi kevyellä sähköiskulla defibrillaattoria käyttäen. (28.)

Staattisia sähköpurkauksia on sattunut jokaiselle haastatteluun osallistuneelle useita kertoja. Myös tämän insinööriyön tekijä on saanut useita staattisesta sähköpurkauksesta aiheutuneita "sähköiskuja" lääkintätiloissa työskennellessään. Haastatteluiden perusteella sähkölaitteita lakkaa toimimasta melko usein, mutta niiden viat lienevät muita kuin sähkövikoja tai eristysvikoja, koska ne eivät ole aiheuttaneet sähköiskuja. Laitteiden korjauksen edistymisestä ei erikseen raportoida, koska syytä toimimattomuuteen ei kerrota laitteen palauduttua käyttöön. Käytöstä poistettujen tai korjattujen laitteiden vikaantumisen syyt kerrotaan pyydettäessä hoitohenkilökunnalle. (28.)

Seuraava esitetty suositus lisäpotentiaalintasauksen toteutusohjeeksi mukailee G1- ja G2-tilojen osalta lääkintätilastandardin kuvia, jotka esitetään liitteissä 5 ja 6. G0-tilassa ei tarvitse tehdä lisäpotentiaalintasauksia, koska kyseisessä tilassa ei ole aikomus käyttää sähkökäyttöisiä lääkintälaitteita G1- ja G2-tilojen määritelmien mukaisesti. Lääkintätilastandardissa (2, s. 29) selvitetään myös perusteet lattian liittämiseksi lisäpotentiaalintasaukseen; johtava tai puolijohtava lattia liitetään lisäpotentiaalintasaukseen, jos se on

tarkoitettu siihen liitettäväksi. Liitteessä 7 on esitetty pohjakuviin piirretyt G1- ja G2-tilojen kuvitteelliset hoitoalueet sekä lisäpotentiaalintasaukseen liitettävät esineet, varusteet ja rakenteet.

Yleisenä periaatteena pidetään sitä, että jos varuste, esine tai rakenne on hoitoalueella tai se siirretään sinne, pitää se liittää lisäpotentiaalintasaukseen. Liitteessä 7 esitetyistä G1- ja G2-tilojen pohjakuvissa on ehdotus hoitoalueesta, joka ei ulotu aivan seiniin asti. Samassa liitteessä lisäpotentiaalintasaukseen on suunniteltu liitettävän G1-tilassa johtokanavien rungot ja kaasuputket. G2-tilassa edellisten lisäksi lisäpotentiaalintasaukseen liitetään muun muassa vesijohdot, laitekiskot ja kattokeskusten rungot. Huomioitavaa on, että vaikka esimerkiksi laitekiskot ja johtokanavien rungot eivät ole hoitoalueella, ne liitetään lisäpotentiaalintasausjärjestelmään yhtenäisen käytännön perusteella. Kaikkia mahdollisia varusteita, esineitä tai rakenteita ei siis ole tarkoituksenmukaista liittää lisäpotentiaalintasausjärjestelmään, vaan ne, jotka ovat hoitoalueella tai siirretään hoitoalueelle. Liitteissä 8 ja 9 esitetään taulukkomuodossa ehdotettu ratkaisu perusteluineen, joissa havainnollistetaan liittämistarve kunkin varusteen, esineen ja rakenteen kohdalla.

Taulukoon 5 on listattu, mitkä varusteet, esineet ja rakenteet liitetään tyypillisesti lisäpotentiaalintasaukseen.

Taulukko 5. Lisäpotentiaalintasaukseen lisättävät talotekniikka-asennukset

Talotekniikka-asennuksia	
Johtokanavan runko	Kaasuputket
Tutkimusvalaisimien rungot	Jäähdytysputket
Toimenpidevalaisimien rungot	Lämpöpatterit ja -putket
Kattovarsien rungot	Kattokeskukset
IV-kanavat	Pesualtaan viemäri
Vesijohdot	Sähkökeskukset
Sähkökeskus tai -keskukset G1 tai G2 tilassa	

Näiden osalta on selkeästi olemassa maanlaajuisesti yhtenäiset käytännöt. Lisäksi liittämistä lisäpotentiaalintasaukseen määrätään jo lääkintätilastandardin velvoittavassa

osassa. Taulukossa 5 listattujen taloteknisten asennuksien osalta käytäntö lisäpotentiaalintasaukseen liittämistä on siis riittävän yhtenäistä kansallisella tasolla.

Taulukossa 6 on listattu varusteet, esineet ja rakenteet, jotka joissain kohteissa jätetään liittämättä lisäpotentiaalintasaukseen. Niihin lukeutuvat muun muassa seinissä olevat pienet kiinteät esineet.

Taulukko 6. Sekalaiset varusteet, esineet ja rakenteet, joita ei yleisesti vaadita liitettäväksi lisäpotentiaalintasaukseen.

Ikkuna verho	Sähkökäyttöiset pimennysverhot
Ilmoitustaulu	Tussitaulu / Ilmoitustaulu magneettinen
Vaatekoukut	Käsinelaatikkoteline
Peilikaappi, ei valaisinta	Käsipyyheteline
Saippua-annostelija/suihkutilat	Saippua-automaatti
Mukiteline	Jätepussiteline 2 (kannella)
Liukupatjateline	Letkuteline
Lankakori	Paperilakanateline
Sädesuojateline	Katon runkorakenteet
Ikkunankarmit	törmäyssuojat ja listat
oven potkulevy	ovensulkija
Potilassänky	

Taulukossa 6 listatuilla varusteilla, esineillä ja rakenteilla käytäntö liittämistä lisäpotentiaalintasaukseen on ollut epäyhtenäistä valtakunnallisesti. Taulukossa listatut varusteet, esineet ja rakenteet voidaan yleensä jättää liittämättä lisäpotentiaalintasaukseen.

Taulukossa 7 esitetyt varusteet, esineet ja rakenteet ovat niitä varusteita, joita sekä hoitohenkilökunta että potilaat voivat koskettaa useinkin työvuoron tai hoitojakson aikana. Niiden liittämistä lisäpotentiaalintasaukseen suositellaan tilaluokitus huomioiden.

Taulukko 7. Sekalaiset varusteet, esineet ja rakenteet, joiden liittämistä lisäpotentiaalintasaukseen suositellaan, tilaluokituksen ollessa G1 tai G2 (sarake 1) tai vain G1 (sarake 2).

G1- ja G2-tiloissa	G1-tilassa
Inva-wc:n käsituot	Monipalvelupääte
Käsikaide inva-wc:n ovelle	Väliverhokiskot
Pesualtaan tukiraudat	
Suihkuistuimen runko	
Lastenhoitotason runko	

Taulukossa 7 esitettyjä varusteita, esineitä ja rakenteita kosketetaan usein eikä niiden käyttöä voida valvoa väärinkäytösten välttämiseksi. Esimerkiksi väliverhokiskojen, joissa voidaan kannatella tilapäisesti sähkölaitteiden johtoja, liittämistä lisäpotentiaalintasaukseen suositellaan taulukon 7 tilaluokituksen perusteella.

Taulukossa 8 esitetään sekalaiset varusteet, esineet ja rakenteet, joiden liittämistä lisäpotentiaalintasaukseen suositellaan ehdollisina.

Taulukko 8. Sekalaiset varusteet, esineet ja rakenteet, joiden liittämistä lisäpotentiaalintasaukseen suositellaan ehdollisina

G2-tiloissa hoitoalueella tai lisäehdot G1-tiloissa sähkön syötön suhteen	G2-tilassa hoitoalueella ja materiaalin ehdot
Peilikaappi + valaisin	Hyllyt ja/tai kannakkeet
RTG-valotaulut	Pöytien rakenteet
Potilasvalaisin	

Taulukossa 8 vasemmanpuoleisessa sarakkeessa 1 esitetyt sekalaiset varusteet, esineet ja rakenteet tulee liittää lisäpotentiaalintasaukseen, jos ne sijaitsevat G2-tilassa hoitoalueella. Muissa tiloissa sarakkeessa 1 esitetyt sekalaiset varusteet, esineet ja rakenteet liitetään lisäpotentiaalintasaukseen, jos runko ei ole sähköä johtavasti kiinni varusteen suojamaadoitetussa osassa tai syöttöjohdon pituus on yli 20 metriä. Oikeanpuoleisessa sarakkeessa 2 esitetyt hyllyt ja/tai kannakkeet sekä pöytien rakenteet suositellaan liitettäväksi lisäpotentiaalintasaukseen, jos rakenteen sijainti on G2-tilassa hoitoalueella ja rakenteen materiaali on metallia sekä kosketuspinnan pinta-ala ylittää 0,2 neliometriä.

Hoitoalueen määrittäminen

Eurooppalaisen standardin SFS-EN 60601-1 ja siten myös kansainvälisen standardin IEC 60601-1 laatijoiden tulisi perustella hoitoalueen rajat tarkemmin kuin todeta se vain käytännössä perustelluksi. Kun potilaan paikka lääkintätilassa ei ole ennalta määrätty, hoitoalueen määritelmäksi pitäisi ottaa käyttöön aikaisemman vuonna 2012 vahvistetun lääkintätilastandardin mukainen määritelmä, jonka mukaan kaikki todennäköiset potilaan sijainnit tulisi ottaa huomioon (29, s. 3). Nykyisin voimassa olevan standardin mukaan (2, s. 8) kaikki potilaan mahdolliset sijoitukset pitää ottaa huomioon. Mielestäni sana ”mahdolliset” antaa suunnittelijoille ja tarkastajille mahdollisuuden käyttää tervettä järkeä ja esimerkiksi tätä ohjeistusta lääkintätilojen suunnittelussa ja tarkastuksissa.

7.2 G1-tilat

G1-tiloissa, esimerkiksi potilashuoneissa tai heräämössä, potilaan sijoituspaikka voi periaatteessa vaihdella ja siksi koko tila yleensä merkitään hoitoalueeksi. Tällöin hoitoalueella olevat tai sinne mahdollisesti siirrettävät osat tulisi liittää lisäpotentiaalintasaukseen. Käytännössä kun potilas tai asiakas on liitetty sähkökäyttöiseen lääkintälaitteeseen, on potilaan sijainti ja liikkuminen yleensä rajoitettua vähintään kyseisen lääkintälaitteen käytön ajan. Täten, koska liikkuminen on rajoitettua ja vähäistä, aina ole tarkoituksenmukaista liittää lisäpotentiaalintasaukseen kaikkia tilassa kosketeltavissa olevia metallisia osia. Akkukäyttöisillä laitteilla samaa ongelmaa ei ole.

Ongelman aiheuttavat hoitoalueelle tuotavat sähkölaitteet, jotka eivät ole lääkintälaitteita ja joiden eristystaso ja/tai häiriösuojaus eivät välttämättä ole lääkintälaitteiden standardin mukaisia. Esimerkiksi sekä heräämö- että tehohoidossa, G1- ja G2-tiloissa, voi jokaisen potilaspaikan hoitoalueella olla oma tietokoneyksikön ja näytön sisältävä kärry, jota käytetään kirjaamiseen ja hoidon apuna. Tällöin pitää tietokoneyksikön tulla hyväksytty lääkintätilassa käytettäväksi. Toinen ratkaisu voi olla tietokoneyksikön sijoittaminen muualle ja etäkäyttöpaneelin käyttö. Varsinainen sähkökäyttöinen lääkintälaitteetietokoneyksikö ei ole, mutta sen suojaus sähköiskulta on toteutettu käyttämällä suojamaadoitusjohdinta. Sähkölaitteen valmistaja vakuuttaa EMC- ja ESD-suojauksen oikeellisuuden todistamalla vaatimustenmukaisuuden ja lääkintäteknikan yksikkö tarkastaa laitteen ennen sen käyttöönottoa lääkintätiloissa. Kyseinen kirjaamiseen sekä raportointiin tarkoitettu

kärky ei ole suorassa kontaktissa potilaaseen, mutta kärkyssä oleva tietokone voi aiheuttaa sähkömagneettisia häiriöitä sekä aiheuttaa paloriskin kasvua ja siten heikentää potilasturvallisuutta.

Tilanteita, joissa potilas liikkuu sähkökäyttöisen lääkintälaitteen kanssa, voi tulla, esimerkiksi kun liikutaan lyhyt matka käsienpesualtaalle ja potilas on liitetty nesteensiirtoletkuston välityksellä lääkintälaitteeseen, joka on liitetty pistorasiaan. Siksi jotkin kosketeltavissa olevat ja mahdollisesti johtavat osat, kuten vesi-, lämpö-, ilma-, viemäri-, kaasu- ja imujärjestelmien putkistot, liitetään lisäpotentiaalintasaukseen. Kyseinen lista sisältää esimerkiksi vesi- ja viemäriputket, koska niiden käyttö ja koskettaminen samanaikaisesti liitettynä sähkökäyttöiseen lääkintälaitteeseen on melko todennäköistä. Samoin melko todennäköistä on kaasu- ja imujärjestelmien käyttö samanaikaisesti potilaaseen koskettaen. Kiinteiden taloteknisten rakenteiden osalta on todennäköisempiä ja hygieenisempää tehdä lisäpotentiaalintasaus tilan ulkopuolella tai kyseisen tilan alakaton yläpuolella.

Kotikäyttö

Lääkintätalastandardin (2, s. 27) opastavassa osassa mainitaan, että kotikäyttöön tarkoitettujen laitteiden käytössä noudatetaan laitevalmistajan ohjeita. Yleensä kotikäyttö rinnastetaan G1-tilaksi, koska lääkintälaitetta ei käytetä lähellä sydäntä eikä syötön katkeaminen aiheuta välitöntä vaaraa potilaalle. Jos siis lääkintälaitetta käytetään ihon ulkopuolella, ryhmäjohtojen vikavirtasuojien käyttöä suositellaan, mutta lisäpotentiaalintasausta ei tarvitse tehdä. Jos käytössä on ihon sisäinen liitäntä, tulisi vikavirtasuojien käytön lisäksi tehdä lisäpotentiaalintasaus.

Ylimääräisten (koti)laitteiden, esimerkiksi jouluvalot, laturit, ilmankostuttimet, pöytävalot, läppärit, jotka tuodaan sairaalan tai terveysaseman lääkintätilaan, tai kotona kotikäytön aikana samassa tilassa käytettävien sähkölaitteiden tulisi täyttää häiriösuojausvaatimukset. Niiden liittämistä lisäpotentiaalintasaukseen ei katsota tarpeelliseksi, koska ne ovat yleensä kaksoiseristettyjä.

7.3 G2-tilat

G2-tiloissa hoitoalue on yleensä rajattu. Hoitoalue rajataan alustavasti suunnittelijan toimesta, jonka jälkeen se hyväksytetään käyttäjillä ja muilla sidosryhmillä. Liitteessä 7 on esitetty lisäpotentiaalintasaukseen liitettäviä esineitä, varusteita ja rakenteita.

Potilaan siirtyminen leikkaustasolta takaisin potilassänkyyn periaatteessa laajentaa hoitoaluetta, koska siirtymisen aikana ja sen jälkeen osa lääkintälaitteista voi olla vielä liitettyä tai yleensä liitetään vielä lyhyeksi ajaksi potilaaseen. Jos osa lääkintälaitteista on liitettyä siirron aikana potilaaseen, koetaan niiden irtoaminen potilaasta suuremmaksi riskiksi hoidon kannalta kuin sähköiskun saaminen. Siksi mahdollisimman moni johto irrotetaan siirron ajaksi. Siirtotilanteessa potilaaseen liitetyt laitteet ovat tavallisimmin hengityskone ja sen kautta liitetyt elintoimintoja seuraavat valvontalaitteet sekä nesteensiirtoletkustot. Lisäpotentiaalintasaukseen potilassänkyä ei ole kuitenkaan tarkoituksenmukaista liittää, koska potilas on liitetty sähkökäyttöiseen lääkintälaitteeseen hyvin lyhyen ajan, alle 30 sekuntia, minkä jälkeen viimeinenkin laite irrotetaan syöttävästä sähköverkosta. Sähköiskun saamisen todennäköisyys on riskianalyysin perusteella 1/36 000 000 (taulukko 3).

Katossa olevat kiinteät matalat varusteet, esineet ja rakenteet, kuten yleisvalaisimet, joiden samanaikainen koskettamien jonkin muun johtavan osan välillä on epätodennäköistä, arvolla 1/360 000 000, jäävät hoitoalueen ulkopuolelle eikä liittämistä lisäpotentiaalintasaukseen suositella. Haastatteluiden perusteella myös tilan käyttäjien mielipiteet sekä kokemukset tukevat tätä suositusta (28). Kuten liitteestä 6 nähdään, yleisvalaisimia ei kuvassa ole eikä niiden runkoja tulekaan liittää lisäpotentiaalintasaukseen. Mutta PELV-järjestelmästä syötettyjen valaisinten jännitteelle alttiit osat pitää liittää lisäpotentiaalintasaukseen (2, s. 12). Huomioitavaa on, että tutkimus- ja toimenpidevalaisimien rungot tulee liittää lisäpotentiaalintasaukseen, koska kyseisiä valaisimia erittäin todennäköisesti käytetään samanaikaisesti potilasta tai potilaaseen liitettyä sähkölaitetta koskettaen.

Vaikka on mahdollista, että samanaikaisesti olisi kosketusyhteys katossa olevan muun johtavan osan ja henkilökunnan tai potilaan välillä, sähköiskun todennäköisyyttä voidaan pitää erittäin pienenä. Sähköiskun saannin todennäköisyys on yhtä pieni kuin seinällä

olevien muiden metallisten osien kautta saatu sähköisku, kun lisäpotentiaalintasausta ei käytetä (taulukko 4). Sähkölaitteita syöttävien ryhmäjohtojen suojamaadoitusjohtimet sekä sähkölaitteet, jotka ulottuvat katosta lähelle hoitoaluetta tai hoitoalueelle, esimerkiksi toimenpidevalaisimet, tulee edelleen liittää lisäpotentiaalintasaukseen. Matalissa alle 2,5 metrin korkuisissa tiloissa asia on hankalampi. Katon kautta lääkintätilaan yhdistyvät IV-järjestelmät voidaan maadoittaa lääkintätilan ulkopuolella.

Seinissä ja ikkunoissa olevat pienet kiinteät metalliosat, kuten ikkunoiden helat ja vaatekoukut, jätetään pois lisäpotentiaalintasauksesta. Sähköiskun todennäköisyys niiden kautta voidaan olettaa pieneksi todennäköisyydellä $1/1800000$ – $1/3600000$ (taulukko 4). Sähkökäyttöiset pimennysverhot liitetään lisäpotentiaalintasaukseen, jos mahdollisesti johtavan osan kosketuspinta on yli $0,2 \text{ m}^2$ ja samanaikainen kosketus todetaan todennäköiseksi. Samoin esimerkiksi törmäyssuojien lisääminen lisäpotentiaalintasaukseen ei ole tarpeellista todennäköisyydellä $1/7\ 200\ 000$.

Ryhmän 2 lääkintätiloissa sähkölaitteita syöttävien johtimien suojamaadoitusjohdin liitetään syöttävän keskuksen suojakiskoon. Suojakisko on yhteydessä potentiaalintasauskiskoon ja koko rakennuksen potentiaalintasaukseen. Näihin kuuluvat pistorasiat, kiinteästi asennetut sähkölaitteet sekä sähkökäyttöinen leikkauspöytä eikä näitä erikseen tarvitse liittää lisäpotentiaalintasaukseen.

8 Yhteenveto

Tämä työ syntyi tarpeesta yhtenäistää käytäntöjä lisäpotentiaalintasauksen toteutuksesta lääkintätiloissa. Työn tarkoituksena oli saada aikaan keskustelua ja uutta näkökulmaa lääkintätilojen suunnitteluun ja toteutukseen osallistuvien henkilöiden keskuudessa. Käytännöt lisäpotentiaalintasauksen toteutuksesta eivät ole yhtenäisiä eri yliopistosairaaloitten tai keskussairaaloitten välillä. Tarkoituksena oli riskianalyysin ja haastatteluiden sekä lääkintätiloissa työskentelyn antaman kokemuksen perusteella tehdä ohjeistus, joka helpottaisi suunnittelijoita ja suunnittelun sidosryhmien työskentelyä jatkossa. Työn tuloksena saatiin aikaiseksi ohjeistus lääkintätiloja suunnitteleville henkilöille. Standardit, joihin tässä työssä on viitattu, vaativat suojautumaan sähköiskulta sekä asentamaan lisäsuojauksia, mutta velvoittavat määräykset sekä jättävät myös paljon tulkinnanvaraa.

Lisäpotentiaalintasauksen kustannukset ovat suuria. Esimerkiksi muutamissa hankkeissa annetut kustannusarviot niin sanotusta urakkahinnasta yhtä lisäpotentiaalintauspistettä kohden olivat 60–70 euroa, jos pisteiden asentaminen oli suunniteltua. Summa sisältää sekä materiaalit että työn. (30; 31.) Jos pisteitä lisätään myöhemmin, esimerkiksi kesken rakentamisen, kustannus nousee moninkertaisesti mitä valmiimaksi tila on rakennettu (31).

Potilaan sijainti lääkintätiloissa, sekä G1- että G2-tiloissa, on melko staattinen. Yleistä liikkumista liitettynä sähkölaitteisiin vältetään, ja niihin liitettynä liikkuminen tapahtuu yleensä henkilökunnan läsnä ollessa, avustuksella ja sallimana. Potilaan ollessa liitettynä sairaalaverkkoon potilaaseen liitetyt sähkölaitteet tulisi liittää lisäpotentiaalintausukseen. Akkukäyttöisiä laitteita käytettäessä ei liittymistä lisäpotentiaalintausukseen ole tarvetta tehdä.

Riskianalyysin tuloksien mukaan laskennalliset todennäköisyydet sähköiskun saamiselle ovat pieniä. Kuten suosituksissa ja lääkintätilastandardin velvoittavassa osassa on mainittu, hoitoalueella olevat tai sinne siirrettävät laitteet tulee lisätä lisäpotentiaalintausukseen. Sen sijaan harkintaa tulisi käyttää, kun kyseessä on opastavassa osassa mainitut varusteet, esineet ja rakenteet.

Hoitoalueen määritelmä tulisi palauttaa lääkintätilastandardin vuonna 2012 vahvistetun painoksen muotoon, kuten tekstissä mainitaan sivulla 27. Hoitoalueen rajaukseen tulisi myös kiinnittää nykyistä enemmän huomiota. Jatkossa riskianalyysiä kannattaa kehittää, jotta tuloksista saadaan entistä luotettavampia ja siten lisäpotentiaalintauskäytännön varmuus paranee. Tarve suojautua staattisen sähköpurkauksilta tukisi lisäpotentiaalintausuksen käyttöä monissa varusteissa, esineissä tai rakenteissa, mutta suuri merkitys on myös oikeilla jalkineilla.

Työn tekeminen on ollut antoisaa ja on ollut hienoa huomata kokemusten sairaanhoitajan työstä eri lääkintätiloissa antaneen lisähyötyä insinööriyöhön. Uskon, että aikaisempi kokemukseni hoitoalalta auttaa jatkossa suunnittelutyössä. Työn aikana opin yleisesti sekä lääkintätiloja koskevien standardien että muiden standardien sisällöstä sekä niiden käytön monipuolisuuden.

Lähteet

- 1 Dammert, Lauri. (Toim.) 2015. Verkkoaineisto. SESKO – 50 vuotta asiantunte-
musta ja luotettavuutta. SESKO ry. <https://www.sesko.fi/files/558/SESKO_50_2015_web.pdf>. Luettu 3.12.2018.
- 2 SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset. Osa 7-710: Erikoistilojen ja -asennus-
ten vaatimukset. Lääkintätilat. 2017. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto.
- 3 HD 60364-7-710. Low Voltage electrical installations. Part 7-710: Requirements
for special installations or locations. Medical locations. 2012. CENELEC
- 4 IEC CDV (Committee Draft for Vote) 60364-7-710. 64/2281/CDV. 2018.
- 5 Sähkösuunnittelijat NSS ry. 2018. Verkkoaineisto Sähkösuunnittelijat NSS ry
<<http://www.nssoy.fi/yhdistys>> Luettu 3.12.2018.
- 6 SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset. Osa 1: Perusperiaatteet, yleisten omi-
naisuuksien määrittely ja määritelmät 2017. Helsinki: Suomen Standardoimis-
liitto.
- 7 Pöyhönen, I., Kylmälä, K. 2004. Verkkoaineisto. Terveystieteiden tutkimuskeskus
Lääkintälaitteiden turvallisuus. Lääkelaitos.
<http://www.fimea.fi/documents/160140/753095/19706_julkaisut_laitteet_ja_tarvikkeet_Julkaisu_01_2004_04-07-06_2_.pdf.pdf>. Luettu 6.1.2019
- 8 Enbom, S., ym. 2012. Verkkoaineisto. High Tech Sairaala – korkean hygienian
hallinta sairaaloissa. VTT. Julkinen raportti. <<https://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2012/VTT-R-02058-12.pdf>>. Luettu 4.1.2019
- 9 SFS-EN IEC 61340-6-1 Staattinen sähkö. Osa 6-1. Terveystieteiden tutkimuskeskus
sähkön hallinta. Tilojen yleiset vaatimukset. 2018. Helsinki: Suomen Standar-
doimisliitto.
- 10 SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset. Osa 4-41. Suojausmenetelmät. Suo-
jaus sähköiskulta. 2017. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto.
- 11 Kaleva, Kari. 2014. Verkkoaineisto. Sairaaloiden sähkötekniikan ajankohtais-
päivä 2014. Potentiaalintasaukset G1 / G2- tiloissa. Asennuskäytäntöjä eri sai-
raaloissa. <<https://docplayer.fi/2051967-Sairaaloiden-sahkotekniikan-ajankoh-taispaiva-2014.html>>. Luettu. 7.2.2019.

- 12 SFS-EN 60601-1 Medical Electrical Equipment - part 1: General Requirements for Basic Safety and Essential Performance (IEC 60601-1:2005). 2007. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto.
- 13 Nurmi, Tapani. 2018. Tekninen johtaja, SESKO ry, Helsinki. Sähköpostikeskustelu 11.3.2019
- 14 ST 51.79. 2018. Ohje lääkintätilojen sähköasennuksiin. Espoo: Sähkötieto ry.
- 15 Chambers, J. J. & Saha, A.K. 1979. Electrocutation During Anaesthesia. Case Report. Anaesthesia, Volume 34, pages 173-175.
- 16 Lee, W. R. 1970. The hazard of electrocution during patient monitoring. Postgraduate Medical Journal 46, 355-359.
- 17 Atkin, D. H. & Orkin, L. R. 1973. Electrocutation in the operating room. Anesthesiology. 1973 Feb; 38(2):181-3.
- 18 Medical Device Safety Reports. 1987. Connection of Electrode Lead Wires to Line Power. Health Devices Feb 1987;16(2):44-6.
- 19 ST-käsikirja 33. 2018. Rakennusten sähköasennusten tarkastukset. Espoo: Sähkötieto ry.
- 20 Tiainen, Esa. 2014. Maadoituskirja. Espoo: Sähköinfo
- 21 Valtioneuvoston asetus sähkötyöstä ja käyttötyöstä. 2016. 1435/21.12.2016
- 22 Punkki, Jouni. 2002. Rakentamisen ekologisuus. Artikkel. Rakennustieto.
- 23 Sähköturvallisuuslaki. 2016. 1135/16.12.2016
- 24 SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset. Osa 6: Tarkastukset. 2017. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto.
- 25 Heikkilä, A-M., ym. 2007. Verkkoaineisto. Riskianalyysien laatu: vaatimukset tilaajalle ja toteuttajalle. VTT. Julkinen raportti. <https://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2007/Tutkimusraportti_VTT_R_03718_07.pdf>. Luettu 5.1.2019
- 26 SFS-IEC 60300-3-9 Luotettavuusjohtaminen osa 3: Käyttöopas. Luku 9: Teknisten järjestelmien riskianalyysi. 2000. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto.

- 27 Todennäköisyys. 2019. Verkkoaineisto. Veikkaus. Tietoa ja säännöt. <<https://www.veikkaus.fi/fi/lotto#!/ohjeet/peliohjeet/todennakoisyys>>. Luettu 11.03.2019.
- 28 Sairaanhoitajat & Lääkärit. 2018. Haastattelut 19.12.2018 ja 21.12.2019 sekä sähköpostiviestit 3.3.–7.3.2019.
- 29 SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset. Osa 7-710: Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset. Lääkintätilat. 2012. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto.
- 30 Kopra, Esa. 2019. Vastaava TATE -asiantuntija. SRV Oy. Haastattelu 2018.
- 31 Säilä, Antti. 2019. Projektipäällikkö. Are Oy. Haastattelu 15.3.2019.

Esimerkkejä lääkintätilojen tilaluokittelusta

Lääkintätila	Ryhmä			Luokka	
	0	1	2	≤0,5 s	>0,5 s ≤15 s ^c
1 Hierontahuone	X	X			X
2 Potilashuone		X			X
3 Synnytyssali		X		X ^a	X
4 EKG-, EEG-, EMG-huoneet		X			X
5 Tähyystyshuone		X ^b		X	X ^b
6 Tutkimus- ja toimenpidehuone		X		X ^d	X
7 Urologiahuone		X ^b		X	X ^b
8 Röntgentutkimus- ja sädehoitohuone		X			X
9 Vesihoitohuone		X			X
10 Kuntoutushuone		X			X
11 Anestesiatiila			X	X ^a	X
12 Leikkaussali			X	X ^a	X
13 Valmisteluhuone		X	X	X ^a	X
14 Kipsaussali		X	X	X ^a	X
15 Heräämö		X	X	X ^a	X
16 Sydänkatetrintihuone			X	X ^a	X
17 Tehostetun hoidon huone			X	X ^a	X
18 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 Sairaaloiden ja vastaavien laitosten ulkopuolisissa ryhmän 1 lääkintätiloissa ei ole välttämätöntä asentaa ollenkaan varavoimajärjestelmiä, jos sähkönsyötön katkeaminen ei vaaranna toimintojen lopettamista ja tilojen evakuoimista. Katso [kohta 710.560.9](#) ja viite d.

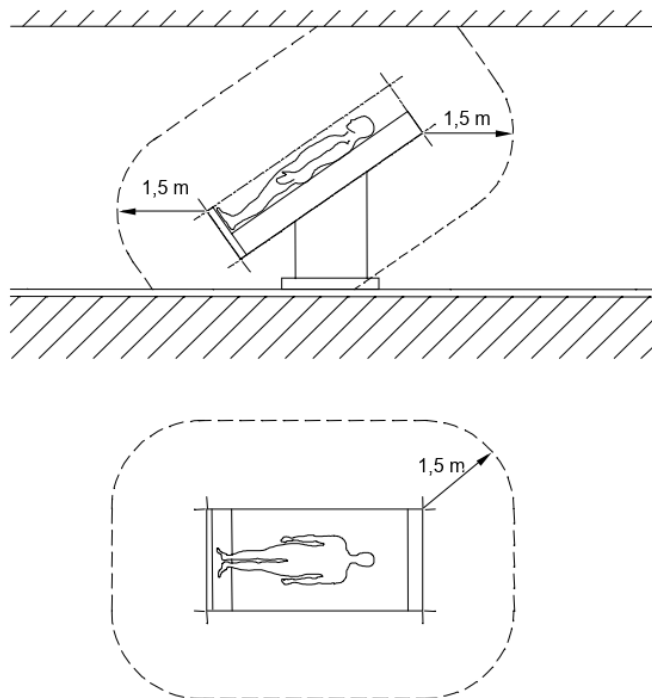
^d Yksittäisissä lääkärin, hammaslääkärin tai silmälääkärin vastaanottohuoneissa, fysioterapiahuoneissa ja vastaavissa riittää akkukäyttöinen valaisin, jonka avulla toimenpiteet voidaan lopettaa turvallisesti.

Kuva hoitoalueesta

SFS

60601-1 © IEC:2005

– 441 –



IEC 2431/05

NOTE The dimensions in the figure show minimum extent of the PATIENT ENVIRONMENT in a free surrounding.

Figure A.9 – Example of PATIENT ENVIRONMENT

Esimerkkilaskelma peiliikaappi-valaisin-yhdistelmän todennäköisyydestä tuottaa sähköisku.

Alkutapahtuma	Perussuojaus	Lisäuojaus	Samanaikainen kosketus	Lopputulos	Sähköiskun todennäköisyys
<i>Tapahtuman todennäköisyydet ovat ehdollisia todennäköisyyksiä. Todennäköisyyksiä ei ole saatu testaamalla toimintaa</i>					
<i>normaaliosuhteissa vaan arvioiden alkutapahtumaa seuraavien tapahtumien todennäköisyyksiä.</i>					
<i>Tarkoituksena selvittää todennäköisyys jos LPT ei käytössä.</i>					
G2-tilassa Peiliikaappi + valaisin jännitteiseksi 0,000278 (1/3600)	Toimii 0,99	Toimii	Kyllä	Ei sähköiskua	
			Ei	Ei sähköiskua	
	Ei toimi 0,01	Ei toimi	Kyllä	Ei sähköiskua	
			Ei	Ei sähköiskua	
	Ei toimi 0,01	Toimii	Kyllä	Ei sähköiskua	
			Ei	Ei sähköiskua	
	Ei toimi 0,01	Ei toimi	Kyllä	Sähköisku	
			Ei	Ei sähköiskua	
	Ei ole 1,0	Ei ole 1,0	Kyllä 0,001	Sähköisku	0,00000002778 1/36000000
			Ei 0,999	Ei sähköiskua	0,0000027750 1/360000

Haastattelukysymykset

Tiedätkö, onko väliä mihin pistorasiaan sähkölaitteen liittää?

Katsotko (tarkemmin) millaiseen pistorasiaan liität laitteen?

Onko ollut koulutusta sähköjärjestelmiin tai sähkölaitteisiin liittyen?

Oletko saanut "sähköiskun" esimerkiksi kun olet koskettanut potilassänkyä tai muuta ei sähkölaitetta? (sähköiskun syy on esim. hankauksen aiheuttama purkaus, ei oikea sähköisku esim. viallisesta sähkölaitteesta.)

Oletko saanut oikean sähköiskun sairaalassa jossain näistä tiloista: heräämö, teho, leikkuri tai vuodeosasto, wc?

Oletko kuullut jonkun muun saaneen vastaavan sähköiskun?

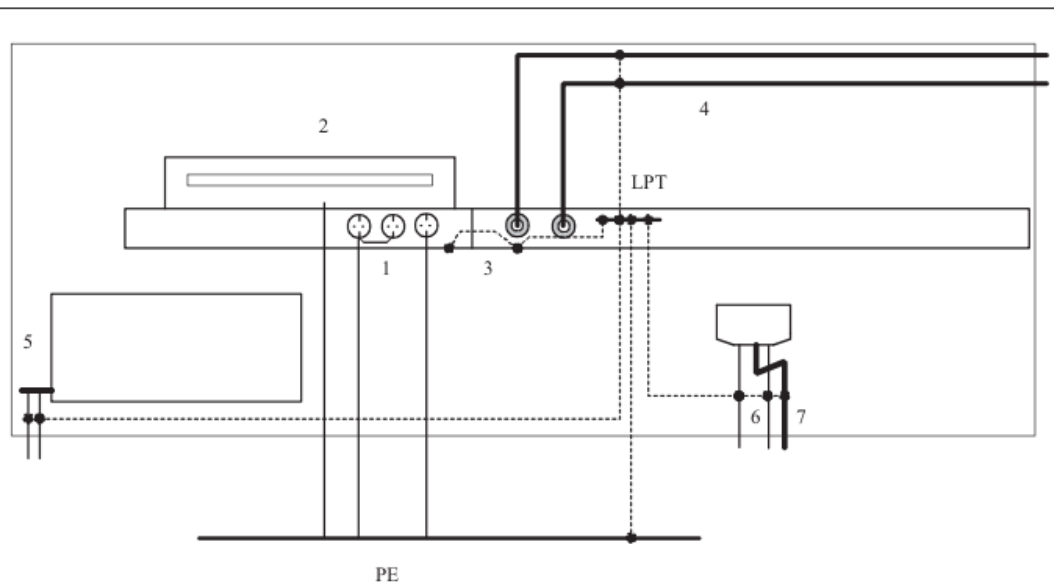
Käytättekö te tai oletteko huomanneet käytettävän väliverhokiskoja sähkölaitetelineenä tai esim. sähköjohdon kannattimena? Ja varmistaakseni, että puhumme samasta asiasta, väliverho kiskoilla tarkoitan esim. heräämössä, teholla ja vuodeosastolla potilaiden välissä olevia verhotankoja, joilla saa ainakin näkösuojaa.

Onko jonkinlaista arviota siitä, kuinka usein sähkölaitteeseen tulee vika?

Jos laitteet viety lääkintätekniiikan huoltoon, niin ovatko kertoneet koskaan vikaantumisen syytä ja ovatko laitteet palautuneet käyttöön?

Jos poistettu käytöstä, niin onko silloin selvitetty syytä vikaantumiseen?

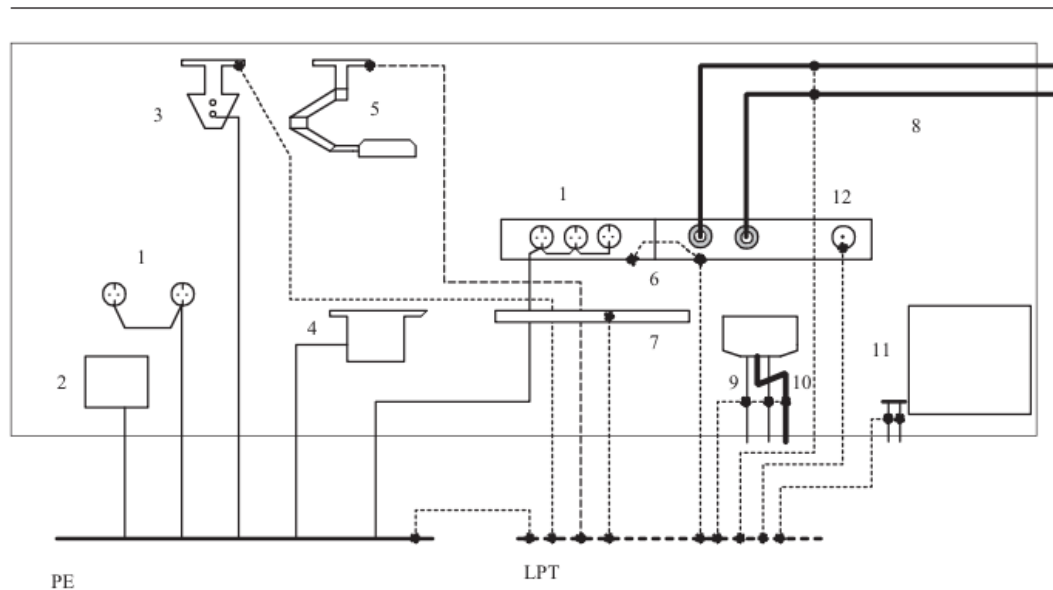
Esimerkki ryhmän 1 lääkintätilan potentiaalintasauksesta.



Merkkien selitys

- 1 Pistorasiat
- 2 Potilasvalaisin
- 3 Johtokanavan runko-osat liitetty toisiinsa ja lisäpotentiaalintasaukseen
- 4 Sairaalakaasu- ja paineilmaputkistot
- 5 Lämpöpatteri ja lämpöjohdot
- 6 Vesijohdot
- 7 Johtava viemäriputkisto
- PE Jakokeskuksen suojakisko
- LPT lisäpotentiaalintasauskisko johtokanavassa
- Suojamaadoitusjohdin
- - - - - Lisäpotentiaalintasausjohdin

Esimerkki ryhmän 2 lääkintätilan potentiaalintasauksesta.



Merkkien selitys

1 Pistorasiat

2 Kiinteästi asennettu sähkölaite

3 Kattovarsi pistorasioineen

4 Sähkökäyttöinen leikkauspöytä syöttö IT-järjestelmästä

5 Leikkausvalaisin (syöttö SELV-järjestelmästä ja 0,5 sekunnin lisäteholähteestä)

6 Johtokanavan runko-osat liitetty toisiinsa ja lisäpotentiaalintasaukseen

7 Varustekisko

8 Sairaalakaasu- ja paineilmaputkistot

9 Vesijohdot

10 Johtava viemäriputkisto

11 Lämpöpatteri ja lämpöjohdot

12 Potentiaalintasauspistorasia johtokanavassa

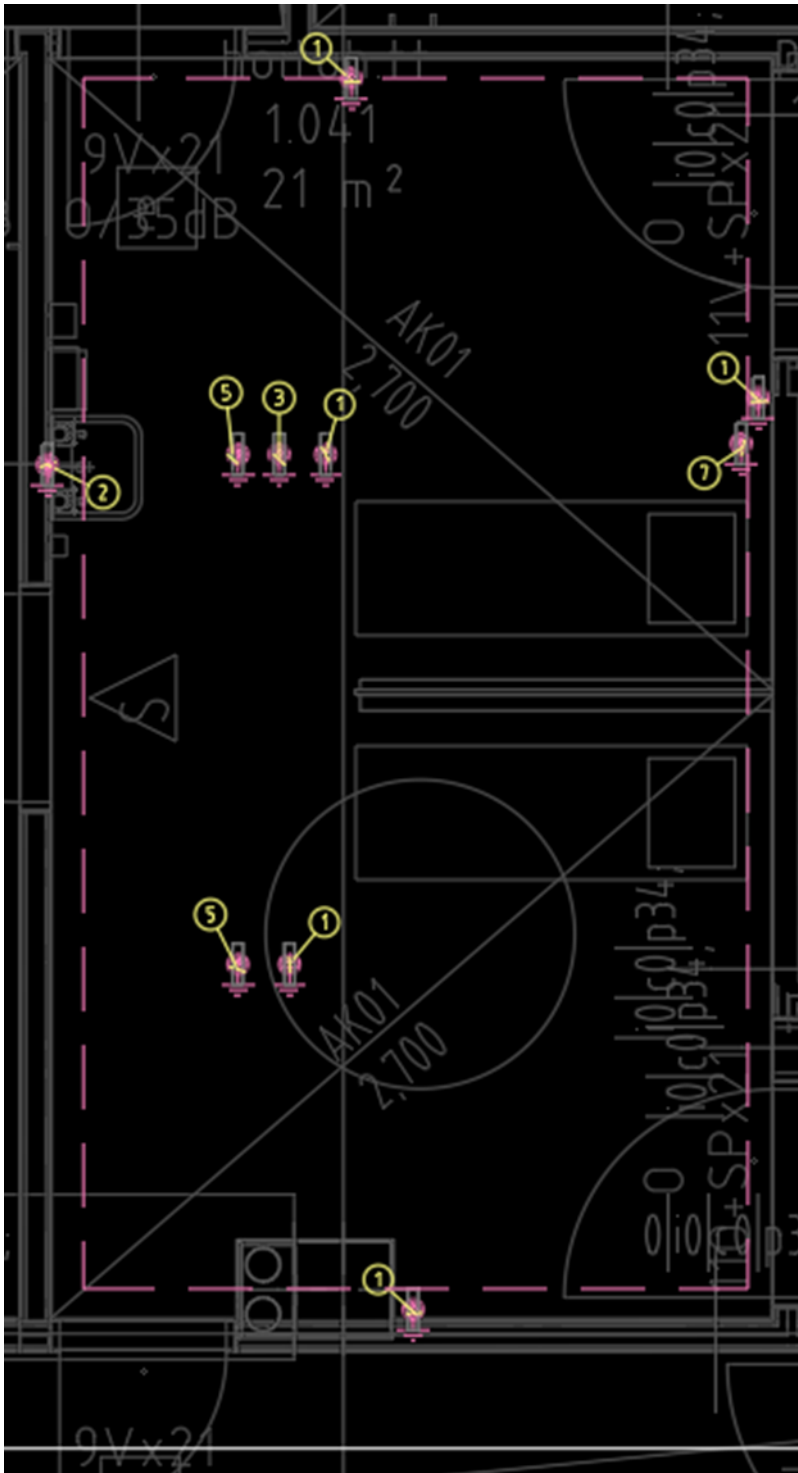
PE Jakokeskuksen suojakisko

LPT lisäpotentiaalintasauskisko

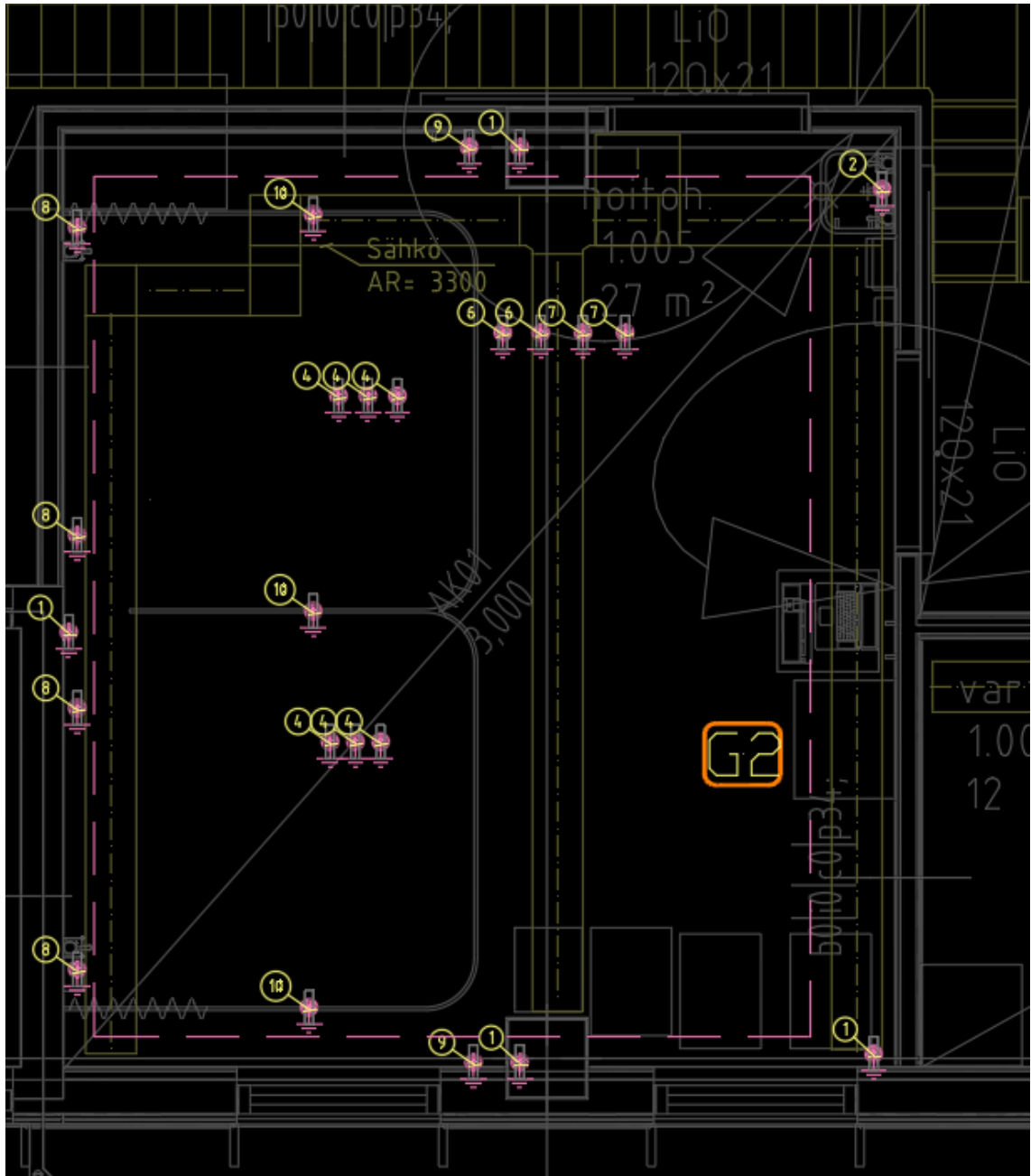
————— Suojamaadoitusjohdin

----- Lisäpotentiaalintasausjohdin

Lisäpotentiaalintasauksen esimerkkitoiteutus G1-tilassa



Lisäpotentiaalintasauksen esimerkkitoiteutus G2-tilassa



Symbolien selitteet

- ① = JOHTOKANAVAN RUNKO, KAAPELIHYLLYT, POTILASPANEELI
JOHTOTIET YHDISTETÄÄN JATKOJEN JA HAAROJEN OSALTA TOISIINSA MK 6 KEVILLÄ.
PÄÄLLEKKÄISET HYLLYT LIITETÄÄN TOISIINSA KATKOMATTA JOHDINTA.
- ② = VESIJOHDOT JA VIEMÄRIT
VIEREKKÄISET LINJAT LIITETÄÄN TOISIINSA KATKOMATTA JOHDINTA.
- ③ = LÄMPÖPATTERIT, JÄÄHDYSLAITTEET JA -PUTKET
- ④ = KATTOKESKUS: RUNKO, MUUT KOSKETELTAVAT
OSAT JA POTENTIAALINTASAUPISTORASIA
- ⑤ = TUTKIMUS- JA TOIMENPIDEVALAISIMIEN JA
MONITORIVARSIEEN RUNGOT
- ⑥ = IV-KANAVAT JA -SÄLEIKÖT, IV-KUILUJEN HUOLTO-OVET,
IV-KAMMIOT
- ⑦ = KAASUPUTKET
VIEREKKÄISET LINJAT LIITETÄÄN TOISIINSA KATKOMATTA JOHDINTA.
- ⑧ = LAITEKISKOT JA KSL-RISTIKÖT
- ⑨ = PUOLIOHTAVA MATTO
- ⑩ = VÄLIVERHO- JA PIMENNYSVERHOKISKOT



Suositus G1- ja G2-tilaluokan lääkintätilojen lisäpotentiaalintauskäytännöistä

Varusteita

Varuste / rakenne	Materiaali	LPT/G1	LPT /G2	LPT/G2 hoitoalue	Reititys- varaus	EI LPT	G1 tila Sähköisyys todennäköisyys	G2 tila Sähköisyys todennäköisyys
Varusteet:								
Väiliverhokiskot	alumiini	X		x			1/1 800 000	1/3 600 000
Ikkuna verhokiskot	alumiini / metalli			x		X	1/3 600 000	1/3 600 000
Sähkökäyttöiset pimennysverhot				x		X	1/360 000 000	1/360 000 000
Laitekiskot	alumiini	X	X	X				
Ilmoitustaulu	lino/kangas alum.kehys			x		X	1/3 600 000	1/3 600 000
Tussitaulu / Ilmoitustaulu magneettinen	alumiinikehys			x		X	1/3 600 000	1/3 600 000
Inva-wc:n käsituet	metalli	X	X	x			1/1 800 000	1/1 800 000
Käsikaide inva-wc:n ovessa	metalli	X	X	x		X	1/1 800 000	1/1 800 000
Pesualtaan tukiraudat	metalli	X	X	x			1/1 800 000	1/1 800 000
Vaatekoukut				x		X	1/3 600 000	1/7 200 000
Käsinaulatikkoteline	rst-lanka, tai muovi			x		X	1/3 600 000	1/7 200 000
WC-harjateline	metalli					X		
WC-paperiteline						X		
Suihkuistuimen runko		X	X	x			1/3 600 000	1/7 200 000
Lastenhoitotason runko		X	X	X			1/3 600 000	1/7 200 000
Stivousvälineteline						X		
Peili	metallikannakkeet					X		
Peiikaappi, ei valaisinta	metallirunko			x		X	1/1 800 000	1/7 200 000
Peiikaappi + valaisin	metallirunko	x	x	x		X	1/36 000 000	1/360 000 000
Pesuainekori	rst-lanka					X		

Varusteita

Varuste / rakenne	Materiaali	LPT/G1	LPT/G2	LPT/G2 hoitoalue	Retitys- varaus	EI LPT	G1 tila Sähköiskun todennäköisyys	G2 tila Sähköiskun todennäköisyys
Desinfiointineannostelija	rst-lanka					X		
Jätepussiteline	rst-lanka					X		
Käsi pyyheteline	metallia		x			X	1/7 200 000	1/7 200 000
Saippua-annostelija/suihkutilat	metallia		x			X	1/7 200 000	1/7 200 000
Saippua-automaatti	metallia		x			X	1/7 200 000	1/7 200 000
Mukiteline	metallia		x			X	1/7 200 000	1/7 200 000
Jätepussiteline 2 (kannella)	metallia		x			X	1/7 200 000	1/7 200 000
Liukupajateline	metallia		x			X	1/7 200 000	1/7 200 000
Letkuteline	metallia		x			X	1/7 200 000	1/7 200 000
Lankakori	rst-lanka					X	1/7 200 000	1/7 200 000
Hoitajakutsulangan kannatin	metallia					X		
RTG-valotaulut		x	x			X	1/360 000 000	1/360 000 000
Paperilakanateline	metallia			x		X	1/7 200 000	1/7 200 000
Sädesuojateline	metallia			x		X	1/7 200 000	1/7 200 000
Tippakoukku						X		
Potilasvalaisin	metallia	X		x			1/360 000 000	1/360 000 000
Monipalvelupääte		X		x			1/36 000 000	1/360 000 000

Rakenteet ja oviympäristö

Varuste / rakenne	Materiaali	LPT/G1	LPT/G2	LPT/G2 hoitoalue	Reittitys- varaus	EI LPT	G1 tila Sähköiskun todennäköisyys	G2 tila Sähköiskun todennäköisyys
Rakenteet:								
Hyllyt ja/tai kannakkeet	laminaatti/metalli		X	X		X	1/3 600 000	1/3 600 000
Pöytien rakenteet	metalli		X	X			1/3 600 000	1/3 600 000
Katon runkorakenteet	metalli			X		X	1/3 600 000	1/7 200 000
Ikkunankarmit	metalli			X		X	1/7 200 000	1/7 200 000
Puolijohtava matto	muovi		X	X			1/3 600 000	1/3 600 000
Törmäysuojat ja listat	metalli			X			1/7 200 000	1/7 200 000
Oviympäristö:								
karmien kulmasuojat	metalli	X	X	X		X	1/7 200 000	1/7 200 000
oven potkulevy	metalli					X	1/360 000 000	1/360 000 000
ovensulkija	metalli					X	1/360 000 000	1/360 000 000
IV-säleikkö ovesa	metalli					X		
Potilassänky						X	1/18 000 000	1/36 000 000

Perusteet suosituksille

Varusteet:

Väliverhokiskot	Kiskoon kosketus harvemmin, mutta siinä voi ripustaa/kannatella jotain. Jännitteiseksi tuleminen kuitenkin epätodennäköistä G1- ja varsinkin G2-tiloissa. Verhoon kosketetaan monesti samanaikaisesti kuin potilaaseen.
Ikkuna verhokiskot	LPT, jos on G2-tilassa hoitoalueella. Muissa tiloissa ei LPT.
Sähkökäyttöiset pimennysverhot	LPT, jos on G2-tilassa hoitoalueella. Muissa tiloissa ei LPT.
Laitekiskot	Käytäntö yhtenäistä
Ilmoitustaulu	LPT, jos on G2-tilassa hoitoalueella. Muissa tiloissa ei LPT.
Tussitaulu / Ilmoitustaulu magneettinen	LPT, jos on G2-tilassa hoitoalueella. Muissa tiloissa ei LPT.
Inva-wc:n käsituet	LPT, jos tilaluokitus G1 tai G2, muuten ei LPT
Käsikaide inva-wc:n ovelle	LPT, jos tilaluokitus G1 tai G2, muuten ei LPT
Pesualtaan tukiraudat	LPT, jos tilaluokitus G1 tai G2, muuten ei LPT
Vaatekoukut	LPT, jos on G2-tilassa hoitoalueella. Muissa tiloissa ei LPT.
Käsinelaatikkoteline	LPT, jos on G2-tilassa hoitoalueella. Muissa tiloissa ei LPT.
WC-harjateline	Käytäntö yhtenäistä
WC-paperiteline	Käytäntö yhtenäistä
Suihkuistuimen runko	LPT, jos tilaluokitus G1 tai G2, muuten ei LPT
Lastenhoitotason runko	LPT G1- ja G2-tiloissa, sijainti ja käyttötarkoitus ratkaisee
Siivousvälineteline	Käytäntö yhtenäistä
Peili	Käytäntö yhtenäistä
Peilikaappi, ei valaisinta	LPT, jos on G2-tilassa hoitoalueella. Muissa tiloissa ei LPT.
Peilikaappi + valaisin	LPT, jos on G2-tilassa hoitoalueella. Muissa tiloissa LPT, mikäli runko ei ole sähköä johtavasti kiinni suojavaaditussa osassa tai syöttöjohdon pituus on yli 20 m.
Pesuainekori	Käytäntö yhtenäistä
Desinfointiaineannostelija	Käytäntö yhtenäistä
Jätepussiteline	Käytäntö yhtenäistä
Käsipyyheteline	LPT, jos on G2-tilassa hoitoalueella. Muissa tiloissa ei LPT.
Saippua-annostelija/suihkutilat	LPT, jos on G2-tilassa hoitoalueella. Muissa tiloissa ei LPT.
Saippua-automaatti	LPT, jos on G2-tilassa hoitoalueella. Muissa tiloissa ei LPT.
Mukiteline	LPT, jos on G2-tilassa hoitoalueella. Muissa tiloissa ei LPT.
Jätepussiteline 2 (kannella)	LPT, jos on G2-tilassa hoitoalueella. Muissa tiloissa ei LPT.

Varusteet, rakenteet ja oviympäristö

Liukupatjateline	LPT, jos on G2-tilassa hoitoalueella. Muissa tiloissa ei LPT.
Letkuteline	LPT, jos on G2-tilassa hoitoalueella. Muissa tiloissa ei LPT.
Lankakori	LPT, jos on G2-tilassa hoitoalueella. Muissa tiloissa ei LPT.
Hoitajakutsulangan kannatin	Käytäntö yhtenäistä
RTG-valotaulut	LPT, jos on G2-tilassa hoitoalueella. Muissa tiloissa LPT, mikäli runko ei ole sähköä johtavasti kiinni suojamaadoitetussa osassa tai syöttöjohdon pituus on yli 20 m.
Paperilakanateline	LPT, jos on kiinteä JA G2-tilassa hoitoalueella. Muuten ei LPT.
Sädesuojateline	LPT, jos on kiinteä JA G2-tilassa hoitoalueella. Muuten ei LPT.
Tippakoukku	Käytäntö yhtenäistä
Potilasvalaisin	LPT, jos on G2-tilassa hoitoalueella. Muissa tiloissa LPT, mikäli runko ei ole sähköä johtavasti kiinni suojamaadoitetussa osassa tai syöttöjohdon pituus on yli 20 m.
Monipalvelupääte	LPT, jos on G2-tilassa hoitoalueella tai G1-tilassa.

Rakenteet:

Hyllyt ja/tai kannakkeet	LPT jos metallirunko, kosketuspinta > 0,2 m ² . Ei LPT, jos laminaattia
Pöytien rakenteet	LPT G2 ja G2 hoitoalueella ja jos kosketuspinta > 0,2 m ²
Katon runkorakenteet	LPT, jos on G2-tilassa hoitoalueella ja h<2500mm (lattia-katto).
Ikkunankarmit	LPT, jos on G2-tilassa hoitoalueella. Muissa tiloissa ei LPT.
Puolijohtava matto	Jos lattia/matto on tarkoitettu liitettäväksi potentiaalintasaukseen
Törmäysuojat ja listat	LPT Jos ovat johtavassa yhteydessä maahan, muuten ei.

Oviympäristö:

karmien kulmasuojat	LPT Jos ovat johtavassa yhteydessä maahan, muuten ei.
oven potkulevy	LPT Jos kosketuspinta > 0,2 m ²
ovensulkija	LPT Jos kosketuspinta > 0,2 m ²
IV-säleikkö ovesa	Käytäntö yhtenäistä

Potilassänky

Suurempi todennäköisyys G1-tilassa koska potilashuoneessa ei muuta makuupaikkaa. G2-tilassa lyhytaikainen käyttö