



# **Perehdytys kattokeskuksiin ja kiinteisiin sairaalalaitteisiin**

Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö  
Sähkö- ja automaatiotekniikka, Insinööri (AMK)  
Kevät 2024  
Rasmus Linden

Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma

Tekijä Rasmus Linden

Työn nimi Perehdytys kattokeskuksiin ja kiinteisiin sairaalalaitteisiin

Ohjaaja Juha Sarkula (Hamk)

Pekka Turkki (Mediq Suomi Oy)

Tiivistelmä

Vuosi 2024

---

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia kattokeskusten ja muiden kiinteiden sairaalalaitteiden standardeja ja ohjeistuksia. Näiden perusteella tavoitteena oli luoda vahva tietopohja standardeista ja ohjeistuksista perehdytykseen uusille asiantuntijoille sekä vahvistamaan vanhojen asiantuntijoiden tietämystä.

Työssä tutkittiin erikseen lääkintätiloja ja niiden teknisiä vaatimuksia, sairaaloiden sähköjärjestelmiä ja sairaalakaasu järjestelmiä. Työn suunnittelu vaiheessa päädyttiin keskittymään kattokeskuksiin, koska kattokeskukset vaativat monipuolisen osaamisen eri tekniikan aloilta ja yhdistävät näitä lääkintätilojen teknisiä vaatimuksia.

Opinnäytetyötä työstäessä huomattiin kattokeskuksilla ja muilla lääkinnällisiksi jakeluyksiköiksi määrittelyillä sairaalalaitteilla on oma niin sanottu ylästandardi SFS-EN ISO 11197:2019. Tässä standardissa määritellään mitä kaikkia standardeja lääkinnällisten jakeluyksiköiden tulisi noudattaa. Standardi myös tarkensi miltä osin näitä muita standardeja tulisi noudattaa ja lisäsi omia ohjeistuksia lääkinnällisille jakeluyksiköille.

Työn tuloksena syntyi kattava dokumentti kattokeskuksia koskevista standardeista ja ohjeistuksista. Tätä dokumenttia voidaan hyvin hyödyntää alalle uutena tulevan perehdytykseen alan ja laitteiden tuomista erikoispiirteistä, sekä parantamaan entuudestaan alalla toimivien asiantuntijoiden tietopohjaa.

Avainsanat Lääkintälaitteet, sairaalatekniikka, standardit

Sivut 40 sivua

Degree Programme in Electrical and Automation Engineering

Abstract

Author Rasmus Linden

Year 2024

Subject Orientation to the ceiling supply units and fixed hospital equipment

Supervisors Juha Sarkula (Hamk)

Pekka Turkki (Mediq Suomi Oy)

---

The aim of this thesis has been to investigate the standards and guidelines for ceiling supply units and other fixed hospital equipment, creating a solid knowledge base for the orientation of newcomers and reinforcing the knowledge of experienced personnel.

This study focused separately on medical facilities and their electrical requirements, hospital electrical systems, and hospital gas systems. During the planning phase, it was decided to concentrate on ceiling supply units as they require diverse expertise from various technical fields and integrate these with the technical requirements of medical facilities.

While working on this thesis, it was observed that ceiling panels and other medical distribution units are defined by their own upper standard, SFS-EN ISO 11197:2019. This standard outlines the standards these devices should adhere to and provides additional instructions.

In conclusion of this thesis a comprehensive document on standards and guidelines for ceiling supply units was produced. This document can be effectively utilized for the orientation of newcomers to the field, providing insights into the unique features of this industry and its devices, as well as enhancing the knowledge base of experienced professionals in the field.

Keywords Medical device, hospital technology, standards

Pages 40 pages

## Sisällys

1	Johdanto .....	1
2	Lääkintätilat ja niiden sähkötekniikan vaatimukset .....	2
2.1	Lääkintätila .....	2
2.2	Ryhmä 0 .....	4
2.3	Ryhmä 1 .....	4
2.4	Ryhmä 2 .....	5
2.5	Hoitoalue .....	5
2.6	Sähkökaapeliin valinnat .....	6
2.7	Pistorasiat .....	7
2.8	Lääkintätilojen valaistus .....	7
3	Sähkönjakelujärjestelmät .....	8
3.1	Varavoimajärjestelmä .....	9
3.1.1	> 0,5 s Varavoimajärjestelmä .....	9
3.1.2	> 15 s Varavoimajärjestelmä .....	9
3.2	UPS-järjestelmä .....	10
3.3	Lääkintä-IT-järjestelmä .....	10
3.4	MEV-järjestelmä .....	11
3.5	Maadoitus .....	11
3.6	Potentiaalintasaus .....	11
3.7	Ryhmien 1 ja 2 lääkitilojen lisävaatimukset potentiaalintasaukselle .....	12
3.8	Kunnossapito .....	13
4	Sairaalakaasut .....	14
4.1	Paineilmat .....	15
4.1.1	Lääkkeellinen hengitysilma .....	15
4.1.2	Instrumenttipaineilma .....	16
4.2	Lääkkeellinen happi .....	17
4.3	Lääketieteellinen hiilidioksidi .....	17
4.4	Lääkkeellinen ilokaasu .....	18
4.5	Käyttöpaineet .....	18
4.6	Kaasunpoisto ja kohdepoisto .....	19
5	Kiinteät sairaalalaitteet .....	19
5.1	Kattokeskukset .....	20
5.1.1	Kattokeskusten sairaalakaasuliitännät .....	22
5.1.2	Kattokeskusten vuototestit .....	24

5.1.2.1 SFS-EN ISO 7396-1 standardin vuototesti.....	25
5.1.2.2 SFS-EN ISO 11197 tehtaantuototesti .....	26
5.1.3 Kattokeskusten kaasun- ja kohdepoiston järjestelmät.....	27
5.1.4 Kattokeskusten ulostuloliittimien turvallinen sijoittaminen .....	29
5.1.5 Kattokeskusten pistorasiat.....	30
5.1.6 Kattokeskusten lääkintä-it-järjestelmä.....	31
5.1.7 Kattokeskusten suojaus sähköisiävaaroja kohtaan .....	32
5.2 Kattokeskusten tietoliikenne.....	32
5.2.1 Kuituyhteys.....	33
5.2.2 Koaksiaalikaapelointi .....	34
5.2.3 Ethernet kaapelointi.....	34
5.3 Muita kiinteitä sairaalalaitteita .....	35
6 Yhteenveto.....	37
Lähteet .....	39

## **Kuvat, taulukot ja kaavat**

Kuva 1. Hoitoalueen määrittäminen.....	6
Kuva 2. Sairaalakaasuletkujen värikoodit.....	24
Kuva 3. Medicvent järjestelmä. ....	28
Kuva 4. anestesiakaasunpoistopiste.....	29
Kuva 6. Kaasunulostulopisteiden ja pistorasioiden havainne kuva.....	30
Kuva 7. opticalCON QUAD kaapeli .....	33
Kuva 8. opticalCON QUAD runkoliitin .....	34
Kuva 9. Helux Pro -leikkausvalaisin .....	35
Kuva 10 TS 7500 .....	36
Kuva 11 MedArm®. ....	36

Taulukko 1. Luettelo lääkintätiloista ja niiden luokittelusta.....	4
Taulukko 2. Pistorasioiden tunnusvärit .....	7
Taulukko 3. Lääkintätilojen sähköasennusten kunnossapitotarkastuksiin .....	14
Taulukko 4. Lääketieteellisen hengitysilman laatuvaatimukset.....	16
Taulukko 5. Sairaalakaasujen suositellut nimellispaineet .....	18
Taulukko 6. ISO 11197 vuototesti .....	26

## 1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on koota tietopohja standardeista ja ohjeistuksista kiinteiden sairaalalaitteiden asiantuntijan eli KSL-asiantuntijan perehdytykseen Mediq Suomelle. Aihe valikoitui tarpeesta luoda tulevalle KSL-asiantuntijalle ja nykyisille asiantuntijoille tietopohja standardeista ja muista ohjeistuksista koskien kattokeskuksia ja muita kiinteitä sairaalalaitteita.

Tämä opinnäytetyö rakentaa tietopohjan perehdytykselle ja tulee olemaan osa perehdytyskansiota koskien kiinteitä sairaalalaitteita. Toinen osio perehdytyskansiota tulee olemaan sisäiset käytännöt ja valmistajien laitekoulutukset, mutta näitä ei sisällytetty tähän opinnäytetyöhän salassapitovelvoitteiden vuoksi.

Kiinteistä sairaalalaitteista opinnäytetyössä keskitytään perehtymään kattokeskuksiin ja niiden tuomiin vaatimuksiin. Tämä johtuu siitä, että kattokeskusten vaatimukset sisällyttävät monipuolisesti tilaajan KSL-asiantuntijalle vaaditun tietopohjan sairaalan sähköjärjestelmistä ja sairaalakaasujärjestelmistä.

Opinnäytetyö jakautuu kolmeen teoriapainotteiseen osioon ja osioon kattokeskuksista, jossa käsitellään miten nämä standardit ja ohjeistukset vaikuttavat näihin. Ensimmäisessä osiossa käsitellään lääkintätilojen määrittelyä ja lääkintätilojen sähkötekniisiä vaatimuksia. Toisessa osiossa tutustutaan sairaaloiden eri sähköjakelujärjestelmiin. Sähköjakelujärjestelmien jälkeen esitellään kattokeskuksissa tyypillisesti esiintyvät sairaalakaasujärjestelmät. Kiinteiden sairaalalaitteiden osiossa tuodaan standarttien yhteenveto koskien kattokeskuksia. Yhteenveton lisäksi kattokeskusten osiossa käydään läpi lyhyesti, mitä tietoliikennekaapelointia kattokeskuksissa tällä hetkellä esiintyy. Tietoliikennekaapelointiin ei olla syvennytty pidemmin, koska laitteiston tilaaja määrittelee aina tapauskohtaisesti mitä tietoliikennettä he haluavat sisällytettävän kattokeskuksiin asennusvaiheessa.

Tietoliikenne kaapeloinnin lisäksi tästä opinnäytetyöstä on yritetty rajata asiat, jotka kuuluvat sähkö- tai talotekniikan suunnittelun puolelle ja eivät hyödytä KSL-asiantuntijan arkisissa työtehtävissä asennuksen, huollon ja korjauksen parissa.

Opinnäytetyön tietosisältö ja lähteet syntyivät tutkimalla kiinteiden sairaalalaitteiden manuaaleja, standardeja ja niitä tukevia st-kortiston ohjeistuksia. Tätä standardeista ja ohjeistuksista koottua tietosisältöä täydennettiin kahden yli kymmenen vuotta kiinteidensairaala laitteiden parissa työskennelleen asiantuntijan välisestä keskustelusta saadulla tiedolla.

## 2 Lääkintätilat ja niiden sähkötekniikan vaatimukset

Sairaaloiden sähköasennuksille ja sähkötekniisille vaatimuksille on annettu tarkentavat ja korvaavat ohjeet SFS 6000-7-710-standardin osalta. Muilta osin sähköasennuksissa sairaalataloissa noudatetaan kaikkia samoja standardeja ja määräyksiä, jotka on esitetty SFS 6000 -sarjan osissa 1–6. (SFS 6000-7-710, ss. 4–5).

Tämä SFS 6000-7-710-standardi pohjautuu kansainväliseen standardiin CENELEC HD 60364-7-710:2012. SFS 6000-7-710 standardin pohjalta on luotu ST-kortti 51.79, jota hyödynnetään tässä opinnäytetyössä täydentämään standardista koottua tietoa.

SFS 6000-7-710 standardissa on lyhyt kolme kohtainen johdanto, että miksi lääkintätiloille on omat tarkemmat määritykset:

1. kehon resistanssi on alentunut, koska iho on usein leikattu tai vahingoittunut
2. sähkönsyötön katkeamiseen liittyy riski erityisesti elämää ylläpitävien laitteiden osalta
3. sähköiskun vaara on lisääntynyt johtuen nesteiden kuten veren, suolaliuosten ja veden käytöstä.

Näistä kohdat 1 ja 2 vaikuttava suoraan potilaan turvallisuuteen, kun taas kohta 3 vaikuttaa potilaan ja lääkintähenkilökunnan turvallisuuteen. Standardissa painotetaan, että lääkintätiloissa tapahtuvissa toimenpiteissä ja toiminnoissa on aina otatettava turvallisuusvaatimukset huomioon, jonka sähköiskuilta suojautumiseen ja sähkönsyötön jatkuvuuden varmistamiseen tulisi noudattaa tätä standardia. (SFS 6000-7-710, s. 6).

### 2.1 Lääkintätila

Lääkintätilojen vaatimukset on määritelty tilanteeseen, jossa potilas on hoidossa tai tutkimuksessa ja on kosketuksissa sähkölaitteisiin. Tämä lääkintätilojen määrittely on selkeästi esitetty SFS 6000-7-710:2022-standardissa, niin että ”Lääkintätila on tila, joka on tarkoitettu potilaiden diagnostisointiin, hoitoon, valvontaan ja hoivaan sähkökäyttöisten lääkintälaitteiden avulla.” (ST 51.79 2023, s. 2).

Lääketieteelliset tilat on jaettu kolmeen eri ryhmään: ryhmä 0, ryhmä 1 ja ryhmä 2. Työelämässä on yleisesti käytetty näiden ryhmien merkitsemiseen englanninkielisiä lyhenteitä G0, G1 ja G2. Tämä poikkeaa siten SFS 6000-7-710-standardista, jossa näitä lyhenteitä ei enää käytetä vuonna 2022 vahvistetussa standardissa. Vaikka nämä lyhenteet



ovat jo poistuneet uusimmasta standardista, niin on edelleen hyödyllistä olla tietoinen näistä työkielessä käytetyistä termeistä.

Sähkökäyttöinen lääkintälaitte ja liityntäosa ovat kaksi keskeistä käsitettä, jotka on hyvä ymmärtää ennen kuin ryhdytään määrittelemään lääkintätilojen ryhmiä. Lisäksi mittaustilanteissa on tärkeää tunnistaa sähkökäyttöinen lääkintäjärjestelmän käsite.

SFS 6000-7-710 standardin mukaan sähkökäyttöinen lääkintälaitte käsittää sähkökäyttöisen laitteen, jossa on liityntäosa tai joka siirtää energiaa potilaaseen tai potilaasta tai ilmaisee tällaista energian siirtymistä, ja joka on

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

Tämä sisältää valmistajan määrittelemät lisävarusteet, jotka ovat välttämättömiä normaalikäytölle. (SFS 6000-7-710:2022, ss. 7–8).

Liityntäosalla tarkoitetaan osaa, joka fyysisesti yhdistää sähkökäyttöisen lääkintälaitteen potilaaseen. Tämä liityntäosa voi olla osa sähkökäyttöistä lääkintälaitetta tai osa koko sähkökäyttöistä lääkintälaittejärjestelmää. (SFS 6000-7-710:2022, s. 8).

Sähkökäyttöinen lääkintäjärjestelmä puolestaan on valmistajan määrittelemä laitteiden kokonaisuus, johon kuuluu vähintään yksi sähkökäyttöinen lääkintälaitte. Nämä laitteet ovat tarkoitettu kytkettäväksi toisiinsa toiminnallisilla liitännöillä tai käyttämällä moniosaisia pistorasioita. (SFS 6000-7-710:2022, s. 8).

Lääkintätilan ryhmän valinta perustuu sähkökäyttöisen lääkintälaitteen, potilaan kosketuksen sekä lääkintätilan käyttötarkoituksen huomioon ottamiseen. Tämän vuoksi lääkintätilan määrittelyä voidaan suoraviivaistaa noudattamalla SFS 6000-7-710-standardissa esitettyä ohjeellista Taulukko 1:stä. Tässä on kuitenkin tärkeää korostaa, että huolimatta standardin antamista ohjeista, lääkintätilan määrittelyssä on aina otettava huomioon kyseisessä tilassa olevien lääkintälaitteiden valmistajan asettamat vaatimukset ja minkälainen vaikutus sähkönsyötön katkeamisella on potilas- ja hoitoturvallisuuteen. (ST 51.79 2023, s. 4).

Taulukko 1. Luettelo lääkintätiloista ja niiden luokittelusta (SFS 6000-7-710, S. 25).

Lääkintätila	Ryhmä			Luokittelu	
	0	1	2	Luokka C ≤ 0,5 s	Luokka E > 0,5 s ≤ 15 s
1 Hierontahuone	x	x			x
2 Potilashuone		x			x
3 Synnytysuhuone		x		x <sup>a</sup>	x
4 EKG-, EEG-, EMG-huone		x			x
5 Tähystysuhuone		x <sup>b</sup>		x	x <sup>b</sup>
6 Tutkimus- ja toimenpidehuone		x		x	x
7 Urologiahuone		x <sup>b</sup>		x	x <sup>b</sup>
8 Röntgentutkimus- ja sädehoituhuone		x			x
9 Vesihoituhuone		x			x
10 Kuntoutushuone		x			x
11 Anestesistila			x	x <sup>a</sup>	x
12 Leikkaussali			x	x <sup>a</sup>	x
13 Valmisteluuhuone		x	x	x <sup>a</sup>	x
14 Kipsaushuone		x	x	x <sup>a</sup>	x
15 Heräämö			x	x <sup>a</sup>	x
16 Sydänkatetrusointihuone			x	x <sup>a</sup>	x
17 Tehohoituhuone			x	x <sup>a</sup>	x
18 Angiografiahuone			x	x <sup>a</sup>	x
19 Dialyysihuone		x	x		x
20 Magneettikuvaushuone (MRI)		x	x	x	x
21 Isotooppikuvaushuone		x			x
22 Keskola			x	x <sup>a</sup>	x
23 Tarkkailuhuone		x	x	x	x
<sup>a</sup> Valaisimet ja elintoimintoja ylläpitävät sähkökäyttöiset lääkintälaitteet, jotka tarvitsevat syötön 0,5 sekunnissa tai lyhyemmässä ajassa.					
<sup>b</sup> Jos ei ole leikkaussali.					

## 2.2 Ryhmä 0

Ryhmä 0 määritellään lääkintätilaksi, jossa ei ole tarkoitus käyttää sähkökäyttöisiä lääkintälaitteita tai lääkintälaittejärjestelmiä. Tällaisia tiloja voivat olla hierontahuoneet, henkilökunnan taukotilat, WC-tilat tai muut tilat, joissa ei ole suunniteltu käytettävän sähkökäyttöisiä lääkintälaitteita. (ST 51.79 2023, s. 4)

## 2.3 Ryhmä 1

Ryhmän 1 määritelmä koskee lääkintätilaa, jossa sähkönsyötön katkeaminen ei aiheuta välitöntä vaaraa potilaalle. Tässä tilassa sähkökäyttöisen lääkintälaitteen liityntäosia

käytetään ihon ulkopuolisesti tai ihon sisäisesti mihin tahansa kehonosaan, joka ei ole Ryhmä 2:n piiriin kuuluva. (ST 51.79 2023, s. 4).

## 2.4 Ryhmä 2

Ryhmä 2 määritelmä kattaa lääkintätilan, jossa sähkökäyttöisten lääkintälaitteiden liityntäosia on tarkoitus käyttää seuraaviin toimintoihin:

- Sydämen läheiset toiminnot
- leikkausali tai tehohoidon toiminnot, joissa sähkönsyötön keskeytys voi aiheuttaa välttämätöntä vaaraa potilaalle.

Sydämenläheiset toiminnot viittaavat tilanteeseen, jossa sähköjohdin on suorassa kosketuksessa potilaan sydämeen tai se tulee kosketuksiin sydämen kanssa samalla, kun johdinta voidaan koskettaa potilaan kehon ulkopuolella. (ST 51.79 2023, s. 4).

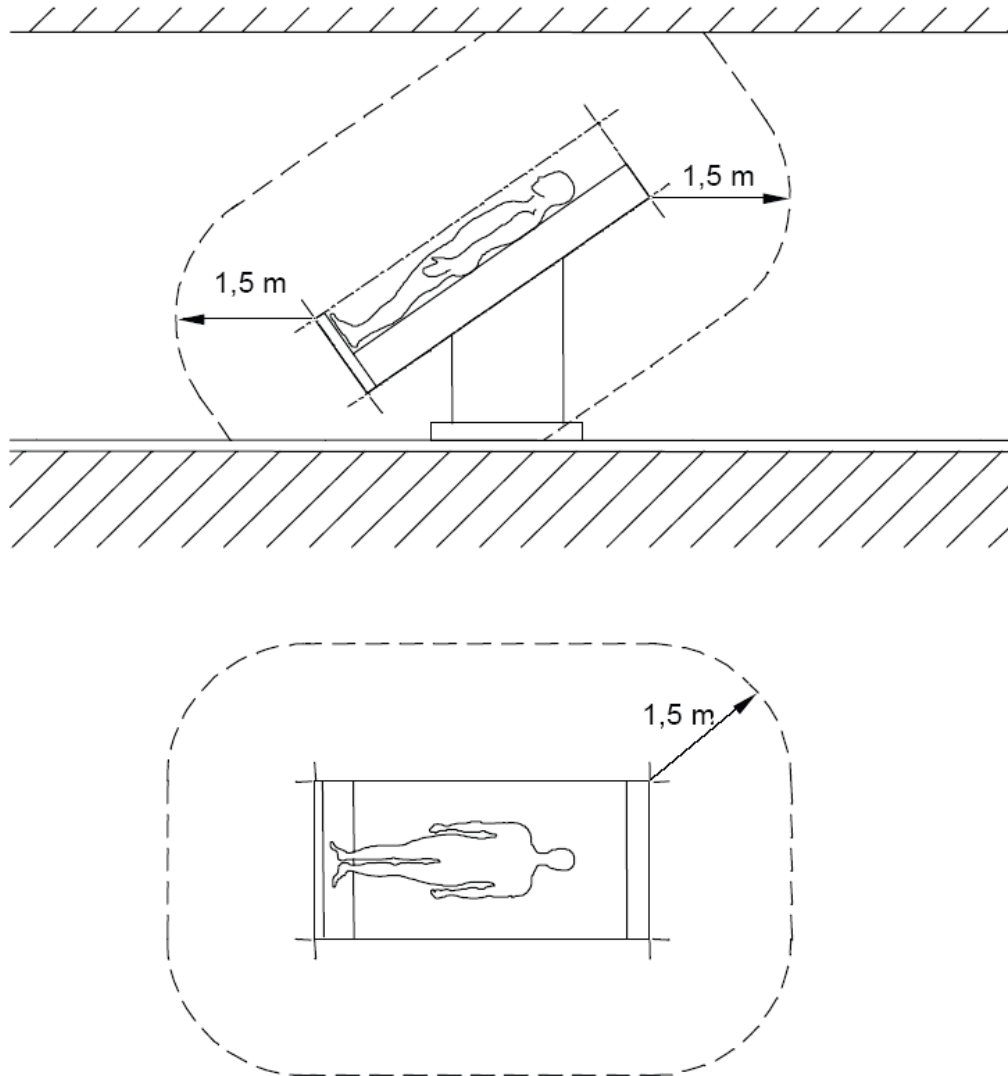
## 2.5 Hoitoalue

Hoitoalueen määritelmä ST 51.79 -ohjeistuksessa on kirjoitettu seuraavasti

Hoitoalue on alue, jossa tarkoituksellisesti tai tahattomasti voi syntyä suora yhteys potilaan ja sähkökäyttöisen lääkintälaitteen tai lääkintälaittejärjestelmän osan välille tai yhteys potilaan ja lääkintälaitteen tai lääkintälaittejärjestelmän osaa koskevan muun henkilön välille. (ST 51.79, s. 3).

Hoitoalueelle on myös määritelty kuvan 1 mukainen alueen määritelmä 3D maailmassa, niin että hoitoalueen raja on 1,5 m jokaiseen suuntaan X, Y ja Z akselilla ottaen huomioon leikkauspöydän leikkaustason ja potilaan uloimmat pisteet.

Kuva 1. Hoitoalueen määrittäminen (ST 51.79, s. 3).



IEC 2431/05

## 2.6 Sähkökaapeliin valinnat

Lääkintätilojen kaapeleita valitessa tulee huomioida, että kaapelit täyttävät SFS-EN 13501-6 standardissa määritettyjen luokkien Cca-s1, d1, a2 vaatimukset. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää EI 30 palonkestävyysluokan kaapelia, mutta käytännössä tämä ei usein ole mahdollista, joten tätä suositellaan välttämään. Ryhmän 1 tai 2 tiloissa, joissa on automaattinen palonsammutusjärjestelmä, niin voidaan myös käyttää Dca-s2, d2, a2 luokan kaapeleita. (SFS 6000-7-710:2022, s.17).

## 2.7 Pistorasiat

Lääkintätiloissa suositellaan, että jokainen pistorasioita syöttävä ryhmäjohto varustetaan omalla enintään 30 mA:n vikavirtasuojalla. Tämän suositellun toimenpiteen seurauksena on otettava huomioon, että enintään 30 mA:n vikavirtasuojalla varustetulla ryhmäjohdolla on määritelty suurin suositeltu pistorasioiden kokonaismäärä. Suosituksena on, että yhteen ryhmäjohtoon ei tulisi kytkeä enempää kuin 12 kpl 1-osaisia pistorasioita tai 6 kpl 2-osaisia ja niin edelleen. Lisäksi pistorasiaryhmässä olevien jatkoliitosten määrä on rajoitettu kuuteen kappaletta. (ST 51.79 2023, s.16).

Lääkintätiloissa käytetään monenlaisia sähkönsyöttöjärjestelmiä, joten pistorasioiden on oltava helposti ja nopeasti tunnistettavissa. Tunnistamisen helpottamiseksi suositellaan, että jokainen pistorasia merkitään keskustunnuksella, ryhmänumerolla ja rasianumerolla. Lisäksi suositellaan, että eri järjestelmien merkinnät toteutetaan värijärjestelmää käyttäen, esimerkiksi niin, että väri näkyy pistorasian peitelevyn värissä, merkintäteipin värissä tai tunnuskilven värissä. Tämä ST 51.79 -kortissa esitetyt tunnusvärit eri sähkönsyöttöjärjestelmien pistorasioille nähdään alla olevassa taulukossa 2. (ST 51.79 2023, s. 16).

Taulukko 2. Pistorasioiden tunnusvärit (ST 51.79 2023, s. 16).

<b>Esimerkkejä tyypillisistä (aiempien standardien mukaisista) tunnusväreistä:</b>	
<b>Normaali verkko</b>	valkoinen tai muu määritelty normaaliväri
<b>varavoimajärjestelmän syöttö yli 15 s</b>	vaaleansininen, esim. RAL 5024
<b>varavoimajärjestelmän syöttö alle 15 s</b>	sininen, esim. RAL 5007
<b>varavoimajärjestelmän syöttö alle 0,5 s</b>	punainen, esim. RAL 3011
<b>UPS-järjestelmä, myös UPS:illa syötetty IT-järjestelmä</b>	oranssi, esim. RAL 2000
<b>lääkintä-IT-järjestelmä:</b>	vihreä, esim. RAL 6025
<b>DRUPS-järjestelmä</b>	violetti, esim. RAL 4008

## 2.8 Lääkintätilojen valaistus

Ryhmän 1 ja 2 lääkintätiloille on annettu omat suuntaviivat ohjeistukset valaistukselle. Näissä ryhmän 1 ja 2 lääkintätiloissa suositellaan vähintään kahta valaistuspiiriä, jotka saavat

sähkönsyöttönsä kahdesta eri syöttöjärjestelmästä. Tällä taataan, että tehonsyötön vikatilanteissa tiloissa täyttyä tarvittava minimivalaistus, joka ei saa jäädä alle kansainvälisten standardien asettamien vaatimusten. Ensisijaisen tehonsyötön vikaantuessa siirtymän varavoimajärjestelmiin, niin siirtoajan ei tulisi ylittää 15 sekuntia. (ST 51.79 2023, ss. 16–17).

Vaatimukset edellyttävät, että ryhmän 2 lääkintätiloissa on oltava vähintään 50 % valaistuskapasiteetista varavoimajärjestelmää syöttävän ryhmän takana. Ryhmän 1 tiloissa on puolestaan varmistettava, että vähintään yksi huoneen valaisimista on kytketty varavoimaryhmän perään. Tästä säännöstä voidaan poiketa ryhmän 1 tiloissa, jotka sijaitsevat sairaalan ulkopuolella ja tämä ei vaaranna evakuointia. (ST 51.79 2023, ss. 16–17).

### 3 Sähköjakelujärjestelmät

Suomen sairaalarakennuksissa käytetään yleisesti kolmea erilaista sähköjakelujärjestelmää: normaalijakelua, varavoimajakelua ja katkeamatonta UPS-jakelua, josta viimeksi mainittu eli UPS-järjestelmä on osa varavoimajakelua.

Suunnittelun näkökulmasta lääkintätilojen jakelujärjestelmät tulisi toteuttaa siten, että tärkeimpien tilojen kuormituksen automaattinen siirtyminen pääsähköjakelusta varavoiman piiriin tapahtuu nopeasti ja vaivattomasti. Kummallekin sähkönsyöttöjärjestelmälle tulisi varata omat jakokeskuksensa, mutta näiden eri järjestelmien jakokeskukset voivat olla samassa rungossa, jos ne ovat toisistaan erilleen osastoituna (ST 51.79, s.5).

Ryhmän 2 lääkintätilojen jakokeskukset tulee sijoittaa lähelle tätä lääkintätilaa, sillä lääkintä-IT-järjestelmän keskukset tulevat olla enimmillään 25 m päässä lääkintätilasta mahdollisten vuotovirtojen takia. (ST 51.79, ss. 5–6).

Standardista on poistunut yksityiskohtaiset vaatimukset lääkintätilojen jakokeskuksille, mutta ST 51.79 sivut 6 ja 7 sisältävät pitkän listan kehotuksia mitä tulisi ottaa huomioon. Näistä skortin ohjeista poimittiin tähän opinnäytetyöhön kaksi kohtaa, joiden tietäminen hyödyttää KSL-asiantuntijoita omissa töissään ja ne ovat seuraavat:

- ”Ylivirtasuojat, vikavirtasuojat ja johdonsuojakatkaisijat tulisi sijoittaa niin, että niihin on helppo päästä käsiksi. Tämä järjestely on tarpeen, jotta koulutettu hoitohenkilöstö ja muu henkilökunta voivat tietyissä tilanteissa itse suorittaa tarvittavia käyttötoimenpiteitä, virittää vikavirtasuojat tai kytkeä lauennut johdonsuojakatkaisija.” (ST 51.79, s.6).

- ”Jakokeskukset on pääsääntöisesti sijoitettava lääkintätilojen ulkopuolelle, mutta pienet lääkintätilakohtaiset keskukset suositellaan sijoitettavaksi lääkintätilan sisäpuolelle.” (ST 51.79, s.6).

### 3.1 Varavoimajärjestelmä

Varavoimajärjestelmän tarkoituksena on taata lääkintätilojen toiminta sähkökatkojen aikana. Sähkönsyötön vikatilanteissa varavoiman on kytkeydyttävä päälle standardin määrittelemien aikamääreiden puitteissa. (ST 51.79, s.17).

Sairaaloissa käytetään erilaisia varavoiman tyyppejä, joilla on eri kytkentäajat, kuten  $> 0,5$  s,  $> 15$  s ja  $< 15$  s. Viimeksi mainittu on harvinainen, koska  $0,5$  s ja  $> 15$  s varavoimajärjestelmiä tarvitaan ryhmän 2 lääkintätiloissa, joten näiden järjestelmien käyttö on yleisempää. (ST 51.79, s.17).

#### 3.1.1 $> 0,5$ s Varavoimajärjestelmä

Mikäli keskuksen normaalisyöttö putoaa alle 85 % nimellisjännitteestä, seuraavat laitteet ja järjestelmien sähkönsyötöt tulisivat siirtyä automaattisesti hyödyntämään varavoimajärjestelmän tehonlähdettä. Tämän varavoimajärjestelmän on kyettävä tuottamaan energiaa vähintään kolmen tunnin ajan näille laitteille, joille tämä vaatimus on asetettu. ST 51.79 kortissa luetteloidaan seuraavat laitteet, joilla on tämä vaatimus:

- leikkausvalaisimet
- lääkintäsähkölaitteet tai lääkintäsähkölaitejärjestelmät, joissa on käytön kannalta muita välttämättömiä valaisimia, esim. tähystysvalaisimia mukaan luettuna niihin liittyvät välttämättömät laitteet esim. monitorit
- kriittiset elämää ylläpitävät lääkintälaitteet ja lääkintälaitejärjestelmät
- Muut käyttäjän määrittelemät laitteet (ST 51.79, s.17).

#### 3.1.2 $> 15$ s Varavoimajärjestelmä

Tämä  $> 15$  s varavoimajärjestelmän toiminta ja idea ovat lähes samat kuin  $> 0,5$  s varavoimajärjestelmässä, mutta tässä tapauksessa vaatimuksena on, että tehonlähde kykenee tuottamaan energiaa vähintään 24 tunnin ajan. Kytkentä tapahtuu, jos yhdessä tai useammassa äärijohtimessa nimellisjännite laskee alle 85 % 3 sekunnin ajaksi. Tämän

järjestelmän laitteet ovat niitä, jotka eivät ole kytkettyinä 0,5 s varavoimajärjestelmään. (ST 51.79, s.18).

### **3.2 UPS-järjestelmä**

UPS eli keskeytymätön tehojärjestelmä tai keskeytymätön virransyöttö. UPS-järjestelmää käytetään tarjoamaan energiaa kriittisimmille laitteille ja järjestelmille. Normaalitytilanteessa laitteet saavat sähkönsyöttönsä sähköverkosta, mutta mikäli sähköverkon sähkönsyöttö katkeaa, niin UPS aloittaa syöttämään energiaa akustonsa kautta, mikä mahdollistaa toiminnan jatkumisen ilman käyttökatkoja. (ST 52.35, s.1).

### **3.3 Lääkintä-IT-järjestelmä**

Ryhmän 2 tiloissa tulisi käyttää lääkintä-IT-järjestelmää niissä ryhmäjohtoissa, jotka syöttävät hoitoalueella käsiteltäviä laitteita. Lääkintä-IT-järjestelmän etuina on se, että ensimmäinen vika ei vielä saa aiheuttaa sähkönsyötön katkeamista. (ST 51.79, ss. 9–10).

Lääkintä-IT-järjestelmä on tarkoitettu pistorasiaryhmille, jotka syöttävät lääkintälaitteita. Siksi suojaerotusmuuntajaa, jota käytetään sähkön syöttämiseen IT-verkolle, ei tulisi kuormittaa tarpeettomasti kiinteillä sairaalalaitteilla, jotka vaativat suurta tehoa toimiakseen. Lisäksi tietotekniikkaa ei tulisi liittää järjestelmään, ellei niillä ole yhteyksiä sähköiseen lääkintälaittejärjestelmään. (ST 51.79, ss. 9–10).

EN 61557-8-standardin mukaan lääkintä-IT-järjestelmässä tulee olla eristystilan valvontalaite. Tämän lisäksi lääkintä-IT-järjestelmään voidaan asentaa eristysvian paikannusjärjestelmä, joka auttaa havaitsemaan ja lokalisoimaan eristysvian missä tahansa järjestelmän pisteessä. Tämä järjestelmä tarkkailee virtaa sähköjärjestelmän ja maan välillä ja havaitsee mahdolliset eristysvian. Lisäksi eristystilan valvontalaite tulee asentaa lääkintä-IT-järjestelmän sähkökeskukseen varmistaen sähköturvallisuuden ja mahdollisten eristysvikojen nopean havaitsemisen ja korjaamisen. (ST 51.79, ss. 9–10).

Järjestelmän eristysvikojen lisäksi tulisi myös seurata lääkintä-IT-järjestelmän suojaerotusmuuntajan ylikuormitusta ja ylläpöolosuhteita on seurattava. Näitä hälytyksiä ja varoituksia suositellaan myös liitettäväksi taloautomaatiojärjestelmään, josta tekninen päivitys voi saada tiedon näistä tilanteista. (ST 51.79, ss. 9–10).



### 3.4 MEV-järjestelmä

MEV-järjestelmä on suomen sairaaloissa vakiintunut järjestelmä, joka on kehitetty valvomaan opinnäytetyön kohdassa 3.3 mainittuja standardin vaatimuksia koskien lääkintä-IT-järjestelmien eristystilanvalvontaa. MEV-järjestelmä on PPO-Elektroniikka Oy:n kehittämä eristystason ja suojaerotusmuuntajan valvontajärjestelmä.

MEV-järjestelmä valvoo sähkönsyöttöä sekä suojajohtimien jatkuvuutta. Järjestelmän etuihin kuuluu se, että se ilmoittaa kaikista vioista ja ongelmista, jotka ovat kytketty tähän järjestelmään. Tämä mahdollistaa viallisten laitteiden tunnistamisen, jotka ovat kytkettyinä pistorasioihin, mikä puolestaan estää vaaratilanteiden syntymisen kriittisillä hetkillä, kuten operaatioiden tai hoidon aikana. (PPO-Elektroniikka, n.d.)

### 3.5 Maadoitus

Terveydenhuollon tiloissa on noudatettava TN-S-järjestelmää kaikissa tilojen sähköasennuksissa, mukaan lukien pääkeskukset. Ainoana poikkeuksena ovat pienet saneerauskohteet, joissa vähimmäisvaatimuksena on, että sähkönsyötöt, joihin hoitolaitteet kytketään, ovat TN-S-järjestelmää käyttäviä ja varustettuina 30 mA:n vikavirtasuojilla. (ST 51.79, s. 5)

### 3.6 Potentiaalintasaus

SFS 6001-1:2022 (2022, s. 30) standardissa sanotaan, että potentiaalintasaus on ”johtavien osien välinen sähköinen liitäntä, jonka tarkoituksena on saavuttaa tasapotentiaali” ja ST 53.21 kortissa (2022, s. 8) lisätään, että potentiaalintasausta on tarkoitus yhdistää sähkölaitteiden jännitteelle alttiit osat ja muut johtavat osat, kuten putket, ilmastointikanavat ja rakennuksen runko.

Erikoisrakennuksissa kuten sairaaloissa käytetään perinteisen potentiaalintasaamisen rinnalla lisäpotentiaalintasausta. Tämän lisäpotentiaalintasaamisen tehtävänä on minimoida potentiaali erot samanaikaisten kosketusten aikana kahden eri johtavan osan välillä. (ST 51.79, s. 10)

### 3.7 Ryhmien 1 ja 2 lääkintätilojen lisävaatimukset potentiaalintasaukselle

Potentiaalintaus tuo lisävaatimuksia ryhmän 1 ja 2 tiloille, jotka on kiteytetty ST 51.79 ohjeessa seuraavasti.

Kaikissa ryhmän 1 ja ryhmän 2 lääkintätiloissa on suoritettava lisäpotentiaalintaus, ja potentiaalintasauksikseen on kytkettävä lisäpotentiaalintausjohtimilla seuraavat hoitoalueella olevat osat:

- häiriökenttien suojukset, jos sellaisia on asennettu
- johtavien lattioiden verkot, ristikot ja kalvot, jos sellaisia on asennettu
- erotusmuuntajan mahdollinen metallinen sähköinen suoja, kaapelivaipat ja muut vastaavat osat suoraan suojajohtimeen.
- muut johtavat osat, jos niitä ei ole tarkoitettu olemaan eristettyinä maasta

Muihin johtaviin osiin kuuluvat esimerkiksi metalliset listat, laitekisko (tunnetaan myös nimellä Euro-kisko), jotka on kiinnitetty seinään ruuveilla. Seinät voivat olla metallisia, betonisia tai tiilistä valmistettuja. (ST 51.79, s. 10)

Lisäksi ryhmä 2 lääkintätiloissa on oltava lisäpotentiaalintausliitännätpisteitä, joihin voidaan liittää lääkintälaitteita, kuten leikkauspöytiä ja diatermioita, jotka vaativat tällaista liitännää. Myös ei-sähköiset laitteet, kuten fysioterapian tuolit ja hammaslääkärin tuolit, saattavat tarvita lisäpotentiaalintaus liitännätpisteen, mikäli nämä eivät ole tarkoitettu olemaan eristettyinä maasta. (ST 51.79, ss. 10–11)

Uusimmassa standardissa ryhmien 0 ja 1 lääkintätiloissa ei anneta selkeitä raja-arvoja suojajohtimien maadoituksen jatkuvuuden resistansseille. Tästä huolimatta olisi suositeltavaa noudattaa seuraavia resistanssiarvoja:

- Ryhmä 0:  $\leq 1 \Omega$
- Ryhmä 1:  $\leq 0,2 \Omega$
- Ryhmä 2:  $\leq 0,2 \Omega$  (perustuen SFS 6001-7-710 standardiin)

Ryhmän 1 tiloissa hoitoalueen ulkopuolella voidaan sallia poikkeuksia, mutta resistanssin tulisi silti olla alle 0,5  $\Omega$ . Resistanssin suurin arvo ryhmälle 2 on määritelty SFS 6001-7-710 standardissa ja se on 0,2  $\Omega$ . Tämä arvo perustuu 25 A tyyppin B johdonsuojakatkaisijan käyttöön, mikä varmistaa korkeintaan 25 V AC jatkuvan kosketusjännitteen. (ST 51.79, s. 12)

### **3.8 Kunnossapito**

Sähköturvallisuuslain 1135/2016, 48 §:ssä säädetään, että sähkölaitteiston haltijan on huolehdittava siitä, että 2 ja 3 luokan sähkölaitteistoille laaditaan sähköturvallisuutta ylläpitävä kunnossapito-ohjelma.

ST 51.79 suosittelee liittämään tähän kunnossapito-ohjelmaan myös lääkintätilojen määräaikaiset tarkastukset. Ohjeessa korostetaan, että nämä mittaukset olisi koordinoitava lääkinnällisen henkilökunnan kanssa potilasturvallisuuden varmistamiseksi. ST 51.79:ssä on myös määritelty lääkintätilojen sähköasennusten tarkastusten aikavälit, jotka ovat nähtävissä taulukossa 3. (ST 51.79, s. 25)

Taulukko 3. Lääkintätilojen sähköasennusten kunnossapitotarkastuksiin (ST 51.79, s. 25)

Tarkastus	Aikaväli
syötönvaihtoautomaatiikan toimintakoe	1 v
eristystilan valvontalaitteiden ja lääkintä-IT-järjestelmän muuntajan ylikuormitusvalvontalaitteiden toimintakoe SFS 6000 -standardin mukaan	1 v
suojalaitteiden asettelun tarkastus silmämääräisesti	1 v
lisäpotentiaalintasauksen mittaus	6 v
potentiaalintasauksen liitosten tarkastus	6 v
polttomoottoreilla toteutetut varavoimajärjestelmät, kunnes saavutetaan käyttölämpötila	1 kk
akustoista syötetyille varavoimajärjestelmille toimintakoe	1 v
kuormituskoe (60 min, kaikissa tapauksissa on käytettävä vähintään 50–100 % mitoitustehosta) polttomoottorilla syötetyille varavoimajärjestelmille	1 v
kuormituskoe akustoista syötetyille varavoimajärjestelmille	3 v tai valmistajanohje
vikavirtasuojan toiminnan tarkistus IΔN:n suuruisella vikavirralla tai	6 v
vikavirtasuojan toiminnan tarkistus omalla testipainikkeella yleisten vaatimusten mukaan	1 v
vikavirtavalvontajärjestelmän toiminnan testaus ja tarvittaessa säätö	6 v

#### 4 Sairaalakaasut

Sähkön lisäksi lääkintätiloissa esiintyy tarve käyttää eri kaasuja ja lääkintätiloissa näillä tarkoitetaan lääkinnällisiä kaasuja, jotka ovat määritellyt lääkelaissa. Yleisimpiä sairaalakaasuja ovat erityyppiset paineilmat, happi, hiilidioksidi ja ilokaasu.

Lääkelaissa on määritellyt sairaalakaasujen eli lääkkeellisten kaasujen määritelmä. Tämä määritelmä on kirjoitettu seuraavasti:

Lääkkeellisellä kaasulla tarkoitetaan kaasua tai kaasuseosta, jonka käyttö perustuu farmakologiseen vaikutukseen, joka on tarkoitettu annosteltavaksi potilaalle

hoidolliseen, diagnostiseen tai ehkäisevään tarkoitukseen ja joka on valmistettu ja tarkastettu lääkkeiden hyvien tuotantotapojen mukaisesti (Läkelaki 853/2005, 5 d §)

## 4.1 Paineilmat

Suomen sairaaloissa saattaa esiintyä kolmea erityyppistä paineilmaa, jotka ovat lääkkeellinen hengitysilma, Instrumenttipaineilma ja tekninen paineilma. Tekninen paineilma on harvinaisempi, kuin lääkinnällinen hengitysilma tai instrumenttipaineilma, sillä lääketieteellistä hengitysilmaa voidaan käyttää samoihin käyttötarkoituksiin leikkaussaleissa ja muilla osastoilla. Teknisen paineilman käyttötarkoituksia voisi olla esimerkiksi kattokeskusten jarrujen tarvitsema käyttöpaine tai kaasunpoiston tarvitsema käyttöpaine. Näiden edellä mainittujen toimintojen käytölle lääketieteellisen hengitysilman tai instrumenttipaineilman kanssa on listattu SFS-EN ISO 7396-1 standardissa seuraavat käytön mahdollistavat ohjeistukset. (Maaninen & Linden, 24.1.2024)

Jos lääketieteellistä hengitysilmaa tai instrumenttipaineilmaa käytetään muihin tarkoituksiin, kuten kattopylväiden käyttöön, anestesiakaasujen poistojärjestelmiin, kattokeskusten jarruihin, lääketieteellisen henkilöstön hengitysilmaan tai testaukseen, on oltava keino estää takaisinvirtaus putkistoon. Järjestelmän valmistajan on otettava huomioon näiden sovellusten virtaustarpeet (SFS-EN ISO 7396-1, s. 24)

Lääketieteellistä hengitysilmaa tai instrumenttipaineilmaa ei tule tarjota seuraavanlaisiin käyttökohteisiin, kuten yleiseen työpajakäyttöön, moottorikorjaamokäyttöön, suihkumaalaamiseen, renkaiden täyttöön, hydrauliiikan paine reservuaareihin, sterilointijärjestelmiin ja/tai ilmastoinnin pneumaattiseen ohjaukseen. Lääketieteellistä hengitysilmaa ja instrumenttipaineilmaa ei myöskään tule tarjota muihin sovelluksiin, jotka voivat aiheuttaa ennalta arvaamattomia käyttövaatimuksia ja vaarantaa ilman saatavuuden ja/tai laadun tarkoitetuille käyttötarkoituksille. (SFS-EN ISO 7396-1, s. 24)

### 4.1.1 Lääkkeellinen hengitysilma

Lääketieteellinen hengitysilma sisältää noin 21 % happea ja 79 % typpeä, mikä vastaa normaaleja ympäristönolosuhteita ja tämä on väritön ja hajuton kaasu.

Lääketieteellistä hengitysilmaa käytetään muun muassa:

- osana tuorekaasuvirtausta hengityskonehoidossa ja/tai anestesian yhteydessä

- muiden hengitettävien lääkkeiden (nebulisaatiohoidon) ponneaineena
- puhtaana ilmana infektioille alttiiden potilaiden hoidossa, kuten elimen- tai solusiirron tai laajojen palovammojen yhteydessä. (Woikoski OY, 2022-a)

Käyttökohteidensa takia lääkinnälliselle hengitysilmalle on suositeltu SFS-EN ISO 7396-1 standardissa noudattamaan Euroopan farmakopean asettamia laatuvaatimuksia lääketieteellisellä hengitysilmalle ja nämä laatuvaatimukset ovat koottu taulukkoon 4. (SFS-EN ISO 7396-1, s. 24)

Taulukko 4. Lääketieteellisen hengitysilman laatuvaatimukset (SFS-EN ISO 7396-1, s. 24)

Kriteeri	Arvot
Hapen pitoisuus	$\geq 20,4 \%$ (tilavuusosuus) ja $\leq 21,4 \%$ (tilavuusosuus)
Kokonaisöljypitoisuus	$\leq 0,1 \text{ mg/m}^3$ mitattuna ympäristönpaineessa
Hiilimonoksidipitoisuus	$\leq 5 \text{ ml/m}^3$
Hiilidioksidipitoisuus	$\leq 500 \text{ ml/m}^3$
Vesihöyrynpitoisuus	$\leq 67 \text{ ml/m}^3$
Rikkidioksidipitoisuus	$\leq 1 \text{ ml/m}^3$
NO + NO <sub>2</sub> -pitoisuus	$\leq 2 \text{ ml/m}^3$

#### 4.1.2 Instrumenttipaineilma

Instrumenttipaineilma ja lääketieteellinen hengitysilma jakavat samat ominaisuudet. Vaikka Euroopan farmakopea ei määrää erityisiä vaatimuksia instrumenttipaineilman laadulle, on yleinen lähtökohta, että instrumentti-ilman tulisi olla yhtä puhdasta kuin lääketieteellinen hengitysilma. Instrumentti-ilmaa käytetään pääasiassa käyttövoimana kirurgisille välineille, kuten porille ja sahoille leikkaussaleissa. (SSTY, 2014, s. 3)

Instrumenttipaineilmaa voidaan toimittaa kaasupulloista (lääkkeellinen ilma), mutta tämä ei ole kustannustehokasta eikä järkevää suuren kaasunkulutuksen vuoksi. Sen sijaan keskusjakelujärjestelmän kautta syötetty instrumenttipaineilma tuotetaan pääasiassa terveydenhuollon yksikössä sijaitsevilla ilmakompressorijärjestelmillä. Kaasupulloja käytetään korkeintaan hätä- ja huoltosyöttölähteinä. Tämä järjestely mahdollistaa instrumentti-ilman luotettavan ja tehokkaan käytön leikkaustoiminnassa. (SSTY, 2014, s. 3)

## 4.2 Lääkkeellinen happi

Lääkkeellinen happi on väritöntä, mautonta ja hajutonta ja se sisältää 100 % O<sub>2</sub>. Linde Gas ilmoittaa lääkkeelliselle hapelle pakkausselosteessaan seuraavanlaiset käyttökohteet:

- akuutin tai kroonisen hapenpuutteen hoitoon (alhainen veren happipitoisuus)
- osana yleisanestesian (narkoosin) aikana ja tehohoidon yhteydessä annettavaa kaasuvirtausta
- sumutinhoidossa inhaloitavien lääkeaineiden inhalaation aikana
- ensiapuna 100 %:n hapen muodossa sukeltajataudissa
- akuutin sarjoittaisen päänsäryn hoitoon (Oy Linde Gas Ab, 2021)

## 4.3 Lääketieteellinen hiilidioksidi

Lääkehiilidioksidi on 100 % hiilidioksidia (CO<sub>2</sub>) sisältävä lääkkeellinen kaasu, joka on sisään hengitettynä voimakkaasti hengitystä kiihdyttävä aine. Tämä myös nostaa veren hiilidioksidipitoisuutta ja nostaa sydämen syketiheyttä ja minuuttitulavuutta. Käyttö tarkoituksina on esim. Veren hiilidioksidipitoisuuden laskun ehkäisy hyperventilaatiokokeen yhteydessä. (Woikoski Oy, 2022-b)

Hiilidioksidille Linde Healthcare ilmoittaa sivuillaan seuraavanlaiset käyttötarkoitukset:

- tilavuutta laajentavana kaasuna mini-invasiivisissä toimenpiteissä eli laparoskopia, endoskopia ja artroskopi, jossa hiilidioksidi laajentaa ja vakauttaa ruumiin onteloita, mikä antaa kirurgille paremman näköyhteyden operoitavalle alueelle.
- Nestemäisenä hiilidioksidia voidaan myös käyttää lämpötilaa alentavissa toimenpiteissä, kuten -76 °C kryoterapiaa tai paikallista analgesiaa varten.
- Hengityksen tilapaiseen stimulointiin ja syvien hengenvetojen ja ykäysten auttamiseen atelektaasin estämiseksi tai hoitamiseksi. (Linde-healthcare, n.d)

#### 4.4 Lääkkeellinen ilokaasu

Lääketieteellinen ilokaasu eli dityppioksidi (typpioksiduuli eli  $N_2O$ ) on lääketieteellinen kaasu, joka sisältää 100 % dityppioksidia, jolle Woikoski oy listaa seuraavanlaisia käyttökohteita:

- nukutusaineena muihin hengitettäviin anestesia- eli nukutusaineisiin tai laskimoon annettaviin nukutusaineisiin yhdistettynä
- kivun lievityksessä ja rauhoittamisessa, kun kivunlievityksen tai rauhoittavan vaikutuksen halutaan alkavan nopeasti ja olevan nopeasti poistettavissa

Lääketieteellinen ilokaasu rentouttaa ja tekee olon uneliaaksi. Ilokaasu vaikuttaa hermonvälittäjäaineiden välityksellä ja nämä hermonvälittäjä aineet säätelevät ihmisen hereillä oloa ja kipua aistia. (Woikoski Oy, 2022-c)

#### 4.5 Käyttöpaineet

Sairaalan paineistettujen kaasujen (ei koske instrumenttipaineilmaa) paine kaasunottoon tulevassa pisteessä ei saa ylittää 110 % nimellispainetta, kun järjestelmä on kytketty pois päältä eli nollavirtaamalla. Paineen ei myöskään tulisi laskea alle 90 % nimellispainetta missään kaasunottopisteessä, kun järjestelmä toimii suunnitellulla virtauksella ja virtaus on 40 l/min kyseisessä kaasunottopisteessä. (SFS-EN ISO 7396-1:2016. s. 39)

Instrumenttipaineilman paine kaasunottoon tulevassa pisteessä ei saa ylittää 115 % nimellispainetta, kun järjestelmä on kytketty pois päältä eli nollavirtaamalla. Paineen ei myöskään tulisi laskea alle 85 % nimellispainetta missään kaasunottopisteessä, kun järjestelmä toimii suunnitellulla virtauksella ja virtaus on 350 l/min kyseisessä kaasunottopisteessä. (SFS-EN ISO 7396-1:2016. s. 40)

Näiden kahden standardissa SFS-EN ISO 7396-1 mainitun suosituksen perusteella Suomen sairaalatekniikan yhdistys ry on 2014 ilmestyneessä ”Sairaalakaasujärjestelmien suunnittelu, asennus- ja huolto-ohje julkaisussaan” määritellyt suositellut nimelliskelupaineet eri sairaalakaasutyypeille, jotta SFS-EN ISO 7396-1 standardin vaatimukset täytyisivät ja nämä nimellispaineet näkyvät taulukosta 5. (SSTY, 2014, s. 27)

Taulukko 5. Sairaalakaasujen suositellut nimellispaineet (SSTY, 2014, s. 27)

Sairaalakaasut	Nimelliskelupaine [kPa]*	Paine kaasupisteessä min. – max.[kPa]*
----------------	--------------------------	--



Lääketieteellinen hengitysilma	500	450–550
Lääkkeellinen happi	500	450–550
Lääkkeellinen ilokaasu	400	360–440
Lääkkeellinen hiilidioksidi	400	360–440
Instrumentti-ilma	800	680–920

\*) paine ilmoitettu manometripaineena (ts. ilmanpaine on 0)

#### 4.6 Kaasunpoisto ja kohdepoisto

Lääkintätiloissa syntyy hengitysilmaa saastuttavia hiukkaispäästöjä esimerkiksi diatermioista tai sairaalakaasuja pääsee vapaaksi anestesiakoneiden käytöstä. Nämä päästöt ovat haitallisia potilaille ja henkilökunnalle, joten sairaalakaasujen lisäksi lääkintätiloissa on erillisiä kaasunpoistojärjestelmiä.

Jokaiseen lääkintätilaan, jossa on lääkkeellisen dityppioksidin kaasunottoventtiili, on asennettava ylimääräisten kaasunpoistoliitännä tai kohdepoistojärjestelmän poistopiste. Ylimääräisten kaasujen tehokas poisto ilmanvaihtojärjestelmään edellyttää erityisen kaasunpoistoejektorin käyttöä ja tämä ejektorii toimii lääkkeellisellä ilmalla. (SSTY, 2014, s. 10)

### 5 Kiinteät sairaalalaitteet

Opinnäytetyötä varten tutkiessa kiinteitä sairaalalaitteita KSL:lle ei löytynyt kirjallista määritelmää, vaikka onkin terminä hyvin yleisessä käytössä. Keskustelussa Mediq Suomen projektipäällikön Ari Maanisen kanssa päädyimme seuraavaan yksinkertaistettuun määritelmään kiinteistä sairaalalaitteista ”eli KSL-laitteet sisältävät kaikki toiminnalliset sairaalalaitteet, jotka ovat kiinteästi asennettuna sähkö-, vesi-, kaasuverkossa tai muuten kiinteästi asennettuna lääkinnällisissä tiloissa”. Tätä tietoa etsiessä aiheesta tuli myös

vastaan havainto, että määritelmä kiinteille sairaalalaitteille voi muuttua riippuen missä yrityksessä tai minkälaisessa työnkuvassa työskentelet.

Tässä opinnäytetyössä keskityttiin perehtymään kattokeskuksiin ja niiden tuomiin vaatimuksiin, koska kattokeskusten asennuksessa, huollossa ja korjaustöissä esiintyy monia sairaalatekniikan osa-alueita, kuten sairaaloiden sähköjärjestelmien, tilojen ja sairaalakaasujen tuomia erikoisvaatimuksia. Seuraavassa kappaleessa esitellään standardin mukainen määritelmän kattokeskuksille, sekä käydään läpi, minkälaisia erityisvaatimuksia kattokeskuksille esiintyy. Standardien lisäksi perehdymme muihin asioihin ja käytäntöihin, jota KSL-asiantuntijan tulisi tietää ja tunnistaa.

## 5.1 Kattokeskukset

Kattokeskukset kuuluvat lääkinnällisiin jakeluyksiköihin, jotka ovat määritellyt lääkinnällisten jakeluyksiköiden standardissa SFS-EN ISO 11197 seuraavalla tavalla vapaasti suomennettuna:

Pysyvästi asennettu lääketieteellinen laitteisto, jonka tarkoituksena on toimittaa sähkövoimaa, viestintävälineitä (puhelin, hoitajakutsujärjestelmät jne.), tietoliikennettä, valaistusta ja/tai kaasua lääketieteelliseen käyttöön, lääketieteellisiä kaasuja ja/tai nesteitä, anestesiakaasujen keräysjärjestelmä ja/tai savunpoistojärjestelmä terveydenhuollon tiloihin terveydenhuoltolaitoksessa. (SFS-EN ISO 11197:2019, s.4)

Opinnäytetyötä varten tutkiessa valmistaja X kattokeskusten asennusohjeessa mainitaan näiden kattokeskusten olevan CE-hyväksytyjä, josta Tukes kirjoittaa sivuillaan seuraavasti:

CE-merkintä on merkintä, jolla tuotteen valmistaja tai valtuutettu edustaja vakuuttaa, että tuote täyttää tuotetta koskevien EU:n direktiivien ja asetusten olennaiset vaatimukset. (Tukes, n.d.)

Valmistaja X on esimerkiksi listannut 2015 manuaalissaan näitä minkä direktiivejä ja standardeja, jonka kanssa laite on yhteensopiva:

- MDD 93/42/EEC, 2007 – Medical Device directive
- EN 60601-1:2006 - Medical electrical equipment. General requirements for basic safety and essential performance
- EN 60601-1:2007 - Medical electrical equipment. Electromagnetic compatibility

- EN ISO 11197:2009 Medical supply units
- EMC Directive 2014/30/EU Electromagnetic compatibility (of electrical and electronic products) for electrical measurement, control, and laboratory use.

Standardeja lukiessa kattokeskusten ja muiden sairaalalaitteiden kanssa tulee olla tarkkana CE-merkinnän takia. Laitteiden CE-merkinnät ovat tapahtuneet vuonna X ja tämä laite on valmistettu tämän vuoden X aikaisilla standardeilla ja direktiiveillä. Nämä standardit ja direktiivit mitkä koskevat kutakin laitetta saattavat löytyä valmistajien manuaaleista tai nykyään useammin erikseen toimitettavasta ”EU Declaration of Conformity for Medical Devices” dokumentista. Edellä mainituista syistä seuraten laitteet eivät välttämättä vastaa standardien uusimpia versioita.

Tarkemmin tutustuessa SFS-EN ISO 11197 standardiin huomataan, että tässä standardissa määritellään mitä muita standardeja kattokeskusten tulisi noudattaa ja miltä kohdin, joten kattokeskusten kanssa, tulee olla tarkkana, että mitkä esimerkiksi ISO 7396-1 standardin kohdista ovat päteviä kattokeskuksiin. Tämä johtuu siitä, että SFS-EN ISO 11197 standardi toimii ylempänä standardina kattokeskuksille ja ohittaa alemmat standardit.

SFS-EN ISO 11197:2019 standardissa määritellään, että ISO 7396-1 standardin eri julkaisuja ja niiden eri osa sovelletaan, mutta vain ISO 11197:2019 standardissa mainituin ehdoin kattokeskuksen sairaalakaasujärjestelmiin. Esimerkiksi AGSS-järjestelmien valmistuksessa eli anestesiakaasunpoistojärjestelmien valmistuksessa tulee noudattaa ISO 7396-1:2007 julkaisua. Uudempaa ISO 7396-1:2016 standardia taas tulee soveltaa järjestelmissä, johon kattokeskus yhdistetään. (SFS-EN ISO 11197:2019, ss. 21–22)

Kattokeskuksissa käytettävistä joustavista letkuista mainitaan SFS-EN ISO 11197:2019 standardin kohdassa 201.15.4.101.d, että ohjeistuksessa hyödynnetään anestesia- ja hengityslaitteiden letkuille tehtyä standardia ISO 5359:2014 muuten, mutta ei tarvitse noudattaa kohtia:

- 5359:2014:4.6.4 sulkeutumisen vastus
- 5359:2014:4.6.7 kaasutyypin määrittely
- 5359:2014:4.6.8 päätyliittimet

Edellä listattujen poikkeuksien takia mainitaan standardin kohdassa 201.15.4.101.g, että kattokeskuksille ja muille lääkinnällisille jakeluyksiköille on oma testaus menetelmä tehtaalla toteutettavaksi, joka tarkennetaan standardin liiteosiossa BB, mutta koko järjestelmän tulee täyttää ISO 7396-1, jonka testaaminen on sairaalakaasujärjestelmän asentajan vastuulla.

Tämä SFS-EN ISO 11197:2019 liiteosan BB mukainen vuototesti nähdään opinnäytetyön kohdassa 5.1.2.

Kattokeskukset myös noudattavat lääkinällisille sähkölaitteille määriteltyä IEC 60601:2005+A1:2012 standardia, joissa määritellään sähköisten lääkinällisten laitteiden perusturvallisuusvaatimukset, mutta SFS-EN ISO 11197 tarkentaa miltä osin kattokeskukset ja muut lääkinällisen jakeluyksikön noudattavat tätä standardia. Sähköasennuksille mainitaan noudattavan IEC 60364-7-710:2002 standardia, johon perustuu CENELEC HD 60364-7-710:2012 standardi ja AC:2013 muunnos. Tämän kansainvälisen standardin pohjalta on luotu suomenkielinen SFS 6000-7-710:2022 standardi. ISO 11197 standardissa ei ole tarkentavia kohtia IEC 60364-7-710:2002 standardille.

### **5.1.1 Kattokeskusten sairaalakaasuliitännät**

Kiinteistä sairaalalaitteista etenkin kattokeskukset vaativat lukuisia kaasunsyöttöjä yhdelle sairaalakaasutyypille. Yksi syy tähän tarpeeseen on se, että yksi sairaalakaasunsyöttö saa toimittaa sairaalakaasuja vain kahdelle kaasunottopisteelle. Tämä useamman sairaalakaasunsyötön tulee erityisesti ilmi lääketieteellisen hengitysilman kanssa, koska lääketieteellisessä hengitysilmassa kaasunulosottopisteiden lisäksi toimivat kattokeskusten jarrut ja kaasunpoiston ejektorin käyttöpaineet vaativat myös oman syöttönsä.

Nykyisissä rajapinnoissa on yleistynyt se, että jokaista sairaalakaasutyypin syöttöä tuodaan vain yhden kuparilinjan verran KSL-laitteelle ja tämä kuparilinja päättyy sulkuventtiiliin. Tästä sulkuventtiilistä alkaa KSL-laitteen toimittajan rajapinta ja tulee liittää omalla ratkaisullaan laitteensa. Tätä ratkaisua suunniteltaessa tulee ottaa huomioon standardien SFS-EN ISO 7396-1 ja SFS-EN ISO 11197 materiaali suositukset.

SFS-EN ISO 7396-1:2016 standardissa on suositeltu kuparia materiaaliksi sairaalakaasuputkistoille ja kupariputkien, jotka on tarkoitettu sairaalakaasujen kuljetukseen, on täytettävä standardin SFS-EN 13348 määrittämät vaatimukset. Muilla kuin kuparisilla putkimateriaaleilla on oltava puhtausvaatimukset, jotka vastaavat standardin SFS-EN 13348 vaatimuksia. Tällä varmistetaan, että kaasujen kuljetusputkisto täyttää terveydenhuollossa tarvittavat turvallisuus- ja laatuvaatimukset. (SFS-EN ISO 7396-1:2016, ss. 17–18 & 45)

Kaikki kaasujen kanssa suorassa kosketuksessa olevat muuta materiaalia sisältävät komponentit, kuten T- ja Y-haarat, on noudatettava samat puhtausvaatimukset kuin metalliset putket. Kaikille sairaalakaasujärjestelmän laitteille, jotka ovat suorassa kosketuksessa kaasun kanssa, paitsi putkille, on asetettu standardin SFS-EN ISO 15001

mukaiset puhtausvaatimukset. Tämä varmistaa kaasujärjestelmän osien asianmukaisen puhdistuksen ja turvallisen käytön terveydenhuoltoympäristössä. (SFS-EN ISO 7396-1:2016, ss. 17–18 & 45)

Letkuille, joita käytetään kattokeskuksien sisäisissä kaasulinjoissa, on suositeltu myös täyttämään samat materiaalin puhtaus suositukset, mutta letkujen tulisi myös täyttää anestesia- ja hengityskoneiden letkuille suunnatun standardin ISO 5359 tai lääkinällinen jakeluyksiköille suunnatun ISO 11197 standardin. (SFS-EN ISO 7396-1:2016, ss. 40 & 44)

SFS-EN ISO 5359:2014 standardin kohdan 4.6.9 mukaan letkut tulee olla kiinnitettynä letkukaroihin puristusholkein, joita ei voi kyetä irrottamaan ilman, että letku tulee käyttökelvottomaksi ja kielletään, että mitään ruuvipuristeista tai muuta irrotettavaa puristinta ei saa käyttää. Tätä on vielä täydennetty kattokeskusten SFS-EN ISO 11197:2019 standardin kohdassa 201.15.4.101.d niin, että letku voidaan puristaa vain kerran ja tulee lyhentää leikkaamalla ennen uutta puristusta.

SFS-EN ISO 5359:2014 standardin kohdassa 6.2 sanotaan, että letkujen tyyppi merkintä tulisi toteuttaa, niin että letkusta on tunnistettavissa mitä sairaalakaasua on tarkoitus kulkea kyseistä letkua pitkin. Tälle letkujen tyyppi merkkaukselle on annettu kaksi vaihtoehtoista suositusta koko letkun värikoodaus tai letkun molempiin päätyihin tulee kiinnittää vähintään 25 mm levyinen merkkkaus hihna tai holkki, joka on värikoodattu koko matkalta. SFS-EN ISO 11197:2019 standardin kohdassa 201.15.4.101.d sallitaan läpinäkyviä letkuja käyttäessä myös teippaus kolmanneksi vaihtoehdoksi. Kuvassa 2 nähdään ISO 5359 määritellyt värikoodaukset eri sairaalaa kaasuille.

Kuva 2. Sairaalakaasuletkujen värikoodit (SFS-EN ISO 5359:2014, s. 15)

Medical gas or mixture	Symbol	Colour coding <sup>a b</sup>
Oxygen	O <sub>2</sub>	White
Oxygen-enriched air	c	c
Nitrous oxide	N <sub>2</sub> O	Blue
Oxygen/nitrous oxide mixture [O <sub>2</sub> = 50 % (volume fraction)]	O <sub>2</sub> /N <sub>2</sub> O	White-blue
Nitrous oxide/oxygen mixtures [N <sub>2</sub> O < 80 % (volume fraction)] <sup>d</sup>	N <sub>2</sub> O/O <sub>2</sub>	Blue-white
Medical air	Air <sup>e</sup>	Black-white
Air for driving surgical tools	Air - 800 <sup>e</sup>	Black-white
Vacuum	Vac <sup>e</sup>	Yellow <sup>f</sup>
Air/oxygen mixture	Air/O <sub>2</sub> <sup>e</sup>	White-black
Nitrogen for driving surgical tools	N <sub>2</sub> - 800	Black
Helium	He	Brown
Helium/oxygen mixture [O <sub>2</sub> < 20 % (volume fraction)]	He/O <sub>2</sub>	Brown-white
Helium/oxygen mixture [He ≤ 80 % (volume fraction)]	O <sub>2</sub> /He	White-brown
Oxygen/carbon dioxide mixture [CO <sub>2</sub> ≤ 7 % (volume fraction)]	O <sub>2</sub> /CO <sub>2</sub>	White-grey
Carbon dioxide	CO <sub>2</sub>	Grey
Carbon dioxide/oxygen mixture [CO <sub>2</sub> > 7 % (volume fraction)]	CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub>	Grey-white
Xenon	Xe	Bright green
Medical air/helium/carbon monoxide [CO < 1 % (volume fraction)]		LFT <sup>g</sup>
Special gas mixture	h	h

<sup>a</sup> For combinations of colours, the first-named is the predominant colour.

<sup>b</sup> See [Annex C](#) for national deviations in colour coding for medical gases.

<sup>c</sup> Symbol and colour coding to be defined by national authorities.

<sup>d</sup> Except for oxygen/nitrous oxide mixture [O<sub>2</sub> = 50 % (volume fraction)].

<sup>e</sup> National languages may be used for air and vacuum.

<sup>f</sup> An example of yellow is NCS S 0560-Y in accordance with NTSB report SS 01 91 02.<sup>[30]</sup>

<sup>g</sup> Lung function test.

<sup>h</sup> For limited experimental applications. Symbols for special gas mixtures should conform to the chemical symbols of the components.

### 5.1.2 Kattokeskusten vuototestit

Sairaalakaasujen vuototestejä tehdessä lääkintätiloissa ja laitteissa tulee olla erittäin tarkka mitä standardeja sovelletaan missäkin tilanteissa. Esimerkiksi SFS-EN ISO 7396-1 standardi, joka määrittelee sairaaloiden kaasuverkon standardeja sisältää oman vuototestinsä. Tässä vuototestissä on mainittuna myös erikseen, jos testauksessa on mukana lääkinnällisiä jakeluyksiköitä ja niiden sisältämiä joustavia letkuja, ja niille määritellyt omat sallitut vuodot. Ottaessa opinnäytetyön pääaiheena olevat kattokeskukset tarkasteluun, niin ISO SFS-EN ISO 11197:2019 standardissa, jota lääkinnällisten jakeluyksiköiden tulisi noudattaa sisältää oman poikkeavan tehtaanvuototestin, jossa on omat testausmenetelmät

ja sallittujen vuotojen enimmäisvaatimukset, mutta testin viimeisessä kohdassa suoraan suomennettuna mainitaan seuraavasti:

Lääketieteelliseen käyttöön tarkoitettujen kaasujen ja/tai tyhjiön ja/tai lääketieteellisten laitteiden kaasuputkien tulee olla liitettyinä sairaala-alueen infrastruktuuriin, ja koko asennuksen tulee täyttää ISO 7396-1 -standardin vaatimukset. Tämä vuototesti on sairaalan lääketieteellisen kaasuputkiston asentajan vastuulla. (SFS-EN ISO 11197:2019, s. 31)

Vuototestejä tehdessä suositellaan yliyön tehtävää tai valvotuissa olosuhteissa tehtävää vuototestiä. Tämä johtuu siitä, että jos ulkopuolinen taho pääsee painelemaan kattokeskusten jarruja, niin tämä vapauttaa paineita testiajaksi suljetuista kaasulinjoista ja testin tulokset eivät ole todenmukaisia. Toisena ennen testien aloitusta tulee aluksi puhalttaa jokainen testinalainen kaasunulostulopiste puhtaaksi ja varmistaa, että kaasunpoiston ejektorit eivät ole aktiivisia tai muita laitteita, kuten sekoittajia ei ole kytkettynä kaasunulosottoliittimiin.

#### **5.1.2.1 SFS-EN ISO 7396-1 standardin vuototesti**

SFS-EN ISO 7396-1 standardin kohdan 12.6.1.4 mukaisesti lääkinnällisestä kaasuputkistojärjestelmästä suoritetaan seuraavanlainen vuototesti ennen käyttöönottoa. Tämä vuototesti on vapaasti suomennettuna:

Yksivaiheisten putkistojakelujärjestelmien osalta vuoto lääkinnällisestä kaasuputkistojärjestelmästä mitataan kaikilta osilta järjestelmää ylä- ja alavirtaussuunnissa jokaisen alueen katkaisuventtiilin ylä- ja alavirtapuolella, kun testikaasun lähde on irrotettu.

Kaksivaiheisten putkistojakelujärjestelmien osalta vuoto lääkinnällisestä kaasuputkistojärjestelmästä mitataan kaikilta osilta järjestelmää ylä- ja alavirtaussuunnissa jokaisen linjapaineensäätimen ylä- ja alavirtapuolella, kun testikaasun lähde on irrotettu.

Osioissa, jotka sijaitsevat sulkuventtiilin tai paineen säätimen alavirranpuolella sallitaan seuraavat vuodot:

- 2 h – 24 h testiajan jälkeen nimellisjakelupaineen alenema ei saa ylittää 0,4 %/h paineenlaskua ilman, että on mukana lääkinnällistenjakeluyksiköiden joustavia letkuja.
- 2 h – 24 h testiajan jälkeen nimellisjakelupaineen alenema ei saa ylittää 0,6 %/h paineenlaskua ilman, jossa on mukana lääkinnällistenjakeluyksiköiden joustavia letkuja.
- Osioissa, jotka sijaitsevat sulkuventtiilin tai paineen säätimen ylävirranpuolella sallitaan seuraavat vuodot:
- 2 h – 24 h testiajan jälkeen nimellisjakelupaineen alenema ei saa ylittää 0,025 %/h paineenlaskua yksi- ja kaksivaiheisissa putkistonjakelujärjestelmissä. (SFS-EN ISO 7396-1:2016. s. 50)

### 5.1.2.2 SFS-EN ISO 11197 tehtaanvuototesti

Kattokeskuksille on määritelty SFS-EN ISO 11197:2019 standardin liitteen BB poikkeavat testausmenetelmät, jotka valmistajan tulee tehdä. Tehtaan vuototestille on määritelty taulukon 6 mukaiset arvot ja testi on vapaasti suomennettu seuraavanlaisesti:

- Testipaine pitää olla vähintään 4 bar testin ajan.
- Testin saa kestää enintään 5 minuuttia tai tulokset eivät ole valideja.
- Testiajan ollessa lyhempi suhteutetaan sallittuvuoto vastaamaan lyhempää aikaa. (SFS-EN ISO 11197:2019, ss. 30–31).

Taulukko 6. ISO 11197 vuototesti (SFS-EN ISO 11197:2019, s.30)

Sairaalakaasutyyppi	Testipaine kPa	Sallittu vuoto
Lääketieteellinen kaasu muu kuin ilma tai tyyppi kirurgisten työkalujen käyttöön.	500 (±100)	≤1 %
Ilma tai tyyppi kirurgisten välineiden käyttöön	500 (±100)	≤1 %



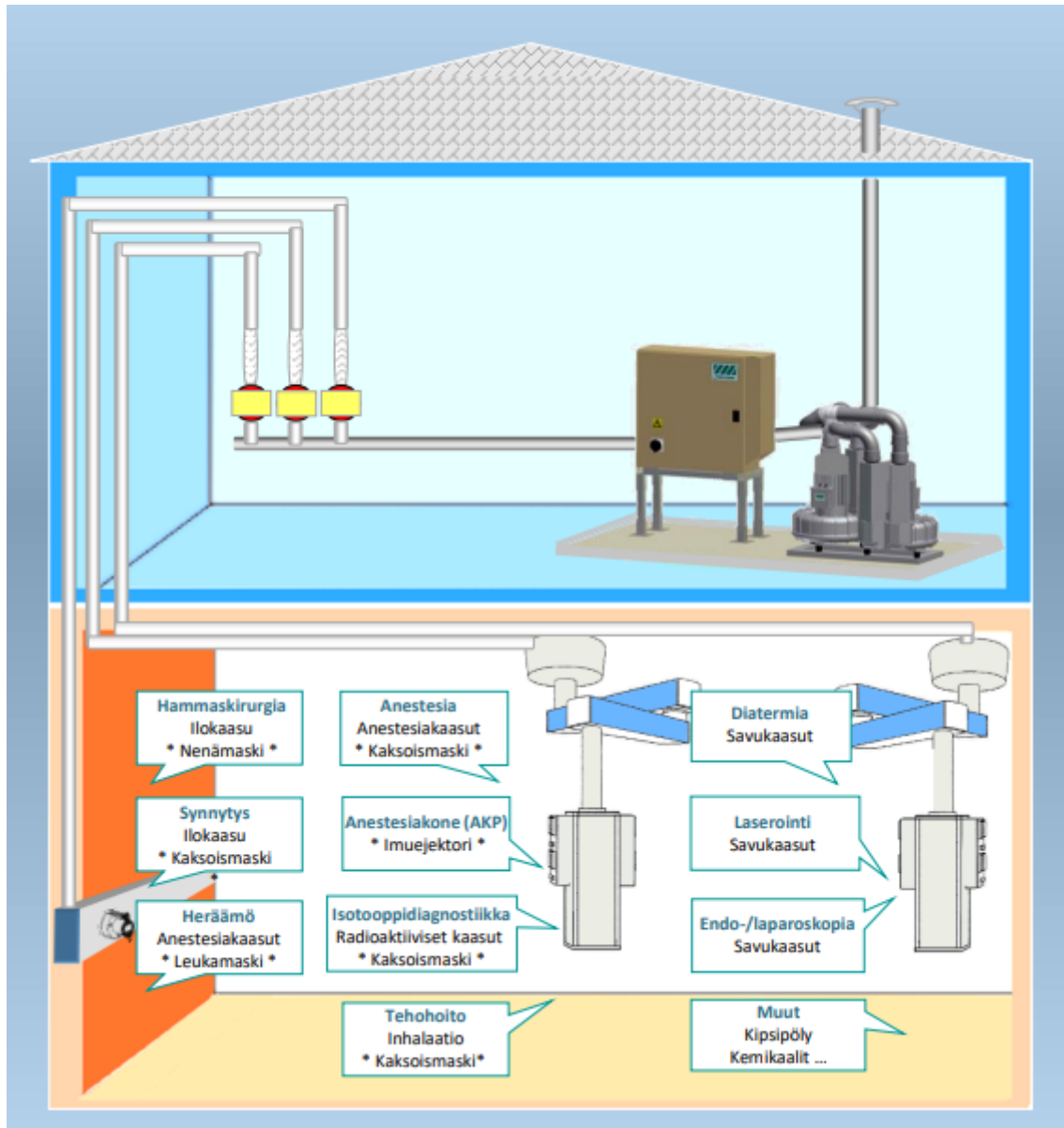
Tyhjiö ja tyhjiökäyttöiset anestesiakaasun keräysjärjestelmät.	$\pm 10$ abs tai 500 ( $\pm 100$ )	$\leq 4$ % (paineen nousu) $\leq 1$ %
Kaikki ejektorikäyttöiset anestesiakaasun keräysjärjestelmät ilman tulppaa.	500 ( $\pm 100$ )	$\leq 1$ %
Kaikki ejektorikäyttöiset anestesiakaasun keräysjärjestelmät, joissa on tulppa.	500 ( $\pm 100$ )	$\leq 1$ %

### 5.1.3 Kattokeskusten kaasun- ja kohdepoiston järjestelmät

Opinnäytetyön kohdassa 4.6 mainittiin, että lääkinnällisissä tiloissa, jossa käytetään ilokaasua, tulisi sisältää kaasunpoiston tai kohdepoiston. Kohdepoistossa on ollut pääsääntöisesti käytössä Medicvent järjestelmä tai vastaava järjestelmä muilta toimittajilta. Kaasunpoisto järjestelmissä on käytetty tilaajan edellyttämää kaasunulostuloliitimen valmistajaa.

Kohdepoistojärjestelmänä suomen lääkintätiloissa yleisessä käytössä on Medicvent-kohdepoistojärjestelmä. Kohdepoisto järjestelmissä on ulkoinen imuysikkö, jota voidaan ohjata esimerkiksi kattokeskuksen kylkeen asennetulla säätimellä. Sa-Va:n Medicventin havainnekuvassa 3 nähdään hyvin, miten Medicvent järjestelmä on rakennettu, sekä mistä ja mitä syntyviä haitallisiapäästöjä tällä kohdepoistojärjestelmällä voidaan poistaa hengitysilmaasta. Kuvassa 3 vasemmalla seinäkourussa nähdään myös Medicventin kohdepoistojärjestelmän poistoliitin, joka voisi myös sijaita kattokeskuksessa, niin kuin järjestelmän ohjain.

Kuva 3. Medicvent järjestelmä (Sa-Va. n.d, s.3).

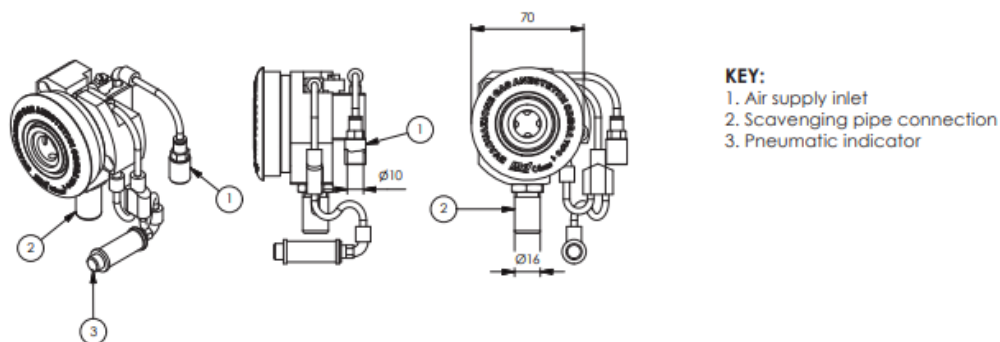


Kaasunpoistojärjestelmässä ei ole ulkoista imuysikkö, vaan imu synnytetään ejektorin avulla, jossa syötettävä käyttöpaineilma synnyttää tyhjiön kaasunpoistopisteeseen ja työntää paineilman avulla poistettavat haitallisetkaasut poistoilmanvaihtokanavaan. Nykyään kaasunpoistojärjestelmiin on integroitu tämä käyttöpaineentuonti ja kaasunpoistoletkun työntäminen AGSS-liittimeen aktivoi ejektorin, joten ei tarvitse erillistä vipua aktivoimaan käyttöpainetta ejektorille. Ennen kuvassa 4 esiintyvää nykyistä anestesiakaasunpoiston liittimallia kaasunpoistoliittimissä oli ulkoinen vipu, jota vetämällä aktivoitiin kaasunpoistoliittimen ejektoriin tuleva käyttöpaine. Kuvassa 4 kohdassa 1 näkyy integroitu käyttöpaineilmantulon liitoskohta ja kohdassa 2 on kaasunpoistolinjan liitoskohta. Tällaiset AGSS-liittimet ovat myös varustettu 3 kohdan mukaisilla indikaattoreilla, jotta käyttäjä näkee

kaasunpoistoletkun liittämisen jälkeen, että kaasunpoistopisteessä tapahtuu tarvittavasti imua poistamaan haitalliset kaasut.

Kuva 4. anestesiakaasunpoistopiste (MD s.r.l, n.d.)

**PANEL INSTALLATION (PF-02ES-10EV)**



#### 5.1.4 Kattokeskusten ulostuloliittimien turvallinen sijoittaminen

SFS-EN ISO 11197:2019 standardin määritelmän mukaisesti kattokeskuksilla toimitetaan hoitoalueelle sairaalakaasuja, sähkönsyöttöjä eri sähkönsyöttöjärjestelmien kautta ja sisältävät kattokeskukseen kiinnitettävien sairaalalaitteiden vaatimia tietoliikenne liityntöjä. Näiden lisäksi kattokeskuksiin saadaan kiinnitettyä hyllytasoja, tippatilineitä ja laitekiskoja, johon voidaan lastata hoitoalueella tarvittavia sairaalalaitteita, kuten diatermioita, monitoreja, hengityskoneita tai lääkkeenannostelijoita. Nämä laitteet tarvitsevat toimiakseen eri liitäntöjä, kuten edellä mainittuja tiedonsiirtojärjestelmiä, pistorasioita sähkönsyöttöä varten tai hapetta hengitys- tai anestesiakoneisiin.

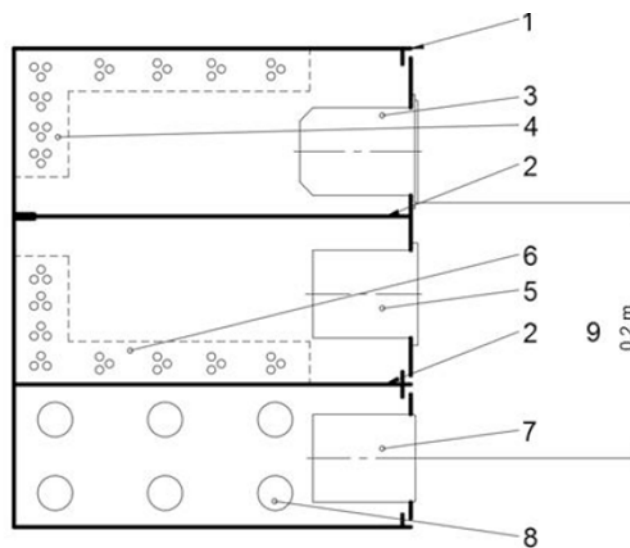
Tästä hapettavien kaasujen ja sähköjen yhdistämisessä on omat paloturvallisuus riskinsä, joten ISO 11197:2019 standardissa on määritelty näiden ulostulopisteille seuraavat sijoittelua koskevat ohjeistukset vapaasti suomennettuna:

Sairaalakaasun ulostuloliittimet, jotka on liitetty puristettua sairaalakaasun jakelujärjestelmään ja joita käytetään hapettavien kaasujen kanssa tai nesteytettyjen aineiden liittämiseen, on sijoitettava vähintään 0,2 metrin etäisyydelle kaikista sähköisistä komponenteista, jotka voivat kipinöidä normaaleissa olosuhteissa tai yksittäisvian tilanteessa. Tämä ei koske komponentteja, joiden tyhjäkäyntijännitteen tehollisarvo (RMS) ja oikosulkuvirran tehollisarvo (RMS) eivät ylitä 10 VA:ta (esim. väyläliikenne,

ääni, tiedonsiirto, TV-komponentit). Etäisyys mitataan terminaaliyksikön pinnalla terminaaliyksikön keskilinjalta lähimmän paljaan osan sähkötarvikkeen/komponentin keskilinjaan. (SFS-EN ISO 11197:2019, s.24)

Tästä kattokeskusten liittimien sijoittelun turvaetäisyydestä löytyy kolme havainne kuvaa standardista, joista yksinkertainen havainne kuva nähdään kuvassa 6. Kattokeskusten kohdalla tulee muistaa tämä 200 mm etäisyys myös, kun sijoitetaan pistorasioita ja palavien kaasujen ulosottopisteitä kattokeskuksen vierekkäisille sivuille.

Kuva 5. Kaasunulostulopisteiden ja pistorasioiden havainne kuva (SFS-EN ISO 11197:2019, s.15)



#### Key

- |   |   |
|---|---|
| 1 enclosure                                     | 6 wiring communication/housing for communication wiring |
| 2 barrier                                       | 7 gas terminal unit                                     |
| 3 components for mains                          | 8 gas pipes   |
| 4 supply mains /housing for supply mains wiring | 9 safety distance, measured on the surface to midpoint  |
| 5 components for communication purposes         |   |

### 5.1.5 Kattokeskusten pistorasiat

Opinnäytetyön osiossa 2.7 kerrottiin, kuinka ST 51.79 -kortissa ohjeistetaan, että lääkintätilojen pistorasioita syöttävät ryhmäjohtot tulisivat olla varusteltuna 30 mA:n vikavirtasuojilla. Tämän 30 mA:n vikavirtasuojauksen seurauksen on suositeltu enimmillään kytkemään yhden ryhmänsyöttöjohton perään 12 kpl 1-osaisia tai 6 kpl 2-osaisia ja niin edelleen. Poikkeavana käytäntönä suomen sairaanhoitopiireissä on kuitenkin tämä enimmäismäärä alennettu 6 kpl 1-osaisia pistorasioita, jotta maadoituksen jatkuvuus ei

ylittäisi sille vaadittuja enimmäisarvoja, joka tulisi haasteelliseksi lääkintä-it-järjestelmän vaatimassa sarjamaisessa maadoituskytkennässä saman syöttöryhmän pistorasioiden välillä.

Opinnäytetyön osiossa 2.7 myös esiteltiin taulukko 2, jossa on ST-51.79 ohjeistuksen suosittelemat väritunnukset pistorasioille RAL koodein varustettuna. Tämä ohjeistus pohjautuu vielä SFS 6000-7-710:2017 standardissa esiintyneeseen ohjeistukseen, mutta sittemmin tämän standardin kumonneessa SFS 6000-7-710:2022 standardissa ei ole enää ohjeistusta pistorasioiden värikoodaukselle. Pistorasioiden värien määrittely on jäänyt suunnittelijoiden ja tilaajan määrittelyn varaan. Tämän takia yksi yleistynyt merkkaustapa on ollut, että kaikki IT-pistorasiat ovat vihreitä, mutta eriväriset merkintäteipit tarkentavat minkä varavoimajärjestelmän alla pistorasiat ovat, jotta käyttäjillä on helppoa ja nopea tapa tunnistaa pistorasiat.

### **5.1.6 Kattokeskusten lääkintä-it-järjestelmä**

Kattokeskukset ovat usein sijoitettu hoitoalueille ja niiden välittömään läheisyyteen, jotka luokitellaan ryhmän 1 tai 2 tiloiksi. Ryhmän 2 tiloissa on käytössä lääkintä-it-järjestelmä, joka tuo sähkökaapeloinnille pistorasioiden kanssa lisävaatimuksia.

Lääkintä-IT-järjestelmän pistorasiaryhmien erityisistä johdotusvaatimuksista ei ole selkeää mainintaa standardeissa SFS 6000-4-41, SFS 6000-7-710 tai ST 51.79 -kortissa. On kuitenkin tärkeää huomata, että Lääkintä-IT-pistorasiaryhmien maadoituksen tulisi olla sarjamainen eikä tähtimäinen johtuen eristystilan valvonnasta. Maadoitusjohdon tulee kulkea ensimmäisestä pistorasiasta viimeiseen ja palata sitten takaisin jakokeskukseen.

Lääkintä-IT-järjestelmä edellyttää nelijohtimisen kaapelin käyttöä, jossa on seuraavat värit: L1 (vaihe) = ruskea, L2 (vaihe) = musta, PE (maadoitus) = keltavihreä ja ME (mittapaluu) = sininen. Mittapaluujohto tulee kuljettaa viimeisestä IT-pistorasiaryhmän maadoitusliittimestä takaisin jakokeskukseen, missä se liittyy esimerkiksi MEV-järjestelmään. On huomioitava, että sähkökäyttöiset lääkintälaitteet voivat noudattaa erilaista värikoodausta sisäisissä kaapeloinneissaan. Esimerkiksi valmistajan X toimittamien kattokeskusten sisäiset kaapeloinnit voivat olla L1 = ruskea (vaihe), L2 = sininen (vaihe), PE = keltavihreä (maadoitus), FE = musta (pistorasiaryhmän rungon suojamaa), ja mittapaluujohto tuodaan erillisellä Ölflex-kaapelilla.

Näiden kahden laitteen- ja kiinteistönkaapeloinnin kohtaaminen tapahtuu kattokeskuksen riviliitinrasialla. Tästä syystä on tärkeää, että riviliitinmerkinnät ovat oikein, ja

sähköasennuksen tekijälle on annettu selkeä ohjeistus kytkennästä. Tämä laitteiden ja standardien poikkeava johdinten värytys johtunee siitä, että valmistaja X kattokeskukset ovat CE hyväksytetty toimimaan kaikilla G0, G1 ja G2 alueilla ja näillä kaikilla alueilla ei ole käytössä tätä lääkitä-IT-järjestelmää.

### **5.1.7 Kattokeskusten suojaus sähköisiävaaroja kohtaan**

ISO 11197:2019 standardissa todetaan, että jokaiseen lääketieteelliseen jakeluyksikön tulee sisältää maadoituskisko, joka on tarkoitettu kaikkien sähkönsyöttöjen suojamaaliitosten kytkemiseen ja sen tulee:

- Vastata johtavuudeltaan vähintään 16 mm<sup>2</sup> tai kuparinen AWG 6
- olla varustettu liittimellä suojamaajohdon liittämiseksi, joka on vähintään 16 mm<sup>2</sup> tai AWG 6 poikkipinta-alaltaan,
- tarjota turvalliset liittimet suojaamaan tahattomalta löystymiseltä
- tarjota mahdollisuudet liittää potentiaalintasausliittimet
- olla varustettu liittimellä kiinteistön sähköasennuksen potentiaalintasauskaapelin liittämiseksi ilman irrotettavaa siltaa. (SFS-EN ISO 11197:2019, s.12)

Jokaisen ryhmä 1 tai 2 tiloissa sijaitsevan lääketieteellisen jakeluyksikön tulee sisältää potentiaalintasaus liitin. Tähän myös tulee olla kytketty sille tarkoitettuun johdin. (SFS-EN ISO 11197:2019, s.11)

Sairaalakaasujen ulostulopisteet tai anestesiakaasujen poistojärjestelmät eivät tarvitse olla yhdistettynä maadoitus kiskoon, koska ISO 7396-1:2016 määrittelee näille jo vaatimukset ja, jos antistaattisia letkuja käytetään, niin näiden sähkönresistanssi ei saa olla yli 1 MΩ. (SFS-EN ISO 11197:2019, s.10)

## **5.2 Kattokeskusten tietoliikenne**

Kattokeskuksille tarvitaan sähkönsyötön ja sairaalakaasujen lisäksi tuoda tietoliikenne kaapelointia. Tietoliikennekaapeloinnin puoleen ei syvennytä tarkasti tässä opinnäytetyössä, koska kattokeskuksille määritellään tilausvaiheessa vaatimukset mitä tietoliikennekaapelointia halutaan toimitettaviin kattokeskuksiin. Kävimme kuitenkin Mediq Suomen projektipäällikön Ari Maanisen kanssa läpi minkälaisia vaatimuksia tilaajilla, on ollut tietoliikennekaapeloinnille viimeisimmissä projekteissa.

KSL-projekteissa on ollut käytössä kolmea erityyppistä tietoliikennekaapelointia, jotka ovat kuitukaapelointi, koaksiaalikaapelointi ja Ethernet-kaapelointi. Kuitukaapelointia käytetään tällä hetkellä kuvansiirtoa varten ja ne on useimmiten varusteltu Neutrikin Optical Quad liittimin. Koaksiaalikaapelointia käytetään kuvansiirron varayhteytenä ja Ethernet-kaapelointia käytetään yleiseen tiedonsiirtoon.

### 5.2.1 Kuituyhteys

Sairaaloiden kuvansiirrossa kuituyhteyksissä on käytetty laajalti OpticalCON-järjestelmää, joka perustuu LC-liitäntäteknikkaan, mutta OpticalCON on suunniteltu poistamaan LC-liittimien heikkoudet tarjoten samalla turvallisen, pölysuojatun ja kestävä yhteyden. opticalCON QUAD on kehitetty perustuen opticalCON DUO-liitäntäjärjestelmään, mutta neljällä kanavalla se on erityisesti optimoitu pisteestä pisteeseen -kytkentöihin ja monikanavaisiin reititysohjelmiin. (Neutrik, n.d.a)

OpticalCON QUAD -kaapeliliitin mahdollistaa neljä optista kanavaa perinteiseen ja luotettuun LC-liitettävyyteen perustuen. Kaapeliliitin on suojattu vahvalla metallikuorella, ja siinä on kätevä jousikuormitteinen push-pull-lukitusmekanismi. Kaapelin säilymistä parannetaan aramidikuidun eli kevlarin avulla, ja optinen liitäntä on erinomaisesti suojattu likaa ja pölyä vastaan automaattisesti toimivalla tiivistekannella. Kuvassa 6 esitellään opticalCON QUAD-kaapelimallia, joka mahdollistaa kuvansiirtojärjestelmän laitteiden liittämisen esimerkiksi kattokeskuksen kyljessä olevan opticalCON QUAD runkoliittimen avulla. (Neutrik, n.d.a)

Kuva 6. opticalCON QUAD kaapeli (Neutrik, n.d.a)



Runkoliitin toimii kuin "läpisyöttö", mikä helpottaa asennuksia yhdistämällä neljä perinteistä LC-liitintä runkoliittimen takaosassa. Runkoliitin sijoitetaan standardin D-koon upotukseen ja se on varusteltuna automaattisella tiivistekannella, joka tarjoaa hyvän suojan pölyltä ja liialta.

Lisäksi siinä on push-pull-lukitusmekanismi, joka varmistaa turvallisen liitännän ja pitävän. Kuvassa 7 nähdään opticalCON QUAD runkoliittin, jota voidaan asentaa kattokeskuksessa olevaan D-upotukseen. (Neutrik, n.d.b)

Kuva 7. opticalCON QUAD runkoliittin (Neutrik, n.d.b)



### 5.2.2 Koaksiaalikaapelointi

Koaksiaalikaapelointia käytetään kuvansiirron varayhteytenä, jos kuitukaapelointi pettää. Tällä hetkellä koaksiaalikaapeloinnissa on siirrytty käyttämään SMTE ST-2082 standardin määrittelemää 12G-SDI koaksiaalikaapelointia, josta tämä 12G etuliite kertoo tiedonsiirtonopeuden 12Gbit/s ja SDI tarkoittaa serial digital interface, joka on SMPTE standardoima rajapinta, jota käytetään ei kompressoitujen digitaalisten videosaalien välitykseen. Tämä 12Gbit/s tiedonsiirto nopeus mahdollistaa 4k kuvan toistamisen 60 hz taajuudella (Magewell, 2020)

### 5.2.3 Ethernet kaapelointi

Ethernet kaapeloinnissa on yleisesti määritelty CAT6A S/FTP vaatimukset täyttävä kaapeli. S/FTP eli screened/foiled twisted pair tarkoittaa, että kaapelin sisällä on neljä suojattua paria ja ulompi yhteinen suojakerros ja tärkeimpänä CAT6A kaapelin ominaisuutena on 10 Gbit/s tiedonsiirtonopeus. (blackbox, n.d.)



### 5.3 Muita kiinteitä sairaalalaitteita

Kattokeskusten lisäksi kiinteistäsairaalalaitteista muun muassa ovat tutkimus-, toimenpide- ja leikkausvalaisimet, leikkauspöydät ja kirjausvarret. Kirjausvarsi on suhteellisen uusi tuote kiinteiden sairaalalaitteiden markkinoilla.

Tutkimus-, toimenpide- ja leikkausvalaisimia käytetään nimensä mukaisissa käyttökohteissa. Valaisimien tärkeimpinä ominaisuuksia on valoteho, keskitetyn valoalueen halkaisija, valon värilämpötila. Kuvassa 8 esiintyy kattoon kiinnitetty leikkausvalaisin, mutta valaisimia saa myös seinään asennettuna tai liikuteltavina mobiiliversioina.

Kuva 8. Helux Pro -leikkausvalaisin (Mediq, n.d.a)



Leikkaussaleissa potilas operoidaan leikkauspöydillä, joilla on potilasturvallisuuteen ja ergonomiaa parantavia ominaisuuksia. Leikkauspöytiä on kiinteästi asennettuja, puolikiinteitä (kuva 9) ja pyörällisiä malleja.

Kuva 9 TS 7500 (Mediq, n.d.b)



Kirjausvarret ovat kattoon kiinnitettävä kiinteä sairaalalaite, joka mahdollistaa tietokoneiden ja näyttöjen tuomisen potilaan sängyn viereen ilman, että maassa lojuu ylimääräisiä johtoja ja säästää valmiiksi ahdasta lattiapinta-alaa. Kuvassa 10 esiintyy suomalaisen Visib oy:n innovaation tuloksena syntynyt kirjausvarsi MedArm®.

Kuva 10 MedArm®. (Visib, n.d.)



## 6 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli koota tietopohja standardeista ja ohjeistuksista, jota kohdataan kattokeskusten ja muiden kiinteiden sairaalalaitteiden parissa, kuten lääkintätilat ja niiden tuomat sähkötekniset vaatimukset. Näitä kerättyjä tietoja on tarkoitus käyttää asiantuntijoiden perehdytyksessä kiinteiden sairaalalaitteiden ympäristöön.

Selvitystyössä esiintyi lukuisia haasteita, josta yksi oli kattokeskusten standardien ja ohjeistuksien monimutkaisuus. Toinen iso haaste oli aihealueen laajuus, vaikka olimme rajanneet opinnäytetyön aihealueen keskittymään pelkästään kattokeskuksiin kiinteistä sairaalalaitteista. Aiheen rajauksesta huolimatta en halunnut jättää tietoliikennekaapelointia mainitsematta. Tietoliikennekaapelointi on etenkin kattokeskusten kanssa tärkeä aihealue. Tästä seuraten päädyin kirjoittamaan aiheesta lyhyesti ja vain avaamaan minkälaisia tietoliikennekaapelointeja on ollut viimeisimmissä kattokeskusprojekteissa.

Standardeja ja ohjeistuksia tutkiessa havaittiin, että kattokeskusten kohdalla löytyy omasta ylästandardistaan paljon tarkennuksia ja poikkeuksia sairaalakaasuihin liittyvissä asioissa. Tästä poiketen sähköteknisissä asioissa noudatetaan hyvin pitkälti samaa standardistoa, kuin muissa sähköisissä sairaalalaitteissa. Tästä huolimatta kattokeskusten kohdalla on muistettava tämän olevan laite. Näin ollen sisäiset kaapelit saattavat olla valmistusmaan sisäisten standardien mukaiset, mutta ovat silti EU:ssa hyväksytyjä.

Tästä tärkeänä lisähuomiona lukiessa standardeja ja ohjeistuksia pitää huomioida, että nämä laitteet ovat CE-merkittyjä vuonna x, jonka seurauksena laitteet eivät välttämättä noudata uusimpia standardeja ja direktiivejä, vaan CE-merkinnän aikaisia. Nämä direktiivit ja standardit saattavat löytyä valmistajien eri manuaaleista tai nykyään useammin erillisellä toimitettavalla ”EU Declaration of Conformity for Medical devices” dokumentilla.

Selvitystyön haasteiden lisäksi aiheen ja työn luonne, jossa perehdytään standardeihin toi omat haasteensa, koska standardien tekstejä ei voi muuttaa hirveästi omiksi sanoiksi. Tässä oman tekstin tuotossa onneksi auttoi tilaavan yrityksen ja oma jo 13 vuoden kokemus kiinteiden sairaalalaitteiden parista. Näiden avulla sain tuotua opinnäytetyöhön paljon lisätietoa nykyisistä käytännöistä tai asioista mihin voidaan törmätä töiden parissa. Tämä lisätieto nopeuttaa uutena alalle siirtymistä, koska normaalisti tarjolla olevat valmistajien laitekoulutukset eivät tarjoa paljoa tietoa standardeista eikä tietoa minkälaiset käytännöt ovat sinun maassasi voimassa.

Tämän työn luonteesta myös heräsi kysymys, että miten pidämme nämä kerätyt tiedot ajantasaisina. Standardien kohdalla tämä onkin iso haaste, mutta mielestäni tätä haastetta varten voisi sisällyttää työyhteisöön uusia käytäntöjä. Ensimmäisenä pitäisi tarkastella ja koota listaus standardeista, jonka tietoa haluttaisiin pitää ajantasaisena. Tämän vaiheen jälkeen tulisi jollakin aikavälillä seurata näitä listauksen standardeja ja näihin liittyviä julkaisuiden päivityksiä. Näin voisi myös tämän opinnäytetyön kohdalla menetellä ja päivittää työn tietoa tarpeen mukaan ja pitää työn ajantasaisena.

Opinnäytetyöhön tuloksena kerätty tietopohja toimii hyvin tilaajan tämänhetkisiin tarpeisiin perehdyttää uutena alalle astuva asiantuntija, jolle sairaalaympäristö on vieras. Tämä dokumentin tekeminen myös opetti paljon uutta kiinteistä sairaalalaitteista ja kattokeskuksista itselleni, vaikka olen toiminut näiden laitteiden parissa yli kymmenen vuoden ajan. Tällä perusteella tämä dokumentti sopii hyvin jo alalla työskenteleville asiantuntijoille.

## Lähteet

Blackbox. (n.d.) *CAT6A and Beyond Cabling Explained*

<https://www.blackbox.com/en-dk/insights/blogs/detail/technology/2022/01/11/cat6a-and-beyond-cabling-explained>

Linde-healthcare. (n.d.) *Hiilidioksidi (lääkinnällinen laite)* [https://www.linde-healthcare.fi/fi/products\\_services\\_ren/products\\_services\\_category/gases\\_use](https://www.linde-healthcare.fi/fi/products_services_ren/products_services_category/gases_used_healthcare/carbon_dioxide/index.html)

[d\\_healthcare/carbon\\_dioxide/index.html](https://www.linde-healthcare.fi/fi/products_services_ren/products_services_category/gases_use_d_healthcare/carbon_dioxide/index.html)

Läkelaki 395/1987

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1987/19870395>

Magewell (06.19.2020). *Introduction of 12G-SDI*

<https://www.magewell.com/blog/36/detail>

MD s.r.l (2017). Terminal units for anaesthetic gas scavenging -Venturi type 1 active system [PDF-tiedosto]

[https://www.md-srl.it/en/product/probes-for-anaesthetic-gas-scavenging-terminal-units/?attachment\\_id=2713&download\\_file=5b33a8d0479ac](https://www.md-srl.it/en/product/probes-for-anaesthetic-gas-scavenging-terminal-units/?attachment_id=2713&download_file=5b33a8d0479ac)

Mediq (n.d.a) *Baxter leikkaus- ja toimenpidevalaisimet Helux Pro ja TL*

<https://mediq.fi/terveydenhuolto/sairaalalaitteet/valaisimet>

Mediq (n.d.b) *Hillrom Leikkauspöydät*

<https://mediq.fi/terveydenhuolto/sairaalalaitteet/leikkauspoydat>

Neutrik. (n.d.a) *opticalCON QUAD Chassis Cable*

<https://www.neutrik.com/en/neutrik/products/opticalcon-fiber-optic-connection-system/opticalcon-advanced/opticalcon-quad/opticalcon-quad-cable>

Neutrik. (n.d.b) *opticalCON QUAD Chassis Connector*

<https://www.neutrik.com/en/neutrik/products/opticalcon-fiber-optic-connection-system/opticalcon-advanced/opticalcon-quad/opticalcon-quad-chassis-connector>

Oy Linde Gas Ab. (19.12.2021). *CONOXIA 100 % lääkkeellinen kaasu, kryogeeninen*

<https://spc.fimea.fi/indox/nam/html/nam/humpil/6/24746486.pdf>

PPO-Elektroniikka. (n.d.) *MEV®Eristystason valvontajärjestelmät.*

<https://ppo-elektroniikka.fi/sairaalateknikka/mev-8-eristystason-valvontajarjestelma>

Sa-Va. (2020) *Medicvent kohdepoisto* [https://sa-vasairaalavaruste.fi/wp-](https://sa-vasairaalavaruste.fi/wp-content/uploads/2020/02/Medicvent-2020.pdf)

[content/uploads/2020/02/Medicvent-2020.pdf](https://sa-vasairaalavaruste.fi/wp-content/uploads/2020/02/Medicvent-2020.pdf)

- SFS 6000-1:2022. (2022). *Pienjännitesähköasennukset. Osa 1: Peruseriaatteet, yleisten ominaisuuksien määrittely ja määritelmät*. SFS Online.
- SFS 6000-7-710:2022. (2022). *Pienjännitesähköasennukset. Osa 7–710: Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset. Lääkintätilat*. SFS Online.
- SFS-EN ISO 7396-1:2016. (2016). *Sairaalakaasuputkistot. Osa 1: Paineistettujen sairaalakaasujen ja alipaineen putkistot*. SFS Online.
- SFS-EN ISO 11197:2019. (2019) *Medical supply units*. SFS online
- SSTY. (2014) *Sairaalakaasujärjestelmien suunnittelu-, asennus- ja huolto-ohje*  
[https://ssty.fi/lvi-jaos/files/2014/04/Sairaalakaasu\\_WEB.pdf](https://ssty.fi/lvi-jaos/files/2014/04/Sairaalakaasu_WEB.pdf)
- ST 51.79. (2023) *OHJE LÄÄKINTÄTILOJEN SÄHKÖASENNUKSIIN*. Sähköinfo Severi
- ST 53.21. (2022) *RAKENNUSTEN SÄHKÖASENNUSTEN MAADOITUKSET JA POTENTIAALINTASAUKSET*. Sähköinfo Severi
- ST 52.35.01 (2010) *UPS-LAITTEET JA -JÄRJESTELMÄT*. Sähköinfo Severi
- Tukes. (n.d.) *CE-Merkintä*  
<https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/ce-merkinta#ea1ac64a>
- Visib. (n.d.) *MedArm® Medical Device Support Arm*.  
<https://www.visib.fi/>
- Woikoski Oy. (2022-a). *Lääkeilma AWO 100 % lääkkeellinen kaasu, puristettu*  
<https://www.woikoski.fi/media/03-medical/tuotteet/laakkeelliset-kaasut/laakeilma/laakeilma-awo-pakkausseloste.pdf>
- Woikoski Oy. (2022-b). *Lääkehiilidioksidi AWO 100 %, lääkkeellinen kaasu, nesteytetty* [https://www.woikoski.fi/media/03-medical/tuotteet/laakkeelliset-kaasut/laakehiilidioksidi/pakkausseloste\\_laakehiilidioksidi\\_30072021.pdf](https://www.woikoski.fi/media/03-medical/tuotteet/laakkeelliset-kaasut/laakehiilidioksidi/pakkausseloste_laakehiilidioksidi_30072021.pdf)
- Woikoski Oy. (2022-c). *Lääkkeellinen ilokaasu AWO 100 % lääkkeellinen kaasu, nesteytetty* <https://www.woikoski.fi/media/03-medical/tuotteet/laakkeelliset-kaasut/laakkeellinen-ilokaasu/laakkeellinen-ilokaasu-awo-pakkausseloste.pdf>