



Koneellisen savunpoistojärjestelmän sähkösuunnitteluohjeistus

Opinnäytetyö

Santtu Viitala

Opinnäytetyö, AMK

Tammikuu 2022

Tekniikan ala

Insinööri (AMK), sähkö- ja automaatiotekniikka

Viitala Santtu

Koneellisen savunpoistojärjestelmän sähkösuunnitteluohjeistus

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Tammikuu 2022, 47 + 36 sivua.

Tekniikan ala. Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Verkkojulkaisulupa myönnetty: kyllä

Tiivistelmä

Työssä tutkittiin kiinteistöjen koneellisten savunpoistojärjestelmien suunnittelua, toteutusta ja niihin liittyviä säännöksiä. Tehtävänä oli luoda koneellista savunpoistonjärjestelmää suunnittelevalle sähkösuunnittelijalle ohje prosessin vaiheiden etenemisestä. Tavoitteena toimi koneellisen savunpoistojärjestelmän suunnittelun selkeytys, suunnitteluprosessin nopeuttaminen sekä mahdollisilta virheiltilta välttyminen. Koneellinen savunpoistojärjestelmä on suurien kiinteistöjen yleisissä tiloissa käytetympi kuin painovoimainen savunpoistojärjestelmä.

Alussa perehdyttiin aiheen teoriaan määräyksistä, suunnittelusta ja järjestelmistä. Järjestelmän suunnittelu koostuu eri osa-alueista ja näitä tuotiin työssä esiin. Tarkasteluksi otettiin koneellisen savunpoistojärjestelmän suunnittelu sähkösuunnittelijan näkökulmasta. Tällä tavalla pystyttiin kohdentamaan tieto yhdelle suunnitteluryhmän osa-alueelle. Työssä avattiin käsitystä laitteiston ja kaapelien mitoituksesta sekä suunnittelijoiden roolista vaiheiden aikana. Lisäksi perehdyttiin ohjaustapojen ja lukitusten yhteistoimintaan.

Säännöksistä ja standardeista tuotiin oleellinen tieto esille. Työn aikana haastateltiin eri alojen suunnittelijoita. Haastatteluissa saatua tietoa yhdisteltiin olemassa olevan teorian kanssa. Työssä tarkasteltiin lisäksi palonkestävien kaapeleiden mitoitusta ja niihin liittyviä komponentteja. Koneelliseen savunpoistojärjestelmään kohdistuu turvajärjestelmien vaatimuksia, joita käsiteltiin työn teoriaosuudessa.

Lopputuloksena luotiin toimeksiantajalle koneellista savunpoistojärjestelmää käsittelevä suunnitteluohje ja tarkastuslista. Sähkösuunnittelijan prosessi koneellisen savunpoistojärjestelmän suunnittelusta kuvattiin kokonaisvaltaisesti, jonka pohjalta lopputulos valmistui. Laadunvarmistus toteutettiin lähettämällä ohje ja tarkastuslista kokeneille sähkösuunnittelijoille tarkastettavaksi. Tulokset näyttävät, kun koneellista savunpoistojärjestelmää vaativat hankkeet tulevat yrityksessä ajankohtaiseksi.

Avainsanat (asiasanat)

Sähkösuunnittelu, koneellinen savunpoisto, turvajärjestelmä, palonkestävä

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

Liite 2 ja 3 ovat salassa pidettäviä ja ne on poistettu julkisesta työstä. Salassapidon peruste on Julkisuuslain 621/1999 24§, kohta 21, teknologista tai kehittämistyötä ja niiden arviointia koskevat tiedot. Salassapitoaika on kymmenen (10) vuotta. Salassapito päättyy 11.01.2032

Viitala Santtu

Electrical designing guide of the mechanical smoke extract system

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, January 2022, 47 + 36 pages.

Engineering and technology. Degree Programme in Electrical and Automation Engineering. Bachelor's thesis.

Permission for web publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

It was researched how to design the mechanical smoke extraction system, what elements to consider and which electrical standards to be applied for such a system. Thesis work deliverable, the design guide and checklist for electrical designers, provided the guideline instruction to design such systems efficiently and to minimize the appearance of risks. These systems are mainly used by large buildings, which more often contain the mechanical smoke extraction system rather than traditional gravitational system.

In the beginning, the relevant fire regulations were investigated, and the most important ones were highlighted. Designing the system contained multiple elements which were in focus of work. It was observed how to electrical designer can design mechanical smoke extract system. In this way the information was targeted only to the electrical designing. The elements of system design were described together with the recommended design principles. Control systems and interlockings related to the system were also studied.

Essential information of standards and regulations was described. During thesis work, the experienced electrical designers were interviewed. Additionally, design knowledge was collected from the other field designers. Information collected via interviews was combined with the theoretical material. Study examined additionally fire-resistant cable systems and the associated components. Safety requirements for mechanical smoke extraction system were included.

The study resulted the complete design guide and checklist for the client which are efficient to use. Quality of this guide was established via review process done by experienced designers. The feedback was collected, and it reflected to the contents of updated version of documents. Results will be achieved, when this guideline document is being used for designing mechanical smoke extract systems in future.

Keywords/tags (subjects)

Electrical design, mechanical smoke extraction, safety system, fire-resistant

Miscellaneous (Confidential information)

Attachment 2 and 3 are confidential and have been removed from the public thesis. The basis of secrecy was the Publicity law 621/1999 24§, section 21, technological or development work and their evaluation. Period of the secrecy is ten (10) years, secrecy ends 11.01.2032

Sisältö

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Johdanto | 4 |
| 1.1 | Opinnäytetyön tausta ja tavoitteet..... | 4 |
| 1.2 | Tiedon kerääminen ja aiheen rajaus | 5 |
| 1.3 | Työmenetelmä ja eettiset periaatteet | 6 |
| 2 | Savunpoisto..... | 7 |
| 2.1 | Savunpoiston tarkoitus | 7 |
| 2.2 | Määräykset savunpoistolle | 8 |
| 2.3 | Savulohkot..... | 9 |
| 2.4 | Savunpoistotasot..... | 10 |
| 3 | Turvajärjestelmät | 11 |
| 3.1 | Turvajärjestelmät yleisesti | 11 |
| 3.2 | Palonaikaiset turvajärjestelmät | 12 |
| 4 | Suunnittelu..... | 13 |
| 4.1 | Sähkösuunnittelun periaatteet | 13 |
| 4.2 | Savunpoiston suunnittelu | 15 |
| 4.2.1 | Savunhallintasuunnitelma | 16 |
| 5 | Savunpoistojärjestelmät | 17 |
| 5.1 | Painovoimainen savunpoistojärjestelmä | 17 |
| 5.2 | Suuntapainepuhaltimet | 17 |
| 5.3 | Koneellinen savunpoistojärjestelmä | 18 |
| 5.3.1 | Savunpoistoluukut | 19 |
| 5.3.2 | Savunpoistokanavat ja pellit..... | 20 |
| 5.3.3 | Korvausilma-aukot | 21 |
| 5.3.4 | Savunpoistopuhaltimet..... | 22 |
| 5.3.5 | Tehonlähteet ja ohjausjärjestelmät..... | 23 |
| 6 | Koneellisen savunpoistojärjestelmän sähkösuunnittelu..... | 24 |
| 6.1 | Sähkösuunnittelijan tehtävät | 24 |
| 6.2 | Savunpoistolaitteisto..... | 25 |
| 6.2.1 | Taajuusmuuttajien käyttö..... | 28 |
| 6.2.2 | Laitteiston huolto ja kunnossapito | 28 |
| 6.3 | Palonkestävä kaapelointi | 29 |
| 6.3.1 | Paloluokkamerkinnot | 31 |
| 6.3.2 | Kaapelihyllyt ja kiinnikkeet | 31 |

| | | |
|-------------------|--|-----------|
| 6.3.3 | Jännitteenalenema ja sähkömagneettinen yhteensopivuus..... | 32 |
| 6.4 | Sähkönsyöttöjärjestelmät | 33 |
| 6.5 | Ohjausjärjestelmät | 35 |
| 6.5.1 | Ohjausjärjestelmien toimintavarmuus | 37 |
| 7 | Suunnitteluohje ja tarkastuslista | 38 |
| 7.1 | Tiedonhankinta | 38 |
| 7.2 | Työn kulku ja lopputulokset | 39 |
| 8 | Pohdinta..... | 41 |
| | Lähteet | 43 |
| | Liitteet | 47 |
| | Liite 1. Järjestelmän laajuus, talotekniikan tehtäväluettelo | 47 |
| | Liite 2. Ramboll Finland Oy – Sähkösuunnitteluohje (salassa pidettävä) | 47 |
| | Liite 3. Ramboll Finland Oy – Tarkastuslista (salassa pidettävä)..... | 47 |
| Kuviot | | |
| | Kuvio 1 Savunpoiston toiminta | 7 |
| | Kuvio 2 Savusulkujen toimintaperiaate | 9 |
| | Kuvio 3 Savunpoistotasojen havainnollistaminen | 11 |
| | Kuvio 4 Suuntapainepuhallin liikennetunnelissa | 18 |
| | Kuvio 5 Savunpoistoluukku | 20 |
| | Kuvio 6 Savunhallintapelti..... | 21 |
| | Kuvio 7 Savunpoistoon käytettävä aksiaalipuhallin..... | 22 |
| | Kuvio 8 Savunpoiston ohjauskeskus SPOK..... | 24 |
| | Kuvio 9 Koneellisen savunpoiston laitteisto | 26 |
| | Kuvio 10 Savunpoistopuhaltimien lämpötilaluokat ja toiminta-ajat | 27 |
| | Kuvio 11 Palonkestävä johdin | 29 |
| | Kuvio 12 Kiinnikkeiden käyttöperiaate pystyasennuksessa | 32 |
| | Kuvio 13 Savunpoiston ohjauksen periaatekaavio | 35 |
| | Kuvio 14 SIL-tasot..... | 37 |
| | Kuvio 15 Suunnitteluohjeen sisällysluettelo | 40 |

Lyhenteet

| | |
|-----------|--|
| AC | Alternating current. Vaihtovirta |
| DC | Direct current. Tasavirta |
| EMC | Electromagnetic Compatibility. Sähkömagneettinen yhteensopivuus. |
| FRHF | Fire Resistant Halogen Free. Palonkestävä halogeeniton kaapeli. |
| IEC | International Electrotechnical Commission. |
| LVI | Lämmitys-, vesijohto- ja ilmanvaihto. |
| PAU | Paloautomaatio. |
| SIL | Safety Integrity Level. Turvallisuuden eheystaso. |
| RAU | Rakennusautomaatio. |
| RIL | Suomen Rakennusinsinöörien Liitto. |
| RTS | Rakennustietosäätiö. |
| SFS | Suomen Standardisoimisliitto. |
| SPLK | Savunpoiston laukaisukeskus. |
| SPOK | Savunpoiston ohjauskeskus. |
| ST-kortti | Sähkötietokortisto. |
| TATE | Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo. |
| VAK | Valvonta-alakeskus. Kiinteistöautomaatio. |

1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä perehdyttiin koneellisen savunpoistojärjestelmän toteutustapoihin ja järjestelmän suunnitteluun sähkösuunnittelijan näkökulmasta. Suurin vastuu järjestelmän suunnittelussa on savunhallinnan suunnittelijalla, mutta sähkösuunnittelijan on tärkeä ymmärtää suunnittemiensa ohjauksien ja lukitusten tarkoitus. Savunpoiston olemassaolo on nykypäivän turvajärjestelmävaatimusten johdosta tarkasti valvottua. Kauppakeskuksissa ja toimitiloissa, joissa suuret ihmisjoukot oleskelevat, kiinnitetään vaatimuksiin erityistä huomiota. Koneellisesti toteutettujen savunpoistojärjestelmien suosio on kasvanut lähivuosina, koska ne ovat tehokkaampia ja turvallisempia kuin painovoimaiset savunpoistojärjestelmät.

1.1 Opinnäytetyön tausta ja tavoitteet

Savunpoistojärjestelmät turvaavat ihmisten poistumista, pienentävät omaisuusvahinkoja ja helpottavat sammutustoimintaa mahdollisessa tulipalotilanteessa. Tämän johdosta niiden laadukas suunnittelu ja toteutus ovat suuressa osassa nykyajan uudisrakentamista. Koneellisesti toteutettuja savunpoistojärjestelmiä on uusissa kiinteistöissä yhä enemmän. Työn teoriaosuudessa perehdytään muun muassa turvajärjestelmiin, savunpoistoa koskeviin määräyksiin ja sähkösuunnittelu-prosessiin.

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Ramboll Finland Oy. Ramboll on suunnittelu- ja konsultointialan yritys, joka tarjoaa liiketoiminnan palveluja sekä tuotekehitystä monella eri toimialalla. Yrityksen tavoite on luoda yhteiskunnan toimintaa kehittäviä ratkaisuja. Säätiötoimisessa yhtiössä työskentelee noin 16 000 eri alan ammattilaista ympäri maailmaa. Suomessa työntekijöitä on 2500, jotka ovat koulutukseltaan oman alansa asiantuntijoita. Suomessa yrityksen pääkonttori sijaitsee Espoossa ja liikevaihto oli vuonna 2020 noin 240 miljoonaa euroa. Ramboll tarjoaa kiinteistöt ja rakentaminen -toimialalla sähkösuunnittelupalveluja uusiin ja olemassa oleviin kiinteistöihin. (Ramboll N.d.)

Työssä kehitettiin toimeksiantajalle sähkösuunnitteluohje ja tarkastuslista, jotka helpottavat järjestelmän suunnittelua. Savunpoisto lukeutuu turvajärjestelmiin ja näiden järjestelmien toiminta on uhkaavien tilanteiden aikana varmistettava. Koneellisella savunpoistojärjestelmällä toteutettuja kiinteistöjä ovat suurimmaksi osaksi isommat kiinteistörakennukset. Suunnittelijoiden tulee tehdä

yhteistyötä muiden osapuolten kanssa ja lähtötietojen kulkeutuminen mahdollisimman nopeasti suunnittelijoiden välillä on projektin aikataulun kannalta tärkeää. Savunpoiston suunnittelun ongelma on osoittautunut eri suunnittelijoiden vastuunjako ja lähtötietojen hidas kulkeutuminen osapuolten välillä. Näitä asioita korostetaan työssä ja tuetaan sähkösuunnittelijan tietämystä siitä, mitä hän tarvitsee omien suunnitelmien edistämiseksi.

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehostaa ja helpottaa koneellisen savunpoistojärjestelmän sähkösuunnitteluprosessia. Sähkösuunnitteluohje sisältää suunnittelijalle tärkeimpien tehtävien esittelyn ja esimerkkejä laitteiden sekä kaapeleiden mitoitusperiaatteista. Aihetta käsiteltiin koneellisten savunpoistojärjestelmien monimutkaisen rakenteen vuoksi. Tämänkaltaisen suunnitteluohjeen ja tarkastuslistan tekeminen vähentää suunnittelussa syntyviä virheitä ja turvaa järjestelmän toimintaa.

1.2 Tiedon kerääminen ja aiheen rajaus

Aihealueesta on laajasti teoriatietoa ja tiedon priorisoiminen oli oleellista tulosten saavuttamisen kannalta. Työhön kerättiin tietoa standardeista, ST- korteista, verkkolähteistä ja alan kirjallisuudesta. Lähteiden luotettavuutta tarkasteltiin jatkuvasti työn etenemisen aikana. Standardien ja ST-korttien käyttäminen lähteenä lisäsi työn luotettavuutta. Riittävän laajan aineiston hankinnalla saatiin suunnitteluohjeesta asiantunteuksellinen. Työssä käytettiin vuoden 2020 painosta rakennusten savunhallinnasta (RIL 232-2020), kun vastaavissa opinnäytetöissä on käytetty vuoden 2012 painosta (RIL 232-2012).

Aihe rajattiin koneellisen savunpoistojärjestelmän suunnitteluun. Rajaaminen osoittautui tärkeäksi työn osatekijäksi, koska suunnitteluohjeesta ja kirjallisuudesta saatiin korostettua yksityiskohtaisempaa tietoa. Työssä ei käsitelty painovoimaista savunpoistoa. Toimeksiantajalle luodussa suunnitteluohjeessa ei käsitelty painovoimaiseen järjestelmään kuuluvia laitteistoja, apuvirtalähteellä toimivia savusulkuja eikä suuntapainepuhaltimia. Työn aikana haastateltiin kokeneempia suunnittelijoita ja heidän mielipiteitään yhdistettiin uusimman luotettavan teoriatiedon kanssa. Haastattelujen päämääränä oli kerätä asiantuntijoilta palautetta ja käytänteitä tehdyistä asennuksista. Haastatteluista saatuja vastauksia sisällytettiin tuloksena syntyneeseen suunnitteluohjeeseen ja tarkastuslistaan. Muiden suunnittelijoiden kokemuksen ja ajatusten avulla pyrittiin löytämään

suunnittelun merkittävimmät ongelmakohdat. Tulosten tarkastelussa mietittiin, kuinka ongelmakohtia voidaan välttää.

1.3 Työmenetelmä ja eettiset periaatteet

Tämä opinnäytetyö toimi kehittämistyönä koneellisen savunpoistojärjestelmän sähkösuunnittelu-prosessille. Kehittämistyön kohteena voi toimia prosessi, asiantila tai tuote. (Kananen 2017, 51.) Kehittämiskohteen rajaamiseen on kiinnitettävä huomiota. Kehittäjä toimii ulkopuolisena havainnoijana eikä aktiivisena toimijana, kuten toimintatutkimuksessa. Kehittämisen kohde muotoillaan ongelmaksi. Ongelmasta nouseviin kysymyksiin pyritään vastaamaan työstä saaduilla lopputuloksilla. Laadullisessa tutkimuksessa kerätään tietoa dokumenteista, haastatteluista ja havainnoimalla. Haastatteluissa tutkija luottaa enemmän perehtymäänsä tietoon kuin omaan kokemukseensa. (Mts. 2017, 51–53.)

Kehittämistoiminnalla saatetaan pyrkiä toimintarakenteen tai toimintatavan kehittämiseen. Toimintatavan kehittäminen voi tarkoittaa laaja-alaista koko organisaation toimintatavan selkeyttämistä. Kehittämistavoitteen määrittäjällä on huomattava merkitys kehittämisprosessille. Ulkoapäin määriteltävät tavoitteet ovat esimerkiksi organisaation johdon määrittelevät strategiset tavoitteet, joiden reunaviivojen sisällä organisaatiota kehitetään. Kehittämistoiminta voi muodostaa uusia ideoita, joista syntyy hyödynnettäviä toimintamalleja. (Toikko ym. 2009, 14–16)

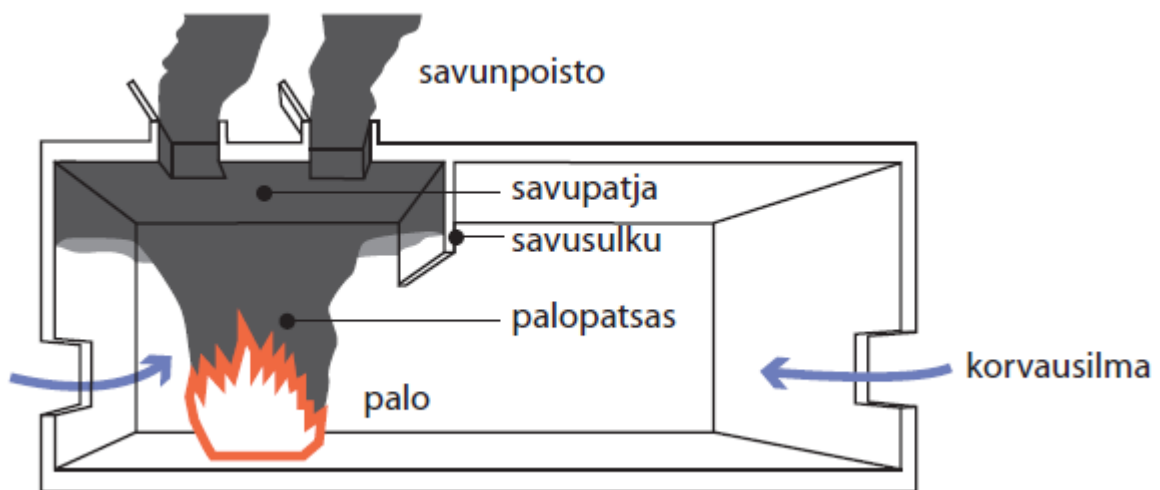
Opinnäytetyön edetessä toimitaan hyvien tieteellisten käytänteiden mukaisesti. Muiden kehittäjien ja tutkijoiden luomia julkaisuja kunnioitetaan viitatessa heidän tutkimuksiinsa. Lähteiden luotettavuutta tarkastellaan ennen niiden käyttöönottamista ja näistä pyritään käyttämään alkuperäisiä julkaisuja. Suoria sitaatteja käytetään standardeihin tai lakipykäliin viitatessa, mutta muuten niitä pyritään välttämään.

Tämän työn liitteenä olevan suunnitteluohjeen sisältö vaikuttaa suunniteltavien koneellisten savunpoistojärjestelmien oikeanlaiseen toimintaan ja siten myös ihmisten turvallisuuteen. Painovoimaisen savunpoiston ohjeistuksen puuttuessa tulee suunnittelijan huomioida tämän järjestelmän olemassaolo turvallisuuden varmistamiseksi. Turvajärjestelmän suunnittelu korostaa suunnittelijan sekä asentajan vastuuta toimivan lopputuloksen aikaansaamiseksi. Työn aikana toteutetut haastattelut ja tiedonhankinta tehdään hyviä eettisiä periaatteita kunnioittaen.

2 Savunpoisto

2.1 Savunpoiston tarkoitus

Tulipalotilanteessa muodostuva savu ei pysty itsenäisesti poistumaan kiinteistön rakenteiden läpi. Suljetun huonetilan sisällä alkavassa tulipalossa, savu kerääntyy huoneeseen ja estää näkyvyyden sekä aiheuttaa huoneessa oleville vaikeuksia hengittää. Savunpoistolla pyritään muodostamaan lattian yläpuolelle savuton tila (ks. kuvio 1), jotta poistuminen ja pelastustoimien aloittaminen onnistuu turvallisesti. Lisäksi savunpoiston avulla pyritään vähentämään omaisuusvahinkoja. Lattian yläpuolelle muodostuva savuton kerros luodaan tarvittaessa savunpoistolaitteistoilla.



Kuvio 1 Savunpoiston toiminta (ST 96.31.01 2020, 4)

Tulipalotilanteessa muodostunutta savua ohjataan siten, että palon kasvu ja mahdolliset omaisuus- sekä henkilövahingot saadaan estettyä. Pienemmissä tiloissa ikkunat ja ovet riittävät poistamaan muodostuneen savun, mutta suuremmissa tiloissa käytetään savunpoiston apuna siihen kuuluvia laitteistoja. Nämä laitteistot ohjaavat savun kulkeutumista rakennuksesta ulos. Suurissa rakennuksissa vaaditaan savunpoistolaitteistoja, jotta suurien ihmisjoukkojen poistuminen saadaan turvattu. Toimintavarmuuden, laitteiston valinnan ja mitoituksen määrittää savunpoiston lopullinen käyttötarkoitus. Savunpoistoon tarkoitettujen laitteistojen hyötyjen saavuttamiseksi on tärkeää, että ne toimivat elinkaarensa läpi luotettavasti. Tällöin laitteisto on kunnossa palon alkaessa ja pystyy täyttämään sille määritellyn tehtävän.

Savu alkaa poistua savunpoistolle tarkoitetuista luukuista, kun korvausilmaa johtavat aukot tai ikkunat on avattu. Käytettäessä savunpoistoon sopivia puhaltimia, korvausilma-aukot avataan ennen puhaltimien käynnistämistä. Mikäli näin ei tapahdu syntyy tilaan alipaine, joka rikkoo rakenteita. Korvausilmaluukuista tai ikkunoista haetaan palonkestävän kaapeloinnin avulla tilatiedot automatiikkaan. Tilatieto varmistaa puhaltimien käynnistymisen oikealla ajanhetkellä. (RTS 19:58 2019, 5.)

2.2 Määräykset savunpoistolle

Rakennukseen tulee suunnitella ja rakentaa sen eri tiloihin soveltuva mahdollisuus savunpoistoon. Tämä toteutetaan sammutus- ja pelastustoiminnan tehostamiseksi. Hissikuiluista ja uloskäytävistä on järjestettävä mahdollisuus korvaavan ilman kulkemiseen ja savunpoistoon. Savunpoistomahdollisuus on oltava myös kellarikerroksen tiloista siten, että sammutusreittejä ja uloskäytäviä ei tarvitse käyttää savunpoistoon. Savunpoisto on tehtävä erityistoimenpitein kuten savunpoistoikkunoiden, luukkujen, puhaltimien tai huonetilojen yläosassa olevien helposti aukeavien ikkunoiden avulla, mikäli perustellut syyt tätä vaativat. (L 848/2017 § 42.)

Pääsuunnittelijan, rakennesuunnittelijan ja erityissuunnittelijan on yhdessä huolehdittava rakennuksen suunnittelusta siten, että käyttötarkoituksensa mukaisesti rakennus täyttää paloturvallisuudelle asetetut tärkeimmät tekniset vaatimukset. Näiden vaatimusten täytyminen on todennettava tapauskohtaisesti huomioiden rakennuksen eri ominaisuudet ja rakennuksen lopullinen käyttötarkoitus. (L 848/2017 § 3.)

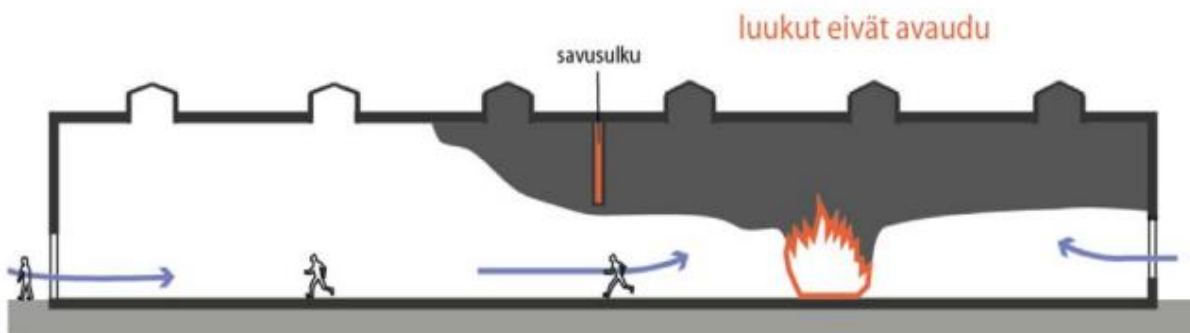
Rakennukset jaetaan paloluokkiin, joita on neljä kappaletta. Paloluokkia P1, P2 ja P3 käytetään, kun suunnittelu toteutetaan noudattaen palomääräysten paloluokkia ja lukuarvoja. Paloluokkaa P0 käytetään silloin, kun rakennus suunnitellaan kokonaan tai osin perustuen oletettuun palonkehitykseen. Rakennus on jaettava palo-osastoihin, jotta savun leviämistä ja palon kehittymistä voidaan rajoittaa. Tällä turvataan poistumista ja tehostetaan sammutus- ja pelastustoimintaa. Tilat on jaettava palo-osastoihin, jos ne poikkeavat palokuormaltaan tai käyttötarkoitukseltaan toisistaan. (L 848/2017 § 14.)

Pelastustoimen laitteiden tulee olla toimintavarmoja sekä turvallisia käyttää. Tämän lisäksi niiden on oltava tarkoitukseensa sopivia. Vaatimustenmukaisuuden täytyminen tulee todentaa varustamalla tarpeelliset merkinnät laitteeseen. Käyttö-, huolto- ja asennusohjeet sekä suoritustasoilmoitus pitää toimittaa laitteen mukana. (L 12.1.2007/10 § 5.)

2.3 Savulohkot

Savuosasto muodostuu savun leviämistä estävistä rakenteista, jotka rajautuvat tiettyyn alueeseen. Tältä alueelta pyritään tulipalossa muodostunut savu poistamaan. Savuosasto rajautuu palo-osastoon ja se jakautuu useisiin savulohkoihin. Savulohko on rakennuksen sisällä oleva alue, jonka sisäpuolelle tulipalossa muodostunut savu kerääntyy. (ST 96.31.01 2020, 4.) Savulohkojen pinta-aloille on erikseen vaatimuksia standardeissa. Tulipalotilanteessa mahdolliset savunpoistolaitteet käynnistyvät siinä savulohkossa, jossa palo on syttynyt. (Mts. 7.)

Savulohkojen kokoa rajoitetaan savusuluilla, jotka ovat kiinnitetty kattoon (ks. kuvio 2). Näillä ohjataan savun kulkeutumista tilassa ja ne ovat olennainen osa savunhallintajärjestelmää. Savusulkujen toimimattomuus tulipalon aikana aiheuttaa koko järjestelmän toiminnan vikaantumisen. Sulkuina voidaan käyttää kohteen rakennusosia kuten suuria lämpötiloja kestäviä seinämiä, palkkeja tai kiinteitä rakenteita sekä savuverhoja. (ST 96.31.01 2020, 2.) Savulohkot muodostetaan siten, että savulohkojen pinta-alat eivät ylitä kriittisiä rajoja. Lohkon pinta-alan ollessa liian suuri, savu alkaa jäähtymään sen reuna-alueilla. Tällöin jäähtynyt savu painuu maata kohti ja estää lopulta turvallisen poistumisen. (RIL 232-2020, 23.)



Kuvio 2 Savusulkujen toimintaperiaate (RTS 19:58 2019, 8)

2.4 Savunpoistotasot

Savunpoisto jaetaan kolmeen eri tasoon (ks. kuvio 3). Savunpoistotaso I kuvaa normaaleja ovia ja ikkunoita apuna käyttävää savunpoistoa. Koneellisen savunpoistojärjestelmän kannalta oleelliset savunpoistotasot ovat II ja III. Taso II tarjoaa palokunnalle mahdollisuuden nopeaan savunpoistolaitteiden käynnistämiseen. Laitteiden avulla tulee muodostaa palokunnalle riittävän turvatut olosuhteet työskentelyyn. Tasossa II savunpoistamiseen käytetään luukkuja tai puhaltimia. Nämä tulee pystyä käynnistämään tai avaamaan palokunnan toimesta painikkeesta, mekaanisesta avauslaitteesta tai lämpöilmaisimien toimintaan perustuen.

Tasolla III tarkoitetaan automaattista laitteistoa, joka käynnistyy savuilmalmaisimien antamasta tiedosta. Laitteisto tulee tästä huolimatta olla laukaistavissa käsin tai jollakin muulla tavalla. Riskitar- kasteluun perustuen tason III mukaista laitteistoa edellytetään esimerkiksi suurten ympäristö- tai omaisuusvahinkojen välttämiseksi. Savunpoistotasossa III savunpoisto aloittaa toimintansa välittömästi.

- Savunpoistotaso I on käytössä silloin, kun sammutustyön tehostamiseksi on asennettu ovet ja ikkunat
- Savunpoistotaso II on käytössä silloin, kun pelastamisen tehostamiseksi ja sammutustyön turvaamiseksi on asennettu erityiset savunpoistolaitteet
- Savunpoistotaso III on käytössä silloin, kun poistumisen turvaamiseksi on asennettu automaattisesti toimiva savunpoistolaitteisto.

(RIL 232-2020, 41.)

| Savunpoiston tarkoitus | Taso | Toimintaperiaate | Laitteisto | Sähkösuunnittelija |
|--------------------------------------|------|-------------------------------|---|--|
| Sammutuksen tehostus | I | Ovilla ja ikkunoilla | Laukaisukeskukset, painonapit, ohjauskeskus, korvausilmaovet ja savunpoistoluukut | Sähkönsyötöt, kosketintiedot ja laukaisumekanismit |
| Pelastamisen ja sammutuksen tehostus | II | Erityisillä laitteilla | Edellä mainittujen lisäksi puhaltimet, pellit ja kanavat | Edellä mainittujen lisäksi puhaltimien ohjaukset, lukitukset ja mahdolliset taajuusmuuttajat |
| Poistumisen turvaaminen | III | Automaattisella laitteistolla | Edellä mainittujen lisäksi laitteisto aloittaa toimintansa automaattisesti | Edellä mainittujen lisäksi automaattiset ohjaukset |

Kuvio 3 Savunpoistotasojen havainnollistaminen

3 Turvajärjestelmät

3.1 Turvajärjestelmät yleisesti

Turvajärjestelmä koostuu sähköisistä laitteista, jotka on tarkoitettu varoittamaan tai suojaamaan henkilöitä vaaratilanteessa. Turvajärjestelmien tulee toimia laajan sähkösyötön häiriön tai tulipalon olosuhteiden aikana. Järjestelmän jatkuva toiminta pystytään varmistamaan erityisillä tehonlähteillä, piireillä, laitteistoilla ja kaapeleilla. Turvajärjestelmien tehonlähteinä voidaan käyttää paristoja, akkuja sekä normaalista syötöstä riippumattomia generaattoreita. Lisäksi pystytään käyttämään erillistä syöttöä jakeluverkosta, joka on riippumaton normaalista syötöstä. (SFS 6000-5-56:2017, 9.) Pienjännitesähköasennukset standardin (SFS 6000-5-56) mukaan turvajärjestelmien, joiden on tarkoitus pystyä toimimaan palotilanteissa, on täytettävä seuraavat vaatimukset:

- On valittava teholähde, joka pystyy pitämään yllä sähkönsyöttöä tarvittavan ajan. (Tämä on lisäksi normaaliin syöttöön esim. yleiseen jakeluverkkoon.)
- Laiterakenteen tai asennuksen avulla turvalaitteilla on oltava palonkestävyys riittävän pitkän ajan.

Lisäksi piirien, jotka syöttävät turvajärjestelmiä, täytyy olla muista piireistä erotettuja. Muutos tai tapahtuma eri järjestelmässä ei saa vaikuttaa toisen järjestelmän toimintaan. Tämä vaatii yleensä järjestelmän erottamista palonkestävillä materiaaleilla. Turvajärjestelmien johtimet eivät saa kulkea räjähdysvaarallisten tilojen läpi. Mahdollisuuksien mukaan vältetään järjestelmän kaapeloinnin kuljettamista palovaarallisten tilojen läpi. (Mts. 8.)

3.2 Palonaikaiset turvajärjestelmät

Palonaikaisia turvajärjestelmiä ovat palopumput, pelastuskäyttöön tarkoitetut hissit, hälytysjärjestelmät, kuten palo- ja häkähälytysjärjestelmät. Lisäksi palonaikaisiin turvajärjestelmiin kuuluvat savunpoistojärjestelmät. Ympäristöministeriön asetuksessa rakennusten paloturvallisuudesta määrätään palonaikaisille turvajärjestelmien toimivuudelle erilaisia säännöksiä. (SFS 6000-5-56:2017, 6.)

Savunpoisto on turvajärjestelmiin kuuluva kokonaisuus. Savunpoistokeskuksen sähkönsyöttö turvataan syöttämällä sitä sähköverkosta ennen kiinteistön pääkeskuksen pääkytkintä. Tällöin keskus on riippumaton muissa piireissä aiheutuvasta syötön katkeamisesta. Kulutuslaitteen liittämässä pääkeskukseen ennen pääkytkintä, tulee huomioida varoituskilven kiinnittäminen. Kilvessä varoitetaan kytkimen jälkeen jännitteiseksi jäävistä osista. Lisäksi ilmoitetaan paikka, missä nuo osat saadaan tarvittaessa jännitteettömäksi. Jännitteiseksi jäävät osat tulee asentaa omaan kennoon tai koteloon. (ST 666.10 2019, 8.)

Savunhallinnan sähköinen järjestelmä suunnitellaan lähtökohtaisesti turvajärjestelmänä. Tämä perustuu ympäristöministeriön asetukseen rakennusten paloturvallisuudesta (L 848/2017). Asetuksesta tulee huomata, että asennukselta vaaditaan toimivuutta eikä pelkästään palolta suojaaminen rakenteellisesti riitä. (RIL 232-2020, 154.) Ylikuormitussuojauksen tehtävänä on valvoa piirin

mahdollista kuormituksen ylitystä, mutta savunpoiston tapauksessa se voidaan jättää pois. Savunhallinnassa sähkönsyötön katkeaminen aiheuttaa vaaratilanteen. Tällöin tulee kuitenkin ottaa huomioon ylikuormituksen valvominen muulla tavoin. (Mts. 156.)

ST-kortin (ST 666.10 2019) mukaan savunhallintasuunnitelmassa on määriteltävä, toteutetaanko ja suunnitellaanko savunpoisto kokonaan vai osittain turvajärjestelmänä. Savunhallintalaitteisto, joka on tehty henkilöturvallisuutta ylläpitämään, edellyttää aina turvajärjestelmää. Mikäli laitteiston ei tarvitse toimia tulipalon aikana ja sillä pyritään ainoastaan palon jälkeiseen savutuuletukseen, ei sitä syöttävän sähköisen järjestelmän tarvitse olla turvajärjestelmä. Kotelointien ja eristeiden palossa syntyy vaara sähköiskulle. Tämä tulee huomioida silloin, kun järjestelmää on tarkoitus käyttää pelastushenkilöstön työskennellessä kohteessa. (ST 666.10 2019, 8.)

Savunpoistotason II kohteissa, joissa laitteistona käytetään koneellista savunpoistoa, on turvajärjestelmien suojaaminen palolta tarpeellista. Laajoihin koneellisiin savunpoistojärjestelmiin kuuluu useita turvajärjestelmiin luettavia laitteita, kuten valvonta-alakeskuksia, ohjauskeskuksia ja taa-juusmuuttajia. Nämä kaikki suojataan palolta ja sijoitetaan turvallisesti. Niitä ei saa suojaamattomina sijoittaa palo-osastoon, jonka savulohkoista on tarkoitus poistaa savua koneellisesti. Sijoittelun ohjeistuksena voidaan pitää turvajärjestelmän laitteiden ryhmittelyä niille varattuihin omiin tiloihinsa. Turvajärjestelmävaatimukset eivät koske johtojärjestelmään liitettävää savunhallintalaitetta, vaan turvajärjestelmä loppuu savunhallintalaitteen liitäntäkoteloon tai liittimille. Liittimestä eteenpäin laitteen liitäntäkaapelin ja toimilaitteen sekä savunhallintalaitteen palonkestoisuusvaatimukset määräytyvät savunhallintastandardin osien eri testien perusteella (RIL 232-2020, 157–159.)

4 Suunnittelu

4.1 Sähkösuunnittelun periaatteet

Sähkösuunnittelu perustuu kiinteistöjen sähköjärjestelmien suunnitteluun. Sähkösuunnittelua tarvitaan, kun kiinteistössä on laitteita, varauksia ja tiedonsiirtoa, jotka tarvitsevat sähköä toimiakseen. Nykyajan sähkösuunnittelussa korostuu yhä enemmän tietotekniikan ymmärtäminen. Perustana suunnittelulle on sähkötekniikan perustuntemus ja sen soveltaminen suunnitelmiin.

Sähkösuunnittelijan tehtäviä ovat sähkölaitteiden mitoitus, keskusalueiden määritykset, johtojärjestelmien- ja suojalaitteiden valinnat sekä sähköpisteiden ja kaapeloinnin ryhmittely. Sähkösuunnittelijalla on vastuu suunnitelmiansa ajantasaisuuden varmistamisesta, hankkeen aikataulussa pysymisestä ja muutosten merkkämisestä. Sähkösuunnittelija voi erikoistua kohteen tai järjestelmän mukaisesti. Tämä tarkoittaa, että suunnittelija erikoistuu paloilmoitin-, äänentoisto-, tai savunpoistojärjestelmän suunnitteluun. Nykyään taloteknisen sähkösuunnittelun alalla vaaditaan suunnittelijalta kuitenkin laaja-alaista osaamista muistakin järjestelmistä. Tämä voi aiheuttaa ongelmatilanteita tietyn erityissuunnittelun osan aikana. (Koponen 2015, 10.)

Sähkösuunnittelu ei ole sähköturvallisuuslain mukaan luvanvaraista toimintaa. Suunnittelijan tulee siitä huolimatta tietää sähköturvallisuuteen vaikuttavat asiat. Tällöin lopulliset sähkösuunnitelmat ovat asiantuntevia ja ottavat huomioon laitteiden sekä järjestelmien turvallisen toiminnan. (Smeds 2018, 9.) Suunnittelu jakautuu taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelon mukaan eri suunnittelun vaiheisiin. Näitä vaiheita ovat:

- Tarveselvitys
- Hankesuunnittelu
- Suunnittelun valmistelu
- Ehdotussuunnittelu
- Yleissuunnittelu
- Rakennuslupatehtävät
- Toteutuslupasuunnittelu
- Rakentamisen valmistelu
- Rakentaminen
- Käyttöönotto
- Takuu-aika.

Tehtävät on jaettu ja luokiteltu suunnittelun kannalta kokonaisuuksiin, joita voidaan täydentää erillisissä asiantuntijatehtäväluetteloissa määritetyillä tehtävillä. Jotkin tehtävät voivat olla päällekkäisiä ajallisesti ja ajoittua hankkeen eri vaiheisiin. (ST 41.10 2017, 1.) Erityisesti kohta C 4.4 taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelossa (TATE) sisältää vastuurajojen jakamisen sellaisissa tehtävissä, jotka vaativat monen suunnittelijan yhteistyötä. Vastuurajojen määrittely projektin alussa, varmistaa muiden suunnitteluosapuolten lähtötietojen vastaanottamisen. (Mts. 8.) Luettelon liitteissä määritellään rakennustyypeille tehtävälistoja oletuslaajuudeltaan. Liitteessä 1 on esitetty taulukko eri tiloille vaadituista järjestelmistä.

4.2 Savunpoiston suunnittelu

Savunpoistoon kohdistuva suunnittelu sisältyy osaksi paloturvallisuussuunnittelua. Paloturvallisuussuunnittelun perusteella saadaan lähtökohdat savunpoiston suunnittelulle. Rakennushankkeen aloitusvaiheessa tehdään riskikartoitus, johon tulee osallistua sellaisten tahojen edustajien, jotka vaikuttavat päätöksillään rakennuksen turvallisuustasoon. Savunpoistokokonaisuuden suunnittelussa huomioidaan järjestelmän kunnossapidon ja huollon toteutus koko järjestelmän elinkaaren ajan. (ST 666.10 2019, 4.)

Savunpoiston ja sen laitteiston suunnittelu on eri alojen ammattilaisten yhteistyötä. Savunpoistosuunnittelija kuvaa savunhallintasuunnitelmassa savunhallinnan toimintaperiaatteen, johon sisältyy palotilanteen aikana välttämättömien toimintojen kuvaaminen. Laitteiston suunnittelija vastaa laitekokonaisuuden suunnittelusta. Hän huolehtii, että laitteiston komponentit toimivat kokonaisuutena sekä normaali- että palotilanteessa. Savunhallintajärjestelmän vastaavaksi suunnittelijaksi nimetään kohteen vastaava LVI-suunnittelija. Tähän tehtävään voidaan nimetä vaihtoehtoisesti savunhallinnan suunnittelija, pääsuunnittelija tai sähkösuunnittelija. Kohteet, joissa savunpoiston suunnittelu osoittautuu hankalaksi, on luokiteltu paloteknisen suunnittelijan tehtäväksi. Savunpoiston suunnittelijan tärkein tehtävä on ilmoittaa savunpoistolaitteiston käyttötarkoitus. Järjestelmään kuuluvien ilmanvaihto-, sähkö-, ohjaus- ja automaatiolaitteiden suunnittelijoilla täytyy olla oman alansa erityissuunnittelijan pätevyys. (RIL 232-2020, 41.)

Suunnittelijoilla tulee olla vähintään rakennusalan peruskoulutus: rakennus-, LVI-insinööri tai arkkitehti. Lakisääteistä minimitasoa savunpoistosuunnittelijan pätevyydelle ei ole asetettu. Suunnitelmien kokonaisuudesta vastaa kohteen pääsuunnittelija. Pääsuunnittelija on vastuussa eri suunnitelmien yhteensovittamisesta. Pääsuunnittelijana rakennushankkeissa toimii usein arkkitehti. Erityissuunnittelijoita savunpoiston suunnittelussa ovat palotekninen suunnittelija, LVI-suunnittelija ja sähkösuunnittelija. Työnjako, syntyvät dokumentit, osa-alueet ja aikataulut on sovittava etukäteen. Lisäksi on käytävä läpi suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden vastuualueita. (ST 666.10 2019, 4.)

LVI-suunnittelijan tulee savunpoiston suunnittelussa mitoittaa puhaltimien tilavuusvirrat, jotka lopulta määrittävät puhaltimien kokoluokan ja tarkan tyyppin sekä niiden tehontarpeen. LVI-

laiteluettelon laatiminen kuuluu LVI-suunnittelijan tehtäviin. Laiteluettelo toimii sähkösuunnittelijan työvälineenä tämän sähköteknisille savunpoistosuunnitelmille. Puhaltimien tehojen avulla pystytään mitoittamaan niiden keskuskomponentit kuten kaapelointi ja sulakkeet. Rakennusautomaatiosuunnittelijan (RAU) tehtävä savunpoiston suunnittelussa on täydentää järjestelmäkaavioon ohjauslogiikkojen ja sähkötekniisten asioiden osuudet. Hän tekee yhteistyötä LVI- ja sähkösuunnittelijan kanssa komponenttien positioiden määrittämisessä. (Tick 2018, 24.)

4.2.1 Savunhallintasuunnitelma

Mitoitus- ja suunnitteluperusteet savunpoistosta sisältyvät erilliseen savunhallintasuunnitelmaan tai palotekniseen suunnitelmaan. Isommissa hankkeissa tällainen laaditaan käsin laukaistaville laitteille. Suunnitelma laaditaan aina, kun kyseessä on automaattinen savunpoisto. Erillinen savunhallintasuunnitelma suositellaan laadittavaksi pienemmissäkin kohteissa helpottamaan järjestelmän suunnittelua. Rakennusvalvonta voi tietyissä kohteissa vaatia kolmannen osapuolen tarkastusta hallintasuunnitelmalle ja siihen liittyville sähkö- ja automaatio-suunnitelmille. (Forsman 2021, 8.)

Suunnitelman sisältö muokkautuu järjestelmän monimuotoisuuden ja kohteen kokoluokan mukaan. Suunnitelmien tulee sisältää perustiedot, joilla pystytään varmistamaan savunpoiston onnistuminen läpi rakennuksen elinkaaren. Savunhallintasuunnitelmassa tulee esittää seuraavat asiat:

- Suunnittelukohde ja savun poistamisen vaikutusalue
- Savunpoiston tarve ja tarkoitus
- Toteutusperiaate ja järjestelmäkaavio
- Mitoitusperuste
- Korvausilmaratkaisut
- Laukaisu- sekä toimintakaaviot
- Laitteiston luokitukset ja laitteet, joille on esitetty turvajärjestelmävaatimuksia
- Kunnossapito-ohje ja käyttöohjeet palokuntaa varten
- Suunnitelmien laatijan yhteystiedot
- Testaus- ja käyttöohjeisiin vietävät tiedot
- Pelastussuunnitelmaan vietävät tiedot
- Huolto- ja kunnossapitosuunnitelmaan vietävät tiedot.

(RIL 232-2020, 61.)

5 Savunpoistojärjestelmät

Savunpoistojärjestelmät voidaan jakaa yleisellä tasolla kahteen eri savunpoistotapaan vertailtaessa niiden toimintaperiaatetta ja laitteistoja. Näitä ovat painovoimaiset ja koneelliset savunpoistojärjestelmät. Lisäksi savunpoistoon voidaan käyttää suuntapainepuhaltimia ja paineistukseen perustuvia laitteistoja. Seuraavissa luvuissa perehdytään koneelliseen savunpoistoon.

Painovoimainen savunpoisto sekä suuntapainepuhallinlaitteisto esitellään lukijalle lyhyesti.

5.1 Painovoimainen savunpoistojärjestelmä

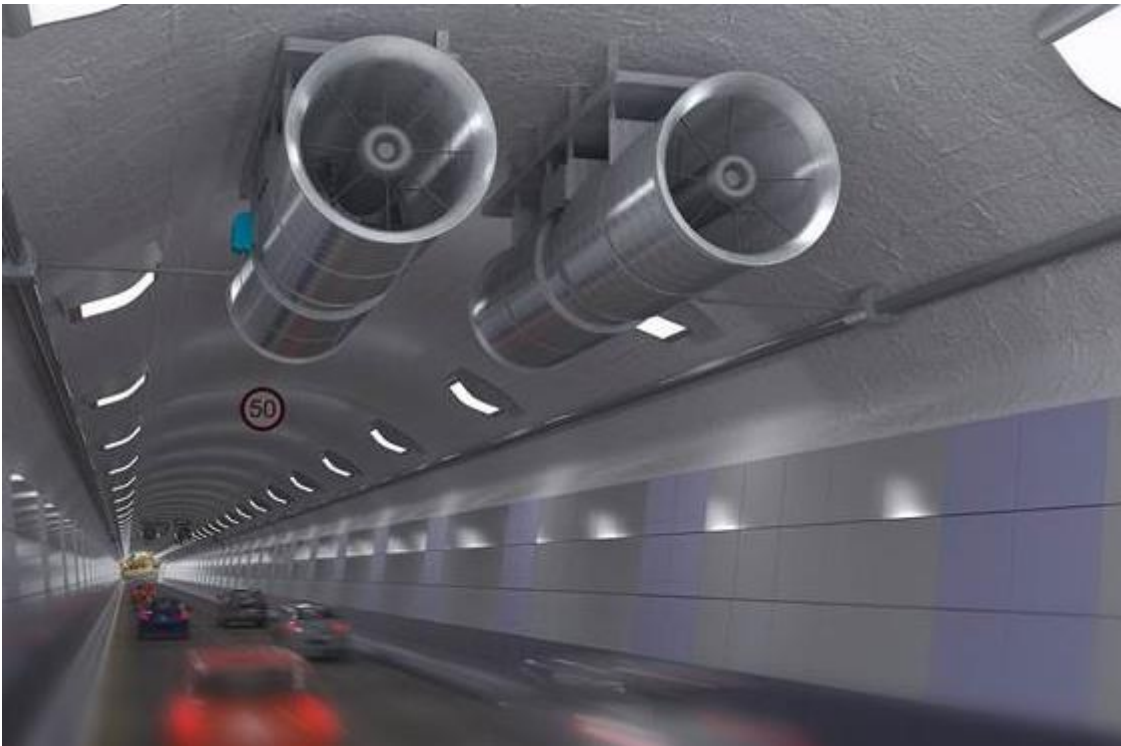
Painovoimaisessa savunpoistossa savua poistetaan nimensä mukaisesti käyttäen apuna painovoimaa. Tavoitteena on johtaa ylöspäin nouseva lämmin savukaasu huoneen yläosaan. Sieltä se johdetaan ulos savunpoistoon tarkoitettujen luukkujen tai ikkunoiden avulla. Korvausilman määrän pysyessä matalana ja paloteho pienenä, helpottaa painovoimainen savunpoisto sammutustöitä huomattavasti. Korvausilmaa tulee olla saatavilla yhtä paljon kuin rakennuksesta poistetaan savua. (Öhman 2014, 18.) Tasapainon järkkyyessä raitisilma sekoittaa savukaasuja, joka johtaa savunpoistoprosessin hankaloitumiseen (Li 2011, 383).

Savunpoistotapoja vertailtaessa on painovoimaisen järjestelmän toiminta helpompi hahmottaa kuin koneellisen. Pelastushenkilöstö päättää, minkä luukun avaus on palotilanteen tukahduttamisen kannalta edullisinta. Järjestelmän ymmärrettävyys pohjautuu siihen, että palokunnan henkilöstöllä on mahdollisuus omien puhaltimien käyttöön. Nämä voidaan sijoittaa oville puhaltamaan korvausilmaa haluttuun huonetilaan. Painovoimaista savunpoistoa käytetään usein porrashuoneissa. (Öhman 2014, 18.)

5.2 Suuntapainepuhaltimet

Savunpoistoon liittyvä suuntapainepuhallinlaitteisto koostuu savun leviämistä rajoittavista rakenteista, savunpoistopuhaltimista, kanavoinnista, korvausilma-aukoista tai puhaltimista sekä suuntapainepuhaltimista (jet-puhallin). Kokonaisuuteen kuuluu myös laitteistojen tehonlähteet ja ohjauslaitteet. Suuntapainepuhaltimien avulla muodostetaan savuttomia vyöhykkeitä mataliin tiloihin. Matalissa tiloissa savua muodostuu usein suuria määriä. Ensisijaisesti savuttomat alueet luodaan palokunnan sammutustyötä helpottamaan. (RIL 232-2020, 24.)

Suuntapainepuhallinlaitteisto käynnistyy, kun ihmiset ovat poistuneet savua ympäröivältä alueelta. Suuntapainepuhaltimia käytetään silloin, kun kohteen tiloihin on haastavaa tehdä tarpeeksi syviä savulohkoja. Laitteistolla voidaan tehostaa myös savutuuletusta tulipalon loppuvaiheessa. Palokunta käyttää liikutettavia suuntapainepuhaltimia sammutuksen avustuksessa. Matalia tiloja, joissa suuntapainepuhaltimia voidaan käyttää ovat liikennetunnelit ja autosuojat (ks. kuvio 4).



Kuvio 4 Suuntapainepuhallin liikennetunnelissa (FläktGroup N.d.)

Liikennetunneleissa savua ohjataan liikenteen kanssa samaan suuntaan. Tällöin huolehditaan poistumisen opastuksesta turvalliseen suuntaan. Tunnelista poistutaan tulevaa korvausilmavirtaa vastaan. Reunoilta avoimet autopaikoitustilat suunnitellaan siten, että suuntapainepuhallinlaitteiston luoma ilmavirta on tuulen suunnan mukainen. Suuntapainepuhaltimia ja savunpoistopuhaltimia ohjataan tulipalossa tuulen kanssa samansuuntaisesti. (RIL 232-2020, 149–150.)

5.3 Koneellinen savunpoistojärjestelmä

Koneellinen savunpoisto luodaan seinän yläosaan ja kattoon asennetuilla puhaltimilla sekä savunpoistokanavilla. Koneellisen savunpoiston tulee kyetä toteuttamaan samat tehtävät kuin painovoimaisenkin savunpoiston. Savunpoistopuhaltimien avulla saadaan lattian yläpuolelle luotua savuton

vyöhyke. Palon syttyessä on koneellisen savunpoistojärjestelmän käynnistyttävä savu- tai lämpöilmaisimista välittömästi, mikäli kyseessä on savunpoistotason III laitteisto. Koneellisten savunpoistolaitteiden nopea ja täydellä teholla toimiminen tulipalon alkaessa on järjestelmään sisältyvä etu. Koneellisesti toteutettu savunpoisto ei ole yhtä tehokas korkeissa lämpötiloissa kuin painovoimainen savunpoisto. Puhaltimien tuottama massavirta pienenee lämpötilan kasvaessa. Tämä johtaa savunpoistoprosessin heikentymiseen. Koneellisen savunpoistojärjestelmän toiminta on tehokainta sellaisissa rakennuksissa, jotka on varustettu automaattisella sammutusjärjestelmällä. Tällainen järjestelmä pitää lämpötilat alhaisempana. (RIL 232-2020, 118.)

Koneellisesti toimivaan savunpoistolaitteistoon kuuluvat puhaltimien käynnistyslaitteet, tehonlähteet ja yhdistelmäluukut. Laitteistoon kuuluvat myös savunhallintapellit, savunpoistoon käytettävät kanavat, korvausilma-aukot tai korvausilmapuhaltimet. Lisäksi kokonaisuuteen liittyvät ohjauskeskus ja kaapeloinnit sieltä laukaisukeskuksille, laukaisukeskukset ja korvausilman avauslaitteet. (RTS 19:58 2019, 8.) Koneelliselle savunpoistolle soveltuvia tiloja tarkasteltaessa, korostuvat maanalaiset tilat ja monikerroksiset rakennukset. Tämänkaltaisissa kohteissa savunpoistoon käytetään kanavointia ja savukaasujen lämpötila on alhainen. (Svartberg 2020, 21.) Esimerkkejä kohteista, joissa käytetään koneellista savunpoistoa ovat:

- Monikerroksiset varastot ja teollisuusrakennukset
- Pysäköintirakennukset
- Monimuotoiset rakennukset ja atriumtilat
- Maanalaiset tilat
- Monikerroksiset ostoskeskukset.

(RIL 232-2020, 55.)

5.3.1 Savunpoistoluukut

Savunpoistoluukut ovat savun poistamiseen tarkoitettuja luukkuja, joihin sisältyy karmi kiinnityksiin, yksi tai mahdollisesti useampi luukku sekä avaus- ja laukaisulaitteet (ST 666.10 2019, 3). Savun poistamiseen käytetään seinä- ja kattoluukkuja sekä ikkunoita. Nämä voidaan avata kaasutoimisella avaajalla, sähköisellä moottoriavaajalla tai pneumaattisella avaajalla. Kaasutoimisen avaajan laukaisuelementtinä toimii yleensä lämpösulake. Avaajatyypin pitää pystyä avaamaan luukku mahdollisesta lumi- tai tuulikuormasta huolimatta.

Savunpoistotasossa II avautuvat luukut ja ikkunat niihin sijoitetun lämpöilmalämpöimien avulla tai niitä ohjataan laukaisupainikkeella. Laukaisupainikkeen lopullisen sijoituksen hyväksyy pelastusviranomainen. (Forsman 2021, 16.) Savunpoistopuhallin ja -luukku voivat olla integroituina yhdeksi kokonaisuudeksi ja näistä käytetään nimitystä HATCH-luukku (mts. 19). Alla olevassa kuviossa on esitetty rakennuksen vesikatolla sijaitsevat savunpoistoluukut.



Kuvio 5 Savunpoistoluukku (SPK huolto 2018, 15)

5.3.2 Savunpoistokanavat ja pellit

Koneellisen savunpoiston kannalta tärkeitä ovat savunpoistokanavat, joiden kautta savu johdetaan ulkoilmaan. Kanavat helpottavat monen palo-osaston samanaikaista savukaasujen poistamista. Kanavat jaetaan kahteen ryhmään sen mukaan, palvelevatko ne yhtä vai useampaa palo-osastoa. Savunpoistokanavien kiinnikkeiden tulee kestää palotilanteessa syntyvät lämpötilojen vaihtelut. Kanavien sisällä olevat savunhallintapellit ohjaavat kuumien kaasujen ja savun virtausta (ks. kuvio 6). Pellit jaetaan samaan tapaan kuin kanavat kahteen ryhmään. Pelti on usein käsin ohjattava, mutta se varustetaan myös lämpöreleellä, joka laukeaa asetetun lämpötilarajan ylittyessä. Savunhallintapellin ollessa auki asennossa, savu pääsee poistumaan palo-osastosta. Kiinni asennossa savun leviämistä muihin palo-osastoihin rajoitetaan. Pellin on liikuttava asennosta toiseen 60 sekunnin kuluessa signaalin vastaanottamisesta. (ST 96.31.01 2020, 15.)



Kuvio 6 Savunhallintapelti (Fläktgroup N.d.)

5.3.3 Korvausilma-aukot

Korvausilma-aukoilla tarkoitetaan ikkuna- ja oviaukkoja, joista huonetilaan virtaa ulkoilmaa saman verran kuin sieltä poistetaan palossa syntyvää savua. Savunpoisto aloittaa tehokkaan toimintansa vasta korvausilma-aukkojen avauduttua. Korvausilmaa johtavien ovien tai ikkunoiden tulee avautua ennen savunpoistopuhaltimien käynnistymistä. Tämän ehdon täyttyminen asettaa vaatimuksia laitteiston ohjaukselle ja suunniteltaville piirikaavioille. Automaattisessa laitteessa käytetään 15 sekunnin viivettä korvausilma-aukkojen ja puhaltimien yhteistoiminnalle. (RTS 19:58 2019, 21.)

Savunhallintajärjestelmät standardi toteaa seuraavasti: ”Savunpoistolaitteistossa on oltava toiminto, jolla rakennukseen syötetään riittävästi viileää ilmaa, joka korvaa poistetut savukaasut”. Tähän voidaan käyttää pysyvästi avoimena olevia korvausilma-aukkoja, luukkuja vierekkäisissä savulohkoissa, automaattisesti avautuvia korvausilma-aukkoja tai koneellista korvausilmansyöttöä puhaltimien avulla. Samaa aukkoa ei voida käyttää yhtäaikaisesti sekä poisto- että syöttöaukkona. (CEN/TR 12101-5 2005, 80.) Korvausilma-aukkojen tulee avautua 60 sekunnin kuluttua avausimpulssin vastaanottamisesta ja niiden tulee jäädä auki asentoon. Tällöin niiden sulkeutuminen korvausilmavirran vaikutuksesta on mahdotonta. (RIL 232-2020, 179.)

5.3.4 Savunpoistopuhaltimet

Savunpoistopuhaltimien toiminta perustuu kuumien savukaasujen nostattamiseen huoneen yläosaan, josta savu poistetaan koneellisesti suoraan kattoon tai seinän yläosaan asennetuilla puhaltimilla. Alapuolelle virtaa samaan aikaan korvausilma-aukoista raikasta ilmaa. Korvausilma voidaan myös puhaltaa siihen erikoistuneilla puhaltimilla huoneeseen. Toiminto voidaan toteuttaa monella eri tapaa. (RIL 232-2020, 63.) Savunpoistopuhaltimia käytetään savukaasun kuljettamiseen kiinteistöä ulkoilmaan myös savunhallintakanavien kautta. Puhaltimet jaetaan keskipakois- ja aksiaalipuhaltimiin (ks. kuvio 7) sekä huippuimureihin. Nämä voivat olla sijoitettuna palotilaan tai sen ulkopuolelle. Palotilan ulkopuolelle sijoitettuna, savukaasuilla ei ole ulkoisia vaikutuksia puhaltimeen. Sisäpuolelle asennettuna savukaasut kuormittavat puhallinta tulipalon aikana. (RTS 19:58 2019, 16.)



Kuvio 7 Savunpoistoon käytettävä aksiaalipuhallin (Systemair N.d.)

Puhaltimiin asennetaan turvakytkimet, joiden avulla huoltotoimenpiteet saadaan tehtyä turvallisesti. Kytkimet sijoitetaan puhaltimien välittömään läheisyyteen ja tilatieto niiden asennosta johdetaan kiinteistövalvontajärjestelmään. Turvakytkin tulee pystyä lukitsemaan auki asentoon mahdollista huoltoa varten. (RIL 232-2020, 160.) Puhaltimien suorituskykyyn vaikuttavat savun lämpötila, tuuli, korvausilma-aukkojen koko ja sijainti sekä järjestelmän sijainti. Savunpoistopuhaltimen laakeroinnin ja moottorin pitää kestää normaalilämpötilassa jatkuva sähkönsyöttö. Puhalti-

mien käyttö ainoastaan palotilanteessa, edellyttää niiden asentamista kiinteästi. Tavalliseen ilmanvaihtoon käytettäessä puhaltimet asennetaan käyttäen värinänvaimentimia ja joustavia liittimiä, joiden lämpötilan kestävyys täyttää puhaltimelle asetetut vaatimukset. (Mts. 199–200.)

5.3.5 Tehonlähteet ja ohjausjärjestelmät

Savunpoistolaitteistossa tulee olla kaksi energian lähdettä. Nämä vaikuttavat järjestelmän suojattuihin osiin, toimintaan, asennukseen ja valmiustilan komponentteihin. Kaikissa liitännäisosissa, kuten savuilmaisimissa olisi oltava vähintään kaksi eri energian lähdettä. (CEN/TR 12101-5 2005, 40.) Sähköisesti toteutetuissa järjestelmissä näitä voivat olla generaattorit ja ladattavat akut. Tulipalotilanteessa koneellisen savunpoiston toimiessa, voivat toimivan savunpoistoalueen viereiset alueet käynnistyä. Tämä on huomioitava, jos jokaisella savunpoistoalueella on oma savunpoistolaitteistonsa. Tehonlähteeltä edellytetään kykyä pitää yllä kaikkia samanaikaisesti toimivia puhaltimia. (Mts. 44.) Puhaltimien tehonlähteiden tulee täyttää normaali- sekä palo-olosuhteissa suurimman tehon ottaman laitteen vaatimukset. Varsinainen tehonlähde ja varatehnlähde mitoitetaan suurimman tehon vaatiman savulohkon mukaan. Savunhallintasuunnitelmassa voidaan edellyttää useampien savulohkojen savunpoistoa samanaikaisesti. Tällöin tehonlähteet mitoitetaan edellisen vaatimuksen mukaisesti. (RIL 232-2020, 123.)

Savunpoiston ohjauslaitteet jakautuvat kahteen osaan. Näitä ovat savunpoiston ohjauskeskus (SPOK) ja laukaisukeskus (SPLK). Laukaisukeskuksesta voidaan käyttää nimitystä moottorikeskus, savunpoistokeskus tai moottorilähtökeskus. Savunpoiston ohjauskeskukseen on sijoitettu painikkeet ja kytkimet, joita pelastushenkilöt käyttävät savunpoiston käynnistämiseen (ks. kuvio 8). Lisäksi siihen on sijoitettu merkkivalot, jotka ilmoittavat eri laitteiden tilat. Laukaisukeskukseen on sijoitettu laitteet, jotka ohjaavat paloilmoittimesta tai ohjauskeskuksesta tulevan signaalin avulla sähkövirran puhaltimien moottoreille tai luukkujen avauslaitteille. Laukaisukeskuksia käytetään painovoimaisen savunpoiston yhteydessä. Molemmat keskuskeskukset on suojattava tulipalon vaikutuksilta, jotta käytettävä järjestelmä toimii määräysten mukaisesti. (Savola 2004, 20.)



Kuvio 8 Savunpoiston ohjauskeskus SPOK (SPK huolto 2018, 16)

6 Koneellisen savunpoistojärjestelmän sähkösuunnittelu

6.1 Sähkösuunnittelijan tehtävät

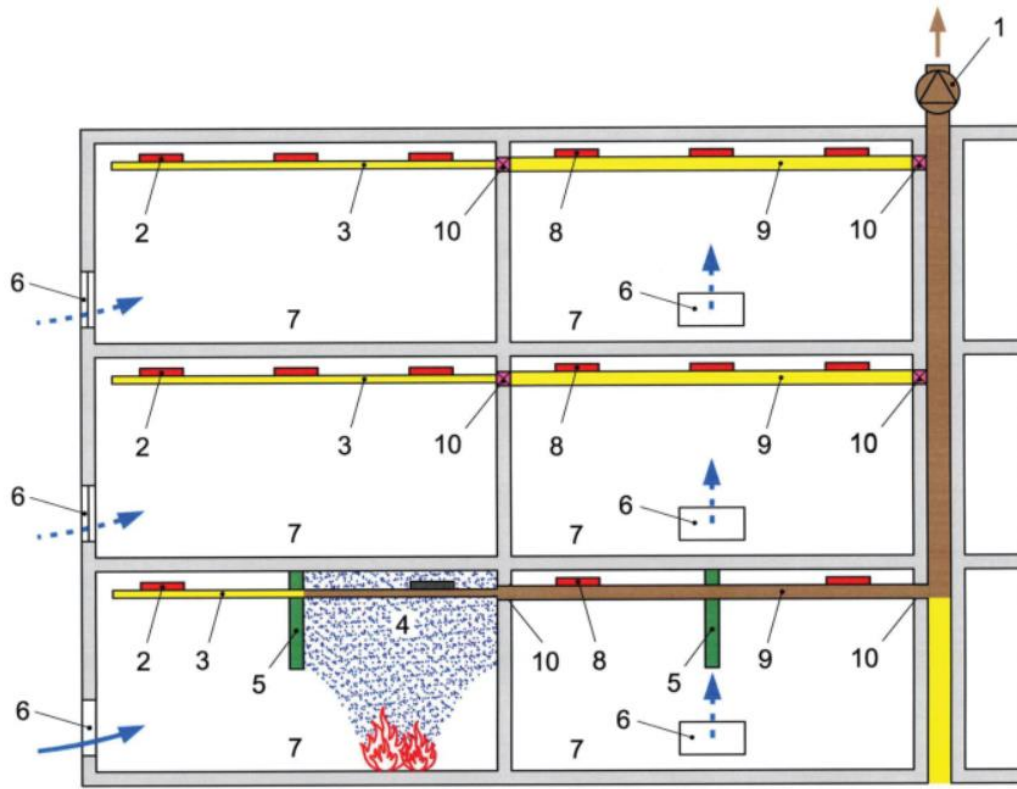
Savunhallintasuunnitelmassa tulee olla erikseen osa, joka kohdentuu sähköisten järjestelmien vaatimuksiin. Sähkösuunnittelija laatii savunpoistoon tarvittavat ohjaus- ja toimintakaaviot paloturvallisuussuunnittelijan suunnitelman pohjalta. Paloturvallisuussuunnittelijan on esitettävä savunhallintalaitteisiin, sen sähköiseen järjestelmään ja laitteisiin sekä johtojärjestelmiin kohdistuvat palonaikaiset toimintakykyvaatimukset. Näiden avulla sähkösuunnittelija pystyy määrittämään komponentit laitteiston eri osiin. (RIL 232-2020, 153.) Sähkösuunnittelija laatii järjestelmään liitty-

vät kaapelointisuunnitelmat johtokaavioina tai tasojohtotuksina. Kaaviosta tulee nähdä savunpoistopuhaltimien, luukkujen ja peltien sijainnit. Tähän eivät sisälly kaapeloinnit, jotka esitetään rakennusautomaatiosuunnitelmassa. Sähkösuunnittelija ja arkkitehti sopivat yhdessä järjestelmän keskusten ja ohjauskeskusten sijoituspaikat.

Sähkösuunnittelija laatii savunpoistojärjestelmän laitteistoja syöttävien keskusten pääkaaviot ja tekee kaapeliluettelot. Hänelle kuuluu savunpoiston ohjauskeskuksen pääkaavion suunnittelu ja ohjausten suunnittelu niiltä osin, jotka eivät ole rakennusautomaatiojärjestelmän osa-aluetta. Hän tekee savunpoistokeskuksen piirikaaviot ja sisällyttää suunnitelmiinsa ehdotuksen savunpoiston ohjauskeskuksen kannen laitesijoittelusta, jos on tarve havainnolliseen ohjauskytkimen sijoitukseen. Piirikaavioiden tekeminen voidaan aloittaa sähkösuunnittelijan vastaanottaessa automaatio-suunnittelijan säätökaaviot. Viimeisinä huomioon otettavina asioina sähkösuunnittelija tarkastaa savunpoiston toiminnalliset yhteydet rakennusautomaatio- ja paloilmoinjärjestelmään sekä huomioi savunhallintasuunnitelman mukaiset palonkesto- ja toiminta-aikaominaisuudet. (RIL 232-2020, 39–40.)

6.2 Savunpoistolaitteisto

Savunpoistolaite suunnitellaan erityisesti savun ja kuumien kaasujen siirtämiseen rakennuksesta palo-olosuhteissa (ST 666.10 2019, 3). Suunnittelija toteuttaa suunnitelmansa siten, että kohteen viranomaismääräykset ja vaatimukset täyttyvät. Suunnitelmista tulee käydä ilmi, millaisia vaatimustasoja ja ominaisuuksia rakennustuotteilta vaaditaan. (RIL 232-2020, 214.) Seuraavan sivun kuviossa on esitetty koneelliseen savunpoistolaitteistoon kuuluva kokonaisuus usean palo-osaston rakennuksesta.



Kuvio 9 Koneellisen savunpoiston laitteisto (RIL 232-2020, 121)

Edellisen kuvan järjestelmän komponenttien numeroinnin selitykset:

1. Savunpoistopuhallin
2. Savunhallintapelti asennettuna kanavan pintaan
3. Savunpoistokanava
4. Savupatja
5. Savusulku
6. Korvausilma-aukko
7. Palo-osasto
8. Palonkestävä savunhallintapelti asennettuna kanavan pintaan
9. Palonkestävä savunpoistokanava
10. Palonkestävä savunhallintapelti asennettuna seinän sisä- tai ulkopuolelle.

Savunpoistolaitteistoon kuuluvien eri laitteiden käynnistysjärjestys ei saa vaikuttaa laitteiden toimintaan haitallisesti. Puhaltimien käynnistyminen ennen korvausilma-aukkoja on tehtävä mah-

dottomaksi. Paineen lasku voi myös estää korvausilma-aukkojen avautumisen. Koko savunpoistolaitteiston tulee saavuttaa suunniteltu toimintataso 90 sekunnin kuluessa käynnistymiskäskyn vastaanottamisesta, kun käynnistys on automatisoitu. (CEN/TR 12101-5 2005, 42.)

Savunpoistoon käytetyn puhaltimen suojauksesta jätetään ylikuormitussuoja pois. Tämä on yleisesti toteutettu siten, että moottoripiirin suojana käytetään gG tyyppin sulakkeita ja ylikuormitussuojana moottorille toimiva lämpörele jätetään pois. (Forsman 2021, 26.) Savunpoistopuhaltimet kytketään savunpoiston ryhmäkeskukseen ja niiden ohjaukset liitetään savunpoiston ohjauskeskukseen. Molemmat liitännät tehdään käyttämällä palonkestävää kaapelia. Savunpoistopuhaltimille on järjestettävä erillinen käynnistymismahdollisuus siltä varalta, että puhaltimen käynnistys ei onnistu ohjausautomaatiikan avulla. Valitun moottorin tulee täyttää vaatimukset, jotka esitetään standardissa EN 60034-1. Alla olevassa kuviossa on esitetty puhaltimien paloluokat, niiden lämpötilan kesto ja toiminta-aika minuutteina. (RIL 232-2020, 200–201.)

| Luokka | Lämpötila °C | Minimitoiminta-aika minuutteina |
|--------|-----------------|------------------------------------|
| F200 | 200 | 120 |
| F300 | 300 | 60 |
| F400 | 400 | 90 tai 120 |
| F600 | 600 | 60 |
| F842 | 842 | 30 |

Kuvio 10 Savunpoistopuhaltimien lämpötilaluokat ja toiminta-ajat (RIL 232-2020, 201)

Savunpoistokeskukseen tuodaan luukkujen ohjaukset ja niiden tilatiedot. Turvakytkimiltä haetaan myös tarvittaessa tilatieto. Ryhmäkeskuksesta viedään rakennusautomaation valvonta-alakeskukseen (VAK) tiedot savunpoiston eri komponenttien tiloista. (Tick 2018, 32.) Korvausilmapuhaltimen tulee saada sähkönsä suojatusti. Se tulee olla varmistettu toisella tehonlähteellä samalla tavalla, kuten savunpoistopuhallin. Käytettäessä korvausilmapuhaltimia savunpoistopuhaltimien lisäksi, tulee näiden molempien käynnistyä samanaikaisesti. (RIL 232-2020, 124–126.)

6.2.1 Taajuusmuuttajien käyttö

Savunpoistopuhaltimet voivat olla kontaktorin ohjaaman syötön perässä tai taajuusmuuttajalla ohjattuja. Taajuusmuuttajaa käytettäessä on siinä yleensä varustettuna palotoiminto, joka mahdollistaa palotilanteessa taajuusmuuttajan lukittumisen yhdelle taajuudelle. Tällöin sen oma ylivirtasuojaja ei toimi ja taajuusmuuttaja toimii, kunnes tuhoutuu. (Forsman 2021, 18.)

Savunpoistopuhaltimessa tarvitaan taajuusmuuttajaa, kun puhallin toimii päivittäisessä ilmanvaihdossa. Tällöin taajuusmuuttaja ohitetaan palotilanteessa ja sähkösyöttö toteutetaan palonkestävällä kaapeloinnilla. Taajuusmuuttajassa on oma ylivirtasuojaja, joka tuo epävarmuutta sen palonriskaiseen toimintaan.

Palotoiminto ei pysty poistamaan kaikkia laitteen ja sen elektroniikan vikatilanteita, joten luotettavuus ei ole yhtä hyvä kuin taajuusmuuttajan suora ohittaminen. Kriittisissä kohteissa on käytön riskit arvioitava erityisesti henkilöturvallisuuden kannalta. Taajuusmuuttaja suojataan palolta, jos se toimii savunpoistojärjestelmään yhdistettynä. Korvausilmapuhaltimissa tarvitaan taajuusmuuttajaa, jos osaa korvausilmasta ei pystytä toteuttamaan painovoimaisesti. Taajuusmuuttajat voivat aiheuttaa merkittäviä sähkömagneettisia häiriöitä, joiden yhteensopivuuden määrittää tarkemmin standardi EN 61800-3. (RIL 232-2020, 159–161.)

6.2.2 Laitteiston huolto ja kunnossapito

Savunpoiston suunnittelussa huomioidaan järjestelmän huollon ja kunnossapidon toteutus koko rakennuksen elinkaaren ajan. Järjestelmän ylläpidon vaatimat toimenpiteet kootaan kohdekohtaisesti laadittavaan kunnossapito-ohjelmaan. Kaikki suoritettavat toimenpiteet pitää dokumentoida järjestelmän huoltopäiväkirjaan. Pelastuslain (379/2011) pykälän 12 mukaan viranomaisten määräämät tai säädöksissä vaaditut varusteet on kyettävä pitämään toimintakunnossa, huollettava ja tarkastettava asianmukaisesti. Tästä veloitteesta vastaa rakennuksen yleisten tilojen ja koko rakennuksen osalta sen haltija, omistaja ja toiminnanharjoittaja sekä huoneiston haltija, niiden tilojen osalta, jotka ovat hänen hallinnassaan. Laitteiston kunnossapitoon liittyvä ohjelma laaditaan rakentamisen ja suunnittelun yhteydessä. (ST 96.31.01 2020, 3.) Savunhallintajärjestelmän uudelleen saattaminen toimintakuntoon vaatii yhteyden ottamista asennusliikkeeseen. (RIL 232-2020, 241).

Järjestelmän oikeanlainen toiminta on varmistettava säännöllisesti testaamalla. Mikäli testauksessa ilmenee puutteita tai vikoja, tulee ne korjata välittömästi. Laittevalmistajalta selvitetään, mitkä laitteet tarvitsevat säännöllistä huoltoa ja niitä tulee huoltaa ohjeiden mukaisesti. (ST 96.31.01 2020, 3.) Savunhallintajärjestelmän kunnossapidossa on tärkeää, että kyseinen järjestelmä säilyttää toimintakuntonsa jatkuvasti. Järjestelmän toiminta pitää testata vähintään kerran vuodessa. Kertatoimisia laitteita sisältäessään, kunnossapito-ohjelma suunnitellaan siten, että laitteet testataan enintään viiden vuoden välein. Laitteiden toimivuuden lisäksi on varmistuttava koko järjestelmän toimivuudesta, joka suositellaan testattavaksi paloilmoitinjärjestelmän savukokeella. Järjestelmäkokonaisuuden toiminta suunnitelmien mukaisesti, varmistetaan vastaanoton yhteydessä ja se tehdään laaditun testaussuunnitelman mukaisesti. (Mts. 9.)

Savunpoiston ohjauskeskusten ja muiden sitä ohjaavien laitteiden sekä järjestelmien oikeanlainen toiminta on varmennettava säännöllisesti kunnossapito-ohjelman mukaan. Näiden tarkastusten väli on noin puoli vuotta. Keskuksesta tarkastetaan merkkivalojen toiminta varoitus- ja hälytyslaitteiden toiminta, akkujen varaustila ja kunto, hätäkeskusyhteyden toiminta sekä palo- ja vikailmoitusten toimiminen. Ilmoitusten vastaanottajia ovat valvomot ja rakennusautomaatiojärjestelmät. Akkuvarmennetun laitteistokokonaisuuden tulee toimia ainoastaan akustoa lataavan laitteen syöttöllä. Tämä pystytään varmistamaan huollon- ja vuositarkastuksen yhteydessä, irrottamalla akku latauksesta ja varmistamalla, että järjestelmän toiminta ei muutu. Moottorigeneraattorin testauksessa huomioidaan riittävä tehontuotto ja käynnistyminen. (Mts. 16–17.)

6.3 Palonkestävä kaapelointi

Palonkestävän johtimen tunnistaa sen etuliitteestä FRHF ja sen ulkovaipan punaisesta tai oranssista väristä (ks. kuvio 11). Johtimen todentaminen palonkestäväksi tehdään kaapelinvalmistajan ilmoittavan palossa toimivuusajan mukaan.



Kuvio 11 Palonkestävä johdin (Datwyler 2014, 40)

Tulipalon aikana toimivassa turvajärjestelmässä on käytettävä seuraavanlaisia johtojärjestelmiä:

- Mineraalieristeisiä IEC 60702–1 ja 60702–2 mukaisia kaapeleita
- Palonkestäviä SFS–EN 50200 tai SFS–EN 60332–1–2 mukaisia kaapeleita
- Johtojärjestelmää, joka on riittävästi suojattu tulipalon vaikutuksilta.

Johtojärjestelmä tulee asentaa ja sijoittaa siten, että piirin jatkuvuus ei heikenny tulipalon aikana.

Piirin jatkuvuuden säilyminen edellyttää johtojärjestelmän palonkestävyyden lisäksi mainittuja ominaisuuksia:

- Liitokset toteutetaan siten, että niiden toimintakyky säilyy vaadittavan ajan tai yhtä pitkään kuin niihin liittyvät kaapelit
- Kaapelien tukeminen ja kiinnitys järjestetään siten, että se kestää vaadittavan ajan tai yhtä kauan kuin tuettava kaapeli.

(SFS 6000-5-56:2017, 11–12.)

Kaapeleita valittaessa on syytä huomata, että kuparijohtimella on suuremmat palonkesto-ominaisuudet kuin alumiinilla ja siitä syystä alumiinia ei voida käyttää palonkestävissä kaapeleissa. Mitoituksessa tulee huomioida kuparin sähköjohtokyvyn laskeminen ja resistiivisyyden kasvaminen suurissa lämpötiloissa. (ST 666.10 2019, 13.) Savunhallintajärjestelmään voi olla kytkettyinä kaapeleita, joiden ei tarvitse pysyä toimintakuntoisina tulipalon aikana eikä niiden tarvitse olla palonkestäviä. Tällaisia kaapeleita ovat rakennusautomaatiojärjestelmään liitetyt tiedonsiirtokaapelit, jos ne eivät ohjaa ilmastointia. Indikointikaapelien ei tarvitse olla palonkestäviä, jos niissä välitetty tieto ei vaaranna turvajärjestelmiin kuuluvien laitteiden toimintaa. (Forsman 2021, 29.)

Kaapelien lämpötilan nouseminen palotilanteessa riippuu eri tekijöistä. Näitä ovat asennustapa, kaapelien sijoittelu, määrä, kuormitus ja käytettävän tilan koko. (RIL 232-2020, 158.) Palonkestävän johtojärjestelmän toteutuksessa tarvitaan seuraavia asennustarvikkeita: sähkö- ja turvajärjestelmien keskukset, liittimet ja jakorasiat, sähkökaapelit, kiinnitystarvikkeet, kaapelihyllyt, kaapelikanavat, kaapelikiinnikkeet sekä läpiviennit (mts. 209).

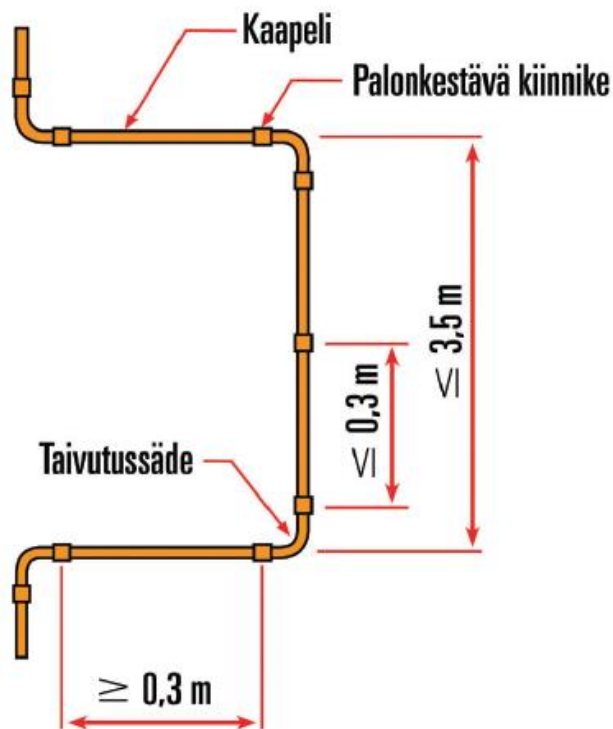
6.3.1 Paloluokkamerkinät

Johtojärjestelmiä tai kiinteistön rakenteita kuvataan paloluokkamerkinöillä. Paloluokkamerkintä koostuu kirjainyhdistelmästä EI, jossa kirjain E kuvaa tiiviyyttä ja kirjain I eristävyyttä. Yhdistelmä kertoo suunnittelijalle tai käyttäjälle tulipalon pidättämis- ja lämmöneristyskyvyn. Kirjainten jälkeen ilmoitetaan aika minuutteina, jonka komponentti tai rakenneosa kestää tulipalotilanteessa. (Heikkinen 2012, 3.)

Esimerkkinä kaapelikannake, jonka paloluokka on E90. Tämä tarkoittaa, että kannake on testattu kykenevän pidättämään tulipalon vaikutukset 90 minuutin ajan. Kaapelijärjestelmän on säilytettävä toimintansa vähintään 90 minuutin ajan savunhallintapainejärjestelmien ja koneellisten savunpoistojärjestelmien yhteydessä kerrostalojen porrashuoneissa sekä erikoisrakenteissa, joissa savunpoistojärjestelmien käyttö on välttämätöntä. Muissa kuin edellä mainituissa tiloissa, tulee savunpoiston kaapelijärjestelmien säilyttää toimintakykynsä vähintään 30 minuutin ajan. Kiinteistön rakenteiden tulee olla samaa palosuojaluokkaa. Rakenteiden pettäminen tekee järjestelmän toiminnan merkityksettömäksi. (Datwyler 2014, 11.) Johtojärjestelmälle valitaan toiminta-ajaksi 30 minuuttia painovoimaisessa ja 90 minuuttia koneellisessa savunpoistossa, mutta voi olla tarpeenmukaista edellyttää pidempääkin aikaa (RIL 232-2020, 160).

6.3.2 Kaapelihyllyt ja kiinnikkeet

Palonkestävissä asennuksissa käytettäviä hyllytyyppejä ovat tikashylly, lankahylly ja levyhylly. Teräshyllyjen maalien palaminen palotilanteessa rasittaa kaapeleita. Levyhyllyt toimivat käyttövarmuutensa puolesta hyvin palonkestävissä asennuksissa. Kaapeleita ei tarvitse kiinnittää koko matkaltaan, mutta näiden pysyminen muista johdoista erillään on varmistettava. (ST 51.06 2020, 4.) Kaapelihyllyjen materiaalina käytetään terästä, sillä se kestää tulipalon vaikutuksia parhaiten. Alumiinihylly notkistuu aikaisemmin kuin teräksestä valmistettu. Kaapelihyllyä asennettaessa pystyyn, saa kaapeleiden kiinnitysväli olla maksimissaan 300 mm. Pystysuoran asennuksen jatkuessa yli 3,5 metriä, tulee kaapeli taivuttaa vähintään 300 mm vaakavetoon (ks. kuvio 12). Vaakaveto toteutetaan aina 3,5 metrin mitan tullessa täyteen. (Heikkinen 2012, 8.)



Kuvio 12 Kiinnikkeiden käyttöperiaate pystyasennuksessa (ST 51.06 2020, 11)

Palonkestävissä asennuksissa käytettävät kiinniketyypit ovat teräksisiä asennus- tai kaarikiinnikekiskoon asennettavia kaarikiinnikkeitä. Lisäksi käytetään yksittäisille kaapeleille ja kaapelipuille tarkoitettuja kiinnikkeitä. Palonkestävissä asennuksissa on hyväksyttävää teräsputken käyttäminen. Alumiini ei materiaalina sovi palonkestävään asennukseen ilman erillistä suojausta. (ST 51.06 2020, 5.) Suurin asennusväli kiinnikkeille on 300 mm. Välimatka voi kasvaa, jos valmistaja testaa tuotteellaan välimatkan kestävyden pidemmäksi. Kaarikiinnikkeen asennuskiskon asentaminen kallelleen tai pystyyn vaatii kiskon alareunaan asennettavaksi kulmaraudan. Tämä estää kaapelin valumisen kiinnikkeen vioittuessa. (Heikkinen 2012, 13.)

6.3.3 Jännitteenalenema ja sähkömagneettinen yhteensopivuus

Normaalista eroava ympäristön lämpötila vähentää kaapelin kuormitettavuutta. Kaapelin poikkipinta määräytyy kuormitusvirran mukaan. Palonaikaisen toimintakyvyn mitoituksessa otetaan huomioon lämpötilan nousu, jotta kaapelin impedanssin ja resistanssin kasvu sekä näistä seuraava jännitteenalenema eivät puuttuisi laitteiden toimintaan. Resisttiivisyyteen vaikuttaa kaapelin todellinen pituus. Pitkillä kaapelivedoilla voi jännitteenalenema nousta suureksi ja ST-kortin mukaisesti

tulipalon aikana toimiville kaapeleille huomioidaan suunnitelmissa 10 prosentin jännitteenalenema. (ST 51.06 2020, 6.)

Palotilanteessa, jossa palon lämpötila on 900 astetta, kasvaa kuparijohtimisen kaapelin resistanssi viisinkertaiseksi normaaliin käyttölämpötilaan verrattuna. Tämä aiheuttaa ongelmia moottorikäytöissä, sillä jännitteenalenema voi resistanssin kasvaessa ylittää 10 prosentin luokkaan. Kun suunnitelmissa ei esitetä loppulämpötilaa huomioivaa laskentaa, tulee johtimen poikkipintaa kasvattaa kaksi kokoluokkaa suuremmaksi tavanomaiseen kaapelointiin verrattuna. ST-kortti toteaa myös, että laskelmien puuttumisen perusteella voidaan vaatia yhden poikkipinnan lisäystä jokaista alkaa 50 metrin kaapelipituutta kohden. (Mts. 11.)

Sähkömagneettinen yhteensopivuus (EMC) laitteiden, asennuksen ja johtojärjestelmän osalta tulee ottaa savunpoiston suunnittelussa huomioon. Yhteensopivuutta vaaditaan myös toimintavarmuusvaatimuksien vuoksi, jota säätää laki pelastustoimen laitteista. Laite on sähkömagneettisesti yhteensopiva, jos se ei lähetä raja-arvoja suurempia häiriöitä ympäristöönsä. Lisäksi laitteen on pystyttävä vastaanottamaan tietty määrä ympäriltä tulevia häiriöitä. Taajuusmuuttajan kaapeloinnissa, tulee siihen liittyvät johtotiet suojata sähkömagneettisuudelta. Moottorikäytöissä sähkömagneettinen suojaus vaimentaa suuritaajuisia laakerivirtoja. (RIL 232-2020, 161.)

6.4 Sähkönsyöttöjärjestelmät

Savunhallinnan sähköisiin järjestelmiin kuuluvat tehonlähteet, ohjausjärjestelmät, johtojärjestelmät ja näihin kaikkiin kuuluvat komponentit. Järjestelmän vikaantuminen palotilanteessa tarvittavaan asentoon tehonsyötön katketessa, asettaa vaatimuksen vain yhdelle tehonlähteelle. Järjestelmille, jotka eivät ole turvallisesti vikaantuvia tulee määritellä vähintään kaksi tehonlähdettä. (RIL 232-2020, 153.) Savunpoistolaitteiden päätehonlähde suunnitellaan siten, että se käyttää yleistä sähköverkkoa tai vastaavaa järjestelmää toimiakseen. Pääkytkimen auki kytkennän jälkeen jännitteiseksi jäävät osat, on asennettava omaan kennoon tai kenttään. Tällöin keskus kyetään huoltamaan turvallisesti. Ennen pääkytkintä otetun syötön mittauksesta sovitaan erikseen jakeluverkko-yhtiön kanssa. Savunpoiston ryhmäkeskusta syöttävän kaapelin tulee olla palonkestävä. (Forsman 2021, 25.)

Päätehonlähteen vikaantuessa tehonsyöttölaitteiston tulee automaattisesti kytkeytyä varatehonlähteeseen. Puhaltimille edellytetään toiseksi tehonlähteeksi dieselgeneraattoria. Akkuvarmennuksella tai apuvirtalähteellä toteutetaan ohjaus- ja laukaisukeskusten, luukkujen, savusulkujen sekä peltien varatehonlähde. Käytettäessä varatehonlähteenä akustoa, tehonsyöttölaitteiston tulee kyetä toimimaan päätehonlähteen tilasta riippumatta. Verkon syötön tai laitteiston vikaantumisen johdosta, varana toimivan tehonlähteen tulee pitää järjestelmää yllä vähintään 72 tuntia.

Generaattorijärjestelmän toimiessa varatehonlähteenä, on kapasiteettivaatimus neljä tuntia ja se yltää samalle tasolle kuin akustolla. Generaattorikoneiston ollessa varattuna ainoastaan rakennuksen henkilöturvallisuusjärjestelmien käyttöön, tarvitaan polttoainevarasto, joka riittää koneiston käyttöön vähintään neljä tuntia täydellä antoteholla. Koneiston palvellessa koko kiinteistöä, tulee polttoainevarasto riittää koneiston käyttämiseen vähintään kahdeksan tuntia. (RIL 232-2020, 167.) Koneiston käynnistäminen tulisi suunnitella tapahtumaan sen jälkeen, kun normaali syöttö on estynyt tai katkeaa (ST 666.10 2019, 13).

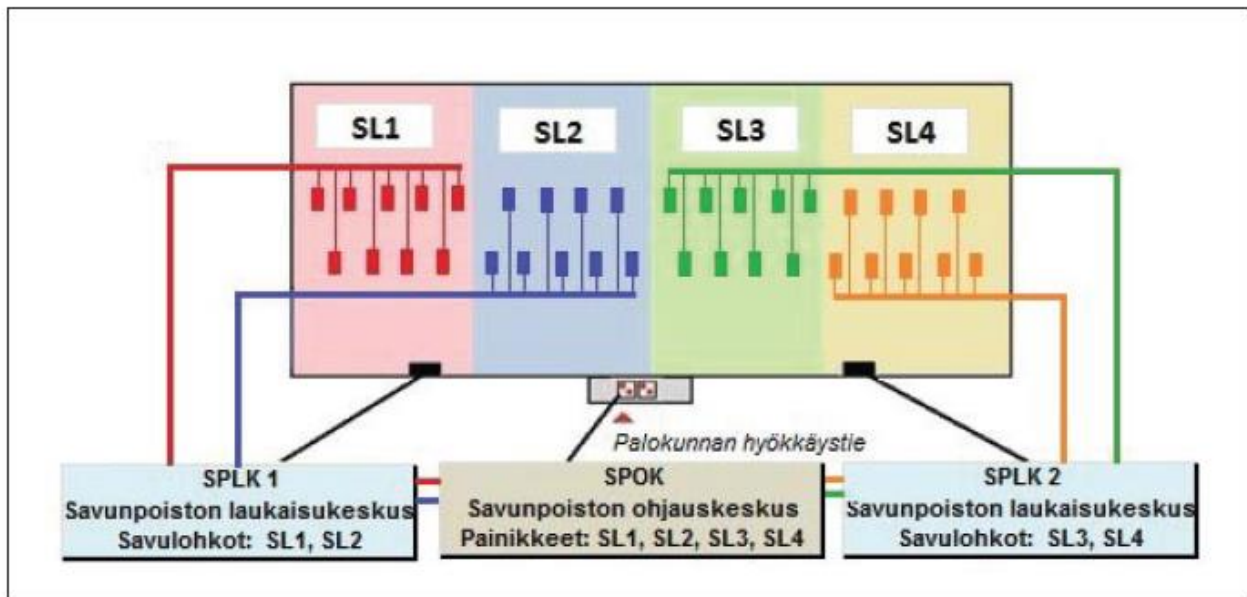
Mitoitus ja varatehon tarve selvitetään savunhallintasuunnitelmassa. Koneellisessa savunpoistossa määritetään, kuinka monen savulohkon puhaltimien täytyy toimia samanaikaisesti. Varavoima voidaan riskien arviointiin perustuen jättää pois tason I ja II järjestelmissä, joissa henkilöturvallisuusnäkökohta ei ole määrävä. Tämä pitää hyväksyttää rakennuslupakäsittelyn yhteydessä ja selvittää, miten savu saadaan poistettua sähkökatkon aikana. Menetelmiä voivat olla palokunnan aggregaatin käyttäminen varatehonlähteenä tai savun poistaminen palokunnan omilla siirrettävillä savunpoistopuhaltimilla. Aggregaatin käyttö on jäänyt vähäiseksi viimeisen kymmenen vuoden aikana, sillä sen käytännön tarve on ollut vähäistä ja palokunnan kannalta hankala toteuttaa. (Forsman 2021, 24.)

Savunpoiston komponenttien tehonlähteitä ei ole saatavilla palonkestävinä, lukuun ottamatta turvakytkimiä. Palosuojaus tulee toteuttaa asennuksen avulla. Suojaus toteutetaan sijoittamalla tehonlähde palonkestävään tilaan tai asentamalla sille riittävä palosuojakotelo. Sähköisten komponenttien suojaamisessa huomioidaan tulipalossa syntyvä kosteus tilan tai kotelon sisällä. Testatuissa koteloissa on yleensä huomioitu kosteuden ja lämpötilan nousu. Erityistä tilaa käytettäessä, tulisi sen pinta-alan olla vähintään 25–30 neliön luokkaa. Sähköturvallisuuteen liittyvistä

asennuksista, tulee olla käytettävissä piirustukset, jotka antavat sijaintitiedot kaikista jakokeskuksesta ja sähkölaitteista nimikkeineen. Lisäksi dokumentoituna pitää olla turvajärjestelmän erityiset ohjaus- ja kytkinlaitteet ja turvajärjestelmien laitteet käyttötarkoituksineen sekä ryhmäjohtotietoineen. (ST 666.10 2019, 12–13.)

6.5 Ohjausjärjestelmät

Savunpoiston ohjauskeskukset eivät sisällä akustoa, mutta laukaisukeskukset taas sisältävät (Forsman 2021, 35). Savunpoiston ohjauskeskus sijoitetaan siten, että se on palokunnan toiminnan kannalta helposti lähestyttävissä paikassa. Tämä voi olla paloilmotinkeskuksen yhteydessä tai riittävän hyvin merkityssä paikassa. Laukaisukeskukset sijoitetaan sähkösuunnittelijan määrittelemään paikkaan siten, että ne ovat mahdollisimman lähellä puhaltimia ja luukkuja. Luukkujen avauslaitteiden jännitteinä käytetään 24 VDC, 32 VDC ja 48 VDC ja puhaltimilla 380 VAC. Alla olevassa kuviossa on esitetty savunpoiston ohjauskeskus ja laukaisukeskukset, jotka ohjaavat neljää eri savulohkoa.



Kuvio 13 Savunpoiston ohjauksen periaatekaavio (RIL 232-2020, 205)

Ohjausjärjestelmien sijoittelussa tulee ottaa huomioon, että ohjauskeskuksia ja laukaisukeskuksia ei ole saatavilla palonkestävinä. Palosuojaus täytyy vaadittaessa saada aikaan asennuksen avulla,

asentamalla laite omaan käyttötapaosastoituun tilaansa tai testattuun koteloon. Pelastusviranomaisen määrittelee painikkeille sijoituspaikan. Ohjauskeskukset luokitellaan ohjauslaitteiden mukaan neljään eri luokkaan:

- Luokka A
 - Mekaaniset ohjauskeskukset
- Luokka B
 - Pneumaattiset ja perusohjauskeskukset
- Luokka C
 - Laukaisukeskukset, joilla ei suoraa yhteyttä paloilmaisimille
- Luokka D
 - Suora yhteys paloilmaisimille.

(RIL 232-2020, 206–207.)

Ohjausjärjestelmä voidaan kytkeä ulkopuoliseen järjestelmään ja rakennusautomaatioon myös siten, että niiden kautta ohjataan savunhallintaan liittyviä laitteita. Lisäksi savunhallintajärjestelmän käyttäminen ilmanvaihtoon on mahdollista, mutta tällöin lisätoiminnot on kytkettävä ohjausjärjestelmään. Näiden kytkentöjen vika ei saa vaikuttaa ohjausjärjestelmän toimintaan palotilanteessa. (ST 666.10 2019, 8.) Ilmanvaihdon hätä/seis- kytkin sijoitetaan lähelle savunpoiston ohjauskeskusta tai keskuksen sisään siten, että ilmanvaihto voidaan tarvittaessa kytkeä pois päältä. Ilmanvaihtoon kuuluva laitteisto kytketään pois päältä palon alkuvaiheessa. Tämä ei kuitenkaan toteudu tilanteessa, jossa ilmanvaihtolaitteistoa käytetään savunpoistoon. (Forsman 2021, 36.)

Sähköinen käsinohjaus (savunpoistotaso II) tarkoittaa, että kohteessa on savunpoiston ohjauskeskus, josta sammutukseen erikoistunut henkilökunta ohjaa puhaltimia päälle ja pois tai sulkee sekä avaa luukkuja. Luukut ryhmitellään lohkojen mukaan laukaisuryhmiin, jotka otetaan huomioon savunpoiston ohjauskeskusta suunniteltaessa. Avausmekanismi käsinohjauksessa voi vaurioitua, jos palon lämpötila nousee korkeaksi. Tämän vuoksi käsinohjauksen lisäksi luukut varustetaan lämpösulakkeilla, jotka laukaisevat luukun automaattisesti.

Savunpoiston automaattinen ohjaus (savunpoistotaso III) tehdään paloilmottimen kautta. Virhetilanteiden välttämiseksi se tulee toteuttaa kaksivaiheisena. Ensimmäisenä toimivan paloilmottimen ilmoitus viedään turvalavomoon ja hätäkeskukseen, jonka lisäksi voidaan käynnistää mahdolliset

kuulutukset. Toisen käynnistyvän paloilmaisimen ilmoittaessa palon alkamisesta, aktivoituu savunpoisto. Tällöin laitteet käynnistyvät siinä savulohkossa, josta on tullut kaksi ilmaisu. Palo-ovet sulkeutuvat, ilmanvaihto pysäytetään, savusulut laskeutuvat ja hissit ajetaan turvalliselle tasanteelle. Automaattinen ohjaus toteutetaan savunpoistojärjestelmän jakokeskuksessa tai ohjauskeskuksessa sijaitsevilla K-0-A ohjauskytkimillä. Automaattinen ohjaus koskee ainoastaan palon alkuvaihetta. Sammutusvaiheessa ja jälkituuletuksessa savunpoisto tehdään käsinohjauksella, jonka vuoksi automaattisessa järjestelmässä tulee olla tähän mahdollisuus. Automaattisen savunpoiston ohjaukset kirjataan paloilmaittimen toteutuspöytäkirjaan. (ST 666.10 2019, 10.)

Laajoissa järjestelmissä on kannattavampaa käyttää paloautomaatio-ohjauksia taloudellisista ja käytännöllisistä syistä. Perinteisessä järjestelmässä ohjauslogiikat ovat haastavia toteuttaa ja kaapeloinnit ovat pitkiä. Savunpoiston ohjaamisen toteuttaminen väyläteknikkaan perustuvan järjestelmän avulla mahdollistaa ohjauslogiikkojen tekemisen ohjelmallisesti ja kaapelointimäärien vähenemisen. Tällöin ohjausjärjestelmä kytketään ulkopuoliseen ohjausjärjestelmään, jonka kautta se kulkeutuu toimilaitteille. (Mts. 8.)

6.5.1 Ohjausjärjestelmien toimintavarmuus

Ohjausjärjestelmien toimintavarmuuteen voidaan lukea kuuluvaksi sammuttajien kyky käyttää ohjausjärjestelmää. Suunnittelun tavoitteena on ohjausjärjestelmän yksikertaisuus ja helppokäyttöisyys. (ST 666.10 2019, 11.) Savunhallinnan ohjaus tehdään yhä useammin automaatiojärjestelmän avustuksella tai se on integroituna rakennusautomaatiojärjestelmään. Toimintavarmuus on tällöin osoitettava. Ohjausjärjestelmän ja erityisesti sen osana olevan automaatio- tai väyläjärjestelmän toimintavarmuuteen on erilaisia ratkaisuja. Yksi näistä on eheystasoluokitus eli SIL (Safety Integrity Level). SIL-luokituksessa on neljä eri tasoa, joilla pystytään määrittelemään todennäköisyys turvatoiminnon epäonnistumiselle. Alla olevassa kuviossa neljä SIL-tasoa esitettyinä.

SIL-luokituksessa on neljä tasoa, joilla määritellään todennäköisyys sille, että turvatoiminto epäonnistuu sitä vaadittaessa:

- SIL 4: 10^{-5} ... 10^{-4}
- SIL 3: 10^{-4} ... 10^{-3}
- SIL 2: 10^{-3} ... 10^{-2}
- SIL 1: 10^{-2} ... 10^{-1} .

Eheystasoluokituksessa todetaan, että minkään yksittäisen komponentin SIL-luokittelu ei riitä, vaan koko savunhallinnan järjestelmän turvallisuuden taso on laskettava jokaisen piirin komponenttien luotettavuustietojen perusteella. Savunhallinnan toimintavarmuustavoite on SIL 1- taso, joten järjestelmän osana olevalta ohjausjärjestelmältä edellytetään ainakin yhtä astetta parempaa toimintavarmuutta, joka vastaisi SIL 2 -tasoa. Henkilöturvallisuuden kannalta kriittisissä kohteissa, sovelletaan SIL 3 -tasoa. Käytännössä SIL- menetelmää ei käytetä savunhallinnassa paitsi erityistapauksissa. Käytännöllisempää on hyödyntää varmistettua väyläjärjestelmää. Tällöin päädytään komponenttien kahdentamiseen tai rengasväylä- rakenteeseen. Periaatteena kahdentamiselle on, että yksi vika ei estä järjestelmän toimintaa. Lisäksi yhdestä viasta johdetaan hälytys, joka käynnistää korjaavat toimenpiteet. (Mts. 164–165.)

7 Suunnitteluohje ja tarkastuslista

7.1 Tiedonhankinta

Opinnäytetyön tuloksena syntyneeseen koneellisen savunpoistojärjestelmän suunnitteluohjeeseen ja tarkastuslistaan hankittiin tietoa savunpoistojärjestelmiä käsittelevistä standardeista, määräyksistä sekä ST- korteista. Lisäksi valmistuneissa dokumenteissa hyödynnettiin tähän opinnäytetyöhön hankittua teoriaosuuden tietoa. Tiedonhankinnan aikana esiin tulleet asiat kirjattiin ylös ja näiden osalta oltiin yhteydessä laite- ja tuotevalmistajiin. Aiheita olivat:

- Jännitteenaleneman suuruus palonkestävien kaapelien mitoituksessa
- Taajuusmuuttajan käyttö savunpoistopuhaltimen ohjauksessa.

Tietoa kerättiin myös haastattelemalla kokeneempia sähkö- ja LVI suunnittelijoita, joilla oli kokemusta koneellisten savunpoistojärjestelmien suunnittelusta. Haastattelut toteutettiin yksilöhaastatteluina kasvotusten ja Microsoft Teams- palvelun videopuhelu ominaisuudella. Haastatteluissa pyrittiin löytämään vastauksia koneellisen savunpoistojärjestelmän suunnittelussa syntyneisiin ongelmakohtiin. Järjestelmän suunnittelun osa-alueiden laajuuden vuoksi päädyttiin hyödyntämään avoimia haastatteluja, joilla kerättiin suunnittelijoiden omiin kokemuksiin ja tietoon perustuvia vastauksia. Haastatteluista kerättyä tietoa yhdisteltiin olemassa olevan ajankohtaisen teorian kanssa.

7.2 Työn kulku ja lopputulokset

Työn alussa pidettiin toimeksiantajan kanssa aloituskokous, jossa käytiin läpi suunnitteluohjeeseen ja tarkastuslistaan tuleva sisältö. Halutun sisällön pohjalta lähdettiin tekemään suunnitteluohjetta ja tarkastuslistaa. Työn etenemistä valvottiin kahden viikon välein toteutetuilla seurantakokouksilla, joissa käytiin läpi mahdollisia muutoksia sekä toimeksiantajan näkemystä lopputuloksen sisällöstä. Seurantakokoukset olivat myös tärkeässä osassa hankitun tietämyksen oikeellisuuden varmistamisessa. Työn ensimmäisessä vaiheessa luotiin suunnitteluohje hankitun tiedon ja haastattelujen avulla. Suunnitteluohjeeseen sisällytettiin myös ohjeistus kaapelien jännitteenalennan laskennasta. Toisessa vaiheessa tehtiin tarkastuslista valmistuneen suunnitteluohjeen pohjalta. Tarkastuslistaan lisättiin suunnitteluohjeessa esitetyt asiat vastaavassa järjestyksessä, joka helpottaa listan käyttöä.

Viimeisessä vaiheessa suunnitteluohje ja tarkastuslista lähetettiin kolmelle yrityksessä työskentelevälle kokeneelle sähkösuunnittelijalle, jotka tarkastivat dokumentit omien kokemustensa ja tiedon perusteella. Tarkastuksesta saatuja kommentteja yhdisteltiin ja näistä oleellinen tieto sisällytettiin suunnitteluohjeeseen sekä tarkastuslistaan. Tämä vaihe lisäsi valmistuneiden dokumenttien luotettavuutta. Lopullinen suunnitteluohje ja tarkastuslista määritettiin salassa pidettäväksi. Seuraavalla sivulla olevassa kuviossa on esitetty lukijalle lopputuloksena tuotetun suunnitteluohjeen sisällysluettelo.

SISÄLLYSLUETTELO

| | | |
|------------|---|-----------|
| 1. | Johdanto | 1 |
| 2. | Määräykset, standardit ja ohjekortit | 2 |
| 3. | Työkalut/Ohjelmat | 2 |
| 4. | Lähtötiedot | 3 |
| 5. | Komponentit | 6 |
| 5.1 | Rajakytkin ja turvakytkin | 6 |
| 5.2 | Savunpoistoluukku | 7 |
| 5.3 | Savunpoistokanava | 10 |
| 5.4 | Savunhallintapelti | 10 |
| 5.5 | Korvausilmaovi, luukku tai ikkuna | 12 |
| 5.6 | Savunpoistopuhallin | 12 |
| 5.7 | Taajuusmuuttaja | 14 |
| 5.8 | Savunpoistokeskus | 16 |
| 5.9 | Savunpoiston ohjauskeskus SPOK | 17 |
| 5.10 | Tehonlähteet | 17 |
| 6. | Palonkestävät järjestelmän osat | 18 |
| 6.1 | Suunnittelussa huomiointi | 18 |
| 6.2 | Savunhallintalaitteet | 20 |
| 7. | Ohjausjärjestelmät | 22 |
| 8. | Muihin järjestelmiin liittyminen | 23 |
| 9. | Sähkösuunnittelijan tehtävälista | 23 |
| 10. | Materiaalia | 34 |

Kuvio 15 Suunnitteluohjeen sisällysluettelo

Opinnäytetyön lopputuloksena syntyi koneellisen savunpoistojärjestelmän sähkösuunnitteluohjeistus ja sitä tukeva tarkastuslista. Molemmat näistä tehtiin toimeksiantajalta vastaanotettuun pohjaan. Dokumentit luotiin palvelemaan toimeksiantajan alussa määrittämiä vaatimuksia. Suunnitteluohjeen ja tarkastuslistan avulla koneellisen savunpoistojärjestelmän sähkösuunnittelu selkeytyy.

Lopputuloksella lisättiin yrityksessä olemassa olevan tiedon laajuutta kyseisen järjestelmän osalta. Työn tulokset näyttäytyvät, kun koneellista savunpoistojärjestelmää vaativat hankkeet tulevat yrityksen sisällä ajankohtaisiksi. Tässä työssä luodut dokumentit tarkentuvat tulevaisuudessa, kun ohjetta aloitetaan käyttämään uusissa projekteissa.

8 Pohdinta

Nykypäivänä turvajärjestelmien toimivuus korostuu ja useampi kohde toteutetaan koneellisella savunpoistolla. Sähkösuunnittelijan tulee ymmärtää laitteistojen toimintaperiaatteet, viiveet ja ohjaukset. Järjestelmä luetaan kuuluvaksi turvajärjestelmiin, joten sen toimivuus on taattava jatkuvasti. Savunpoistojärjestelmiä koskevia määräyksiä on useita ja näiden kaikkien huomioiminen suunnittelussa on tärkeää. Tällöin tulevaisuuden korjauksille ei ole tarvetta.

Opinnäytetyön tavoitteena oli saada aikaan laaja teoriapaketti koneellisesta savunpoistojärjestelmästä. Lisäksi laadittiin toimeksiantajalle kattava ohjeistus savunpoistojärjestelmän sähkösuunnittelusta. Liitteenä olevassa ohjeessa käydään läpi haasteellisimpia osia suunnittelusta. Ohjeessa on esimerkkejä keskuslähdoistä, piirikaavioista ja järjestelmäkaavioista, jotka sähkösuunnittelija sisällyttää omiin suunnitelmiinsa. Ohjeen yhteyteen luotiin tarkastuslista, johon sähkösuunnittelija pysyy merkitsemään tekemänsä suunnittelun eri vaiheiden valmistumisen. Vastaavissa opinnäytetöissä on korostettu eri alojen suunnittelijoiden vuorovaikutuksen lisäämistä. Suunnitteluohjeessa ohjataan sähkösuunnittelijaa vaatimaan tarvitsemiaan dokumentteja muilta suunnittelijoilta ja jakamaan omia lähtötietoja niitä tarvitseville.

Opinnäytetyön suunnitteluohjeen osuuden laatu varmistettiin lähettämällä ohje yrityksessä työskentelevien kokeneempien sähkösuunnittelijoiden tarkastettavaksi. Tarkastusprosessin mukana vastaanotetut kommentit antoivat paljon uusia näkökulmia suunnitteluohjeen sisällölle. Työssä pyrittiin löytämään sähkösuunnittelun ongelmakohdat, jotka vaikuttavat koneellisen savunpoistojärjestelmän suunnitteluun. Ongelmakohtia olivat:

- LVI ja RAU suunnittelijoiden lähtötietojen hidas kulkeutuminen sähkösuunnittelijalle
- RAU tai PAU suunnittelijan tehtävien siirtyminen sähkösuunnittelijalle
- Sähkösuunnittelijan tekemän järjestelmäkaavion laajuuden määrittäminen
- Releillä ohjattavan koneellisen savunpoistojärjestelmän monimutkaisuus.

Työn aikana tunnistettiin ongelmat, joita sähkösuunnittelija kohtaa koneellisen savunpoistojärjestelmän suunnittelun aikana. LVI- ja RAU suunnittelijan lähtötietojen saamiseen tulee sähkösuunnittelijan kiinnittää erityistä huomioita ja vaatia näiden tietojen toimittamista. Järjestelmäkaaviossa sähkösuunnittelija kuvaa savunpoistolaitteiston kokonaisuudessaan. Tähän kuuluvat laitteiston toimintaperiaate, toiminnan kuvaus, sähköisille komponenteille annetut positiot ja kaapeliyhteydet. Savunpoistologiikan käyttö savunpoiston ohjauksessa yksinkertaistaa sähkösuunnittelijan laatimia piirikaavioita.

Työtä tehdessäni opin paljon koneellisista savunpoistojärjestelmistä ja niihin kuuluvasta laajasta tekniikasta. Aihealue oli mielenkiintoinen ja seurantakokouksissa saatu tuki toimeksiantajalta mahdollisti jatkuvan oppimisen sekä uusien asioiden omaksumisen. Keskustelin paljon alan asiantuntijoiden kanssa ja suunnittelutapoja tuli vastaan monenlaisia. Yhteistä kaikille oli kuitenkin se, että omia suunnitelmia lähdettiin rakentamaan paloteknisen suunnitelman pohjalta.

Tulevaisuudessa suunnitteluohjetta ja tarkastuslistaa voidaan kehittää painovoimaisen savunpoistojärjestelmän sähkösuunnittelun osalta. Suunnitteluohjetta ja tarkastuslistaa voidaan myös laajentaa savusulkujen sähköistyksen ja suuntapainepuhaltimien käytön osalta. Tämän työn teoriaosuudessa olevaa tietoa savusuluista ja suuntapainepuhaltimista voidaan käyttää apuna tiedon hankinnassa. Suunnitteluohjeen tekemisen aikana nousi esiin, että sähkösuunnittelija ei tietyissä kohteissa laadi järjestelmäkaaviota vaan tämän tekee rakennusautomaatio- tai paloautomaatio-suunnittelija (PAU). Järjestelmäkaavion vastuurajojen jakoa voidaan tarkentaa tulevaisuudessa. Tässä työssä valmistunut suunnitteluohje toteutettiin siten, että sähkösuunnittelija vastaa sähköisten osien järjestelmäkaavion suunnittelusta.

Lähteet

CEN/TR 12101-5:fi. 2005. Savunhallintajärjestelmät. Osa 5: Savunpoistolaitteistojen suunnittelu ja mitoitus. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto SFS. Viitattu 26.9.2021. <https://janet.finna.fi>, SFS Online.

Datwyler. 2014. Ohjekirja – palonkestävät asennukset. Pistesarjat. Viitattu 26.9.2021. <https://pistesariat.fi/fi/fileuploader/download/download/?d=0&file=custom%2Fupload%2FFile-1530085833.pdf>.

FläktGroup. N.d. Road Tunnel Ventilation. Verkkoaineisto. Viitattu 17.12.2021. <https://www.flaktgroup.com/en/applications/tunnel-ventilation/road-tunnel-ventilation/>.

FläktGroup. N.d. Tuotteet. Viitattu 20.11.2021. <https://www.flaktgroup.com/fi/products/ilmanhallinta-ja-huonelaitteet/savunhallintapellit-ja-kanavat/pyoreat-savunhallintapellit/esar-savunhallintapelti/>.

Forsman, O. 2021. Savunpoistojärjestelmien sähkösuunnittelu. Opinnäytetyö, AMK. Metropolia, sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma. Viitattu 1.10.2021. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/496992/Forsman_Oskari.pdf?sequence=2.

Heikkinen, J. 2012. Palonkestävät sähköasennukset ja suunnittelu. Insinöörityö, AMK. Metropolia Ammattikorkeakoulu, talotekniikan koulutusohjelma. Viitattu 26.9.2021. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/51585/Heikkinen_Jukka.pdf;jsessionid=097EC798D931ADE7D2D7BA3CFEA69B14?sequence=1.

Kananen, J. 2017. Laadullinen tutkimus pro graduna ja opinnäytetyönä. Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Koponen, S. 2015. Sähkösuunnitteluprosessin kehittäminen. Opinnäytetyö, AMK. Savonia, sähkötekniikan koulutusohjelma. Viitattu 4.9.2021. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/91512/Koponen_Sami.pdf?sequence=1.

- Li, S. C. 2011. Engineering Numerical Simulation on the Amount of Make-up Air for Mechanical Smoke Exhaust in Atrium. Elsevier. Viitattu 12.9.2021. <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1877705811008605?to-ken=A505BF31BF7FE60B6923AD142115D31951A59F33852A91863F5EC860BDEC48662557F9A2876079CAC892DDB2BD2F1FB3&originRegion=eu-west-1&originCreation=20210912140954>.
- L 12.1.2007/10. Laki pelastustoimen laitteista. Viitattu 5.9.2021. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2007/20070010>.
- L 848/2017. Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. Viitattu 1.10.2021. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170848>.
- Ramboll. N.d. Artikkelin Rambollin sivustolla. Viitattu 20.11.2021. <https://fi.ramboll.com/ramboll-finland-oy>.
- RIL 232-2020. Rakennusten savunhallinta. Suunnittelu toteutus ja ylläpito. Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry.
- RTS 19:58. 2019. Rakennusten savunhallinta ja savunpoistolaitteistojen kunnossapito. RT-ohjekortti. Rakennustieto. Viitattu 19.10.2021. <https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/5fIPeDhrH/OggMOj3Bb/RT-ohje-ehdotus-rakennusten-savunhallinta-ja-savunpoistolaitteistojen-kunnossapito.pdf>.
- Savola, R. 2004. Pelastustoimen laitteet. Savunpoisto. Viitattu 19.10.2021. <https://slideto-doc.com/pelastustoimen-laitteet-savunpoisto-raimo-savola-2004-pelastustoimen-laitteet/>.
- SFS 6000-5-56:2017. Pienjännitesähköasennukset. Osa 5–56: Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Turvajärjestelmät. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Vahvistettu 18.8.2017. Viitattu 19.10.2021. <https://janet.finna.fi>, SFS Online.

Smeds, P. 2018. Sähkösuunnittelijan käsikirja. Opinnäytetyö, AMK. Lapin ammattikorkeakoulu, sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma. Viitattu 4.9.2021.

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/146595/Smeds_Pekka.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

SPK huolto. 2018. Savunhallinta. Viitattu 26.9.2021. <https://www.spkhuolto.fi/wp-content/uploads/2018/10/tietopaketti-savunpoistosta.pdf>.

ST 51.06. 2020. Palonkestävä johtojärjestelmä palon aikana toimiviksi tarkoitetuille järjestelmille. Sähkötieto ry. ST-kortisto. Viitattu 15.10.2021. <https://severi.sahkoinfo.fi/>.

ST 96.31.01. 2020. Rakennusten savunhallinta ja savunpoistolaitteistojen kunnossapito. Ohjekortti. RT 103310. Viitattu 1.10.2021. <https://severi.sahkoinfo.fi/>.

ST 666.10. 2019. Savunhallinnan ohjaus- ja valvontajärjestelmä. Sähkötieto ry. ST-kortisto. Viitattu 19.10.2021. <https://severi.sahkoinfo.fi/>.

ST 41.10. 2017. Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo. RT-ohjekortti. Rakennustieto Oy. Viitattu 12.9.2021. <https://severi.sahkoinfo.fi/>.

Svartberg, E. 2020. Savunpoiston mitoitus asuinrakennusten kerroskäytävillä. Opinnäytetyö, AMK. Turun ammattikorkeakoulu, Tekniikan insinööri, LVI tekniikka. Viitattu 19.10.2021. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/342120/Svartberg_Erik.pdf..pdf?sequence=2.

Systemair. N.d. Tuotteet. Viitattu 20.10.2021. <https://shop.systemair.com/fi-FI/axcb/c44536>.

Tick, A. 2018. Savunpoistojärjestelmän sähkösuunnittelu. Insinöörityö, AMK. Metropolia Ammattikorkeakoulu, sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma. Viitattu 15.10.2021. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/144246/Tick_Arttu.pdf?sequence=1.

Toikko, T. & Rantanen T. 2009. Tutkimuksellinen kehittämistoiminta. Tampere University Press. Viitattu 17.12.2021. https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/100802/Toikko_Rantanen_Tutkimuksellinen_kehittamistoiminta.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Öhman, S. 2014. Ilmanvaihtosuunnittelijan ohje teollisuuskohteen savunpoistonsuunnitteluun. Opinnäytetyö, AMK. Arcada, energia- ja ympäristötekniikan koulutusohjelma. Viitattu 4.9.2021. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/82312/ilmanvaihtosuunnittelijanohjeteollisuuskohteensavunpoistonsuunnitteluun.pdf?sequence=1>.

Liitteet

Liite 1. Järjestelmän laajuus, talotekniikan tehtäväluettelo

| | Järjestelmäkokonaisuudet | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------|---------------------------------|----------------------------|------------------------|--|---------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------------------|--|--|
| | LVI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rakennustyyppi (tilastokeskuksen rakennusluokitus 1994) | Lämmitysjärjestelmä (G1) | Vesi- ja viemärijärjestelmä (G2) | Sadevesijärjestelmä (kiinteistö) | Sadevesijärjestelmä (piha-alue) | Ilmastointijärjestelmä (G3) | Ilmanvaihtojärjestelmät | Ilmastoinnin jäähdytys (G4500) | Tilajäähdytysjärjestelmä | Kaasujärjestelmät (G5) | Paineilmajärjestelmät (G51) | Putkipoistijärjestelmät | Jätteenpoistojärjestelmät | Kylmäjärjestelmät | Koneellinen savunpoisto (G3522) | Maakaasujärjestelmät (G55) | Höyryjärjestelmät (G6) | Palontorjuntajärjestelmät (G7), (pikapalopostit) | Palonsammutusjärjestelmät | Kohdepoistojärjestelmät | Voiteluainejärjestelmät | Annostelujärjestelmät | Polttoainejärjestelmät | Uima-altaiden vedenkäsittely (G86) | Palopeltien ohjaus- ja valvontajärjestelmä (T640) 3) | Varavoimakoneiden apulaitteet (jäähdytys, polttoöljy jne.) |
| G Kokoontumisrakennukset | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 311 Teatterit, ooppera-, konsertti- ja kongressitalot | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | X | | | X | X | | | | | | | X |
| 312 Elokvateatterit | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | X | | | X | X | | | | | | | X |
| 322 Kirjastot ja arkistot | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | X | | | X | X | | | | | | | X |
| 323 Museot ja taidegalleriat | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | X | | | X | X | | | | | | | X |
| 324 Näyttelyhallit | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | X | | | X | X | | | | | | | X |
| 341 Kirkot, kappelit, luostarit ja rukoushuoneet | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | X | | | | | | | | X |
| 342 Seurakuntatalot | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | X | | | | | | | | X |
| 351 Jäähallit | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | X | | | X | | | | | | | | X |
| 352 Uimahallit | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | X | | | | | | | | X |
| 353 Tennis-, squash- ja sulkapallohallit | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | X | | | X | | | | | | | | X |
| 354 Monitoimihallit | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | X | | | X | | | | | | | | X X |

Liite 2. Ramboll Finland Oy – Sähkösuunnitteluohje (salassa pidettävä)

Liite 3. Ramboll Finland Oy – Tarkastuslista (salassa pidettävä)