



Joona Eskelinen

Savunpoistojärjestelmän toteutukset

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

5.12.2021

Tiivistelmä

Tekijä: Joona Eskelinen
Otsikko: Savunpoistojärjestelmän toteutukset
Sivumäärä: 36 sivua
Aika: 5.12.2021

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine: Automaatiotekniikka
Ohjaajat: Toimitusjohtaja Jonne Järvinen
Lehtori Osmo Massinen

Insinööriyön tarkoituksena oli selvittää savunpoistojärjestelmien toteutusvaihtoehtoja sekä vertailla toteutuksien kustannuksia. Kustannuksien avulla voitaisiin jatkossa kar-
toittaa järjestelmien soveltuvuuksia eri käyttökohteisiin ja välttää ylimääräisen työn te-
kemistä kustannusten epätietoisuuksien vaikutuksesta.

Työn alussa käydään läpi, mitä savunpoisto tarkoittaa ja sen erilaisia tasoja, joita on kolme. Työssä tutustutaan savunpoistolaitteistoihin sekä keinoihin, miten savunpois-
toa voidaan toteuttaa. Työn loppupuolella käydään läpi kaapelointeja, palonkestoisia
asennuksia, savunpoiston ohjauksia sekä vertaillaan savunpoistojärjestelmiä. Lop-
puun on kerättyä huomioita lopputuloksista.

Toteutusten välisiä eroja saatiin kerättyä ohjausten välillä. Savunpoistokaavioissa erot olivat vielä maltillisia mutta keskuskaavioissa sekä kustannusvertailuissa eroa-
vaisuudet toteutusten välillä tulivat selkeämmin esiin. Lopputuloksena savunpoisto-
järjestelmien vertailut onnistuivat.

Avainsanat: savunpoisto, kustannusvertailu, periaatekaavio.

Abstract

Author: Joona Eskelinen
Title: Smoke Extraction System Implementations
Number of Pages: 36 pages
Date: 5 December 2021

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Automation and electrical engineering
Professional Major: Automation engineering
Supervisors: Jonne Jarvinen, CEO
Osmo Massinen, Senior lecturer

The purpose of this thesis work was to find out implementation options for smoke extraction systems and compare the cost of the implementations. In the future, the costs can be used to map the suitability of the systems for different applications and to avoid having to do extra work due to uncertainties of the costs.

At the beginning of the thesis, what smoke extraction means and three different levels of it are explained. After that smoke extraction equipment and the ways how those can be implemented are clarified. After these, cabling, fire-resistant implementations, smoke extraction controls are explained and different kind of smoke extraction systems are compared.

Differences between implementations were collected concerning controls. The smoke extraction diagrams showed moderate differences but with the switchboard diagrams and cost comparisons, the differences between the implementations became clearer. As a result, the differences of smoke extraction systems were found successfully.

Keywords: Smoke extraction, Cost comparison, Schematic diagram

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Savunpoisto	2
2.1	Savunpoiston tarkoitus	2
2.2	Savunpoiston tasot	3
3	Savunhallinnan keinot	4
4	Ratkaisuvaihtoehdot	6
4.1	Savusulut	6
4.2	Savunpoistoluukut sekä -ikkunat	8
4.3	Savunpoistopuhaltimet	12
4.4	Savunhallintapellit sekä -kanavat	13
5	Kaapelointi	14
5.1	Halogeeniton kaapelointi	15
5.2	Kaapelityypit	15
5.3	Palojakorasia	16
6	Palonkestoinen asennus	17
7	Toteutus- ja kustannusvertailut	23
7.1	Ohjausratkaisut	23
7.1.1	Sähköinen käsinohjaus	25
7.1.2	Väyläohjaus	26
7.2	Mallikaaviot	27
7.2.1	Perinteisellä kaapeloinnilla toteutettu savunpoisto	27
7.2.2	KNX-väyläohjauksella toteutettu savunpoisto	28
7.3	BIM	29
7.4	Kustannusvertailu	30
8	Yhteenveto	32
	Lähteet	34

Lyhenteet

- PK: Pääkeskus. Pääkeskukselta jaetaan syötöt jakokeskuksille.
- SPK: Savunpoistonkeskus. Savunpoistokeskukselta jaetaan syötöt savunpoistolaitteistoille. Voidaan käyttää myös nimitystä savunpoistojakokeskus.
- SPOK: Savunpoiston ohjauskeskus.
- SPLK: Savunpoiston laukaisukeskus.
- KNX: Rakennusautomaation avoin standardi, jolla voidaan ohjata valaistuksen lisäksi mm. lämmitystä, ilmanvaihtoa, savunpoistoa sekä seurata energian kulutusta.

1 Johdanto

Insinööriyön tarkoituksena on selvittää savunpoistojärjestelmän toteutusvaihtoehtoja sekä kartoittaa ja vertailla toteutusten kustannuksia. Savunpoistojärjestelmät ovat merkittävässä osassa rakennusten paloturvallisuutta, ja niiden tulisi kehittyä samaa tahtia, mitä rakennusteollisuus kehittyi. Usein kuitenkin päädyttiin valitsemaan perinteisellä kaapeloinnilla eli releohjauksella toteutettu järjestelmä. Mikä tähän voisi olla syynä?

Työn alussa käydään läpi, mitä savunpoisto on ja millaisia keinoja sekä ratkaisumalleja sen toteuttamisessa voi hyödyntää. Kaapeloinnin sekä palonkestoisen asentamisen jälkeen pääsemme insinööriyön ytimeen, jossa tarkastellaan savunpoistokaavioita sekä vertaillaan eri toteutusten hintakustannuksia. Mitkä tekevät savunpoistossa hintaeroa ja milloin on kannattavampaa valita releohjattu järjestelmä ja milloin väyläohjattu? Insinööriyön lopussa on yhteenveto, jossa käydään läpi opinnäytetyöstä saatuja tuloksia.

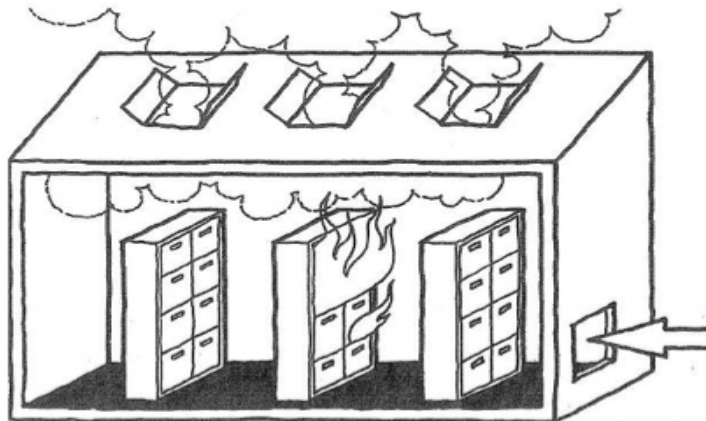
Työ on toteutettu Insinööritoimisto Stacon Oy:lle. Stacon tekee talonrakentamisen peruskorjaukseen ja uudistuotantoon liittyvää Sähkö-, tele- sekä turvateknistä konsultointia ja suunnittelua. Yritys on perustettu 1993, se on voittanut kaksi kertaa vuoden valaistuskohde -kisassa sekä kerran vuoden sähkösuunnittelija -palkinnon. [1.]

2 Savunpoisto

Tulipalossa palon ollessa epätäydellisestä siitä syntyy myrkyllisiä kaasuja, lämpöä sekä savua. Savu alkaa kerääntymään palopesäkkeen ympärille ja siitä jatkaa leviämistään nopeasti koko tilaan. Savu saa aikaan pahoja vaurioita rakennuksissa ja siitä voi koitua pahimmillaan ihmishenkien menetyksiä. Täten on tärkeää varmistaa, että rakennukseen on tehty mitat täyttävä savunpoistojärjestelmä. [2.]

2.1 Savunpoiston tarkoitus

Savunpoiston tarkoituksena on turvata ihmisten pelastautuminen pitämällä poistumisreitit savuttomina, helpottaa pelastushenkilöstön sammutus- ja pelastustyötä sekä minimoida savun aiheuttamat palovahingot. [3.] Savunpoistonjärjestelmä poistaa savua ja lämpöä tulipaloalueelta joko koneellisesti tai painovoimaisesti. Oikein mitoitettu ja toimiva järjestelmä mahdollistaa tilasta poistumisen turvallisesti sekä helpottaa pelastushenkilöstön tehtävää palon sammutuksessa. Se estää savuräjähdykset ja pienentää savun tekemiä vahinkoja. [2.]



Kuva 1: Savunpoiston toiminta. [4]

Savu on ilmaa kevyempää, joten se alkaa nousta tilan kattoa kohti ja alkaa leviämään katon rajan mukaisesti ja vähentää siten hapen määrää. Savunpoisto

yllä olevan kuvan mukaisesti toimii siten, että tilan yläosassa olevat savunpoistoluukut avataan ennen kuin korvausilma-aukko kuvan alareunassa. Jos tilassa olisi savunpoistopuhallin/-puhaltimia, niin ne käynnistettäisiin samanaikaisesti kuin korvausilma-aukot avataan, jottei alipaine tuhoaisi rakenteita. Kun korvausilma pääsee tilaan, niin se alkaa puskea savua ulos katon savunpoistoluukuista ja tällöin tilan alaosaan saadaan happea ja tilasta pelastautumisesta tulee turvallisempaa.

Savunhallintajärjestelmään sisältyviä laitteita ovat seinälle tai kattoon asennettavat luukut, puhaltimet sekä ikkunat. Savulohkojen kokoja rajoitetaan kattoon asennettavilla savusuluilla, jotka estävät savun leviämisen katonrajassa.

2.2 Savunpoiston tasot

Taso 1: Savunpoistotaso 1 hoidetaan pääsääntöisesti ovien sekä ikkunoiden kautta tai sitten pelastuslaitoksen toimilla. Korvausilma saadaan tulemaan tilaan käsin avattavien reittien välityksellä. Tasolle 1 kuuluvat esimerkiksi asuin- ja toimistorakennukset, maanpäällä sijaitsevat autosuojat, sairaalat, hoitolaitokset sekä hotellit. [5; 6.]

Taso 2: Savunpoistotaso 2 helpottaa pelastushenkilöstön sammutus- sekä pelastustoimintaa. Tällä tasolla savunhallinnassa pystytään hyödyntämään kaukolaukaistavia eli sähköisiä savunhallintaluukkuja, -peltejä, -ikkunoita, -verhoja sekä -puhaltimia. Ohjaukset toteutetaan yleensä siten, että kaikki savulohkon toiminnot ohjataan yhdellä ohjauskytkimellä mutta kuitenkin palokunnan toimenpiteillä. Korvausilmaluukkujen käyttö saattaa olla tarvittava keino korvausilman johtamiseen tilaan. Palokunnan tulee voida aloittaa sammutus- ja pelastustoimenpiteet nopeasti. Tasolle 2 kuuluu esimerkiksi sairaalat, varasto ja tuotantorakennukset sekä maanpinnan alapuolella olevat autosuojat. [5; 6.]

Taso 3. Savunpoistotasolla 3 on toiminnallinen palomitoitus eli savunpoistojärjestelmän toiminta tapahtuu automaationa. Savunpoistotasoa 3 käytetään, kun halutaan turvata ihmisten turvallinen poistuminen kohteesta jo ennen

palokunnan saapumista. Tällä tasolla on aina kyse henkilöturvallisuudesta, joka mahdollistetaan rajaamalla savupahtajan korkeus. Savulohko, joka on antanut hälytyksen, on yleensä ainoa, mikä käynnistyy automaattisesti ja muita tulee ohjata käsin. Tasolle 3 kuuluvat muun muassa kaikenlaiset isot urheilu- ja konserttitalit/-hallit, kauppakeskukset, juna- sekä metroasemat, jotka sijaitsevat maanpinnan alapuolella sekä autosuojat, joiden pinta-ala on vähintään 40 000 neliömetriä. [5; 6.]

3 Savunhallinnan keinot

Palo- ja savuosastointi

Palon ja savun osastoinnilla tarkoitetaan sitä, että talo tai rakennus jaetaan erilaisiin tiloihin, joiden tehtävänä on rajoittaa tulipalossa palon ja savun leviämistä. Sillä taataan turvallinen poistuminen, minimoidaan omaisuusvahingot sekä helpotetaan pelastamista ja sammutusta. Osastojen välissä olevilla rakennusosilla pyritään estämään palon leviäminen. [2, s. 3]

Savuosasto

Savuosastoinnissa rakennukseen on rakennettu rajattu alue, jossa voidaan toteuttaa savunpoistoa. Rajauksella pyritään välttämään savun karkaaminen muualle rakennukseen. Huomioitavaa on se, että savuosastojen rajat menevät poikkeuksetta palo-osastojen rajojen mukaisesti. [2, s. 4]

Savunpoistolaitteisto

Savunpoistolaitteistolla luodaan savuton vyöhyke paloalueen alaosaan, jotta pelastautuminen ja rakenteelliset vauriot minimoituisivat. Savu ja palossa syntyvä lämpö ajetaan tilan yläosan kautta ulos rakennuksesta. Savunpoistaminen toteutetaan savunpoistoluukkujen tai -puhaltimien avulla. Suurissa rakennuksissa savunpoistolaitteistoon kuuluvat molemmat. Korvausilma johdetaan tilaan tilan alaosista, jotta happitaso säilyy. [2, s. 4]

Ylipaineistus

Tilan ylipaineistuksella hallitaan savuvirtauksia savunpoistopuhaltimien avulla. Puhaltimien luoman ilmanpaineen johdosta saadaan liikutettua savua pois. Puhaltimia säätämällä voidaan vaikuttaa siihen, kuinka kovan paineen puhaltimet tuottavat. [2, s. 4]

Suuntapaine puhallus

Suuntapaineistuksella saadaan luotua savuton reitti palokohteeseen, jotta sammutushenkilökunnan on turvallista lähestyä palokohdetta. Suuntapaineistusta käytetään autoteiden tunneleissa. Suuntapaineistuksen käyttöön liittyen on huomioitava, että suunta, johon savunpoistoa ohjataan, on vapaa eli esimerkiksi ihmisten tulee olla poissa tieltä. [2, s. 4]



Kuva 2: Autoteiden tunneleissa käytettävät suuntapaine puhaltimet. [7]

Savutuuletus

Savun laimennuksessa savukaasupitoisuutta pienennetään, jotta pelastushenkilöiden työskentely olisi helpompaa ja turvallisempaa. Savun laimentamisella

saadaan aikaan puhtaampaa ilmaa sekä sen avulla pienennetään laitteiston syöpymistä. [2, s. 4]

4 Ratkaisuvaihtoehdot

Savunpoiston toteutusperiaatteita on kaksi erilaista: painovoimainen ja koneellinen savunpoisto.

Painovoimaisessa savunpoistossa käytetään käsin avattavia savunpoistoluukkuja sekä korvausilmareittejä, jotka voivat olla ovia tai ikkunoita. Painovoimaiseen savunpoistolaitteistoon kuuluvat luukut avauslaitteiden sekä tehonlähteiden kera, luukkujen alustat ja läpiviennit, savusulut, palo-ovet, korvausilma-aukot, SPOK, savunpoistonlaukaisukeskukset, luukkujen sekä korvausilma-aukkojen avauslaitteistolle tarvittavan voimavirran ja kaapeloinnit. [2, s. 7; 6.]

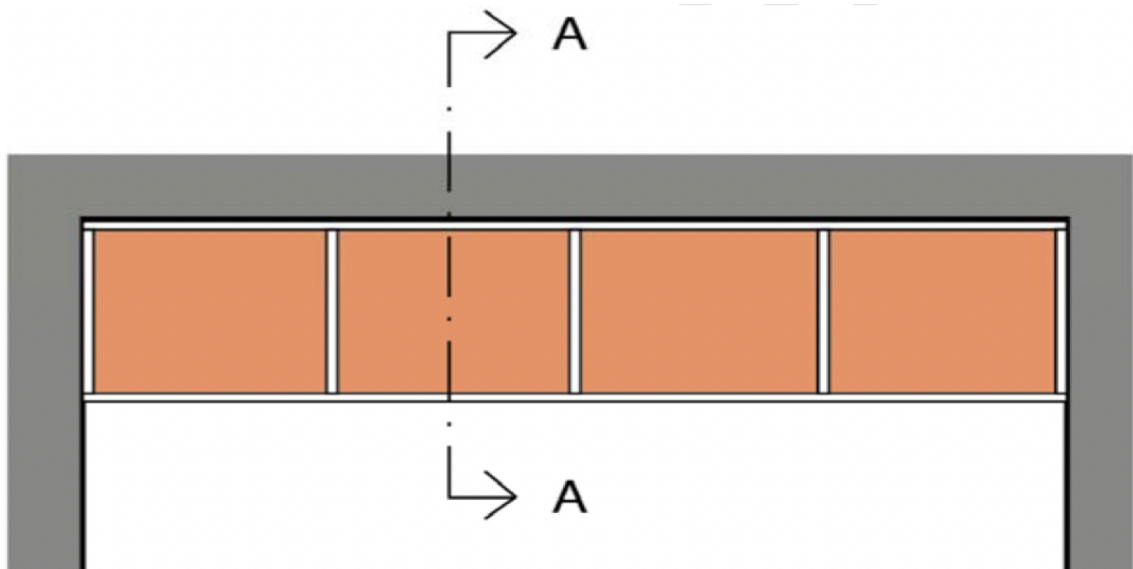
Koneellisessa savunpoistossa käytetään savunpoistopuhaltimia sekä korvausilmareittejä, jotka voivat olla ovia tai ikkunoita. Koneellisen savunpoiston laitteistoa ovat puhaltimet ja niiden mukana tulevat käynnistyslaitteisto ja tehonlähteet, savunpoistokanavat, jotka johtavat puhaltimille. Savunpoistopellit, jotka sijaitsevat kanavissa, korvausilma-aukot, SPOK, kaapeloinnit sekä puhaltimille, korvausilmaluukkujen avauslaitteille sekä savunpoistopelleille tarvittavan voimavirran. [2, s. 7; 6.]

4.1 Savusulut

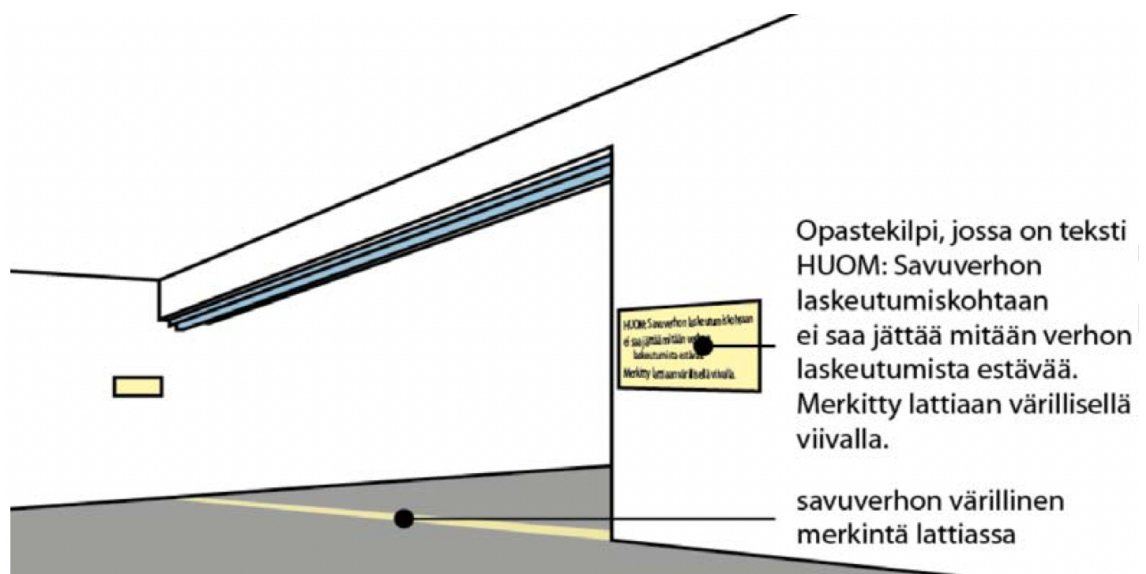
Savusulkuja on kahdenlaisia, joko kiinteitä tai liikuteltavia. Savusulun ollessa kiinteä se on osa seinärakennetta kuten kuvassa 3. Puolestaan jos savusulku on liikutettava, niin se on verhotyyppinen eli se lasketaan katosta kuten kuvissa 4 ja 5.

Savusulkuja hyödynnetään siten, että niillä suljetaan savulohkossa oleva käytävä tai muu suurempi aukko.

Kiinteiden savusulkujen osalta on riittävää seurata, ettei toimintaympäristöä muuteta. Laskeutuvien verhojen osalta tulee huolehtia, että verhojen alusta tulee pysyä vapaana, jottei savusulun toiminta esty sekä laitetta on säännöllisen toimintavarmuuden kannalta testattava. [2, s. 9]

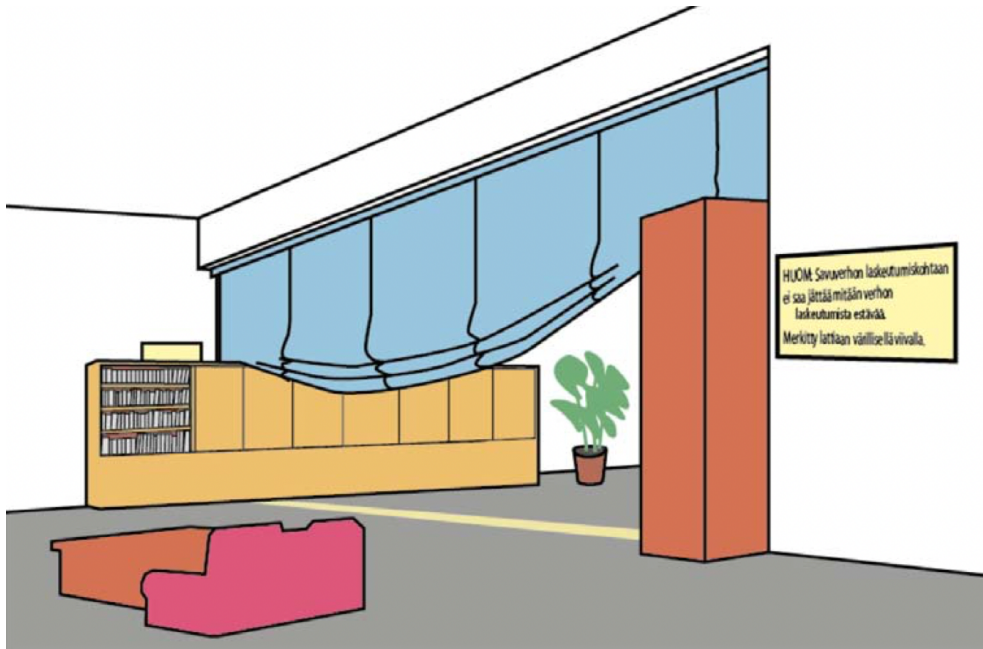


Kuva 3: Kiinteä savusulku. [2, s. 9]



Kuva 4: Laskettava savuverho, jossa esitetty vapaana pidettävä alue sekä opastus. [2, s. 10]

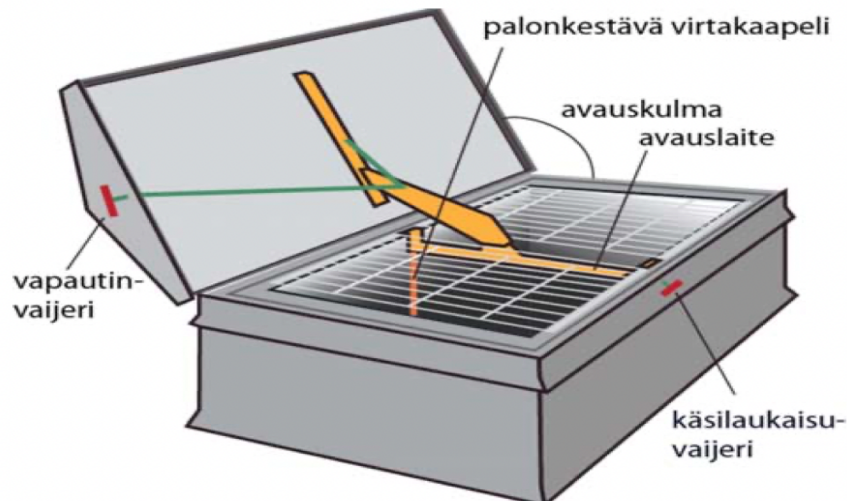
Kuvan 4 savusulun ei tarvitse välttämättä olla yhteydessä koko savunpoistojärjestelmään vaan molemmille puolille aukkoa voidaan kytkeä savu- tai paloilmaisin. Tällöin savusulku ohjataan toimimaan näiden ilmaisimien laukaisemasta hälytyksestä.



Kuva 5: Toimimaton savuverho, koska käyttömahdollisuus nollattu kalusteiden johdosta. [2, s. 10]

4.2 Savunpoistoluukut sekä -ikkunat

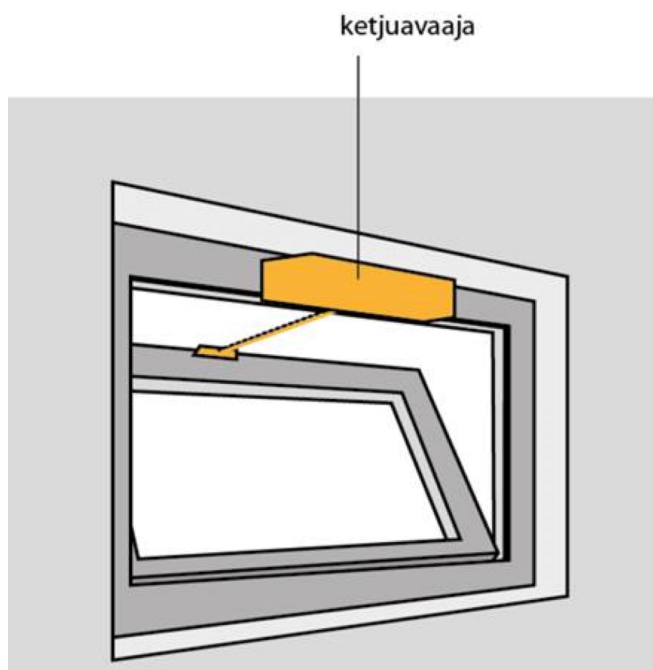
Savunpoistoluukut sekä -ikkunat voidaan sijoittaa joko katolle tai seinään riippuen niiden tilakohtaisesta tarpeesta. Katolle laitettava savunpoistoluukku tai -ikkuna asennetaan jalustan päälle ja sen mukana tulee kansi avauslaitteineen. Seinälle asennettaessa mukaan tulevat myöskin kannet avaajien kanssa sekä kiinnityskarmit. [2, s. 11]



Kuva 6: Savunpoistoluukku. [2, s. 11]

Savunpoistoluukkujen sijainnit tulee esittää savunpoistosuunnitelmassa, jotta niiden olinpaikat tiedetään palon sattuessa. Luukkujen sekä ikkunoiden sijoitus toteutetaan siten, etteivät savukaasut suuntaudu palaviin rakenteisiin. Savunpoistoaukkojen sijoittelussa tulee ottaa huomioon ympäristössä liikkuvien henkilöiden turvallisuus sekä palo-osastoinnin asettamat vaatimukset. [2, s. 11]

Savunpoistoluukkuihin sekä ikkunoihin asennetaan magneettikoskettimet, jotta tiedetään, ovatko luukut auki tai kiinni. Savunpoistoluukuilla, -ikkunoilla sekä korvausilma-aukoilla pitää olla vähintään yhden metrin vapaa toimintavyöhyke, jottei niiden toiminta esty. Kuten kuvassa 6 nähdään, niin savunpoistoluukussa on ritilikkö. Ritilikön tehtävä on estää luukkuun kuulumattomien asioiden ja eläimien pääsy sisään.



Kuva 7: Savunpoistoikkuna ja ketjuavaaja. [2, s. 11]

Savunpoistoluukkujen ja -ikkunoiden avauslaitteet voivat toimia pneumaattisesti, kaasujousella, sähkömoottorilla tai sulakkeilla. Alla esiteltynä näiden toimintaa.

Pneumaattinen avauslaite

Pneumaattisessa avauslaitteistossa ponnekaasu ohjataan sylinteriin ja kun riittävä määrä painetta on saatu, niin sylinterissä oleva pullo vapautuu iskurin toimesta. Tämän jälkeen lämpösulake rikkoontuu ja kaasu pääsee virtaamaan. [2, s. 13]

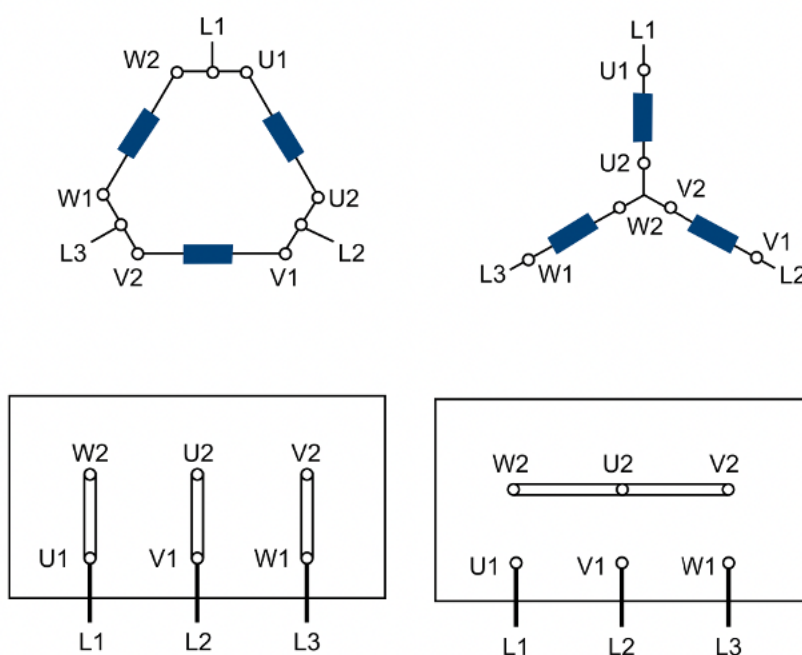
Kaasujousitoiminen avauslaite

Kaasujousella toimivassa avauslaitteessa avaukseen tarvittava kaasu on valmiina sylinterissä. Tällä varmistetaan jatkuva avausvalmius. Palotilanteessa jokin laukaisulaite kuten esimerkiksi magneetti tai lämpösulake vapauttaa kaasujousen, joka on normaalitilanteessa kasaan painettuna. [2, s. 13]

Sähkötoiminen avauslaite

Karamoottorit ovat 12 tai 24 voltin jännitteellä toimivia laitteita, jotka muuntavat sähkömoottorin liikeradan pyörivästä lineaariseksi työntäväksi sekä vetäväksi liikkeeksi. Karamoottori on avauslaitteena kuvan 7 savunpoistoikkunalla. [8.]

Ketjumootorit ovat 230-voltisia ja toimivat ketjuvedolla eli moottorin vaihdeväli on ketjulla. Kolmivaihemootorit, jotka ovat yksinopeuksisia voidaan kytkeä joko tähteen tai kolmioon. Mikäli oikosulkumoottorin arvokilvessä on ilmoitettu molemmat tähti- sekä kolmiokytkennän jännitteet, niin moottoria voidaan käyttää 230 tai 400 voltin jännitteellä. Kolmiokytkentää käytetään 230 voltin jännitteellä ja 400 voltin jännitteellä käytetään tähtikytkentää. [9, s. 7]



Kuva 8: Vasemmalla kolmiokytkentä ja oikealla tähtikytkentä. [9, s. 7]

Sulakkeet

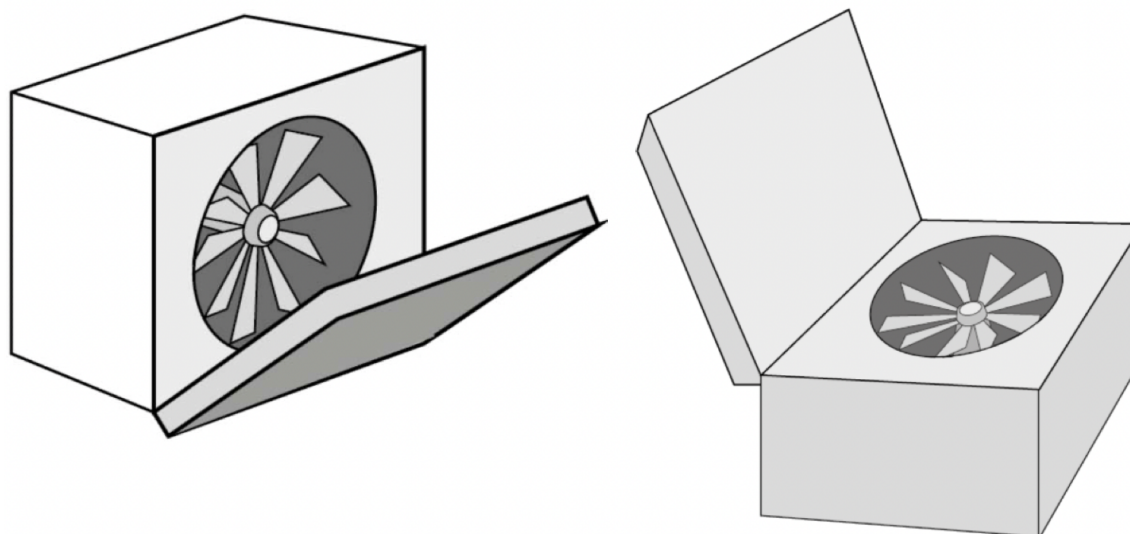
Sulakkeiden käyttö avauksessa on myös mahdollinen. Laukaisusulakkeet ovat mekaanisia toimintaperiaatteeltaan, joten riittävän lämpötilan ylittyessä ne

rikkoutuvat. Sulakkeet voivat olla lasisulakkeita, muovisulakkeita, tinasukkasulakkeita tai metallisia levysulakkeita. Sulakkeet vapauttavat lukon tai avauslaitteen, kun tietty lämpötila on ylitetty. [2, s. 13]

4.3 Savunpoistopuhaltimet

Savunpoistopuhaltimia on kolme erityyppistä. Nämä kolme tyyppiä ovat huippuimurit sekä aksiaali- tai keskipakoispuhaltimet. Huippuimureissa moottorit voivat olla joko kaasuvirrassa tai sen ulkopuolella. Savunpoistolaitteita sijoiteltaessa voidaan ne sijoittaa joko ulkopuolelle, jolloin kuumat kaasut eivät pääse rasittamaan puhaltimia ulkoapäin tai ne voivat olla sijoiteltuina suoraan palotilaan, jolloin kuumat kaasut pääsevät rasittamaan laitteistoa sekä ulko- että sisäpuolelta. Savunpoistopuhaltimia käytetään usein normaaleina ilmanvaihtokoneina mutta jos puhaltimia käyttää ilmanvaihdossa niin on varmistettava, että laitteisto soveltuu siihenkin käyttötarkoitukseen. [2, s. 14]

Savunpoistopuhaltimia käynnistettäessä moottoreissa on käynnistysvaiheessa suuria virtoja, joten niiden hallintaa varten niihin lisätään pehmokäynnistimet. Pehmokäynnistimen tehtävänä ei ole muuttaa taajuutta tai nopeutta vaan se rytmittää moottorille syötettävän jännitteen täydeksi jännitteeksi lähtöjännitteestä lineaarisesti. Alussa jännitettä syötetään vain sen verran, että vaihteistossa olevat vetohihnat tai rattaat kiristyvät. Vähitellen syötettävän jännitteen määrä lisääntyy täyteen määräänsä koneiston tasaisesti kiihtyessä. Täten vältetään turhat nytkähdykset käynnistettäessä moottoria. Tasaisesti syötettäessä jännitettä vältetään jännitteen alenema. [9, s. 18]

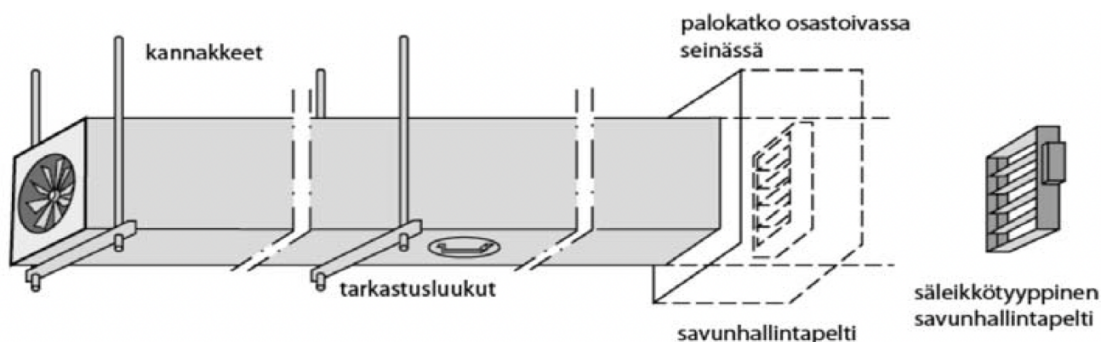


Kuva 9: Savunpoistopuhallin. [2, s. 14]

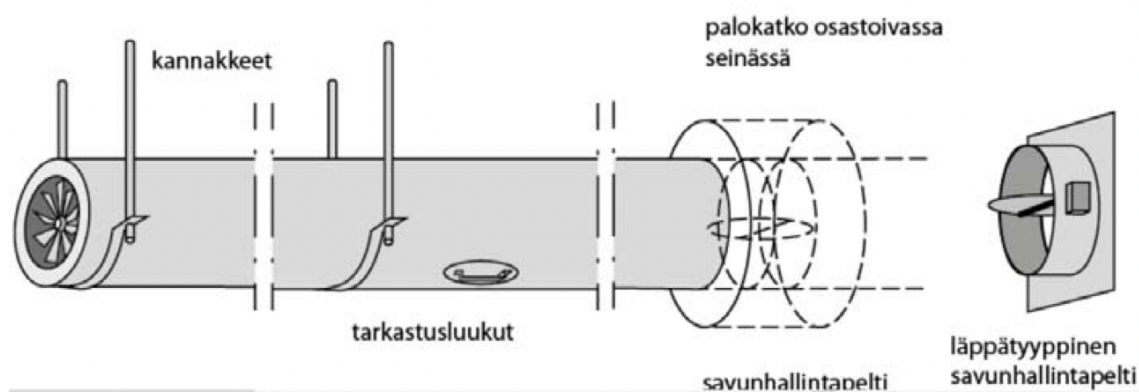
4.4 Savunhallintapellit sekä -kanavat

Savunhallintapellit sekä -kanavat jakautuvat kahteen eri ryhmään, joko yhtä palo-osastoa palvelevaan tai useampia palo-osastoja palveleviin pelteihin tai kanaviin.

Savunhallintakanavien muodosta voi erottaa, onko sen päässä käytössä säleikkötyyppinen- vai läppätyyppinen savunhallintapelti. Jos savunhallintakanava on nelikulmion muotoinen, niin savunhallintapelti on säleikkötyyppinen ja jos savunhallintakanava on pyöreän mallinen, niin savunhallintapelti on läppätyyppinen.



Kuva 10: Savunhallintakanava sekä säleikkötyyppinen savunhallintapelti. [2, s. 15]



Kuva 11: Savunhallintakanava sekä läppätyyppinen savunhallintapelti. [2, s. 15]

Savunhallintapellit voivat olla automaattisesti tai käsin ohjattavia, joilla on kaksi eri toiminta-asentoa, jotka ovat auki ja kiinni. Auki-asennossa suoritetaan savunpoistaminen palo-osastosta tai savulohkosta. Kiinni-asennossa savun leviäminen rajoitetaan muihin palo-osastoihin tai savulohkoihin. [2, s. 15]

5 Kaapelointi

Savunpoistojärjestelmän tulee kyetä toimimaan palotilanteessa moitteetta, joten johtojärjestelmän tulee olla laitteineen palonkestävä tai palolta suojattu. Savunpoistokaapelointi toteutetaan useimmiten FRHF-kaapelilla. FRHF tulee sanoista flame retardant halogen free eli palonkestävä ja halogeeniton. FRHF-kaapelit tunnustaa oranssista tai punaisesta kuoresta. [10.]

5.1 Halogeeniton kaapelointi

Halogeenittomalla kaapelilla tarkoitetaan kaapelia, joka ei sisällä jaksollisen järjestelmän seitsemännen ryhmän alkuaineita eli jodia, klooria, fluoria, bromia eikä astatiinia. Halogeenittomat kaapelit tunnustaa niissä käytetyistä raaka-aineista. Näitä raaka-aineita ovat silikonikumi, polyuretaani, polyeteeni, polyamiidi, polypropeeni, termoelastomeeri sekä etyleenipropyleenidieeni. Halogeenittomat kaapelit eivät sisällä terveyteen negatiivisesti vaikuttavia raskasmetalleista tehtyjä stabilointiaineita tai pehmittejä. Niissä käytetyt raaka-aineet eivät sisällä ympäristölle vaarallisia ainesosia. [10.]

Halogeenittoman kaapelin tärkeys palonsuojauksessa.

Halogeenit voivat olla terveyttä heikentäviä sekä vaarallisia, erityisesti halogeenisten muovien kuten PVC:n palaessa. Halogeenit synnyttävät happoja eli esimerkiksi kloorista muodostuu kloorivetyhappoa, toiselta nimeltään suolahappoa, fluorista syntyy todella myrkyllistä fluorivetyhappoa veden vaikutuksesta. Näiden lisäksi voi syntyä dioksiinia sekä muita erittäin myrkyllisiä kemikaaleja. Hengitettynä nämä aiheet ja kemikaalit voivat saada aikaan tukehtumiskuoleman tai hengityselimistön syöpymisen. [10.]

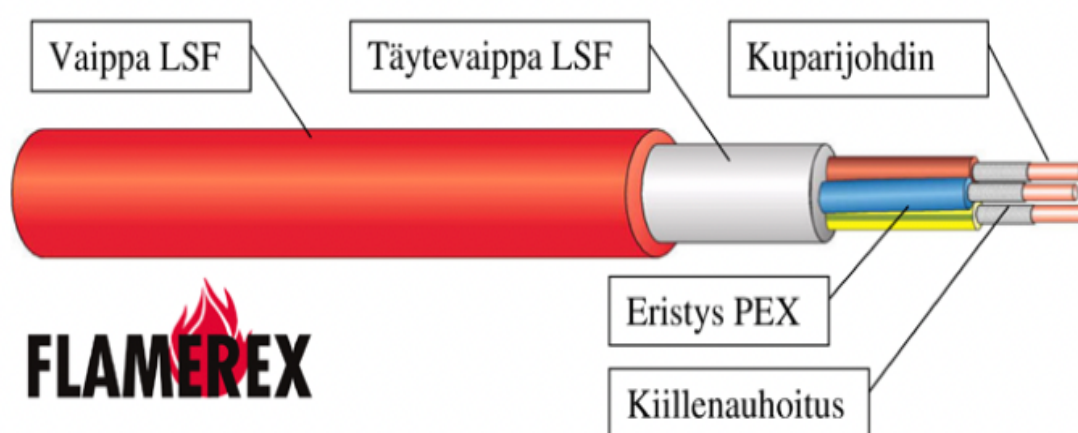
Kokonaisvaltaista palonsuojausta tarkasteltaessa kaapeleiden tulisi olla paloa hidastavia sekä niiden savunmuodostuksen vähäistä. Palamisessa tai kuumentuessaan halogeeniton kaapeli vapauttaa huomattavasti pienemmän määrän terveyttä vaarantavia kaasuja sekä vaarallisia happoja. Halogeenittoman kaapelin tärkeys astuu esiin palotilanteissa, kun halutaan varmistaa toiminta mahdollisimman pitkään, koska kuoren sulaessa kaapelin pinta lasittuu eikä kaapeli sula kokonaan. [10.]

5.2 Kaapelityypit

Standardeissa EN 50200 sekä EN 50362 palokestoisuus määritetään PH-arvolla. PH-arvot ovat 15, 30, 60, 90 tai 120. PH-arvo kertoo palonkestoisuuden

eli esimerkiksi PH15-arvon saanut kestää 15 minuutin ajan ja PH120-arvon saanut kestää puolestaan 120 minuuttia. Tulee kuitenkin huomata, että standardissa DIN 4102-12 palonkestoisuus kerrotaan kirjaimella E ja se kertoo koko järjestelmän palonkestoisuuden hyllyjen, kaapeleiden yms. osalta. Esimerkiksi jos kaapeli saa EN 50200 -testissä palonkestoisuudekseen 120 minuuttia, niin DIN 4102-12 testissä lopputulos voi olla vain 30 minuuttia. [11.]

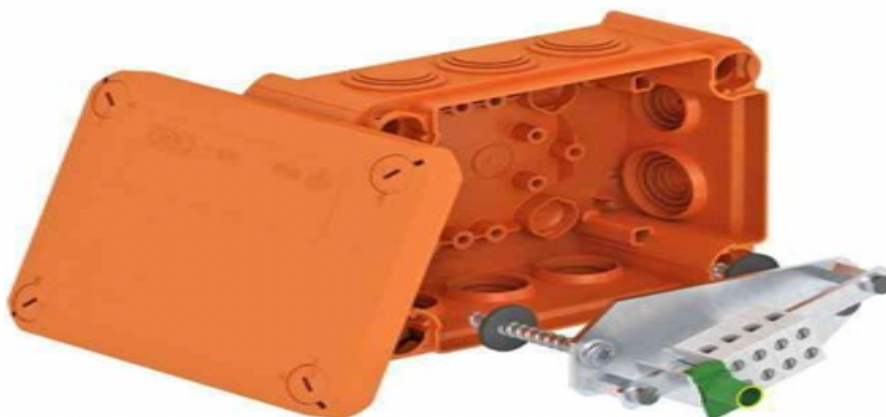
Palonkestävien kaapeleiden valmistajia ovat Reka kaapelit Oy, Dätwyler Oy, Prysmian cables sekä Nexans. [12, s. 16]



Kuva 12: Reka Flamerex -kaapelin rakenne. [13]

5.3 Palojakorasia

Palonkestoisten jakorasioiden tehtävänä on haaroittaa sekä jatkaa palonkestäviä kaapeleita laitteistoille sekä turvata järjestelmän toiminta palon aikana. Palojakorasiat pitää testata palokokeen EN1363-1 mukaisesti, jotta toimintavarmuus voidaan todeta hyväksytyksi. Palonkestävien jakorasioiden valmistusaineina käytetään terästä tai halogeenitonta kestumuovia sekä niiden liittimet ovat keeramisia. [14.]



Kuva 13: Palonkestävä jakorasia. [14]

6 Palonkestoinen asennus

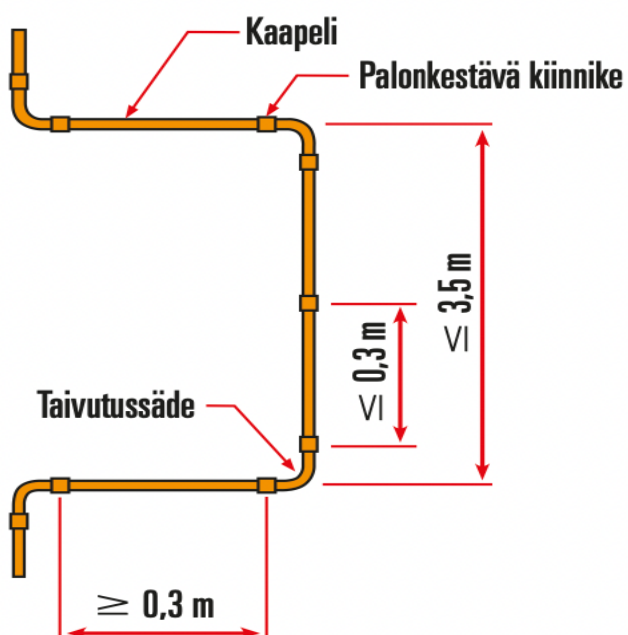
Palonkestoisia asennuksia tehdessä tulee ottaa huomioon se, että järjestelmien tulee sietää paloa, joten liitosten teko ei ole sallittua. Järjestelmän palonkestoisuus pienenee, ja kaapeloinnit voivat vaurioitua liitosten johdosta. [11.]

Lähes jokainen valmistaja asettaa omia asennusohjeitaan. Tämä tarkoittaa myös sitä, että näiden ohjeiden käyttö asennettaessa on vaatimuksellista ja vaadittavaa, jotta järjestelmä toimii oikein. Palonkestävien asennustarvikkeiden kiinnityksessä tulee huomioida se, että kiinnitettävän rakenteen tulee olla myös palonkestävä kuten esimerkiksi teräs- tai betonirakenne. [11.]

Kaapeleita asennettaessa pystysuuntaisesti tulee kaapeloinnissa toteuttaa vedonpoisto aina maksimissaan 3,5 m:n välein. Vedonpoistolla vältetään kaapeleiden liikkuminen sekä pienennetään kaapeleiden painorasitusta. Vaihtoehtoisesti voidaan hyödyntää ns. mutkaa kaapeloinnissa. Mutkalle asennetussa pystykaapelissa aina 3,5 m kohdalla tulee tehdä 90 asteen mutka kaapelointiin, jotta sen paino ei kasva liian suureksi ja sitä kautta johda kaapelin tippumiseen seinältä eli toisin sanoen sama syy kuin vedonpoistolla. [11.]



Kuva 14: palonkestoisten kaapeleiden vedonpoisto. [16]



Kuva 15: Mutkille asennettu pystykaapeli. [15]

Suoritettaessa asennuksia hyllyille hyllyjen tulee olla palonkestäviä. Hyllyjen materiaaleina käytetään terästä, koska niiden tulee kestää paloa. Mikäli hyllyjä

tulee päällekkäin monia, tulee tiedostaa, että palonkestävien hyllyjen tulee olla ylimmäisenä, jottei niiden päälle tipu palon aikana sellaisia hyllyjä, jotka eivät kestä paloa. [13.]

Turvajärjestelmiä asennettaessa tulee turvajärjestelmän kaapelointien olla kaikkien kaapelointien yläpuolella. Tavallisia kaapeleita saa asentaa palonkestäville hyllyille vain, jos niiden mitoitukset ovat samalla tasolla palonaikaisten asennusten kanssa sekä kaapeloinnit erotetaan toisistaan esimerkiksi välilevyillä. [13.]



Kuva 16: Kaapeleiden hyllyasennus. [16]

Asennettaessa jälkikäteen, tai kun rakennusta saneerataan, tulee muistaa, että palonkestoisten asennusten periaatteet ja säännökset ovat samat riippumatta, onko rakennus uusi vai vanha. Jälkeenpäin asennettaessa tulee varmistaa, että hyllyt ovat mitoituksiltaan riittävät. [11.]

Palonkestävien järjestelmien ja asennusten merkinnässä tulee ottaa se huomioon, että merkintöjen tulee olla selkeitä ja että ne voidaan erottaa normaaleista asennuksista. [13.]

Palonkestoisissa asennuksissa tulee aina huomioida, että kiinnikkeet ovat myös palonkestäviä. Palonkestävillä kiinnikkeillä varmistetaan se, ettei esimerkiksi keskusten suojakouret irtoa tai etteivät kaapelihyllyt putoa. [13.]

Kaapeleita vaakasuoraan asennettaessa tulee huomioida kaapeleiden määrä suhteessa kaapelihyllyihin, sillä hyllyn reunan tulee olla korkeampi kuin mihin kaapelit tulevat. Tämä tehdään siitä syystä, että kaapelit eivät saa päästä tippumaan hyllyiltä. [13.]

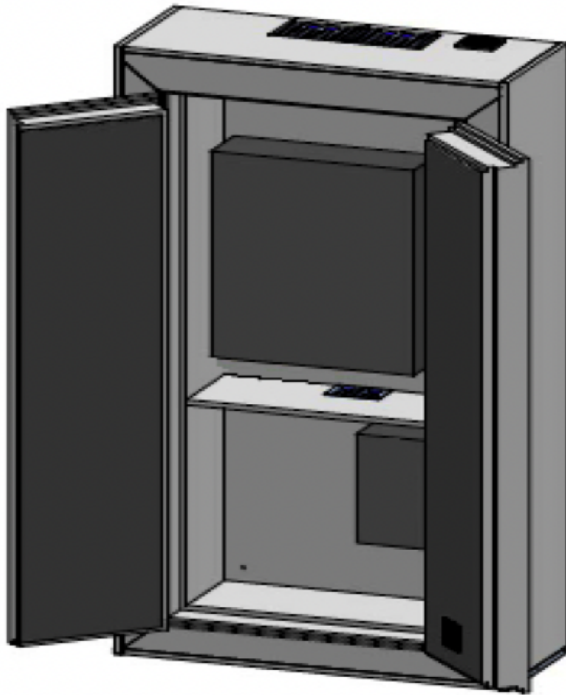
Kohteesta riippuen voi olla asetettuina joitain omia säädöksiä palonkestoisiin asennuksiin. Kohdekohtaiset säädökset on aina otettava huomioon palonkestoisia asennuksia tehdessä. [11.]

Kun palonkestoisia kaapelointeja tehdään, niin tulee varmistaa, että kaapeleiden kiinnitysväli on enintään 300 mm. Kiinnitysvälin säädöksellä 300:n millimetriin vältetään kaapeleiden liikkumiset ja löystymiset. [13.]

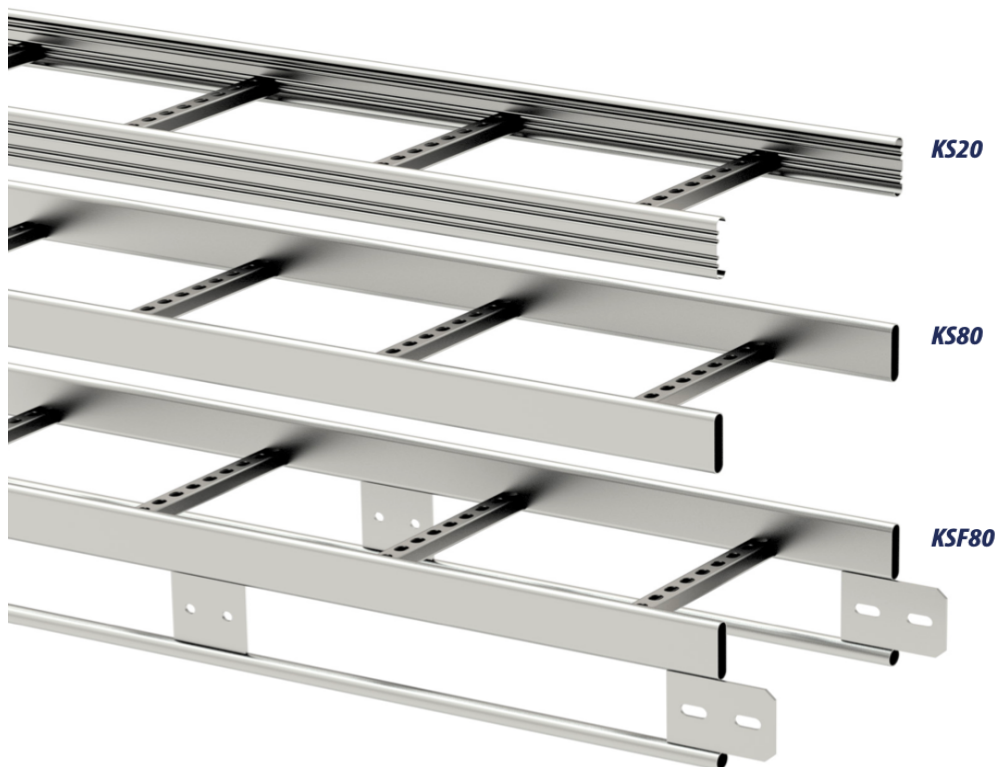


Kuva 17: Palonkestoisten kaapeleiden kiinnitykset ja tuennat. [17]

Palonkestoisissa asennuksissa myös keskusten tulee olla palon kestoisia. Keskusten tulee kestää paloa tiettyihin pisteisiin asti, jotta savunpoistojärjestelmän toiminta pysyy käynnissä. [15.]



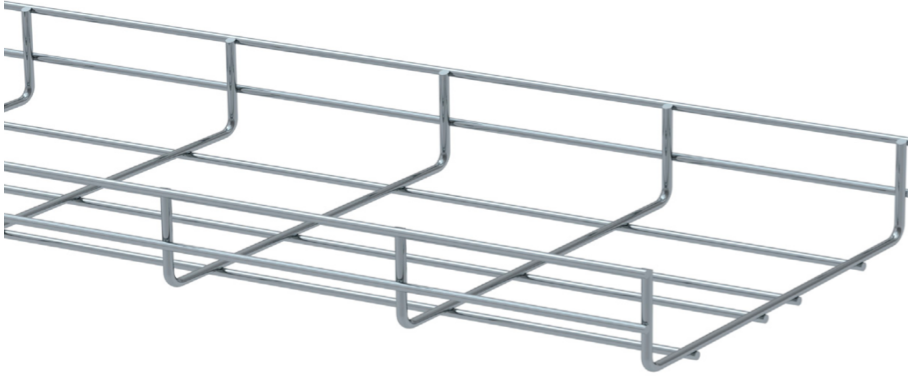
Kuva 18: Palosuojattu keskus. [15]



Kuva 19: Palonkestoissa asennuksissa käytettävät tikashyllyt. [18]



Kuva 20: Palonkestoissa asennuksissa käytettävät levyhyllyt. [18]



Kuva 21: Palonkestoisissa asennuksissa käytettävät lankahyllyt. [18]

Palonkestoisten asennusten hyllyinä käytetään yllä esitettyjä lanka-, levy- tai tikashyllyjä. [18.]

7 Toteutus- ja kustannusvertailut

7.1 Ohjausratkaisut

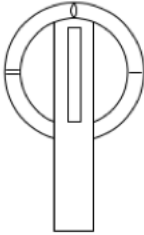
Kuten aiemmin mainitsin, niin savunpoistoa on mahdollista toteuttaa joko painovoimaisesti tai koneellisesti. Yksinkertaisimmillaan savunpoiston ohjaaminen voidaan toteuttaa savunpistoluukkuu syöttävästä ja ohjaavasta keskuksesta. Tällöin savunpoiston ohjauspainike sijaitsee ohjauskeskuksen kannessa. Kun savunpoistossa siirrytään koneelliseen versioon, mukaan tulee savunpoiston jakokeskus. Jakokeskuksesta syötetään savunpoistopuhaltimia sekä savunpistoluukkuja, joiden toimintajännite on 230 voltia. [6.]

Savunpoistoa ohjataan savunpoiston ohjauskeskuksesta eli kansankielellä SPOK:sta. Savunpoisto-ohjauskeskuksesta säädetään kaikkia savunpoiston koneita joko ohjauspainikkeilla tai K-O-A-nokkakytkimillä. Ohjauskeskusten sijoitus toteutetaan useimmiten palokunnan päähyökkäystielle, joka on useimmiten sisäänkäynnin tuulikaapissa. SPOK:n lisäksi rakennusten porrashuoneisiin asennetaan savunpoistopainikkeita hätälaukaisun varalta. Savunpoistopainikkeet asennetaan porrashuoneisiin syystä, että ne ovat lähes aina hätäpoistumisreit-tejä. [6.]

Kuvissa 22 ja 23 on esitetty savunpoistopainike sekä savunpoistonohjauskeskuksen naamakuva eli kokonaiskuva, jonka näkee, kun keskuksen kannen avaa.



Kuva 22: Savunpoistopainike. [19]

<p>SAVUNPOISTOKESKUS ॐ</p> <p>351-SPOK</p> <p>PIKAOHJE</p> <p>1. Aktivoi savunpoisto 2. Käynnistä poisto halutulta alueelta. - Puhallimet käynnistyvät 60s viiveen kuluttua kun ulkoilmapelti JA savunpoistopeltti eivät ole kiinni. - Avaa käsin halutun tilan ovi. - SL2.1 käy AINA muun savulohkon poiston yhteydessä, paitsi SL1.0. - En poikkeusta lukuunottamatta, vain yksi SL voi kernallaan olla käytössä. Uuden valinta keskeyttää edellisen SL:n poiston. 3. Lopeta savunpoisto</p> <p>HUOM! Automaatiikan ohitus käynnistää puhallimet peltien asennosta riippumatta. Kanaviston vauriot todennäköisiä (ali-/ylipaine!)</p>	<p>SAVUNPOISTOPUHALLIN</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> PUHALLIN KÄY <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> TURVAKYTKIN AUKI <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> ULKOILMAPELTI</p>														
<p>SYÖTÖNVAIHTO:</p> <p>I - NORMAALI</p> <p>II - VARASYÖTTÖ</p> 	<p>KORVAUSILMAPUHALLIN</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> PUHALLIN KÄY <input checked="" type="checkbox"/> TURVAKYTKIN AUKI <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> KORVAUSILMAPELTI</p>														
<p><input type="checkbox"/> AKTIVOI SAVUNPOISTO ॐ</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTO AKTIVOITU ॐ <input checked="" type="checkbox"/> VAIHEJÄRJESTYS KUNNOSSA <input checked="" type="checkbox"/> HÄIRIÖ SÄHKÖNSYÖTÖSSÄ (esimerkiksi vaihejärjestys väärä; puhallin pyörii väärään suuntaan)</p> <p><input type="checkbox"/> LOPETA SAVUNPOISTO</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTO PASSIIVINEN</p>	<p><input type="checkbox"/> MERKKIVALOJEN TESTAUS</p>														
<p><input type="checkbox"/> OHITA AUTOMATIikka</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> AUTOMATIikka OHITETTU <input type="checkbox"/> PALAUTA AUTOMATIikka</p>	<p>2.-KERROS</p> <table border="1"> <tr> <td><input type="checkbox"/> SL 2.2 h. 305 2.KRS KÄYTÄVÄ <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI</td> <td><input type="checkbox"/> SL 2.6 h. 311 IV-KONEHUONE <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI</td> </tr> </table> <p>1.-KERROS</p> <table border="1"> <tr> <td><input type="checkbox"/> SL 2.1 h. 202 HAALAUSSÄYTTÄVÄ <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI</td> <td><input type="checkbox"/> SL 2.3 h. 205 MUUNTAJA 1 <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> SL 2.4 h. 206 110kV KOJEISTO <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI</td> <td><input type="checkbox"/> SL 2.5 h. 207 MUUNTAJA 2 <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> SL 2.7 h. 203 20kV KOJEISTOTILA, R. B <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI</td> <td><input type="checkbox"/> SL 2.8 h. 204 20kV KOJEISTOTILA, R. A <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI</td> </tr> </table> <p>K-KERROS ॐ</p> <table border="1"> <tr> <td><input type="checkbox"/> SL 1.0 h. 103 KAAPELITILA/KÄYTÄVÄ <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI</td> <td><input type="checkbox"/> SL 1.1 h. 104 20kV KAAPELITILA, R. B <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> SL 1.2 h. 105 20kV KAAPELITILA, R. A <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI</td> <td><input type="checkbox"/> SL 1.3 h. 107 110kV KAAPELITILA <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td><input type="checkbox"/> SL h. Varalla <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI</td> <td><input type="checkbox"/> SL h. Varalla <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> SL 2.2 h. 305 2.KRS KÄYTÄVÄ <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI	<input type="checkbox"/> SL 2.6 h. 311 IV-KONEHUONE <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI	<input type="checkbox"/> SL 2.1 h. 202 HAALAUSSÄYTTÄVÄ <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI	<input type="checkbox"/> SL 2.3 h. 205 MUUNTAJA 1 <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI	<input type="checkbox"/> SL 2.4 h. 206 110kV KOJEISTO <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI	<input type="checkbox"/> SL 2.5 h. 207 MUUNTAJA 2 <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI	<input type="checkbox"/> SL 2.7 h. 203 20kV KOJEISTOTILA, R. B <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI	<input type="checkbox"/> SL 2.8 h. 204 20kV KOJEISTOTILA, R. A <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI	<input type="checkbox"/> SL 1.0 h. 103 KAAPELITILA/KÄYTÄVÄ <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI	<input type="checkbox"/> SL 1.1 h. 104 20kV KAAPELITILA, R. B <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI	<input type="checkbox"/> SL 1.2 h. 105 20kV KAAPELITILA, R. A <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI	<input type="checkbox"/> SL 1.3 h. 107 110kV KAAPELITILA <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI	<input type="checkbox"/> SL h. Varalla <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI	<input type="checkbox"/> SL h. Varalla <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI
<input type="checkbox"/> SL 2.2 h. 305 2.KRS KÄYTÄVÄ <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI	<input type="checkbox"/> SL 2.6 h. 311 IV-KONEHUONE <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI														
<input type="checkbox"/> SL 2.1 h. 202 HAALAUSSÄYTTÄVÄ <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI	<input type="checkbox"/> SL 2.3 h. 205 MUUNTAJA 1 <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI														
<input type="checkbox"/> SL 2.4 h. 206 110kV KOJEISTO <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI	<input type="checkbox"/> SL 2.5 h. 207 MUUNTAJA 2 <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI														
<input type="checkbox"/> SL 2.7 h. 203 20kV KOJEISTOTILA, R. B <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI	<input type="checkbox"/> SL 2.8 h. 204 20kV KOJEISTOTILA, R. A <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI														
<input type="checkbox"/> SL 1.0 h. 103 KAAPELITILA/KÄYTÄVÄ <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI	<input type="checkbox"/> SL 1.1 h. 104 20kV KAAPELITILA, R. B <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI														
<input type="checkbox"/> SL 1.2 h. 105 20kV KAAPELITILA, R. A <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI	<input type="checkbox"/> SL 1.3 h. 107 110kV KAAPELITILA <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI														
<input type="checkbox"/> SL h. Varalla <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI	<input type="checkbox"/> SL h. Varalla <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> SAVUNPOISTOPELTI														

Kuva 23: SPOK-naamakuva. [6]

7.1.1 Sähköinen käsinohjaus

Sähköisen käsinohjauksen eli relelogiikkaohjauksen omaavassa järjestelmässä ohjaava yksikkö toteutetaan perinteistä reletekniikkaa käyttäen. Releohjausta käytetään savunpoistotason 2 järjestelmissä, joissa käytössä on

savunpoistopuhaltimia sekä -luukkuja. Ohjaukset suoritetaan savunpoistopainikkeilla tai sammutushenkilöstö ohjaa puhaltimia sekä luukkuja ohjauskeskuksesta. Luukut ryhmitellään yleensä laukaisuryhmiin savulohkojen mukaisesti. [2, s. 16]

Käsinohjaus on suosituimpi tapa toteuttaa savunpoistoa, sillä se on perinteinen, ja se osataan toteuttaa pääsääntöisesti ilman ongelmia eikä se vaadi ohjelmointia. Perinteisyytensä johdosta sitä pidetään myös luotettavampana kuin väyläohjattua järjestelmää. Negatiivisina piirteinä käsinohjauksessa on sen työläys monimutkaisissa kohteissa. Se vaatii mittavan määrän kaapeleita, releitä ja komponentteja sekä aina, jos järjestelmälle halutaan tehdä ohjausmuutoksia, niin se vaatii komponentti- ja kytkentämuutoksia. [6.]

7.1.2 Väyläohjaus

Väyläohjauksessa ohjattavat logiikat suoritetaan ohjelmoimalla. Täten savunpoiston ohjausjärjestelmä kytketään ulkoiseen ohjausyksikköön, jolloin käsky lähtee ohjauskeskuksesta ja kulkee ulkoisen ohjausjärjestelmän kautta kaikille ohjauksen piiriin liitetyille laitteille. Väyläpohjainen järjestelmä on yhteydessä ethernet-verkkoon. [20, s. 40]

Kaapelimäärän vähyys selittyy sillä, että releohjatussa verkossa ei ole älyä, eli yksi tilatieto menee aina yhtä ohjauskaapelia pitkin. Väyläpohjaisessa järjestelmässä verkko on älykäs, joten useita tilatietoja saadaan menemään yhdessä ohjauskaapelissa. Suurissa savunpoistojärjestelmissä voidaan saada jopa kymmenkertainen kaapelisäästö. Esimerkiksi 10 kpl FRHF 19x1,5 -ohjauskaapelia voidaan korvata yhdellä älykkäällä FRHF 2x2x0,8 -väyläkaapelilla. Akkuvarmennuksella järjestelmä pysyy käynnissä myös sähkökatkosten ajan. [21.]

Kaapelimäärien pienentyessä luonnollisesti palohyllyjen, -eristeiden sekä palokuormien määrä vähenee merkittävästi. Rakentamiseen kohdistuvista määreistä myöskin asennusaika, -tila sekä virheiden määrä vähentyy luonnollisesti kaapelimäärienkin vähentyessä. Väyläohjatulla logiikalla on käytössä jatkuva

valvonta ja diagnostiikka, joten sen avulla pystytään kartoittamaan jatkuvasti hälytyksiä. Pienempien tarvikemäärien ansiosta keskuksset ovat pienikokoisempia ja niiden toimintaa voidaan hajauttaa ympäri rakennusta, koska tieto kulkee väyläkaapeleita pitkin. Releiden osalta monistus-, aika- sekä lukitusreleitä ei tarvita, sillä kaikki data kerätään muistiin automaattisesti. [21.]

Negatiivisina asioina väyläpohjaisessa järjestelmässä tulee ensimmäisenä järjestelmään ”tuntemattomuus”, sillä se ei ole perinteinen tapa, jolla aina on tehty, joten sen toimintavarmuuteenkaan ei luoteta sekä negatiiviset ennakkoluulot ohjelmointia kohtaan. [6.]

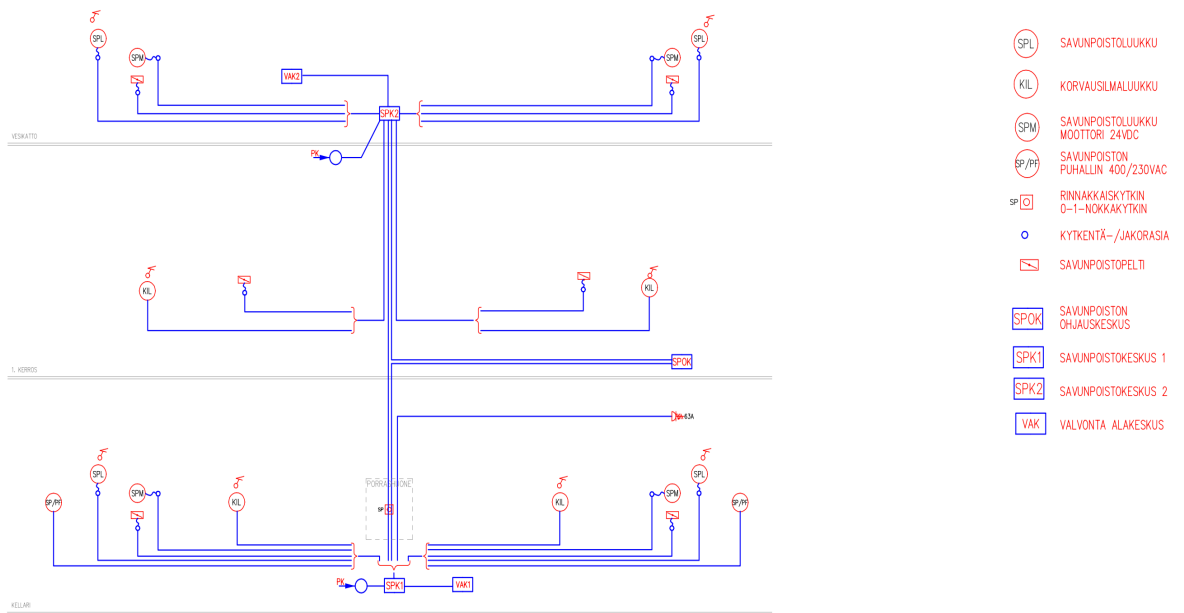
7.2 Mallikaaviot

Seuraavissa kuvissa on esitetty savunpoiston mallikaavioita ja periaatekuvia perinteisellä kaapeloinnilla sekä KNX-väyläohjatulla tavalla.

7.2.1 Perinteisellä kaapeloinnilla toteutettu savunpoisto

Kuten kuvassa 24 on esitetty, niin pääkeskukselta (PK) tulee syöttö savunpoistokeskukselle 1 (SPK1), jolta lähtee syötöt kellarikerroksessa oleville savunpoistolaitteistoille. Savunpoistokeskukselta lähtee myös lähtö VAK:lle instrumentointikaapelilla. VAK:n tehtävä on kerätä tilannetietoa. Savunpoistokeskukselta 1 menee instrumentointikaapeli savunpoistonohjauskeskukselle eli SPOK:lle. Savunpoiston hätälaukaisupainike sijoitetaan porrashuoneeseen, jotta savunpoisto voidaan laukaista nopeammin, mikäli siellä palo ensimmäisenä havaitaan.

Savunpoistokeskus 2:lle (SPK2) tulee oma syöttönsä pääkeskukselta tai syöttö voidaan myös tuoda Savunpoistokeskus 1:n kautta. Savunpoistokeskus 2:n ollessa ylimmässä kerroksessa sen jakelupiiriin kuuluu 1. kerros sekä vesikatto. SPK 2 on myös oma VAK. SPK 2:lta menee myös instrumentointikaapeli SPOK:lle. Savunpoistonohjauskeskuksesta ohjataan kaavion savunpoistolaitteistoja. Kuten kuvasta 25 huomataan niin ohjauskaapeleiden määrä on merkittävä, sillä jokainen ohjaustoiminto vaatii oman ohjauskaapelinsa.



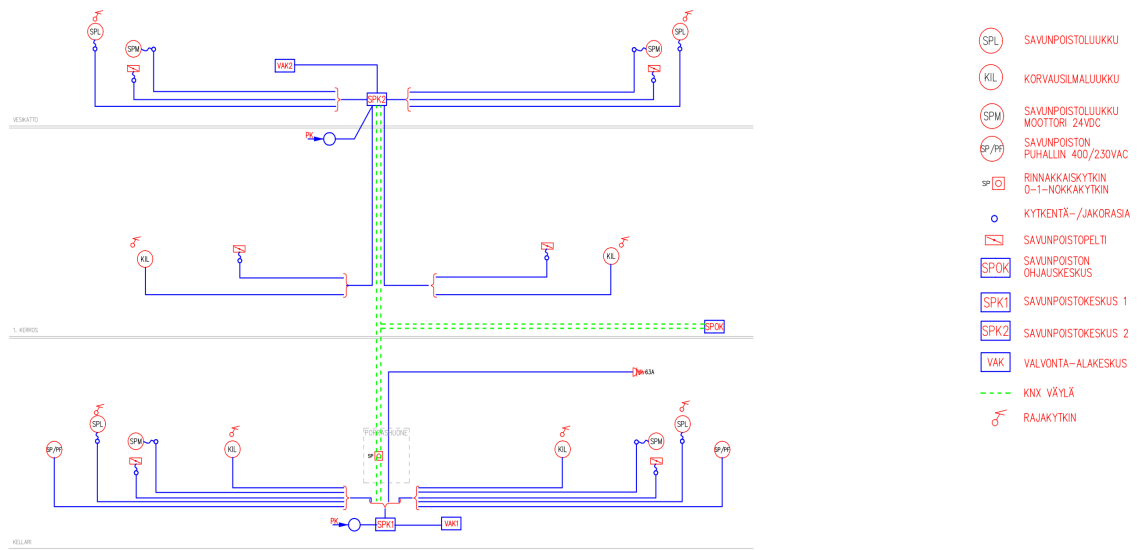
Kuva 24: Perinteisen kaapeloinnin savunpoistokaavio.



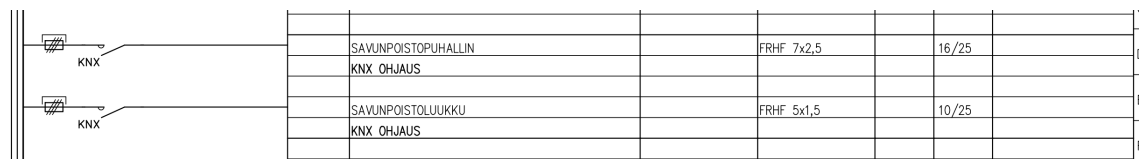
Kuva 25: Perinteisen kaapeloinnin keskuskaavio.

7.2.2 KNX-väyläohjauksella toteutettu savunpoisto

Kuten kuvasta 26 huomataan, niin väyläohjattu toteutus on lähestulkoon samanlainen kaaviomuodossa kuin releohjattu. Erona huomataan KNX-väylän tulo savunpoistokeskusten ja savunpoistonohjauskeskuksen välille. Keskuskaaviokuvassa 27 huomataan kuitenkin ero. Ohjaukskaapeleiden määrä vähenee selkeästi. Kuten aiemmin mainitsin, niin ohjaus voidaan hoitaa yhdellä ohjaukskaapelilla verkon ollessa älykäs.



Kuva 26: KNX-väyläohjauksen savunpoistokaavio.



Kuva 27: KNX-väyläohjatun keskuskaavio.

7.3 BIM

BIM eli Building Information Modelling tarkoittaa rakennusten tietomallintamista 3D-kuvakulmassa. Tietomallinnus ei kuitenkaan ole pelkkä 3D-malli tai ohjelmisto, vaan sen avulla eri suunnittelualat voivat sovittaa suunnitelmansa toistensa kanssa, jotta työmaalla rakentamisessa ei tulisi niin paljon ongelmia yhteensovittamisen kanssa. [22.]



Kuva 28: Tietomallinnus. [23]

Kuvasta nähdään, kuinka mittavissakin rakennuksissa kaikki suunnittelualat saavat järjestettyä suunnittelunsa lopputulokset sopusuhtaisesti muiden suunnittelualojen kanssa. Tietomallinnuksen avulla savunpoistonkin suunnittelussa pystyy hahmottelemaan tarkat paikat, mihin savunpoistolaitteistot voi sijoittaa.

7.4 Kustannusvertailu

Hintavertailua tehtiin releohjatun eli perinteisen kaapeloinnin ja KNX-väyläohjatun järjestelmän välillä. Kuvista pystyy tulkitsemaan järjestelmien sisältämien laitteiden eroavaisuudet. Kuvassa 29 kustannuslaskelmat on tehty releohjatun järjestelmän arvioituilla kustannuksilla ja kuvassa 30 on laskettu KNX-väyläpohjaisen järjestelmän arvioidut kustannukset.

PERINTEINEN						
		€/KPL	€/m	Määrä/kpl	Määrä/m	Lopullinen/€
	SPOK	500		1		500
	SPK	3000		2		6000
	Savunpoistoluukku	700		4		2800
	Korvausilmaluukku	700		4		2800
	Savunpoistopuhallin	5000		2		10000
	Rajapintakytkin	125		8		1000
	Tikashylly 600mm+ kiinnikkeet		28		120	3360
Savunpoistopainike	FRHF 2x1,5		3,84		80	307,2
Savunpoistoluukutluukut	FRHF 5x1,5		6		120	720
Savunpoistopuhaltimet	FRHF 7X2,5		9,1		50	455
Savunpoistoluukku, moottori	FRHF 5X2,5		7,25		60	435
Nousujohto Pääkeskukselta	FRHF 4x35/16		26,56		40	1062,4
voimapistorasias	MMJ 5X16S		19,28		50	964
instrumentointikaapeli	FRHF 12x1,5		11,1		800	8880
	painike	60		1		60
	Jakorasias /Hotfix 4xKR16.4+PE	9,72		10		97,2
Instrumentointikaapeli	FRHF 8x2x0,8		5,7		330	1881
Rajakytkimet	NOMAK 2x2x0,5+0,5		1,3		170	221
						41542,8

Kuva 29: Releohjatus järjestelmän kustannukset. [24; 25; 26]

KNX-VÄYLÄ						
		€/KPL	€/m	Määrä/kpl	Määrä/m	Lopullinen/€
	Logiikka ohjain: LSS 100200 Space YnK	1700		2		3400
	Tehonlähde REG 24 VDC	370		2		740
	Tehonlähde REG/K 320 mA	220		2		440
	KNX USB sovitin	490		3		1470
	KNX IP reititin	75		3		225
	KNX Logiikkayksikkö	125		3		375
	KNX Binääritulo REG/K 8x10	320		3		960
	KNX Binääritulo REG/K 8x230	195		2		390
	SPOK	500		1		500
	SPK	2500		2		5000
	Savunpoistoluukku	700		4		2800
	Korvausilmaluukku	700		4		2800
	Savunpoistopuhallin	5000		2		10000
	Rajapintakytkin	125		8		1000
	Tikashylly 200mm+kiinnikkeet		21		120	2520
Savunpoistoluukutluukut	FRHF 5x1,5		6		120	720
Savunpoistopuhaltimet	FRHF 7X2,5		9,1		50	455
Savunpoistoluukku, moottori	FRHF 5X2,5		7,25		60	362,5
Nousujohto Pääkeskukselta	FRHF 4x35/16		26,56		40	1062,4
voimapistorasias	MMJ 5X16S		19,28		50	964
	Painike	60		1		60
Instrumentointikaapeli	FRHF JE-H(St)H 2x2x0,8		2,24		490	1097,6
	Jakorasias /Hotfix 4xKR16.4+PE	9,72		10		97,2
Rajakytkimet	NOMAK 2x2x0,5+0,5		1,3		170	221
						37659,7

Kuva 30: KNX-väyläohjatus järjestelmän kustannukset. [24; 25; 26; 27; 28; 29]

Kuten kuvista käy ilmi, niin kustannusten erot alkavat tulla selkeästi esille. Hintaeroa kertyy lopulta noin 5000 €, joka on noin 17 %. Releohjatussa järjestelmässä on mittava määrä kaapelointia, mikä hidastaa järjestelmän valmistumista väyläohjattuun järjestelmään nähden. Kustannuslaskuissa ei ole otettu huomioon työhintoja vaan ainoastaan tuotekohtaiset hinnat.

Savunpoistolaitteiden määrän jäädessä vain muutamiin laitteisiin niin hintaerot eivät ole merkittäviä. Rajapintana järjestelmän toteutuksen kannalta pidetään yli kahden savunpoistopuhaltimen järjestelmää. Kun puhaltimien määrä nousee yli kahden, alkaa syntymään merkittäviä kustannuseroja KNX-väylän eduksi, koska kaapelointimäärät nousevat releohjatussa järjestelmässä ja väyläohjatussa järjestelmässä ei juurikaan.

Huomioitavaa toteutuksissa on se, että väyläohjattuun järjestelmään älykkyytensä vuoksi sisältyy paljon erilaisia ohjelmointiin vaadittavia laitteita kuten loogikkaohjain, logiikkayksikkö, reititin, usb-sovitin, binääritulot sekä tehon lähteet.

Kaapeloinnin puolelta huomataan, että runko-ohjauskaapelit FRHF 12x1,5 jäävät pois KNX-toteutetussa järjestelmässä, koska ne korvataan FRHF JE(St)-H 2x2x0,8 -kaapeleilla. Kaapeloinnista syntyy merkittävin hintaero. Myös kaapelihyllyjen ja kiinnikkeiden koon pienentyessä niiden hintakin pienentyy noin 25 %.

8 Yhteenveto

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia savunpoistojärjestelmiä sekä niiden eri toteutusmahdollisuuksia. Vertailua tehtiin koneellisessa savunpoistossa eli releohjauksen ja KNX-väyläohjauksen välillä. Tutkimuksissa tarkasteltiin toteutusten eroja savunpoistokaavioiden, -keskuskaavioiden sekä kustannusten välillä.

Savunpoistokaaviot eivät eronneet hirveän paljoa vaan pääasiallisena erona kaavioiden välillä oli ohjauskeskukselta savunpoistokeskuksille lähtevien ohjauskaapeleiden muutos, sillä releohjatussa järjestelmässä runko-ohjauskaapelina käytössä oli FRHF 12x1,5 ja niiden pituudet kertaantuivat kymmenellä, sillä

verkon ollessa älytön kaapeleissa ei mene kuin yhden ohjauksen tietoja. KNX-toteutuksella runko-ohjauskaapeli voitiin muuttaa FRHF JE(St)H 2x2x0,8 -kaapeliksi, verkossa olevan älyn johdosta. Keskuskaavioiden puolella ero alkoi konkretisoitumaan, ohjauskaapeleiden määrä laski paljon savunpoistopuhaltimien lähdöissä. KNX-väylätoteutuksessa ei tarvittukaan enää kuin yksi ohjauskaapeli älykkään verkon ansiosta. Kustannusvertailussa saimme loppujen lopuksi selville, mitä erilaisia laitteita nämä kaksi järjestelmää tarvitsevat toimiakseen ja miten kustannukset rakentuvat. Kustannusvertailussa yllätti väyläohjauskaapelin JE(St)H 2x2x0,8 -kaapelin matala metrihinta, jonka ansiosta ohjauskaapeleiden hintaerot olivat merkittävästi matalammat KNX-väyläohjatussa järjestelmässä.

Savunpoistojärjestelmiä suunnitellessa tulisi jatkossa kiinnittää huomiota enemmän kohteeseen, johon järjestelmää ollaan tekemässä ja selvittää, minkälaisia järjestelmiä olisi mahdollista toteuttaa. Tulee kuitenkin ottaa huomioon, että jokaiseen paikkaan ei ole mahdollista toteuttaa väyläohjausta ja toisaalta perinteinen käsinohjaus on luotettavampi itse käyttäjän silmin.

Ohimennen asentajan kanssa keskustellessani savunpoistosta ja sen toteutuksesta, hän sanoi olleen aluksi epäluottavainen erääseen kohteeseen tehdystä väyläohjatussa järjestelmästä mutta lopputuloksen myötä huomasi olleen väärässä järjestelmän luotettavuuden ja helppouden kohdalla, koska järjestelmä oli paljon yksinkertaisempi toteuttaa kuin perinteinen käsinohjaus. Aikaa oli jäänyt muiden töiden hoitoon enemmän.

Opinnäytetyö onnistui, ja sen tekeminen opetti paljon aiheesta. Työtä voidaan hyödyntää jatkossa kustannusvertailuja tehtäessä, mutta sitä tulee vielä kehittää. Jotta kustannusvertailusta saadaan täysi hyöty irti, niin kohteen sekä järjestelmän tulisi olla mahdollisimman suuri, jotta nähtäisiin, kuinka merkittäviä kustannuseroja toteutusten välillä voitaisiin saada.

Lähteet

- 1 Toimintatapamme. Verkkoaineisto. Insinööritoimisto Stacon Oy. <<http://www.stacon.fi/toimintatapamme/>> Luettu 20.10.2021.
- 2 Rakennusten savunhallinta ja savunpoistolaitteistojen kunnossapito. 2020. RT 103310. Rakennustieto Oy.
- 3 Savunpoisto. Verkkoaineisto. <<https://www.pohjanmaanpelastuslaitos.fi/palvelut/rakenteellinen-paloturvallisuus/savunpoisto/>> Luettu 20.8.2021.
- 4 Vähäkoski, Kimmo. 2017. Savunpoiston järjestelyt ja suunnittelu. Verkkoaineisto. <https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/koulutus--ja-esitysaineistot/2015/041115_savunpoiston-jarjestelyt.pdf> Luettu 25.8.2021
- 5 Helsingin kaupunki, Rakennusvalvontavirasto. Savunpoisto rakennuksista. Verkkoaineisto. <<https://www.hel.fi/static/rakvv/ohjeet/Savunpoisto.pdf>> Luettu 15.9.2021.
- 6 Rinne, Antti. 2019. Savunpoisto: Sairaaloiden sähkötekniikan ajankohtaispäivä 2019. Verkkoaineisto. <https://ssty.fi/sahkojaos/download/sahkojaoxen_ajankohtaispaiva_helsingissa_6.-7.11.2019/SSTY_Savunpoisto_2019.pdf> Luettu 12.9.2021.
- 7 Kirkkala, Antti. 2019. Yli 400-metrinen tunneli avautuu liikenteelle. Verkkoaineisto. <<https://www.verkkouutiset.fi/yli-400-metrinen-tunneli-avautuu-liikenteelle/#7e460fa6>> Luettu 1.9.2021.
- 8 2021. Mikä on karamoottori. Verkkoaineisto <<https://www.sea-motion.fi/fin/karamoottori/>> Luettu 5.10.2021.
- 9 Pehmökäynnistinopas. Verkkoaineisto. <https://library.e.abb.com/public/d11f99611045fef8c125796e00473a8a/OPAS%20Pehmokaynnistys%20F112_01.pdf> Luettu 14.10.2021.
- 10 Mitä ovat halogeenittomat kaapelit. Verkkoaineisto. <https://lappautomaatio.fi/lapp/_halogeenittomat-kaapelit> Luettu 18.9.2021.
- 11 Kainunkangas, Simo. 2020. Palonkestävistä asennuksista. Pistesarjat kaapelitiedot.pdf.

- 12 Lepistö, Aki. 2015. Palonkestävät johtojärjestelmät. Insinööriyö. Metropolia ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 13 Reka kaapelit. 2012. Flamerex asennus ohje 2012. verkkoaineisto <<https://docplayer.fi/3265170-Palon-aikana-toimivien-flamerex-kaapeleiden-asennusohje.html>> Luettu 18.9.2021.
- 14 Ahlsell. Verkkosivu. <<https://www.ahlsell.fi/34/sahko/asennustuotteet-11-28/16-pinnalliset-jako--ja-liitantarasiat/palonkestava-rasia/>>.
- 15 Palonkestävät jakokeskukset. 2013. verkkoaineisto. <http://jakelulaite.fi/wp-content/uploads/2013/05/JL_Palonkestavat_04_2013_low.pdf> Luettu 15.10.2021.
- 16 OBO Bettermann. 2016. Luettelo. <https://www.obo.fi/fileadmin/DMS/Produktkataloge/05_BSS/Katalog-BSS_fi_2016.pdf> Luettu 5.10.2021.
- 17 Rasimus, Timo. Kauppi, Veijo. Tiainen Esa. 2013. Palonkestävien asennusten käyttö ja määrittely pelastustoimen laitteistossa. Standardin SFS 6000-5-56 soveltaminen. Verkkoaineisto. <<https://tukes.fi/documents/5470659/8489681/2013+palonkestävien+asennusten+käyttö/e78ba48a-9e65-4a95-be68-0f70afbb1467/2013+palonkestävien+asennusten+käyttö.pdf>> Luettu 1.10.2021.
- 18 Meka. Palonkestävät kaapelitiejärjestelmät. Tuotekuvasto. <[Palonkesta_va_t_kaapelitieja_rjestelma_t_esite.pdf](#)> Luettu 7.10.2021.
- 19 2018. Savunhallinta. Verkkoaineisto. <<https://www.spkhuolto.fi/wp-content/uploads/2018/10/tietopaketti-savunpoistosta.pdf>> Luettu 19.9.2021.
- 20 Forsman, Oskari. 2021. Savunpoistojärjestelmien sähkösuunnittelu. Insinööriyö. Metropolia ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 21 Pujol, Zan. 2021. Aluemyyntipäällikkö, EL Smart Buildings. ABB Oy. KNX-savunpoistojärjestelmät.
- 22 MagiCad. BIM. verkkoaineisto. <<https://www.magicad.com/fi/bim/>> Luettu 21.10.2021.
- 23 Talotekniikan YTV2020 laite- ja järjestelmänimistö koekäyttöön – Granlund, Ramboll ja Sweco mukana kansallisissa talkoissa. 2021. Verkkoaineisto. <<https://www.granlund.fi/uutinen/talotekniikan-ytv2020-laite-ja-jarjestelmanimistot-koekayttoon-granlund-ramboll-ja-sweco-mukana-kansallisissa-talkoissa/>> Luettu 25.10.2021.

- 24 Sähköurakan yksikköhintakustannuksia. 2020. Espoo. Sähköinfo Oy.
- 25 Potinkara, Toni. Tuotepäällikkö, Kera Group Oy. Orimattila. Puhelinkeskustelu 29.9.2021.
- 26 Kontkanen, Antti. Sodeca Finland Oy. Helsinki. Puhelinkeskustelu 5.10.2021.
- 27 Verkkosivu. <<https://www.eibmarkt.com/gb/products/Schneider-Electric-SpaceLYnk-Logiksteuerung-LSS100200.html>>.
- 28 Koskinen, Lauri. Specifier Sales Engineer. Schneider Electrics. Espoo. Sähköpostikeskustelu 3.11.2021.
- 29 Liukkonen, Jussi. 2014. Kodinautomaatiolla turvallisuutta ikääntyvälle ja muistisairaalle. Tekniikan suuntautumisvaihtoehto. Satakunnan ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.