

Ilmanvaihtosuunnittelijan ohje teollisuuskohteen savunpoistonsuunnitteluun

Sebastian Öhman

EXAMENSARBETE	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Energi- och miljöteknik
Identifikationsnummer:	4800
Författare:	Sebastian Öhman
Arbetets namn:	Ventilationsplanerarens handbok för rökventilationsplanering i industribyggnader
Handledare (Arcada):	Jarmo Lipsanen
Uppdragsgivare:	Pöyry Oyj
<p>Sammandrag:</p> <p>Lagarna angående rökventilation i Finland är rätt så snäva i dagens läge. Finlands byggbestämmelsesamlings del E1 nämner bara kort rökventilation. Denna information räcker inte till för att planera funktionerande rökventilationslösningar. Slutarbets huvudmål är att ta fram en handbok som ventilationsplaneraren kan använda som ett verktyg för att planera rökventilationen.</p> <p>Handboken är planerad för industriobjekt med det antagande att projektet har en separat brandkonsult. Brandkonsulten definierar brandbelastningarna och brandområden. I och med det här behöver ventilationsplaneraren inte ta ställning till exempel till vilken metod som används för att räkna brandbelastningarna. Syftet med slutarbetet är att betona de klara målsättningarnas väsentlighet. Klara mål underlättar planeringsarbetet på samma gång som onödiga investeringar undviks.</p> <p>Arbetet behandlar de vanligaste rökventilationslösningarna samt tillufts- och tryckplaneringen. Även lagar som gäller rökventilation och SFS-EN standarder för apparater behandlas i arbetet.</p>	
Nyckelord:	rökventilation, maskinell rökventilation, naturlig rökventilation, rökventilationsplanering.
Sidantal:	46
Språk:	Finska
Datum för godkännande:	

DEGREE THESIS	
Arcada	
Degree Programme:	Environmental and Energy Engineering
Identification number:	4800
Author:	Sebastian Öhman
Title:	Ventilation designers guide for designing smoke exhaust systems for industrial objects.
Supervisor (Arcada):	Jarmo Lipsanen
Commissioned by:	Pöyry Plc
<p>Abstract:</p> <p>Laws regarding smoke ventilation are open to interpretation in Finland today. A brief mention about smoke ventilation can be found in the Finnish building codes part E1. This information is not adequate for designing a functioning smoke ventilation system. The main goal of this thesis is to create a manual that a ventilation designer can use when designing a smoke ventilation system.</p> <p>The manual is targeted for industrial sites, with the assumption that the project has a separate fire consultant. The fire consultant determines the fire loads and fire areas. Because of this, the ventilation designer does not have to take stance on e.g. the method used for calculating fire loads. The manual is intended to emphasize the necessity of clear goals. Clear goals simplify the design work and simultaneously inefficient investments can be avoided.</p> <p>The manual covers the most common smoke ventilation solutions, designing of make-up air and decompression. Finnish laws regarding the topic and SFS-EN standards regarding equipment are also covered.</p> <p>Literature interpreting the Finnish building code has been used in this material because of limited laws concerning the topic. In addition five different experts have been interviewed for this thesis, to get the widest possible understanding of the subject.</p>	
Keywords:	smoke ventilation, mechanical smoke ventilation, natural smoke ventilation, smoke ventilation design.
Number of pages:	46
Language:	Finnish
Date of acceptance:	

OPINNÄYTE	
Arcada	
Koulutusohjelma:	Energia- ja ympäristötekniikka
Tunnistenumero:	4800
Tekijä:	Sebastian Öhman
Työn nimi:	Ilmanvaihtosuunnittelijan ohje savunpoiston suunnitteluun
Työn ohjaaja (Arcada):	Jarmo Lipsanen
Toimeksiantaja:	Pöyry Oyj
<p>Tiivistelmä:</p> <p>Savunpoistoa koskevat lait ovat hyvin tulkinnanvaraisia Suomessa tänä päivänä. Suomen rakennusmääräyskokoelman osassa E1 mainitaan lyhyesti savunpoistosta. Tämä tieto ei riitä savunpoiston suunnitteluun. Oppinäytetyön päätavoite on luoda ilmanvaihtosuunnittelijalle ohje, mitä tämä voi käyttää työkaluna savunpoistonsuunnittelussa.</p> <p>Ohje on suunnattu teollisuuskohteille, sillä oletuksella että projektissa on erillinen palokonsultti. Palokonsultti määrittelee palokuormat ja paloalueet. Tällöin ilmanvaihtosuunnittelijan ei tarvitse ottaa kantaa esimerkiksi palokuormien mitoitus menetelmään. Työssä on tarkoitus painottaa selkeiden savunpoiston tavoitteiden tärkeyttä. Selkeät tavoitteet helpottaa suunnittelutyötä sammalla kun vältetään turhilta investoinneilta.</p> <p>Työssä käsitellään tavallisimmat savunpoistoratkaisut, korvausilman ja paineistuksen suunnittelu sekä käydään läpi suomessa savunpoistoa koskevia lakeja, ohjeita sekä laitteita ja asennusta koskevia SFS-EN standardeja.</p> <p>Lain tulkinnanvaraisuuden takia työssä on käytetty kirjallisuutta joka tulkitsee rakennusmääräyskokoelman osaa E1. Tämän lisäksi työhön on haastateltu viittä eri henkilöä, mahdollisimman laajan käsityksen saamiseksi aiheesta.</p>	
Avainsanat:	savunpoisto, koneellinen savunpoisto, painovoimainen savunpoisto, savunpoistonsuunnittelu,
Sivumäärä:	46
Kieli:	Suomi
Hyväksymispäivämäärä:	

SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto	9
2	Teoria.....	10
2.1	Lähtötiedot.....	10
2.2	Savunpoiston peruseriaatteet.....	11
2.3	Savunpoiston tavoitteet ja tehtävät	11
3	Lainsäädäntö ja standardit.....	13
3.1	Savunpoistotasot.....	13
3.1.1	<i>Savunpoistotaso I</i>	13
3.1.2	<i>Savunpoistotaso II</i>	13
3.1.3	<i>Savunpoistotaso III</i>	14
3.2	Lainsäädäntö	14
3.2.1	<i>E1 (Rakennusten paloturvallisuus, määräykset ja ohjeet, YM 2011)</i>	14
3.2.2	<i>E2 (Tuotanto- ja varastorakennusten paloturvallisuus)</i>	16
3.2.3	<i>E7 (Ilmanvaihtolaitteistojen paloturvallisuus)</i>	16
3.3	Standardit	17
3.3.1	<i>SFS-EN</i>	17
4	Savunpoiston suunnittelu	18
4.1	Painovoimainen savunpoisto.....	18
4.2	Koneellinen savunpoisto	20
4.3	Savunpoiston ja vesisammutuksen yhdistäminen.....	21
4.4	Ilmanvaihtokanavilla suoritettu savunpoisto.....	23
4.5	Korvausilman suunnittelu	24
4.6	Paineistuksen suunnittelu.....	25
4.7	Suunnittelutiedot.....	27
5	Laitteiden valinta	29
5.1	Puhaltimet.....	29
5.2	Palorajoittimet.....	32
5.3	Luukut.....	33
5.4	Savunhallintakanavat	34
6	Johtopäätökset	36
	Lähdeluettelo	38

Kuva 1 Mahdollisuus vaikuttaa turvallisuusasioihin verrattuna taloudellisiin kustannuksiin projektin eri vaiheissa (Lähde (RIL 232-2012, 2012) s. 30)	10
Kuva 2 Savupatjan muodostuminen palotilanteessa (Lähde: National Institute of Standards and Technology: Smoke movement in buildings, s. 3)	12
Kuva 3: Kuvaus painovoimaisen savunpoistojärjestelmän eri tilanteista (Lähde (RIL 232-2012, 2012, s. 21))	18
Kuva 4. Yhdistelmämahdollisuudet (Lähde: Vesisammutus ja savunpoistojärjestelmien vuorovaikutus, Finanssialan Keskusliitto, 2001, s.9)	23
Kuva 5: Korvausilman idea (Lähde (RIL 232-2012, 2012, s. 82)	24
Kuva 6 Kuvaus paineistuksesta (Lähde (RIL 232-2012, 2012, s. 56))	27
Kuva 7: Fläkt Woods CE merkitty savunpoistopuhallin JM H (Fläkt Woods, 2007)	30
Kuva 8: Fläkt Woodsin CE merkitty palorajoin. Tarkoitettu seinään tai välipohjaan asennettavaksi. (Fläkt Woods, 2014)	32
Kuva 9: Savunpoistoluukku (Keravent, 2014)	33
Kuva 10: Fläkt Woods yhtä palo-osastoa palveleva ESAD savunhallintakanava, paloluokka E 120 S, paineluokka 1500 Pa. (Woods, 2014)	35
Kuva 11: ETS-Nord:in suorakaiteisten savunpoistokanavat, ruskealla merkityt ovat saatavilla olevia malleja (ETS-Nord)	35

Käsitteistö

Painovoimainen savunpoisto: Savua poistetaan painovoimaisesti. Painovoimaisen savunpoiston toteuttamiseen tarvitaan korvausilmaluukku, joka sijaitsee kohteen alaosassa sekä katon reunassa tai katolla sijaitseva savunpoistoluukku, josta poistetaan savua.

Koneellinen savunpoisto: Savua poistetaan koneilla, esimerkiksi savunpoistopuhaltimilla ja korvausilma-aukkojen avulla. Tyypilliset käyttökohteet ovat esimerkiksi kellarit, missä ei pystytä hyödyntämään painomaista savunpoistoa.

Palokuorma: Määrittelee palavan kuorman energiasisällön, tämä tieto saadaan palokonsultilta yksikkönä MJ/m².

Paloluokka: Määrittelee tietyn rakennusosan käyttäytymisen eri palotilanteissa. Rakennusosan ominaisuudet kuvaillaan seuraavilla kirjaimilla, joista voidaan myös muodostaa kirjainyhdistelmiä:

E = Tiivistysluokitus

I = Eristysluokitus

S = Vuotoluokitus

Tämän lisäksi rakennusosalle määritetään palonkesto-aika esimerkiksi 60, 90, 120, 180 tai 240 minuuttia. Esimerkki: EI 120 = tämä rakenne osa täyttää tiivistys- ja eristysvaatimukset sekä kestää paloa 120 minuuttia.

Palo-osasto: Palo-osastoilla pyritään rajaamaan tulipalo tietylle osastolle. Tavoitteena on että palo ei pääsisi leviämään yhdeltä osastolta toiselle. Yleensä palokonsultti määrittelee kohteen palo-osastot.

Pelastussuunnitelma: Toimintasuunnitelma joka on laadittu palotilannetta varten.

Sammutusreitti: Sammutushenkilöstölle tarkoitettu reitti mitä kautta paloa lähestytään.

Alkusanat

Insinööriyöni on kirjoitettu tilaustyönä Pöyry Finland Oy:lle. Haluan kiittää Pöyryä tästä mahdollisuudesta. Kirjoittaminen on ollut avartavaa ja olen oppinut todella paljon savunpoistosuunnittelutyöstä. Erityinen kiitos esimiehelleni ja insinööriyön valvojalle Kirsi Kokkoselle suuresta tuesta ja avusta koko työn aikana.

Kiitos myös kaikille muille Pöyryn työntekijöille, joiden kanssa minulla on ollut mahdollisuus tehdä yhteistyötä. Mainitsen erikseen Juhani Suihkosen, joka avusti minua työn viimeistelyssä.

Haluan kiittää työhön haastattelemani viittä eri alojen asiantuntijaa. Haastattelujen ansiosta työssäni on tullut huomioiduksi myös savunpoiston suunnittelun käytännöllinen näkökulma. Ilman asiantuntija-apuani kirjoittaminen olisi myös kestänyt paljon pidempään.

Suuri kiitos myös Energia ja Ympäristötekniikan koulutusohjelman opettajalle ja tämän työn ohjaajalle Jarmo Lipsaselle, joka on tukenut työtäni ja monien vuosien rankentamiskokemuksellaan tuonut työhöni erilaisia näkökulmia.

Sebastian Öhman

Helsinki XX.XX.2014

1 JOHDANTO

Tämän työn tilaaja on Pöyry Oyj, joka on vuonna 1958 perustettu konsultti- ja suunnitteluyritys. Pöyryn tyypilliset toimeksiannot tulevat teollisuuden eri aloilta. Tämän takia tämä työ on rajoitettu käsittelemään savunpoistoratkaisuja teollisuuskohteissa. Opinnäytetyössä oletetaan, että suunnittelijan käytössä on palokonsultti.

Tässä insinöörityössä on tarkoitus vastata savunpoistoon liittyviin kysymyksiin ilmanvaihtosuunnittelijan näkökulmasta ja laatia suunnittelijalle ohje, mistä tämä pystyy tarkistamaan tärkeimmät asiat savunpoistoon liittyen. Tarkoituksena on käsitellä Suomessa asiaa koskevia lakeja, käydä läpi laitteita koskevat standardit, esitellä eri tyyppiratkaisuja savunpoistoon sekä kuvailla, mitä asioita tulee ottaa huomioon laitevalinnoissa.

Opinnäytetyö perustuu Suomen rakennusmääräyskokoelman osaan E1, jossa on lain ja säännösten mukaiset vaatimukset savunpoistolle. Koska lakiperusteista lähdetietoa on erittäin vähän, on tässä työssä käsitelty muuta materiaalia joka tulkitsee rakennusmääräyskokoelmaa sekä laitteille pakollisia SFS-EN standardeja.

Koska viranomaisten tulkinnat savunpoistosta poikkeavat huomattavasti toisistaan paikakunnittain, on tässä työssä oltu yhteydessä viranomaisiin. Näin on ollut tarkoituksena painottaa yhteistyötä viranomaisten kanssa parhaan savunpoiston suunnittelutuloksen saavuttamiseksi, sekä turhien investointien välttämiseksi.

Työhön on haastateltu kahta palokonsulttia, yhtä laitetoimittajaa, yhtä paloviranomaista sekä yhtä palomiestä jotta työhön on saatu eri osapuolten näkökulmia. Suunnittelijan tulee työssään olla yhteydessä palokonsulttiin ja paloviranomaiseen. Heiltä saamallaan tiedoilla ilmanvaihtosuunnittelijan voi valita kohteeseen parhaan mahdollisen savunpoistoratkaisun.

Savunpoiston tavoite on turvata ihmisten poistuminen palopaikalta sekä pelastustyöntekijöiden työtä. On tärkeää, että suunnittelija tuntee kyseisen kohteen savunpoisto tavoitteet. Työn tavoite tulee olla työkalu suunnittelijalle jotta turvallisuus, taloudellisuus, kestävä rakentaminen, energiatehokkuus ja kiinteistön vakuuttaminen toteutuisi suunnittelussa.

2 TEORIA

2.1 Lähtötiedot

Lähtötiedot ovat projektikohtaisia. Tässä työssä käsitellään teollisuuskohteita, jotka yleensä ovat isoja hankkeita. Oletetaan, että projekteissa on aina käytössä palokonsultti. Palokonsultti toimittaa ilmanvaihtosuunnittelijan kannalta oleelliset tiedot.

Ennen suunnittelun aloittamista, tulee aina selvittää savunpoiston tarkoitus. Aina sanaa ei tässä kontekstissa pysty painottamaan tarpeeksi. Tärkein tavoite on aina ihmisten turvallinen poistuminen palotilanteesta sekä sammutustöiden turvaaminen.

Kohteen tilaaja määrittelee yhdessä paloviranomaisen kanssa mitä muuta savunpoistolla halutaan saavuttaa. Ilmanvaihtosuunnittelijan tulee selvittää, jos savunpoistolla esimerkiksi halutaan turvata kallista laitteistoa, vai onko kohteen jälkituuletus tärkeämmässä roolissa. Tämä vaikuttaa olennaisesti suunnittelijan työhön. Suunnittelijan ei kannata ryhtyä suunnittelemaan, ennen kuin tavoitteet ovat tarkkaan selvitetty. Jälkikäteen tehtävät korjaus- ja muutostyöt aiheuttavat turhia kustannuksia rakennuskohteessa, mikä ei ole kenenkään kannalta kannattavaa.



Kuva 1 Mahdollisuus vaikuttaa turvallisuusasioihin verrattuna taloudellisiin kustannuksiin projektin eri vaiheissa (Lähde (RIL 232-2012, 2012) s. 30)

2.2 Savunpoiston peruseriaatteen

Savunpoiston suunnittelussa tulee noudattaa rakennusmääräyskokoelman osaa E1. Ohjeita savunpoisto ratkaisuihin löytyy rakennusmääräyskokoelman osasta E7. On huomioitava, että E7 on vain ohje, joka perustuu rakennusmääräykseen E1, eikä tämän takia tarvitse noudattaa ohjeita kokoelmassa E7, kunhan suunnittelijan ratkaisut täyttävät vaatimukset kokoelmassa E1 (Kortela, 2014). Laitteiden valinnassa tulee ottaa huomioon savunpoistolaitteistoille asetetut SFS-EN standardit, joita käsitellään tämän ohjeen osassa 3.3.

Ilmanvaihtolaitteistoja koskevien paloturvallisuusohjeiden uudistumisen myötä on säännöksistä tullut yksinkertaisempia ja ne ovat mahdollistaneet uusien tekniikoiden käyttöönoton. Uusien säännösten keskeisimpinä tavoitteina on ollut palonleviämisen estäminen palo-osastolta toiselle, samalla kun pyritään estämään palonleviäminen kanavien kautta rakennuksen toisiin osiin. Koneellisen savunpoiston yleistymisen myötä sitä koskevat säännökset ovat tulkinnallisia, jolloin viranomaisyhteistyön merkitys suunnittelussa korostuu. Vanhoista suunnittelutavoista luopuminen asettaa kovempia vaatimuksia ilmanvaihtolaitteiston suunnittelijalle ja suunnitteluryhmälle. (Fläkt Woods, 2012)

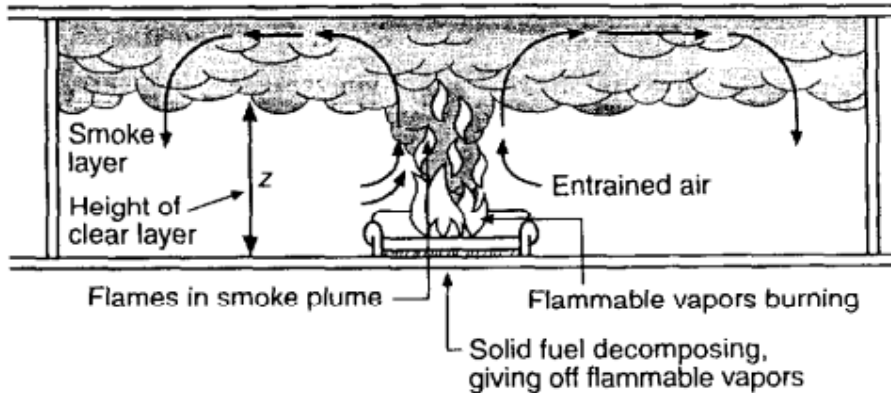
2.3 Savunpoiston tavoitteet ja tehtävät

Savunpoiston tavoite on täyttää kaikki laissa sille määritetyt kriteerit ja tämän avulla minimoida henkilö- ja omaisuusvahingot.

Palon alkuvaiheessa tavoite on pitää lämpötila mahdollisimman matalana palavassa kohteessa sekä poistaa savua. Savukaasujen lämpeneminen halutaan minimoida, lämpötilan noustessa liian korkealle savukaasut aiheuttavat räjähdysten. Sammutusvaiheessa tulee savunpoistolaitteiden poistaa haitallisia savukaasuja minimoidakseen jälkivahinkoja (RIL 232-2012, 2012, s. 17).

Tärkeintä on ihmisten poistumisen turvaaminen palavasta kohteesta. Palotilanteessa lämmin savu nousee huoneen yläosaan savupatsaan muodossa. Lämpimin osa savusta nousee korkeimmalle jättäen taakseen jäähtyneempiä osia savusta. Näin muodostuu ka-

ton alapuolelle savupatja. Savun virratessa kauemmas palopesäkkeestä se jäähtyy ja laskeutuu pian takaisin huoneen alaosiin hankaloittaen poistumista (RIL 232-2012, 2012, s. 20). Hyvät savunpoistoratkaisut estävät savun laskeutumista ja tästä syystä tilassa olevien on helpompi poistua palopaikalta.



Kuva 2 Savupatjan muodostuminen palotilanteessa (Lähde: National Institute of Standards and Technology: *Smoke movement in buildings*, s. 3)

Hyvän savunpoiston tulee myös varmistaa turvallinen sammutustyö. Savu ei saa hankaloittaa sammutustöitä. Savunpoistolaitteiden tulisi tukea sammutustöitä niin, että palo saadaan mahdollisimman nopeasti hallintaan. Hyvä periaate savunpoistosuunnittelulle on, että savunvirtaus suunta on pois päin sammutusmiehistä. Näin savunpoistolaitteet tukevat sammutustyötä (Hietaniemi, 2014). Tulee myös huomioida, että tulipalon sammuttaminen on huomattavasti helpompaa suorittaa kohteen sisällä kuin sen ulkopuolelta.

Hyvin toimivalla savunpoistoratkaisulla pyritään myös minimoimaan kaikkia mahdollisia vahinkoja, kuten esimerkiksi laitteisiin ja itse rakennukseen kohdistuvia vahinkoja. Teollisuuskohteessa tulee huomioida, että isoja kustannuksia muodostuu myös tuotannon keskeyttämisestä.

3 LAINSÄÄDÄNTÖ JA STANDARDIT

3.1 Savunpoistotasot

Suomen rakennusmääräyskokoelman osassa E1 todetaan, että rakennuksen eri tiloille on varmistettava riittävä mahdollisuus savunpoistoon. Suunnittelun helpottamiseksi tiloja jaetaan eri savunpoistotasoihin, muun muassa koska tilojen käyttötarkoitukset voivat poiketa suuresti toisistaan. Varastotila missä ei ole ihmisiä suunnitellaan eri tavalla kuin valvomo jossa kokoajan oleskellaan.

3.1.1 Savunpoistotaso I

”Rakennukseen tulee suunnitella ja rakentaa sen eri tiloihin soveltuva riittävä mahdollisuus savunpoistoon” (Ympäristöministeriö, 2011, s. 35).

Tämä määräys koskee lähinnä tavallisia asuin- ja toimistorakennuksia. Palokunnan tulee pystyä poistamaan savua ikkunoiden ja kattoikkunoiden kautta.

”Pienten tilojen savu voidaan poistaa viereisten tilojen kautta” (RIL 232-2012, 2012, ss. 38-39).

Suunnittelussa tulee silloin huomioida palo-osastointi ja käyttötarkoitus sekä erityisesti henkilöriskit. Kaikki kohteen sivuhuoneet on otettava myös huomioon.

3.1.2 Savunpoistotaso II

”Mikäli perustellut syyt sitä vaativat, savunpoisto on järjestettävä erityistoimenpitein kuten savunpoistoluukkujen, savunpoistoikkunoiden tai huonetilojen yläosassa sijaitsevien helposti avattavien ikkunoiden avulla” (Ympäristöministeriö, 2011, s. 35).

Savunpoistotason II tulee tukea palokunnan sammutus- ja pelastustoimintaa. Savunpoistolaitteiden tulee olla nopeasti käynnistettäviä pelastus- ja sammutustehtävän aikana.

Savunpoistolaitteiston automaattinen ohjausjärjestelmä laukaisee lämpöilmaisimen avulla savunpoistoluukkuja tai puhaltimia. Palokunnalla ja koulutetuilla henkilöillä tulee myös olla mahdollisuus laukaista savunpoistolaitteisto. (RIL 232-2012, 2012, s. 40)

3.1.3

Savunpoistotaso III

”Mikäli rakennukseen tai sen palo-osastoon asennetaan automaattinen savunpoistolaitteisto, joka toimissaan antaa paloilmoituksen, voidaan sallia lievennyksiä

- rakennuksen kerrosalaa ja sen palo-osaston pinta-alaa koskevista määräyksistä,
- rakenteita koskevista määräyksistä, niin, että lämpötilan hitaamman nousun saa mitoituksessa ottaa huomioon” (Ympäristöministeriö, 2011, s. 35)

Savunpoistotaso III tarkoittaa automaattista savunpoistoa jonka laukaisee savuilmaisin. Laitteisto pitää pystyä laukaisemaan myös käsin, painonapista tai muulla tavalla. Tätä savunpoistotasoa käytetään kun tarkoituksena on ihmisten poistuminen kohteesta ennen palokunnan saapumista kohteeseen. (RIL 232-2012, 2012, s. 41)

3.2 Lainsäädäntö

3.2.1 E1 (Rakennusten paloturvallisuus, määräykset ja ohjeet, YM 2011)

E1 asetus tuli voimaan 2011 ja sillä kumottiin ympäristöministeriön 2002 antama päätös rakennusten paloturvallisuudesta ja sen muutoksista 2008. E1 sisältää sekä määräyksiä ja ohjeita. Määräykset ovat sitovia kun ohjeet ainoastaan tukevat määräyksiä. Seuraavaksi käsitellään tärkeimmät asiat savunpoistosuunnittelun kannalta.

Kohde jaetaan eri paloluokkiin sen kerrosmäärän, käyttötarkoituksen ja koon perusteella. Paloluokkia ovat P1, P2, P3. Paloluokka on osa lähtötietoja mitkä palokonsultti määrittelee ja toimittaa ilmanvaihtosuunnittelijalle.

”Paloluokan P1 kantavien rakenteiden oletetaan pääsääntöisesti kestävän palossa sortumatta, tässä luokassa koko tai henkilömäärää ei ole määritely.”

Kohteet missä on yli kaksi kerrosta kuuluvat paloluokkaan 1.

”Paloluokka P2 kantavat rakenteet voivat olla matalampia kuin paloluokan P1, tässä luokassa rakennuksen kokoa ja henkilömäärää on rajoitettu.”

Kohteet missä on yksi kerros, voidaan sijoittaa paloturvallisuusluokkiin 1 ja 2 kuuluvia toimintoja.

”Paloluokka P3:n kantaville rakenteille ei ole asetettu erityisvaatimuksia, riittävä turvallisuustaso saavutetaan rakennuksen kokoa ja henkilömäärää rajoittamalla käytöstavasta riippuen. Hyvällä syyllä luokista voidaan poiketa. On mahdollista jakaa rakennus kahteen eri paloluokkaan palomuurin avulla.”

P3 luokan rakennus saa olla korkeintaan 14 m korkea ja yksikerroksinen. (Ympäristöministeriö, 2011) ja (Ympäristöministeriö, 2005)

Määräyksessä käsitellään palo-osastoja jotka määräytyvät tilan käytön ja palokuormien mukaan. Rakennus jaetaan palo-osastoihin palon ja savun leviämisen rajoittamiseksi, poistumisen turvaamiseksi, pelastus- sekä sammutustoimien helpottamiseksi ja omaisuusvahinkojen rajoittamiseksi (Ympäristöministeriö, 2011, s. 13). Palo-osasto tulee rajoittaa niin, että mahdollinen palo ei aiheuta kohtuuttomia omaisuusvahinkoja. Palo-osasto voi olla esimerkiksi tuotantorakennuksen tuotantotila tai tuotevarasto. Tuotanto- ja varastotilojen palo-osastojen pinta-aloja ei määritellä E1:ssä. Palo-osastot määritellään harkinnan mukaan. Mikäli palo-osasto on varustettu automaattisella paloilmoitimella joka on liitetty hätäkeskukseen, automaattisella savunpoistolaitteistolla tai automaattisella sammutuslaitteistolla voidaan suurentaa palo-osaston kokoa. Palo-osastot tulisi löytyä lähtötiedoista sekä arkkitehtipohjista.

Määräyksen osassa 4.1.2:

”Tekniset asennukset on tehtävä siten, , että palon syttymisen sekä palon ja savun leviämisen vaara rakennuksessa ei olennaisesti niiden johdosta kasva.”

(Ympäristöministeriö, 2011).

Ilmanvaihtosuunnittelijan tulee ottaa edellinen huomioon suunnitellessaan savunpoistoa. Epäselvissä tilanteissa on aina suositeltavaa sopia asiasta paikallisen viranomaisen kanssa.

Toinen määräys joka vaikuttaa ilmanvaihtosuunnittelijan työhön on 7.5.1:

”Ilmanvaihtolaitteet on tehtävä siten, etteivät ne lisää palon tai savukaasujen leviämisvaaraa. Ilmanvaihtokanavien seinämät on yleensä tehtävä vähintään A2-sl, d0-luokan rakennustarvikkeista. Kanavat tulee voida puhdistaa helposti.” (Ympäristöministeriö, 2011).

Koska savunpoiston osuus E1:stä on loppujenlopuksi aika suppea, kannattaa avuksi ottaa ohje E2 ja E7 jotka tukevat kaikkia määräyksiä E1:ssä.

3.2.2 E2 (Tuotanto- ja varastorakennusten paloturvallisuus)

Rakennusmääräyskokoelman osa E2 on ohje vuodelta 2005 joka kumoaa edellisen version vuodelta 1997. E2 ohjeita sovelletaan tuotanto ja varastotiloihin mutta voidaan myös käyttää esimerkiksi teknisissä ja räjähdysvaarallisissa tiloissa, joista löytyy erillisiä ohjeita. E2 on ohje, joka tarkoittaa, että se on suuntaa antava ja tukee rakennusmääräyskokoelman osaa E1. Tämä tarkoittaa, että suunnittelijan ei tarvitse noudattaa E2:ssa esitettyjä ratkaisuja kunhan suunnittelijan käyttämät ratkaisut eivät ole ristiriidassa E1:sen kanssa.

Savunpoistonsuunnittelun näkökulmasta ohje on suppea. Ohjeesta löytyy tietoa suunnittelijalle mm. suojataseista, paloluokista, palo-osastoista ja savulohkoista. Ohjeesta löytyy myös lyhyt kuvaus painovoimaisen- ja koneellisen savunpoiston suunnittelusta, joka käsitellään tämän ohjeessa osassa 4.2 ja 4.3.

Ohje painottaa, että rakennuksesta pitää löytyä jokaiselle tilalle riittävä mahdollisuus savunpoistolle. Savunpoistojärjestelystä tulee neuvotella paikallisen pelastusviranomaisen kanssa.

3.2.3 E7 (Ilmanvaihtolaitteistojen paloturvallisuus)

E7 - ohje tulkitsee rakennusmääräyskokoelman osaa E1. Ohje on tullut voimaan 2004 kumoten vanhan ohjeen vuodelta 1980.

E7 ohjetta käytettäessä tulee ottaa huomioon, että kaikki ratkaisut ovat ainoastaan ohjeita. Suunnittelijan ei tarvitse noudattaa E7 ohjeita, jos suunnittelijan omat ratkaisut täyttävät E1:sen määräykset. Tämä antaa vähän enemmän joustavuutta suunnitteluun samalla kun se vaatii enemmän suunnittelijalta ja suunnittelu ryhmältä.

Ilmanvaihtosuunnittelijan näkökulmasta hyödyllisimmät ohjeet E7:ssä on kohta seitsemän missä käsitellään koneellista ja painovoimaista savunpoistoa.

3.3 Standardit

3.3.1 SFS-EN

Nämä seuraavat standardit ovat osaa eurooppalaista standardiryhmää EN 12101. Yhteinen otsikko standardeille on *Savunhallinta järjestelmät* ja sisältää seuraavat osat:

SFS-EN	12101 - 1	Savusulut
SFS-EN	12101 - 2	Savunpoistoluukut
SFS-EN	12101 - 3	Savunpoistopuhaltimet
SFS-EN	12101 - 4	Savunpoistolaitteistojen asennukset
SFS-EN	12101 - 5	Savunpoistolaitteistojen suunnittelu ja mitoitus
SFS-EN	12101 - 6	Paineistus
SFS-EN	12101 - 7	Savukanavat
SFS-EN	12101 - 8	Savunhallintapellit
SFS-EN	12101 - 9	Ohjauskeskukset
SFS-EN	12101 - 10	Teholähteet
SFS	7023	Savusuluilta eri käyttökohteissa vaadittavat ominaisuudet ja niille asetetut vaatimustasot
SFS	7024	Savunpoistoluukuille eri käyttökohteissa vaadittavat ominaisuudet ja niille asetetut vaatimustasot
SFS	7025	Savunpoistopuhaltimille eri käyttökohteissa vaadittavat ominaisuudet ja niille asetetut vaatimustasot

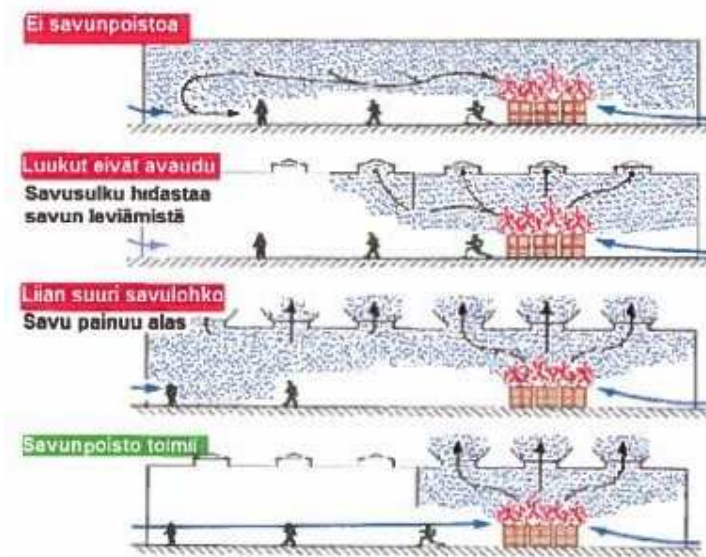
(Suomen standardisoimisliitto SFS, 2001)

Standardit määrittelevät mitä kriteerejä savunpoistolaitteistojen tulee täyttää. Laitetoimittaja joka haluaa CE merkinnän laitteilleen, tulee toimittaa ne testattaviksi standardien mukaan. Jos laitteet läpäisevät testit, myönnetään tuotteelle CE merkintä. Ilmanvaihtosuunnittelijan tulee pitää mielessä että pelastusviranomaiset eivät hyväksy savunpoistoratkaisuja, jos laitteet eivät täytä niille asetettuja kriteerejä. (Rantanen, 2014)

4 SAVUNPOISTON SUUNNITTELU

4.1 Painovoimainen savunpoisto

Ennen suunnittelun aloittamista tulee selvittää savunpoiston tavoitteet ja minkälaisia rajoitteita talotekniset ratkaisut asettavat. On selvitettävä esimerkiksi savusulkujen sijainnit. (RIL 232-2012, 2012). Painovoimaisen savunpoiston tavoite on johtaa kuumat ylöspäin nousevat savukaasut huoneen yläosaan, mistä ne poistetaan luukkujen kautta. Painovoimainen savunpoisto tehostuu parhaiten lämpötilojen noustessa. Tämä helpottaa sammutustöitä edellyttäen, että paloteho pysyy riittävän pienenä ja että korvausilman määrä ei ole liian suuri. (RIL 232-2012, 2012, ss. 110-111). Korvausilmaa tulisi olla yhtä paljon kuin poistettavaa savua, sillä muutoin raitisilma sekoittaa savukaasuja ja hankaloittaa savunpoistoa (Rantanen, 2014).



Kuva 3: Kuvaus painovoimaisen savunpoistojärjestelmän eri tilanteista (Lähde (RIL 232-2012, 2012, s. 21))

Painovoimainen savunpoisto voidaan toteuttaa käyttämällä savunpoistoluukkuja, ikkunoita, ovia tai automaattisia savunpoistolaitteita. Huoneen yläosassa sijaitsevia ikkunoita käytettäessä tulee ikkunoitten olla helposti rikottavissa tai avattavissa. Savunpoistolaitteiden valinta riippuu kohteen suojatasosta. (Ympäristöministeriö, 2005, s. 7). Suojatase on osa lähtötietoja jotka suunnittelija saa palokonsultilta.

”

Suojatase 1

Tavallinen alkusammutuskalusto sekä tarvittaessa tehostettu alkusammutuskalusto.

- Tavallisella alkusammutuskalustolla tarkoitetaan yhden henkilön käyt, ettävissä olevia palonalkujen sammuttamiseen suunniteltuja laitteita kuten paloposteja ja käsiammuttimia. Tämä tulee kysymykseen paloturvallisuusluokassa 1.

- Tehostetulla alkusammutuskalustolla tarkoitetaan tehokasta palopostiverkkoa ja raskaita kemiallisia sammuttimia. Tätä käytetään tarvittaessa palovaarallisuusluokassa 2

Suojatase 2

Paikallisesti ja hätäkeskukseen automaattisen ilmoituksen antava paloilmoinn sekä suojaustason 1 mukainen alkusammutuskalusto

- Automaattinen paloilmoinn tulee kysymykseen kohteissa, joissa sammutusvoimien riittävän aikainen ja luotettava hälyttäminen sekä sitä seuraavat toimenpiteet oleellisesti lisäävät henkilöturvallisuutta ja vähentävät omaisuusvahinkoja. Tehokas sammutustyö tulee voida aloittaa viimeistään 10 minuutin kuluttua paloilmoinnuksesta. Jos tämä ei ole muutoin mahdollista, edellytetään yleensä myös sitä , että kohteella on oma koulutettu sammutusryhmä tai tehdaspalokunta

Suojatase 3

Automaattinen sammutuslaitteisto sekä suojaustason 1 mukainen alkusammutuskalusto.

- Sprinklerilaitteisto tulee kysymykseen kohteissa, joissa vesi on sopiva sammutusaine ja joissa henkilöturvallisuus, suuret omaisuusarvot, suuret palo-osastot tai kohteen palotekninen luonne edellyttävät tehokasta automaattista sammutuslaitteistoa.

- Vaahtolaitteisto soveltuu sekä syttyvien nesteiden , että useiden kiinteiden aineiden sammutukseen. Myös muita automaattista sammutuslaitteistoja voidaan eräissä tapauksissa käyttää kohteiden yleissuojaukseen. ”

(Ympäristöministeriö, 2005)

Savunpoistolaitteistoa voidaan myös käyttää savutuuletukseen, jolloin tavoitteena on välttää suurilta jälkivahingoilta (RIL 232-2012, 2012, s. 112).

Palomiehen näkökulmasta painovoimainen savunpoistojärjestelmä on helpompi hahmottaa kuin koneellinen. Kiireellisessä palotilanteessa palomies näkee mistä kohtaa hän pystyy poistamaan savua ja näin ollen päättämään itse minkä luukun avaa poistaakseen mahdollisimman paljon savua kerrallaan. Pelastusmiehillä on myös omia puhaltimia jotka voidaan asettaa esimerkiksi oviaukkoihin puhaltamaan korvausilmaa kohteeseen. Edellytys tämän toiminnalle on, että oikea luukku on auki niin että puhallin ei levitä savua kohteen muihin osiin. (Söderlund, 2014). Suunnittelua tehdessä on hyvä pitää mielessä, että palomiehet haluavat mahdollisimman samankaltaisia ratkaisuja kaikkiin kohteisiin. Kun taas palokonsultin tehtävä on räätälöidä jokainen kohde. Asiat ovat siis ristiriidassa keskenään, koska suunnitteleva osapuoli ei pysty tuottamaan samanlaisia ratkaisuja jokaiseen kohteeseen. Tämä siksi koska kaikki kohteet poikkeavat toisistaan niin arkkitehtuurisesti kuin teknillisestikin ja sen lisäksi kohteilla on eri tavoitteita savun-

poistolle. Jos vain mahdollista tulisi suosia niin samantyyppisiä ratkaisuja kuin mahdollista. Yksi ratkaisu asiaan voisi olla rakennustietokortin tapaisen kirjaston luominen erityyppisille savunpoistoratkaisuille (Granström, 2014).

4.2 Koneellinen savunpoisto

Koneellisen savunpoiston tavoite on poistaa savua seinille tai katolle asennetuilla savunpoistoilmapuhaltimilla, jotka voivat myös olla kanavoituja. Tyypillisin käyttökohde on maanalaiset - ja korkeat tilat sekä muut kohteet missä savunpatjan keskimääräinen lämpötila pysyy suhteellisen matalana. Laitteiden tulee täyttää niille palotilanteessa asetetut vaatimukset jotka suunnittelija saa palokonsultilta. (RIL 232-2012, 2012, ss. 50, 115-116, 215)

Korkeissa tiloissa tulee ottaa huomioon, että savukaasujen lämpötila laskee katon alapuolella, tämä johtaa ilmavirran heikkenemiseen joka taas heikentää savukaasujen poistamista. Ongelma pystytään ratkaisemaan koneellisella savunpoistolla ja kanavoinnilla. (RIL 232-2012, 2012, ss. 115-116)

On mahdollista käyttää koneellista savunpoistoa savutuuletukseen jälkivahinkojen torjumiseen edellyttäen, että laitteet eivät ole vaurioituneet esimerkiksi kuumuuden takia. (RIL 232-2012, 2012, s. 116)

Suunnittelussa tulee ottaa huomioon korvausilmaluukkujen ja savunpoistopuhaltimen käynnistys järjestys. Savunpoistopuhallin saa käynnistyä kun korvausilmaluukku on auki. Tällä tavalla vältetään riskiltä, että korvausilmaluukku ei aukene, savunpoistopuhaltimen aiheuttaman alipaineen takia. (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2005, s. 42)

Koneellinen savunpoisto valitaan yleensä kohteissa jossa painovoimainen savunpoisto ei ole vaihtoehto tai se ei ole mahdollista kuten esimerkiksi kellaritiloissa. Kun valitaan koneellinen savunpoisto, keskeisin periaate on jatkuva toimintavarmuus ja paloturvallisuus. (Fläkt Woods, 2012, ss. 78-82)

Pelastusmiehen näkökulmasta koneellinen savunpoisto voi olla vaikeampi hahmottaa kuin painovoimainen. Koneellista savunpoistojärjestelmää operoidaan ohjauspaneelin avulla. Pelastusmiehen painellessa eri käskyjä paneeliin hän ei fyysisesti näe mitä tapahtuu. Painovoimaisessa järjestelmässä pelastusmiehet näkevät heti mistä savua alkaa poistua, kun savunpoistoluukun laukaisunappia on painettu. Koneellista savunpoistojärjestelmää suunniteltaessa on tärkeää pyrkiä luomaan mahdollisimman yksinkertaisesti ja helposti ymmärrettävä ohjauspaneeli, jota kiireisessä tilanteessa on helppo käyttää. Peruseriaatteena koneelliselle savunpoistojärjestelmälle on sen helppokäyttöisyys, sillä mitä helpommin se on ymmärrettävissä sitä parempi (Rantanen, 2014).

4.3 Savunpoiston ja vesisammutuksen yhdistäminen

Ennen suunnittelua on määriteltävä suojelupäämäärien tärkeysjärjestys. Suojelupäämäärät voivat olla esimerkiksi omaisuusvahinkojen torjunta tai henkilöturvallisuus. Tavoitteet ovat kohdekohtaisia jotka tilaaja ja paloviranomainen asettavat kyseiselle kohteelle. Syy tärkeysjärjestyksen erittelyyn on, että savunpoistolaitteisto ja vesisammutusjärjestelmä edesauttavat palontorjuntaa eri tavoilla - savunpoisto järjestelmä poistaa savua kun taas sprinklerijärjestelmä muun muassa pyrkii jäähdyttämään ja rajaamaan paloa. Palon rajaaminen edesauttaa pelastustöitä huomattavasti. (RIL 232-2012, 2012, ss. 168-169)

Järjestelmien yhdistäminen periaatteena on hyödyllistä. On kuitenkin huomioitava yhdistelmiä rajoittavat tekijät, kuten esimerkiksi se, että savunpoistojärjestelmän aiheuttama korkea ilmavirta voi heikentää pienivesipisaraisen sprinklerijärjestelmän tehoa. (RIL 232-2012, 2012, ss. 168-169)

Sprinkleri suihkuttaa vettä palopesäkkeeseen ja sen ympäröiville alueille. Veden lämmönsitomiskykyä hyödyntäen voidaan laskea palopesäkkeen lämpötilaa. Sprinklerijärjestelmä voi laueta eri tavoilla, esimerkiksi savun tai palamiskaasuista kulkeutuvan lämmön avulla. Yleensä sprinklerit käynnistyvät yksi kerrallaan, mutta aluesprinklereitä käytettäessä koko paloalueen sprinklerit laukeavat samanaikaisesti. Sprinklerin sammuusteho heikkenee kohteissa missä muodostuu paljon savua mutta vähän lämpöä.

Sammutus ei onnistu ellei vesi osu tulipesäkkeeseen esimerkiksi paksun savun vuoksi. (RIL 232-2012, 2012, s. 170)

Suunnittelijan tulee selvittää palokonsultilta tai sprinklerisuunnittelijalta missä järjestyksessä laitteet laukeavat, esimerkiksi laukeaako ensin sprinklerijärjestelmä joka jäädyttää tulipaloa ja vasta sen jälkeen poistetaan savua kohteesta. Laukaisujärjestyksen selvittäminen vaikuttaa myös laitevalintaan: tullaanko esimerkiksi kohteessa käyttämään ainoastaan käsin laukaistavia savunpoistolaitteita, vai voivatko ne olla yhdistetty automaatiojärjestelmään.

Koneellisen savunpoiston etuna on, että laitteita voi käyttää heti täydellä teholla ja se poistaa tehokkaasti kylmempää savua painovoimaiseen järjestelmään verrattuna. Koneellisen savunpoiston teho kuitenkin heikkenee lämpötilan noustessa. Rakennuksissa missä lämpötilat ovat suuret, suositellaan painovoimaisen järjestelmän käyttöä. Koneellinen savunpoisto poistaa tehokkaasti viileämpiä savukaasuja, siksi on suositeltavaa käyttää koneellista savunpoistoa korkeissa tiloissa, missä savukaasut ovat viilentyneet matkalla ylös. Yhdistelmiä suunniteltaessa on hyvä tarkastella kuvaa 4, missä kuvaillaan eri laukaisu- ja hälytysjärjestelmiä eri ratkaisuihin. (Finanssialan Keskusliitto, 2006, ss. 1-9)

Koneellinen savunpoisto poistaa parhaiten kylmempiä savukaasuja, tämän vuoksi savunpoiston on lauettava palon lämpötilasta, heti palon sytyttyä.

	Sprinkleri	ESFR	Aluelaukaisu	Vesisumu
Koneellinen savunpoisto	Mahdollinen, kun pitää mielessä ristituuletuksen	Rajoitetusti mahdollinen, katso Factory Mutual ohje kohta 22 koskien ilmanvaihtoa	Mahdollinen määrättyissä olosuhteissa, laukeaa vain sprinklerin hälytysventtiilin välityksellä	Yhdistelmää ei yleensä suositella
Luonnollinen savunpoisto, laukaisu savuilmaisimista	Yhdistelmä mahdollinen ja hyödyllinen, kun pitää mielessä järjestelyt	Ei suositella	Mahdollinen ja hyödyllinen, kun pitää mielessä järjestelyt ja samanaikaisen laukaisun	Yhdistelmää ei yleensä suositella
Luonnollinen savunpoisto, laukaisu lämpösulakkeesta	Yhdistelmä mahdollinen ja hyödyllinen, kun pitää mielessä järjestelyt ¹	Savunpoistojärjestelmän laukaisu ESFR: n jälkeen (ESFR 68 °C, RTI <50; savunpoistojärjestelmä 141°, RTI >80). Huomioitava rakenteelliset vaatimukset	Yhdistelmä mahdollinen ja hyödyllinen, kun pitää mielessä järjestelyt	Yhdistelmää ei yleensä suositella
Luonnollinen savunpoisto, manuaalinen laukaisu	Hyödyllinen yhdistelmä	Hyödyllinen yhdistelmä	Hyödyllinen yhdistelmä	Mahdollinen määrättyissä olosuhteissa

Kuva 4. Yhdistelmämahdollisuudet (Lähde: Vesisammutus ja savunpoistojärjestelmien vuorovaikutus, Finanssialan Keskusliitto, 2001, s.9)

4.4 Ilmanvaihtokanavilla suoritettu savunpoisto

Ilmanvaihtolaitteistolla suoritettuna savunpoiston tarkoituksena on estää palon leviäminen toiselle palo-osastolle ja turvata palavasta kohteesta poistuminen sekä sammutustyöt. Palon leviäminen voidaan estää palonrajoittimilla, palonkestävillä kanavilla sekä rajoittamalla kanavien yhdistelmärajoituksia. Useammassa palo-osaston läpäisevässä savunpoistokanavassa joka ei avaudu toiselle palo-osastolle, voidaan palorajoittimet korvata paloeristyksellä, edellyttäen että paloeristys täyttää sille asetetut palokestävyysvaatimukset. (Ympäristöministeriö, 2004, ss. 6-7)

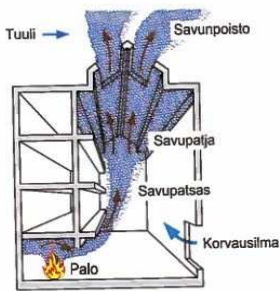
Normaalissa palotilanteessa ilmastointilaitteet sammuvat palon syttyessä palon leviämisen estämiseksi. Ilmastointilaitteita saa käyttää savunpoistoon jos järjestelmä on mitoitettu sen mukaan ja se täyttää sille asetetut vaatimukset, eli laitteet täyttävät savunpoiston standardit ja ovat CE merkittyjä. (RIL 232-2012, 2012, ss. 166-168)

Ilmanvaihtojärjestelmää käytettäessä savunpoistoon, tulee järjestelmä varustaa joko yhdellä savunpoistopuhaltimella, tai kahdella puhaltimella joista toinen on savunpoistopuhallin ja toinen tavallinen ilmanvaihtopuhallin. Puhaltimien tulee aina täyttää niille asetetut standardivaatimukset. Palokonsultti toimittaa laitevaatimukset ilmanvaihtosuunnittelijalle.

4.5 Korvausilman suunnittelu

”Korvausilma-aukoilla tarkoitetaan ovi- ja ikkuna-aukkoja tai luukkuja, joista virtaa huonetilaan poistettavaa savukaasun tilavuutta vastaava määrä ympäröivää ilmaa” (RIL 232-2012, 2012, s. 175)

Korvausilman idea on tuoda huoneeseen riittävä määrä viileätä ilmaa, joka korvaa poistetut kuumat savukaasut. Tavat mitä voi käyttää korvausilman tuomisessa, on määritelty standardissa CEN/TR 12101-5:fi sivulla 82.



Kuva 5: Korvausilman idea (Lähde (RIL 232-2012, 2012, s. 82)

”

- a) pysyvästi avoinna olevia korvausilma-aukkoja
- b) automaattisesti avautuvia korvausilma-aukkoja, kuten ovia, ikkunoita, tarkoitustenmukaisia korvausilmalaitteita
- c) savunpoistoluukkuja vierekkäisissä savulohkoissa
- d) mitä tahansa edellä mainittujen vaihtoehtojen yhdistelmää
- e) koneellista korvausilmansyöttöä puhaltimien (ja kanaviston, jos määritelty) avulla.

” (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2005)

Suunnittelija voi siis vapaasti käyttää painovoimaisia sekä koneellisia ratkaisuja hyödykseen, kunhan ei sekoita näitä keskenään. Molempia on mahdollista käyttää, mutta silloin järjestelmästä tulee laatia yksityiskohtainen kuvas. Automaattisesti toimivien korvausilma-aukkojen tulisi siirtyä palotilanteessa laitteen sisälle varastoidun energian tai varateholähteen avulla auki -asentoon (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2009, s. 34).

Korvausilman suunnittelussa tulee myös ottaa huomioon, että korvausilma ei saa häiritä savukerrosta. Muuten syntyy riski että savu kylmenee ja laskeutuu huoneen ala-osaan hankaloittaen poistumista kohteesta. Korvausilmaluukku tulisi sijoittaa noin metrin savukerroksen alapinnan alapuolelle (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2005, s. 87).

Korvausilma-aukoille on asetettu eri vaatimuksia riippuen siitä mihin savunpoistotasoon osastot kuuluvat. Koneellista savunpoistoa käytettäessä on myös mahdollista käyttää korvausilmapuhaltimia joko suoraan tai kanavoimalla. Savunpoistopuhaltimen sähkövirta tulee olla varmistettu. Varmistetun sähkön lähteenä voi toimia varavoima generaattori. (RIL 232-2012, 2012, s. 120)

Savunpoiston teho riippuu korvausilma-aukkojen määrästä ja pinta-alasta. Korvausilman saatavuus on olennainen osa toimivaa savunpoistojärjestelmää. Jos korvausilmaa ei saada riittävästi, savunpoisto ei toimi. Korvausilma-aukon ilmanvirtausnopeus ei saa ylittää 5 m/s, koska suuri tuloilmanopeus aiheuttaa kaasujen sekoittumisen jolloin savunpoisto heikkenee.

Rakennusmääräyskokoelman osa E2 suosittelee että palo-osasto jaetaan savusuluilla enintään 1600 m²:n savulohkoihin, jossa on oma savunpoistojärjestelmä.

4.6 Paineistuksen suunnittelu

Paineistuksen idea on pitää paineistettu huone vapaana savukaasuista ja tällä tavalla turvata poistuminen palavasta kohteesta sekä turvata pelastustoimet. Teollisuuskohteissa esimerkiksi paineistetaan valvomot ja rappukäytävät sekä muita pelastus- ja hyökkäysreittejä. Paineistus toteutetaan tuomalla enemmän ilmaa huoneeseen kuin mitä poiste-

taan, verrattuna ympärillä oleviin huoneisiin. Paineistus toteutetaan standardin SFS EN 12101-6 mukaan, joka on saatavilla ainoastaan englanninkielellä. Ilmanvaihtosuunnittelija saa paineistusluokat, paineistus-periaatteet ja paine-erot palokonsultilta.

Paineistusta suunniteltaessa tulee ottaa huomioon kolme tärkeää seikkaa:

1. Ilmavirta paineistettavaan tilaan on tarpeeksi suuri ja kasvaa lämpötilan noustessa. Lämpötilan noustessa savukaasujen virtaus pois päin palotilasta kasvaa.
2. Palavan- ja paineistettavan tilan välillä on riittävä paine-ero savukaasujen pääsyn estämiseksi. Paine ero tulisi olla noin 50 Pa +/- 10 %
3. Paine-ero ei saa olla niin suuri, että ovia ei pystytä avaamaan. Korkeita paineita käytettäessä voidaan esimerkiksi valvomoon asentaa tuulikaappi tasaamaan painetta.

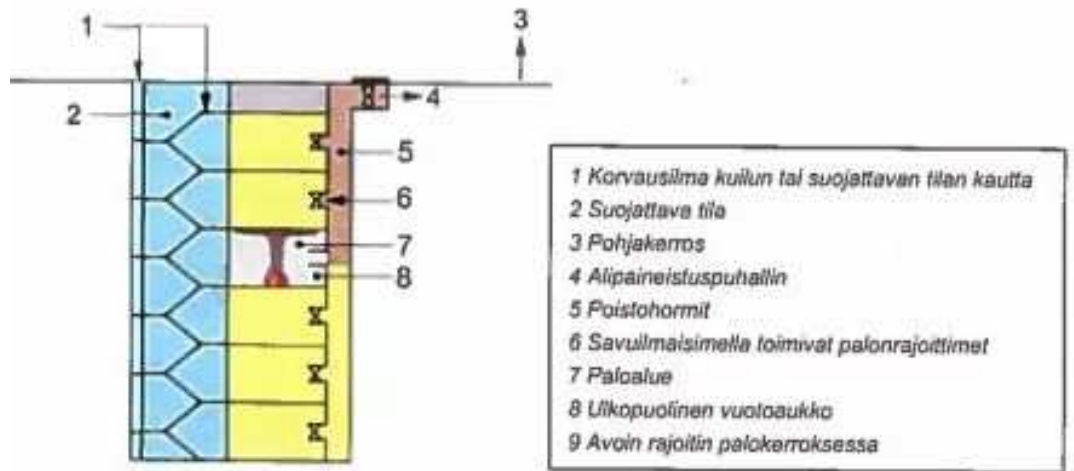
(RIL 232-2012, 2012, ss. 126-128)

Ilmanvaihtosuunnittelijan tulee tuntea kohteen käyttötarkoitus, jonka määrittelevät kohteen tilaaja ja paloviranomainen. Paineistuksen suunnittelu sammutus- ja pelastustyön helpottamiseksi eroaa huomattavasti paineistus-suunnitelmasta jossa tarkoitus on poistumisen turvaaminen. (RIL 232-2012, 2012, ss. 125-146)

Teollisuuskohteissa yleensä löytyy porraskäytävä, mitä käytetään hätäpoistumiseen. Porraskäytävät tulee paineistaa turvallisen poistumisen takaamiseksi. Porrashuoneen paineistusta suunniteltaessa on pystysuoranpoistumisreitit turvaaminen tärkeämmässä roolissa kuin vaakasuora reitti. Palokonsultti määrittelee mitkä porrashuonetta ympäröivistä tiloista on osa poistumisreittiä ja nämä tilat tulee myös paineistaa.

Teollisuuskohteen valvomot voidaan luokitella suojatiloiksi missä on mahdollisuus oleskella palon aikana. Valvomoihin suunnitellaan vähintään 50 Pa ylipaine ympäröiviin tiloihin verrattuna. Valvomoon yhdistetty porraskäytävä tulee myös paineistaa niin, että ovien ollessa kiinni valvomon paine ei ole korkeampi kuin porraskäytävän, eikä enempää kuin 5 Pa pienempi. Tämä siksi koska valvomoa ei saa yhdistää paineistamattomiin porraskäytäviin.

Maanalaisista tiloista ei löydy ikkunoita, tämä tekee ylipaineistamisesta hankalaa koska painovoimaisten savunpoistohormien järjestäminen eri tiloihin hankaloituu. Ongelma voidaan ratkaista alipaineistamalla syttymishuoneisto joka saadaan aikaan savunpoistopuhaltimen avulla, jonka lämmönkestävyysluokka on vähintään F300. Savukaasujen ulosottoaika tulee sijoittaa niin, että se ei haittaa poistumista tai pelastustöitä. (RIL 232-2012, 2012, ss. 140-141)



Kuva 6 Kuvaus paineistuksesta (Lähde (RIL 232-2012, 2012, s. 56))

4.7 Suunnittelutiedot

Ilmanvaihtosuunnittelijan laatima savunpoistosuunnitelma toimitetaan muille suunnittelijoille. Esimerkiksi savunpoistopuhaltimien sijainnit vaikuttavat sähkösuunnittelija työhön. Jotta paras mahdollinen ja taloudellisesti järkevin tulos saavutettaisiin, tulisi yhteistyö kaikkien suunnittelualojen ja viranomaisten välillä olla mahdollisimman läheistä ja vuorovaikutteista.

Ilmanvaihtosuunnittelijan tulisi selvittää seuraavat lähtötiedot ennen suunnittelun aloittamista ja toimittaa seuraavat tiedot eteenpäin kun savunpoistosuunnitelma on tehty:

Arkkitehti: Arkkitehdin tulee toimittaa ilmanvaihtosuunnittelijalle:

- savunpoisto- ja korvausilmaluukkujen sijainnit, jos tämä tehtävä ei ole pääsuunnittelijalla (luukkujen sijoittelu kuuluu yleensä rakennusurakkaan)

- pohjakuvat mihin on merkattu palo-osastot ja hyökkäysreitit

Ilmanvaihtosuunnittelija toimittaa arkkitehdille seuraavat tiedot:

- savunpoistopuhaltimien sijainnit
- julkisivulla näkyvät aukot ja säleiköt

Automaatiosuunnittelija: Projektikohtaista, automaatiosuunnittelijalta kannattaa tarkistaa jos kohteessa tullaan käyttämään jotain erikoisratkaisuja jotka voisivat vaikuttaa savunpoistoon.

Ilmanvaihtosuunnittelija toimittaa automaatiosuunnittelijalle seuraavat tiedot:

- selvitys kaikista laitteista mitkä tullaan kytkemään automaatiojärjestelmään
- laitteiden toimintaperiaatteet ja avautumisjärjestykset
- järjestelmäkuvaus

Rakennesuunnittelija: Koneellista savunpoistojärjestelmää suunniteltaessa tulisi selvittää rakennesuunnittelijalta, että rakenteet kestävät eri laitteiden painot.

Ilmanvaihtosuunnittelija toimittaa rakennesuunnittelijalle seuraavat tiedot:

- savunpoistolaitteiston sijainnit
- palotiivistettävien seinien kanavareikien sijainnit
- reikäkuvat

Palokonsultti: Palokonsultin tulee toimittaa ilmanvaihtosuunnittelijalle ainakin seuraavat tiedot:

- kohteen paloalueet
- ilmamäärät
- mahdolliset paineistusluokat eri tiloille
- palokuormat
- savulohkot
- tekniset vaatimukset laitteille

- määritellä savunpoiston periaate: millä keinolla savua poistetaan, tullaanko käyttämään painovoimaista vai koneellista järjestelmää

Näiden tietojen perusteella ilmanvaihtosuunnittelija pystyy mitoittamaan kanavakoot, painehäviöt ja osaa asetella esimerkiksi savunpoistopuhaltimet oikeisiin paikkoihin. (Granström, 2014)

Sprinklerisuunnittelija: Sprinklerisuunnittelija toimittaa seuraavat tiedot ilmanvaihtosuunnittelijalle:

- miten sprinklerijärjestelmä laukeaa
- miten sprinklerit vaikuttavat savunpoistoon
- tuleeko savunpoistolaitteiden olla käsin laukaistavia
- sprinkleriventtiiliryhmiä paineet

Ilmanvaihtosuunnittelija pystyy tietojen perusteella sovittamaan järjestelmät yhteen.

Sähkösuunnittelija: Projektikohtaista, esimerkiksi vanhassa kohteessa missä aiotaan käyttää koneellista savunpoistoa, tulee sähkösuunnittelijalta varmistaa, että puhaltimille löytyy varasähkölähde.

Ilmanvaihtosuunnittelija toimittaa sähkösuunnittelijalle seuraavat tiedot:

- mihin laitteisiin kytketään sähköä
- mitkä laitteet tulee varmentaa sähköllä
- suojatut kaapelit

5 LAITTEIDEN VALINTA

5.1 Puhaltimet

Savunpoistopuhaltimien luokitus tulee täyttää standardin SFS-EN 12101-3 sekä Suomessa käytetyt luokkavaatimukset jotka on esitetty standardissa SFS 7025. Puhaltimien

asennus suoritetaan teknisen raportin CEN/TR 12101-4 mukaisesti. (RIL 232-2012, 2012, s. 196). Puhaltimien perusidea on poistaa savua ja lämpöä kohteesta. (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2009, s. 18)



Kuva 7: Fläkt Woods CE merkitty savunpoistopuhallin JM H (Fläkt Woods, 2007)

Palokonsultti toimittaa ilmanvaihtosuunnittelijalle puhallinvaatimukset. Standardin SFS 7025 (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2010, s. 2) savunpoistopuhaltimen vaatimukset ovat yleisessä kohteessa lämpötila-/aikaluokitus F400 (120).

”Savunpoistopuhaltimet luokitellaan yhteen tai useampaan seuraavista käyttöluokista:

- eristetty tai eristämätön
- savupatjan sisälle soveltuva tai soveltumaton
- yleisilmanvaihtoon ja hätätilanteessa savunpoistoon käytettävä tai vain hätätilanteessa savunpoistoon käytettävä
- kanavoidun jäähdytysilman vaativa”

(Suomen standardisoimisliitto SFS, 2010)

Suunnittelijan on siis tiedettävä mihin käyttötarkoitukseen puhallin tulee ja minkälaista savunpoistomenetelmää käytetään ja pystyy tämän perusteella valitsemaan sopivan puhaltimen kohteeseen.

Sellaisen puhaltimen joka toimii sekä ilmanvaihto- että savunpoistopuhaltimena, tulee puhaltimen lämpölaajeneminen ottaa huomioon. Lämpölaajenemisen vuoksi puhaltimen hyötysuhde on paljon huonompi. Puhaltimeen on johdettava paljon energiaa millä saadaan vähän tehoa irti. Tämä ei ole energiatehokas ratkaisu, mutta voi joskus olla ainoa tapa ratkaista savunpoisto kohteessa missä on rajallisesti tilaa.

Toinen huomioon otettava seikka puhallinta valittaessa yhdistelmäjärjestelmään on, että savunpoistopuhallin pitää yleensä huolta useammin. Tavallisen ilmanvaihtopuhaltimen laakerit tulisi voidella uudelleen 10 000 käyttötunnin jälkeen, jos puhaltimen pyörimisnopeus ylittää 1800 kierrosta/min, muussa tapauksessa 20 000 käyttötunnin jälkeen. Huolto on kuitenkin suoritettava vähintään kerran kolmessa vuodessa. Suositeltavaa on myös että puhaltimen perushuolto suoritetaan noin 50 000 tunnin jälkeen, laakerit vaihdetaan ja tehdään moottorille perushuolto, jossa moottori käämitään uudelleen käyttäen alkuperäisiä kuumuutta kestäviä eristysaineita. (Fläkt Woods Limited, 2007)

Tiheämmät huoltokerrat nostavat entuudestaan kustannuksia (Kontkanen, 2014). Näitä kustannuksia voidaan verrata tavalliseen huippuimuriin, joka ei vaadi läheskään yhtä paljon huoltoa. Myös huippuimurin laakereiden kunto on ajoittain tarkistettava sekä moottori puhdistettava.

Puhaltimen sijoitusta suunniteltaessa pitää ottaa huomioon huoltotyöt. Huoltotöistä tulee kalliimpia jos puhallin on sijoitettu hankalaan paikkaan. Puhallin vaatii huoltoa ja koeajoja vaikka sitä harvoin käytetään. Tämän takia puhallin tulee sijoittaa paikkaan mistä se voidaan esimerkiksi helposti laskea alas tai nostaa ylös. Laitetoimittaja toimittaa ohjeet laitteen huollolle. (Kontkanen, 2014). Näitä asioita on hyvä verrata toisiinsa taloudellisesta näkökulmasta ennen suunnittelun aloittamista. Yhdistetyn savunpoiston ja ilmanvaihdon kertainvestointi voi olla edullisempi, mutta tuleeko hankalat huoltoreitit kustantamaan pitkällä tähtäimellä paljon enemmän.

Puhaltimet tulisi asentaa vähintään 8 metrin etäisyydelle viereisestä rakennuksesta tai korvausilma-aukosta ja tämä asia kannattaa varmistaa paikalliselta viranomaiselta. Puhaltimia tulisi olla vähintään yksi kappale per 200 m². Puhaltimen äänentaso ei saa ylittää mahdollisen kuulutuksen tai hälytyksen äänentaso. (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2009, s. 30)

Puhallin varmistetaan varasähköllä, koska palotilanteessa on suuri riski että primääri sähkölähde kaatuu, tämä ei saa pysäyttää savunpoistoa. Tämän takia puhallin sijoitetaan paikka missä siihen voidaan kytkeä varasähköä esimerkiksi generaattorilta.

5.2 Palorajoittimet

Palorajoittimella pyritään estämään palon leviämistä yhdeltä paloalueelta toiselle. Palon sattuessa palorajoittimen sulake reagoi ja jousi sulkee pellin. Tämä on tehokas tapa estää savun ja myrkyllisten kaasujen leviäminen. Palorajoittimet tulee täyttää standardin SFS EN 12101-8 kriteerit tämän myötä laitteelle voidaan myöntää pakollinen CE merkintä.



Kuva 8: Fläkt Woodsin CE merkitty palorajoitin. Tarkoitettu seinään tai välipohjaan asennettavaksi. (Fläkt Woods, 2014)

Palorajoittimet voidaan jakaa kahteen luokkaan: rajoittimet jotka täyttävät eristävyys- ja tiiviysvaatimukset niin kutsutut raskaspalopelti (EI) ja vain tiiviysvaatimukset täyttäviin rajoittimiin niin kutsutut kevyt palopelti (E). Raskaat palopellit rajoittavat paremmin palon leviämistä kuin kevyet palopellit. Eristämällä kevyelle palopellille johtava ilmanvaihtokanava saavutetaan tarvittava eristysvaatimus palo-osastojen välille.

Palorajoittimet voidaan kytkeä kohteen automaatiojärjestelmään, jolla tavoin voidaan testata laitteiden toimivuutta esimerkiksi sulkemalla ja avaamalla rajoittimet 48 tunnin välein. (Fläkt Woods, 2012, ss. 17-20)

Palorajoittimen eristäminen määräytyy sen lävistämän rakennusosan palonkestoaika-vaatimuksen mukaan. Jos palorajoitin ei täytä rakennusosan eristysvaatimuksia, voidaan läpivienti toteuttaa palo eristämällä ilmanvaihtokanava palopellin molemmilta puolilta. Palorajoittimelle ei aseteta eristysvaatimuksia jos kanavan pinta-ala on enintään 200 cm². (Ympäristöministeriö, 2004, s. 6)

5.3 Luukut

Savunpoistoluukkuja käytetään painovoimaisessa savunpoistossa savunpoistoon. Savunpoistoluukut voidaan asentaa katolle tai seinän yläosiin. Toimivan savunpoistojärjestelmän takaamiseksi tulee luukkuja pyrkiä sijoittelemaan tasaisesti koko savulohkon alueelle. Luukku menettää tehokkuutensa, jos se mitoitetaan liian suureksi. Liian suuri luukku savukerroksen paksuuteen verrattuna aiheuttaa puhtaan ilman karkaamisen luukun keskiosasta.



Kuva 9: Savunpoistoluukku (Keravent, 2014)

Niin kuin kaikessa muussa paloturvallisuuteen liittyvässä, luukkujen sijoittelua suunniteltaessa on pyrittävä estämään palon leviäminen toisille paloalueille. Savunpoistoluukut tulee olla standardin SFS-EN 12101-2 mukaisia. Luukkujen luokkavaatimukset on esitetty standardissa SFS 7024 ja luukkujen asennus tulee olla standardin CEN/TR 12101-4 mukainen. (RIL 232-2012, 2012, ss. 112-113)

Luukkumalleja valittaessa on huomioitava ulkoiset tekijät kuten lumi, tuuli ja lämpötila. Jos luukku asennetaan paikkaan minne kerääntyy lunta, valitaan luukku jonka avautumisvoima on tarpeeksi suuri. (RIL 232-2012, 2012, s. 51). Luukut tulee valita seuraavista:

- SL 0
- SL 125
- SL 250
- SL 500
- SL 1000

- SL A

Numerot vastaavat Pascaleissa mitattua lumikuormaa. Suomessa katolle asennetun savunpoistoluukun minimivaatimus on SL 500. (RIL 232-2012, 2012, ss. 190-191) (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2003, s. 20)

Savunpoistoluukkuja voidaan käyttää jälkeinpäin jälkisavun tuulettamiseen. Tällä tavoin lievennetään savuvahinkoja. (RIL 232-2012, 2012, s. 112)

”Savunpoistoluukutyypit ryhmitellään laukaisun mukaan seuraavasti:

- käsin aukaistavat (taso I)
- lämpösulakkeesta laukeavat (taso II)
- sähköisesti ohjauskeskuksesta laukaistavat (taso II)
- automaattisesti savuilmaisimista laukeava järjestelmä (taso III)”

(RIL 232-2012, 2012, s. 112)

Ilmanvaihtosuunnittelija pystyy valitsemaan luukun laukaisutavan kun savunpoistotaso on tiedossa.

Savunpoistoluukkuja sijoiteltaessa tulee rakenteet ottaa huomioon. Jos savunpoistoluukku asennetaan kohteen seinään, tulee lämpimät kaasut lämmittämään kattoa joka voi johtaa katon romahtamiseen. Savunpoistoluukkujen sijaitessa katolla katto ei lämpene yhtä paljon, eikä savu leviä kattoa pitkin samalla tavalla kuin luukkujen sijaitessa seinällä.

5.4 Savunhallintakanavat

Savunhallintakanaville ja sen komponenteille CE - merkintä on pakollinen, koska ne kuuluvat harmonisoidun tuotestandardin SFS-EN 12101-7 piiriin. CE – merkintä tulee aina varmistaa ennen tuotteen valitsemista. (Fläkt Woods, 2013)

Jotta tuote täyttäisi CE vaatimukset, tulee sen läpäistä SFS-EN 12101-7 standardissa kuvaillut kokeet. Kanaville suoritetaan polttokoe polttouunissa, missä lämpötila nousee 600 °C:een. Kokeista selviää seuraavat asiat:

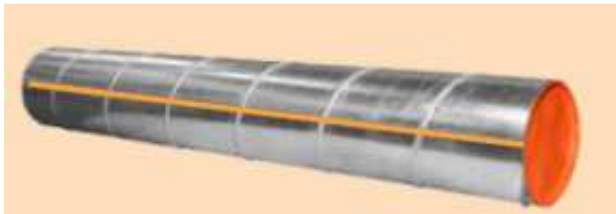
E = Tiivistysluokitus

I = Eristysluokitus

S = Vuotoluokitus

(Suomen standardisoimisliitto SFS, 2001, s. 22)

Tällä hetkellä markkinoilta löytyy niin pyöreitä kuin suorakaiteisia savunpoistokanavia. Suorakaidekanavia tarjoavia toimittajia löytyy rajallisesti. Tavalliset suorakaidekanavat valmistetaan paikanpäällä, mutta kun kyseessä on CE merkitty savunpoistokanava, tulee kanava olla sarjatuotettu. Tämä tarkoittaa että kanava tulee olla tehdastuotettu täyttääkseen CE vaatimukset. Työmaalla savunpoistokanava tulee olla merkitty, niin että se erottuu tavallisista ilmanvaihtokanavista. Eri toimittajat käyttävät eri merkintätapoja. Yleensä kanavan kyljessä on tekstillä merkitty teippi, että kyseessä on savunpoistokanava.



Kuva 10: Fläkt Woods yhtiä palo-osastoa palveleva ESAD savunhallintakanava, paloluokka E 120 S, paineluokka 1500 Pa. (Woods, 2014)

a	b	100	150	200	250	300	400	500	600	800	1000
200											
250											
300											
400											
500											
600											
800											
1000											
1200											
1250											

Kuva 11: ETS-Nord:in suorakaiteisten savunpoistokanavat, ruskealla merkityt ovat saatavilla olevia malleja (ETS-Nord)

Normaalit ilmanvaihtokanavat mitoitetaan yleensä painehäviölle 1 Pa / m, savunpoistokanavat voidaan mitoittaa 2,5 Pa / m. Palotilanteessa turvallisuus on suuremmassa roolissa kuin äänivaatimukset ja energiatehokkuus. (Sandberg, 2014)

Savunhallintakanavan liitântäkohdissa on käytettävä testattuja tiivisteitä. Tiivisteiden tulee kestää koko ehdotettu käyttöaika, soveltua käyttöolosuhteisiin, kestettävä mahdollisia mekaanisia vaurioita ja tiivisteiden heikkeneminen ei saa vaikuttaa savunhallintakanavan vuoto-ominaisuuksiin. (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2001, s. 18)

Yhtä palo-osastoa palveleva savunhallinta kanava voi sijaita osaston sisä- tai ulkopuolella. Kanavan sijaitessa osaston ulkopuolella palon leviämisen riski on suurempi kuin jos kanava sijaitsee osaston sisällä. Kanavan sijaitessa palo-osaston ulkopuolella pitää osastojen välinen seinä varustaa palonrajoittimella tai vaihtoehtoisesti palo-eristyksellä jos kanava ei aukea toiseen paloalueeseen. (Fläkt Woods, 2012)

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Savunpoisto suunnitellaan aina kyseiseen kohteeseen räätälöitynä. Tärkein asia ennen suunnittelun aloittamista on selvittää savunpoiston tavoitteet. Savunpoiston tavoitteet ohjaavat suunnittelua oikeaan suuntaan ja toimivat oivana työkaluna ilmanvaihtosuunnittelijan työssä. Suunnittelua ei kannata aloittaa ennen kuin selkeät tavoitteet savunpoistolle on asetettu. Taloudellisistakaan syistä ei ole järkevää aloittaa suunnittelua ennen kuin tavoitteet on selvitetty koska moneen kertaan suunnittelu kustantaa enemmän.

Kun savunpoistontavoitteet on selvitetty, tulee suunnittelijan varmistaa, että hänelle on toimitettu tarvittavat lähtötiedot suunnittelun aloittamiseksi. Tärkeimmät tiedot suunnittelijan kannalta tulee palokonsultilta, mutta on myös tärkeätä selvittää esimerkiksi arkitehdiltä, mihin kohtaan mahdolliset savunpoistoluukut asennetaan. Parhaan tuloksen saavuttamiseksi kaikkien suunnittelualueiden edustajien tulisi tehdä niin paljon yhteistyötä kuin mahdollista, jotta rakennusvaiheessa ei tarvitsisi enää tehdä muutoksia. Muutokset jotka tehdään kun rakentaminen on jo aloitettu kustantavat huomattavasti enemmän, kun jos siihen on pystytty vaikuttamaan jo suunnitteluvaiheessa.

Suomesta löytyy savunpoistosta hyvin rajallisesti materiaalia. Savunpoistosta julkistettua materiaalia kannattaa tarkastella kriittisesti ja muistaa, että kaikki materiaali paitsi rakennusmääräyskokoelman osa E1 ainoastaan tulkitsee lakia eri tavoilla. Epäselvissä tilanteissa on hyvä olla yhteydessä paloviranomaiseen tai rakennusvalvontaan, jotka osaavat antaa asiantuntevaa apua käytännön ongelmissa.

Viranomaisen haluaa, että ratkaisut mitkä valitaan kohteeseen, ovat mahdollisimman helppoja ja helposti ymmärrettäviä. Rakennusvalvonta vaatii että kaikki savunpoistolaitteet ovat CE merkittyjä.

LÄHDELUETTELO

ETS-Nord. (ei pvm). Savunhallintakanavajärjestelmä.

Finanssialan Keskusliitto. (2006). *Vesisammutus ja savunpoistojärjestelmien vuorovaikutus (palontorjunnassa)*. Finanssialan Keskusliitto.

Fläkt Woods. (14. 8 2007). *www.flaktwoods.fi*. Haettu 11. 11 2014 osoitteesta JM HT -sarjan savunpoistopuhaltimet 50 Hz: <http://www.flaktwoods.fi/fa810955-38c6-47f5-b829-96f7864fb249>

Fläkt Woods. (2012). *Palontorjuntakäsikirja*. Fläkt Woods.

Fläkt Woods. (2013). *CE-merkitty ESAD - Savunhallintakanavajärjestelmä*. Fläkt Woods.

Fläkt Woods. (20. 5 2014). *Fläkt Woods*. Haettu 11. 11 2014 osoitteesta Palopelti ETCE: <http://www.flaktwoods.fi/2f55ecc1-a846-4c29-bef8-93f54f4ba79c>

Fläkt Woods Limited. (2007). *HT-sarjan Aerofoild-savunpoistopuhaltimet, Moottori savussa, Asennus- ja huolto-ohjeet, Tarkastus- ja huoltopäiväkirja*. England: Fläkt Woods Limited.

Granström, M. (26. 9 2014). Palokonsultti. (S. Öhman, Haastattelija)

Hietaniemi, J. (1. 7 2014). Tri. *Insinööri toimisto Markku Kauriala*. (S. Öhman, Haastattelija)

Keravent. (2014). *Orivent-savunpoistoluukut ja -ikkunat (painovoimainen savunpoisto)* Kera Group Oy. Orimattila: Rakennus tieto.

Kontkanen, A. (26. Elokuu 2014). Savunhallintalaitteistojen asiantuntia, Fläkt Woods. (S. Öhman, Haastattelija)

Kortela, M. (Maaliskuu 2014). E7 - ohjeistuksen uudistusprojekti on edennyt työryhmävaiheeseen. *Talotekniikka*, 6.

- Rantanen, E. (21. 10 2014). Johtava Palotarkastaja. (S. Öhman, Haastattelija)
- RIL 232-2012. (2012). *RIL 232-2012* (Osa/vuosik. 1). Tampere: Tammerprint Oy.
- Salmi, T. (2013). Savunpoiston suunnittelu ja mitoitus. Vantaa.
- Sandberg, E. (2014). *Ilmastointilaitoksen mitoitus, Ilmastointitekniikka osa 2*. Tampere: Talotekniikka-Julkaisut Oy.
- Suomen standardisoimisliitto SFS. (2001). *SFS-EN 12101-1 Savusulut*. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- Suomen standardisoimisliitto SFS. (2003). *Savunhallintajärjestelmät. Osa 2: Savunpoistoluukut*. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.
- Suomen standardisoimisliitto SFS. (2005). *CEN/TR 12101-5:fi Savunpoistolaitteistojen suunnittelu ja mitoitus*. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- Suomen standardisoimisliitto SFS. (2009). *CEN/TR 12101-4 Savunpoistolaitteistojen asennukset*. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.
- Suomen standardisoimisliitto SFS. (2010). *SFS 7025 Savunpoistopuhaltimille eri käyttökohteissa vaadittavat ominaisuudet ja niille asetetut vaatimustasot*. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.
- Söderlund, J. (20. Syyskuu 2014). Palomies. (S. Öhman, Haastattelija)
- Woods, F. (14. 10 2014). *Savunhallintakanavat ja savunhallintapellit yhtä palo-osastoa palveleviin savunhallintajärjestelmiin*. Haettu 11. 11 2014 osoitteesta www.flaktwoods.fi: <http://www.flaktwoods.fi/270ed61c-a4f5-4686-8c7b-3c5c62dd8b85>
- Ympäristöministeriö. (2004). *E7 Suomen rakentamismääräyskokoelma*. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- Ympäristöministeriö. (2005). *E2 Suomen rakentamismääräyskokoelma*. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- Ympäristöministeriö. (2011). *E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma*. Helsinki: Ympäristöministeriö.

Referat av examensarbetet på en ventilationsplanerarens manual för planering av rökventilationen för ett industriobjekt.

Inledning

Det här arbetet är skrivet som beställningsarbete åt Pöyry Finland. Pöyry är en internationell konsult- och planeringsbyrå grundat år 1958. Största delen av Pöyrys projekt levereras till industrin, därför har detta arbete begränsats till att behandla endast industriobjekt. På grund av att industriprojekten oftast är mycket stora, antas även att ventilationsplaneraren har tillgång till en brandkonsult.

Målet med arbetet är att utarbeta en handbok för ventilationsplaneraren. Handboken beskriver vilka lagar och standarder bör följas när rökventilationen planeras samt beskriver de vanligaste lösningarna inom rökventilation. Arbetet lyfter även fram vilka standarder som bör följas och vad som bör tas i beaktande vid val av apparater.

Rökventilationens tre huvudmål:

1. Trygga människors flykt från det brinnande objektet.
2. Trygga brandmännens arbete.
3. Minimera egendomsskador.

Dessa tre mål är alltid de viktigaste utgångspunkterna när rökventilation planeras. Utöver detta bör objektets beställare tillsammans med brandmyndigheterna komma överens om vilka andra saker vill uppnås med rökventilationen. Det är onödigt att påbörja planeringen innan klara mål har tillsätts. Rökventilation som planeras för att skydda dyra apparater skiljer sig avsevärt från rökventilation vars mål är att minimera objektets rökskador. Klara mål från första början kommer att spara pengar. Lösningar som framställs när objektet redan är i byggskedet blir betydligt dyrare än lösningar gjorda vid planeringsskedet.

Lagstiftning och standarder

Finlands byggbestämmelsesamlings del E handlar om brandsäkerhet. Det är del E1 som innehåller lagar som påverkar rökventilationsplaneringen. E1 innehåller endast några rader om krav på rökventilationen. Av dessa är det allra viktigaste att alla utrymmen förses med möjlighet till tillräcklig rökventilation. Del E1 är rätt så snäv och därför kan man ta hjälp av delarna E2 och E7 som tolkar del E1. Det är viktigt att komma ihåg att delarna E2 och E7 inte är bindande, utan bara riktgivande och baserade på del E1. Ventilationsplaneraren kan hitta på egna lösningar förutsatt att de inte strider mot del E1. För en planerare som använder egna lösningar, lönar det sig att komma ihåg att brandmyndigheterna föredrar rätt så enkla lösningar.

Alla apparater som används för rökventilation bör uppfylla SFS-EN standardernas krav för rökventilationsapparater. Apparater som uppfyller standarden beviljas en CE-bemärkning och bör vara lätt igenkännbara. Byggnadstillsynsverket godkänner inte apparater utan CE-bemärkning hämtas till byggsplatsen.

Naturlig rökventilation

Grundiden med naturlig rökventilation är att avlägsna rök från rummet med hjälp av luckor. Luckorna kan placeras på övre delen av väggen eller på taket. Luckorna kan till exempel vara takfönster, som lätt kan söndras vid en brandsituation. Om luckorna placeras på väggen kommer utrymmes tak att hettas upp mera än om luckorna är placerade på taket. Det är viktigt att takmaterialet håller höga temperaturer.

För att den naturliga rökventilationen skall fungera måste utrymmet vara försedd med tilluftsluckor. Tilluftsluckorna hämtar in frisk luft som får röken att röra sig mot rökventilationsluckorna i taket. Tilluftens hastighet får inte överskrida 5 m/s - annars blandar den friska luften rökgaserna och sänker rökventilationens effekt.

Naturlig rökventilation fungerar betydligt bättre än maskinell rökventilation när det är fråga om höga rökgastemperaturer. Naturlig rökventilation är att föredra alltid när det är möjligt, på grund av att den naturliga rökventilationens grundprincip är enklare att förstå än den maskinella. En brandman som rycker in i en brandsituation kan lättare

bilda en uppfattning om hur den naturliga rökventilationen fungerar i respektive byggnad jämfört med maskinella system. Speciellt i hektiska brandsituationer kan det vara svårare att få en konkret uppfattning om hur en maskinell rökventilation, som opereras med hjälp av en styrpanel, fungerar.

Maskinell rökventilation

Grundiden med maskinell rökventilation är att ventileras rök med hjälp av rökfläktar som installeras antingen på väggen eller på taket. Typiska objekt för användning av maskinell rökventilation är platser där naturlig rökventilationen inte kan utnyttjas som till exempel källarutrymmen. Den maskinella rökventilationen fungerar bäst när rökgasernas temperatur är låg.

Maskinell rökventilation kan planeras på många olika sätt. Rökventilationsfläkten kan till exempel utnyttjas som en vanlig ventilationsfläkt. Vid dimensionering av rökfläktar måste värmeutvidgningen iaktas. Det här leder till att en kombinerad rök- och ventilationsfläkt har en mycket sämre verkningsgrad och är inte lika energieffektiv som en vanlig ventilationsfläkt. Kombinerade system är ett bra alternativ speciellt då det finns begränsat med utrymme.

Maskinell rökventilation opereras med hjälp av en kontrollpanel. Det är viktigt att kontrollpanelen är lätt förståelig, så att man i hektiska brandsituationer lätt kan operera rökventilationssystemet.

Apparater

Alla apparater som används för att ventileras rök måste vara CE märkta. Brandkonsulten levererar kraven för apparaterna till ventilationsplaneraren. I kraven ingår minimi tids krav, till exempel hur länge en rökventilationsfläkt bör fungera. Alla apparater skall förses med nödström ifall objektets primära strömkälla bryts. Till exempel en separat generator kan fungera som nödströmskälla.

Rökventilationskanalerna bör även vara CE märkta. För tillfället finns det på marknaden både runda och fyrkantiga kanaler. Fyrkantiga kanaler är dock ganska nya på mark-

naden och finns tillgängliga bara hos några leverantörer. Runda kanaler finns på marknaden med storlekar upp till 1200 mm.

Slutsatser

Rökventilationslösningarna är alltid skräddarsydda till respektive objekt. Det är viktigt att rökventilationens mål är klara innan själva planeringen påbörjas. Klara mål sparar resurser samt underlättar planeringen. Målen fungerar som bra arbetsredskap för ventilationsplaneraren i rökventilationens planeringsprocess.

När målen är klara, skall planeraren se till att all nödvändig data främst från brandkonsulten men även från arkitekten och projektledaren är mottagna. Optimala lösningar uppnås när alla yrkesgrupper lyckas samarbeta sinsemellan. Samarbetet med brandmyndigheterna är även mycket viktigt. Brandmyndigheterna har möjlighet att påverka valda lösningar mycket. För att försäkra ett effektivt planeringsarbete samt undvika överraskande problem vid byggskede bör brandmyndigheten involveras så mycket som möjligt i planeringsprocessen.

För tillfället är materialet om rökventilation i Finland begränsat. Inget av det existerande materialet är bindande utöver byggnadsbestämmelsesamlingens del E1. I oklara fall rekommenderas alltid att vända till brandmyndigheterna som kan hjälpa med största delen av problemen samt bidra med idéer.