



SAVONIA

Tekniikka

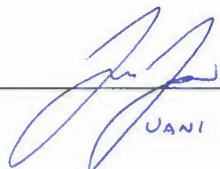
Palopäällystön koulutus

OPINNÄYTETYÖ

**POISTUMISTURVALLISUUTTA TUKEVAT RAKENTEELLISET JA
TEKNISET RATKAISUT SAIRAALAYMPÄRISTÖSSÄ**

Janne Halonen ja Markus Vehkoja

09.05.2014



JANI JÄÄMÄ



MARKKU STRÖM

SAVONIA–AMMATTIKORKEAKOULU - TEKNIikka, KUOPIO

Koulutusohjelma

Palopäälylystön koulutusohjelma

Tekijä

Janne Halonen ja Markus Vehkoja

Työn nimi

Poistumisturvallisuutta tukevat rakenteelliset ja tekniset ratkaisut sairaalaympäristössä

Työn laji

Opinnäytetyö

Päiväys

27.04.2014

Sivumäärä

59 + 5

Työn valvoja

Vanhempi opettaja Jani Jämsä

Yrityksen yhdysenkilö

Turvallisuuspäällikkö Hannu Hoffren

Vanhempi opettaja Markku Ström

Sairaalainsinööri Timo Säisä

Yritys

Kuopion yliopistollinen sairaala

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön aiheena oli Kuopion yliopistollisen sairaalan (KYS:n) poistumisturvallisuuden kehittäminen. Työn tavoitteena oli kartoittaa rakenteellisia ratkaisuja, menetelmiä ja laitteistoja, joiden avulla poistumisturvallisuutta voidaan kehittää sairaalan vuodeosastoilla.

Sairaalan vuodeosastot KYS:llä sijaitsevat pääosin kahdessa päärakennuksen rakennusosassa. Nämä vuodeosastot saneerataan lähitulevaisuudessa ja opinnäytetyön yhtenä tavoitteena oli löytää ja esittää ratkaisuja poistumisturvallisuuden kehittämiseksi saneerauksen yhteydessä.

Opinnäytetyön alussa kartoitettiin poistumisturvallisuuteen liittyvää lainsäädäntöä ja määräyksiä sekä poistumiseen liittyviä mitoitusmenetelmiä. Selvitimme myös millaisia haasteita ja vaatimuksia sairaala toimintaympäristönä asettaa poistumisturvallisuudelle. Ratkaisuja etsittiin useiden yritysten tarjoamista palveluista ja tuotteista, SFS-standardeista, rakentamismääräyskokoelmista, alan muusta kirjallisuudesta sekä ulkomaisista lähteistä.

Tässä opinnäytetyössä on kuvattu mielestämme laajasti erilaisia ratkaisuja poistumisturvallisuuden kehittämiseen saneerattavassa sairaalassa. Esitettävät ratkaisut ovat käyttökelpoisia myös muissa hoitolaitoksissa sekä majoitustiloissa.

Avainsanat

poistumisturvallisuus, sairaala, palotekniset laitteistot

Luottamuksellisuus

julkinen

SAVONIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES		
Degree Programme Fire Officer (Engineer)		
Authors Janne Halonen and Markus Vehkoja		
Title of Project Techniques Used to Improve Evacuation Safety of Hospital Environment		
Type of Project Final Project	Date 27th April, 2014	Pages 59 + 5
Academic Supervisor Mr Jani Jämsä, Senior Lecturer Mr Markku Ström, Senior Lecturer	Company Supervisor Mr Hannu Hoffren, Security Manager Mr Timo Säisä, Hospital Engineer	
Company Kuopio University Hospital		
Abstract <p>The aim of this final project was to improve the evacuation safety at Kuopio University Hospital (KYS). Also, the purpose was to find the best constructional solutions, methods, systems and installations to improve fire safety and evacuation safety of the hospital wards which are located in the main building of the hospital. These wards will undergo a major renovation in the near future and one of the main goals was to find out how to improve evacuation safety through modernization of old hospital wards.</p> <p>First, Finnish legislation and the design of evacuation methods were studied to gain an understanding of evacuation safety. Then the challenges and requirements a hospital environment sets on evacuation safety were clarified. In order to find out the best solutions for evacuation safety, information was gathered from various sources such as Finnish legislation, building codes, SFS-standards (Finnish Standards Association), various product brochures and literature. Several methods, systems and installations, which can be used to improve fire and evacuation safety of hospital wards, were introduced.</p> <p>In conclusion, a wide variety of technical solutions used to improve evacuation safety in a hospital environment were discussed. The solutions presented can also be applied to nursing homes and other accommodation facilities.</p>		
Keywords evacuation security, hospital, constructional solutions		
Confidentiality		

SISÄLTÖ

KÄSITTEET JA LYHENTEET	6
1 JOHDANTO	8
2 KOHTEEN KUVAUS	10
3 TILASTOJA	12
4 POISTUMISTURVALLISUUSMÄÄRÄYKSET JA ULOSKÄYTÄVÄT	14
5 MITOITUSMENETELMÄT	18
5.1 Taulukkomitoitus	18
5.2 Toiminnallinen mitoitus	19
6 RAKENTEELLISET RATKAISUT	21
6.1 Suojautuminen	21
6.2 Palo-osaston ovet	25
6.3 Ilmanvaihto ja savunpoisto	29
7 PALOTEKNISET LAITTEET	35
7.1 Savuilmaisin	35
7.2 Palopainike	37
7.3 Automaattinen paloilmoitinlaite	37
7.4 Äänievakuointijärjestelmä	39
7.5 Palokellot	40
7.6 Turvavalistus	41
7.7 Poistumisvalaisimet	43

	5
7.8 Automaattinen sammutusjärjestelmä	44
8 MUUT POISTUMISTURVALLISUUTTA EDISTÄVÄT RATKAISUT	47
8.1 Alkusammuttimet	47
8.2 Paloturvallisuusjärjestelmien hallinta	48
8.3 Varavoima	50
9 POHDINTA	53
LÄHTEET	55
LIITE 1: POISTUMISTURVALLISUUDEN RATKAISUT KYS:LLE	60
LIITE 2: VUODEOSASTO A	63
LIITE 3: VUODEOSASTO B	64

KÄSITTEET JA LYHENTEET

Seuraavassa on selvennetty tässä opinnäytetyössä käytettyjä keskeisimpiä käsitteitä ja lyhenteitä.

Alkusammutin on alkupalon sammuttamiseen soveltuva väline, joka on yhden henkilön käyttöön soveltuva ja joka on kohteessa tai sen välittömässä läheisyydessä helposti käsillemme saatavissa.

Automaattinen paloilmoitin on laitteisto, joka automaattisesti ja välittömästi ilmoittaa alkavasta palosta. Paloilmoitin myös ilmoittaa sen toimintavarmuutta vaarantavista vioista.

E1. Suomen rakentamismääräyskokoelma 2011, osa E1. Rakennusten paloturvallisuus – Määräykset ja ohjeet 2011.

MRA. Maankäyttö- ja rakennusasetus 10.9.1999/895.

MRL. Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132.

Palo-osasto on rakennuksen osa, josta palon leviäminen on määrätyn ajan estetty osastoivien rakennusosin tai muulla tehokkaalla keinolla.

Poistumisvalaistus on valaistus jonka yleisenä tarkoituksena on mahdollistaa turvallinen poistuminen paikasta silloin, kun normaali virransyöttö häiriintyy.

Savuilmaisin on laite joka reagoi tulipalossa syntyneeseen savuun välittäen tiedon paloilmoitinlaitteeseen, joka reagoi ja antaa hälytyksen.

SRMK. Suomen rakentamismääräyskokoelma.

Taulukkomitoitus. E1:n taulukoihin ja lukuarvoihin perustuva palotekninen suunnittelu.

Turvavalaistus on yleisnimitys valaistukselle, jota käytetään silloin, kun normaalin valaistuksen sähkönsyöttö häiriintyy. Turvavalaistuksella on oltava normaalin valaistuksen syötöstä riippumaton sähkönsyöttö.

Uloskäytävä on poistumisalueelta suoraan ulos johtava ovi taikka rakennuksessa tai sen ulkopuolella oleva tila, jonka kautta turvallinen poistuminen on palon sattuessa mahdollista maan pinnalle tai muulle turvalliselle paikalle.

1 JOHDANTO

Opinnäytetyömme tavoitteena on Kuopion yliopistollisen sairaalan (KYS) poistumisturvallisuuden kehittäminen. Opinnäytetyössämme selvitämme niitä rakenteellisia ratkaisuja sekä teknisiä laitteistoja, joiden avulla poistumisturvallisuutta voidaan kehittää sairaalaympäristössä. Mietimme myös Kuopion yliopistollisen sairaalan poistumisturvallisuuteen liittyviä kehittämissuhteita.

Opinnäytetyön toimeksianto tuli Kuopion yliopistollisesta sairaalasta. Opinnäytetyön kohteena oli Puijon sairaala ja sen vuodeosastot. Puijon sairaala sijaitsee Kuopiossa osoitteessa Puijonlaaksontie 2. Puijon sairaala rakennettiin 1950-luvulla, ja tältä ajalta on peräisin noin 40 prosenttia sairaalan nykyisistä tiloista. Merkittävimmät laajennukset sairaalaan on tehty 1980-luvulla, jolloin on rakennettu yli puolet nykyisestä sairaalan pinta-alasta. Sairaalassa toteutetaan lähivuosina laajoja saneerauksia ja etenkin vuodeosastoja peruskorjataan laajasti. Vuodeosastojen peruskorjauksen yhteydessä on myös haluttu kehittää sairaalan poistumisturvallisuutta, mikä on johtanut tämän opinnäytetyön aiheen syntymiseen. Opinnäytetyön ohjaajina sairaalasta toimivat sairaalan turvallisuuspäällikkö Hannu Hoffren ja sairaalainsinööri Timo Säisä. Sairaalan edustajien kanssa sovimme opinnäytetyön suuntaviivoista, työn rajauksesta sekä vuodeosastojen valinnasta.

Opinnäytetyötä rajatessa keskityimme rakenteellisiin ratkaisuihin, paloteknisiin järjestelmiin ja muihin laitteistoihin, joiden avulla pystytään kehittämään poistumisturvallisuutta sairaalaympäristössä. Henkilökunnalla ja sen toiminnalla on iso merkitys poistumisturvallisuuden kannalta, mutta tässä opinnäytetyössä rajaamme henkilökunnan toiminnan opinnäytetyön ulkopuolelle. Opinnäytetyön tarkoituksena on löytää alan kirjallisuudesta sekä markkinoilla olevista tuotteista parhaat ja toimivimmat ratkaisut.

Opinnäytetyö on luonteeltaan tutkimuksellinen selvitys eli kvalitatiivinen tutkimus. Opinnäytetyössä keskityimme tiedon hankintaan kirjallisuudesta. Lähdemateriaalina käytämme alan lainsäädäntöä, SFS-standardeja, kaupallisia lähteitä ja ulkomaisia lähteitä.

Lisäksi opinnäytetyöhön osallistuminen edellytti kolmen kuukauden työharjoittelun suorittamista KYS:llä. Työharjoittelun aikana tutustuimme kohteeseen, päivitimme pelastussuunnitelmia ja laadimme poistumisturvallisuusselvitykset. Lisäksi olemme käyneet tutustumassa muihin hoitolaitoksiin ja kahteen keskussairaalaan tämän opinnäytetyöprosessin aikana.

2 KOHTEEN KUVAUS

KYS:n vuodeosastot sijaitsevat pääosin päärakennuksen K- ja S-rakennusosassa. Yhdessä sairaalan edustajien kanssa valitsimme molemmista rakennusosista yhden kohdeosaston, jonka avulla tarkastelimme poistumisturvallisuuden kehittämistä. S-rakennusosa on osa sairaalan vanhinta rakennuskantaa ja rakennettu 1950-luvulla. Tätä rakennusosaa on ajan myötä uudistettu ja myös poistumisturvallisuuteen liittyviä ratkaisuja on päivitetty. Kuva S-rakennusosan vuodeosastosta on liitteenä 2. K-rakennusosa on puolestaan valmistunut 1980-luvulla. 80-luvulla rakennettuja rakennusosia ei ole aiemmin peruskorjattu lainkaan, mutta niissäkin on vuosien mittaan tehty lukuisia muutostöitä. Kuva K-rakennusosan vuodeosastosta on liitteenä 3. Peruskorjattavien tilojen tekninen kunto on heikko. Sisäilmaongelmien takia rakennusten sisäosia puretaan betonirunkoon asti ja rakennetaan kokonaan uudestaan. Myös taloteknisiä järjestelmiä uusitaan laajasti. Tämä peruskorjaus antaa hyvän mahdollisuuden myös poistumisturvallisuusratkaisujen päivittämiselle. (Puijon sairaalan peruskorjaus.)

Rakennuksena Puijon sairaala kuuluu paloluokkaan P1, ja koska kyseessä on sairaala, on käyttötapana hoitolaitos. KYS:n palokuormaryhmä kuuluu kategoriaan alle 600 MJ/m². Sairaalan tilat on varustettu automaattisella paloilmoinjärjestelmällä, johon on kytketty erilaisia savu- ja lämpöilmaisimia. Lisäksi vuodeosastoilla on poistumis- ja turvavalaistus sekä kuulutusjärjestelmä ja kulunvalvontajärjestelmät. Alkusammutuskalustona käytetään erilaisia käsisammuttimia, sammutuspeitteitä sekä pikapaloposteja.



Kuva 1. Kuopion yliopistollinen sairaala (Seppälä 2013).

Kuvassa 1 näkyy Puijon sairaala sekä sen uusi laajennusosa. Vuodeosastot sijaitsevat pääsääntöisesti keskellä näkyvissä kahdessa korkeassa rakennusosassa.

3 TILASTOJA

Opinnäytetyötä varten tutkimme myös keskussairaaloita ja sairaaloita koskevia palotilastoja vuosilta 2012 ja 2013. Tilastot on haettu PRONTO-järjestelmästä, joka on pelastustoimen seuranta- ja kehittämistä sekä onnettomuuksien selvittämistä varten tarkoitettu pelastustoimen resurssi- ja onnettomuustilasto.

Vuosilta 2012 ja 2013 löytyy PRONTO-järjestelmästä yhteensä 11 tapausta, joissa sairaalarakennuksessa ensisijaisena onnettomuustyyppinä on ollut rakennuspalo tai rakennuspalovaara. Näissä tapauksissa kolmessa oli kyseessä rakennuspalo ja kahdeksassa tapauksessa rakennuspalovaara. Arvioitaessa tulipalon aiheuttajaa oli kyseiseen kohtaan tilastoissa merkitty viiden tapauksen kohdalla syyksi ihmisen aiheuttama toiminta ja kuudessa tapauksessa koneen tai laitteen vika. Taulukossa 1 on eriteltyä vuosittain onnettomuustyyppit sekä arviot palon aiheuttajista.

Taulukko 1. Sairaalarakennuksessa aiheutuneet rakennuspalot tai -palovaarat. (Pronto.)

Vuosi	Onnettomuustyyppi	Arvio palon aiheuttajasta
2013	Rakennuspalovaara	Ihmisen toiminta. Potilas sytytti patjan palamaan potilashuoneessa
2013	Rakennuspalovaara	Koneen tai laitteen vika. Teknisessä tilassa savua, savun lähde jäi epäselväksi
2013	Rakennuspalovaara	Ihmisen toiminta. Potilas sytytti muoviset pistorasiat ja valokytkimet huoneessaan ja wc-tilassa
2013	Rakennuspalovaara	Ihmisen toiminta. Muovinen astia ollut sähköhellalla ja levy päällä
2012	Rakennuspalovaara	Koneen tai laitteen vika. Hissin konehuoneessa käämien kuumeneminen
2012	Rakennuspalovaara	Koneen tai laitteen vika
2012	Rakennuspalo	Koneen tai laitteen vika. Sähköpääkeskuksessa oikosulun aiheuttama palo
2012	Rakennuspalo	Ihmisen toiminta. Wc-tiloihin sytytetty tulipalo
2012	Rakennuspalovaara	Koneen tai laitteen vika
2012	Rakennuspalovaara	Koneen tai laitteen vika. Ruumishuoneen kylmälaite
2012	Rakennuspalo	Ihmisen toiminta. Potilashuoneessa sytytetty palo

Kuudessa tapauksessa onnettomuudessa ei ollut osallisena yhtään henkilöä, ja muissa tapauksissa osallisina olleiden henkilöiden lukumäärä oli enimmillään 34. Vakavilta loukkaantumisilta oli näissä tapauksissa vältytty kokonaan, ja ainoastaan kahdessa tapauksessa yksi henkilö loukkaantui lievästi. Myös kuudessa tapauksessa oli muodostunut omaisuusvahinkoja, jotka vaihtelivat muutamista sadoista euroista aina muutamaan tuhanteen euroon. Vähäisistä omaisuusvahingoista huolimatta sairaalaympäristössä tapahtuneissa tulipaloissa on mahdollista syntyä hyvinkin mittavia taloudellisia kustannuksia, sillä kyseisissä tapauksissa uhatun omaisuuden arvoksi oli usein merkitty useita kymmeniä tuhansia euroja suurimman summan ollessa puoli miljoonaa euroa. (Pronto.)

4 POISTUMISTURVALLISUUSMÄÄRÄYKSET JA ULOSKÄYTÄVÄT

Suomessa rakentamisesta on säädetty maankäyttö- ja rakennuslaissa (MRL). Lain 117 §:ssä on säädetty niistä olennaisista teknisistä vaatimuksista, jotka rakennuksen tulee täyttää sen käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla. Näihin vaatimukseen sisältyy esimerkiksi paloturvallisuuden sekä poistumisturvallisuuden liittyvät perusvaatimukset. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132.)

Maankäyttö- ja rakennuslain nojalla on annettu maankäyttö- ja rakennusasetus (MRA). Kyseisen asetuksen 50 § koskee rakennuksen olennaisia teknisiä vaatimuksia. Kyseisessä kohdassa todetaan, että ”*Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että sen olennaiset tekniset vaatimukset täytetään ja voidaan tavanomaisella kunnossapidolla säilyttää rakennuksen suunnitellun käyttöiän ajan.*” 50 § tarkoittaa myös paloturvallisuutta koskevia teknisiä vaatimuksia seuraavasti: ”*Rakennuksen kantavien rakenteiden tulee palon sattuessa kestää niille asetetun vähimmäisajan. Palon ja savun kehittymisen ja leviämisen rakennuksessa tulee olla rajoitettua. Myös palon leviämistä lähistöllä oleviin rakennuksiin tulee rajoittaa. Rakennuksessa olevien henkilöiden on voitava palon sattuessa päästä poistumaan rakennuksesta tai heidät on voitava pelastaa muulla tavoin. Myös pelastushenkilöstön turvallisuus on rakentamisessa otettava huomioon.*” Lisäksi pykälässä viitataan tarkempien säännösten osalta Suomen rakentamismääräyskokoelmaan.

Suomen rakentamismääräyskokoelman (SRMK) E-sarjassa käsitellään rakenteellista paloturvallisuutta. Kyseisen sarjan osa E1 (*Rakennusten paloturvallisuus -määräykset ja ohjeet*) pitää sisällään yleisiä palo- ja poistumisturvallisuutta koskevia velvoittavia määräyksiä sekä ohjeita erilaisista hyväksyttävistä ratkaisuista. Lisää ohjeita ratkaisuista, joiden katsotaan täyttävän SRMK E1:n määräykset, on esitetty esimerkiksi Ympäristöministeriön julkaisemassa *Ympäristöopas 39 – Rakennusten paloturvallisuus ja paloturvallisuus korjausrakentamisessa* –julkaisussa.

Suomessa rakentamisen säätelyllä ohjataan merkittävästi paloturvallisuusmääräyksiä sekä tätä kautta poistumisturvallisuutta. Esimerkiksi maankäyttö- ja rakennusasetuksen yhtenä olennaisimmista vaatimuksista on turvata ihmisten mahdollisuus poistumiseen rakennuksesta palon sattuessa. Poistumisturvallisuuden liittyen tarkempia määräyksiä

löytyy Suomen rakentamismääräyskokoelman osasta E1. Vaikka poistumiseen johtavia uhka- tai vaaratilanteita on useita, on yleistä poistumisturvallisuutta käsiteltäessä kiinnittää huomio erityisesti tulipaloihin sekä niiden aiheuttamiin uhkiin. Tarkempia määräyksiä aiheesta antavassa Suomen rakentamismääräyskokoelman E1:ssä onkin poistumismääräysten alussa maininta siitä, että rakennuksesta tulee voida poistua turvallisesti myös muissa hätätilanteissa. Suomalaista lainsäädäntöä tarkasteltaessa poistumisturvallisuus näyttäytyy pitkälti yhtenä paloturvallisuussuunnittelun osa-alueena. Suunnittelu ja sitä koskeva säädäntö noudattaa samoja mitoitusten menetelmiä kuin rakennuksen muunkin paloturvallisuussuunnittelu.

Poistumisturvallisuudelle on lisäksi asetettu useita perusvaatimuksia. Pelastuslain (379/2011) 19 §:n mukaan valtioneuvoston asetuksella voidaan antaa tarkemmat säännökset hoitolaitosten ja palvelu- ja tukiasumisen poistumisturvallisuusselvityksen laatimisesta ja päivittämisestä sekä selvityksen sisällöstä. Toiminnanharjoittajan on laadittava poistumisturvallisuusselvitys siitä, miten rakennuksen käyttötapa ja henkilöiden rajoittunut toimintakyky sekä muut poistumisturvallisuuteen vaikuttavat tekijät huomioidaan tulipaloihin ja muihin vaaratilanteisiin varautumisessa ja poistumisjärjestelyissä. Poistumisturvallisuusselvitystä on päivitettävä vähintään kolmen vuoden välein tai toiminnan muuttuessa olennaisesti. Lisäksi SRMK E1:n kohdassa 11.7.1 on turvallisuusselvityksestä todettu seuraavaa: ”*Henkilöturvallisuuden kannalta vaativiin kohteisiin, joissa paloturvallisuuden riskit johtuvat tilojen käyttötavasta ja henkilöiden rajoitetusta tai alentuneesta toimintakyvystä, tulee suunnittelun alkuvaiheessa laatia erityinen turvallisuusselvitys. Tämän pohjalta määritetään rakenteelliset ja muut toimenpiteet riittävän turvallisuustason saavuttamiseksi.*” (Suomen rakentamismääräyskokoelma 2011, osa E1 ja Pelastuslaki 379/2011.)

Uloskäytävät

Poistumisturvallisuudesta on säädetty Suomen Maankäyttö- ja rakennusasetuksen 50 §:n olennaisissa vaatimuksissa seuraavaa: ”*Rakennuksessa olevien henkilöiden on voitava palon sattuessa päästä poistumaan rakennuksesta tai heidät on voitava pelastaa muulla tavoin.*” (10.9.1999/895). Tätä tarkemmat määräykset poistumisturvallisuuteen liittyen löytyy SRMK E1:n kappaleesta 10. Uloskäytäviin liittyen E1:n kohdassa 10.1

on todettu seuraavaa: ”*Rakennuksesta tulee voida turvallisesti poistua tulipalossa tai muussa hätätilanteessa. Rakennuksessa tulee olla riittävästi sopivasti sijoitettuja, tarpeeksi väljiä ja helppokulkuisia uloskäytäviä niin, että poistumisaika rakennuksesta ei ole vaaraa aiheuttavan pitkä.*”

Uloskäytävän määritelmä löytyy myös SRMK E1:stä, ja se kuuluu seuraavasti: ”*poistumisalueelta suoraan ulos johtava ovi taikka rakennuksessa tai sen ulkopuolella oleva tila, jonka kautta turvallinen poistuminen on palon sattuessa mahdollista maan pinnalle tai muulle turvalliselle paikalle.*” E1:n ohjeen mukaan uloskäytävänä ei pidetä hissiä tai muuta vastaavaa laitetta, ja lisäksi jokaiselta poistumisalueelta on oltava mahdollisuus kuljettaa henkilö paareilla ulos. Etenkin sairaala ympäristössä liikuntarajoitteisten henkilöiden osuus poistuvista henkilöistä voi olla hyvinkin suuri, ja paareilla tai vaihtoehtoisilla menetelmillä siirrettäviä henkilöitä on todennäköisesti useita. (Suomen rakentamismääräyskokoelma 2011, osa E1, 27.)

Uloskäytävälle on asetettu SRMK E1:ssä useita erilaisia vaatimuksia, jotka koskevat uloskäytäviin johtavien reittien pituuksia, vähimmäismittoja, palosuojausta, lukumäärää sekä pintamateriaaleille esitettyjä vaatimuksia. Opinnäytetyössämme tarkasteltavat Kuopion yliopistollisessa sairaalassa sijaitsevat vuodeosastot sijaitsevat kahdessa 12-kerroksisessa rakennusosassa. Tällöin uloskäytäviä koskee erityisesti vaatimus tehdä niistä palolta suojattuja, jolloin uloskäytävään saa olla yhteys kerroksista ainoastaan kerrostasolla olevan osastoidun tilan eli niin sanotun palosulkutilan kautta. Lisäksi uloskäytävä tulee osastoida muusta rakennuksesta erilleen omaksi palo-osastoksi. (Suomen rakentamismääräyskokoelma 2011, osa E1.)

Uloskäytävän pituudelle ei ole olemassa rajoituksia, mutta suurin sallittu etäisyys lähimpään uloskäytävään hoitolaitoksissa on pääsääntöisesti 30 metriä. Lukumääräisesti jokaiselta poistumisalueelta tulee olla vähintään kaksi erillistä ja tarkoituksenmukaista uloskäytävää. Uloskäytävien lukumäärän lisääntyminen johtuu kulkureittien enimmäispituuksista sekä vähimmäisleveyksistä tai poistumisalueen koon kasvusta ja sen aiheuttamasta henkilömäärän noususta. Hoitolaitoksissa kaksi uloskäytävää on yleensä riittäviä, sillä rakennusten yhden kerroksen pinta-ala ja suurin henkilömäärä ovat tavallisesti melko pieniä. Jos henkilömäärä ei ole tiedossa, E1 taulukon 10.4.1 mukaan hoitolaitok-

sisä henkilömäärän arviointi suoritetaan pinta-alan perusteella, ja tällöin taulukko antaa arvoksi 10 m²/henkilö. (Suomen rakentamismääräyskokoelma 2011, osa E1, 29 - 31.)

Uloskäytävän mittojen osalta vähimmäismitoiksi on määrätty leveydeksi 1200 mm ja korkeudeksi 2100 mm. Uloskäytävien vähimmäisleveys lasketaan uloskäytävän kautta poistuvien henkilöiden lukumäärän mukaan, mikäli poistumisalueella on enintään 60 henkilöä, kahdesta uloskäynnistä toisen voi kaventaa 900 mm:iin. Poistumisalueen uloskäytävien yhteenlaskettu vähimmäisleveys tulee olla 1200 mm ensimmäistä 120 henkilö kohden, minkä jälkeen leveyttä tulee lisätä 400 mm jokaista seuraavaa 60 henkilöä kohden. Myös uloskäytävään johtavien ovien leveyden ja lukumäärän tulee olla riittävä niitä käyttävän henkilöstömäärään nähden. Potilaiden siirtämisessä on tärkeää ottaa huomioon potilasvuoteiden liikuteltavuus käytävätiloissa sekä potilaiden evakuoiminen vuoteilla tai pelastuslakanan avulla. Mikäli yhteen uloskäytävään on liitetty useita poistumisalueita, tulee sen leveys mitoittaa henkilömäärältään suurimman poistumisalueen mukaisesti. KYS:ssä rakennuksissa jokainen kerros muodostaa oman poistumisalueensa, ja tällöin porraskäytävät tulee mitoittaa suurimman henkilömäärän sisältävän kerroksen ihmismäärän mukaisesti. Uloskäytävien osalta E1:stä löytyy vielä yksi poistumisturvallisuuteen liittyvä tärkeä vaatimus kohdasta 10.6.4, jossa todetaan, että hoitolaitoksissa uloskäytävät ja niille johtavat kulkureitit tulee yleensä varustaa turva- ja merkkivalaistuksella. (Suomen rakentamismääräyskokoelma 2011, osa E1. 30 - 32.)

5 MITOITUSMENETELMÄT

Maankäyttö- ja rakennusasetuksen palo- ja poistumisturvallisuutta koskevat vaatimukset voidaan toteuttaa SRMK E1:n mukaan kahdella vaihtoehtoisella tavalla. Ensimmäinen vaihtoehto on noudattaa E1:n kohtaa 1.3.1, jonka mukaan paloturvallisuusvaatimuksen katsotaan täyttyvän, mikäli rakennus suunnitellaan ja rakennetaan noudattaen E1:ssä annettujen määräysten ja ohjeiden paloluokkia ja lukuarvoja. Toinen vaihtoehto löytyy E1 kohdasta 1.3.2, jossa määritellään paloturvallisuusvaatimuksen täyttyvän myös, mikäli rakennus suunnitellaan ja rakennetaan perustuen oletettuun palonkehitykseen. Se kattaa kyseisessä rakennuksessa todennäköisesti esiintyvät tilanteet. (Suomen rakentamismääräyskokoelma 2011, osa E1.)

Näistä vaihtoehtoista ensimmäistä kutsutaan taulukkomitoitukseksi ja toista toiminnalliseksi mitoitukseksi tai oletettuun palonkehitykseen perustuvaksi mitoitukseksi. Taulukkomitoitusta käytettäessä SRMK E1:stä haetaan kuhunkin tilanteeseen sopiva ratkaisu ja noudatetaan siinä annettuja ohjeita, arvoja ja määräyksiä. Paloturvallisuussuunnittelu on perinteisesti perustunut juurikin taulukkomääräysten noudattamiseen. Oletettuun palonkehitykseen perustuvassa mitoituksessa puolestaan voidaan käyttää vapaammin millaisia ratkaisuja tahansa. Usein käytetään erilaisia analyttisiä työkaluja, joiden avulla pyritään osoittamaan vaaditun turvallisuustason täytyminen. Käytettäviä menetelmiä ei ole sen tarkemmin rajoitettu, kunhan niiden vain voidaan osoittaa täyttävän MRA:ssa esitetyt paloturvallisuutta koskevat vaatimukset.

5.1 Taulukkomitoitus

Taulukkomitoitusta käytettäessä SRMK E1:n taulukkomääräyksistä löytyy kutakin rakennusta koskevat ja siltä vaadittavat palotekniset ominaisuudet. Kyseisinä kohtina voidaan mainita esimerkiksi kantavien rakenteiden palonkesto, palo-osastojen maksimipinta-alat, rakennusmateriaalien ominaisuudet, osastoivien rakennusosien ominaisuudet sekä kohteeseen vaadittavat paloturvallisuuslaitteet ja –järjestelmät. Myös poistumisturvallisuutta koskee omat määräyksensä, jotka löytyvät SRMK E1:stä luvusta 10. Useat määräykset ovat hyvinkin periaatteellisia, ne eivät siksi pidä sisällään tarkempia hyväk-

symiskriteerejä tai -arvoja. Tämän takia SRMK E1:ssä sekä Ympäristöopas 39:ssä on lisäksi annettu ohjeita erilaisista ratkaisuksista, jotka täyttävät annetut määräykset. Vaikka kyseiset ohjeet ovat suuntaa-antavia, niitä noudatetaan määräyksenomaisesti. Taulukkomitoituksen sijaan voidaan käyttää myös muita ratkaisuja, kunhan niillä vain saavutetaan tarvittava turvallisuustaso. Määräysten tulkinnassa ja niiden pohjalta asetetuissa vaatimuksissa esiintyykin eroja eri paikkakuntien ja viranomaisten välillä. (Suomen rakentamismääräyskokoelma 2011, osa E1.)

5.2 Toiminnallinen mitoitus

Toiminnallista mitoitusta on yleensä käytetty tulipalojen mallintamiseen ja niiden vaikutusten simulointiin erilaisten tietokoneohjelmien avulla. Kyseistä menetelmää voidaan käyttää myös poistumisturvallisuussuunnitteluun, jossa pyritään määrittelemään tietyn rakennuksen tai yksittäisen tilan evakuointiin kuluva aikaa. Mallintaminen voidaan tehdä erilaisilla poistumissimulaatioilla ja tietokoneohjelmilla tai yksinkertaisempia laskumenetelmiä hyväksikäyttäen.

Toiminnallista eli oletettuun palonkehitykseen perustuvaa mitoitusta käytettäessä SRMK E1:n ohjeen mukaan paloturvallisuusvaatimuksen täytyminen todennetaan tapauskohtaisesti ottaen huomioon rakennuksen ominaisuudet ja käyttö. Tämän lisäksi SRMK E1:ssä edellytetään, että suunnittelun perusteet, käytetyt mallit ja saadut tulokset on esitettävä rakennuslupamenettelyn yhteydessä. Tämä tarkoittaa, että käytettävien mallien kelpoisuus on pystyttävä osoittamaan esimerkiksi kansainvälisten ISO- tai eurooppalaisten EN-standardien mukaan. Toiminnallisen mitoituksen suorittamistavasta ei myöskään SRMK E1:ssä ole tarkempaa kuvausta, ainoastaan suunnitteluasiakirjoista ilmenevistä seikoista on oma ohjeensa. (Suomen rakentamismääräyskokoelma 2011, osa E1, 8 - 9.)

Toiminnallisen mitoituksen suunnitteluprosessia on kuvattu tarkemmin Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry:n julkaisussa *Oletettuun palonkehitykseen perustuva suunnittelu ja ratkaisuesimerkit RIL 221–2003*. Tämäkin julkaisu on ohje, siten se ei ole sitova, mutta siinä esitetyt menetelmät ja ohjeet ovat viranomaisten laajasti hyväksymiä.

RIL 221–2003 -julkaisussa on esitetty kaksi toiminnallisen mitoituksen menetelmää. Ensimmäisessä menetelmässä toiminnallisen mitoituksen pohjalta tarkastellaan yksittäisiä ja tarkasti rajattavissa olevia poikkeamia. Mitoituksen pohjalta tulee pystyä näyttämään toteen, että SRMK E1:ssä esitetyt yleiset vaatimukset täyttyvät, vaikka käytetyt menetelmät eivät olisi SRMK E1:ssä esitettyjen tarkempien määräyksien ja ohjeiden mukaisia. Esimerkiksi kulkureittien sallittuihin enimmäispituuksiin voidaan sallia ylityksiä, jos laskennallisesti pystytään osoittamaan, että tilassa olevat ihmiset pystyvät poistumaan rakennuksesta ajoissa. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2003.)

Toinen ja vähemmän käytetty menetelmä perustuu todennäköisyyspohjaiseen riskien tarkasteluun. Tämä menetelmä soveltuu vaativien kohteiden sekä vaikeasti rajattavissa olevien ongelmien tarkasteluun. Todennäköisyyspohjaisen riskitarkastelun tulee täyttää suhteellinen hyväksymiskriteeri tai absoluuttinen hyväksymiskriteeri. Suhteellista hyväksymiskriteeriä käytettäessä tulee näyttää toteen, että kohteena olevassa rakennuksessa koko sen elinkaaren aikana tapahtuvat henkilö- ja omaisuusvahingot ovat enintään yhtä suuret kuin vastaavassa E1:n taulukkomääräysten mukaan suunnitellussa rakennuksessa. Absoluuttinen hyväksymiskriteeri täyttyy puolestaan, jos arvioidut vahingot alittavat hankekohtaisesti määritetyn todennäköisyysrajan. Todennäköisyyspohjainen riskitarkastelu vaatii lisäksi tuekseen riittävästi luotettavaa vahinkotilastomateriaalia. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2003.)

6 RAKENTEELLISET RATKAISUT

Tässä osiossa olemme kuvanneet niitä rakenteellisia ratkaisuja, jotka meidän mielestämme soveltuvat parhaiten käytettäväksi KYS:llä poistumisturvallisuutta kehitettäessä. Käsittelemme tässä osiossa sisälle suojautumista, palo-ovia, ilmanvaihtoa ja savukaasujen poistoa.

6.1 Suojautuminen

Nykyisin sairaalassa on vuodeosastojen evakuointia varten käytössä niin sanottu väistötila käytäntö, jossa vuodeosaston potilaat siirretään samassa kerroksessa olevaan toiseen osastoon. Jokaisessa kerroksessa on kaksi lähes samankokoista osastoa, jotka ovat osastoitu omiksi palo-osastoikseen. Tällä tavalla tulipalon sattuessa potilaat voidaan siirtää viereiseen osastoon. Väistötilaa käytettäessä tulee aina ensisijaisesti suosia samassa tassa olevaa viereistä tilaa. Tällöin evakuointi on nopeinta ja potilaiden siirtämiseen käytettävä matka jää mahdollisimman lyhyeksi. Jos siirtyminen viereiseen tilaan ei ole mahdollista, on seuraavana kohteena alapuoliset tilat ja viimeisenä vaihtoehtona potilaat siirretään yläpuolisiin tiloihin. Tämä siksi, että tuli leviää rakennuksissa nopeammin ylöspäin.

Väistötilojen käyttöä suunniteltaessa tulee erityisesti kiinnittää huomiota esteettömyyteen ja paloturvallisuuteen. Väistötiloja käytettäessä suuri osa potilaista voi olla liikuntarajoitteisia, joten on tärkeää ottaa huomioon kulkureittien ja oviaukkojen esteettömyys. Väistötilan on myös oltava tarpeeksi suuri, jotta sinne voidaan siirtää viereisessä osastossa olevat henkilöt. Huomiota tulee myös kiinnittää siihen, siirtyvätkö henkilöt osastosta toiseen omatoimisesti vai joutuuko henkilökunta siirtämään heidät esimerkiksi sairaalavuoteissa.

Sairaalassa tapahtuvan saneerauksen johdosta vuodeosastoilla ollaan siirtymässä uudentyyppiseen ratkaisuun potilashuoneiden osalta. Nykyiset jopa kuuden hengen huoneet poistuvat ja tilalle rakennetaan yhden hengen huoneita. Tämä ratkaisu edistää potilaiden turvallisuutta, etenkin tulipalon syttyessä potilashuoneessa. Nykyisellään palon sattues-

sa huoneesta joudutaan evakuoimaan jopa kuusi henkilöä, mikä kestää ajallisesti huomattavasti kauemmin verrattaessa yhden henkilön evakuoimiseen. Tällöin välittömässä vaarassa on vain yksi henkilö kerrallaan.

Vaihtoehtoinen ratkaisu väistötilan käyttämiselle on huoneisiin suojautuminen. Tässä mallissa potilasosastoa ei lähdetä evakuoimaan vaan potilaat jäävät huoneisiinsa odotamaan, että heihin kohdistuva uhka saadaan torjuttua. Ainoastaan välittömässä vaarassa olevat henkilöt evakuoidaan. Kyseistä konseptia ovat kehittäneet esimerkiksi hollantilaiset insinöörit Peters B., ym. teoksessaan *Developing a new fire safety concept for wards in hospital buildings* (2012).

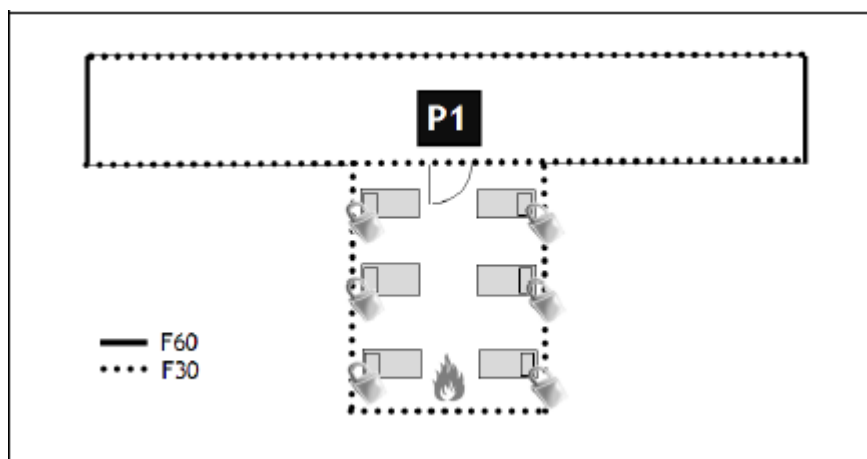
Developing a new fire safety concept for wards in hospital buildings teoksessa on heidän kehittämänsä mallia verrattu perinteiseen 1990-luvun sairaalaan vuodeosastoon ja sen ajan poistumisturvallisuus ratkaisuihin. Huomioitavia seikkoja potilasosastoilla on esimerkiksi aulatilat, jotka usein muistuttavat olohuone tyylisiä tiloja, joissa on paljon palavaa materiaalia kuten sohvia, kalusteita, kirjahyllyjä ynnä muuta palokuormaa. Tekniikan kehittyessä ja väestön eliniän kasvaessa etenkin vuodeosastoilla on entistä enemmän potilaita, jotka ovat kiinnitettyinä erilaisiin hoitoihin liittyviin laitteisiin ja monitoreihin. Myös itse sairaalavuoteessa voi olla elektroniikkaa. Kyseiset laitteet ovat usein kiinni seinässä ainakin yhdellä virtapistokkeella, ja niiden irrottaminen evakuointitilanteessa vaatii oman aikansa. Lisäksi ylipainoisten henkilöiden määrä väestöstä on etenkin länsimaissa kasvanut viime vuosikymmeninä. Näiden ihmisten evakuoiminen voi viedä normaalia kauemmin. (Peters ym. 2012.)

Kun henkilökunnan lukumäärä on vielä viety aivan minimiin, voi yhdellä osastolla olla yöaikaan vain yksi tai kaksi hoitajaa. Evakuointi tilanteessa kuuden hengen huoneen tyhjentämisen katsotaan tällöin vievän liian kauan aikaa, jotta se olisi kaikille turvallista. Siksi Peters ym. ovat teoksessaan (2012) suositelleet potilasosastojen huoneiksi yhden hengen huoneita. Nämä yhden hengen huoneet jaetaan lisäksi kuuden huoneen ryhmiin, jotka yhdessä huoneiden välissä olevan käytävän kanssa muodostavat oman 30 minuutin palo kestävän osastonsa. Sekä potilashuoneiden rakenteille ja oville, että käytävälle sijoitettavien oville on suositeltu käytettäväksi sellaisia ratkaisuja, jotka kestävät paloa 30 minuutin ajan. Käytävillä olevat ovet ovat normaalissa päivätoiminnassa auki, ja tulipalon sattuessa henkilökunta sulkee ovet tai ne voidaan ohjata sulkeutumaan itses-

tään automatiikan avulla. Tätä mallia käytettäessä potilashuoneessa syttynyt palo uhkaa ensisijaisesti ainoastaan yhtä henkilöä ja enimmillään evakuoitavana ovat palo-osaston sisällä olevat kuusi henkilöä. Muiden osastojen evakuoimiseen jää enemmän aikaa ja jokaisella osastolla on omat poistumisreitinsä tulipalon sijainnin mukaan.

Menetelmää on testattu myös käytännön kokeilla. Peters ym. (2012) järjestivät menetelmäänsä liittyen useita poistumisharjoituksia sairaalaympäristössä tutkiessaan sen toimivuutta. Testien tavoitteena oli mitata poistumiseen kuluvaa aikaa, testeissä käytettyjä parametreja oli useita. Parametrit olivat seuraavat: pistokkeilla seinään kiinnitetty tai kiinnittämätön sairaalavuode, osa potilaista kiinnitetty hengityslaitteeseen, normaali- ja ylipainoisia potilaita, simuloidun palon sijainti osastolla ja huoneessa, evakuoinnin hoitaneiden kahden hoitajan sijainti vuodeosastolla palon syttyessä. Testeissä ei käytetty tulta tai savua. (Peters ym. 2012.)

Vertailun vuoksi testejä tehtiin uuden konseptin lisäksi myös vanhan mallin mukaisesti huoneissa, joissa oli kuusi potilasta. Kuvassa 2 on tilanne, jossa palo syttyy kuuden hengen potilashuoneessa ja potilaat evakuoidaan osaston käytävälle (P1). Merkinnöillä F30 ja F60 tarkoitetaan palo-osastoinnin palonkestävyyttä. F30 tarkoittaa fire resistant 30 minutes, eli palo-osastointi kestää 30 minuutin paloa. Vastaavasti F60 tarkoittaa fire resistant 60 minutes, eli palo-osastointi kestää 60 minuutin paloa. (Peters ym. 2012.)

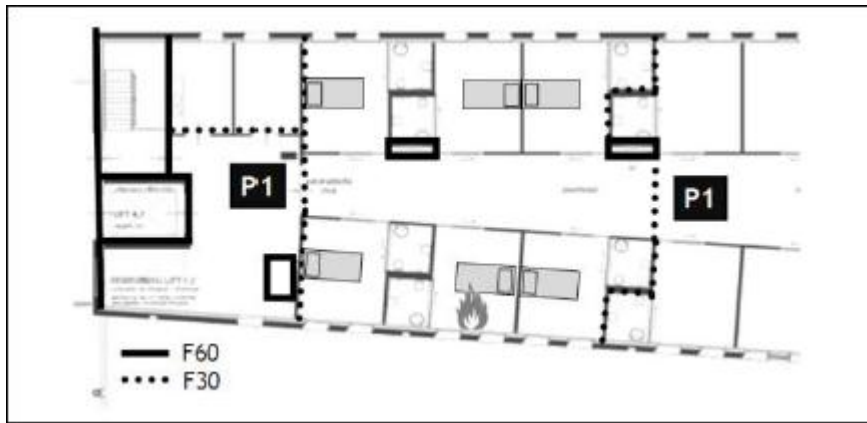


Kuva 2. Nykytilannetta vastaava huonejako (Peters ym. 2012).

Testeistä on saatu seuraavanlaisia tuloksia: Kuuden hengen huoneen evakuoiminen tilanteessa, jossa huoneessa ei ole savua tai liekkejä, onnistuu pääsääntöisesti alle kahdes- sa minuutissa. Tämä edellyttää sitä, että vuoteita ei tarvitse irrottaa pistokkeista ja poti-

laat eivät ole kiinnitettyinä elintoimintoja turvaaviin laitteisiin. Pistokkeiden irrottaminen vie enemmän aikaa, noin 35 sekunnin verran. Ensimmäinen potilas saadaan evakuoitua noin 20 sekunnin aikana riippuen henkilökunnan sijainnista osastolla hälytyksen tullessa. Viimeinen potilas kuuden hengen huoneessa on evakuoitu olosuhteista riippuen 1,5 - 2,5 minuutissa. (Peters ym. 2012.)

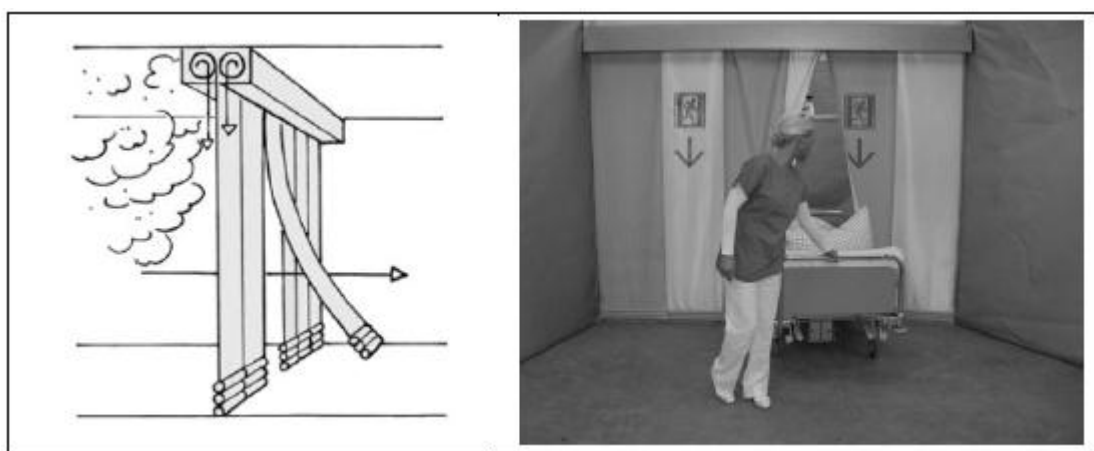
Jos kuuden hengen potilashuoneessa olisi voimakkaasti leviävä tulipalo tai palo, jossa muodostuu runsaasti savua, olisivat olosuhteet viimeisten potilaiden evakuoimiseen 1,5 - 2,5 minuutin jälkeen palon havaitsemisesta oletettavasti hyvinkin haasteelliset ja todennäköisesti vaaralliset.



Kuva 3. Osastointi yhden hengen huonejaolla (Peters ym. 2012).

Kuva 3 on kuva vuodeosaston jaosta osiin yhden hengen huoneilla, kuusi huonetta kattaviin palo-osastoihin. Yhden henkilön huoneessa vuoteen irrottaminen pistokkeista vie testien mukaan noin 10 sekuntia, potilaan irrottaminen hengityslaitteesta vie lisäksi noin viisi sekuntia. Yhden henkilön huoneesta tapahtuva potilaan evakuoiminen käytävälle ja huoneen oven sulkeminen vie yhteensä aika noin 20 sekuntia. Peters ym. (2012) suorittamien kokeiden tuloksista voidaan todeta, että kuuden yhden hengen huoneen evakuoiminen vie ajallisesti lähes saman ajan kuin kuuden hengen evakuoiminen yhdestä huoneesta. Yksittäisten potilaiden evakuoiminen turvaan oli suoritetuissa kokeissa ajallisesti lähes vakio. Yhden hengen huonejaolla toteutetussa vuodeosastossa syttyneestä huoneesta suoritetun evakuoinnin jälkeen henkilökunnalla on huomattavasti enemmän aikaa viereisten huoneiden tyhjentämiseen, ja muut viisi potilasta eivät ole tällöin välittömässä vaarassa. Myös olosuhteet evakuoinnin suorittamiseen ovat huomattavasti paremmat, edellyttäen että syttyneen huoneen osastointi pitää.

Peters ym. (2012) esittämän yhden hengen potilashuone -mallin poistumisturvallisuutta pystytään edelleen tehostamaan asentamalla sprinklerilaitteisto vuodeosastojen käytävälle. Sprinklerilaitteiston yhteydessä käytävätiloja on esitetty jaettavaksi pienempiin osiin erityisten savuverhojen avulla. Kuvassa 4 esitetty savuverho on hyvin joustava, ja esimerkiksi sairaalavuoteet on helppo työntää siitä läpi. Savuverho toimii ainoastaan yhdessä sprinklerin kanssa, sillä tulipalon aiheuttama paine avaisi liikaa aukkoja verhoon ja estäisi siten sen toiminnan ja päästäisi savun verhosta läpi. Paineen vaikutukset savuverhoon on sen toimivuuden kannalta suurin haaste, ja siksi savuverhojen käyttö vuodeosastoilla on mielestämme haastavaa ja niiden toimivuus kyseenalaista.



Kuva 4. Savuverho (Peters ym. 2012).

6.2 Palo-osaston ovet

Osastoivan rakennusosan oven palonkestävyyssajan täytyy olla yleensä vähintään puolet osastoivalle rakennusosalle asetetusta ajasta (Suomen rakentamismääräyskokoelma 2011, osa E1, 7.3). Palo-ovien palonkestävyyssaja osoitetaan tyyppihyväksynnällä, jotka muuttuivat uuden E1 tultua voimaan 15.4.2011. Uusi E1 tuntee vain EN-standardien mukaiset palotestit ja luokitukset, jolloin palo-ovet luokitellaan SFS-EN 13501-2-luokitusjärjestelmän mukaan. Tällöin tuotteista on löydettävä myös CE-merkintä, joka on valmistajan ilmoitus tuotteen täyttävän Euroopan unionin asettamat vaatimukset (Tukes 2013). E1:n mukaan aikaisempien säännösten paloluokituksia saa kuitenkin soveltaa rakentamiseen, johon on haettu rakennuslupaa ennen 15.4.2012. Palo-ovien valmistaja voi osoittaa aiempien kansallisten säännösten mukaisten paloluokitusvaatimus-

ten täyttymisen voimassa olevalla tyyppihyväksynnällä tai rakennuspaikkakohtaisella hyväksynnällä taikka hakea tuotteelleen VTT-sertifikaatin. (Saajos ja Vttextpertservices.)

Palo-ovet merkitään merkinnällä, josta yleensä löytyy E- ja I-merkintä. E-merkintä kuvastaa tiiveyttä eli ilmoittaa kykyä kestää paloaltistusta toiselta puolelta niin, ettei palo siirry vastakkaiselle puolelle rakennusosan läpi tunkeutuvien liekkien tai kuumien kaasujen seurauksena. I-merkintä ilmoittaa eristävyyttä, joka ilmoittaa kykyä kestää palon räsitusta niin, ettei palo siirry altistetulta puolelta vastakkaiselle puolelle. Tulen vastakkainen pinta tai mikään sen läheisyydessä oleva materiaali ei saa syttyä palamaan ja palo-ovi pystyy suojamaan sen lähellä olevia ihmisiä. (SFS-EN 13501-2 + A1 2010, 30.)

Mielestämme palo-ovessa on hyvä olla palon kestävä ikkuna, joka täyttää samat vaatimukset kuin palo-ovelta vaaditaan. Ikkunasta voidaan nähdä potilashuoneeseen tai seuraavaan palo-osastoon. Ikkunan kautta voidaan todeta toisella palo-osastolla oleva tilanne ja näin saada lisäinformaatiota tilanteesta ilman, että aukaistaisiin ovi, jolloin pääsisi mahdollisesti savukaasuja muille palo-osastoille.

Ovien lukitus

Poistumisreitteihin johtavien ovien tulee olla helposti avattavissa. Tällöin yleensä ei voida käyttää lukkoja, jotka voi takalukita niin, ettei ovea voi aukaista sisäpuolelta ilman avainta. Hoitolaitoksissa voi osaston luonne vaatia eristämistä, jolloin ovet voidaan takalukita. (Suomen rakentamismääräyskokoelma 2011, osa E1, 10.6.) Lisäksi kulunvalvonta asettaa omat haasteet, jolloin joudutaan tekemään kompromisseja lukitusten kannalta. Tällöin ratkaisuna voi olla rikottava lukon kupu taikka hätäpainikkeella toimiva oven aukaisu.

Turun yliopistollisen sairaalan tulipalo 2.9.2011 osoitti sen, että ovet on saatava auki, vaikka sähköt menisivät poikki ja sähköllä toimivat lukot eivät aukea. Sähkölukot haittasivat myöhemmässä vaiheessa myös pelastajien toimintaa, kun he eivät saaneet ovia auki sammutustehtävän aikana (Onnettomuustutkintakeskus 2012, 18). Eräessä muussa-

kin keskussairaalan pienessä tulipalossa oli havaittavissa samoja ongelmia pelastajien liikkumisessa, koska vahtimestareiden täytyi olla mukana aukaisemassa ovia ja samalla he altistuivat savulle. Ratkaisuna tälle ongelmalle on rikottava lukko, hätäkahva ja pelastuslaitoksen käyttöön varataan omat reittiavaimet. Sähkölukkojen takia on hyvä, että jatkuva virransyöttö varmistetaan varavoimakonein.

Ovien aukeaminen

E1 Rakentamismääräyskokoelman lisäksi Euroopan palontorjuntaliittojen yhteisjärjestö CFPA Europe on antanut ohjeita ovien aukeamisen suunnittelusta (Leino). Eurooppalaisen standardin SFS-EN 179 mukaan hätäpoistuminen tulee olla mahdollista yhden käden otteella toimivalla helalla, jossa avausvoima on maksimissaan 70 newtonia. Eurooppalaisen standardin SFS-EN 1125 mukaan paniikkipoistuminen tulee olla mahdollista yhden käden otteella paniikkipuomista, jossa avausvoima on maksimissaan 80 Newtonia. Abloy Oy:n Länsi-Suomen myyntipäällikkö Timo Tallus toteaa Abloyn tiedotteessa, että Euroopassa julkisissa tiloissa on jo yleisesti käytössä paniikkipuomi. Talluksen mukaan esimerkiksi käytävän päässä olevan oven eteen ihmiset voivat kerääntyä poistumistilanteessa, mutta mikäli ovesa on paniikkipuomi, ovi aukeaa lähes itsestään, kun ovea päin kävellään. Tämän toimintaperiaatteen huomaa kuvasta 5.



Kuva 5. Paniikkipuomin toimintaperiaate (SFS-EN 1125 2008, 6).

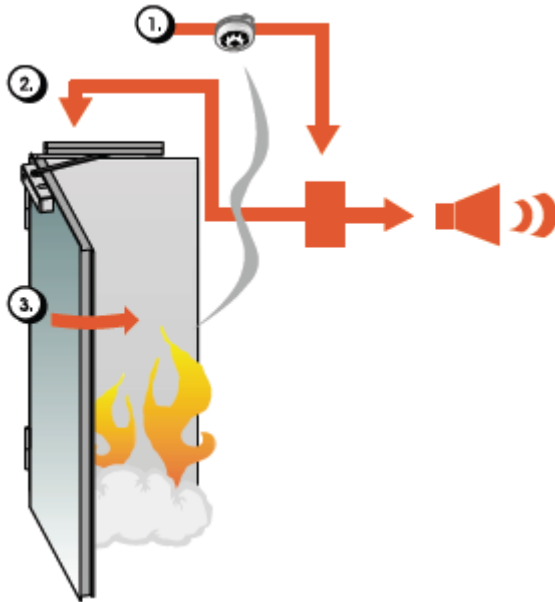
Mielestämme paniikkipuomi ei ole sairaalassa ratkaisuna järkevä, sillä sairaalarakennuksessa, jossa henkilökunta tuntee oman työympäristönsä, riski paniikin muodostumiselle on pieni. Potilaat eivät sen sijaan tunne rakennusta hyvin, mutta potilaiden kerääntyminen käytävälle ei ole todennäköistä, varsinkin jos on kyse vuodepotilaista. Ovien aukeamismekanismi voi olla koneistolla aukeava liukuovi, kaksilehtinen ovi taikka paniikkipuomilla varustettu ovi. Tärkeätä kuitenkin on, että ovet aukeaa poistumissuuntaan, mikä nopeuttaa ihmisten evakuointia. Paniikkipuomi toimii hyvin silloin, kun ovi johtaa suoraan ulos rakennuksesta ja ovi ei ole jatkuvassa käytössä. Tällaisia ratkaisuja on näkynyt esimerkiksi kauppakeskuksissa. Rakentamismääräyskokoelman E1 (2011, 10.6.2.) toteaa, että mikäli poistuvien henkilöiden määrä on yli 60, on ovien auettava poistumissuuntaan. Sairaaloiden käytävillä on runsaasti henkilöliikennettä ja sairaalavuoteiden siirtelyä, jolloin koneistolla toimiva ovi on hyvä ratkaisu, sillä se vapauttaa kädet ovien pitelystä. Tällaisessa ratkaisussa asennetaan impulssilaitte, joka havaitsee liikettä oven luona ja aukaisee oven. Tällöinkin korostuu jatkuvan virran saanti, joten kohteen ovissa tulisi olla akkuvarmennus tai muulla tavalla varmistettu sähkön syöttö.

Liukuovi on varustettu turvalaitteella, joka estää oven putoamisen kiskoilta tai oven kaatumisen. Automaattioven hätäpysäytyslaitte on sijoitettava helposti havaittavaan paikkaan. Ovet on saatava auki myös sähkövirran katketessa. (Suomen rakentamismääräyskokoelma 2001, osa F2, 3.4.1.) Jälleen korostuu jatkuvan virran saanti, joka mahdollistaisi ovien toiminnan häiriötilanteissa.

Ovipumput

Rakentamismääräyskokoelman E1 (2011, 7.3.2.) toteaa, että osastoivien ovien on itsestään sulkeuduttava ja salpauduttava, mikäli ovia pidetään auki normaalikäytössä. Osastoivien ovien sulkeutuminen on tärkeää tulipalon sattuessa, jolloin saadaan palokaasujen leviäminen estettyä. Tämän takia suosittelemme ovipumppuja myös potilashuoneiden oviin. Ovipumput toimivat veto- tai liukuvetolaitteella. Sairaaloissa yleensä halutaan pitää ovet suljettuina, mutta helposti avattavissa kulkemisen ja potilasvuoteiden siirtelyn takia. Abloyn mukaan tällöin ratkaisuna on sähkömekaaninen kääntöovikoneisto, joka helpottaa kulkemista ja huolehtii paloturvallisuudesta. Normaalikäytössä ovet aukenevat, kun impulssilaitte havaitsee liikettä oven luona. Palotilanteessa savu- tai lämpöil-

maisimen reagoidessa oven sulkumekanismi sulkee palo-ovet ja salpaa ovet kiinni. Hälytysimpulssi ovien sulkeutumisesta voi tulla suoraan ovien molemmin puolin asennetuista ilmaisimista taikka paloilmoitinlaitteelta. (Oviautomatiikka, Palonsulkujärjestelmät.)



1. Savu- tai lämpöilmaisimien reagoi alka-
vaan tulipaloon

2. Hälytysimpulssi joko suoraan il-
maisimista taikka paloilmoittimen kautta
oven aukiopitolaiteeseen vapauttaen
oven

3. Ovensuljinlaite sulkee oven ja lukko
salpaa oven

Kuva 6. Palosulkujärjestelmän toiminta (Abloy palonsulkujärjestelmät, 3).

6.3 Ilmanvaihto ja savunpoisto

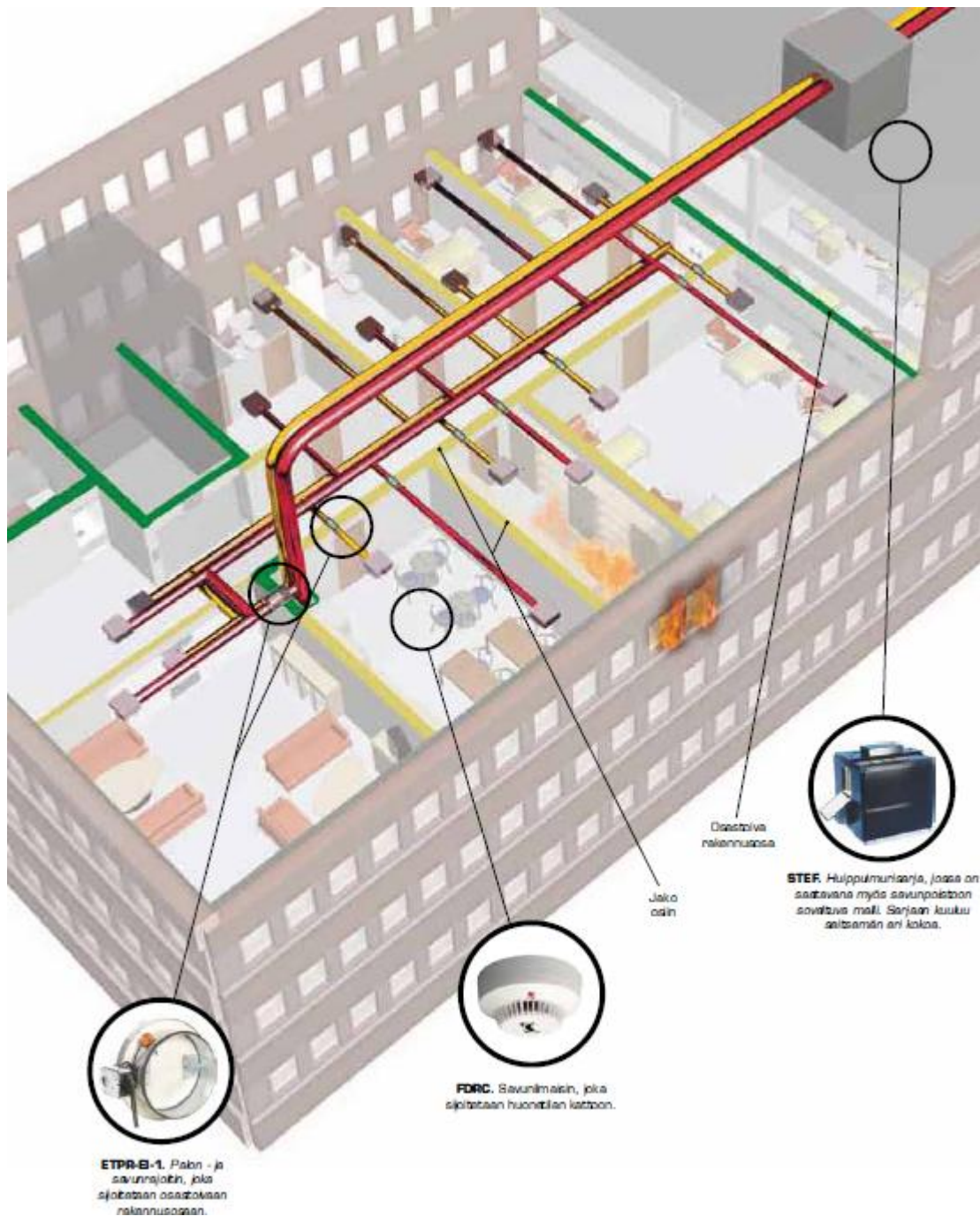
Ilmanvaihtoa koskevat palomääräykset on annettu Suomen rakentamismääräyskokoel-
massa E7. E7:sta löytyy ohjeet, kuinka estää savukaasujen ja palon leviäminen toiseen
palo-osastoon tai palo-osaston sisällä. Käytännössä savukaasujen leviämisen estäminen
tapahtuu erilaisilla teknisillä laitteilla, jotka liitetään ilmanvaihtokanaviin.

Ilmanvaihtokanavissa, ilmanvaihtolaitteissa ja niiden varusteissa sekä liitoksissa käyte-
tään A2-s1, d0-luokan tarvikkeita eli lähes palamattomia tarvikkeita. Hoitolaitoksissa ei
saa yhdistää tulo- eikä poistoilmakanavia muihin käyttötaparyhmiä palveleviin keskus-
ilmanvaihtolaitteistoihin. Savukaasujen leviämistä tulee rajoittaa hoitolaitosten majoi-
tushuoneiden ja palo-osastojen välillä. Tällöin tuloilmana ei käytetä siirto- tai palau-

tusilmaa, joka tulee toisesta palo-osastosta. (Suomen rakennusmääräyskokoelma 2003, osa E7, 3.1, 4.1, 6.2, 6.3 ja 7.)

Roilorakenteiden suunnittelussa on huolehdittava, että rakentamismääräyskokoelman E1 esitetty osastoivan rakennusosan luokkavaatimus täyttyy. Roilon seinämien on kestettävä paloa siihen asetetun palonkestoajan, joka on yleensä puolet osastojen välisestä palonkestoajasta. Roilon seinämät tehdään vähintään A2-s1,d0 -luokan rakennustarvikkeista. Mikäli roilossa on putkia tai eristeitä, jotka eivät täytä luokan A2-s1,d0 vaatimuksia, katkaistaan roilo osastoivan vaakarakenteen kohdalta A2-s1,d0 -luokan rakennustarvikkeilla. (Suomen rakennusmääräyskokoelma 2003, osa E7, 4.5.)

Savukaasujen leviämistä ilmanvaihtokanavissa voi estää palopeltiventtiilillä, savunilmaisimella tai automaattisella paloilmoinlaitteella ohjattua palon- tai savunrajoitinta tai muuta palotekniikka hyödyntäen. Lisäksi markkinoilta löytyy erilaisia kuristimia ja päätelaitteita ilmanvaihtokanaviin. Sairaalassa savukaasujen leviäminen on estettävä potilashuoneiden välillä ja muiden palo-osastojen välillä. (Suomen rakennusmääräyskokoelma 2003, osa E7, 6.1 - 6.3.) On erityisen tärkeää, että ilmanvaihtokanavien kautta ei levitetä myrkyllisiä savukaasuja toisiin tiloihin, vaan savukaasut saadaan rajattua yhteen tilaan tai poistettua tiloista turvallista reittiä suoraan ulos. Kuvasta 7 huomaa malliratkaisuja ilmanvaihdon järjestelystä sairaalarakennuksessa.



Kuva 7. Mallikuva ilmanvaihdon järjestelystä sairaalassa (FläktWoods 2012, 57).

Joensuun keskussairaalassa 13.1.2014 sattunut tulipalo osoitti, kuinka pienikin tulipalo voi tehokkaasti levittää savua muihin osastoihin. Keskussairaalan kellaritiloissa pukuhuoneessa paloi pukukaapissa ulkovaatteet. Pelastuslaitos sammutti tulipalon, ennen kuin se levisi laajemmin, silti jouduttiin evakuoimaan kaksi ylemmää kerrosta potilaista savunmuodostuksen takia. (Pronto.)

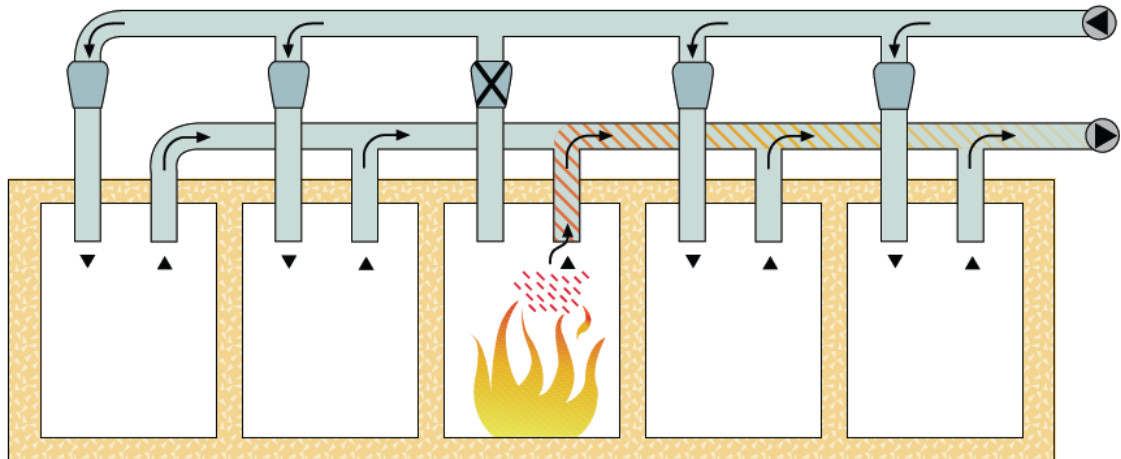
Palopeltejä käytetään sulkeutuvana palo- ja savunrajoittimena. Palopeltejä käytetään osastoivassa rakenteessa. Toiminta perustuu sulakkeisiin tai sähköllä toimivaan laitteeseen. Sulake laukeaa asennetussa lämpötilassa, yleensä 70 asteessa, jolloin palorajoittimen jousi sulkee pellin. Sähköllä toimiva laite sulkee pellit esimerkiksi savuilmaisimen tai lämpöilmaisimen lauettua tai ohjaus- ja valvontajärjestelmän avulla, joka voi olla liitettynä paloilmoitinlaitteeseen. Virrattomana palopelti asettuu kiinni-asentoon. Palopeltiventtiili jaetaan EI ja E -luokkaan, jolloin EI täyttää eristävyys ja tiiveysvaatimukset ja E pelkästään tiiveysvaatimukset. (FläktWoods 2012, 17 ja 24.) Palorajoittimien kohdalle tulee tehdä tarkastusluukut, joista voi tarkistaa pellin kunnan ja tarvittaessa virittää uudelleen. Suosittelemme vahvasti käyttämään moottoroitua palopeltiä, koska silloin se reagoi nopeammin alkaneeseen tulipaloon ja sulkee pellit. Sulakkeella toimiva palopelti reagoi huomattavasti myöhemmin, jolloin savukaasut pääsevät leviämään (Palopeltien toiminnan vertailu).

Palopeltiventtiilejä käytetään yleensä päätelaitteena poistoilmanvaihtokanavissa. Venttiili asennetaan osastoivaan rakenteeseen tai paloeristettynä tukevasti kannatettuun kanaan. (FläktWoods 2012, 27.) Savukaasujen leviämisen estämiseksi palopeltiventtiilejä tulee ohjata savuilmaisimella tai paloilmoittimella, johon on kytketty savuilmaisin (Suomen rakennusmääräyskokoelma 2003, osa E7, 6.1).

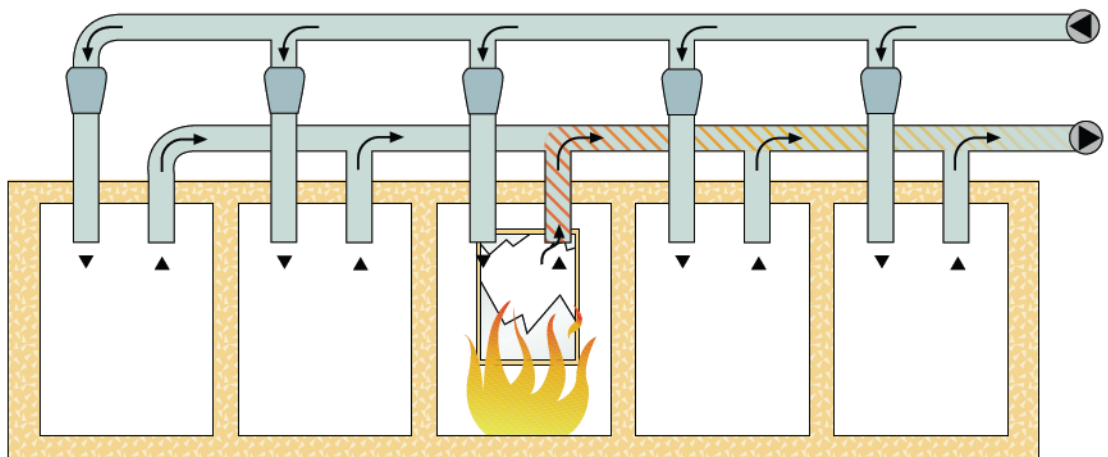
Kuristimia käytetään sekä tulo- että poistoilmanvaihtokanavissa. Kuristin on laite, joka vastustaa virtausta, on palamaton tai lähes palamaton ja samalla sulkeutumaton savunrajoitin. Kuristimille on asetettu vaatimuksena, että sen suurin sallittu ilmanvirta on $42 \text{ dm}^3/\text{s}$ 100Pa:n paine-erolla. Tämä tarkoittaa tilassa olevien kuristimien yhteenlaskettua ilmamäärää. (FläktWoods 2012, 21.) Kuristimilla toimiva potilashuoneita näkee usein hoitokodeissa. Kuristimien huonona puolena voi pitää sitä, että ne päästävät savukaasuja läpi 42 litraa sekunnissa.

Haluamme esittää kuristimien ja palopeltien käytön lisäksi Straventin valmistaman Basic-tuotteen, joka on patentoitu, tyyppihyväksytty SITAC, TG 0016/05 ja jolla on VTT:n tuotesertifikaatti Nro VTT-C-97 17-13. Basic on savurajoitin, joka estää savukaasujen virtaamisen tuloilmakanaviston kautta. Savurajoitin toimii, mikäli ilmanvaihto pidetään päällä koko ajan tulipalon tapahduttua. Basicin toiminta perustuu paine-eroon, joka syntyy palotilanteessa, kun lämpötila nousee nopeasti. Tämä saa savurajoittimessa

olevan pussin sulkeutumaan, jolloin savukaasujen liikkuminen estyy. Poistoilmajärjestelmä poistaa savukaasut palavasta tilasta, tätä tilannetta kuvastaa kuva 8. Tulipalossa ikkunoiden rikkouduttua palavan huoneen paine laskee. Kattoon muodostuu ylipaine noin 20 Pascalia ja lattialle muodostuu noin -10 Pascalin alipaine. Tällöin Basic jälleen avautuu ja tuloilmaa ohjataan huoneeseen, kuten kuvasta 9 huomaat. (Stravent 2011, 1, 8 ja 9.) Pidämme Basic-tuotetta hyvin toimintavarmana sillä perusteella, että tuote ei tarvitse toimiakseen sähköistä tai elektronista laitetta, laitteessa ei ole jousia eikä peltilevyjä, jotka vaatisivat huoltoa. Ruotsissa kuristin-tekniikkaa ei käytetä epäluotettavuuden vuoksi, vaan siellä toiminta perustuu ilmanvaihdon käynnissä pitämiseen tulipalon yhteydessä. Pohjoismaiden suurimman sairaalan, Tukholman Karoliinisen sairaalan potilashuoneet on varustettu takaisinvirtaussuojilla. (Dakota Lavento 2013, 46 - 47.)



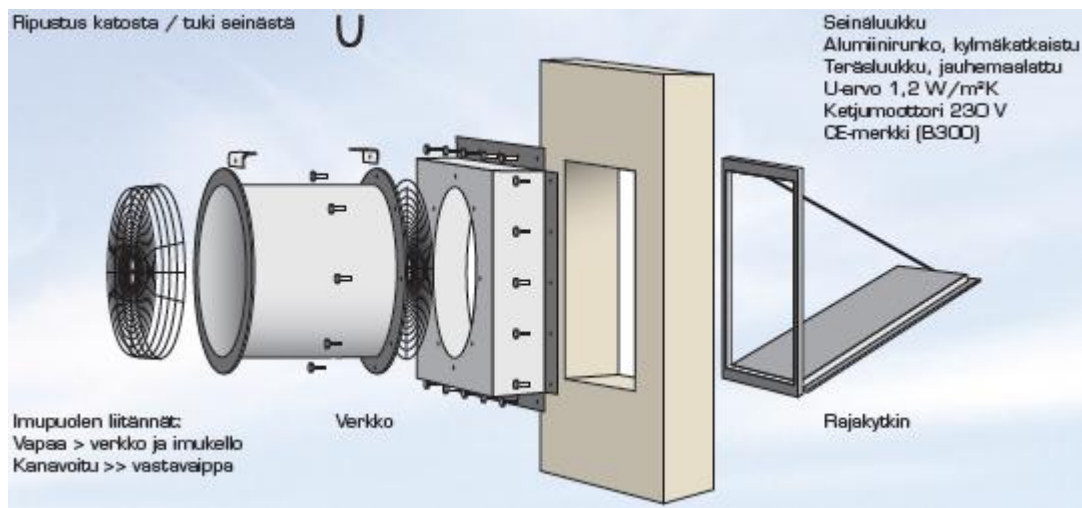
Kuva 8. Toiminta tulo- ja poistoilmajärjestelmässä käynnissä olevien puhaltimien kanssa (Stravent 2011, 8).



Kuva 9. Toiminta ikkunan rikkouduttua (Stravent 2011, 9).

Suomessa yleinen tapa on sulkea ilmanvaihto, kun havaitaan tulipalo. Näin estetään savukaasujen leviäminen. Ilmanvaihto voidaan sulkea hätä-seis-painikkeella, tai sitten paloilmaisimen tai savuilmaisimen antama impulssi katkaisee ilmanvaihdon. Ilmanvaihtoa voi pitää yllä tulipalotilanteessa, mikäli ilmanvaihto kokonaisuudessaan täyttää savunpoistolaitteille asetetut vaatimukset. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2012, 167 ja 168.)

Savukaasujen hallintaan voidaan myös käyttää seinään asennettavaa savunpoistopuhallinta. Tällöin puhallin johtaa potilashuoneista taikka uloskäytäviltä savukaasut suoraan ulkoilmaan. Tarvittaessa puhaltimella voidaan ylipaineistaa tilat, jolloin myrkylliset savukaasut eivät pääse tiloihin. Varsinkin uloskäytävillä tämä on varteen otettava vaihtoehto, joka lisää poistumisturvallisuutta jo yhdellä laitteella. Kuvassa 10 on mallikuva laitteesta.



Kuva 10. Savunpoistopuhallin (FläktWoods 2014, 2).

7 PALOTEKNISET LAITTEET

Paloteknisillä laitteilla tarkoitetaan laitteita, jotka parantavat turvallisuutta, mutta eivät pääsääntöisesti kuulu pelastustoimen operatiiviseen kalustoon. Uudessa pelastuslaissa (379/2011) korostetaan omatoimista varautumista, jolloin kohteen omistaja ja haltija sekä toiminnanharjoittaja osaltaan huolehtivat rakennusten palo- ja poistumisturvallisuudesta. Tätä tarkoitusta varten asennetaan erilaisia paloteknisiä laitteita ja laadita turvallisuusasiakirjoja. Paloturvallisuuden huolehtimisesta on maininta myös maankäyttö- ja rakennuslaissa (132/1999). Tarkempi laki paloteknisistä laitteista on laki pelastustoimen laitteista (10/2007).

7.1 Savuilmaisin

Savuilmaisin reagoi tulipalossa syntyneeseen savuun, johon paloilmoitinlaite reagoi ja antaa hälytyksen. Savuilmaisimet voidaan jakaa ionisaatiokammioisiin tai optisiin ilmaisimiin. Ionisaatiokammioiset ovat herkkiä savulle, joka sisältää pieniä partikkeleita. Tällaista savua syntyy, kun aine palaa nopeasti liekehtien. Optiset ilmaisimet eli hajavalooperaatteella toimivat savuilmaisimet ovat herkkiä suurille partikkeleille, joita esiintyy optisesti tiheässä, kytevien materiaalien muodostamassa savussa. Tällaisia partikkeleita syntyy muun muassa PVC tai polyuretaanivaahdon kytissä. (SFS-EN 54–14 2008, 6.4.2.)

Mielestämme savuilmaisin on hyvä vaihtoehto sairaalaympäristöön, sillä siellä keittiötä ja pesutiloja lukuun ottamatta on pienekö riski tulla erheellisiä palohälytyksiä. Potilaat voivat aiheuttaa erheellisen hälytyksen tupakoinnillaan, mutta oikealla ohjeistuksella sekin on vältettävissä. Savuilmaisin reagoi nopeammin tulipaloon kuin lämpöilmaisin. Savuilmaisin reagoi aikaisemmin, ennen sprinklerisuuttimen laukeamistakin. Savuilmaisin antaa mahdollisuuden alkusammutuksen avulla sammuttaa tulipalon, ennen kuin sprinkleri laukeaisi. Yliasentaja Vesa Koskiniemen mukaan nykyään optiset ilmaisimet ovat yleistyneet ja ne ovat suosituimmat savuilmaisimet. Lisäksi niitä pidetään luotettavina ja ne eivät ole alttiita häiriöille (Peräsalo 2011, 2.5.1).

Tarkasteltaessa savuilmaisimen reagointiaikaa tulipalossa voidaan käyttää Jarno Soisalon opinnäytetyötä, jossa koepoltettiin lavastettu hoitolaitoksen potilashuone ja palveluasuntohuone. Potilashuoneessa oli kaksi potilasvuodetta, kaksi yöpöytää, kaksi vaatekaappia sekä televisiotaso, televisio, kirjoituspöytä ja kaksi tuolia. Lisäksi oli vuodevaatteet, potilaan käyttöön tarkoitettu hälytyskoje ja potilasvuoteiden välissä väliverho näköesteenä. Hoitolaitoksen potilashuoneen palossa alkupalona toimi syttynyt roskakori potilasvuoteen vieressä. Palveluasuntohuone oli varustettu vuoteella, vuodevaatteilla, yöpöydällä, jonka päällä puhelin, vaatekaapilla, televisiotasolla ja televisiolla sekä sohvalla ja kirjoituspöydällä, jonka päällä radio. Alkupalona toimi kynttilä, joka kaatui television päällä. Poltettavan huoneiden koko oli 3,6 m x 4,2 m x 2,6 m (pituus * leveys * korkeus metreinä). (2013, 6.2.)

Taulukko 2. Koepolttojen paloteknisten laitteiden laukeamisaikoja (Soisalo 2013, 7.1 - 7.2).

Lavastettu koepoltto	Palovaroittimen laukeamisaika	Optisen savuilmaisimen laukeamisaika	Vesisprinklerin laukeamisaika
Hoitolaitoksen potilashuone	66 sekuntia	82 sekuntia	180 sekuntia eli 3 minuuttia
Palveluasuntohuone	66 sekuntia	85 sekuntia	212 sekunnissa eli 3 minuuttia 32 sekuntia

Taulukosta 1 huomaa, että savuilmaisimen lauettua on 98 - 127 sekuntia aikaa paikallistaa palava kohde, aloittaa alkusammutus ja saada lämpötila laskemaan. Näillä toimin estettäisiin sprinklerin laukeaminen ja vesivahinkojen syntyminen. Toinen mahdollisuus estää vesivahinko on, että sprinklerin voisi laukaista käsilaukaisulla.

Tavallinen palovaroitin toimii yleensä ionisaatioperiaatteella, niin kuin toimi tämäkin palovaroitin, joka oli koepoltossa mukana. Näiden koepolttojen yhteydessä huomaa

ionisaatioon perustuvan hälyttimen reagoivan nopeammin kuin optisen ilmaisimen. Syynä voidaan pitää alkupalon sytyttämistä, mikä paloi liekehtien, saaden ionisaation perustuvan hälyttimin hälyttämään. Ionisaatioon perustuvaa hälytintä pidetään epävarmempana kuin optiseen perustuvaa ilmoitinta. Lisäksi optinen ilmaisim reagoi kytevään paloon aikaisemmin.

Savuilmaisin voidaan yhdistää monikriteeri-ilmaisimeen. Monikriteeri-ilmaisimet eli yhdistelmäilmaisimet on saatu aikaan yhdistämällä kaksi tai useampia ilmaisintyyppiä kuten savu/lämpö tai savu/lämpö/liekki. Monikriteeri-ilmaisim käsittelee jokaisen erityyppisen signaalin matemaattisilla laskutoimituksilla. Täten monikriteeri-ilmaisim pysyy paremmin erottamaan todelliset ja ei-todelliset ilmoitukset toisistaan, ainakin teoriassa. (SFS-EN 54–14 2008, 6.4.1.)

7.2 Palopainike

Palopainikkeiden tulee normaalisti toimia samalla tavalla, joten niiden on hyvä olla samaa tyyppiä koko rakennuksessa. On huolehdittava siitä, että palopainikkeita käytetään vain paloilmoituksen antamiseen ja painike on selvästi eroteltu muista painikelaitteista, esimerkiksi ilmanvaihdon hätä-seis-painikkeesta. Palopainikkeiden tulee olla tunnistettavissa, selvästi näkyvillä ja helposti luokse päästävissä. Poistumisreittien varsilla tulee olla palopainikkeita jokaisella ulos johtavalla ovella. Etäisyys palopainikkeiden välillä saa olla enintään 30 metriä kulkureittiä pitkin mitattuna. Lisähuomio voi olla tarpeen, kun ihmiset ovat liikuntarajoitteisia, silloin painikkeiden välimatkaa tulee lyhentää. Palopainikkeet sijoitetaan yleisesti 1,2 - 1,6 metrin korkeudelle lattiasta. (SFS-EN 54–14 2008, 6.4.5, 6.5.4 ja A.6.4.4.)

7.3 Automaattinen paloilmoininlaite

Paloilmoinin tehtävä on havaita tulipalo mahdollisimman varhaisessa vaiheessa ja välittää tieto hälytyksestä hätäkeskukselle, jotta voidaan ryhtyä pelastustoimiin. Anta-

malla äänimerkkejä tai näkyviä hälytysmerkkejä paloilmoitin varoittaa rakennuksessa oleville ihmisille tulipalon aiheuttamasta vaarasta. (SFS-EN 54-1 2011, 2.2.)

Ilmoitinkeskuksen sijainti tulee olla seuraava (SFS-EN 54–14 2008, 6.7.1.):

- näytöt ja ohjauslaitteet ovat helposti palokunnan ja vastuullisten hoitajien käytettävissä
- valaistus on sellainen, että tunnukset ja visuaaliset merkit näkyvät hyvin
- taustamelussa äänisignaalit voidaan kuulla
- paikka on puhdas ja kuiva
- riski laitteen mekaaniseen rikkoutumiseen on pieni
- palovaara on pieni, ja paikka on suojattu vähintään yhdellä järjestelmän paloilmallisimella.

Paloilmoitinlaitteeseen voidaan kytkeä rinnakkaisnäyttölaitte, joka täyttää myös samat vaatimukset, jotka on annettu paloilmoitinlaitteelle. Rinnakkaisnäyttölaitteita käytetään paikoissa, joissa palokunnan sisääntuloreitti on kaukana, joissa rakennuksissa on useita palokunnan sisääntuloreittejä, tai joissa ilmoitinkeskus ei ole jatkuvasti miehityllä alueella. (SFS-EN 54–14 2008, 6.7.2.)

Potilas määrien takia hoitolaitoksiin tulee asentaa automaattinen paloilmoitinlaite. Paloilmoitinlaitteen luona tulee pystyä paikantamaan hälyttävä ilmaisin tai palopainike mahdollisimman nopeasti. Paikantamista varten käytetään yleensä paikantamiskaaviota. Mielestämme paloilmoitinlaitteeseen on hyvä liittää tulostin, joka hälytyksen sattuessa heti tulostaa oikean kohdekortin. Näin vältetään turhalta kansion selaamiselta. Lisäksi tulostetun paperin voi antaa savusukeltajien käyttöön. Palavan kohteen nopeaa paikantamista varten suosittelemme myös, että paloilmoitinlaite sytyttää merkkivalon käytävissä siinä kohdassa, mistä potilashuoneesta hälytys tulee. Näin vältetään kohdekorttien selaamiselta ja voidaan välittömästi tarkistaa oikea potilashuone. Lisäksi osoitteellista tietoa palohälytyksestä tulee jakaa suoraan henkilökunnalle ja myös viereisille osastoil-

le. Samaan ominaisuuteen kuuluu myös apukutsujen lähettäminen osastojen välillä. Tästä päästä siihen, mistä keromme luvussa 8.2 lisää, eli tietoteknisten järjestelmien tulee keskustella keskenään.

7.4 Äänievakuointijärjestelmä

Äänievakuointijärjestelmää ohjaa kolme standardia; SFS-EN 60849, SFS-EN 54-16 ja SFS-EN 54-24. Äänievakuointijärjestelmä antaa paloilmoitinlaitteen toimiessa ilmoituksen rakennuksen palohälytyksestä joko äänimerkein tai etukäteen nauhoitetun puheen avulla. Tarvittaessa voidaan myös käyttää kuulutusjärjestelmää, esimerkiksi pelastusviranomaisen voi ohjeistaa evakuointia hätämikrofonilla. Äänievakuointijärjestelmä voi myös toimia ilman paloilmoitinlaitteeseen kytkentää.

Äänievakuointijärjestelmän tulee toiminnallaan keskeyttää kaikki muu toiminta ja siirtyä kuuluttamaan hätätiedotusta. Yksittäinen kaapelivika tai vahvistimen rikkoutuminen ei saa estää hätätiedotuksen kuuluttamista. Muiden turvallisuusjärjestelmien, kuten paloilmioittimen tiedonsiirtoyhteyttä on valvottava jatkuvasti mahdollisten vikojen takia. Tämä suoritetaan turvallisuusjärjestelmän valvontalaitteiden kautta, jotka ilmoittavat viasta. (SFS-EN 60849, 1998 12 ja 20.) Mikäli äänievakuointijärjestelmä ei kykene täyttämään asetettuja standardeja, puhutaan tavallisesta kuulutusjärjestelmästä, jonka toimintaa ei voida taata hätätilanteessa.

SFS-EN 54-14 (2004, 47) määrittelee äänenvoimakkuuden tasoksi vähintään 65 dB, tai äänen tulee ylittää 10 dB:llä yli 30 sekuntia kestävä taustamelun. Sängynpäässä minimi äänentaso on 75 dB, jos tarkoituksena on herättää nukkuva. Äänen voimakkuus ei saa ylittää 120 dB:ä. Ääniviestin tulee olla selväkielinen, lyhyt, yksiselitteinen ja enakkoon suunniteltu.

Mielestämme äänievakuointilaitteen tuomia hyötyjä ei pidä aliarvioida. Ihmisten ohjaaminen ääniviestein on selvempää ja uskottavampaa kuin pelkästään sireenien avulla. Lisäksi usein toistettu käsky luo uskottavuutta, että täytyy toimia käsketyllä tavalla ja nopeuttaa tällöin poistumista. Äänievakuointijärjestelmässä ongelmana pidämme useal-

la eri kielellä ilmoitukset, jolloin viestin pituus kasvaa ja toistettavuus pienenee. Äänievakuointijärjestelmää verrattaessa palokelloihin on huomattu äänievakuointijärjestelmän lyhentävän ihmisten reagointia ja päätöksen tekoaikaa poistumisen kannalta. Sairaalassa reagointiaika on sama, on sitten hälytyslaitteena palokellot vai äänievakuointijärjestelmä (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2003, taulukko 4). Tähän syynä uskomme olevan koulutettu henkilökunta, joka aloittaa toiminnan välittömästi ohjeiden mukaan, tulee tieto sitten palokellojen kautta taikka äänievakuointijärjestelmän kautta. Äänievakuoinnin hyödyn näemme vierailijoiden ja kävelevien potilaiden osalta, jolloin heidän poistumistaan voidaan ohjata taikka informoida kiinteistöä uhkaavasta tilanteesta.

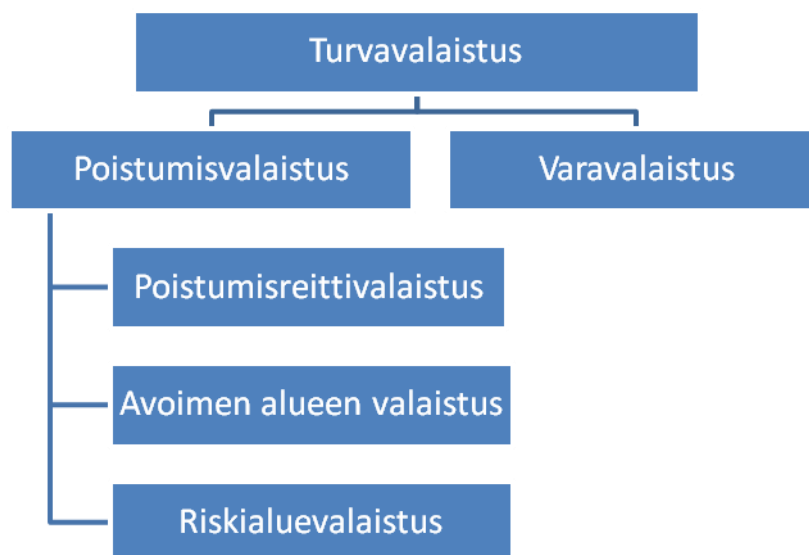
Äänievakuointilaitte voi olla rakennusluvan ehtona tai saneerauskohteissa turvallisuus selvityksen pohjalta vaadittava. Käytännössä äänievakuointijärjestelmä usein korvaa palokellot. Ongelmana on kuitenkin ohjeistuksen puute, millaisiin kohteisiin äänievakuointijärjestelmä tulisi asentaa. Esimerkiksi Ruotsissa on oma opas äänievakuointijärjestelmille. Siinä muun muassa määritellään henkilömäärän mukaan äänievakuointilaitteen käyttö. Tämän ohjeistuksen puute Suomessa aiheuttaa sen, että löytyy suuria alueellisia eroja linjauksessa milloin äänievakuointijärjestelmä tulisi asentaa (Puolanne 2008, 10.)

7.5 Palokellot

Palokellot on perinteisempi vaihtoehto palohälytyksestä ilmoittamiseen. Palokellot tulee ryhmittää, niin että hälytyksen sattuessa ne reagoivat juuri siinä sairaalan osastossa, josta hälytys tulee. Voimme kuvitella henkilökunnan kannalta evakuoinnin olevan stressaavampaa ja kommunikoinnin vaikeampaa, kun palokellot soivat äänekkäästi ja jatkuvasti. Tämän takia suosimme äänievakuointijärjestelmää taikka muuta järjestelmää palon ilmaisemiseen.

7.6 Turvavalaistus

Turvavalaistusta käytetään, kun normaalin valaistuksen sähkönsyöttö katkeaa. Turvavalaistuksen sähkönsyöttö on normaalivalaistuksen sähkönsyötöstä riippumaton. Turvavalaistus on yleisnimitys, jota käytetään poistumisvalaistuksen ja varavalaistuksen yhteydessä. Mikäli varavalaistusta käytetään poistumisvalaistustarkoitukseen, sen on täytettävä SFS-EN 1838 standardiin kuuluvat vaatimukset. Jos varavalaistus on tasoltaan heikompi kuin työhön vaadittava pienin valaistusvoimakkuus, valaistusta on käytettävä vain keskeneräisen tehtävän lopettamiseen. Poistumisvalaistuksen tehtävänä on taata turvallinen poistuminen. Poistumisvalaistus jakaantuu poistumisreittivalaistukseen, riskialuevalaistukseen ja avoimen alueen valaistukseen, kuten kuva 11 havainnollistaa. (SFS-EN 1838 1999, 4 ja 10.)



Kuva 11. Turvavalaistus (SFS-EN 1838 1999, 4).

Alla on lista laista, asetuksista ja standardeista jotka ohjaavat Suomessa turvavalaistusta (Teknoware 2013, dia 3 - 4.):

- Pelastuslaki 379/2011
- Laki pelastustoimen laitteista 10/2007
- Suomen rakentamismääräyskokoelma RakMK E1 Rakenteellinen paloturvallisuus

- Sisäasiainministeriön asetus rakennusten poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta SMA 805/2005
- Valtioneuvoston päätös työpaikkojen turvamerkeistä ja niiden käytöstä 976/1994
- Suomen rakentamismääräyskokoelma RakMK A2 Rakennuksen suunnitelmat ja suunnittelijat
- Suomen rakentamismääräyskokoelma RakMK F2 Rakennuksen käyttöturvallisuus
- SFS-EN ISO 7010 Kuvatunnukset ja piirrosmerkit. Turvallisuusvärit ja turvallisuusmerkit. Rekisteröidyt turvallisuusmerkit
- SFS-EN 50171 Keskitetyn tehonsyötön järjestelmät
- SFS-EN 60598-2-22 Luminaires. Part 2-22: Particular requirements. Luminaires for emergency lighting
- SFS-EN 1838 Valaistussovellukset. Turvavalaistus
- SFS-EN 50172 Poistumisvalaistusjärjestelmät.

Poistumisreittivalaistuksen tehtävänä on varmistaa, että tilassa olevat henkilöt voivat vaivatta tunnistaa poistumisreitit ja käyttää niitä turvallisesti. Poistumisreittivalaistuksen on saavutettava 50 % vaaditusta valaistusvoimakkuudesta 5 sekunnin sisällä ja täysi valaistusvoimakkuus 60 sekunnin sisällä normaalin valaistuksen lakattua. Lisäksi poistumisvalaistuksen on toimittava vähintään 1 tunnin ajan. (SFS-EN 1838 1999, 3.4, 4.2.5 ja 4.2.6.)

Avoimen alueen valaistus on poistumisvalaistuksen osa, jonka tarkoituksena on ehkäistä paniikkia ja varmistaa henkilöiden pääsy poistumisreitille. Riskialttiin työalueen valaistus on poistumisvalaistuksen osa, jonka tarkoituksena on varmistaa henkilöiden turvallisuus, jotka ovat tekemisissä vaarallisen työvaiheen kanssa. Riskialttiin työalueen valaistuksen avulla työntekijät saavat työvaiheen hallitusti pysähtymään muita käyttäjiä ja tilassa olevien turvallisuutta vaarantamatta. (SFS-EN 1838 1999, 3.5 ja 3.6.)

7.7 Poistumisvalaisimet

Suomen rakentamismääräyskokoelma E1 (10.6.4) määrittää, että majoitustilojen, hoitolaitosten sekä kokoontumis- ja liiketilojen uloskäytävät ja kulkureitit tulee yleensä varustaa poistumisopasteilla ja poistumisreittivalaistuksella. Poistumisvalaisimet suositellaan asennettavaksi vähintään kahden metrin korkeuteen. Jokainen kulkureitti on merkittävä poistumisvalaisimilla, jotka osoittavat poistumisreitit turvalliseen paikkaan. Poistumisvalaisimia on asennettava korostetusti seuraaviin paikkoihin (SFS-EN 1838 1999, 4.1.):

- jokainen hätäpoistumiseen tarkoitettu uloskäytävän ovi
- portaiden lähialue niin, että jokainen porrastasanne saa suoraa valoa
- lähialue jokaisessa muussa korkeustasonmuutoskohdassa
- pakolliset uloskäytävät ja turvallisuuskilvet
- kulkusuunnan jokainen muutospaikka
- käytävien jokainen risteys
- jokaisen lopullisen uloskäynnin lähistö ja uloskäynti
- jokaisen ensiapupisteen lähialue
- jokaisen palosammutuskaluston sijoituspaikan ja palohälytyspisteen lähialue.

Evakuointitilanteessa poistumisvalojen on ohjattava ihmiset pois rakennuksesta turvallisesti. Tämä edellyttää sitä, että poistumisvalot keskustelevat paloilmoitinlaitteen kanssa, jolloin valot eivät ohjaisi ihmisiä sinne, missä on tulipalo, vaan ohjaisivat toista turvallista reittiä ulos. Mikäli näin ei ole, niin poistumisvalot voivat ohjata suoraan palavaan tilaan. Jotta poistumista ja evakuointia pystyttäisiin ohjamaan, tulee poistumiskylttien olla muuttuvia. Ne osoittavat, mihin suuntaan on turvallista mennä. Poistumisvalojen lisäksi poistumista voivat ohjata pelastusinfotaulut uloskäytävillä, joilla poistumista ohjataan kirjoitetuin viestein.

7.8 Automaattinen sammutusjärjestelmä

Automaattinen sprinklerilaitteisto on suunniteltu ilmaisemaan ja sammuttamaan tulipalon alkuvaiheessa tai pitämään tulipalo hallinnassa, kunnes lopullinen sammutus saadaan suoritetuksi muilla menetelmillä. Sprinkleri on suutin, joka laukeaa tietyssä lämpötilassa levittäen sammutusainetta palavalle alueelle. Ainoastaan palon välittömässä läheisyydessä olevat, riittävän lämpötilan vaikutuksen alaisena olevat sprinklerisuuttimet laukeavat. Sprinklerin laukeamislämpötila valitaan sopivaksi ympäristönlämpötilaan nähden. Sprinklerisuojaus ei poista muita sammutustoimenpiteitä, joten kohteen paloturvallisuutta tulee tarkastella kokonaisuutena: rakenteiden palonkestävyys, poistumistiet, paloilmoinjärjestelmät, lisäsuojausta edellyttävät erityiset vaarakohteet, palopostien ja kannettavien palosammuttimien hankkiminen, turvalliset työmenetelmät ja tavaroiden käsittelytavat, työnjohdon valvonta, koulutettu henkilökunta ja hyvä siisteys sekä kunnossapito. Sprinklerilaitteistolla suojattavat kiinteistöt luokitellaan kevyeen (LH), normaaliin (OH) ja raskaaseen (HH) sprinkleriluokkaan. Normaali sprinkleriluokka jakaantuu neljään ryhmään OH1 - OH4. OH1 -ryhmä käsittää muun muassa sairaalat ja vankilat. (SFS-EN 12845+A2: 2009, 11 - 12 ja 29.)

Sammutusjärjestelmän sammutusaineena voi olla vesi tai kaasu, esimerkiksi hiilidioksidi, haloni tai jalokaasu. Hiilidioksidin sammutusperiaate perustuu hapen syrjäyttämiseen, joten se ei sovellu sellaisiin tiloihin, joissa on ihmisiä. Halonien käyttö on lähes kokonaan kielletty, koska se tuhoaa otsonikerrosta. Jalokaasuihin perustuva sammutusjärjestelmä alentaa happipitoisuutta niin, että palamisesta tulee mahdotonta, mutta kuitenkin palotilaan jääneet ihmiset selviytyisivät happivajeesta huolimatta (Agis Fire & Security). Jauhetta voidaan myös käyttää sammutusjärjestelmissä, mutta se ei ole yleistä.

Vesi on yleisin sammutusaine sammutusjärjestelmissä. Veden sammutusvaikutus perustuu jäädytykseen, sillä vesi sitoo tehokkaasti lämpöä. Lisäksi vesi höyrytessään laimentaa palotilan happipitoisuutta, koska veden tilavuus kasvaa höyrytessään yli 1700-kertaiseksi. Tarkastelemme seuraavaksi lähemmin eri sammutusjärjestelmiä ja tuomme esille muutamia valmistajia.

Vesisammutuslaitteisto

Sprinklerilaitteistossa sammutteena on vesi, joka on tehokas sammute. Jäähdyttävän sammutusvaikutuksen lisäksi se kastelee palamiskelpoisen materiaalin estäen palon leviämisen ja näin parantaen poistumista. Sprinklerilaitteisto soveltuu monien erityyppisten rakennusten ja toimintojen suojaamiseen. Huoneistosprinklerilaitteisto eli asuntoprinklerilaitteisto on asuinrakennuksiin suunniteltu sprinklerilaitteisto, jonka tarkoitus on hillitä palon leviämistä ja estää leimahdus siinä tilassa, jossa palo syttyy. (Lehto, diat 10 ja 16.)

Vesisumusammutuslaitteisto

Vesisumusammutuslaitteisto voidaan tietyissä tilanteissa asentaa vaihtoehtoiseksi sammutuslaitteistoksi esimerkiksi vesisammutuslaitteistolle. Vesisumusammutuslaitteiston soveltuvuus suojaukseen on osoitettava palotesteillä, jotka vastaavat suojattavan kohteen olosuhteita. Vesisumusammutuslaitteisto mitoitetaan sammutusteholtaan samansuuruiseksi kuin sprinklerilaitteisto. Vesisumusammutuslaitteiston hyötynä on, että kohteessa päästään samaan sammutustehoon pienemmällä vesimäärällä. (Lehto, diat 21 ja 22.)

Matalapaineveisisumujärjestelmä

Firecon Group Oy:n matalapaineveisisumusammutusjärjestelmä EconAqua, joka soveltuu käytettäväksi useissa eri kohteissa. Tehokkaimmillaan se on sairaaloissa, toimistorakennuksissa, palvelutaloissa, hoitolaitoksissa, oppilaitoksissa, kirkoissa ja ravintoloissa. Vesisumun etuna on, että sammutuksessa käytettävä vesimäärä on perinteistä sprinkleriä huomattavasti vähäisempi. Tällöin ei muodostu niin isoksi ongelmaksi riittämätön vesilähde tai sammutusveden haittavaikutukset, mitä normaali sprinkleri aiheuttaa. Sammutusaineena toimii vesi ilman lisäaineita. (Yritys-Rakennus maailma 1/2011, 28.)

Firecon Group Oy on myös valmistanut Softex-veisisumusammutusjärjestelmän, joka soveltuu kiinteistöjen (esimerkiksi hoitolaitosten) ja laivojen palosuojaukseen. Softex-veisisumusammutusjärjestelmän teho perustuu erikoissuuttimiin. Ne muodostavat vedes-

tä pienipisaraista sumua, joka jäädyttää palokaasuja ja estää palon leviämisen palavassa materiaalissa. Sammutus tapahtuu vähäisellä veden kulutuksella. Vesilähteeksi soveltuu paineenkorotuspumpulla varustettu kunnallinen vesijohto. Järjestelmä toimii myös tarvittaessa ilman ulkopuolista vettä tai sähköä, koska sammutusvesi voidaan varastoida Softex-painevesisäiliöihin. Sammutusjärjestelmän voidaan asentaa toimivaksi kahdella tapaa, sekä manuaalisesti että automaattisesti. (Softex-tuotteet.)

Korkeapainevesisumujärjestelmä

Marinoff Corporation Oy:n kehittämä Hi-Fog on korkeapaine vesisumujärjestelmä. Korkeapainevesisumujärjestelmä tarkoittaa järjestelmää, joka suihkuttaa hienoa vesisumua korkealla paineella tulipalojen sammuttamiseksi, tukahduttamiseksi ja hallitsemiseksi. Korkeapainepumppuyksikkö muodostaa korkean paineen, jolla puristetaan vedestä mikropisaroita (pisarakoko tavallisesti alle 200 µm) erikoisrakenteisten Hi-Fog mikrosuuttimien läpi. Korkean paineen muodostamien mikropisaroiden johdosta Hi-Fog käyttää vettä tehokkaasti, vain 10 - 15 % perinteiseen järjestelmään verrattuna, jolloin saavutetaan vähintään yhtä hyvä sammutusteho. (Hi-Fog-järjestelmät rakennuksissa 2009, 4 ja 23.)

8 MUUT POISTUMISTURVALLISUUTTA EDISTÄVÄT RATKAISUT

Tässä osiossa olemme käsitelleet muita ratkaisuja, jotka parantavat poistumisturvallisuutta. Tähän osioon olemme koonneet tietoa alkusammuttimista, paloturvallisuusjärjestelmistä ja varavoimasta.

8.1 Alkusammuttimet

Sammutuslaitteista puhuttaessa ei voi sivuuttaa alkusammuttimia, joihin kuuluvat käsisammuttimet, pikapaloposti, sankoruisku ja sammutuspeite. Alkusammuttimet on tarkoitettu paikallaolijoiden käyttöön, jolloin tavoitettavuus on tärkeää. Alkusammuttimet on hyvä sijoittaa poistumisreiteille. Sammuttimet jakaantuvat eri luokkiin, sen mukaan minkälaisiin tulipalojen sammuttamiseen ne soveltuvat.

Eri luokkien soveltuvuus sammuttamiseen (Päijät-Hämeen pelastuslaitos 2012, 9.):

- A-luokka: hehku- ja kuitupalot, kuten puu, tekstiili ja paperi
- B-luokka: nestepalot, kuten bensiini, öljy, rasva, muovi, lakka
- C-luokka: kaasupalot, kuten metaani, propaani, butaani, vety, asetyleeni ja maa-kaasu
- D-luokka: metallipalot, kuten alumiini, magnesium, litium, natrium
- F-luokka: Rasvat.

Pikapaloposti asennetaan kiinteästi rakennukseen. Vesisammutusaineena soveltuu A-luokkien sammuttamiseen. Pikapaloposti tulee kattaa suojattava alue. Yleensä mitoitusena käytetään pikapalopostin letkun pituutta, joka on yleensä noin 25 metriä. (Päijät-Hämeen pelastuslaitos 2012, 6 ja 12.)

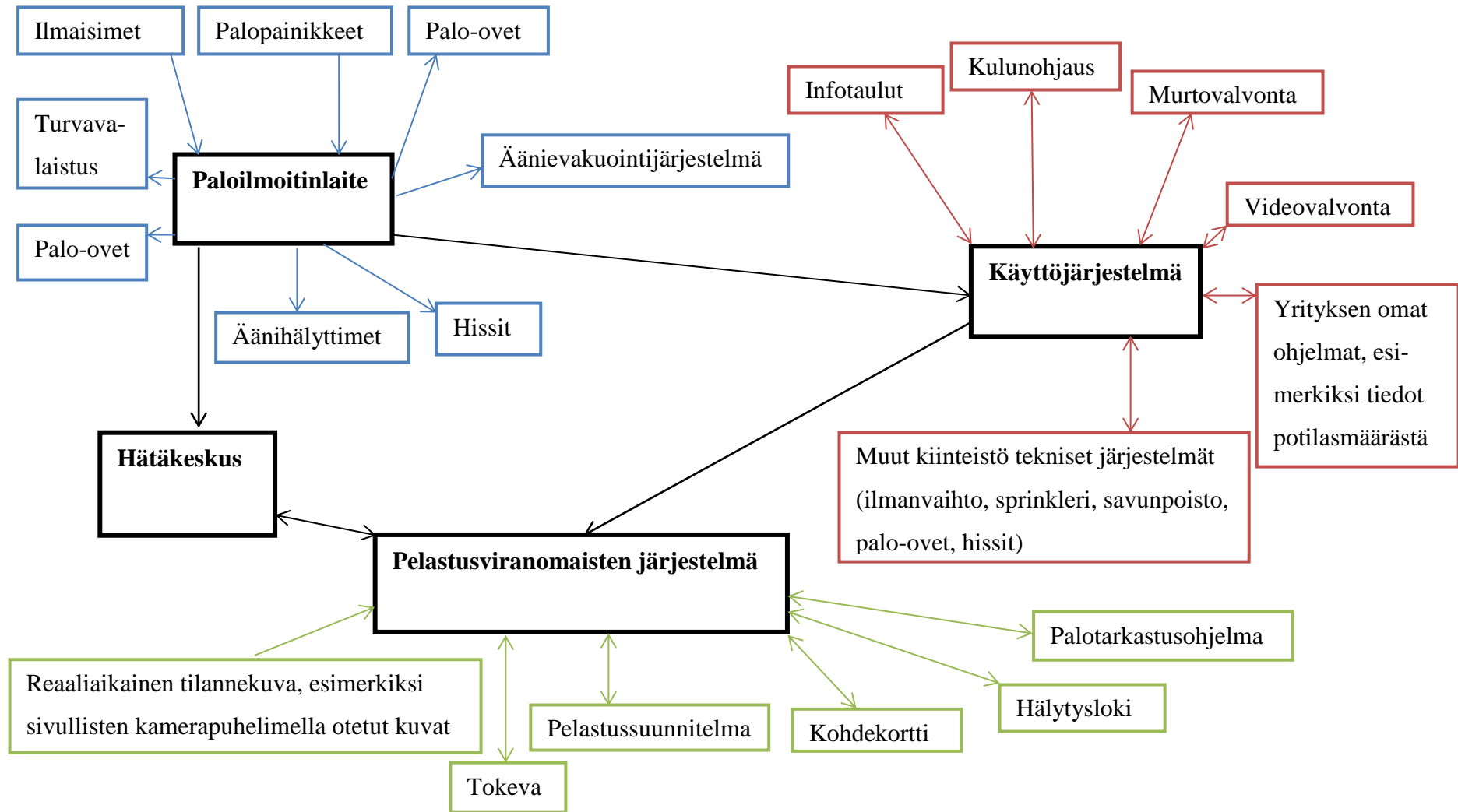
Käsisammuttimet jakaantuvat jauhesammuttimiin (luokat ABC), nestesammuttimiin (luokka AB), hiilidioksidisammuttimiin (luokka B) ja elintarvikerasvapalosalosammuttimiin (luokka F). Jauhesammutusvaikutus perustuu palamisen ketjureaktion katkaisuun, lisäksi sammutuksella on tukahduttava ja jäähdyttävä vaikutus. Huonona puolena pidetään

sammutteen likaavuutta. Nestesammuttimen sammutusaine on vesi, jossa on mukana lisäaineita. Jälkisiivous on helpompaa kuin jauhesammuttimella. Hiilidioksidi sammutus vaikutus on tukahdutus ja jäähdytys. Sammutin on hyvä jännitteisiin kohteisiin. Elintarvikerasvapalosalon sammuttimet on suunniteltu estämään rasvan uudelleen syttyminen. Sammutus vaikutus perustuu palokaasujen eristämiseen sekä tukahdutukseen. Käsisammuttimet kannattaa sijoittaa kulkureiteille, niin että sammuttimien välimatka on enintään 30 metriä. (Päijät-Hämeen pelastuslaitos 2012, 6 - 9 ja 11.)

8.2 Paloturvallisuusjärjestelmien hallinta

Paloilmoittimen, infotaulun ja muut kiinteistötekniikan järjestelmät voidaan yhdistää yhteisellä käyttöjärjestelmällä. Esimerkiksi palavasta kohteesta voidaan välittömästi saada videokuvaa graafisessa pohjakuvassa ja näin voidaan alkaa hallitsemaan esimerkiksi ilmanvaihtoa ja välittää tietoa tulipalosta infotauluja pitkin muille osastoille. (Es-mi.) Käyttöjärjestelmän tieto voi mennä suoraan pelastusviranomaisten käyttöön, kun he ovat tulossa kohteeseen. Pelastusajoneuvoihin tuleva tieto voisi olla esimerkiksi seuraavaa: tulipalon syttymispaikka, laenneet paloryhmät, ajan tasalla oleva lähialueen kartta pelastusteineen ja hyökkäysreitteineen, vaarallisten aineiden sijainnit, sähköpääkeskusten ja muuntajien sijainnit, hissit ja kuilut, palo-osastot, laenneet sprinklerisilmukat, savunpoistovyöhykkeet, paikantamiskaaviot, paloilmotinkeskuksen sekä tärkeimpien sulkujen ja kytkimien sijainnit ja keskeisten toimijoiden yhteystiedot (Piira, 1).

Nykyään tietotekniikka antaa rajattomat mahdollisuudet käyttää hyödyksi tietoa, jota on saatavilla eri ohjelmista ja laitteista. Suurimpana ongelmana on sovellusten yhteen liittäminen. Jo vuonna 2003 PARK-hankkeessa tutkittiin ajantasaisen tiedon jakamista pelastusviranomaisille, mistä seurasi myöhemmin PARK2-hanke. Myös tosiaikainen sähköinen kohdekortti-hanke oli vuonna 2011, siinä oli mukana iso joukko eri toimijoita. Hankkeessa pyrittiin luomaan reaaliaikainen kohdekortti, joka olisi pelastusviranomaisten käytössä. Me loimme näiden kolmen hankkeen pohjalta käsitekartan, joka antaa ymmärryksen siitä, mitä nykyteknologia mahdollistaisi käytettäväksi esimerkiksi sairaalaympäristössä. Kuvassa 12 nuolien suunnat osoittavat, mihin suuntaan tieto menee järjestelmässä.



Kuva 12. Käsittekartta paloturvallisuusjärjestelmien tietojen hallinnasta.

8.3 Varavoima

Sairaalaympäristössä sähkökatkolla voi olla hyvinkin vakavat seuraukset. Poistumisturvallisuudessa on tärkeää, että kaikki tarpeelliset sähköiset laitteet ja järjestelmät toimisivat evakuointi- ja poistumistilanteissa. Katkeamattomalla sähkönsyötöllä varmistetaan poistumista edistävien ja turvaavien laitteiden ja järjestelmien häiriötön toiminta sekä estetään sähkökatkoksiensa niissä mahdollisesti aiheuttamat viiveet. Lisäksi sairaaloissa on herkkiä elektronisia järjestelmiä, joiden toiminta edellyttää aina suojattua sähkönsyöttöä. Laitteet, jotka sairaalaympäristössä vaativat varmennettua sähkönsyöttöä ovat esimerkiksi erilaiset tietojärjestelmät ja laboratoriolaitteet. Sairaalassa on myös laitteita, joiden toiminnalle varavoimalaitteen käynnistymisen aiheuttama lyhytkin viive on liian pitkä. Tällaiset kriittisimmät laitteet ovat leikkaus- ja synnytyssaleissa sekä keskosyksikössä.

UPS-laitteisto

UPS-laitteella (Uninterruptible Power Supply) tarkoitetaan staattista tehoelektroniikan järjestelmää tai laitetta, jonka tehtävä on taata tasainen virransyöttö lyhyissä sähkönsyötön katkoksissa ja syöttöjännitteen epätasaisuuksissa. UPS-laitteisto muodostuu syöttölaitteesta sekä akustosta. UPS-järjestelmät on suunniteltu varmistamaan häiriötön sähkönsyöttö kriittisille laitteille ja järjestelmille, joiden toiminta voi häiriintyä merkittävästi verkkojännitteen huonon laadun tai täydellisen katkeamisen vuoksi. Laitteiston ansiosta sen varassa olevat järjestelmät ja laitteet ovat vähemmän alttiita sähkökatkokille ja sen aiheuttamille haitoille. Sähkönsyötön lisäksi UPS-laitteisto parantaa sähkön laatua poistamalla verkon kautta saapuvat häiriötekijät. Laitteisto muodostaa myös varasyöttölinjan, jota käytetään tilanteissa, joissa UPS-laitteisto ei pysty vikaantumisen johdosta ylläpitämään tarvittavaa verkkojännitettä omien akkujensa avulla. (Soininen 2008, 6 - 7.)

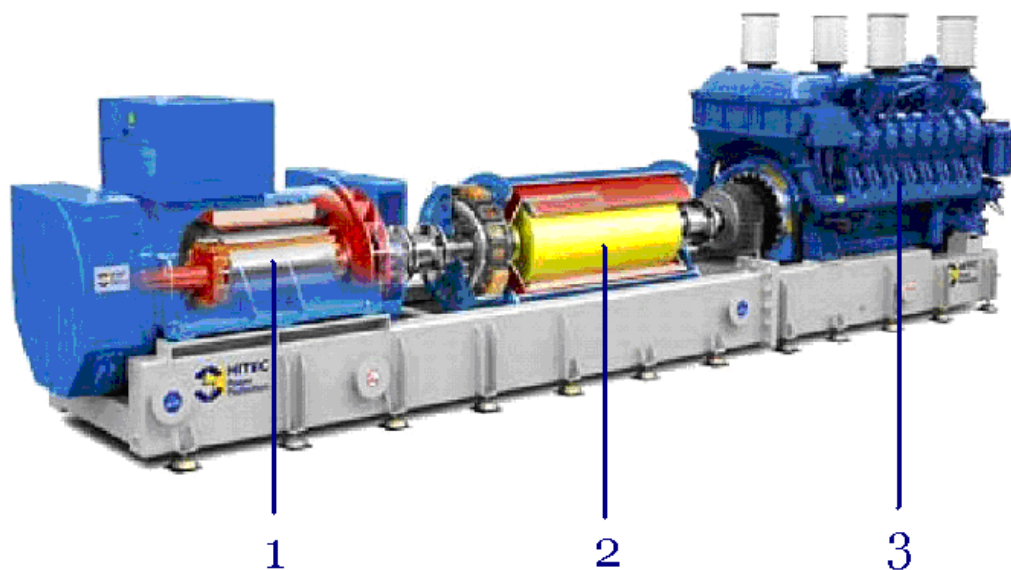
UPS-laitteisto pystyy syöttämään suojaamilleen laitteille sähköä lyhyiden, lähinnä minuuttiluokkaa olevien verkkokatkoksiensa ajan akuistaan. UPS-laitteisto ei ole kuitenkaan yksinään toimiva varavirtajärjestelmä pitkäaikaisten katkoksiensa varalle. UPS-laitteiston käyttövarmuus ei aina yksin riitä. Mitä herkemmästä ja moninaisemmasta prosessista on

kyse, sitä suurempi riski sähkön katkeamisella tai virran heikkenemisellä on. (Soininen 2008, 10 - 11.)

DRUPS-laitteisto

DRUPS eli Diesel rotary UPS -laitteisto tai toiselta nimeltään dynaaminen UPS-laitteisto on myös yksi varteenotettava vaihtoehto varavoimajärjestelmää valittaessa. Kyseinen laitteisto eroaa tavallisista UPS-laitteistoista esimerkiksi siinä, että DRUPS-laitteistoon voidaan kytkeä generaattorin ja moottorin lisäksi pyörivä huimamassa. Laitteiston pyörivä huimamassa varastoi itseensä energiaa laitteen ollessa verkkoon kytkettynä. Huimamassaan varastoitunut liike-energia käytetään hyödyksi sähkökatkon alussa, kun odotetaan varavoimakoneen käynnistymistä. Sähkönsyötön häiriötilanteissa huimamassaan varautunut energia pystyy tuottamaan sähköä siihen asti, kunnes laitteistoon kuuluva dieselmoottori käynnistyy ja on toiminnassa. Dieselmoottorin ollessa toiminnassa DRUPS-laitteisto toimii kuten perinteinen varavoimalaitteisto. (Eurodiesel DRUPS-laitteistot ja Diesel Rotary UPS Systems.)

Kuvassa 13 on esitetty DRUPS-laitteisto, jonka pääosat ovat: (1) generaattori, (2) huimamassa sekä (3) diesel moottori.



Kuva 13. DRUPS-laitteisto. (Hitec 2014.)

DRUPS- ja UPS-järjestelmiä voidaan käyttää sairaaloissa monenlaisiin varmennustehäviin. Sairaaloissa tyypillisimmät varavoimaan kytketyt kohteet ovat atk-järjestelmät, leikkaussalit ja toimenpidehuoneet laitteineen ja valaisimineen, turva- ja merkkivalaisimet, viestintäjärjestelmät sekä hälytyslaitteet.

9 POHDINTA

Opinnäytetyön tekeminen parityönä on ollut mielenkiintoinen ja opettavainen kokemus. Parityöskentelyssä on paljon hyviä puolia varsinkin opinnäytetyön ideoinnissa. Aiheiden valinnassa koimme hyödylliseksi, että asioista saatiin useinkin esille kaksi näkökulmaa. Vaikka asuimme eri paikkakunnilla, on yhteistyö ja yhteydenpito toiminut mallikkaasti. Erittäin suurta hyötyä olemme saaneet pilvipalveluiden käytöstä opinnäytetyön materiaalien säilytyspaikkana. Lisäksi olemme pitäneet yhteyttä sähköpostitse ja puhelimitse sekä sopineet useita tapaamisia projektin edetessä.

Opinnäytetyöprosessin alussa saimme kohteen edustajilta suurpiirteisen aikataulun sairaalan saneeraushankkeen etenemisestä ja aikamääreen, mihin mennessä opinnäytetyömme tulisi olla valmiina. Olemme työn edetessä onnistuneet pysymään omassa sekä kohteen edustajien asettamassa aikataulussa. Opinnäytetyö alkoi keväällä 2013, jolloin hahmottelimme työn rajausta ja suoritimme kevään ja kesän aikana aiheeseen liittyvän työharjoittelun.

Opinnäytetyön alussa oman haasteensa muodosti aiheen rajaaminen. Markkinoilla on rajattomasti aiheeseen liittyviä tuotteita ja järjestelmiä, ja oleellisimpien ratkaisujen löytäminen ja valitseminen oli haasteellista. Opinnäytetyössä esitetyt ratkaisut ovat mielestämme hyviä ja toimivia ratkaisuja sairaalan poistumisturvallisuutta kehitettäessä. Oman haasteensa loi myös vuodeosastoilla toteutettavan saneeraushankkeen keskeneräisyys. Hankkeen etenemisestä ja aikataulusta ei ollut opinnäytetyön alussa tarkkaa tietoa. Lisäksi kohteeseen tehtävien muutosten laajuudesta ei ollut tarkkaa tietoa.

KYS:n edustajat halusivat löytää vaihtoehtoisen ratkaisun sprinklerijärjestelmälle opinnäytetyön myötä. Poistumisturvallisuuden kannalta ainoana järkevänä ratkaisuna olemme opinnäytetyössämme kuvanneet suojautumismallia, jossa vuodeosaston huoneet muutetaan yhden hengen huoneiksi, jolloin välittömässä vaarassa olevien henkilöiden määrä saadaan mahdollisimman vähäiseksi. Lisäksi osastoja tulisi jakaa osiin, jolloin yhden osaston sisällä olisi enimmillään kuusi yhden hengen huonetta. Sisälle suojautumisesta löytyi suomalaisista lähteistä hyvin huonosti materiaalia, ja tässä aiheessa jouduimme turvautumaan ulkomaisiin lähteisiin. Sprinklerijärjestelmiä käytettäessä potilashuoneissa voidaan myös käyttää käsilaukaistavaa järjestelmää, jolloin vesivahingon

vaara voidaan minimoida ja huoneessa olevan potilaan pelastaminen ja tulipalon sammuttaminen voidaan hallita paremmin henkilökunnan toimesta.

Opinnäytetyön aihe oli hyvin kattava. Tämä aiheuttikin pohdintaa siitä, kuinka laajasti käsittelemme kutakin aihetta, sillä jokaisesta aiheesta olisi voinut tehdä vaikka opinnäytetyön. Harkitsimme opinnäytetyön alussa tekevämme poistumisturvallisuuden liittyvän kyselyn Suomen sairaaloiden turvallisuushenkilöille. Luovuimme ajatuksesta, koska katsoimme, että emme saa merkittävää lisäarvoa kyselylle ja vastusten määrä olisi jäänyt todennäköisesti pieneksi. Enemmän olisimme voineet tutustua ulkomailta tehtyihin poistumisturvallisuusratkaisuihin sairaalaympäristössä.

Keskeisin tavoite opinnäytetyössä oli kehittää poistumisturvallisuutta sairaalan saneerauksen yhteydessä. Mielestämme olemme onnistuneet myös tässä. Opinnäytetyössä on kattavasti käsitelty poistumisturvallisuuden liittyviä ratkaisuja. Näitä ratkaisuja voi käyttää hyödyksi myös muissa hoitolaitoksissa sekä soveltaen majoitustiloissa. Tarvittaessa tämä opinnäytetyö on soveltuvien osin hyvä opintomateriaali palo- ja pelastusturvallisuuden parissa toimiville henkilöille.

LÄHTEET

Abloy Oy. *Abloy huolehtii poistumisteiden turvallisuudesta*. www-dokumentti.
http://www.abloy.fi/Abloy/FI/Ratkaisut/EXIT/Abloy_huolehtii_poistumisteiden_turvallisuudesta.pdf. 17.7.2013.

Abloy Oy. *Oviautomatiikka*. www-dokumentti.
http://b2b.abloy.fi/Abloy/FI/Esitteet/Oviautomatiikka/8802038_Oviautomatiikka.pdf.
30.7.2013.

Abloy Oy. *Palonsulkujärjestelmät*. www-dokumentti.
<http://b2b.abloy.fi/Abloy/FI/Esitteet/Palonsulkuj%C3%A4rjestelm%C3%A4t/8801188%20Palonsulkuj%C3%A4rjestelm%C3%A4t.pdf>. 30.7.2013.

Agis Fire & Security. *Kaasusammutusjärjestelmät*. www-dokumentti.
<http://www.agisfs.fi/kaasusammutusjaerjestelmaet>. 9.2.2014.

Dakota Lavento. 2013. *Palokaasuilta suojaan*. Talotekniikka 03/2013.

Diesel Rotary UPS Systems. www-dokumentti.
http://www.hitachihirel.com/pdf/diesel_rotary_ups.pdf. 5.2.2014.

Esmi. *Esmi Paloilmoitin Ihmisten ja kiinteistöjen turvaksi*.

Eurodiesel DRUPS-laitteistot. www-dokumentti.
http://www.kwset.fi/pages/DRUPS_laitteet.html. 5.2.2014.

FläktWoods. *Palontorjuntakäsikirja – periaatteet, järjestelmät ja tuotteet*.

FläktWoods 2014. *Smokemaster Wall Hatch*.

Hi-Fog-järjestelmät rakennuksissa 2009. Marioff Corporation Oy. Vantaa.

Hitec 2014. www-dokumentti. <http://www.hitec-ups.com/?RubriekID=2802>. 26.1.2014.

Lehto, R. *Vertailu sammutuslaitteistotyyppien soveltuvuudesta käyttötarkoitukseltaan eri rakennustyyppisiin*. Power Point-esitys. FK Finanssialan Keskusliitto.

Leino, I. *www-dokumentti*. Turvalliset ovien aukaisumekanismit.
<http://spek.fi/loader.aspx?id=39f33a6b-b657-4a62-a95c-8d257a7c470d>. 16.7.2013.

Maankäyttö- ja rakennusasetus 10.9.1999/895. *www-dokumentti*.
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990895>. 12.1.2014.

Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132. *www-dokumentti*.
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>. 12.1.2014.

Onnettomuustutkintakeskus.. *Rakennuksen evakuointiin johtanut sairaalapalo Turussa 2.9.2011*. *www-dokumentti* <http://www.turvallisuustutkinta.fi>. 25.7.2013.

Palopeltien toiminnan vertailu. *www-dokumentti*.
<http://www.youtube.com/watch?v=0o5-C5kEois>. 23.12.2013.

Pelastuslaki 379/2011.

Peräsalo, A. 2011. Opinnäytetyö. *Paloilmoitin- ja turvavalaistusjärjestelmät*. Tampereen ammattikorkeakoulu. Tampere.

Peters, B., Milius, M., ja van de Leur, P. 2012. Developing a new fire safety concept for wards in hospital buildings. Seminaarijulkaisu.

Piira, K. *Pelastusautoon raportoiva kiinteistö – park*. VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. Espoo.

Pronto. Pelastustoimen resurssi- ja onnettomuustilasto.

Puijon sairaalan peruskorjaus. *www-dokumentti*.
<https://www.pssh.fi/sairaanhoitopiiri/hankkeet/puijon-sairaalan-rakennushankkeet/peruskorjaus>. 21.3.2014

Puolanne, K. *Tukesin selvitys äänievakuointi- ja kuulutusjärjestelmistä*. Power Pointesitys. Tukes.

Päijät-Hämeen pelastuslaitos. 2012. *Kiinteistön alkusammutuskaluston valinta ja sijoitus*.

Saajos. *Palo-ovien määräykset muuttuivat*. www-dokumentti.
<http://www.saajos.fi/fi/13501/index.html>. 8.7.2013.

Seppälä, J. 2013. *Sairaala kuntoon käyttäjien avulla*. www-dokumentti.
<http://www.tesso.fi/artikkeli/sairaala-kuntoon-kayttajien-avulla>. 21.3.2014.

SFS-EN 179: 2008. *Building hardware. Emergency exit devices operated by a lever handle or push pad, for use on escape routes. Requirements and test methods*. Suomen standardisoimisliitto SFS. Helsinki.

SFS-EN 1125. 2008. *Building hardware. Panic exit devices operated by a horizontal bar, for use on escape routes. Requirements and test methods*. Suomen standardisoimisliitto SFS. Helsinki.

SFS-EN 12845+A2: 2009. *Kiinteät palonsammutusjärjestelmät. Automaattisen sprinklerilaitteistot. Suunnittelu, asennus ja huolto. 2. painos*. Suomen standardisoimisliitto SFS. Helsinki.

SFS-EN 54-1. 2011. *Paloilmoittimet. osa 1: johdanto*. Suomen standardisoimisliitto SFS. Helsinki.

SFS-EN 54-14. 2008. *Paloilmoittimet. osa 14: suunnittelu-, mitoitus-, asennus-, käyttöönotto-, käyttö- ja huolto-ohjeet*. Suomen standardisoimisliitto SFS. Helsinki.

SFS-EN 13501-2 + A1. 2010. *Rakennustuotteiden ja rakennusosien paloluokitus. osa 2: palonkestävyyskokeiden tuloksiin perustuva luokitus lukuun ottamatta ilmanvaihtolaitteita*. Suomen standardisoimisliitto SFS. Helsinki.

SFS-EN 60849. 1998. *Äänijärjestelmät hätätilannekäyttöön*. Suomen standardisoimisliitto SFS. Helsinki.

SFS-EN 1838. 1999. *Valaistusovellukset. Turvavalistus*. Suomen standardisoimisliitto SFS. Helsinki.

Sisäasiainministeriön asetus palovaroittimien sijoittamisesta ja kunnossapidosta 239/2009.

Sisäasiainministeriön asetus rakennusten poistumisreittien merkitsemisestä ja valaismisesta 805/2005.

Softex-tuotteet. www-dokumentti. <http://www.firecon.fi/softextuotteet>. 23.2.2014.

Soininen, L. 2008. *UPS-laitteiden ohituskykennät*. www-dokumentti. <http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/9786/Soininen.Lasse.pdf?sequence=2>. 4.2.2014.

Soisalo, J. 2013. *Huonepalon vaarallisuus paloteknisten laitteistojen toimiessa*. Opinnäytetyö. Pelastusopisto. Kuopio.

Stravent 2011. *Suunnitteluohje teoria*.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2003. *RIL 221-2003 Paloturvallisuussuunnittelu*. Helsinki.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2012. *RIL 232-2012 Rakennusten savunpoisto*. Helsinki.

Suomen rakennusmääräyskokoelma 2001, F2. *Rakennuksen käyttöturvallisuus, määräykset ja ohjeet 2001*. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen käyttöturvallisuudesta. Ympäristöministeriö. Helsinki.

Suomen rakennusmääräyskokoelma 2003, E7. *Ilmanvaihtolaitteistojen paloturvallisuus, ohjeet 2004*. Ympäristöministeriön asetus ilmanvaihtolaitteistojen paloturvallisuudesta. Ympäristöministeriö. Helsinki.

Suomen rakentamismääräyskokoelma 2011, osa E1. *Rakennusten paloturvallisuus – Määräykset ja ohjeet 2011*. Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 3/11. Ympäristöministeriö. Helsinki.

Teknoware 2013. *Turvavalaistuksen vaatimukset 2013*. Power Point-esitys. Teknoware.

Tukes 2013. *CE-merkintä*. www-dokumentti.

<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Kuluttajaturvallisuus/CE-merkki/>. 25.03.2014.

Vttexpertservices. 2012. *Palo-ovien tyyppihyväksynnän myöntämisperusteet muuttuvat*. www-dokumentti.

http://www.vttexpertservices.fi/news/201212_palo_ovet_tyyppihyvakysynta.jsp.

8.7.2013.

Vttexpertservices. 2013. *Tuotesertifikaatti Nro VTT-C-97 17-1*.

Ympäristöministeriö. Ympäristöopas 39: Rakennusten paloturvallisuus & Paloturvallisuus korjausrakentamisessa. 4. uudistettu painos. Helsinki: 2003.

Yritys-Rakennus maailma. 1/2011. *Fireconilta oikea sammutusratkaisu oikeaan paikkaan*. Yritys-Rakennus maailma.

LIITE 1: POISTUMISTURVALLISUUDEN RATKAISUT KYS:LLE

Tässä osiossa on kootusti esitetyt poistumisturvallisuuden ratkaisut Kuopion yliopistolaiselle sairaalalle poistumisturvallisuuden parantamiseksi. Perusteet ratkaisulle löytyvät meidän opinnäytetyöstä.

Potilashuoneet

Vuodeosaston potilashuoneet tulisi muuttaa yhden hengen huoneiksi ja jakaa osiin kuusi huonetta kattaviin palo-osastoihin. Tämä ratkaisu edistää potilaiden turvallisuutta, etenkin tulipalon syttyessä potilashuoneessa. Tällöin välittömässä vaarassa on vain yksi henkilö kerrallaan. Tätä mallia käytettäessä potilashuoneessa syttynyt palo uhkaa ensisijaisesti ainoastaan yhtä henkilöä ja enimmillään evakuoitavana ovat palo-osaston sisällä olevat kuusi henkilöä. Muiden osastojen evakuoimiseen jää enemmän aikaa.

Palo-osaston palo-ovet

Palo-oven palonkestävyysajan täytyy olla vähintään puolet osastoivalle rakennusosalle asetetusta ajasta. Palo-ovessa on hyvä olla palon kestävä ikkuna, joka täyttää samat vaatimukset mitä palo-ovelta vaaditaan. Palo-ovien tulee aueta poistumissuuntaan ja saattava aina auki. Lukituksena käytetään rikottavia lukkoja, hätäkahvoja ja pelastuslaitoksen käyttöön varataan omat reittiavaimet. Palo-osaston ovissa impulssilaitte, joka sulkee oven hälytyksen sattuessa ja potilashuoneissa manuaalisesti toimiva ovipumppu. Sähkölukkoihin ja palo-ovet joissa impulssilaitte, niin varmistetaan jatkuva sähkönsyöttö.

Ilmanvaihto ja savunpoisto

Ei yhdistetä tulo- eikä poistoilmakanavia muihin käyttötaparyhmiä palveleviin keskusilmanvaihtolaitteistoihin. Kohteeseen asennetaan Basic savurajoin, joka estää savukaasujen virtaamisen tuloilmakanaviston kautta. Ilmanvaihto pidetään päällä tulipalon ajan. Poistoilmakanava rakennetaan täyttämään kokonaisuudessaan savunpoistolaitteille asetetut vaatimukset. Poistumiskäytäviin asennetaan savupuhallin, joka poistaa mahdollista savut käytäviltä.

Palotekniset laitteet

Asennetaan optiset savuilmaisimet potilashuoneisiin, kokoontumis- ja poistumisreiteille. Palopainikkeet asennetaan poistumisreiteille 30 metrin välein ja poistumisreitien var-

rella olevien ovien luokse. Kohteeseen asennetaan äänievakuointijärjestelmä poistumisen ohjaamiseksi. Lisäksi kohteeseen asennetaan poistumisvalaisimet, jotka toimivat interaktiivisesti yhdessä paloilmoittimen kanssa, jolloin poistumisvalaisimet ohjaavat ihmiset pois päin palavasta kohteesta. Lisäksi palavaan kohteeseen syttyy merkkivalo, mikä nopeuttaa tulipalon paikantamista. Automaattisen paloilmoittimen ominaisuuksiin kuuluu, tulostettava kohdekortti, jolloin pelastuslaitoksella ei mene ylimääräistä aikaa kohdekorttikansiota selatessa. Lisäksi paloilmoitin keskustelee pelastusinfotaulujen kanssa ja välittää hoitajille tiedot palohälytyksestä.

Sammutusjärjestelmä

Poistumisreiteillä on automaattinen sammutusjärjestelmä, esimerkiksi vesisumusammutuslaitteisto, matalapaine vesisumujärjestelmä tai korkeapaine vesisumujärjestelmä, jolloin veden kulutus on pienempää perinteiseen sprinkleriin verrattuna. Potilashuoneeseen jatkuu sama sammutusjärjestelmä, mutta se toimisi käsilaukaisulla, jolloin voidaan hallita paremmin ihmisen evakuoimista, tulipalon sammuttamista ja jälkivahinkojen torjumista.

Alkusammuttimet

Pikapaloposti ja jauhesammutin asennetaan poistumisreiteille 25 metrin väleine. Jauhesammutin sotkevuudesta huolimatta on yleiskelpoisin sammutin. Kelpaa muun muassa sähköpaloihin.

Tietojärjestelmien hallinta

Paloturvallisuusjärjestelmät, kiinteistötekniikanjärjestelmät ja sairaalantietojärjestelmät keskustelisivat ja vaihtaisivat tietoa keskenään mahdollisimman tehokkaasti.

Varavoima

Poistumisturvallisuuden kannalta on tärkeää, että tarpeelliset sähköiset laitteet ja järjestelmät toimivat evakuointi- ja poistumistilanteissa. DRUPS eli Diesel Rotary Uninterruptible Power Supply on mielestämme toimivin ratkaisu sairaalan sähkönsyötön varmistamiseksi. Sähkönsyötön häiriötilanteissa järjestelmään varautunut energia pystyy tuottamaan sähköä siihen asti, kunnes laitteistoon kuuluva dieselmoottori käynnistyy ja on toiminnassa. Näin katkeamattomalla sähkönsyötöllä varmistetaan poistumista edistä-

vien ja turvaavien laitteiden ja järjestelmien häiriötön toiminta, sekä estetään sähkökatkokkien niissä mahdollisesti aiheuttamat viiveet.

Muut poistumisturvallisuutta parantavat ratkaisut

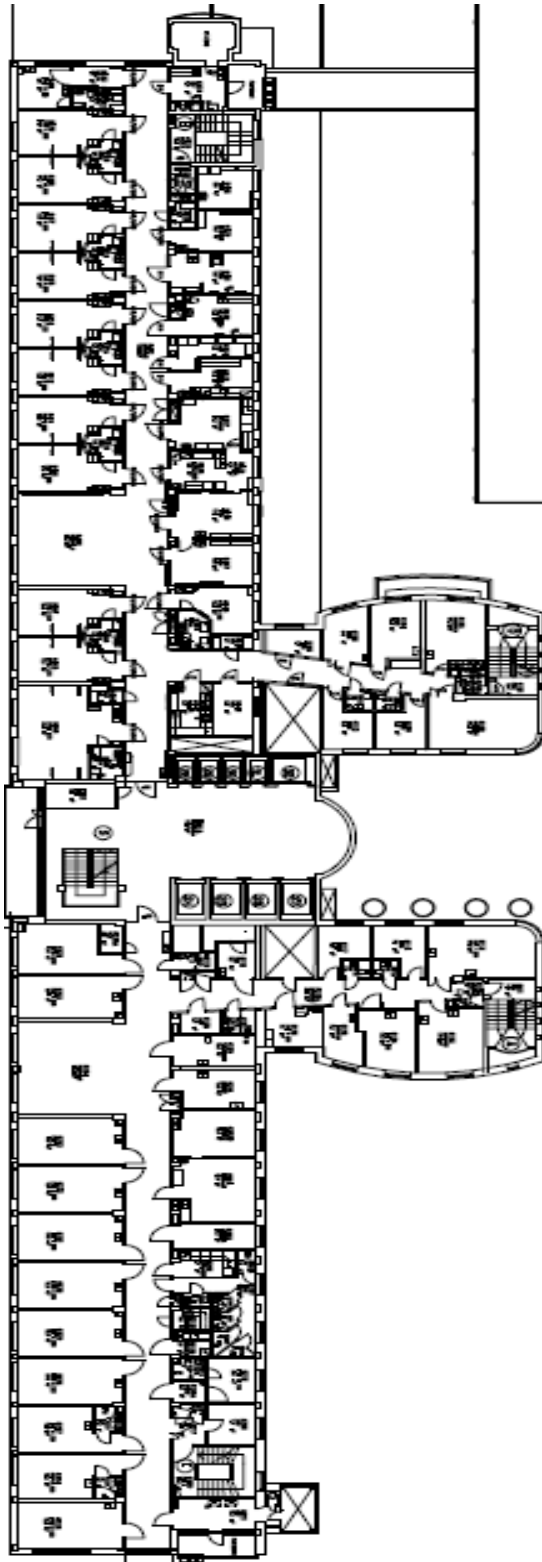
Kohteesta tulee löytyä pääsulkimet hapentulolle ja linjasulkimia, esimerkiksi jokaisen potilashuoneen kohdalta. Näin saadaan tulipalon yhteydessä keskeytettyä hapen virtaus palavaan kohteeseen.

Potilashuoneen ovessa tai sen lähetyvillä merkinantolaite, johon voidaan merkitä onko potilashuonetyhjä potilaista, jolloin tiedetään, onko huone evakuoitua ja näin nopeuttaa evakuointia.

Hissi on ohjelmoitu niin, ettei palotilanteessa hissillä voi tulla palavaan kerrokseen. Näin ei tule lisää ihmisiä palavaan kohteeseen.

Kohteeseen asennetaan kuivanousuputki pelastuslaitoksen käyttöön, nopeuttaakseen selvitysten tekemistä.

LIITE 2: VUODEOSASTO A



LIITE 3: VUODESASTO B

