



Ilmanvaihdon paloturvallisuus

Kuristimen käyttö ilmanvaihdon savurajoituksessa ja kuristin ehto

Jukka Nissilä

OPINNÄYTETYÖ
Elokuu 2022

Talotekniikan ylempi tutkinto-ohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikan ylempi tutkinto-ohjelma

NISSILÄ, JUKKA:

Ilmanvaihdon paloturvallisuus

Kuristimen käyttö ilmanvaihdon savurajoituksessa ja kuristin ehto

Opinnäytetyö 95 sivua, joista liitteitä 0 sivua

Elokuu 2022

Savurajoittimena käytettävää kuristinta on totuttu käyttämään ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuuslaitteena Suomessa ja ilmanvaihtolaitoksia koskevat paloturvallisuusohjeet on laadittu suotuisaksi kuristimen käytölle. Kuristinta koskevat paloturvallisuusohjeet toimivat lähtökohtana muiden paloturvallisuusratkaisujen käytölle, kuten palopelti. Paloturvallisuusohjeet osaltaan myös estävät muiden savurajoitusratkaisujen käytön yleistymisen ja kehityksen, koska niiden käytölle ei ole määritetty vastaavaa raja-arvoa kuin kuristimelle annettu kuristin ehto. Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää kuristimen tausta, miten kuristin on kehittynyt, kuinka kuristimen käyttöön on päädytty ja mihin kuristin ehto perustuu? Opinnäytetyössä myös testattiin, kuinka kuristin toimii savurajoittimena. Opinnäytetyöllä ei ollut työn teettäjää vaan se tehtiin täysin opinnäytetyön laatijan omana toimeksiantona.

Kuristimen kirjallisuusselvityksen perusteella pidetään kuristimen ja kuristin ehdon kehityksen perustana seuraavia tekijöitä: 1947 posliinisten KGA-poistoventtiileiden todettu tuottavan paine-eroa palotilanteessa. 1960-luvun alussa tiloissa käytetyt ilmanvaihtomäärät vakiintuivat. 1967 julkaistiin ensimmäinen paloluokitustiedote, jossa ilmoitettiin ilmapirtahto, joka vastaa nykyistä kuristin ehtoa. 1970-luvulla ilmanvaihdon paloturvallisuusohjeissa suositeltiin palopeltien sijasta käyttämään muita tunnettuja paloturvallisuusratkaisuja. Kuristimen toimivuutta savurajoittimena ei saatu varmistettua kuristimelle tehdyissä savurajoitus testeissä. Suoritetuissa savurajoitus testeissä ei havaittu kuristin ehdolla olevan vaikutusta savurajoitukseen.

Kuristimen perusteltua käyttöä savurajoittimena nykyisissä tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmissä on pidettävä vähintäänkin kyseenalaisena. Kuristimen toimintaperiaatteen vuoksi se hankaloittaa ilmanvaihdon käyttötilanteen mukaista ohjausta, vaikeuttaa ilmanvaihtolaitoksen tasapainotusta ja huonontaa ilmanvaihtolaitoksen energiatehokkuutta. Ilmanvaihtolaitoksia koskevat paloturvallisuusohjeistukset tulisi asettaa nykyisten ilmanvaihtolaitoksien toimintaa tukevalle tasolle. Ilmanvaihtolaitoksien paloturvallisuusratkaisuja tulisi kehittää tukemaan myös vaihtoehtoisia savurajoitusratkaisuja.

Asiasanat: kuristin, kuristin ehto, savurajoitus, paloturvallisuus, ilmanvaihto

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Master's Degree Programme in Building Services Engineering

NISSILÄ, JUKKA:

Fire safety of the ventilation system

Use of choke valve in ventilation smoke control and the condition term of the choke valve

Bachelor's thesis 95 pages, appendices 0 pages

August 2022

Choke valve device has been used as a smoke limiter device which is a fire safety device of ventilation systems in Finland. The fire safety instructions for ventilation systems have been drawn up to favor the use of a choke valve. The fire safety instructions concerning the choke valve act as a starting point for the use of other fire safety solutions, such as a fire damper. The fire safety instructions also prevent the use and development of other smoke control solutions because a corresponding limit value has not been determined for their use as the choke term given for the choke valve. The objective of the thesis was to find out the background of the choke valve, how the choke valve has developed, how did choke valve end up being used and what is the term of the choke based on? The thesis also tested how the choke valve works as a smoke limiter. The thesis did not have an employer for the work. It was done entirely as a commission from the author of the thesis.

Based on the literature review of the choke valve, the following factors are considered the basis for the development of the choke valve and the choke term: In 1947, KGA exhaust valves made of porcelain were found to produce a pressure difference in a fire situation. At the beginning of the 1960s, the air exchange rates used in the premises stabilized. In 1967, the first fire classification information was published, which were announced an air flow condition that corresponds to the current choke term. In the 1970s, ventilation fire safety instructions recommended to use other known fire safety solutions instead of fire dampers. The functionality of the choke valve as a smoke limiter could not be verified in the smoke control tests performed on the choke valve. In the conducted smoke control tests, it was not found that the choke term influenced to smoke control.

The argument use for a choke valve as a smoke limiter in current supply and exhaust ventilation systems must be considered at least questionable. Due to the operating principle of the choke valve, it makes it difficult to control the ventilation according to the operating situation, makes it difficult to balance the ventilation system, and worsen the energy efficiency of the ventilation system. The fire safety instructions for ventilation systems should be set at a level that supports the operation of the current ventilation systems. Fire safety solutions for ventilation systems should be developed to also support alternative smoke control solutions.

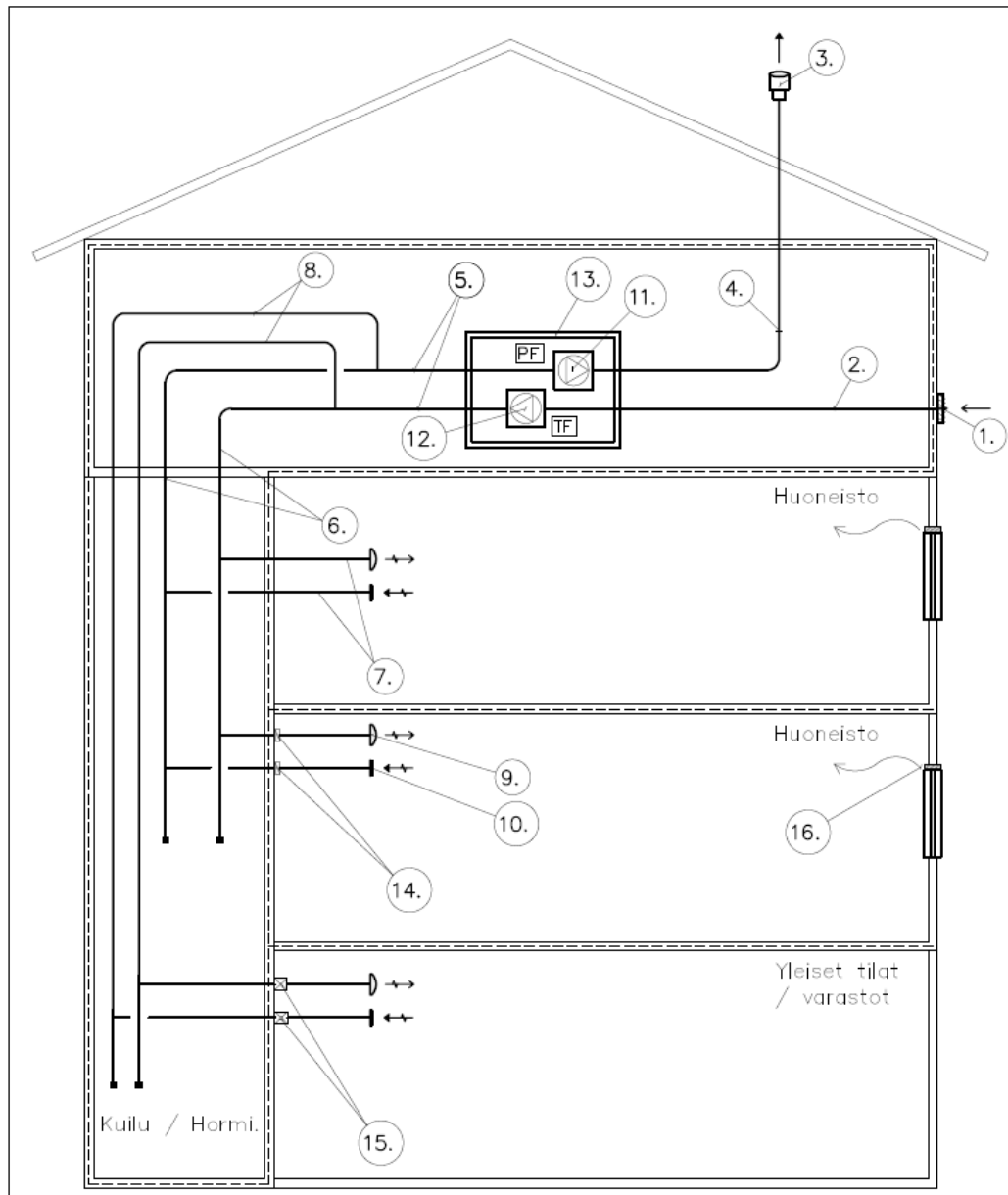
Key words: choke valve, choke term, smoke restriction, fire safety, ventilation

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
1.1	Aiheen tausta	8
1.2	Työn tavoitteet ja rajaus	10
1.3	Työn toteutus ja menetelmät	10
2	ILMANVAIHTOLAITOKSIEN PALOTURVALLISUUS	12
2.1	Asetus 848/2017 Rakennusten paloturvallisuudesta	12
2.2	Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus –opas (11.6.2021)	13
3	ILMANVAIHDON PÄÄTELAITTEET JA KANAVISTO-OSAT	15
3.1	Ympäristöministeriön asetus ilmanvaihdon päätelaitteiden tyyppihyväksynnästä 2008	16
3.2	Savunrajoittimena käytettävän päätelaitteen palo- ja virtaustekniset ominaisuudet, asetus 2008	17
3.3	Ilmanvaihto säätö- ja päätelaitteiden standardit	18
4	ILMANVAIHTOLAITOSTEN PALOTURVALLISUUS RATKAISUT	21
4.1	Asuinrakennukset	22
4.2	Muut käyttötaparyhmät	26
4.2.1	Majoitustilat	26
4.2.2	Hoitolaitokset ja erityisasuminen	28
5	KURISTIN	32
5.1	Kuristin ja kuristin ehto	32
5.2	Kuristimena käytettäviä laitteita	34
6	KURISTIMEN TAUSTA	38
6.1	1950- luku	39
6.2	1960- luku	40
6.3	1970- luku	43
6.4	1980- luku	48
6.5	2000- luku	50
6.6	SP-yhteishormijärjestelmä	52
7	KURISTIMEN SAVURAJOITUS TESTIT	64
7.1	Testausmenetelmä	64
7.2	Testaus vaiheet	66
7.3	Testien tulokset	71
7.4	Havainnot	73
8	KIJALLISUUSSELVITYKSEN JA TESTIEN TULOSTEN ANALYSOINTI 77	
8.1	Kuristimen käyttö ja hyväksynät savurajoittimena	77
8.2	Kuristin virtausehto	78

8.3	Kuristin osana ilmanvaihtojärjestelmää	80
8.4	Kuristimen käytön ongelmat	83
9	POHDINTA	86
9.1	Johtopäätökset ja Pohdinta	86
9.2	Jatkotutkimukset	90
9.3	Loppusanat	91
	LÄHTEET	93

ERITYISSANASTO



Kaavio 1: Kanavisto-osien selitteet ilmanvaihtojärjestelmässä.

1. ilmanotto
2. ilmanottokanava
3. ulospuhallus
4. ulospuhalluskanava
5. kokoojakanava / -hormi (hormi nimike 40–80-luvuilla)
6. yhteiskanava / -hormi
7. liitekanava / -hormi
8. erilliskanava / -hormi

9. tuloilmalaite, käytetty myös kuristin. Kuristimesta käytetty myös yleisnimi-
kettä palonrajoitin 40–80-luvuilla
10. poistoilmalaite, käytetty myös kuristin
11. poistoilmapuhallin
12. tuloilmapuhallin
13. ilmanvaihtokone
14. säätöpelti, käytetty myös kuristin
15. palopelti, käytetty myös palonrajoitin.
16. korvausilma- / rakoveintiili

1 JOHDANTO

1.1 Aiheen tausta

Ilmanvaihtolaitoksien tärkeimpänä tehtävänä, on kiinteistön käyttötapaluokasta riippumatta, mahdollistaa kiinteistössä sen käyttäjille terveellinen, turvallinen ja viihtyisä sisäilmasto. Turvallisen sisäilmaston saavuttamiseksi ilmanvaihtolaitosten yksi tärkeimmistä tekijöistä on ilmanvaihtolaitoksien ja -laitteistojen paloturvallisuus. Paloturvallisuusratkaisuilla on tarkoitus mahdollistaa henkilöille riittävä aika pelastautumiseen kiinteistöstä palotilanteessa, sekä rajata palo mahdollisimman pienelle alueelle sammutustöiden helpottamiseksi ja rakenteellisten vaurioiden vähentämiseksi.

Ilmanvaihtolaitoksissa on vuosien ajan käytetty kuristimeksi kutsuttua laitetta paloturvallisuusratkaisuna estämään savukaasujen leviämistä. Kuristimella ja kuristimen kaltaisilla laitteilla on pitkät perinteet suomalaisessa ilmanvaihtolaitoksien rakentamisessa, joka alkaa 50-luvulta ja jatkuu yhä nykyään. Vuosien varrella kuristimena käytettävien laitteiden käyttöön liittyvät rajoitukset ja vaatimukset ovat vaihdelleet, koska ilmanvaihtolaitoksia koskevat määräykset, sekä ohjeet ovat kehittyneet ja muuttuneet muun rakentamisen mukana. Myös tämän takia laitteiden nimitys on vaihdellut aikakausilla palorajoittimista kuristimiin ja nykyään laitetta kutsutaan savurajoittimeksi. Ajan saatossa kuristimen historian kehityksestä ja taustasta on unohtunut, eikä siitä ole ollut täyttä varmuutta. Onkin todella erikoista, että vielä nykyään käytetään ilmanvaihtolaitosten turvallisuusratkaisuna laitetta, jonka käytöstä osana järjestelmää ei ole täyttä varmuutta. Yleisimmin kuristinta käytetään asuinkerrostalojen ja muiden majoituskäyttökiinteistöjen keskitetyssä ilmanvaihtolaitoksessa. Tietävästi ainoastaan Suomessa käytetään kuristimena käytettävää laitetta ilmanvaihdon savurajoituksessa.

Kuristimen käyttöön liittyvät vaatimukset ja ehdot vaikuttavat olennaisesti muiden paloturvallisuusratkaisujen käyttöön ilmanvaihtolaitoksessa, kuten palopeltien, nousukanavien tai ilmanvaihdon hajauttamiseen. Ilmanvaihtolaitoksien ja -

laitteiden paloturvallisuuteen liittyviä määräyksiä ja vaatimuksia on annettu ilmanvaihtolaitoksia koskevissa asetuksissa, ohjeissa ja standardeissa.

Vuonna 2018 astui voimaan ilmanvaihtolaitoksia, sisäilmastoa ja paloturvallisuutta koskevia asetuksia, sekä näitä tukevia ohjeita, joissa annetaan vaatimukset miten terveellisen ja turvallisen asumisen vaatimukset täytetään. Osana sisäilmastotavoitteita tuli vaatimus tilan tai huoneiston ilmavirtojen ohjauksesta käyttötilanteen tai ilmanlaadun mukaan. Muuttuvan ilmavirran toteuttaminen on erityisen haasteellista asuinrakennusten ja majoitustilojen keskitetyissä ilmanvaihtolaitoksissa, kun käytössä olevat savurajoitusratkaisut ovat rajallisia, eivätkä ne toimintansa puolesta vastaa muuttuvan ilmavirran toiminnan vaatimuksia. Savurajoituslaitteiden, kuten kuristimen, toiminta estää muuttuvan ilmavirran laitteiden toimintaa, eivätkä tavoitellut ilmavirrat välttämättä toteudu kaikissa käyttötilanteissa. Tämä aiheuttaa häiriötä ja epätasapainoa keskitetyssä ilmanvaihtolaitoksessa, joka lisää ilmanvaihtolaitoksen energiahukkaa ja käyttökustannuksia, sekä tarpeettomasti kasvattaa ilmanvaihtojärjestelmän ja -koneen painetasoja.

Kaikkien tekijöiden sisäilmasto, paloturvallisuus ja ilmanvaihtolaitoksen toiminta vaatimusten täyttämiseksi, on käytössä vain tekniikkaa, tilaa ja kustannuksia lisääviä ratkaisuja. Muuttuva ilmavirta lisää ilmanvaihdon ohjaukseen liittyvien laitteiden ja tekniikan tarvetta. Kuristimelle vaihtoehtoiset paloturvallisuusratkaisut kuten palopellit lisäävät myös tekniikan tarvetta ja vastaavasti nousukanavat kasvattavat järjestelmärakenteen takia hormien tilantarvetta.

Markkinoilla on myös vaihtoehtoisia savurajoitin ratkaisuja, kuten takaisinvirtaussuojat. Laitteiden käyttö ei ole yleistynyt merkittävässä määrin etenkin asuin- tai majoitusrakentamisen puolella. Ilmanvaihtolaitoksia koskevista paloturvallisuus asetuksista ja paloturvallisuusohjeista johtuen kyseisien laitteiden käyttö ja hyväksyntä menettelyt kohteeseen ovat vaativammat, kuin muilla tunnetuilla palo- ja savurajoitin ratkaisuilla. Vaatimukset ja säädökset omalta osaltaan rajoittavat vaihtoehtoisten savurajoitusratkaisujen käytön yleistymistä ja kehittymistä.

Asuin- ja majoitusrakentamisen tulisi olla käytettävyydeltään yksinkertaista ja helppokäyttöistä, jossa olisi mahdollisimman vähän tekniikkaa ja toimintaa vaativia laitteita. Tietenkään missään tilanteessa turvallisuuteen liittyvissä ratkaisuissa ei tule tinkiä, eikä turvallisuudelle voi asettaa hintalappua. Nykyinen suunta ei kuitenkaan ole hyvä, kun tekniikan määrä lisääntyy, ja osa käytettävistä paloturvallisuusratkaisuista on vähintäänkin epäselviä tai osan käyttöä ei hyväksytä ja muut ratkaisut lisäävät rakennus- ja käytönaikaisia kustannuksia.

1.2 Työn tavoitteet ja rajaus

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää ja tutkia, onko savurajoittimena toimiva kuristin käytettävä ratkaisu nykyisissä ilmanvaihtolaitoksissa?

Työn tavoitteen saavuttamiseksi tehdään kuristimesta ja varhaisemmista kuristimen kaltaisista laitteista laaja kirjallisuusselvitys, jonka tavoitteena on selvittää kuristimen käytön ja kehityksen historia, sekä saada selvyys miksi ja miten on päädytty kuristimelle annettuun virtausehtoon. Työssä selvitetään myös kuristimena käytettävien laitteiden käytön hyväksyntään ja todentamiseen liittyviä ohjeita, määräyksiä ja standardeja. Työssä selvitetään ilmanvaihtojärjestelmät käyttötapaaluokittain, joissa on mahdollista käyttää kuristinta savurajoittimena, ilmanvaihtolaitoksia koskevien määräysten ja ohjeiden mukaan. Työssä suoritetaan mittaukset, jossa selvitetään kuristimeksi hyväksytyjen laitteiden savurajoitusominaisuuksia, kuristimelle annetun virtausehdon mukaan.

Ilmanvaihtolaitoksien säätö- ja päätelaitteita koskevia standardeja on työssä käsitelty niiltä osin kuin ne ovat mittaus- ja paloteknisiltä asioiltaan aiheellisia.

1.3 Työn toteutus ja menetelmät

Kirjallisuusselvityksessä aiheen taustaa ja lähdetietoja on haettu talo- ja palotekniikka-alan kirjallisuudesta, -ohjeista, -määräyksistä, sekä tutkittu kansallisarkiston materiaalia eri aikakausilta. Kansallisarkiston materiaalia on tutkittu Sisäasiainministeriön, Rakennushallituksen ja Paloteknisentoimikunnan arkistojen diaareista vuosilta 1940–1970. Materiaalit käsittävät hakemuksia, kirjeitä, lausuntoja

ja annettuja päätöksiä. Osa kerätystä materiaalista on saatu muista arkistoista, kuten paloluokitustiedotukset Suomen Pelastusalan Keskusjärjestöltä. Kansallisarkistosta kerättyjä materiaaleja käytetään tämän työn lähdetietoina. Kansallisarkiston materiaaleja ei ole aikaisemmin julkaistu.

2 ILMANVAIHTOLAITOKSIEN PALOTURVALLISUUS

Tässä luvussa käsitellään ilmanvaihtolaitoksia koskevia asetuksia ja ohjeita, jotka olennaisesti liittyvät ilmanvaihtolaitoksien paloturvallisuuteen.

Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuuden ensisijainen tehtävä on taata henkilöturvallisuus rakennuksissa käyttäjien ja myös pelastushenkilöstön osalta. Tämä tarkoittaa sitä, että rakennusten kaikissa käyttötarkoituksissa tulipalon ja savu-kaasujen leviämistä estetään tai rajoitetaan palo-osaston sisällä ja palo-osastosta toiseen palo-osastoon.

Rakennusten paloturvallisuuden täyttämiseksi on annettu ympäristöministeriön toimesta asetus 848 rakennusten paloturvallisuudesta, joka on tullut voimaan 2017. Paloturvallisuus asetuksen pykälien tulkintaa ja vaatimusten täyttämistä varten on laadittu ilmanvaihtolaitoksia, -järjestelmiä, laitteita, suunnittelua ja toteutusta tukemaan erillinen ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus –opas. Opasta tarkastetaan ja päivitetään määräajoin, kun tulee uusia hyväksi havaittuja toimintatapoja, ja kun määräykset, joihin opas pohjautuu, uudistuvat. (848 asetus rakennusten paloturvallisuudesta, Suomen säädöskokoelma, Ympäristöministeriö 2017; Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus opas, Talotekniikkainfo, 2020)

2.1 Asetus 848/2017 Rakennusten paloturvallisuudesta

Suomen rakentamismääräys säädöskokoelman asetus 848 rakennusten paloturvallisuus antaa määräykset ja vaatimukset rakennusten paloturvallisuudesta, niin uusissa rakennuksissa, kuin laajennuksissa tai kerrosalan laskettavan tilan lisäämiseen. Korjaus- ja muutostyössä asetusta sovelletaan, mikäli työn seurauksena rakennus tai sen osa muuttuu paloturvallisuuden osalta vaarallisemmaksi.

Eryteisesti ilmanvaihtolaitoksia ja -järjestelmiä koskevia määräyksiä on annettu asetuksen seuraavissa kohdissa.

- 1§ Soveltamisala
- 18§ Läpiviennit osastoivissa rakenteissa

- 19§ Ilmanvaihtojärjestelmä
- 23§ Sisäpuoliset pinnat
- 25§ Ulkoseinän yleiset vaatimukset
- 27§ Yläpohjan vaatimukset
- 29§ Rakennusten välinen etäisyys

Asetuksessa 19§ lausutaan, että rakennuksen ilmanvaihtolaitos tai –järjestelmä ei saa tulipalon sattuessa aiheuttaa tulipalon tai savukaasujen leviämisvaaraa. Tämä on keskeisin ja tärkein lause ilmanvaihtolaitosten suunnittelun, laite- ja tuotevalmistuksen, sekä järjestelmien toteutuksen paloturvallisuuden kannalta. (848/2017 asetus rakennusten paloturvallisuudesta, Suomen säädöskokoelma, Ympäristöministeriö 2017; Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus opas, Talotekniikkainfo, 2020)

2.2 Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus –opas (11.6.2021)

Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuusoppaan tavoitteena on varmistaa rakentamisen laadunhallinnan edellytyksiä, sekä selkeyttää rakennusten paloturvallisuusasetuksessa esitettyjen olennaisten vaatimusten tulkintaa, jolla helpotetaan suunnitteluratkaisujen ja tuotteiden kehittämistä, valitsemista ja vaatimuksenmukaisuuden varmentamista. (Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus opas, Talotekniikkainfo, 2021)

Oppaassa käsitellään ratkaisuja rakennusten paloturvallisuusasetuksen vaatimusten täyttämiseksi ilmanvaihtolaitoksien ja –laitteistojen osalta, jotka palvelevat yhtä tai useampaa palo-osastoa. (Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus opas, Talotekniikkainfo, 2021)

Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus oppaan luvut 6–11 käsittelevät ilmanvaihtolaitoksien toteutustapoja eri käyttötapaluokissa, sekä laitteiden, kanavien ja eristeiden vaatimuksia paloturvallisuuden osalta. Oppaan luvut 6–11 jakautuvat seuraavasti:

- 6. Tuotteiden ja ratkaisujen vaatimuksenmukaisuus

- 7. Paloturvallisuusratkaisun perusteet eri rakennuksissa ja tiloissa
- 8. Palon ja savun leviämisen estäminen palo-osastossa
- 9. Palon ja savun leviämisen estäminen ja rajoittaminen palo-osastosta toiseen
- 10. Palon leviämisen estäminen vesikattoon tai ulkokautta toiseen palo-osastoon tai rakennukseen
- 11. Erityisiä ilmanvaihdon paloturvallisuuskohteita

(Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus opas, Talotekniikkainfo, 2021)

Tässä työssä käsitellään ilmanvaihtolaitoksien paloturvallisuusopasta niiltä osin kuin oppaan kohdat käsittelevät savurajoittimina toimivia laitteita ja rakennusten käyttötapaluokkia, joissa savurajoittimia on mahdollista käyttää paloturvallisuuden osalta.

3 ILMANVAIHDON PÄÄTELAITTEET JA KANAVISTO-OSAT

Tässä luvussa käsitellään ilmanvaihdon päätelaitteita ja kanavisto-osia koskevia asetuksia, ohjeita ja standardeja, jotka olennaisesti liittyvät ilmanvaihdon paloturvallisuuteen.

Luvussa käsiteltäviä laitteita ovat tulo- ja poistoilmaventtiilit ja kanavisto-osat kuten säätöpellit.

Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuusoppaan luku 6.1 Tuotekelpoisuus antaa paloturvallisuusratkaisuille ja -tuotteille vaatimukset ja menettelytavat tuotehyväksyntää varten. Tuotekelpoisuus on osoitettava kansallisella hyväksyntämenettelyllä kuten tyyppihyväksyntä tai vastaavasti CE-merkinnällä, jos laitteelle on olemassa harmonisoitu tuotestandardi. On myös mahdollista, että tuotteelle ei voi soveltaa kumpaakaan menettelytapaa, jolloin laite tai tuotekohtainen hyväksyntä tehdään rakennuspaikkakohtaisesti paikallisen rakennusvalvontaviranomaisen hyväksymänä. Tällöin paikalliselle rakennusvalvontaviranomaiselle on tyypillisesti esitettävä paloturvallisuusvaatimukset täyttävät testaustulokset, jotka on laatinut ja todennut akreditoitu testauslaitos. Testauslaitoksen tuloksista laaditaan raportti eurooppalaisen EN ja kansainvälisen ISO standardien mukaisten oletetun palonkehityksen koe- ja laskentamenetelmien mukaan, tai erillisen tuotesertifikaatin testauslaitoksen laatimana. Tuotesertifikaatissa tulee esittää ainakin seuraavat tiedot rakennuspaikkakohtaista varmentamista varten:

- Sertifikaatin voimassaoloaika
- Jatkuvan laadunvarmistamisen perusteet
- Tuotteen palotekniset ominaisuudet
- Käyttörajoitukset
- Asennusperiaatteet

(Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus opas, Talotekniikkainfo, 2021)

Ympäristöministeriön toimesta on annettu asetus ilmanvaihdon päätelaitteiden tyyppihyväksynnästä vuonna 2008. Tyyppihyväksyntäasetuksessa on kuvattu

ominaisuudet, menetelmät ja vaatimukset tulo- ja poistoilmalaitteen tyyppihyväksyntää varten niiltä osin, kun kyseiselle laitteelle ei voida osoittaa vaatimuksia harmonisoituun tuotestandardiin tai eurooppalaiseen tekniseen hyväksyntään perustuvalla CE-merkinnällä. Asetus on kumoutunut 31.12.2017. Toistaiseksi osa akreditoituista testauslaitoksista tekee tyyppihyväksyntöjä asetukseen pohjautuen. Laitteille myönnetyt tyyppihyväksynnot ovat voimassa toistaiseksi, kunnes kumottu asetus mahdollisesti uudistetaan ympäristöministeriön toimesta. (Asetus ilmanvaihdon päätelaitteiden tyyppihyväksynnästä, Suomen rakentamismääräyskokoelma, Ympäristöministeriö, 2008)

Opinnäytetyötutkielman aikana ei ole vielä annettu uutta asetusta ilmanvaihdon päätelaitteiden tyyppihyväksynnästä.

3.1 Ympäristöministeriön asetus ilmanvaihdon päätelaitteiden tyyppihyväksynnästä 2008

Ympäristöministeriön toimesta on vuonna 2008 annettu asetus ilmanvaihdon päätelaitteiden tyyppihyväksyntäohjeista. Laitevalmistajan täytyy hakea asetuksen mukainen tyyppihyväksyntä päätelaitteelle, siltä osin kuin laitteen ominaisuuksia ei voida osoittaa tai todentaa harmonisoidun tuotestandardin tai eurooppalaisen teknisen hyväksyntä menettelyn CE-merkinällä. Asetus määrittelee tulo- ja poistoilmalaitteiksi pelkän päätelaitteen, päätelaitteen ilmavirran säätölaitteen, paineenalennuslaatikon ja ilmavirran säätölaitteen yhdistelmän.

Laitteen tyyppihyväksynnässä tehdään kokonaisarviointi, jossa testataan ja käsitellään päätelaitteelta seuraavat ominaisuudet:

- materiaaliominaisuudet,
- mittatarkkuus ja yhteensopivuus,
- lujuus ja tiiveys,
- puhtaus,
- virtaus- ja äänitekniset ominaisuudet,

Tuotestandardit tai eurooppalainen tekninen hyväksyntämenettely ei tunnusta savunrajoittimena käytettävää, kuristin vaatimuksen täyttävää, päätelaitetta. Kuristimena käytettäville päätelaitteille on haettava tyyppihyväksyntä, joka täyttää edellä mainittujen ominaisuuksien lisäksi kuristimen palotekniset ominaisuudet.

Tyyppihyväksyntäohjeen mukaan kuristimena käytettävällä päätelaitteella tulee testata palotekninen käyttäytyminen ja palonkestävyys, sekä sen tulee täyttää virtausteknisiltä ominaisuuksiltaan kuristin vaatimus. Kuristinehto luku 5.1. (Asetus ilmanvaihdon päätelaitteiden tyyppihyväksynnästä, Suomen rakentamismääräyskokoelma, Ympäristöministeriö, 2008)

Vuonna 2008 annettu asetus ilmanvaihdon päätelaitteiden tyyppihyväksynnästä kumoutunut 31.12.2017. Kumotun asetuksen mukaan Eurofins expert services Oy toteuttaa testit ja antaa päätelaitteille tyyppihyväksyntätodistukset tyyppihyväksyntäasetuksen vaatimusten mukaisesti. (Todistus tyyppihyväksyntäasetuksen mukaisuudesta, Ilmanvaihdon päätelaite CLIK, Climecon Oy, Eurofins Expert services Oy, 2021)

3.2 Savunrajoittimena käytettävän päätelaitteen palo- ja virtaustekniset ominaisuudet, asetus 2008

Virtausteknisiltä ominaisuuksiltaan savunrajoitukseen käytettävän päätelaitteen on täytettävä kuristin vaatimus. Kuristinehto luku 5.1.

Savunrajoittimena (kuristin) toimivan päätelaitteen palotekninen luokka on A2-s1, d0, joka testataan SFS-EN 13501-1 mukaan. Savunrajoittimena käytettävän päätelaitteen palotekninen käyttäytyminen testataan palonkestävyyskokeissa. Palonkestävyyskokeissa testataan savunrajoittimena käytettävän päätelaitteen kykyä pysyä paikallaan ja kiinnityksissään ilmakehässä tai muussa tukirakenteessa, johon se on liitetty, kun se altistetaan standardin EN 1363-1, Fire resistance tests – Part 1 mukaiselle palorasitukselle.

Savunrajoittimena toimivalta päätelaitteelta edellytetään, että se pysyy paikallaan vähintään saman ajan kuin siihen liitetyn ilmanvaihtokanavan tai rakenteen, johon se on liitetty, palonkesto aika vaatimus on.

Palotekninen käyttäytyminen on testattu seuraavien standardien mukaan:

- SFS-EN ISO 1182: Reaction to fire tests for products.
- SFS-EN ISO 1716: Reaction to fire tests for products. Determination of the gross heat of combustion (calorific value).
- SFS-EN 13823: Reaction to fire tests for building products. Building products excluding floorings exposed to the thermal attack by a single burning item.
- SFS-EN ISO 11925: Reaction to fire tests. Ignitability of products subjected to direct impingement of flame.

(Asetus ilmanvaihdon päätelaitteiden tyyppihyväksynnästä, Suomen rakentamismääräyskokoelma, Ympäristöministeriö, 2008)

3.3 Ilmanvaihto säätö- ja päätelaitteiden standardit

Ilmanvaihdon säätö- ja päätelaitteille on annettu paljon eurooppalaisia EN ja kansainvälisiä ISO standardeja. Standardit käsittelevät laitteille asetettuja vaatimuksia ja ominaisuuksia seuraavasti:

- käyttötapa
- valmistusmateriaali
- palotekninen käyttäytyminen
- virtaus ja paine teknisten ominaisuuksien todentaminen

Tärkeimpinä laite, materiaali ja tuote vaatimuksien suhteen seuraavat:

- **SFS EN ISO 5167-1:** *Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full. Part 1: General principles and requirements;*
 - o Standardi käsittelee pyöreään poikkileikkaukseen, kuten kanavaan, asetettavia laitteita, jotka tuottavat virtaavaan aineeseen (fluidiin)

paine-eron. Standardissa käsitellään tällaisten laitteiden mittaamisen ja testaamisen yleiset periaatteet ja vaatimukset.

- **SFS EN ISO 5167-2:** *Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular crosssection conduits running full. Part 2: Orifice plates;*
 - o Standardin 5167 toinen osa on jatkoa ensimmäiselle osalle. Osa käsittelee putkeen asennettavan, virtaavan aineen tilavuus- ja massavirran mittaukseen tarkoitettun, kuristuslaipan testaamiseen liittyviä yleisiä periaatteita ja vaatimuksia.

- **SFS-EN 1751:** *Rakennusten ilmanvaihto. Päätelaitteet. Sulku- ja säätölaitteiden virtaustekninen testaus;*
 - o Standardi määrittelee testausmenetelmiä ilmanvaihtolaitoksissa käytetyille sulku- ja säätölaitteille.
 - o Standardin testausmenetelmät on laadittu seuraavien standardien pohjalta:
 - EN12792
 - EN ISO 5167 osat 1, 2, 3 & 4

- **SFS-EN 13501-1:** *Rakennustuotteiden ja rakennusosien paloluokitus. Osa 1: Palokäyttäytymiskokeiden tuloksiin perustuva luokitus;*
 - o Standardissa on määritelty yhtenäiset menettelytavat rakennustuotteiden palotekniselle luokitukselle tuotteen palokäyttäytymisen perusteella.

- **SFS-EN 1363-1:** *Fire resistance tests – Part 1: General requirements;*
 - o Standardissa on esitetty yleiset vaatimukset rakennustuotteiden paloteknisestä käyttäytymisestä todentamiseksi vaadittavista testimenetelmistä ja -olosuhteista, kuten lämpötila ja paineolosuhteet.
 - o Standardissa esitetyt ominaisuudet kantokyky, palonkestävyys ja -johtavuus asettavat kriteerit tuotteen paloteknisestä käyttäytymisestä määrittämiseksi.

- **SFS-EN 12792: Rakennusten ilmanvaihto: Tunnukset, yksiköt ja piirrosmerkit;**
 - o Standardissa on esitetty ilmanvaihtolaitteistoissa, -järjestelmissä ja -tuotteissa käytettävät tunnukset, yksiköt, piirrosmerkit ja terminologian, joita käytetään komitean *ventilation for buildings* laatimissa standardeissa.

Ilmanvaihdon paloturvallisuus-, säätö- ja päätelaitteille asetetut eurooppalaiset EN ja kansainväliset ISO standardit määrittelevät vaatimukset ja testausmenetelmät tulo- ja poistoilmalaitteille, säätöpelleille ja palonrajoittimille eli palopelleille. Standardit eivät kuitenkaan tunnusta savurajoitin käyttöön tarkoitettuja laitteita, kuten kuristin tai takaisinvirtaussuojat. Tästä syystä kyseisille laitteille tulee hakea savurajoitin käyttöön erillinen tyyppihyväksyntä tai tuotesertifikaatti ja varmentaa rakennuspaikkakuntakohtainen hyväksyntä. (Asetus ilmanvaihdon päätelaitteiden tyyppihyväksynnästä, Suomen rakentamismääräyskokoelma, Ympäristöministeriö, 2008; Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus opas, Talotekniikkainfo, 2021; Ilmavirran säätölaitteiden EKO-SI mittauspöytäkirja, Soveltuvuus savunrajoittimeksi, Lindab Oy, Insinööritoimisto W.Zenner Oy, 2019; Tyyppihyväksyntäpäätös, Ilmanvaihdon päätelaite STQA, Fläkt Woods Oy, VTT Expert Services Oy, 2011; Todistus tyyppihyväksyntäasetuksen mukaisuudesta, Ilmanvaihdon päätelaite CLIK, Climecon Oy, Eurofins Expert services Oy, 2021)

4 ILMANVAIHTOLAITOSTEN PALOTURVALLISUUS RATKAISUT

Tässä luvussa käsitellään ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuusratkaisuja kuristinta käyttäen savurajoitukseen rakennusten eri käyttötaluokissa, joissa se ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuusoppaan 2021 mukaan on mahdollista.

Rakennuksen ominaisuudet ja käyttötaluokitus, eli pääkäyttötarkoitus, vaikuttavat siihen, miten tilojen palo-osastoinnit määritellään, sekä siihen mitä paloteknisiä ratkaisuja ilmanvaihtojärjestelmissä on paloturvallisuuden osalta hyväksyttyä käyttää. Palo-osastoinnin määrittämiseen vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa käyttötaluokituksen mukaan määräytyvä palo-osaston pinta-ala, tilan palokuorma ja käyttötarkoitus, henkilömäärä, käyttöaika, sekä käyttäjien tila tuntemus ja fyysinen kunto. Osa määrittävistä tekijöistä on huomioitu jo kiinteistön käyttötaluokituksessa. (848 asetus rakennusten paloturvallisuudesta, Suomen säädöskokoelma, Ympäristöministeriö 2017; Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus opas, Talotekniikkainfo, 2021)

Esimerkiksi asuinrakennuksissa ja terveyskeskuksissa ei voida käyttää samoja paloteknisiä määrittäviä rakennuksen ja tilojen poikkeavien käyttötapojen takia. Asuinrakennuksia käyttävät henkilöt lähtökohtaisesti omaavat hyvän tuntemuksen rakennuksen tiloista, sekä omaavat hyvän liikuntakyvyn, joten tietyin rajoituksin keskitetyn asuntoilmanvaihdon paloteknisiä vaatimuksia voidaan keventää. Terveyskeskuksissa olevat henkilöt ovat lähtökohtaisesti käyttöhenkilökuntaa ja potilaita, joiden tilatuntemus on oletusarvallisesti heikko ja liikuntakyky pelastustilanteessa vaatii todennäköisesti avustajan.

Edellä mainittujen tekijöiden takia rakennusten käyttötaluokkien välillä käytetään erilaisia vaatimuksia ja määrittäviä paloturvallisuuden osalta palo-osastoineissa, palosuojauksissa ja ilmanvaihtojärjestelmien paloturvallisuusratkaisuissa. Ilmanvaihtojärjestelmien paloturvallisuusratkaisujen tärkein tehtävä on rajoittaa palo- ja savukaasujen leviämistä tilojen ja osastojen välillä, ja siten mahdollistaa henkilöille pidempi pelastautumisaika palotilanteessa, pienemmät rakenteelliset vauriot, sekä helpottamaan pelastushenkilöiden sammutustöitä. (Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus opas, Talotekniikkainfo, 2021)

4.1 Asuinrakennukset

Asuinrakentamisessa keskitettyjen ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuusratkaisuissa käytetään passiiviseen palontorjuntaan perustuvia ratkaisuja. Asuntorakentamisessa tämän tarkoituksena on pitää toimintakunnon tarkistusta, huoltoa ja automatiikkaa, sekä erillisjärjestelmiä vaativien laitteiden käyttö vähäisenä, ja näin vähentää kiinteistöhuollon ja rakentamisen kustannuksia.

Tämä tarkoittaa sitä, että palo-osaston sisällä, huoneistossa tai tilassa, on mahdollista käyttää savurajoittimena toimivaa kuristinta, palorajoittimen eli palopellin sijasta. Kuristin käytölle edellytyksenä on, että se täyttää sille asetetun kuristin ehdon. Katso luku 5.1 kuristinehto.

Asuinrakennusten käyttötapaluokkaan kuuluvat rakennukset ovat omakotitalot, rivitalot, kerrostalot, tuetun asumisen rakennukset ja senioritalot. Näistä rakennustyypeistä kuristin ratkaisu on käytettävissä kerros- ja senioritaloissa, sekä tuetun asumisen rakennuksissa, kun ilmanvaihtojärjestelmänä käytetään keskitettyä ilmanjakotapaa ja ilmanvaihtokone sijoitetaan palvelemiensa tilojen yläpuolelle. Teoriassa käyttö on myös mahdollista rivitaloissa. (Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus opas, Talotekniikkainfo, 2021)

Savurajoittimena toimivaa kuristinta voidaan käyttää asuntorakentamisessa seuraavin edellytyksin:

Selostukset kaavion 2 mukaan.

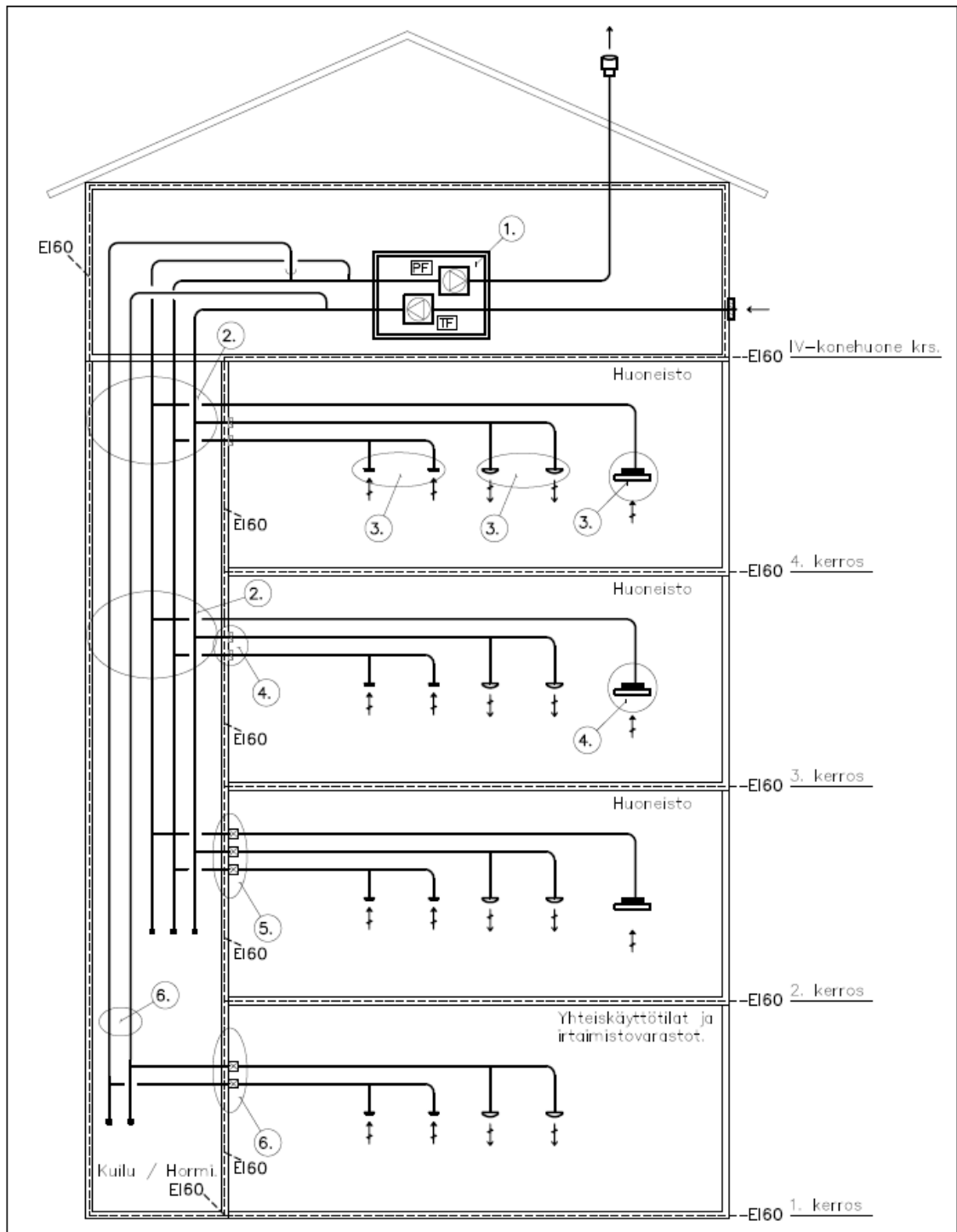
1. Ilmanvaihtokone sijaitsee palvelemiensa tilojen yläpuolella,
 - keskitetty ilmanvaihtojärjestelmä,
 - Asuinkerrostalojen ilmanvaihtojärjestelmä (kanavisto ja ilmanvaihtokone) erotetaan paloteknisesti muiden käyttötaparyhmien ilmanvaihtojärjestelmistä.
2. Asuntolinja- tai tilakohtaiset yhteiskanavat,
 - samaan yhteiskanavaan ei liity samassa tasossa olevien asuntojen tai tilojen liitekanavia,

- eritasossa olevat asunnot voi liittää samaan yhteiskanavaan,
 - yhteiskanavat liitetään kokoojakanaviin konehuoneessa, yläpohjassa tai ullakkotilassa.
3. Kohdassa tilakohtaiset kuristimet. Yhteenlaskettu virtaus ei ylitä kuristinehtoa (Kuristinehto luku 5.1). Keittiössä kuristinehdon täyttävä liesikupu.
- Liesikupujen liitekanava erotetaan muusta poistoilmanvaihdosta asunnon sisällä ja johdetaan erillisellä yhteiskanavalla poistokoneen läheisyyteen kokoojakanavaan,
 - käytettäessä kuristinparia samassa tai useammassa liitekanavassa täytyy kuristinparina käytettävien laitteiden olla kyseiseen tarkoitukseen tyyppihyväksytyjä, eikä kuristinehdon mukainen ilmapvirta vaatimus saa ylittyä. Tulo ja poistoilmanvaihtopuolta tarkastellaan erikseen.
4. Kohdassa asunnon liitekanavat yhdistetty yhteiskanavaan huoneistokohtaisella kuristimella osastoivan kuilun / hormin seinämässä. Huoneiston ilmamäärät eivät ylitä liitekanavassa kuristinehdon mukaista ilmamäärää (Kuristinehto luku 5.1).
- kuristimena käytettävän laitteen tulee olla kuristimeksi tyyppihyväksytyt tai siitä on olemassa vastaavat rakennuspaikkakohtaiset selvitykset ja hyväksynät,
 - Keittiössä kuristinehdon täyttävä liesikupu.
5. Kohdassa asunnon liitekanavat yhdistetty yhteiskanavaan palopellin avulla osastoivan kuilun / hormin seinämässä,
- huoneistokohtaiset ilmamäärät ylittävät kuristinehdon mukaisen ilmamäärän, tällöin huoneiston liitekanavassa tulee käyttää palopelittejä,
 - palopellit varustetaan (PP+SR) savuilmaisin toiminnolla, savurajoituksen tehostamiseksi.
6. Kohdassa yhteiskäyttötilat johdetaan erilliskanavointina konehuoneeseen saakka.
- Yhteiskäyttötiloissa kuten saunat ja varastot on mahdollista käyttää kuristinta. Kuristinehdon mukaisen ilmapvirran ylittyessä käytetään liitekanavissa palopelittejä. Esimerkissä liitekanavissa näytetty palopellit.

- Irtaimistovarastojen ilmanvaihto liitetään ainoastaan palopeltiä käyttäen muuhun ilmanvaihtoon.

7. Asuinkerrostalon yhteydessä olevat liiketilat, toimistot ja yms. tilat varustetaan omalla ilmanvaihtokoneella. Tiloja ei liitetä asuinkerrostaloa palvelevaan keskitettyyn ilmanvaihtojärjestelmään.

(Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus opas, Talotekniikkainfo, 2021)



Kaavio 2: Keskitetyn ilmanvaihtolaitteiston esimerkki asuinkerrostalossa, kun ilmanvaihtokonehuone sijaitsee palvelemiensa tilojen yläpuolella (Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus opas, 7.2 asuinrakennukset, Talotekniikkainfo, 2021)

4.2 Muut käyttötaparyhmät

Muita käyttötaparyhmiä, jossa kuristimen käyttö savurajoittimena on mahdollista ovat: Majoitustilat, hoitolaitokset ja erityisasuminen kuten dementia-, hoito-, vanhainkodit ja erityisryhmien palvelutalot, sekä tietyin edellytyksin eräät sairaala ja terveyskeskuksien tilat.

Erityistä henkilöturvallisuutta vaativien käyttötaparyhmien kohteisiin on syytä tehdä kattava turvallisuusselvitys riittävän turvallisuustason saavuttamiseksi. Turvallisuusselvityksessä tulisi ottaa huomioon myös ilmanvaihtolaitoksen kautta leviävä palo ja savukaasut, näistä aiheutuvat riskit ja ehkäisevät ratkaisut. Ilmanvaihtolaitoksen suunnittelussa tulee ottaa huomioon palon ja savukaasujen leviämisen estämiseen käytettävät palo- ja savurajoittimet. Savurajoittimien ratkaisussa on huomioitava niiden tyypit, sillä takaisinvirtaussuoja ja kuristin ratkaisut on erikseen hyväksyttävä paikallisella rakennusviranomaisella.

4.2.1 Majoitustilat

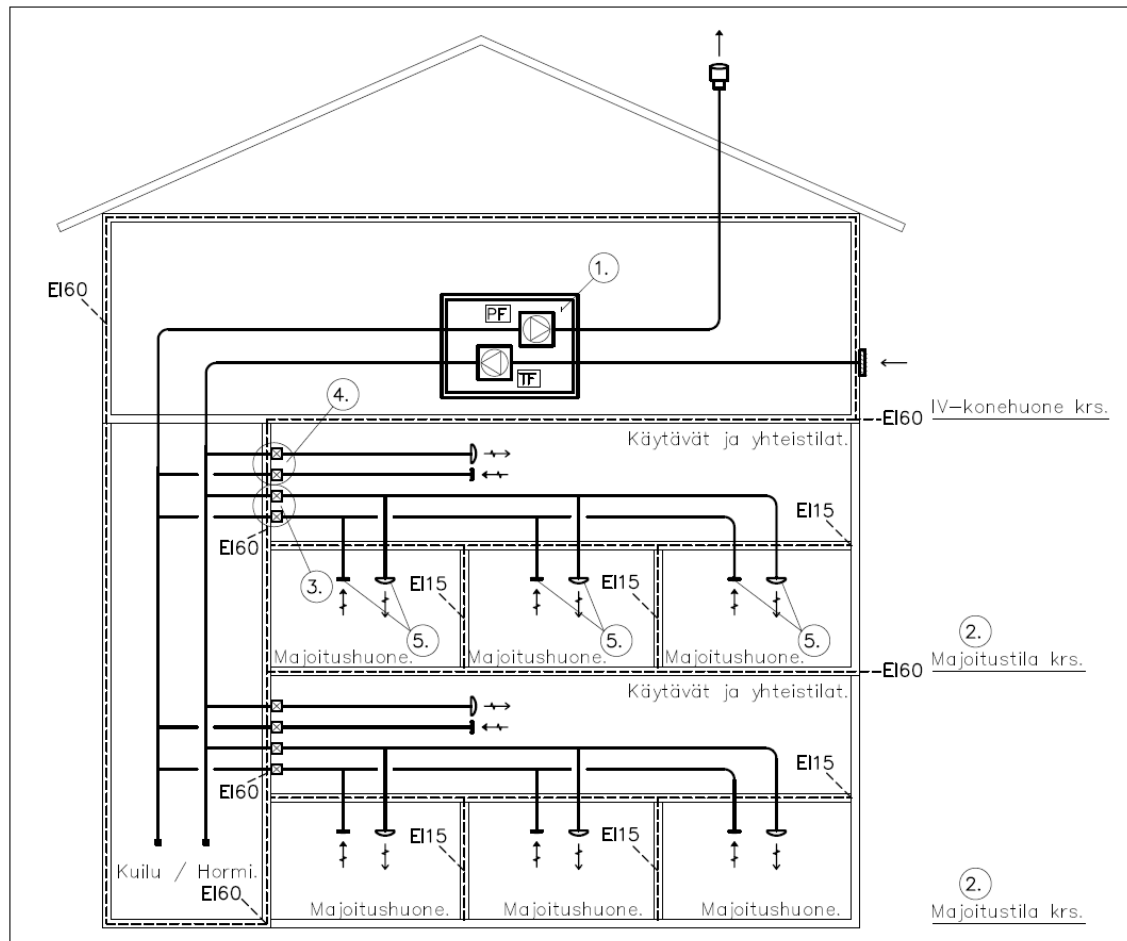
Majoitustila käyttötaparyhmään kuuluvien ilmanvaihtolaitosten palotekniset vaatimukset ovat seuraavat, kun tilojen savurajoittimena käytetään kuristinta:

Selostukset kaavion 3 mukaan.

1. Ilmanvaihtokone sijaitsee palvelemissa tilojen yläpuolella,
 - majoitustilojen ilmanvaihtojärjestelmä (kanavisto ja ilmanvaihtokone) erotetaan paloteknisesti muiden käyttötaparyhmien ilmanvaihtojärjestelmistä.
2. Majoitushuoneet ja niiden toimintaa palvelevat muut käyttötilat kuten käytävät ja yhteistilat muodostavat palo-osaston,
 - palo-osaston sisällä majoitushuoneet jaetaan osiin EI15, joka ei kuitenkaan vastaa varsinaista palo-osastoa, vaan sen tarkoituksena on hidastaa ja rajoittaa palon ja savukaasujen leviämistä majoitushuoneiden välillä palo-osaston sisällä,
 - osiin jako ei aiheuta palo-osastointi vaatimuksia ilmanvaihtolaitteistolle ja sen osille palo-osaston sisällä.

3. Majoitushuoneita palveleva yhteiskanava yhdistetään palo-osaston kokoojakanavaan palopeltiä käyttäen,
 - palopeltiä ei lähtökohtaisesti tarvitse varustaa savuilmaisimella.
4. Käytävää ja muita yhteistiloja palvelevat kanavat yhdistetään palo-osaston kokoojakanavaan palopeltiä käyttäen,
 - palopelti tulee varustaa savuilmaisimella (PP+SR) ohjatulla toimilaitteella.
5. Majoitushuoneen liitekanavassa kuristimet tai päätelaitteina käytetään tyyppihyväksytyjä kuristin venttiilejä.
6. Majoitustilojen käyttötaparyhmän ilmanvaihtoa ei yhdistetä muiden käyttötaparyhmien ilmanvaihtoon.

(Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus opas, Talotekniikkainfo, 2021)



Kaavio 3: Keskitetyn ilmanvaihtolaitteiston esimerkki majoitustiloissa, kuten hotelli, kun ilmanvaihtokonehuone sijaitsee palvelemiensa tilojen yläpuolella (Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus opas, 7.3 majoitustilat, Talotekniikkainfo, 2021)

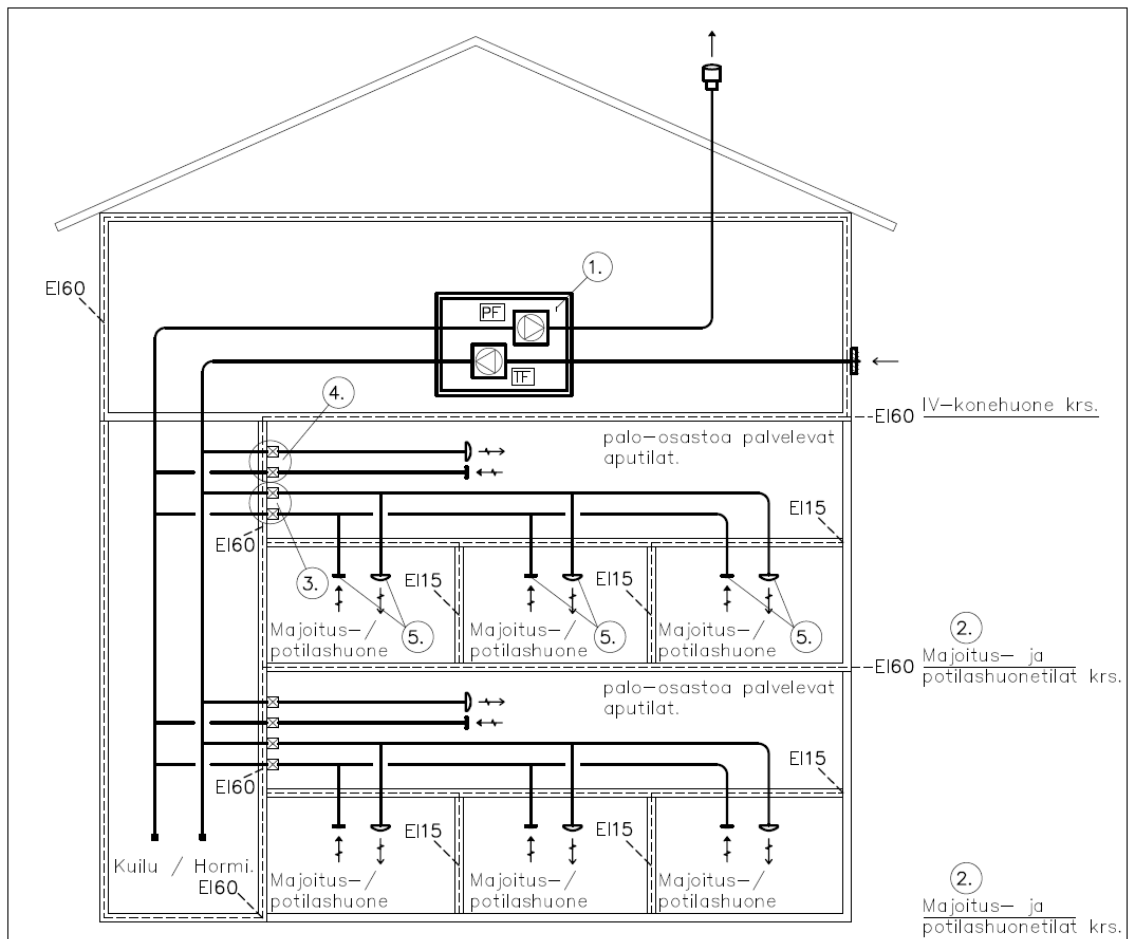
4.2.2 Hoitolaitokset ja erityisasuminen

Hoitolaitosten ja erityisasumisen käyttötaparyhmään kuuluvat ilmanvaihtolaitosten palotekniset vaatimukset ovat seuraavat, kun tilojen savurajoittimena käytetään kuristinta:

Selostukset kaavion 4 mukaan.

1. Ilmanvaihtokone sijaitsee palvelemiensa tilojen yläpuolella,
 - majoitus- ja potilashuoneiden ilmanvaihtojärjestelmä (kanavisto ja ilmanvaihtokone) erotetaan paloteknisesti muiden käyttötaparyhmien ilmanvaihtojärjestelmistä.
2. Majoitus- ja potilashuoneet, sekä tilojen toimintaa tukevat aputilat, käytävät ja muut yhteistilat muodostavat palo-osaston,
 - osiin jako ei aiheuta palo-osastointi vaatimuksia ilmanvaihtolaitteistolle ja sen osille palo-osaston sisällä.
3. Majoitus- ja potilashuoneita palvelevat yhteiskanavat liitetään paloeristettyyn tai osastoidussa hormissa olevaan kokoojakanavaan palopeltiä käyttäen,
 - palopeltiä ei tarvitse lähtökohtaisesti varustaa savuilmaisimella.
4. Tilojen muodostamiin palo-osastoihin jäävät aputila kuten käytävät, valvomot, aulat, liinavaatevarastot ja yms. yhdistetään palo-osaston kokoojakanavaan palopeltiä käyttäen,
 - palopelti tulee tällöin varustaa savuilmaisimella ohjatulla toimilaitteella (PP+SR).
5. Hoitolaitosten ja erityisasumisen majoitus- ja potilashuoneiden välillä savukaasujen rajoitusta estetään savua rajoittavan kuristimen avulla samojen vaatimusten ja periaatteiden mukaan kuin majoitustila käyttötaparyhmässä on ohjeistettu.
6. Hoitolaitokset ja erityisasuminen käyttötaparyhmän ilmanvaihtoa ei yhdistetä muiden käyttötaparyhmien ilmanvaihtoon.

(Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus opas, Talotekniikkainfo, 2021)



Kaavio 4: Ilmanvaihtolaitteiston esimerkki hoitolaitokset ja erityisasuminen, kun ilman-vaihtokonehuone sijaitsee palvelemiensa tilojen yläpuolella (Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus opas, 7.4 hoitolaitokset ja erityisasuminen, Talotekniikkainfo, 2021)

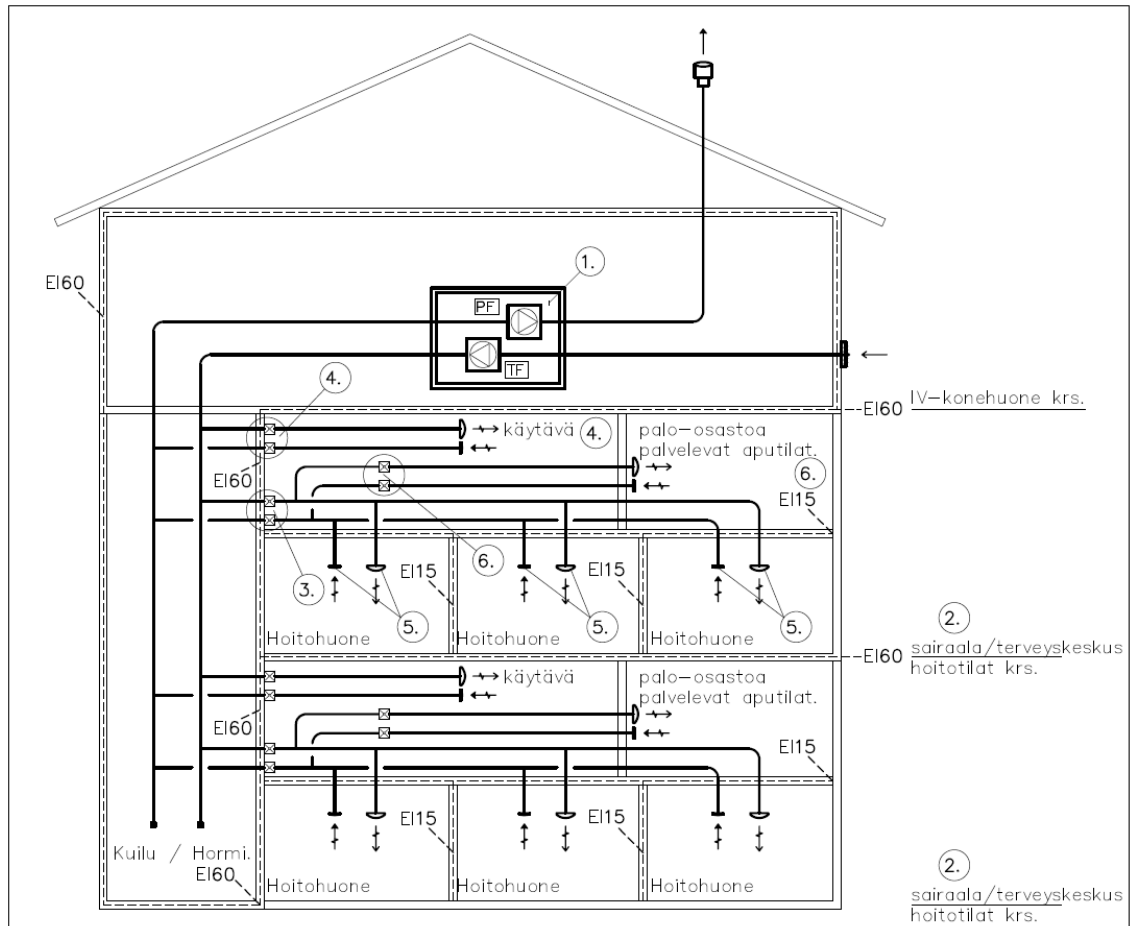
Sairaalat ja terveyskeskukset käyttötaparyhmään kuuluvissa ilmanvaihtolaitoksissa on mahdollista käyttää soveltaen samoja paloteknisiä ratkaisuja, kuin käyttötaparyhmässä hoitolaitokset ja erityisasuminen on esitetty. Sairaalan ja terveyskeskuksen potilaiden hoitoon tai päivystystoimintaan kuuluvat palo-osastot voi liittää useita palo-osastoja palvelemaan ilmanvaihtolaitokseen palopeltiä käyttäen, kun tilat ovat jatkuvasti valvottuja ja henkilökunta on paikalla. Käyttötaparyhmässä sairaalat ja terveyskeskukset paloteknisten vaatimukset ovat seuraavat, kun tilojen savunrajoittimena käytetään kuristinta:

Selostukset kaavion 5 mukaan.

- Ilmanvaihtokone sijaitsee palvelemiensa tilojen yläpuolella,

- Sairaala ja terveyskeskusten hoitotilojen ilmanvaihtojärjestelmä (kanavisto ja ilmanvaihtokone) erotetaan paloteknisesti muiden käyttötaparyhmien ilmanvaihtojärjestelmistä.
- Hoituhuoneet ja niitä palvelevat aputilat, sekä käytävät muodostavat palo-osaston,
 - osiin jako ei aiheuta palo-osastointi vaatimuksia ilmanvaihtolaitteistolle ja sen osille palo-osaston sisällä.
- Hoituhuoneita palvelevat yhteiskanavat liitetään paloeristettyyn tai osastoidussa hormissa olevaan kokoojakanavaan palopeltiä käyttäen,
 - palopeltiä ei tarvitse lähtökohtaisesti varustaa savuilmaisimella.
- Käytävän ilmanvaihto yhdistetään palo-osaston sisäiseen kokoojakanavaan käyttäen palopeltiä,
 - palopelliltä edellytetään (PP+SR) savurajoitustoimintoa.
- Hoituhuoneiden liitekanavissa kuristimet tai päätelaitteina käytetään tyyppi-
pihyväksytyjä kuristin venttiilejä.
- Hoitotilojen toimintaa tukevat aputilat kuten valvomot, vastaanotto, he-
räämö, liinavaatevarasto ja yms. aputilat on mahdollista yhdistää omalla
liitekanavalla hoituhuoneita palvelemaan yhtiskanavaan palopeltiä käyt-
täen palo-osaston sisällä,
 - palopelliltä edellytetään (PP+SR) savurajoitustoimintoa,
- Terveyskeskusten ja sairaaloiden muiden erityistilojen osalta tulee nou-
dattaa erityistilojen ilmanvaihtojärjestelmä- ja paloteknisiä vaatimuksia
sairaaloissa ja terveyskeskuksissa.
- Terveyskeskus ja sairaala käyttötaparyhmän ilmanvaihtoa ei yhdistetä
muiden käyttötaparyhmien ilmanvaihtoon.

(Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus opas, Talotekniikkainfo, 2021)



Kaavio 5: Ilmanvaihtolaitteiston esimerkki sairaalat ja terveyskeskukset, kun ilmanvaihtokonehuone sijaitsee palvelemiensa tilojen yläpuolella (Ilmanvaihtolaitteiston paloturvallisuus opas, 7.4 sairaalat ja terveyskeskukset, Talotekniikkainfo, 2021)

5 KURISTIN

Tässä luvussa käsitellään mitä tarkoitetaan kuristimella, sekä mitä tarkoitetaan ”kuristin ehdolla” ja kuinka viimeisimmät rakennusmääräykset ja ohjeet mahdollistavat kuristimen käytön savurajoittimena.

5.1 Kuristin ja kuristin ehto

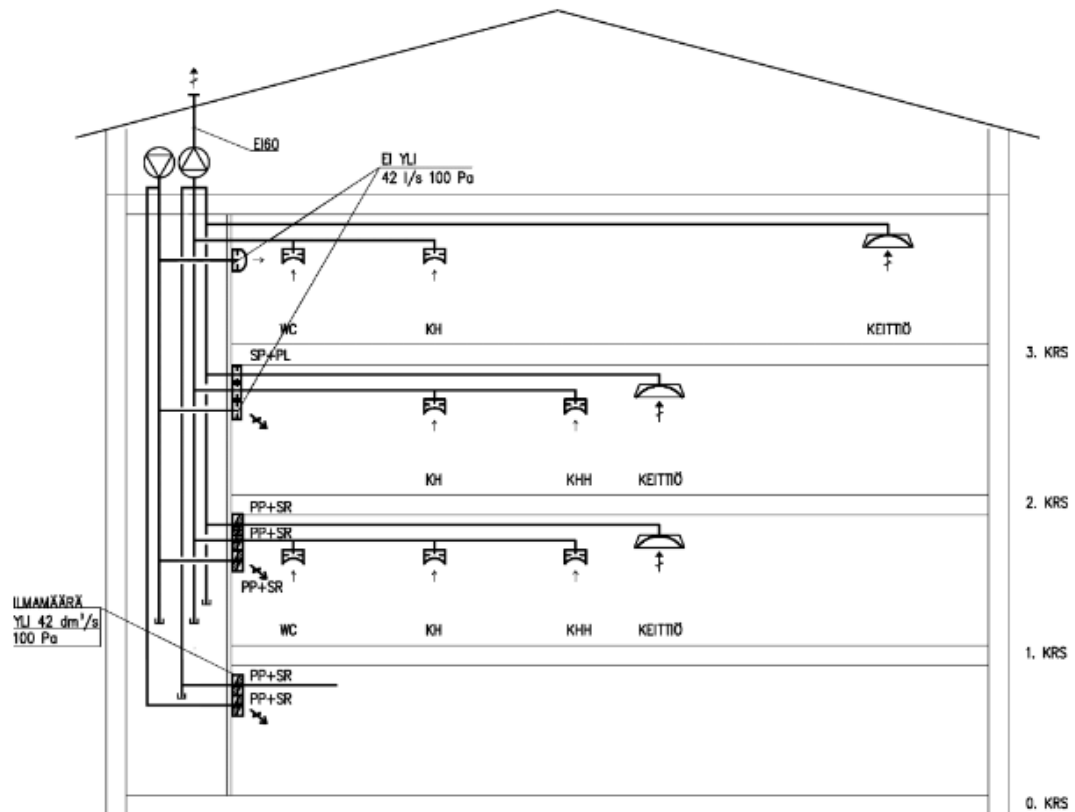
Kuristin on tulo- tai poistoilmalaite tai jokin muu kanavistoon asennettava laite, jolla tuotetaan riittävä virtausvastus savukaasujen leviämisen estämiseksi ilmanvaihtokanaviston kautta. Kuristimesta voidaan käyttää myös nimitystä savunrajoitin. Savun leviämisen rajoittamiseen tarkoitettua kuristinratkaisua voi käyttää keskitetyssä ilmanvaihtojärjestelmässä, jossa ilmanvaihtokone on sijoitettu palvelemissa tilojen yläpuolelle. Luvun 5.2 kuvissa 2–9 on esitetty erilaisia kuristimena käytettäviä laitteita.

Savua rajoittavana kuristimena voi käyttää sellaista laitetta, joka on kuristimeksi tyyppihyväksytty vaadittavin testausmenetelmin tai josta on olemassa vastaavat rakennuspaikkakohtaiset selvitykset.

Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuusohjeiden mukaisena kuristin ehtona käytetään laitteen läpi kulkevaa ilmavirtaa, joka saa olla enintään $42 \text{ dm}^3/\text{s}$ paine-erolla 100 Pa. Kuristin täytyy olla lukittavissa asennettuun säätöasentoon, työkalua käyttäen. Kuristimena käytettävän laitteen liitekanavan poikkipinta-ala ei saa olla suurempi kuin 200 cm^2 , joka vastaa pyöreällä kanavalla halkaisijaa 160 mm.

Keskitetyssä ilmanvaihtojärjestelmässä savun leviämisen rajoittamiseen kuristinratkaisua voi käyttää, kun tilan tai huoneiston liitekanava liittyy pystysuuntaiseen kokoojakanavaan. Samassa tasossa (kerroksessa) olevien huoneistojen liitekanavat eivät voi liittyä samaan pystykokoojakanavaan. Samaan huoneistoon voi liittyä useita liitekanavia, mikäli niiden yhteenlaskettu ilmavirta ei ylitä kuristinehtoa. Tulo- ja poistoilmakanavien kuristinehtoa tarkastellaan erikseen.

Käytettäessä useamman kuristimen ratkaisua samassa liitekanavassa (huoneistossa), ei saa kuristimien yhteenlaskettu ilmamäärä 100 Pa paine-erolla ylittää edellä mainittua ilmavirtaa. Tällöin käytetään niin sanottua kuristinparia, jolle täytyy olla tyyppihyväksyntäpäätös kyseiseen käyttötarkoitukseen. Tyypillisesti kuristinparina käytetään tulo- tai poistoilma päätelaitteita, joilla on käyttötarkoituksen mukainen tyyppihyväksyntä päätös.



Kuva 1: Kuristimen käyttö asuinkerrostalossa (Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus opas, asuinrakennukset 7.2, kuva 7.5, Talotekniikkainfo, 2021)

Myös muita tuotteita voi käyttää kuristimina, kuten esimerkiksi huoneiston liesikupua. Tällöin kuristimena käytettävän laitteen tulee täyttää sille annetut virtaustekniset vaatimukset, sekä tulee esittää riittävät selvitykset rakenteiden ominaisuuksista, paloteknisestä käyttäytymisestä ja kiinnitystavasta. (Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus opas, Talotekniikkainfo, 2021)

5.2 Kuristimena käytettäviä laitteita

Tässä luvussa on esitetty erilaisia kuristimena käytettäviä laitteita, jotka on akreditoitun testauslaitoksen puolesta todettu täyttävän kuristimelle asetettu virtausvaatimus tai testauslaitoksen puolesta tyyppihyväksytty kuristin käyttöön tulo- ja poistoilmanvaihdossa. Kaikkia tyyppihyväksytyjä kuristimena toimivia laitteita ei voi käyttää samalla tavalla yhteiskanavajärjestelmissä, vaan se riippuu hyväksynnöistä, sekä onko kyseessä tulo- vai poistoilmalaite.

Kuvissa 2–4 on esitetty tulo- ja poistoilmanvaihdon liitekanavissa käytettäviä laitteita, jotka täyttävät kuristin vaatimuksen, kun ilmavirtaeho $42 \text{ dm}^3/\text{s}$ paine-erolla 100 Pa ei ylity.



Kuva 2: Säätepelti IRIS toimii kuristimena liitekanavassa tulo- ja poistoilmanvaihdossa. Valmistaja Fläktgroup.



Kuva 3: Palokuristin SAM-P toimii kuristimena liitekanavassa tulo- ja poistoilmanvaihdossa. Valmistaja Climecon Oy

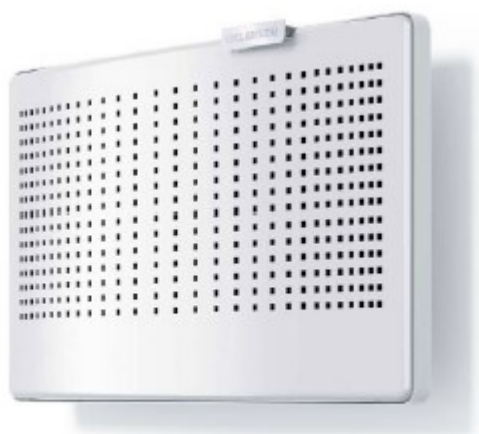


Kuva 4: Säätepelti EKO-SI toimii kuristimena liitekanavassa tulo- ja poistoilmanvaihdossa. Valmistaja Lindab Oy

Seuraavissa kuvissa 5–7 on esitetty tulo- ja poistoilmanvaihdon liitekanavissa käytettäviä päätelaitteita, jotka täyttävät kuristin vaatimuksen, kun ilmavirtaeho $42 \text{ dm}^3/\text{s}$ paine-erolla 100 Pa ei ylity.



Kuva 5: Ilmanvaihtoventtiili STQA toimii kuristimena tuloilmanvaihdon liitekannassa. Valmistaja Fläktgroup



Kuva 6: Ilmanvaihtoventtiili CLIK toimii kuristimena tuloilmanvaihdon liitekannassa. Valmistaja Climecon Oy



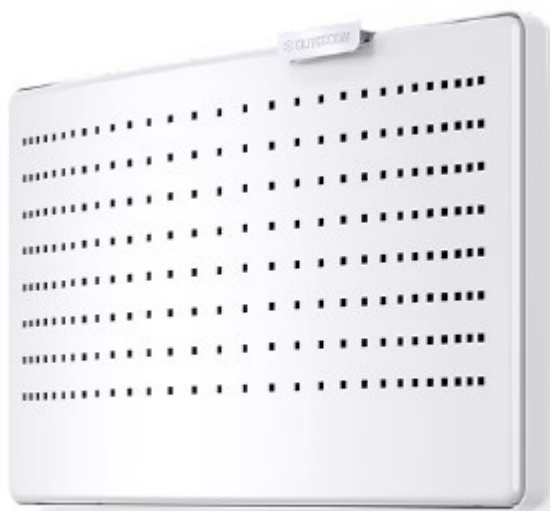
Kuva 7: Ilmanvaihtoventtiili KSO toimii kuristimena poistoilmanvaihdon liitekannassa. Valmistaja Fläktgroup

Seuraavissa kuvissa 8–9 on esitetty tuloilmanvaihdon liitekanavissa käytettäviä päätelaitteita, jotka täyttävät kuristinparina käytettävien laitteiden vaatimukset, kun laitteiden yhteenlaskettu ilmavirtaeho $42 \text{ dm}^3/\text{s}$ paine-erolla 100 Pa ei ylitä.



STQP

Kuva 8: Ilmanvaihtoventtiili STQP voi käyttää kuristinparina tuloilmanvaihdon liitekanavassa. Valmistaja Fläktgroup

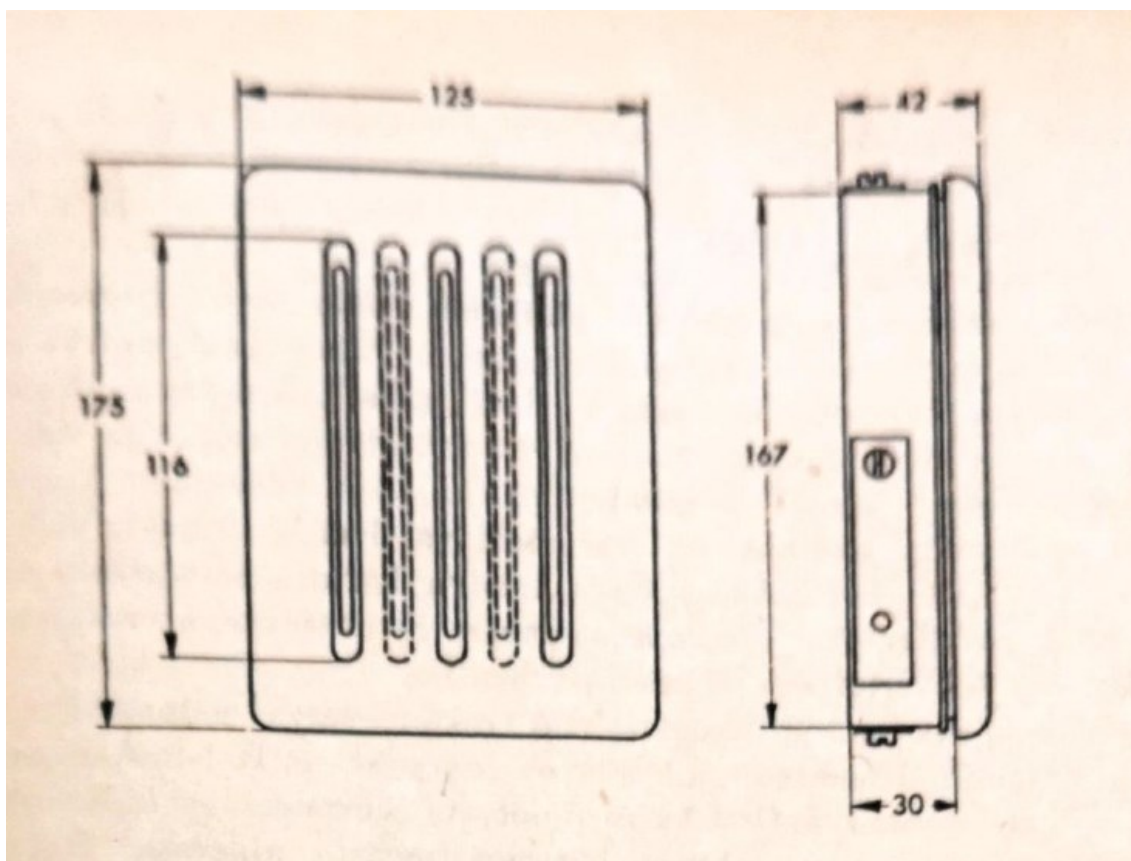


Kuva 9: Ilmanvaihtoventtiili CLIK-S voi käyttää kuristinparina tuloilmanvaihdon liitekanavassa. Valmistaja Climecon Oy

6 KURISTIMEN TAUSTA

Tässä luvussa käsitellään kuristimen käytön taustaa: kuinka se on oletettavasti ajan saatossa kehittynyt ja tullut käyttöön osana ilmanvaihtojärjestelmiä. Sekä kuinka kuristimen tulkinta ja käyttö on muuttunut vuosikymmenien aikana.

Kuristimen käytöllä on suomalaisessa asuinrakennusten ilmanvaihtolaitoksien rakentamisessa pitkät perinteet, jonka käytön ohjeistus ja sääntely, sekä tulkinat ovat vaihdelleet vuosikymmenien aikana. Tiettävästi ensimmäinen kuristimen kaltainen laite on ollut KGA-poistoilmaventtiili. Kuva 10 KGA-venttiili, ehkäisevän palosuojelun käsikirja, Tor Sundquist, 1956.



Kuva 10. KGA- poistoilmaventtiili (Ehkäisevän palosuojelun käsikirja, Tor Sundquist, 1956, s.219)

6.1 1950- luku

KGA- poistoilmaventtiiliä on käytetty osana SP-yhteishormijärjestelmää. Yhteishormijärjestelmän valmistajana ja markkinoille tuojana on toiminut Suomen puhallintehdas Oy. SP-yhteishormijärjestelmä on hyväksytty paloa pidättävään B-luokkaan huhtikuun 10 päivänä vuonna 1953 Rakennushallituksen toimesta. (Ehkäisevän palosuojelun käsikirja, Tor Sundquist, 1956)

Rakennushallitus on tietävästi hyväksynyt järjestelmän käytön sisäasiainministeriön antaman päätöksen rakennusten ja rakennusosien palonkestävyyden luokitteluun (1936) 81 / 36 6§ mukaan (Kuva 11). Päätöksen 6§ on annettu ohjeet niiden rakennusosien, -aineiden tai rakenteiden paloluokka hakemusta varten, joiden paloluokkaa ei ole tiedetty tai se on ollut epävarma. Hakemuksen yhteydessä toimitettujen tutkimustietojen ja kokeiden perusteella rakennushallituksella on ollut oikeus antaa paloluokka määräys päätöksen 81 / 36 6§ nojalla. (Helsingin kaupungin kunnallinen asetuskokoelma 14, sivut 20–37, päätös rakennusten ja rakennusosien palonkestävyyden luokitteluun 81/36, 1936)

4 L u k u.

Erinäiset määräykset.

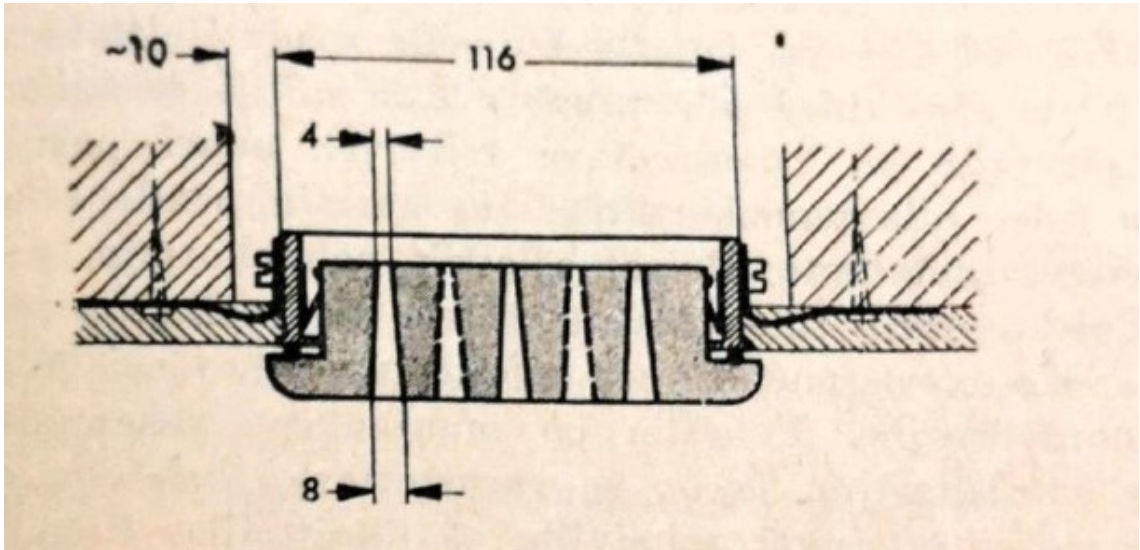
6 §. Jos on epätietoista, mihin luokkaan jokin rakennusosa, rakennusaine tai rakenne on luettava, määrää siitä rakennushallitus, mikäli se havaitaan tarpeelliseksi, hakijan kustannuksella toimitettujen, luotettavien tutkimusten ja kokeiden perusteella.

Viranomaisten ja rakentajien ohjeeksi tulee rakennushallituksen laatia ja julkaista luettelo niistä rakennusosista, rakennusaineista ja rakenteista, joiden luokitus on 1 momentin mukaisesti määrätty. Luettelossa on mainittava, mihin tässä päätöksessä määrättyyn luokkaan luetteloon merkitty rakennusosa, rakennusaine tai rakenne luetaan.

Kuva 11. Päätös 81 / 36 6§ (Helsingin kaupungin kunnallinen asetuskokoelma 14, 1936, s.37)

Rakennushallitukselle jätetyn hakemuksen yhteydessä Suomen puhallintehdas Oy on toimittanut dokumentin KGA- poistoilmaventtiilille suoritetuista kokeista, jotka on suorittanut Statens Provningsanstalt, Stockholm niminen tutkimuslaitos. (Ehkäisevän palosuojelun käsikirja, Tor Sundquist, 1956)

KGA- poistoilmaventtiili on valmistettu pääosin posliinista, jonka pinta on ollut lasitettu ja kiinnitys osuudella on ollut valurautakehys. Valmistus materiaalit ovat kuuluneet paloa pidättävään B-luokkaan. Yhteishormijärjestelmässä venttiili on liitetty kiinteästi huoneistoon aukeavan tiilimuuratun hormin aukkoon (Kuva 12). (Ehkäisevän palosuojelun käsikirja, Tor Sundquist, 1956)



Kuva 12. Tiilimuurattuun hormiaukkoon kiinnitetty KGA- poistoilmaventtiilit (Ehkäisevän palosuojelun käsikirja, Tor Sundquist, 1956, s.219)

Keskusilmanvaihtolaitosten vaatimuksien ja järjestelmäratkaisujen yhtenäistämiseksi Suomen Palopäällystöliitto laati sisäasiainministeriölle ehdotuksen keskusilmanvaihtojärjestelmien paloturvallisuusohjeista, jonka perustana oletettavasti on toiminut rakennushallituksen hyväksymä SP-yhteishormijärjestelmä. (Ehkäisevän palosuojelun käsikirja, Tor Sundquist, 1956)

6.2 1960- luku

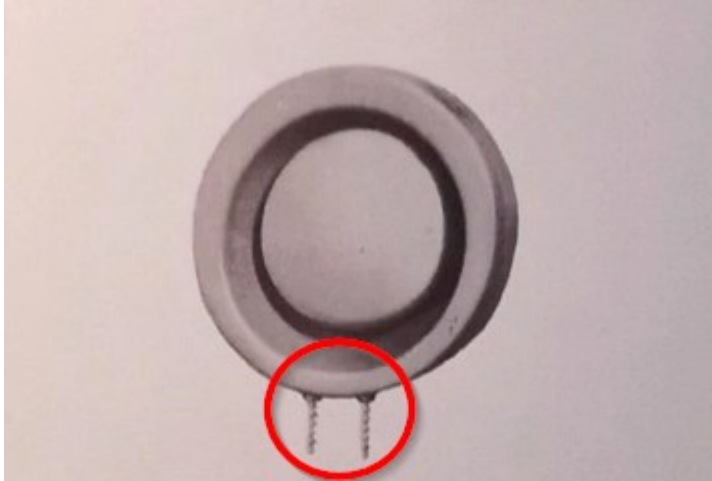
Vuonna 1959 sisäasiainministeriö antoi uuden rakennusasetuksen, jonka nojalla käynnistettiin rakentamista koskevien määräyksien ja asetusten päivittäminen. Rakennusten palonkestävyyttä koskevat määräykset astuivat voimaan sisäasiainministeriön päätöksellä 327/62 toukokuun 22 päivänä vuonna 1962. Määräyksien uudistaminen tarkoitti sitä, että kaikki aikaisemmin myönnetyt paloluokituspäätökset ilmahormeista, keskusilmanvaihtohormeista ja järjestelmien

laitteista raukesivat. Sillä kyseisiä rakennusosia koskevat määräykset sisällytettiin erillisiin paloluokituspäätöksiin, jotka kumoutuivat uusien määräysten astuessa voimaan. Paloluokituspäätöksistä siirryttiin palopäätöksiin, joiden antamisesta vastasi paloluokitustoimikunta sisäasiainministeriön valtuuttamana. Paloluokitustoimikunta muodosti erillisen paloasiainosaston, jonka vastuulla oli käsitellä rakentamista, rakenteita, laitteita ja rakennusosia koskevia palopäätöksiä, joita julkaistiin erillisissä paloluokitustiedotuksissa. Tähän asti rakennustuotteiden, rakenneosien ja -laitteiden paloluokitusten määräämisestä oli vastannut rakennushallitus sisäasiainministeriön valtuuttamana. (Helsingin kaupungin kunnallinen asetuskokoelma 40, sivut 133–149, päätös rakennusten palonkestävyys 327/62, 1962)

Rakentamisen kehittyessä ja koneellisten ilmanvaihtolaitosten lisääntyessä, myös rakentamista ja ilmanvaihtolaitoksia koskeva paloturvallisuus määräykset ja ohjeet lisääntyivät. Erityisesti asuinrakennuksien ilmanvaihtolaitoksia koskevat paloturvallisuusmääräykset annettiin sisäasiainministeriön paloasiainosaston toimesta, erillisessä paloluokitustiedotuksessa nro 127, vuonna 1966. (Paloluokitustiedotus 127, Rakennusosat ilmahormit, Sisäasiainministeriö, Paloasiainosasto, 1966)

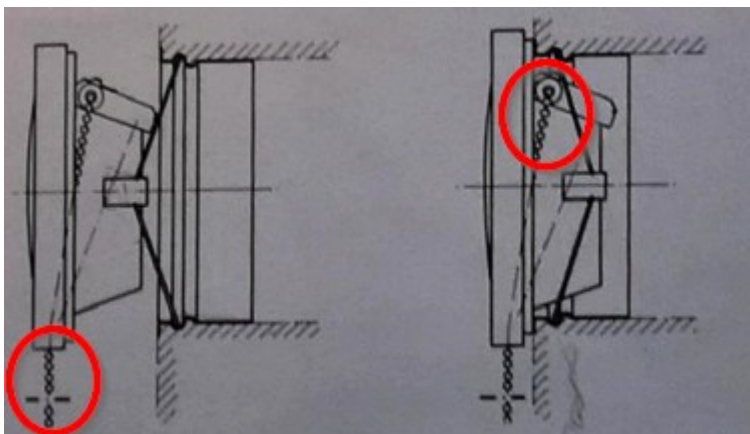
Kyseisessä paloluokitustiedotuksessa 127 annettiin palonrajoittimille seuraava määritelmä, ”*palonrajoittimella tarkoitetaan rakennusosaa, jolla palon leviämistä hormien kautta rajoitetaan*”. Paloluokitustiedotuksen 127 7§ lausuttiin, että ilmanvaihtolaitosten palonrajoittimien tulee olla paloluokiteltuja, jonka määräämisestä vastasi sisäasiainministeriö ja testaamisesta valtion teknillinen tutkimuslaitos VTT. (Paloluokitustiedotus 127, Rakennusosat ilmahormit, Sisäasiainministeriö, Paloasiainosasto, 1966)

Paloluokitustiedotuksen 127 7§ nojalla ensimmäisen paloluokituspäätöshakemuksen poistoilmaventtiilille, joka toimi palonrajoittimena, haki Suomen puhallintehdas Oy. Hakemuksen poistoilmaventtiileille KGEA ja KGEB myönnettiin käyttö palonrajoittimena asuinrakennusten keskusilmanvaihtolaitoksissa paloluokitustiedotuksessa nro 155, vuonna 1967. (Paloluokitustiedotus 155, Ilmahormit poistoilmaventtiilit KGEA ja KGEB, Sisäasiainministeriö, Paloasiainosasto, 1967)



Kuva 13: KGEA poistoilmaventtiili. Käytetty SP-yhteishormijärjestelmässä. KGEB poistoilmaventtiili ilman ketjua (ympyröity punaisella). (Hakemus KGE-poistoilmaventtiili, Suomen puhallintehdas Oy, hakemuksen liite KGEA- ja KGEB- poistoilmaventtiilit, Sisäasiainministeriö, Paloasiainosasto, K.D. n:o 481/641/65, Plp 203/67, 1967)

Paloluokitustiedotuksen 155 kohdan b) suoritustasoilmoitukset ja vaatimukset, (6.6 SP-yhteishormijärjestelmä) ovat tietävästi ensimmäinen julkinen asiakirjainnointi nykyistä kuristin vaatimusta vastaavista suoritusarvoista. Kyseiseen käyttötarkoitukseen paloluokituksen saaneilla venttiileillä tai laitteilla käytettiin vielä yleisnimitystä palonrajoitin.



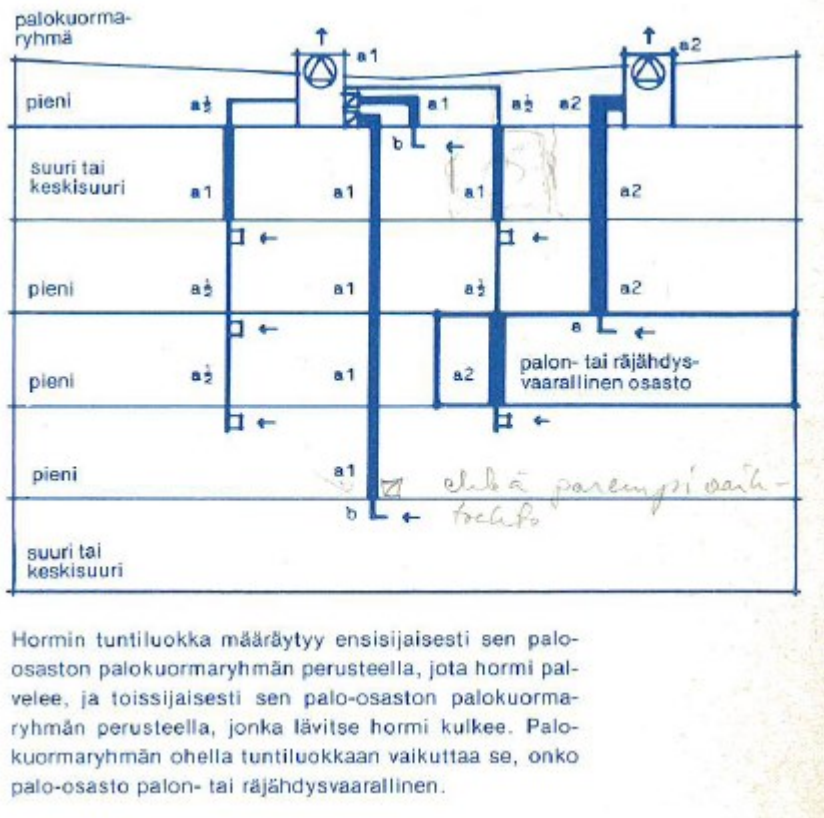
Kuva 14: Leikkaus KGEA poistoilmaventtiilin liittämistä yhteishormiin SP-yhteishormijärjestelmässä. KGEB poistoilmaventtiili ilman ketjua (ympyröity punaisella). (Hakemus KGE-poistoilmaventtiili, Suomen puhallintehdas Oy, hakemuksen liite KGEA- ja KGEB- poistoilmaventtiilit, Sisäasiainministeriö, Paloasiainosasto, K.D. n:o 481/641/65, Plp 203/67, 1967)

6.3 1970- luku

Sisäasiainministeriön toimesta kaavoitus- ja rakennusosasto laati ensimmäiset keskusilmanvaihtolaitoksien paloturvallisuusmääräykset, jotka julkaistiin paloluokitustiedotuksessa 360 vuonna 1974. Määräyksissä oli ensikertaa kootusti esitetty palonrajoittimiksi kelpaavat tekniset laitteet ja ratkaisut, sekä yleiset vaatimukset. Palonrajoittimiksi määritellyt laitteet olivat palopelti, kuristin, nousuhormi tai muu laite, jonka sisäasiainministeriö on erillisellä päätöksellä hyväksynyt palonrajoittimeksi. Palon ja savukaasujen rajoittamisen lisäksi palonrajoittimelta on yleisissä vaatimuksissa vaadittu; palonrajoittimena käytettävän laitteen tulee täyttää tehtävänsä vähintään saman palonkestoajan kuin siihen liittyvän hormin palonkesto aika on.

Palonrajoittimeksi määritettynä kuristimena on voinut käyttää poisto- tai tuloilmaventtiiliä tai muuta vastaavaa laitetta, joka omaa riittävän tehokkaan virtausvastuksen palamiskaasujen leviämisen estämiseksi. Palonrajoittimena käytettävä kuristin on täytynyt liittää tukevasti osastoivaan rakenteeseen tai hormiin. Keskusilmanvaihtolaitoksissa kuristimia on voinut käyttää yhtä kappaletta huonetilaa kohti, ellei kuristimena toimivan laitteen paloluokitus päätöksessä ole toisin lausuttu. (Paloluokitustiedotus 360, Keskusilmanvaihtolaitosten paloturvallisuusmääräykset, Sisäasiainministeriö, Kaavoitus- ja rakennusosasto, 1974)

Määräyksiä tukemaan kaavoitus- ja rakennusosasto toimitti keskusilmanvaihtolaitosten paloturvallisuusohjeet, jotka julkaistiin paloluokitustiedotuksessa 392 vuonna 1975. Ohjeisiin oli ensimmäistä kertaa koottuna keskusilmanvaihtolaitosten paloturvallisuusratkaisuja ja esimerkkejä rakennusten käyttötapaluokkien ja palokuormaryhmien mukaan.



Kuva 15: Ilmanvaihtohormin paloluokan määrittäminen palokuormaryhmän mukaan. (Paloluokitustiedote 392, keskusilmanvaihtolaitosten paloturvallisuusohjeet 1975)

Paloluokitustiedotuksen 392 ohjeissa palonrajoittimet on luokiteltu kolmeen laiteryhmään, joille on annettu käyttötapa ja -tilanne esimerkkeinä. Ohjeissa tunnettuja palonrajoittimia ovat olleet seuraavat:

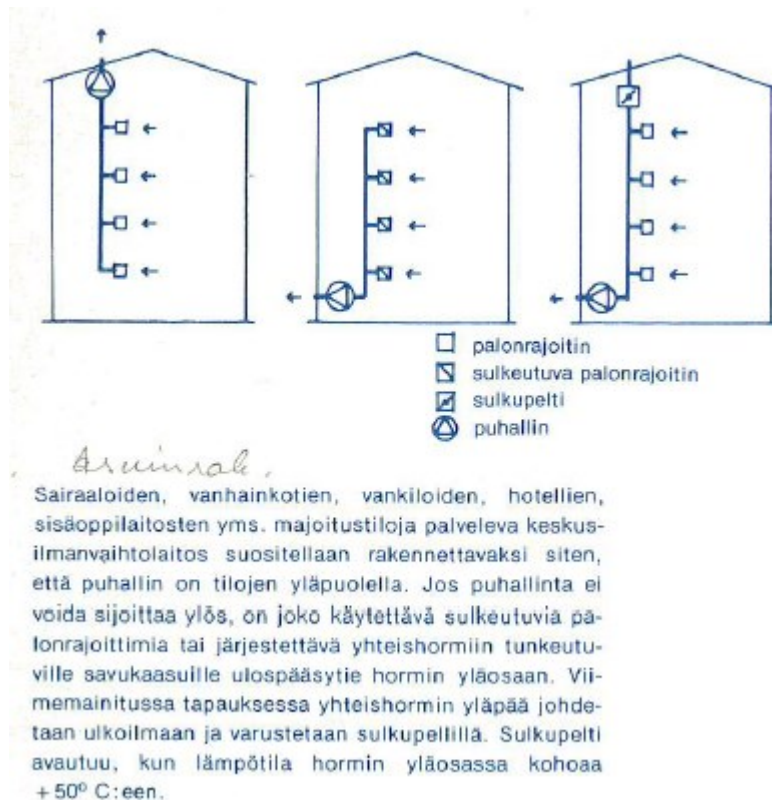
- palopelti
- kuristin
- nousuhormi

Ohjeissa palopeltien käyttöä ei suositeltu, koska kokemukseräiset havainnot olivat osoittaneet laitteiden olevan epäluotettavia toimintavarmuudeltaan ja käytössä niiden toiminta oli osoittautunut hitaaksi. Ohjeissa suositeltiin ensisijaisesti käyttämään muita tunnettuja palonrajoitinratkaisuja, kuten kuristin ja nousuhormi.

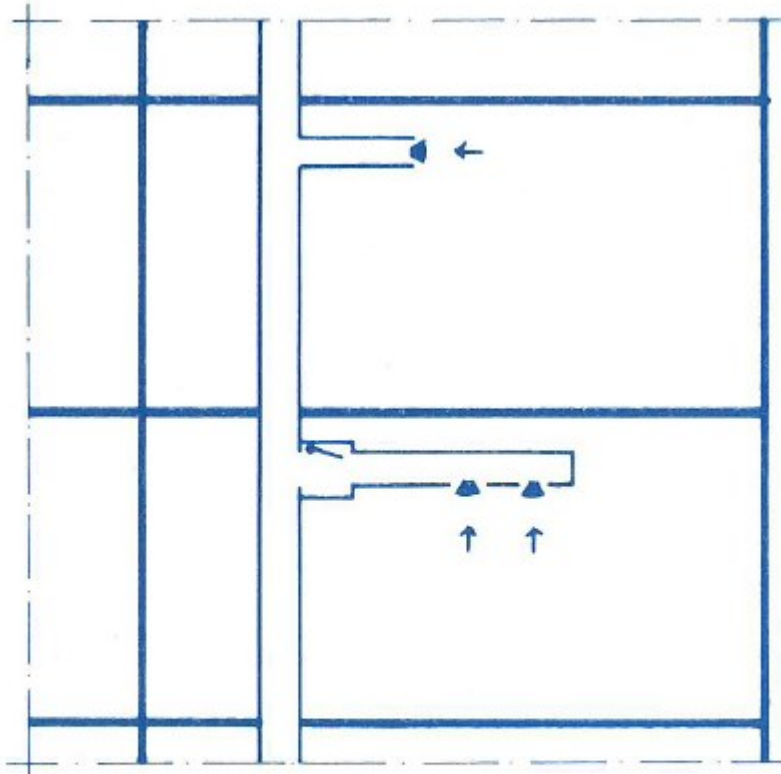
Kuristimena käytettävälle laitteelle on annettu seuraavat virtausvaatimukset luokituksen täyttämiseksi, sekä käyttörajoitukset, jotta savukaasujen virtausta rajoittava ominaisuus ei mitätöityisi:

- ilmamäärä on rajoitettu $42 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ ($150 \text{ m}^3/\text{h}$),
- paine-eron ollessa 100 N/m^2 ($10 \text{ mm vp} / 100 \text{ Pa}$),
- yhtä huonetilaa kohti sai sijoittaa 1 kpl palonrajoittimia (kuristin),

Esimerkiksi asuinhuoneistossa oli mahdollista käyttää useampaa kuristinta, jos ne sijaitsivat eri huoneissa ja jokaisella oli oma liitekanava. Kuvissa 16 ja 17 ohjeistuksessa on esitettyjä käyttötapoja palonrajoittimille käyttötapaluokkien mukaan. (Paloluokitustiedotus 392, Keskusilmanvaihtolaitosten paloturvallisuusohjeet, Sisäasiainministeriö, Kaavoitus- ja rakennusosasto, 1975)



Kuva 16: Monikerroksisen asuin- ja majoitusrakennuksen ilmanvaihtoratkaisuja. (Paloluokitustiedotus 392, keskusilmanvaihtolaitosten paloturvallisuusohjeet 1975)

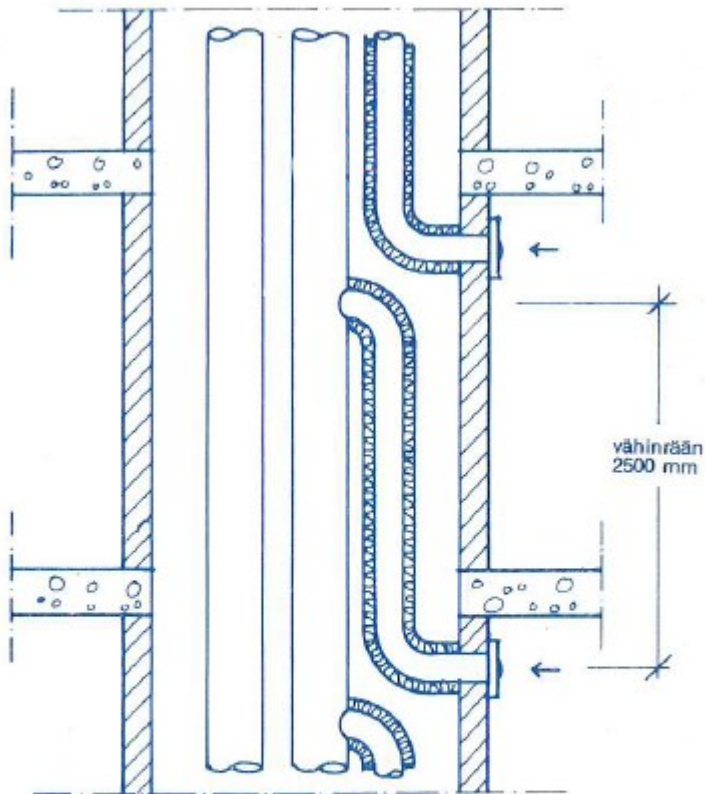


Käytettäessä kuristimia palonrajoittimina saa niitä sijoittaa vain yhden kuhunkin huonetilaan. Kuristinta koskevan paloluokituspäätöksen perusteella voidaan tästä määräyksestä poiketa. Mikäli ilmamäärä on niin suuri, että yhdellä kuristimella ei tulla toimeen, on palonrajoittimena käytettävä esimerkiksi palopeltiä tai nousuhormia.

Kuva 17: Palonrajoittimena käytettävän kuristimen käyttö esimerkkejä. (Paloluokitustiedotus 392, keskusilmanvaihtolaitosten paloturvallisuusohjeet 1975)

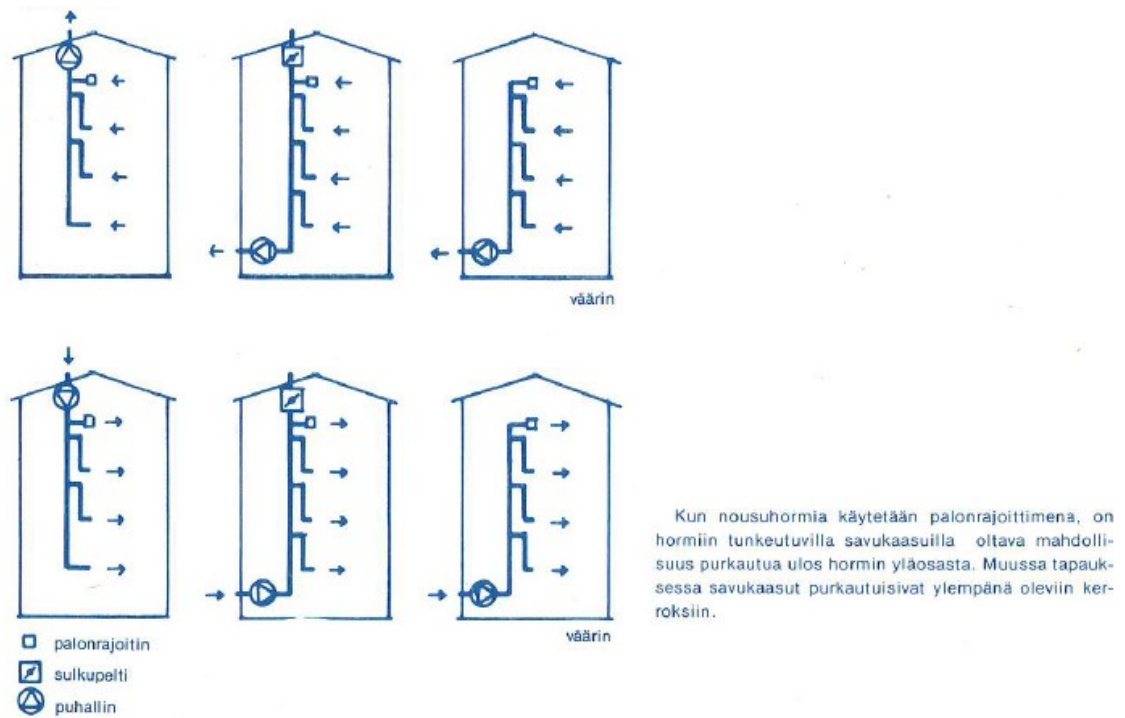
Huonetilan ilmamäärän ylittäessä kuristimelle asetetun virtausvaatimuksen on palonrajoittimena täytynyt käyttää palopeltiä, nousuhormia tai kuristinta, jonka paloluokituspäätöksen nojalla on virtausvaatimuksesta voinut poiketa.

(Paloluokitustiedotus 392, Keskusilmanvaihtolaitosten paloturvallisuusohjeet, Sisäasiainministeriö, Kaavoitus- ja rakennusosasto, 1975)



Jos palonrajoittimena käytettävä nousuhormi sijoitetaan roiloon, on se eristettävä a 1/2- tai a 1-luokan paloeristyksellä palokuormaryhmästä riippuen. Nousuhormin pituuden on oltava vähintään kymmenen kertaa sen halkaisija tai suurempi sivu, aina kuitenkin vähintään 2.5 m.

Kuva 18: Nousuhormin käyttö palonrajoittimena (Paloluokitustiedotus 392, keskusilmanvaihtolaitosten paloturvallisuusohjeet 1975)



Kuva 19: Palonrajoittimena käytettävän nousuhormin esimerkkejä. (Paloluokitustiedotus 392, keskusilmavaihtolaitosten paloturvallisuusohjeet 1975)

6.4 1980- luku

Rakentamista koskevia määräyksiä ja ohjeita aloitettiin koostamaan yhtenäiseksi kokoelmaksi 70-luvulla ja osa niistä astui voimaan vuosikymmenen loppupuolella. Kokoelma nimitettiin Suomen rakentamismääräyskokoelmaksi. Kokoelman julkaisujen myötä ja määräysten astuessa voimaan paloluokituspäätökset kumoutuivat, eivätkä olleet enää käytössä.

Yksi voimaan astuneista kokoelman määräyksistä oli rakennusten paloturvallisuutta koskeva määräysten osa E1, joka astui voimaan 1976. Määräys osan E1 tarkastettu versio julkaistiin ja astui voimaan vuonna 1981. Määräys osalle E1 on julkaistu tarkentavia ja ohjeistavia osia 7 kappaletta, E2-E9. Ohjeistava osa E7 käsittää ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus ohjeet, joka julkaistiin marraskuussa vuonna 1980.

(Rakennusten paloturvallisuus & paloturvallisuus korjausrakentamisessa, ympäristöopas 39, ympäristöministeriö 2003; E7 Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus ohjeet, Suomen rakentamismääräyskokoelma, Sisäasiainministeriö 1980)

Ohjeistuksissa palonrajoittimina käytettävät ratkaisut eivät olleet muuttuneet paloluokitustiedotuksesta 392. Tunnustettuina palonrajoitin ratkaisuina hyväksyttiin edelleen seuraavat:

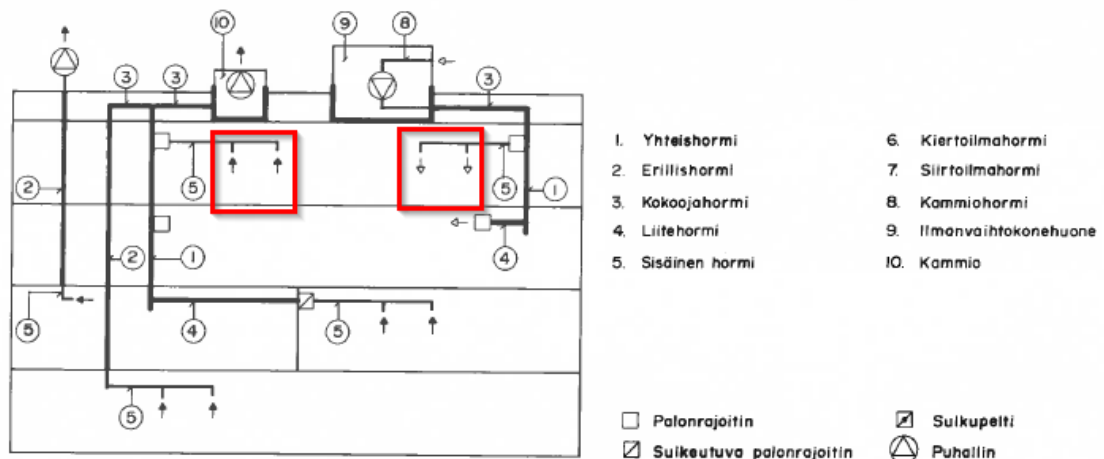
- palopelti
- kuristin
- nousuhormi

Myös palonrajoittimille asetetut yleiset vaatimukset pysyivät ennallaan. Rajoittimien tärkeimpänä tehtävä oli estää tai rajoittaa palon ja savukaasujen leviämistä palon aikana palo-osastosta toiseen palo-osastoon ilmanvaihtolaitoksen välityksellä. Palonrajoittimen tuli säilyttää toimintakunto vähintään saman palonkesto-vaatimuksen mukaan, kuin siihen liittyvälle hormille on asetettu.

Kuristimelle asetetuissa vaatimuksissa merkittävin muutos on ollut sallia useamman kuristimena toimivan tulo- tai poistoilmaventtiilin käyttö samassa huonetilassa. Käyttö on ollut mahdollista, jos venttiilien yhteenlaskettu ilmamäärä ei ole ylittänyt kuristimelle asetettua ilmavirtaus vaatimusta. Katso luku 5.1 kuristin ehto.

Kuristimena toimiva laite on edelleen täytynyt kiinnittää tiiviisti ja tukevasti osastoivaan hormiin ja rakenteeseen.

(E7 Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus ohjeet, Suomen rakentamismääräyskoelma, Sisäasiainministeriö 1980)



Kuva 20: Ilmanvaihtolaitoksen käsitteitä. Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus ohjeissa sallittiin useamman kuristimen käyttö palonrajoittimena samassa huonetilassa. (E7 ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus ohjeet, Suomen rakentamismääräyskokoelma 1980)

6.5 2000- luku

Seuraavan kerran rakentamismääräyskokoelman asetuksia uusittiin 2000-luvun alkupuolella. Ympäristöministeriön päätöksellä 1. päivänä tammikuuta 2004 tuli voimaan asetus ilmanvaihtolaitteistojen paloturvallisuudesta. Asetus säilyi rakentamismääräyskokoelman osana E7, ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus ohje.

Uusittuun ohjeeseen ilmanvaihtolaitosten osalta merkittävät muutokset koskivat rakennusosien ja -tarvikkeiden paloluokituksen määrittelyä. Rakennusosien ja paloluokituksen määrittelyssä siirryttiin Euroopan Unionin mukaisiin kirjain -numeroyhdistelmä tunnisteisiin seuraavasti:

- R kantavuus
- E tiiviys
- I eristävyys
- 60 osastointiluokan aika minuutteina

Rakennustuotteiden paloluokituksen määrittelyssä siirryttiin myös kirjain numeroyhdistelmään, jossa luokitusta kuvataan paloon osallistumisen, savuntuoton ja palavien pisaroiden tuoton osalta.

Rakennustarvikkeiden luokat:

- A1 Tarvikkeet, jotka eivät osallistu lainkaan paloon,
- A2 , joiden osallistuminen paloon on erittäin rajoitettu,
- B , joiden osallistuminen paloon on hyvin rajoitettu,
- C , jotka osallistuvat paloon rajoitetusti,
- D , joiden osallistuminen paloon on hyväksyttävissä.
- E , joiden käyttäytymistä ei ole määritetty,

Savuntuoton luokat:

- s1 Savuntuotto on erittäin vähäistä,
- s2 , on vähäistä,
- s3 , ei täytä s1 eikä s2 vaatimuksia,

Palavien pisaroiden tuoton luokat:

- d0 Palavia pisaroita tai osia ei esiinny,
- d1 , pisarat tai osat sammuvat nopeasti,
- d2 , pisaroiden tai osien tuotto ei täytä d0 eikä d1 vaatimuksia.

Rakennustarvikkeiden vaatimuksen mukaisuuden osoittamisessa siirryttiin noudattamaan eurooppalaisia ja kansainvälisiä standardeja, sekä koemenetelmiä.

Osaltaan päivityksen kohteena oli myös tilojen käyttötaparyhmät. Muun muassa poistumisteiden turvallisuuteen palotilanteessa kiinnitettiin erityistä huomiota, ja poistumisteiden ilmanvaihto täytyi erottaa muiden käyttötaparyhmien ilmanvaihdosta.

Ohjeessa oli ensimmäistä kertaa eriteltyinä ilmanvaihtolaitoksissa käytettävät palon- ja savurajoittimet. Palonrajoittimina hyväksyttäviä laitteita oli luokituksen mukaiset palopellit. Paljonrajoittimelle ei asetettu eristävyysvaatimusta, mikäli kanavana pinta-ala oli enintään 200 cm² ja ilmanvaihtokone sijaitsi palvelemissa tilojen yläpuolella.

Savurajoittimina käytettäviä ratkaisuja olivat virtausvaatimuksen täyttävä kuristin, nousukanava, jonka pituus on vähintään 2,5 m ja halkaisija tai pitempi sivu

enintään 10 % nousukanavan pituudesta, sekä savuilmamaisimilla ohjattu palonrajoitin. Kuristimelle ei asetettu asennusvaatimusta osaksi osastoivaa rakennetta ja virtausvaatimus koski tilakohtaista kuristinta tai kuristin paria.

(Rakennusten paloturvallisuus & paloturvallisuus korjausrakentamisessa, ympäristöopas 39, ympäristöministeriö 2003; E7 Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus ohjeet, Suomen rakentamismääräyskokoelma, Ympäristöministeriö 2004)

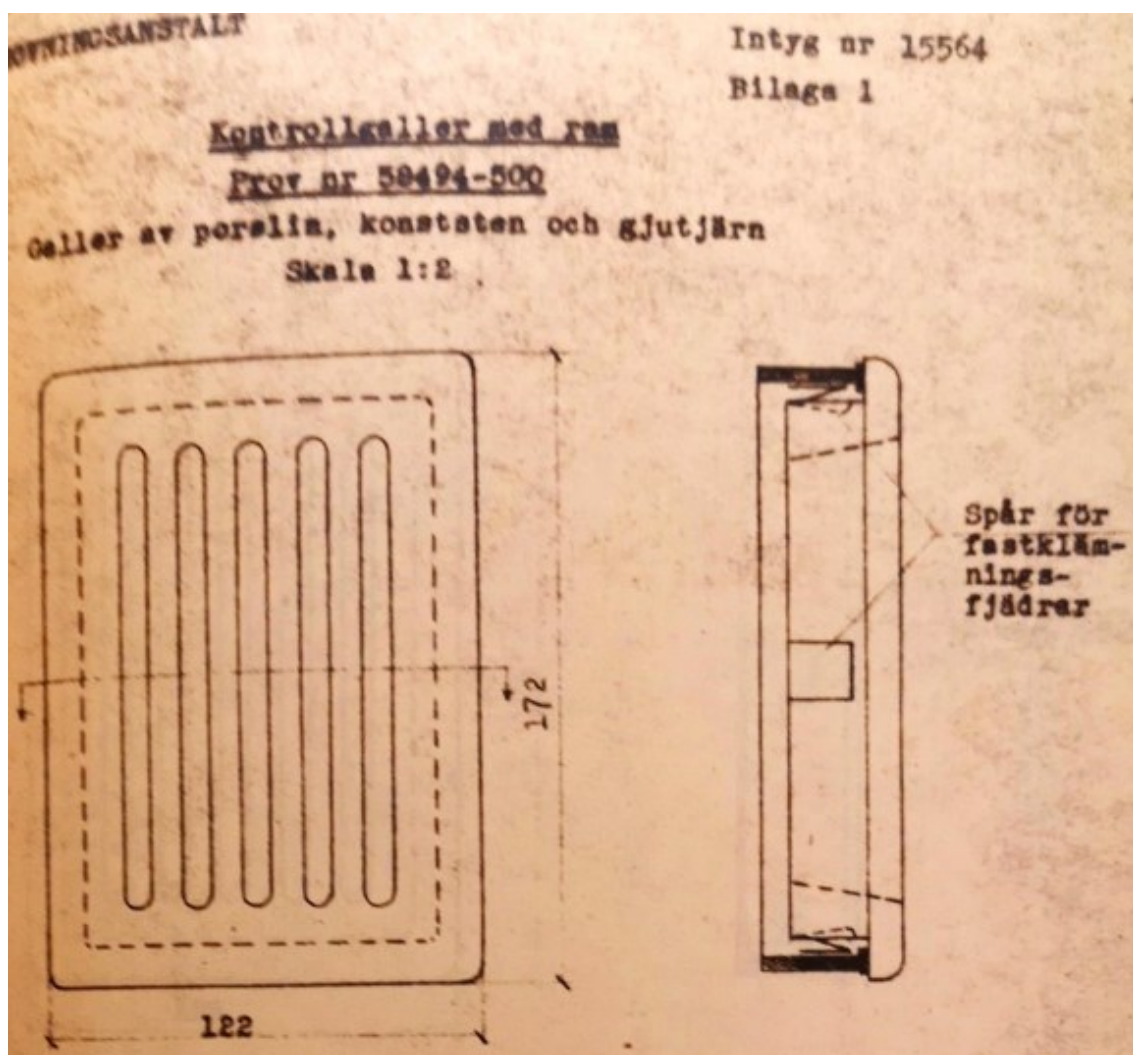
Vuonna 2012 julkaistiin ilmanvaihtolaitteistojen paloturvallisuusopas Suomen LVI-liitto toimesta. Oppaan tavoitteena oli yhdenmukaistaa ja selkeyttää ilmanvaihdon paloturvallisuusratkaisuja viranomaisille, suunnittelijoille ja muille rakennushankkeiden osapuolille. Oppaassa oli selkeytetty käyttötaparyhmien mukaan hyväksyttäviä ilmanvaihdon paloturvallisuus esimerkkejä. Oppaassa ei ollut muuttunut tulkinta ja käytäntö kuristimena käytettävistä savurajoitin ratkaisuista E7 2004 julkaisuun verrattuna.

(Ilmanvaihtolaitteistojen paloturvallisuusopas, Suomen LVI-liitto, 2012)

Edellä mainitut määräykset ja ohjeet ovat kumoutuneet alkuvuodesta 2018 uusien asetusten ja ohjeiden astuessa voimaan.

6.6 SP-yhteishormijärjestelmä

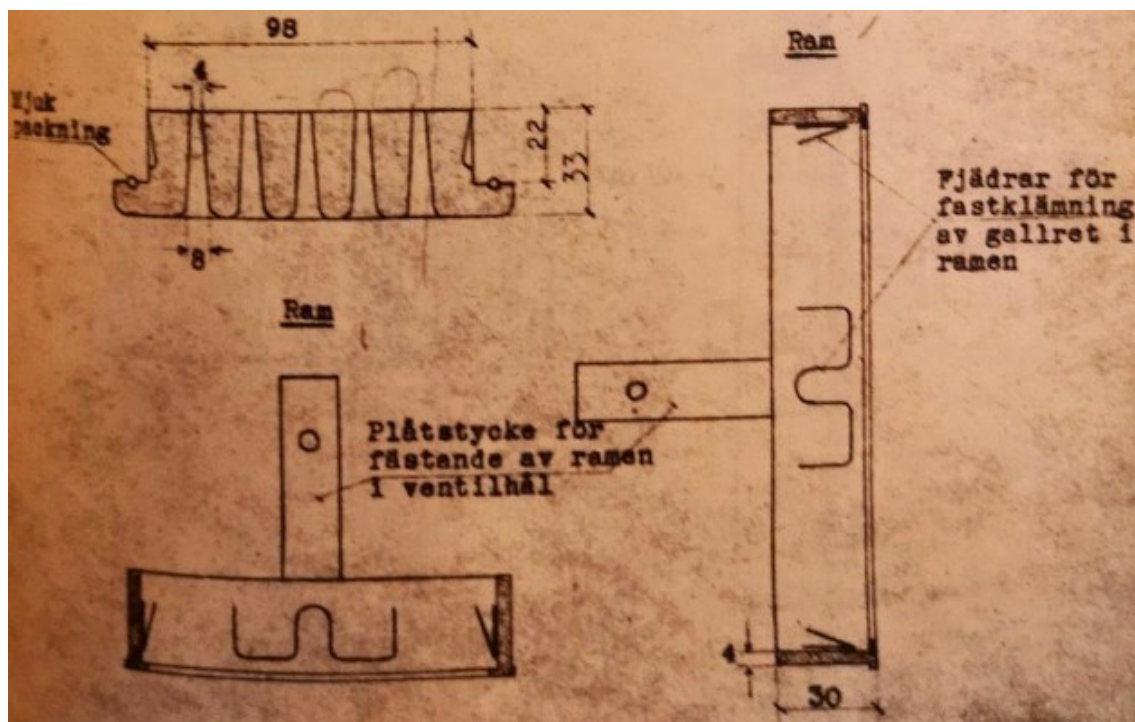
Suomen Puhallintehdas Oy on hakenut keskusilmanvaihto kanavajärjestelmälle rakentamishyväksynnän vuonna 1953 rakennushallitukselta. Ilmanvaihtojärjestelmän on todettu kuuluvan paloa pidättävään rakennusluokkaan -B. Luokitus on mahdollistanut järjestelmän käytön B- ja D- käyttötaluokan rakennuksissa, joita ovat esimerkiksi olleet asuin-, majoitus, ja hoitorakennukset. (Hakemus SP-yhteishormijärjestelmä, Suomen puhallintehdas Oy, Sisäasiainministeriö, Rakennushallitus kirje 1022 / A.4, 1953)



Kuva 21: SP-yhteishormijärjestelmässä käytetty KGA-poistoilmaventtiili (Hakemus SP-yhteishormijärjestelmä, Suomen puhallintehdas Oy, Sisäasiainministeriö, Rakennushallitus kirje 1022 / A.4, 1953)

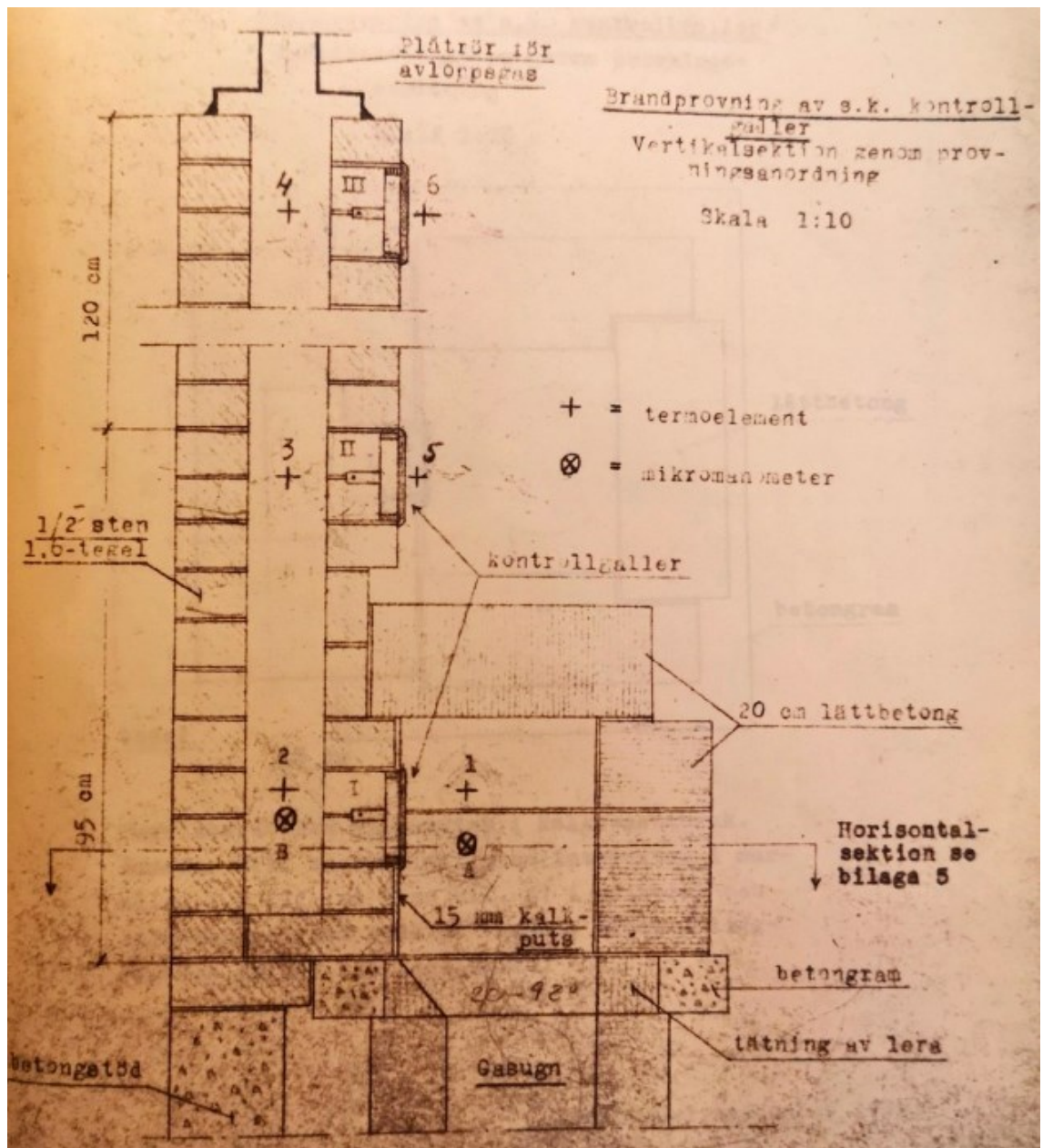
Hakemuksen yhteydessä haettiin myös ilmanvaihtojärjestelmiä koskevien määräysten kumoamista, jotka kyseiseen aikaan perustuivat tavanomaisten ilmanvaihtojärjestelmien rakentamiseen, kuten luonnolliseen vetoon ja erillishormijärjestelmiin, joissa käytettiin potkuripuhaltimia. Hakemuksessa painotettiin, että tulisi laatia uudet määräykset, jotka mahdollistaisivat yhteishormijärjestelmien rakentamisen. Uudet määräykset perustuisivat Suomen Puhallintehdas Oy:n jättämän hakemuksen mukaiseen keskusilmanvaihtojärjestelmään ja sen toiminnalle annettuihin vaatimuksiin, sekä järjestelmälle suoritettuihin testeihin ja niiden tuloksiin. Järjestelmän käytön vaatimukset paloteknisestä näkökulmasta oli laatinut Tor Sundquist erillisessä lausunnossa. Lausunto perustui järjestelmälle ja KGA-poistoilmaventtiilille suoritettuihin palotesteihin ja -tutkimuksiin, jotka oli suorittanut Ruotsin valtion tekninen tutkimuslaitos Statens Provningsanstalt Stockholm.

(Hakemus SP-yhteishormijärjestelmä, Suomen puhallintehdas Oy, Sisäasiainministeriö, Rakennushallitus kirje 1022 / A.4, 1953)



Kuva 22: Leikkaus KGA-poistoilmaventtiili (Hakemus SP-yhteishormijärjestelmä, Suomen puhallintehdas Oy, Sisäasiainministeriö, Rakennushallitus kirje 1022 / A.4, 1953)

Rakennushallituksen toimesta annettiin rakentamismääräykset SP-yhteishormijärjestelmälle vuonna 1953, jotka käsittivät kaikkiaan 16 kappaletta. Määräyksissä annettiin vaatimukset hormienrakenteille, puhaltimien sijoittamiselle, puhallinkomeron rakentamiselle, tilojen välisille yhdistämisrajoituksille, sekä kappaleessa 3 järjestelmän osana hyväksytyille laitteille, joka oli KGA-poistoilmaventtiili. Kappaleessa venttiilin käytön perustana toimi sille suoritettut palotestit.



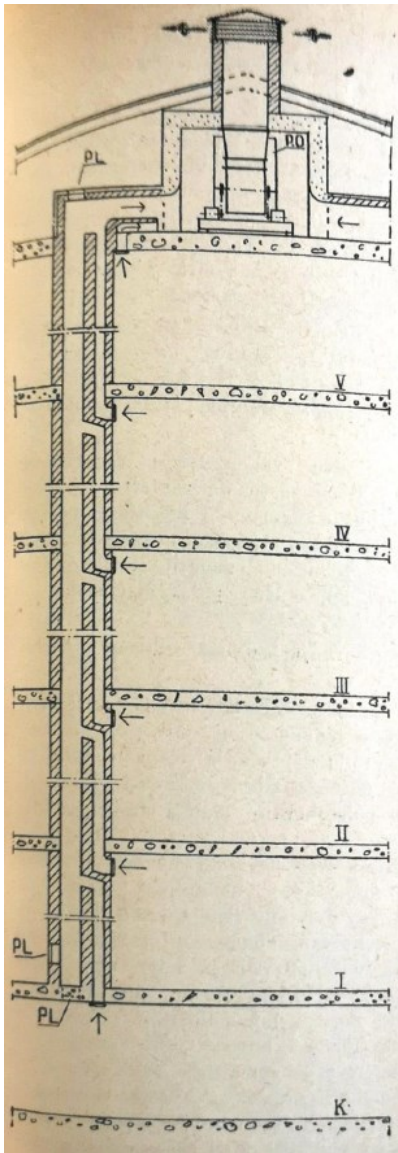
Kuva 23: Havainne KGA-poistoilmaventtiilille suoritetusta palotestistä (Hakemus SP-yhteishormijärjestelmä, Suomen puhallintehdas Oy, Sisäasiainministeriö, Rakennushallitus kirje 1022 / A.4, 1953)

Hakemuksessa järjestelmän käyttöä on perusteltu paloturvallisuuden parantamisella, sillä Ruotsin valtion teknisentutkimuslaitoksen (Statens Provningsanstalt Stockholm) suorittamissa palotesteissä vuonna 1947 havaittiin, että venttiileiden valmistusmateriaalilla ja rakenteella parannetaan ilmanvaihtohormin kautta leviävää paloturvallisuutta ja rajoitetaan palo- ja savukaasujen leviämistä. Liitehormiin asennetulla KGA-poistoilmaventtiilillä havaittiin palo- ja savukaasujen leviämisen rajoittamista yhteiskanavan välityksellä palotilanteessa, kun venttiili tuotti paine-

eroa noin 5–10 mm vp (millimetriä vesipatsasta) yhteishormin ja tilan liitehormin välillä, johon venttiili aukeaa. Venttiilin tuottama paine-ero vastaa 50–100 Pa (Pascalia).

Testeissä KGA-poistoilmaventtiilit asetettiin kuvan 23 mukaisesti tiilimuurattuun hormiaukkoon, joka kuvasti tilaan tai huoneistoon aukeavaa liitehormia. Liitehormi yhdistyi yhteishormiin, johon tuotettiin paloa ja savukaasuja erillisen kamion välityksellä. Palotestien jaksona pidettiin 1h (yksi tunti), jonka aikana palolämpötilan annettiin nousta 100 °C aina 700 °C. Testeissä havainnointiin venttiilimateriaalien käyttäytymistä palotilanteessa. Kestävimmäksi osoittautui kuvien 21–22 posliinista valmistettu venttiili, jonka ulkoreunusta kiersi valurautateräksestä valmistettu kehys. Testien yhteydessä tehtiin havainto, että venttiileillä varustettujen liitehormien kautta palokaasujen leviäminen oli vähäisempää tai sitä ei ollut ja palokaasut jatkoivat poistumista yhteishormia pitkin. Tällöin paine-eron todettiin olevan 5–10 mm vp (millimetriä vesipatsasta). Myös lämpötilan todettiin pysyvän alhaisempana tilassa, johon venttiili aukesi. (KGA-poistoilmaventtiili tutkimus 15564, Statens Provningsanstalt Stockholm 1947, Rakennushallitus kirjeen 1022 / A.4 liite, 1953)

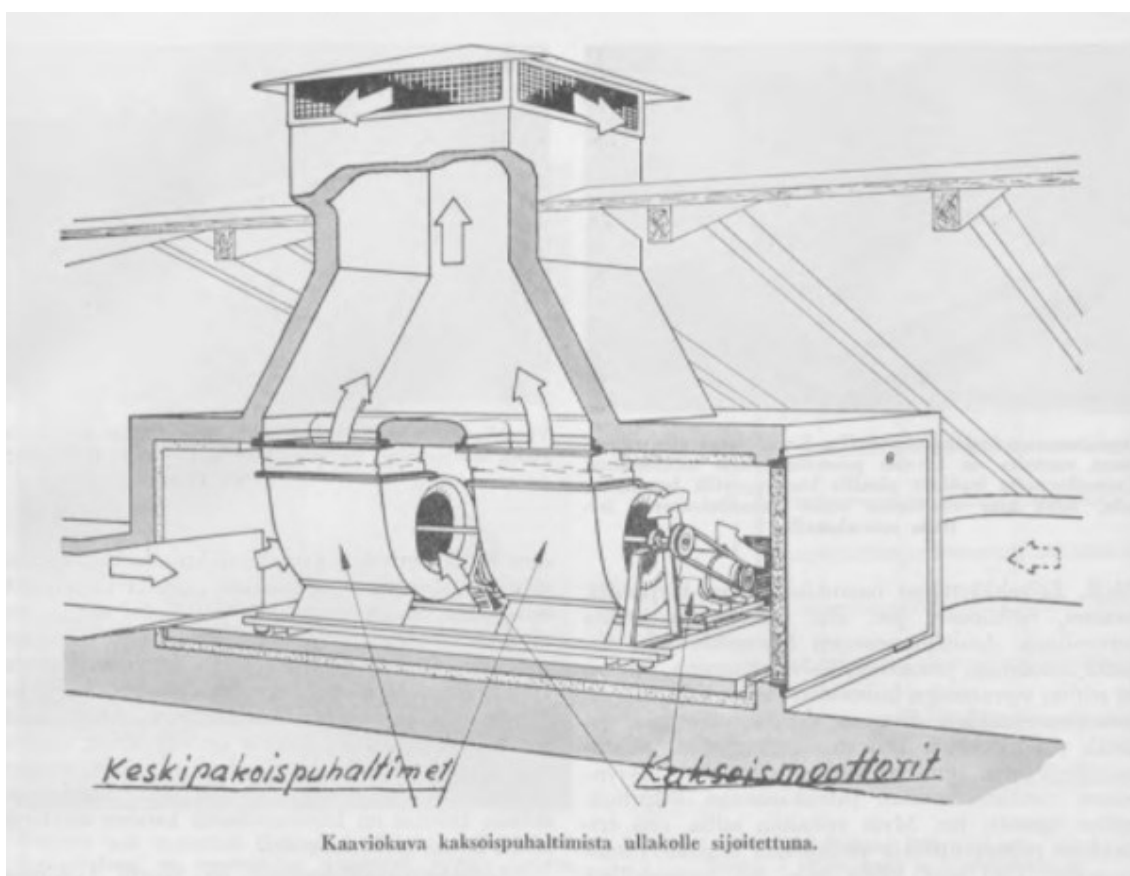
Ilmanvaihtojärjestelmän käyttöä perusteltiin myös rakennuskustannuksien vähentymisellä, sillä yhteishormijärjestelmä mahdollisti entistä yksinkertaisemman rakennustavan ilmanvaihtojärjestelmille. (Hakemus SP-yhteishormijärjestelmä, Suomen puhallintehdas Oy, Sisäasiainministeriö, Rakennushallitus kirje 1022 / A.4, 1953)



Kuva 24: Yhteishormijärjestelmän periaatekuva (Ehkäisevän palosuojelun käsikirja, Tor Sundquist, 1956, s.217)

Ilmanvaihtojärjestelmä sai nimityksen SP-yhteishormijärjestelmä valmistajansa Suomen Puhallintehdas Oy mukaan. SP-yhteishormijärjestelmä perustuu koneelliseen poistoilmanvaihtoon, jossa asuinhuoneiston poistoilmanvaihto järjestettiin toteutettavaksi niin sanotuista epäpuhtaista tiloista kuten pesuhuone, vaatehuone, keittiö-, wc-, tai jonkin muun huonetilan kautta. Korvausilma johdettiin oleskelutiloihin kuten makuu- ja olohuoneet rakoveintiilien ja ikkunarakojen välityksellä, sekä huoneiston sisällä tilojen välillä ovirakoja hyödyntäen. Asuinhuoneistojen poistoimaukot yhdistettiin pystysuuntaisiin yhteishormeihin liitehormien avulla huoneistossa tai vastaavasti poistoimaukko avautui yhteishormin kyljestä suoraan kyseiseen tilaan. Tiloihin aukeavat poistoimaukot varustettiin

KGA-poistoventtiileillä. Ullakolla yhteishormit yhdistettiin kokoojahormiin ja edelleen keskushormiin, joka on yhdistetty keskitettyyn poistopuhaltimeen. Poistopuhaltimina käytettiin keskipakoispuhaltimia riittävän painetason saavuttamiseksi järjestelmässä. Poistopuhallin sijoitettiin omaan palonkestävään tilaan, jota kutsuttiin puhallinkomeroksi. (Hakemus SP-yhteishormijärjestelmä, Suomen puhallintehtas Oy, Sisäasiainministeriö, Rakennushallitus kirje 1022 / A.4, 1953)



Kuva 25: Puhallinkomero ja poistopuhaltimet yhteishormijärjestelmä. (Palontorjunta lehti nro 2, 1953)

Koneellisen ilmanvaihdon yleistyessä 50- ja 60-luvuilla, myös käyttökokemukset ja havainnot ilmanvaihdon riittävydestä lisääntyivät. Kokemusperäisten havaintojen perusteella tilojen ilmanvaihtotarpeet alkoivat vakiintua huoneistojakauman mukaan. Tällöin pääasiallinen huoneistojakauma oli pesuhuone, keittokomero ja makuutila tai erillinen makuuhuone, myös vaatehuoneet yleistyivät asuinhuoneistoissa. Kokemusperäisten havaintojen perusteella riittäväksi poistoilmamääräksi muodostui seuraavat ilmamäärät asuinhuoneistoissa.

- Keittokomero tai keittiö 60...80 m³/h

- kylpy- / pesuhuone 60 m³/h
- erillinen-WC 30 m³/h
- vaatehuone 10 m³/h

Oleskelutilojen riittäväksi ilmamääräksi todettiin yleensä riittävän poistoilmamäärien summan suuruiseksi. Näin asuinhuoneistojen ilmanvaihtomäärät alkoivat vakiintua riippumatta siitä minkä kokoinen huoneisto pinta-alaltaan oli kyseessä. (Lehtiartikkeli Tor Sundquist, Palontorjunta n:o2 s.63-66, 1953, Digi-lehti, Pelastustieto, luettu 10/2021; Lämpö- ja vesijohto- sekä tuuletustekniikan käsikirja, s.429-439, 1959)

Vuoden 1959 joulukuussa Suomen Puhallintehdas Oy jätti hakemuksen rakennushallitukselle paloluokituspäätöksen täydentämisestä, joka koski SP-yhteishormijärjestelmän rakentamismääräysten kappaletta 3. Rakentamismääräysten kappaleessa 3 käsiteltiin yhteishormijärjestelmässä käytettäväksi hyväksytyjä venttiileiltä, johon KGA-poistoventtiili hyväksyttiin vuonna 1953. Täydentävässä hakemuksessa esitettiin yhteishormijärjestelmässä käytettäväksi vaihtoehtoinen KGD-venttiili samoilla paloteknisillä edellytyksillä kuin KGA-venttiili oli hyväksytty. Täydentävässä päätöksessä rakennushallitus ei lisännyt määräysten kohtaan 3 venttiileille erillistä vaatimusta virtausehdosta, vaan päätökset perustuivat edelleen hakemuksien yhteydessä toimitettuihin lausuntoihin ja suoritettuihin paloteknisiin testeihin. (Paloluokituspäätös KGD-venttiili, SP-yhteishormijärjestelmä, Sisäasiainministeriö, Rakennushallitus päätös 84, 8220/K.4.59, 1960)

Useista yrityksistä huolimatta kansallisarkistosta ei löydetty KGD-venttiiliä koskevaa hakemusta rakennushallituksen III arkiston asiakirjoista. Hakemusta ei ole jostain syystä arkistoitu diaarien osoittamaan arkistoon rakennushallituksen koelmissa. Oletettavasti rakennushallitus olisi kirjauttanut erilliset virtausvaatimukset SP-yhteishormijärjestelmää koskeviin määräyksiin, jos hakemuksen lausunnoissa sellainen olisi vaadittu tai tutkimuksissa sille olisi nähty tarvetta. KGA- ja KGD-venttiilejä koskevat hakemukset ja päätökset toimivat myöhemmin, vuonna 1967, julkaistun paloluokitustiedotuksen 155 perustana.



Kuva 26: KGD-poistoilmaventtiili (SP-yhteiskanavajärjestelmä, Suomen puhallintehtas Oy, Rakennushallituksen määräykset, hakemuksen liite KGEA- ja KGEB-poistoilmaventtiilit, Sisäasiainministeriö, Paloasiainosasto, K.D. n:o 481/641/65, P/p 203/67, 1967)

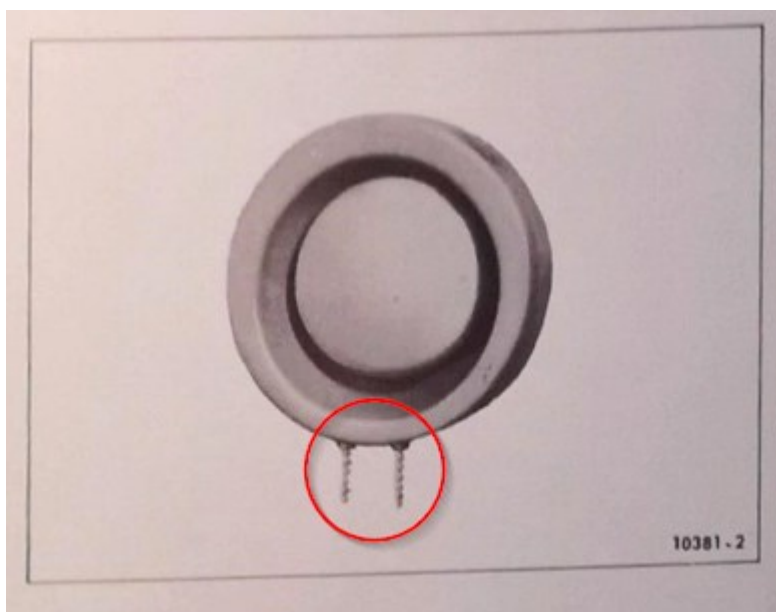
Vuonna 1962 astui voimaan uudet määräykset koskien rakennusten paloturvallisuutta, jolloin materiaaleille, rakenteille, laitteille ja järjestelmille myönnetyt paloluokituspäätökset kumoutuivat (6.2 1960-luku). Suomen Puhallintehtas Oy jätti anomuksen KGEA- ja KGEB-poistoilmaventtiilien paloluokituksen määrittelystä Paloasiainosastolle vuonna 1965. Paloasiainosasto antoi venttiileille päätöksen ja julkaisi paloluokitustiedotuksen 155 vuonna 1967. Paloluokitustiedotuksessa lausuttiin seuraavat ehdot palorajoittimena käytettäville venttiileille yhteishormijärjestelmissä:

- a) venttiili on kiinnitettävä tukevasti hormiaukkoon,
- b) täysin auki olevan venttiilin ilmavirta 10 mm H_2O paine-erolla saa olla enintään 150 m³/h suoritettaessa koe +20 °C ilmalla hormin seinämään kiinnitetyllä venttiilillä,
- c) venttiilin avautuminen on rajoitettava siten, ettei venttiiliä ilman työkaluja voida avata enempää kuin mitä b) kohdan ehto sallii,

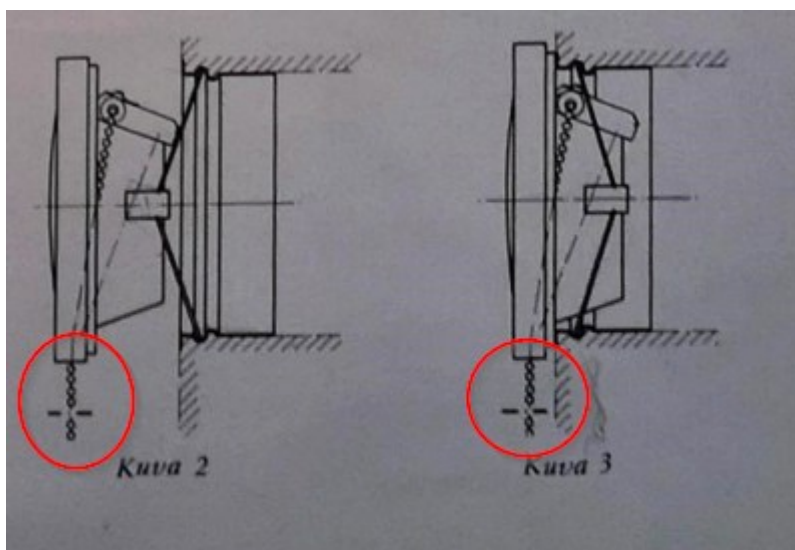
- d) *venttiiliä saadaan palonrajoittimena käyttää enintään a 1/2- luokan hormoneissa, erillishormeissa kuitenkin myös a 1-luokan hormoneissa, sekä*
- e) *venttiilipesä on varustettava venttiilin mallimerkinnällä ja venttiilipakkaukset edellisen lisäksi tämän päätöksen numerolla ja antamisvuodella, sekä valmistajaa osoittavalla merkinnällä.*

(Paloluokitustiedotus 155, Ilmahormit poistoilmaventtiilit KGEA ja KGEB, Sisäasiainministeriö, Paloasiainosasto, 1967; Palopäätös KGEA- ja KGEB-venttiili, Sisäasiainministeriö, Paloasiainosasto, Päätös- ja kirjekonseptit KDN:o 481/641/65, 1967; Poistoilmaventtiilin KGE luokittelu, hakemus Suomen Puhallintehdas Oy, Sisäasiainministeriö, Paloasiainosasto, saapuneet asiakirjat KDN:o 481/641/65, 1965)

Paloluokitustiedotuksen 155 kohdan b) vaatimus on ensimmäinen julkinen asiakirjamaininta nykyistä vaatimusta vastaavan kuristimen virtausehdosta. Paloasiainosastolle jätetyssä hakemuksessa ja sen liitteissä ei ollut mainintaa virtausvaatimuksesta, kun venttiiliä käytetään palorajoittimena yhteishormijärjestelmissä. Myöskään Paloasiainosaston tekemässä päätöslauselmassa ei ollut mitään perusteluja virtausvaatimukselle, kun venttiiliä käytetään palorajoittimena yhteishormijärjestelmissä. Venttiileiden palopäätös hakemuksen liitteenä oli VTT:n (Valtion tekninen tutkimuslaitos) palotekninen lausunto, jossa todettiin KGEA- ja KGEB-venttiileiden olevan paloteknisiltä ominaisuuksiltaan yhteneviä vuonna 1960 hyväksytyin KGD-venttiilin kanssa, ja että näin ollen venttiileitä KGEA ja KGEB voidaan käyttää samoin edellytyksin yhteishormijärjestelmissä. Lausunnossakaan ei tuotu erikseen esille virtaus- tai muitakaan paloteknisiä vaatimuksia. (Palopäätös KGEA- ja KGEB-venttiili, Sisäasiainministeriö, Paloasiainosasto, Päätös- ja kirjekonseptit KDN:o 481/641/65, 1967; Poistoilmaventtiilin KGE luokittelu, hakemus Suomen Puhallintehdas Oy, Sisäasiainministeriö, Paloasiainosasto, saapuneet asiakirjat KDN:o 481/641/65, 1965)



Kuva 27: KGEA-poistoilmaventtiili, KGEB-venttiili ilman ketjua, ympyröity punaisella. (Hakemus KGE-poistoilmaventtiili, Suomen puhallintehdas Oy, hakemuksen liite KGEA- ja KGEB- poistoilmaventtiilit, Sisäasiainministeriö, Paloasiainosasto, K.D. n:o 481/641/65, Plp 203/67, 1967)



Kuva 28: Leikkaus KGEA- ja KGEB-poistoilmaventtiili. Venttiiliketju ympyröity punaisella. (Hakemus KGE-poistoilmaventtiili, Suomen puhallintehdas Oy, hakemuksen liite KGEA- ja KGEB- poistoilmaventtiilit, Sisäasiainministeriö, Paloasiainosasto, K.D. n:o 481/641/65, Plp 203/67, 1967)

Paloluokitustiedotuksen 155 julkaisun jälkeen myös muiden valmistajien venttiilien saamissa palopäätöksissä ja niistä annetuissa paloluokitustiedotuksissa

toistettiin vastaavia ehtoja kuin paloluokitustiedotuksessa 155 oli annettu. Myöhemmin 70-luvun puolella virtausehto vaatimus ja yleisnimitys kuristin vietiin ilmanvaihtolaitoksia ja -laitteita koskeviin yleisiin paloturvallisuusohjeisiin ja -määräyksiin.

7 KURISTIMEN SAVURAJOITUS TESTIT

Tässä luvussa käsitellään kuristin käyttöön soveltuville laitteille suoritettuja testejä, testausmenetelmiä ja testien aikana tehtyjä havaintoja laitteiden toiminnasta ja käyttäytymisestä savurajoituskäytössä.

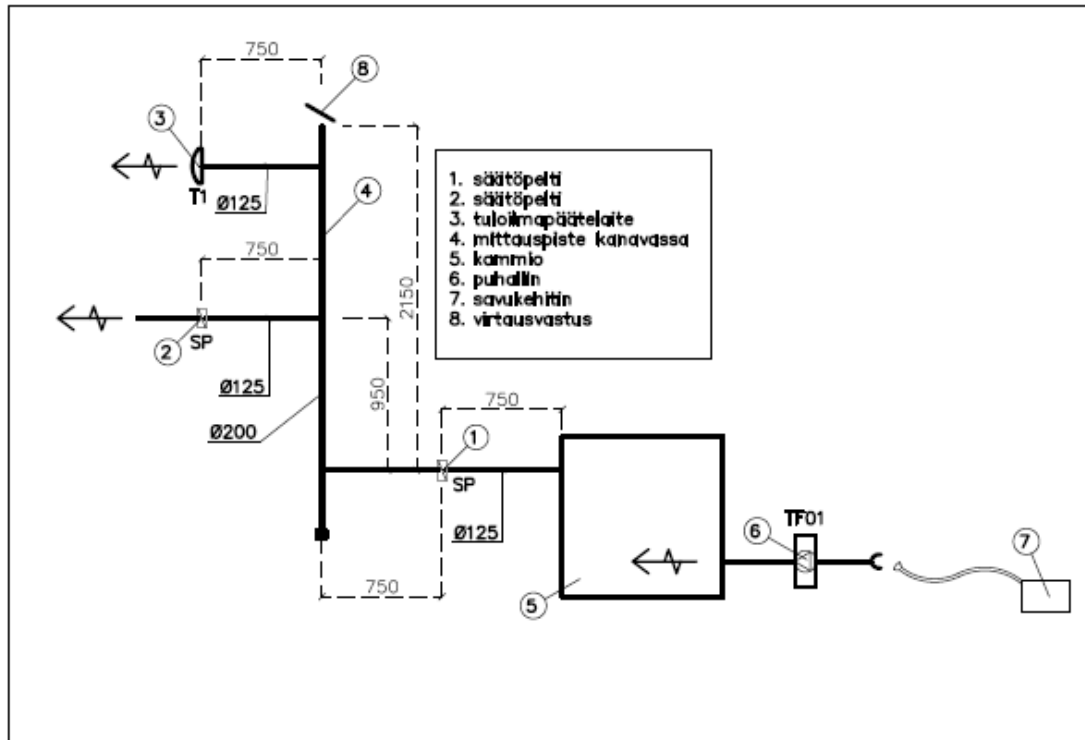
Testeissä käytettyjen laitteiden valmistajia tai nimiä ei mainita. Kaikki tutkimustyössä testatut laitteet täyttävät ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus ohjeen mukaisen ilmavirtausehto vaatimuksen, joka on todennettu akreditoituneen tutkimuslaitoksen toimesta.

Tutkimuksessa havainnoidaan ja testataan kuristimen toimintaa savurajoittimena ilmavirtausehto vaatimuksen 42 dm³/s, paine-erolla 100 Pa. Tutkimukset suoritettiin ilman lämpötilalla +20–23 °C. Tulipalon kehityksestä paloalueella pyrittiin huomioimaan palonkehityksestä paineen nousu ja savukehitys tilassa. Tilan paineen nousulla ja savukehityksellä pyrittiin tarkastelemaan kuristin ehdon ja kuristimien toimivuutta savurajoituksessa. Tulipalon aiheuttamaa lämpötilan nousua ei testeissä otettu huomioon. Liitekanavien välillä ei otettu huomioon 2,5 m nousukanavisto vaikutusta.

Laitteille tehdyt testit suoritettiin Tampereen ammattikorkeakoulun tiloissa.

7.1 Testausmenetelmä

Tutkimuksissa pyrittiin jäljentelemään Ruotsin valtion teknisen tutkimuslaitoksen (Statens Provningsanstalt Stockholm) suorittamien testien järjestelmä rakennetta KGA-poistoilmaventtiilille (6.6 SP-yhteishormijärjestelmä, kuva 23). Testejä varten rakennettiin yksinkertainen yhteiskanavisto kaavion 6 mukaan. Poikkeuksena tutkimuslaitoksen suorittamiin testeihin nähden, rakennettu yhteiskanavisto kuvasti tuloilmajärjestelmää.

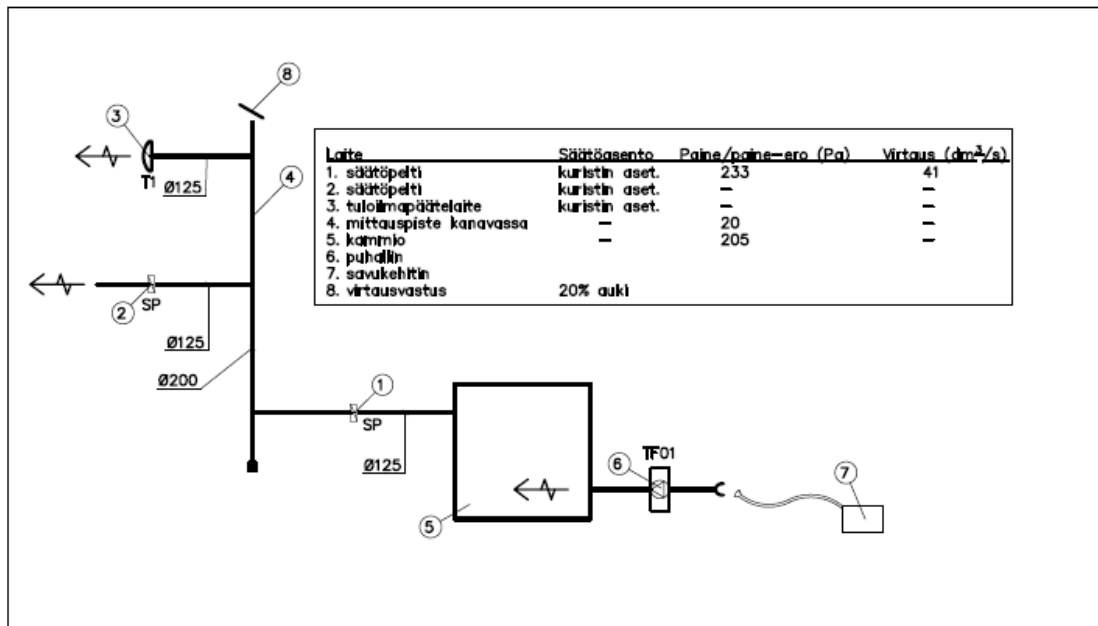


Kaavio 6: Kuristin toiminnon testausmenetelmä

Yhteiskanavistoon liitettiin kolme liitekanavaa kuristimilla, kaavion kohdat 1–3. Liitekanavat kuvastivat kanavaosia, jotka palvelevat kukin omaa tilaa tai paloaluetta. Yhteiskanavistoon lisättiin mittauspiste kaavion kohta 4, kanavapaineen mittaamista varten. Alin yhteiskanavistoon liittyvä liitekanava liitettiin kammioon, joka kuvasti paloaluetta, kaavion kohta 5. Kammioon liitettiin erilliskanavalla kanavapuhallin, joka varustettiin tyristorisäätimellä, kaavion kohta 6. Puhaltimen imupuolelle (kaavion kohta 7) lisättiin savukehitin, jonka avulla havainnoitiin savun leviämistä kanavistossa, sekä kuristimien toimintaa savurajoittimina.

Testien välillä kaavion mittauspisteissä (kohdat 1–5) vaihdeltiin ilmavirtaa, paineroa ja painetta säätämällä puhaltimen tuottamaa painetta tyristorin avulla. Yhteiskanaviston yläpäättä ei pidetty täysin suljettuna, vaan myös sen kautta ilma päästettiin virtaamaan rajoitetusti tai täysin vapaasti, testi tapauksen mukaan. Yhteiskanaviston päässä pidetty virtausvastus (kaavio kohta 8) peitti kanavan poikkipinta-alasta korkeintaan 80 %. Virtausvastuksella havainnoitiin puhaltimen, ilmavirran ja paineen tuottamaa virtausvastusta tuloilmakanavassa savunleviämisen virtaussuuntaan nähden.

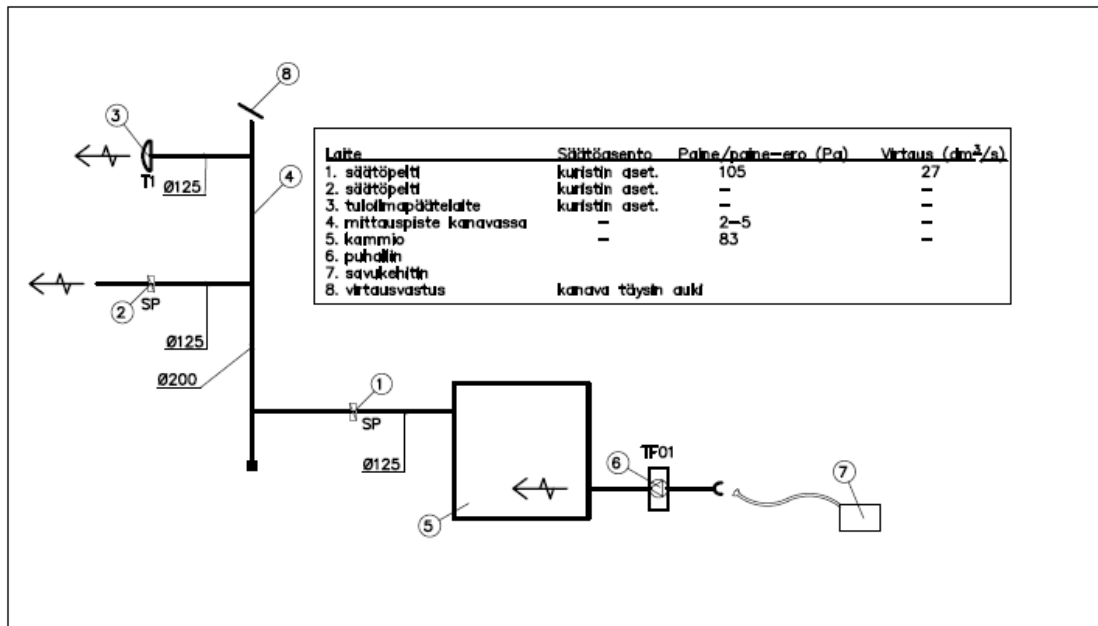
- testissä kasvatettiin puhaltimen tuottamaa painetta siten, että mittauspisteen 1 ilmavirraksi saatiin enintään 42 dm³/s. Ilmavirraksi mitattiin 41,3 dm³/s.
- yhteiskanaviston paine mittauspisteessä 4, oli 20 Pa
- mittauspisteessä 5 kammion paineeksi mitattiin 205 Pa.
- muuten asetukset pidettiin vastaavissa arvoissa kuin testikokeessa A.



Kaavio 8: Testi B

- Testi C:

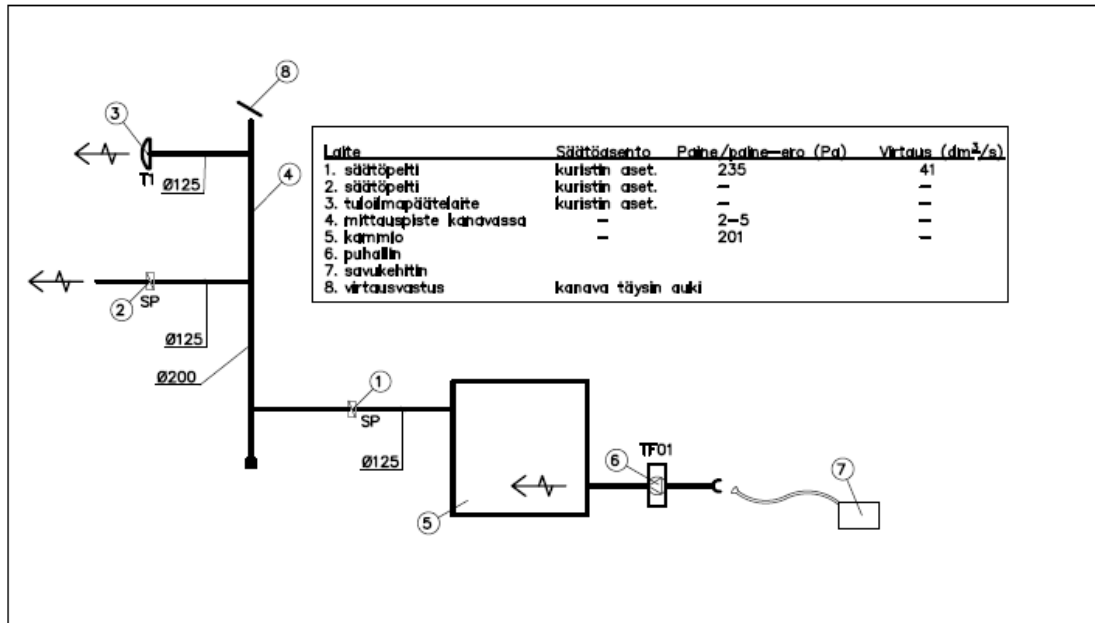
- testi suoritettiin kaavion 9 mukaan.
- testissä poistettiin yhteiskanaviston yläpäästä virtausvastus kokonaan pois, kanava täysin auki.
- puhaltimella tuotetaan painetta niin, että mittauspisteessä 1 paine-eroksi saadaan vähintään 100 Pa. Paine-eroksi mitattiin 105 Pa
- yhteiskanaviston paine mittauspisteessä 4 vaihteli 2–5 Pa välillä.
- mittauspisteessä 5 kammion paineeksi mitattiin 83 Pa.
- muuten asetukset pidettiin vastaavissa arvoissa kuin testikokeessa A.



Kaavio 9: Testi C

- Testi D:

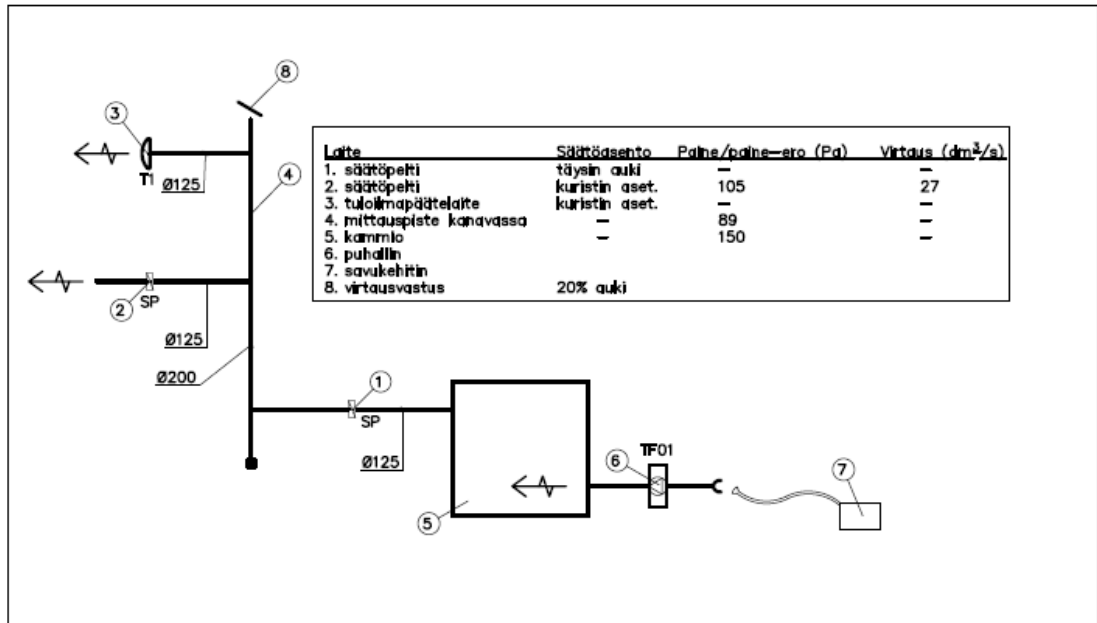
- testi suoritettiin kaavion 10 mukaan.
- testissä kasvatettiin puhaltimen tuottamaa painetta siten, että mittauspisteen 1 ilmavirraksi saatiin enintään $42 \text{ dm}^3/\text{s}$. Ilmavirraksi mitattiin $41,0 \text{ dm}^3/\text{s}$.
- yhteiskanaviston paine mittauspisteessä 4 vaihteli $2-5 \text{ Pa}$ välillä.
- mittauspisteessä 5 kammion paineeksi mitattiin 201 Pa .
- yhteiskanaviston yläpäässä ei pidetty virtausvastusta, vaan kanava oli täysin auki.
- muuten asetukset pidettiin vastaavissa arvoissa kuin testikokeessa C.



Kaavio 10: Testi D

- Testi E:

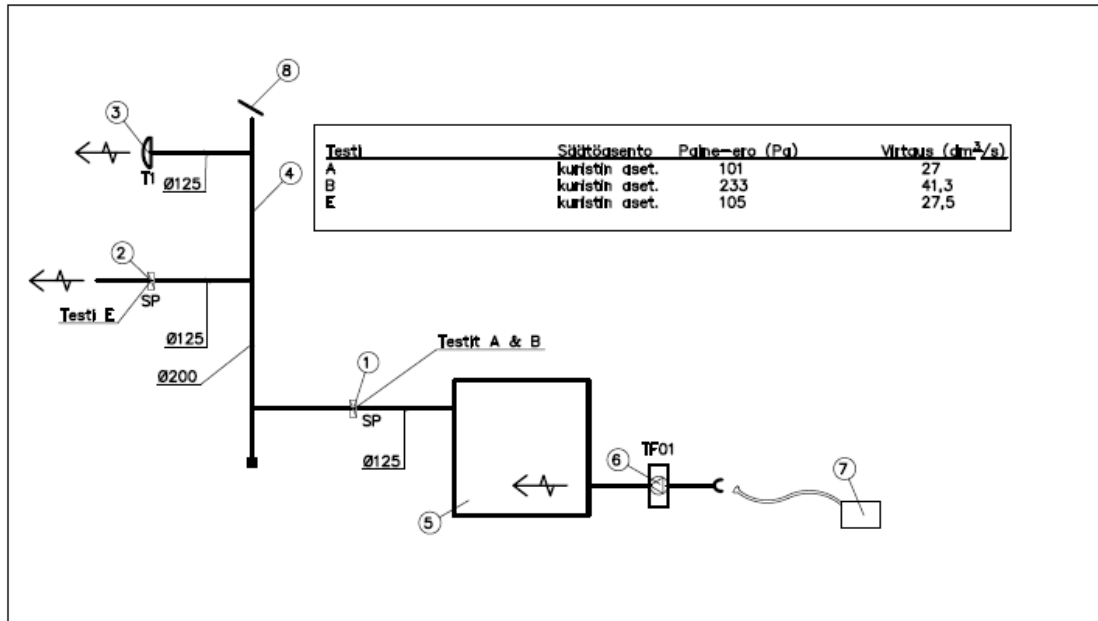
- testi suoritettiin kaavion 11 mukaan.
- mittauspisteen 1 säätöpelti avattiin täysin auki.
- puhaltimella tuotetaan painetta niin, että mittauspisteessä 2 paine-eroksi saadaan vähintään 100 Pa. Paine-eroksi mitattiin 105 Pa
- yhteiskanaviston paine mittauspisteessä 4, oli 89 Pa
- mittauspisteessä 5 kammion paineeksi mitattiin 150 Pa.
- yhteiskanaviston yläpäästä auki 20 % kanavan pinta-alasta.



Kaavio 11: Testi E

- Testi F:

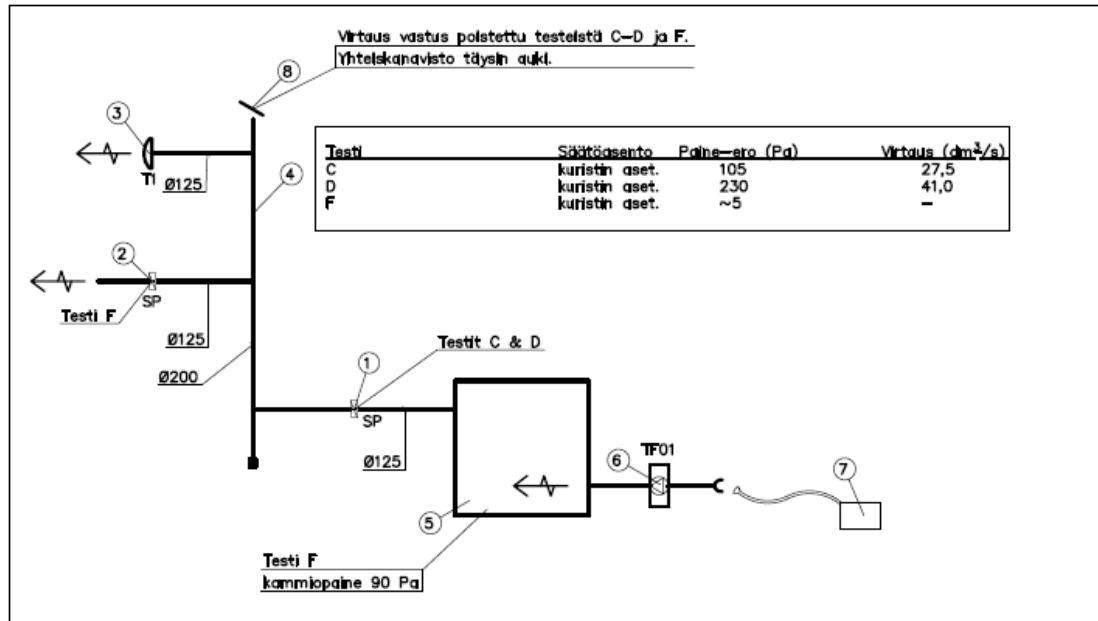
- testi suoritettiin kaavion 12 mukaan.
- testissä yhteiskanavistosta poistettiin virtausvastus.
- virtausvastuksen poiston jälkeen mittauspisteessä 5 kammion paineeksi mitattiin 90 Pa, puhaltimen tuottamaa painetta ei nostettu
- yhteiskanaviston paine mittauspisteessä 4 vaihteli 5–8 Pa välillä.
- muilta osin asetukset pidettiin vastaavina kuin testikokeessa E.



Kaavio 13: Testit A-B ja E

Testeissä A-B ja E savu levisi kanaviston välityksellä samalla tavalla. Puhaltimen välityksellä kanavistoon johdettu savu purkautui ulos yhtäaikaaisesti mittauspisteistä 2–3, sekä yhteiskanaviston yläpäästä kohdasta 8.

Testit C-D ja F suoritettiin seuraavasti kaavion 14 mukaan. Testeissä A ja B vaihdeltiin ilmavirtaa ja paine-eroa mittauspisteen 1 säätöpellillä. Testissä E mittauspisteen 1 säätöpelti avattu täysin auki ja mittauspisteen 2 säätöpellille paine-ero nostettu kuristin vaatimuksen mukaiseksi.

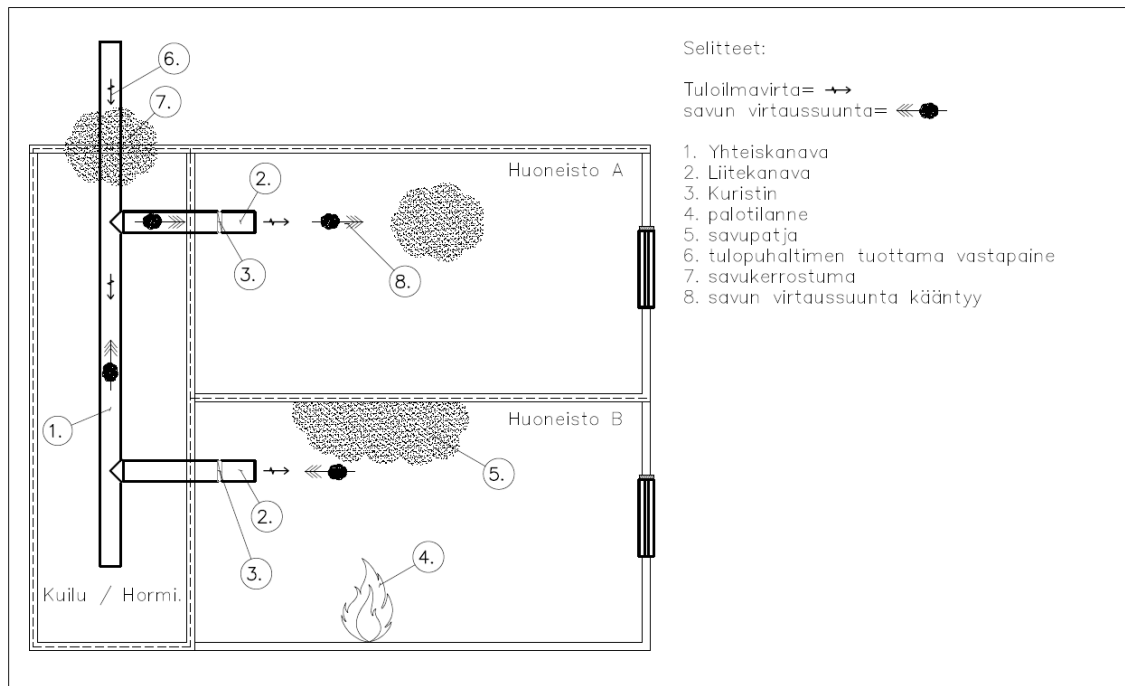


Kaavio 14: Testit C-D ja F

Testeissä C-D ja F savun leviäminen oli poikkeavaa muihin testikokeisiin nähden. Kaikissa testeissä savu poistui ensin yhteiskanaviston välityksellä kohdasta 8, mutta kun savulla oli riittävästi kerrostumaa yhteiskanavistossa, alkoi savu purkautua myös ulos mittauspisteiden 2–3 liitekanavien kautta, purkautuen ensin mittauspisteen 2 säätöpellin liitekanavan kautta.

7.4 Havainnot

Testien A-B ja F perusteella kuristin ehdon mukaisella ilmavirtavaatimuksella ei saavuteta merkittävää savurajoitusta, kun kuristinta käytetään tuloilmakanavistossa. Kun kuristimen ilmavirtaehdona käytettiin tilavuusilmavirtaa $42 \text{ dm}^3/\text{s}$ tai paine-eroa 100 Pa, ei tuloksissa havaittu eroa. Tuloilmakanavistossa savun leviämistä edesauttaa yhteiskanavistossa vallitseva tuloilmapuhaltimen tuottama vastapaine savun leviämissuuntaan nähden. Tilannetta tuloilmakanaviston ja savun leviämisen vaikutuksista tuloilmavaihtojärjestelmässä kuvataan kaaviossa 15.

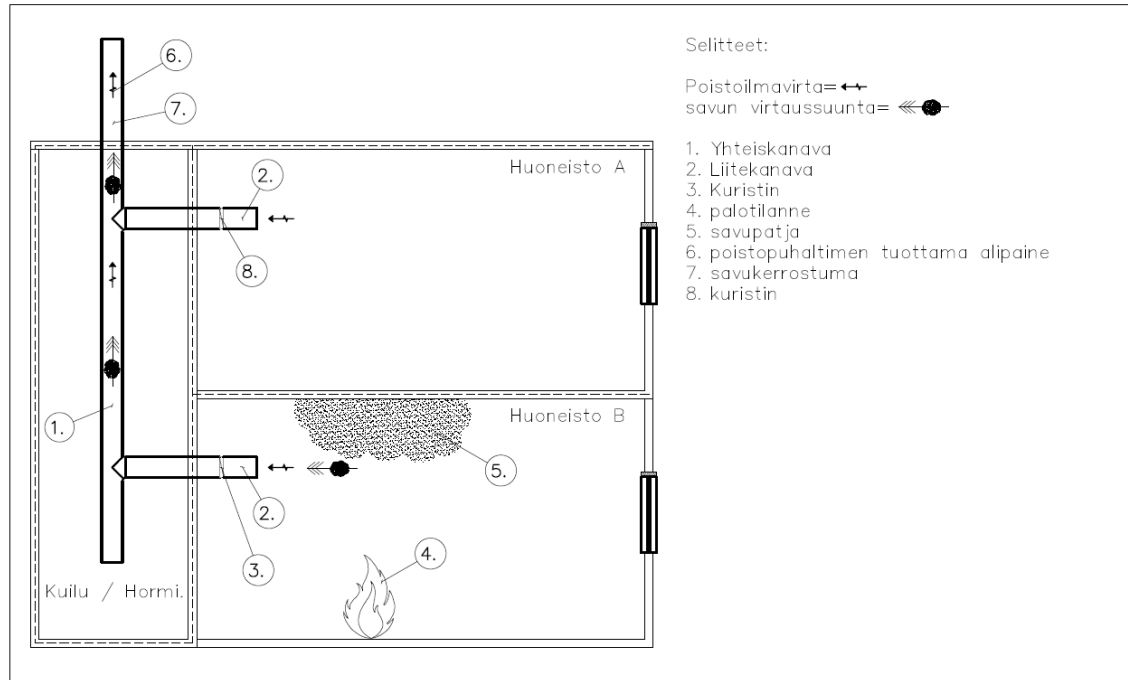


Kaavio 15: Savunleviäminen tuloilmakanavistossa. Kaaviossa huoneistossa A pienempi painetaso suhteessa huoneiston B palotilanteeseen (4.) ja yhteiskanaviston savukerrostumaan (7.). Savun virtaussuunta kääntyy kohti huoneistoa A, johtuen yhteiskanaviston ja huoneiston B suuresta paine-erosta suhteessa huoneistoon A.

Tätä teoriaa tukee testien C-D ja E tulokset, joissa yhteiskanavistosta oli poistettu virtausvastus kokonaan. Suoritetuissa testeissä savu pääsi purkautumaan ensisijaisesti yhteiskanaviston yläosasta. Ilman virtausvastuksen tuottamaa vastapainetta savu pääsi vapaasti purkautumaan yhteiskanaviston kautta. Testeissä havaittiin, että yhteiskanavistossa savun kerrostumalla on vaikutusta savunleviämiseen liitekanavien kautta. Testeissä C-D ja E savu levisi myös liitekanavien 2 ja 3 kautta, kun savulle kertyi riittävästi kerrostumaa yhteiskanavistoon.

Testien C-D ja E tulosten ja havaintojen perusteella on mahdollista, että kuristin voisi teoriassa toimia poistoilmanvaihtokanavistossa, sillä poistoilmanvaihtokanavistossa vallitsevan alipaineen takia savu poistuu luonnollisesti alipaineen suuntaan, kohti puhallinta ja ulospuhallusta kiinteistöstä. Havaintojen perusteella myös poistoilmakanavistosta pääsee tapahtumaan savun leviämistä liitekanavien kautta, kun yhteiskanavistossa on riittävästi savukertymää ja -kerrostumaa.

Savun kertymä kanavistossa riippuu täysin kanaviston koosta ja tilavuudesta. Tilannetta poistoilmakanaviston ja savun leviämisen vaikutuksista poistoilmavaihtojärjestelmässä kuvataan kaaviossa 16.



Kaavio 16: Savunleviäminen poistoilmakanavistossa. Yhteiskanavistossa (1.) vallitseva alipaine edesauttaa savun poistumista poistoilmavirran suuntaisesti kohti poistopuhallinta (6.) ja edelleen ulos kiinteistöstä. Teoriassa on kuitenkin mahdollista, että huoneistossa B palotilanteen (4.) kehittyessä yhteiskanavistoon pääsee kertymään savukerrostumaa (7.), ja savun virtaussuunnan kääntymiselle on edellytykset. Tässä tapauksessa savukerrostumassa (7.) täytyisi olla korkeampi paine suhteessa huoneiston A kuristimeen (8.) nähden. Teoriassa tällöin kuristimen (8.) tuotetulla paine-erolla estetään takaisinvirtauksen tapahtumista.

Suoritettujen testien perusteella ei pystytty osoittamaan, että kuristin voisi toimia savurajoittimena ilmavirtausehdon $42 \text{ dm}^3/\text{s}$ 100 Pa paine-erolla mukaisesti, kun testit suoritettiin ilman normaali lämpötilalla $+20\text{--}23 \text{ }^\circ\text{C}$.

Suurempi vaikutus testien perusteella vaikuttaisi olevan yhteiskanaviston painetasolla, suhteessa liitekanaviin ja palotilaan, sekä sillä vallitseeko kanavajärjestelmän yhteiskanavassa yli- vai alipaine. Teoriassa liitekanaviston paine-eroa kasvattamalla suhteessa yhteiskanavistoon nähden, - kuten mitä kuristin toiminnolla yritetään saavuttaa, - pitäisi savun leviämistä pystyä rajoittamaan. Ongelmana kuitenkin on palotilanteessa paloprosessista kehittyvät suuret palopaineet

palotilaan, joka myös palon kehittyessä vaikuttaa yhteiskanavassa vallitsevaan painetasoon. Palotilan ja yhteiskanaviston välille syntyvän suuren paine-eron takia savu pääsee leviämään kanavistoa pitkin, vaikka palotilan liitekanava varustetaan kuristimella. Kuristimena käytettävissä ratkaisuissa kanavisto-osien välillä säilyy ilmayhteys, eli toisin sanoen kuristimet eivät sulkeudu ja erota kanavisto-osia toisistaan, joka estäisi tai vähintään rajoittaisi savun leviämistä.

8 KIJALLISUUSSELVITYKSEN JA TESTIEN TULOSTEN ANALYSOINTI

Tässä luvussa analysoidaan tuloksia, joita työssä on saatu kirjallisuusselvitysten aikana ja savurajoittimena toimiville kuristimille suoritettujen testien osalta.

8.1 Kuristimen käyttö ja hyväksynnät savurajoittimena

Savurajoittimille tai savurajoittimena käytettävälle kuristimelle ei ole käytössä harmonisoitua tuotestandardia, eikä myöskään harmonisoitua hyväksyntä menettelyä (3.3 Ilmanvaihto säätö- ja päätelaitteiden standardit). Tämän takia EU-tasolla ilmanvaihtolaitoksien ja -laitteiden standardeissa ei tunnusteta rakennustuotetta savurajoitin tai kuristin. Suomessa terminologisesti tästä poikkeavat E-luokan palopellit, eli palorajoittimet, joilla on savua rajoittava ominaisuus, mutta ei paloa eristävää ominaisuutta.

Savurajoittimena käytettävälle kuristimelle ei ole määritetty testausmenettelyä, jonka mukaan olisi mahdollista todentaa laitteen savurajoitusominaisuudet tai menettelyä, jonka mukaan voisi laitteen toiminnan ja käyttäytymisen todentaa savurajoitus tilanteessa osana ilmanvaihtojärjestelmää.

Kuristimena käytettäviä tulo- ja poistoilmalaitteita, säätöpeltejä tai muita laitteita, joilla rajoittava virtaus ominaisuus on mahdollista, testataan laitteille annettujen standardien tai tyyppihyväksyntä menettelyjen mukaan (3.3 Ilmanvaihto säätö- ja päätelaitteiden standardit). Laitteille määritetyissä standardeissa tai tyyppihyväksyntä menettelyissä ei oteta huomioon laitteen käyttötarkoitusta savurajoittimena, eli savurajoitus ominaisuuksia ei testata lainkaan.

Vuosikymmenten saatossa kuristimen käytöstä on tullut liian tuttu ja turvallinen, eikä sen toiminnallisuutta osana tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmää kyseenalaisteta, vaikka laitteiden testaus ja todentamisen menettelyt eivät ota huomioon laitteen käyttötarkoitusta ilmanvaihtojärjestelmässä. Osittain myös sen takia, että kuristin on tuttu ja turvallinen laite käyttää, uusien laitteiden käyttö ja hyväksyntä

viranomaisten taholla vastaavaan käyttötarkoitukseen kärsii. Aiheesta pitäisi enemmän olla todennettuun testaukseen perustuvaa tietoa.

8.2 Kuristin virtausehto

Kirjallisuusselvityksessä ei saatu suoraa vastausta tai perustelua kuristimen virtausehdolle $42 \text{ dm}^3/\text{s}$ paine-erolla 100 Pa. Kirjallisuusselvityksen perusteella pidetään kuristimen virtausehdon kehitykselle seuraavia tekijöitä:

1. Ensimmäisessä yhteiskanavajärjestelmässä (6.6 SP-yhteishormijärjestelmä) käytetyn poistoilmaventtiin KGA palotesteissä, on venttiin todettu aiheuttavan paine-eroa tilan liitekanavan ja yhteiskanavan välille. Kanavien välisen paine-eron on todettu estävän savukaasujen takaisin virtausta poistoilmanvaihtojärjestelmässä yhteiskanavan ja liitekanavan välityksellä palotilasta ympäröiviin tiloihin. Takaisinvirtausta estävän paine-eron on todettu olevan 5–10 mm vp (vesipatsasta). Venttiin paloteknisillä ominaisuuksilla ja yhteiskanavajärjestelmän kustannustehokkuudella perusteltiin laitteiston ja järjestelmän hyväksyntää paloa pidättävään B-luokkaan Sisäasiainministeriölle ja Rakennushallitukselle 1950-luvulla.
2. Asuntorakentamisen kasvaessa ja koneellisen poistoilmanvaihdon yleistyessä 1960-luvulla, myös kokemusperäiset havainnot ilmanvaihdon riittävydestä lisääntyivät (6.6 SP-yhteishormijärjestelmä). Huoneistoja-kaumasta riippumatta riittävän ilmanvaihdon saavuttamiseksi kokemusperäisesti vakiintuivat poistoilmanvaihtomäärät seuraavista tiloista:

○ Keittokomero tai keittiö	60...80 m ³ /h
○ kylpy- / pesuhuone	60 m ³ /h
○ erillinen-WC	30 m ³ /h
○ vaatehuone	10 m ³ /h

Asunnoissa käytettäväksi kokonaispoistoilmamääräksi vakiintui noin 150 m³/h.

3. KGEA- ja KGEB-poistoilmaventtiilit hyväksyttiin käytettäväksi yhteiskanavajärjestelmissä vuonna 1967 (6.6 SP-yhteishormijärjestelmä) paloluokitustiedotuksessa 155. Tiedotuksessa ensimmäinen maininta virtausehdosta 150 m³/h paine-erolla 10 mm vp (vesipatsasta). Samaa ilmavirtausehtoa toistettiin paloluokitustiedotuksen 155 jälkeen myös muiden valmistajien laitteille annetuissa palopäätöksissä.
4. Paloluokitustiedotuksen 392 (6.3 1970- luku) keskusilmanvaihtolaitosten paloturvallisuusohjeissa ei suositeltu palopeltien käyttöä. Perusteluna käytettiin palopeltien toiminnan hitautta ja epävarmuutta palotilanteessa. Ohjeissa suositeltiin ensisijaisesti käyttämään muita tunnettuja paloturvallisuus ratkaisuja, kuten kuristin.

Kuristimella käytettävään virtausehtoon 42 dm³/s paine-erolla 100 Pa (150 m³/h paine-erolla 10 mm vp) on todennäköisesti päädytty kohtien 1 ja 2 perusteella, koska useimmissa tapauksissa aikakauden asuintuotantoa ei suuremmalle ilmavirran käytölle (150 m³/h) ollut tarvetta ja kokemusperäisesti ilmanvaihtuvuuden todettiin olevan riittävä. KGA-venttiilille suoritetuissa palotesteissä havaittiin venttiilin rakenteella ja venttiilin tuottamalla paine-erolla (5–10 mm vp) olevan vaikutusta savukaasujen rajoitukseen, sen aikakauden mukaisessa poistoilmavaihtojärjestelmässä.

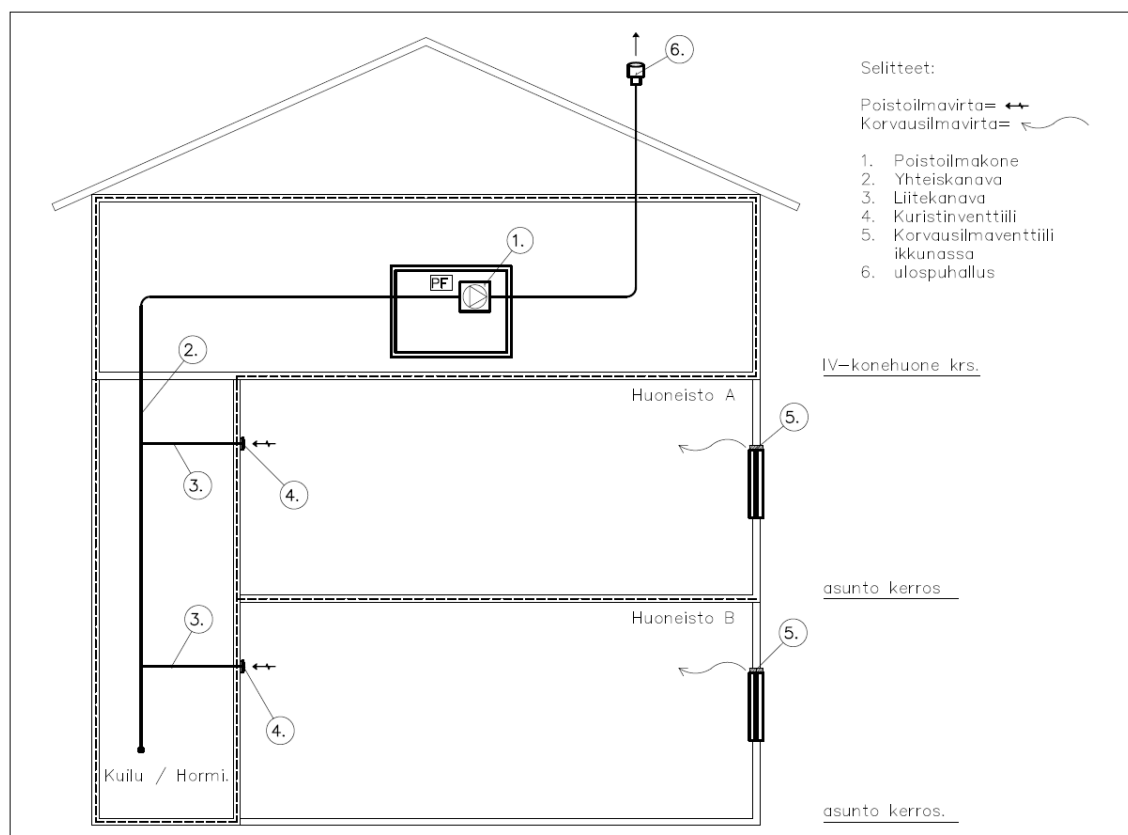
Kohdassa 3 poistoilmaventtiilien ilmavirtausehdon 150 m³/h lisäämisen perusteena voidaan pitää kohtaa 4 palopeltien toiminnan epävarmuutta ja raja-arvon perusteluna kohtaa 2 vakiintuneet ilmamäärät. Ilmavirtausehdolla mahdollistettiin perusteltu sääntö, jonka turvin palopeltien käytöstä voitiin poiketa tavanomaisissa yhteiskanavajärjestelmissä, jotka rajattiin kiinteistön käyttötapaluokan mukaan. Samalla ilmavirtausehdosta tehtiin vertailukelpoinen arvo, joka tulisi täyttää ja olisi kaikille laitevalmistajille sama. Ilmavirtausehdolla 150 m³/h 10 mm vp mahdollistettiin kustannustehokkaampi tuotanto keskusilmanvaihtolaitoksien yhteiskanavajärjestelmille.

Kirjallisuusselvityksessä mikään asiakirja tai päätös ei anna viitteitä ja perusteluja kuristin ehdon ilmavirtavaatimuksen käytölle ja toimivuudelle savurajoituksessa.

8.3 Kuristin osana ilmanvaihtojärjestelmää

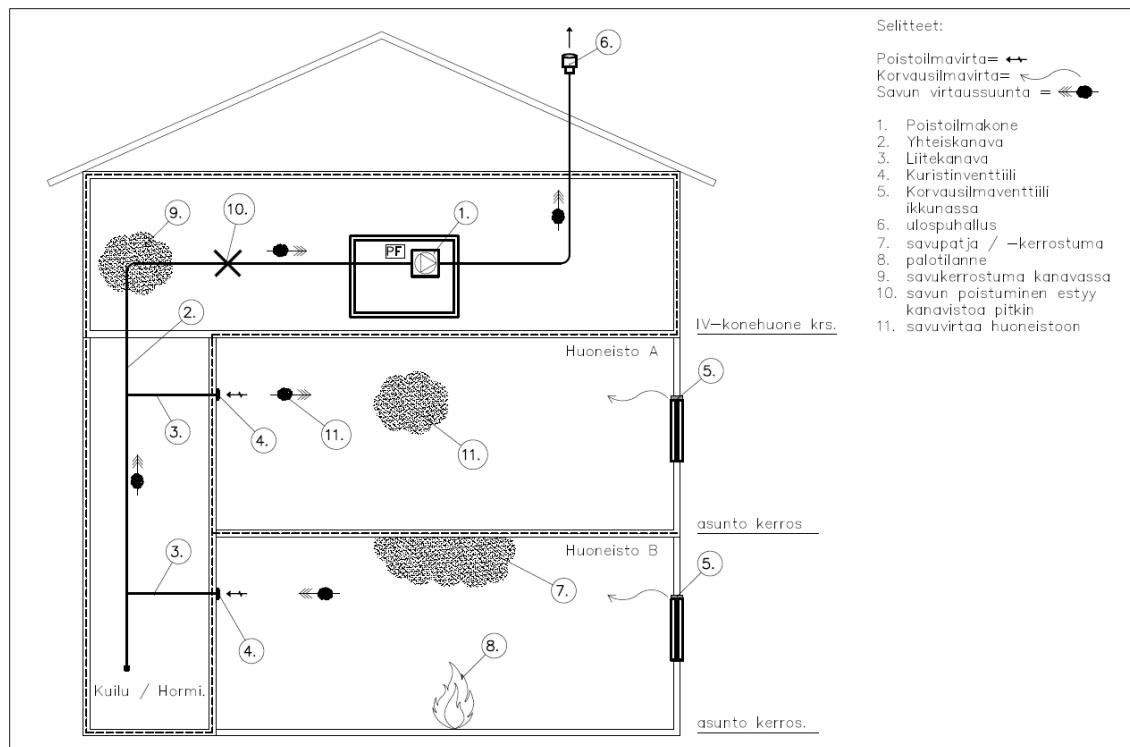
Kuristimen toimivuudesta savurajoittimena ei saatu tukevaa varmistusta opinäytetyön kirjallisuusselvityksessä (8.1 kuristin virtausehto) ja suoritetussa tutkimuksessa (7.3 testien tulokset & 7.4 havainnot), kun tutkittiin kuristimelle annettua ilmavirtausehtoa $42 \text{ dm}^3/\text{s}$, paine-erolla 100Pa.

Työssä havaittiin, että kuristimena käytettävien laitteiden toimintaperiaate ja varmuus tulipalotilanteessa ilmanvaihtojärjestelmätasolla on vähintäänkin kyseenalainen ja epävarma. Nykyisin käytettävät ilmanvaihtojärjestelmät ovat pääsääntöisesti koneellisia keskitettyjä tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmiä, joissa kuristimen käyttö on mahdollista, kun taas kuristimen ja ilmavirtausehdon kehityksen alkuvaiheessa 1950–1970 luvuilla ilmanvaihtojärjestelmät ovat pääsääntöisesti olleet koneellisia poistoilmanvaihtojärjestelmiä (Kaavio 17), jossa korvausilma on johdettu tilaan rakoventtiilien välityksellä julkisivusta ja edelleen tilojen välillä, siirtoilmareittien välityksellä.



Kaavio 17: Tyypillinen poistoilmanvaihtojärjestelmä asuinkerrostalossa 1950–1970 luvuilla.

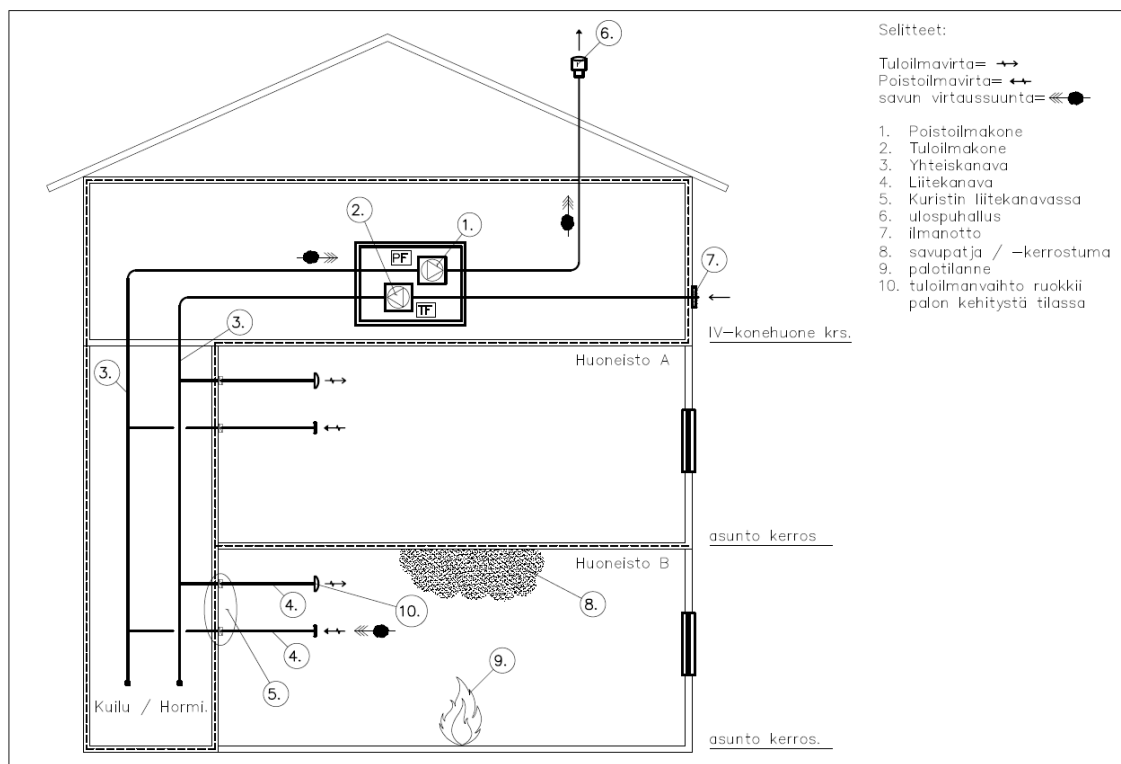
Poistoilmanvaihtojärjestelmässä 50–70 luvuilla kuristinventtiilin avulla on tavoiteltua korkeampaa paine-eroa yhteiskanavan ja tilan liitekanavan välillä, jolloin palotilanteessa savu ohjautuisi yhteiskanavan välityksellä kohti poistokonetta ja edelleen ulos kiinteistöstä ulospuhalluksen kautta. Palon kehittyessä ja palopaineen kasvaessa savua alkaa kerrostumaan puhaltimen kammioon, kokoojakanavistoon ja yhteiskanaviston korkeimpaan kohtaan, jolloin takaisinvirtaus liitekanavan ja kuristinventtiilin kautta takaisin asuinhuoneistoon on teoriassa mahdollista, kun savuputjassa on riittävästi kerrostumaa ja yhteiskanavistossa vallitsee ylipaine suhteessa huoneistoon ja huoneiston liitekanavaan. Tämä skenaario on täysin riippuvainen poistoilmanvaihtojärjestelmän koosta (tilavuudesta), palon kehityksestä ja ajasta. Edellä mainittu tilanne havainnollistettu kaaviossa 18.



Kaavio 18: Poistoilmanvaihtojärjestelmä palotilanteessa. Savukaasut poistuvat alipaineen vaikutuksesta poistokoneen kautta ulos kiinteistöstä. Teoreettinen mahdollisuus savunkerrostumiselle yhteiskanavistoon ja takaisinvirtaukselle huoneistoon on olemassa.

Nykyisin eniten käytettävä ilmanvaihtojärjestelmä on keskitetty tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä, jossa savurajoituksen ja kuristimen toimintaperiaatteen

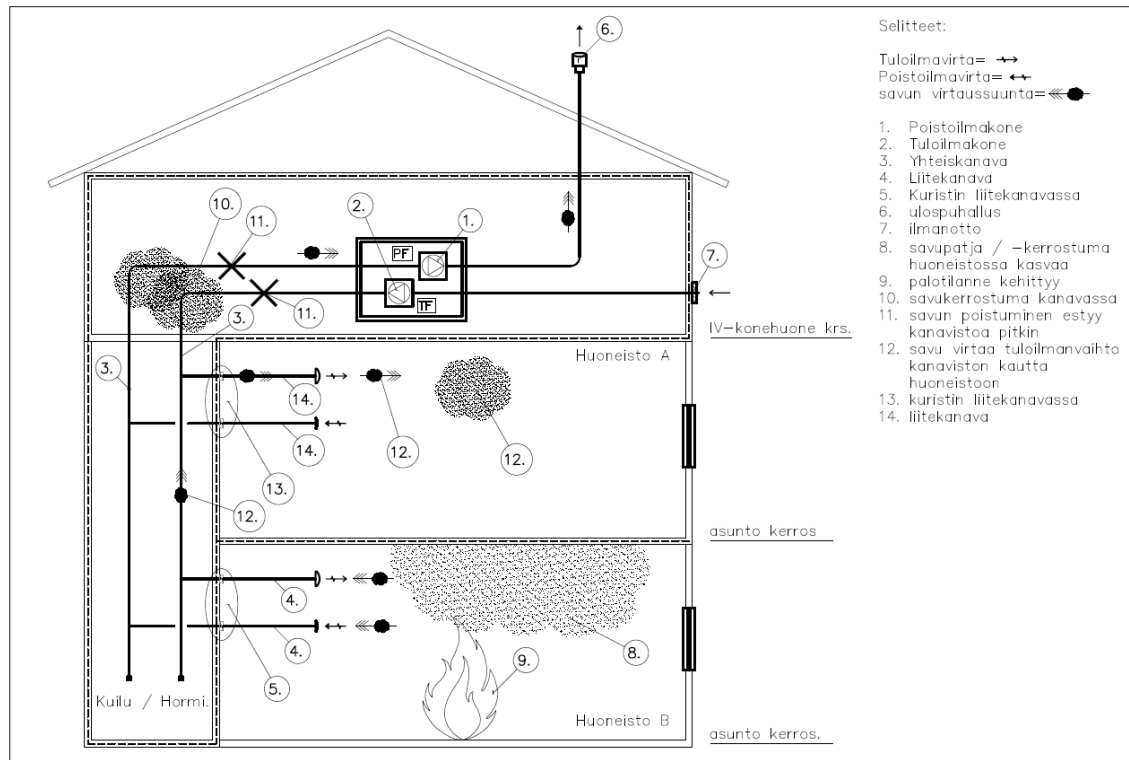
kannalta heikoin osa-alue on tuloilmanvaihto. Palotilanteessa tilaan johdettava tuloilma ruokkii palonkehitystä, joka kasvattaa palopainetta ja savukertymää huoneistossa. Kaaviossa 19 on havainnoitu savun leviämistä palon alkuvaiheessa keskitetyssä tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmässä.



Kaavio 19: Keskitetty tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä, palo alkutilanteessa huoneistossa B. Palon alussa savu poistuu poistoilmanvaihtojärjestelmän kautta.

Palopaineen ja savukertymän noustessa riittävälle tasolle on mahdollista, että tuloilmanvaihdon yhteiskanavistossa virtaussuuntaa kääntyy vastaiseksi tuloilmanvaihdon suuntaan nähden. Palopaineen takia tilan ja yhteiskanaviston välillä paine-ero kasvaa, jonka seurauksena aiheutuu takaisinvirtausta, joka edesauttaa savun leviämistä muihin ympärillä oleviin tiloihin yhteiskanaviston välityksellä. Opinnäytetyössä suoritetuissa testeissä havaittiin, ettei tuloilmanvaihdon yhteiskanavistoon kohdistuvan paineen palotilanteessa tarvitse kasvaa kovin suuressa, jotta takaisinvirtausta yhteiskanavasta liitekanavaan tapahtuu.

Kaaviossa 20 on havainnoitu palotilanteen kehitystä ja savun leviämistä keskitetyssä tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmässä.



Kaavio 20: Palo kehittyi huoneistossa B. Paine-erot yhteiskanaviston (3.) ja huoneiston B välillä kasvavat, savu leviää ja kerrostuu yhteiskanavistoon (10.). Huoneisto A liitekanavassa (14.) vallitsee matalampi paine, kuin yhteiskanavistossa. Kanavisto-osien 10 ja 14 välisen paine-eron vaikutuksesta savun virtaussuunta kääntyy, jonka jälkeen savu leviää huoneistoon B liitekanavan (14.) välityksellä. Tapahtumaketjussa savun leviäminen tapahtuu ensisijaisesti tuloilmakanaviston välityksellä.

Ilmanvaihtolaitoksissa käytettävien kevyempien paloturvallisuuslaitteiden, joilta ei vaadita paloluokituksen mukaista tunnusta I-eristävyys palotilanteessa, testausten ja käytännön toiminnan tulisi olla ilmanvaihtojärjestelmä perusteinen. Tällä tarkoitetaan sitä, että savurajoittimena käytettävän laitteen käyttäytyminen ja toimintavarmuuden todentaminen olisi testattu ilmanvaihtojärjestelmän osana palotilanteessa, jossa savurajoituskyky ja -toimintaperiaate todennettaisiin.

8.4 Kuristimen käytön ongelmat

Kuristimen käyttö aiheuttaa ongelmia ilmanvaihtojärjestelmissä. Kuristimen toiminnan perustuessa paine-eron tuottamiseen kanavisto-osien välille, aiheuttaa

se myös ilmanvaihtojärjestelmän kanavistossa tarvetta korkeammalle painetasolle. Kuristimella aiheutetaan paine-eroa pienentämällä virtausaukkoa kanaviston kohdassa, jossa kuristin toimii savurajoittimena. Usein suunnitellun ilmavirran toteuttamiseksi täytyy painetasoa kasvattaa, jotta kuristimen jälkeen tilan suunniteltu ilmamäärä on mahdollista saavuttaa pienentyneestä virtausaukosta.

Korkeamman painetason käyttö vaikuttaa myös koko ilmanvaihtojärjestelmään seuraavasti:

- Yhteis- ja kokoojakanavistojen koot kasvavat,
- ilmanvaihtokoneiden puhaltimen paineentuottoa nousee, joka voi vaikuttaa puhallinkokoon,
- isommat ilmanvaihtopuhaltimet kasvattavat ilmanvaihtokoneen kokoa, joka kasvattaa koneen tilavaraustarvetta ilmanvaihtokonehuoneessa,
- isommilla ilmanvaihtopuhaltimilla on vaikutusta ilmanvaihtokoneen ja -laitoksen SFP-lukuun,
- isompien puhaltimien sähköottoteholla vaikutusta sähköenergian kulutukseen kiinteistössä.

Uuden rakennuksen sisäilmastoa ja ilmanvaihtoa koskevien asetuksen, *10 § il-mavirtojen ohjaus*, mukaan asuinhuoneiston tulo- ja poistoilmavirtoja tulee voida ohjata asunto- tai kiinteistökohtaisesti. Tehostuksen tarve tulee olla vähintään 30 % suurempi kuin suunniteltu käytönajan ilmavirta. Kun on kyseessä asuntokohtainen ilmanvaihdon ohjaus, tulee asuntokohtaisia käytönajan ilmavirtoja voida pudottaa 60 % käytönajan ilmavirrasta. Käytettäessä kuristinta keskitetyn asun-toilmanvaihdon savurajoitusratkaisuna tulee ongelmaksi täyttää edellä mainittu asetuksen vaatimus, sillä kuristimen toimintaperiaate ja ilmavirtaehto 42 dm³/s paine-erolla 100 Pa, tuo omat haasteensa ilmanvaihtojärjestelmän toimintaan, jotka ovat seuraavat:

- asuinhuoneiston liitekanavassa kuristimen tai kuristimien virtausehto 42 dm³/s paine-erolla 100 Pa ei saa ylittyä. Ei edes tehostus tilanteessa.
- liitekanavan tehostuspellille tulo- ja poistoilmassa varattava riittävä määrä painetta ilmavirtaa varten.
 - mikäli liitekanavassa käytetty kuristimena toimivaa säätöpeltiä, voi säätöpelti kuluttaa käytettävissä olevan paineen, jolloin tehostuspellillä ei saavuteta riittäviä ilmavirtoja alhaisen painetason takia.

- asuinhuoneistojen liitekanavien määrää lisäämällä ilmanvaihtojärjestelmän tasapainotus ja ilmavirtojen ohjaus paranee. Lisäämiselle myös tulee tarve, kun liitekanavakohtainen kuristimen virtausehto ylittyy, liitekanavassa käytetään useampaa kuin kahta päätelaitetta, jolloin kuristinpariehto ei ole mahdollinen.
 - liitekanavat jaetaan tehostus ja vakioilmavirta haaroihin.
 - liitekanavien lisäämisen huonopuoli on lisääntyvät hormi tarpeet, kasvavat rakennuskustannuksen ja asuntoneliöiden pienentyminen.
 - tarkastettava rakennuspaikka kohtaisesti paikalliselta LVI-tarkastajalta tulkitaanko kuristinehtoa asunto- vai liitekanavakohtaisesti.
 - tulkinta vaikuttaa kuristin ehdon täyttämiseen ja tulkinnan mukaan voi olla tarve käyttää palopeltiä jokaisessa liitekanavassa.

(1009 asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta, Suomen sää-döskokoelma, Ympäristöministeriö 2017; Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus opas, Talotekniikkainfo, 2021)

Liitekanavien lisääminen asuinhuoneistoon ei aina ole mahdollista, myös kuristimelle asetettu virtausehto voi ylittyä. Tällöin tulee käyttää savuilmaisimella varustettua palonrajoitinta (PP+SR), eli palopeltiä. Tässä kohtaa ilmanvaihdon paloturvallisuus ohjeistukset ja asetukset rakennusten ilmanvaihdosta eivät kohtaa, sillä keskitetyssä asuntoilmanvaihdossa palopellin käytön ratkaisee asunnon liitekanavan ilmavirta ja ilmanvaihtoa koskevissa asetuksissa vaaditaan ilmavirtojen ohjausta, joka edellyttää ilmavirtojen ohjaukseen tarkoitettujen säätölaitteiden käyttöä. Tuotantoteknisestä näkökulmasta tekniikan määrän lisääminen asuntorakentamisessa ei ole hyvä suunta, sillä ilmanvaihtoon lisääntyvä tekniikka kasvattaa huomattavasti rakentamisen kustannuksia. Varsinkin yksittäisen asuinhuoneiston kohdalla.

9 POHDINTA

Luvussa käsitellään opinnäytetyötä kokonaisuutena, tarkastellaan työn tavoitteiden täyttymistä, saavutettuja tuloksia, tehtyjä havaintoja ja pohditaan jatkotutkimuksia, sekä esitetään kehittämiskohtia.

9.1 Johtopäätökset ja Pohdinta

Opinnäytetyössä tehdyn kirjallisuusselvityksen ja suoritettujen testien perusteella kuristimen käyttöä nykyisissä ilmanvaihtojärjestelmissä tulisi kyseenalaistaa enemmän ja tuoda tilalle uusia ratkaisuja.

Kuristin on kehitetty asuinkerrostalojen, majoitustilojen ja hoitolaitosten paloturvallisuus laitteeksi 1950–1970 luvuilla. Aikakaudella, jolloin koneelliset ilmanvaihtojärjestelmät pääsääntöisesti olivat rakenteeltaan yksinkertaisia poistoilmanvaihtojärjestelmiä, ja joiden toiminnan kannalta on ollut perusteltua käyttää kuristinta paloturvallisuuslaitteena. Sisäilmasto-olosuhteiden, energiatehokkuuden ja toiminnan osalta ilmanvaihdon ja ilmanvaihtojärjestelmien vaatimukset, sekä käyttö ovat paljon muuttuneet siitä, kun kuristin on tai kuristimen kaltainen laite on tullut käyttöön ensimmäisen kerran 50-luvulla.

Nykyisten ilmanvaihtolaitosten tulee olla entistä energiatehokkaampia, sekä niiden tulee vastata entistä enemmän käyttötilanteen mukaisiin olosuhte vaatimukseen. Ilmanvaihtolaitoksia koskeva paloturvallisuus olisi myös syytä asettaa nykyisten ilmanvaihtolaitoksien toimintaa tukevalle tasolle, niin että energiatehokkuutta, ohjattavuutta, käyttöä ja säätöä heikentävistä laitteista, kuten kuristin, päästäisiin eroon tai ilmanvaihdon paloturvallisuus ja savurajoitus ratkaisuja olisi mahdollista kehittää ilmanvaihtolaitoksien toiminnan vaatimalle tasolle.

Kuristinta on totuttu liikaa käyttämään paloturvallisuuslaitteena suomalaisessa rakentamisessa, ja ilmanvaihtolaitoksia koskevat paloturvallisuus ohjeet on laadittu liian suotuisaksi kuristimen käytölle. Tämän takia yleisesti hyväksytään enemmän kuristimen käyttö savurajoittimen kuin jonkin muun vaihtoehdoisen laitteen. Kuristimen käytöllä, käyttöesimerkeillä ja kuristin ehdolla on iso vaikutus palopeltien, sekä muiden paloturvallisuus laitteiden ja ratkaisujen käytölle.

Käytännössä kuristin ehto, eli ilmavirta vaatimus ja liitekanavan poikkipinta-ala, ratkaisevat sen, tuleeko käyttää savurajoitustoiminnolla varustettua palopeltiä (PP+SR), niissä ilmanvaihtojärjestelmä toteutustavoissa, joissa kuristimien käyttö rajatuin ehdoin on mahdollista.

Muille savurajoitin ratkaisuille ei ole saman kaltaista ilmavirtaehdotusta tai toteutus-tapa vaihtoehtoja, joiden mukaan ilmanvaihtojärjestelmien toteuttaminen palotek-niset näkökohdat huomioiden olisi mahdollista. Tähän varmasti vaikuttavat suu-resti vakiintuneet rakennustavat kuten kuristin, joita ei ole kyseenalaistettu tai nii-den vaikutuksia ei ole tutkittu ilmanvaihtojärjestelmien kehittyessä.

Ilmanvaihtojärjestelmiä koskevaa paloturvallisuutta pitäisi enemmän tutkia palo-ja savukokein ilmanvaihtojärjestelmäkohtaisesti, jossa käytössä olisi ilmanvaihdon paloturvallisuus laitteet. Tältä osin ilmanvaihdon paloturvallisuus ratkaisuja tulisi tutkia ja kehittää enemmän.

Kuristimena käytettävien laitteiden hyväksyntämenettelyt eivät ota huomioon laitteen toimintaa savurajoittimena, eikä laitteen savurajoitusominaisuuksia tai laitteen toimintaa osana ilmanvaihtojärjestelmää. Kansainväliset standardit ja niiden mukaiset todennusmenetelmät laitteille, joita on mahdollista käyttää kuristimena ilmanvaihtojärjestelmissä Suomessa, eivät myöskään ota huomioon savurajoitus ominaisuuksia. (3 Ilmanvaihdon päätelaitteet ja kanavisto-osat)

Standardien todennusmenetelmissä huomioidaan ainoastaan virtaus- ja materiaalitekniset ominaisuudet, sekä niille annetut vaatimukset. Standardit eivät myöskään tunnusta ilmanvaihtojärjestelmien paloturvallisuuslaitteena käytettävää rakennustuotetta kuristin, vaan ainoastaan ilmanvaihtojärjestelmissä käytettävät tarvikkeet kuten säätöpelti, tulo- ja poistoilmanvaihtolaitteet. (3 Ilmanvaihdon päätelaitteet ja kanavisto-osat)

Standardien mukaisia todennusmenetelmiä materiaalin käyttäytymisen todentamiseen ja virtausteknisten ominaisuuksien määrittämiseen on käytetty hyväksi kuristimena käytettävien laitteiden tyyppihyväksyntä asetuksissa. Tyyppihyväksyntä asetukset ovat jo vanhentuneet (2018). Tyyppihyväksyntä asetukseen ei

ota huomioon kuristimena käytettävän laitteen savurajoitusta ominaisuuksia tai toimintaa savurajoittimena ilmanvaihtolaitoksissa. (3 Ilmanvaihdon päätelaitteet ja kanavisto-osat)

Kuristin ehdon ilmavirtavaatimus ($42 \text{ dm}^3/\text{s}$, 100 Pa) ohjaa hyvin paljon keskitettyjen ilmanvaihtolaitoksien toteutustapoja asunto- ja majoitustilojen käyttötapa- luokissa. Kuristin ehdon mukainen ilmavirtavaatimus ratkaisee sen, tuleeko asunnon tai tilan liitekanavassa käyttää palopeltiä vai onko mahdollista käyttää kuristinta tai jotain muuta savurajoitin ratkaisua. (4 Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus ratkaisut; 5 Kuristin)

Kuristimen käytölle asetetun ilmavirtaehdon ylittyessä liitekanavassa käytetään palopeltiä, jolla täytetään paloturvallisuus vaatimukset. Sisäilmaolosuhteiden vaatimusten täyttämiseksi ilmavirta tulisi vielä olla ohjattavissa käyttötilanteen mukaan, jolloin liitekanavaan lisätään ilmavirtaa säättäviä laitteita. (4 Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus ratkaisut; 5 Kuristin)

Palopellin käytön välttämiseksi asuntoa tai tilaa palvelevien liitekanavien lisääminen ei ole aina tehokasta, kun asuinpinta-alat vähenevät tekniikan tilatarpeiden lisääntyessä, kuten hormien kasvaessa liitekanavien määrän mukaan. Laitteiden ja liitekanavien lisäämisellä kasvatetaan ilmanvaihtojärjestelmän investointi- ja huoltokustannuksia. Liitekanavien lisääminen kasvattaa ja monimutkaistaa ilmanvaihtojärjestelmän kanavointia. Monimutkainen kanavisto ja kuristimen käyttö vaikeuttavat ilmanvaihtojärjestelmän säätöä, tasapainotusta, sekä ilmanvaihdon tarpeenmukaista ohjausta. (4 Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus ratkaisut; 5 Kuristin)

Kuristimen käytölle savurajoittimena tai kuristimen ilmavirran virtausehdolle (kuristin ehto) ei saatu perusteltua vahvistusta työn kirjallisuus selvityksessä, jossa tutkittiin kuristimien historiaa ja kehitystä ilmanvaihtojärjestelmissä, sekä ilmanvaihtojärjestelmiä koskevissa määräyksissä ja ohjeissa (6 Kuristimen tausta). Varmistusta kuristimen ja kuristin ehdon toimivuudesta savurajoituksessa ei myöskään saatu vahvistettua savurajoitustesteissä, jotka suoritettiin kuristin käyttöön todennettuilla laitteilla (7 Kuristimen savurajoitus testit).

Savurajoitusratkaisuille tulisi määritellä uudet vaatimukset, koska käytännössä savurajoituksen toimivuuden mittari on tällä hetkellä kuristin ehto, eli ilmavirta $42 \text{ dm}^3/\text{s}$ paine-erolla 100 Pa. Todellisuudessa savurajoittimina käytettävien laitteiden toiminnan tulisi perustua savunleviämisen estämiseen, jolle pitäisi antaa mittarit, raja-arvot ja vaatimukset perustuen laitteen käyttöön.

Ilmanvaihtojärjestelmissä käytettävien savurajoitusratkaisujen tulisi perustua savurajoituslaitteiden toimintaan ja rakennuksen käyttötapaluokan mukaisiin paloturvallisuus vaatimuksiin. Rakennusten paloturvallisuudessa tilan palo-osastointi perustuu oletettuun palonkehitykseen ja palotilanteen rajaamiseen osaston sisälle. Ilmanvaihdon paloturvallisuudessa palo-osastointi on mahdollista toteuttaa vain palopellein ja paloeristeillä.

Savurajoitus ratkaisujen tulisi perustua myös oletettuun palon ja savun kehitykseen, sekä niiden toiminnan savunleviämisen rajoittamiseen ilmanvaihtolaitoksen välityksellä palotilasta ympäröiviin tiloihin. Savurajoittimien käytön tulisi olla perusteltua tai kiellettyä tilan tai tilojen käyttötarkoituksen mukaan, sekä henkilöturvallisuusluokan mukaan, joka olisi tilojen pääkäyttäjryhmä. Sillä on perustelumpaa käyttää kuristinta perinteisessä kerrostalokiinteistössä, kuin seniori-ikäisille tarkoitettussa kerrostalokiinteistössä.

Pitäisikö savun rajoittamisen sijasta pyrkiä savun hallittuun poistamiseen palotilasta ja ulos kiinteistöstä? Savun hallitulla poistamisella mahdollistettaisiin henkilöille enemmän poistumis- ja pelastautumisaikaa kiinteistöstä, kun häkää ja muita haitallisia kaasuja kertyisi ilmatilavuuteen nähden vähemmän. Hallitulla poistamisella myös mahdollistettaisiin pelastus- ja sammutushenkilökunnalle paremmat toiminta olosuhteet, kun kertynyttä savua olisi tiloissa ja palotilassa vähemmän.

Kun puhutaan henkilöturvallisuudesta, jota ilmanvaihdon paloturvallisuus ensisijaisesti on, ei sille voi asettaa hintalappua. Eikä turvallisuuden kehittämisen ja uusien ratkaisujen tiellä voi olla käytänteet ja tavat, joiden taustoja ei riittävän hyvin tunneta / ole tutkittu.

9.2 Jatkotutkimukset

Opinnäytetyön aiheeseen liittyen tulisi tehdä jatkotutkimuksia ilmanvaihdon paloturvallisuus ja savurajoitus ratkaisujen kehittämiseksi. Ilmanvaihtolaitoksissa käytettäviä savurajoitusratkaisuja tulisi testata palo- ja savukokein osana tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmiä. Opinnäytetyön pohjalta esille nousi seuraavat tutkimusaiheet:

1. Kansainvälinen selvitys ilmanvaihtojärjestelmien paloturvallisuudesta.
 - Selvitys miten pohjoismaissa tai muissa EU-maissa on säädetty ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuudesta ja käytettävistä paloturvallisuus ratkaisuista.
 - Onko käytössä kevyempiä paloturvallisuus ratkaisuja kuten savurajoittimet?
 - millä käyttöehdoilla savurajoittimia on mahdollista käyttää ilmanvaihtojärjestelmässä?
 - mitkä ovat ilmanvaihtojärjestelmän vaatimukset?
 - kuinka savurajoittimien rajoitusominaisuudet todennetaan ja miten laitteiden käyttöä testataan?
2. Kuristin & kuristin ehto, sekä muut savurajoitin ratkaisut.
 - Savurajoitin ratkaisuja ja kuristin ehtoa tulisi testata palokokein osana keskitettyä tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmää.
 - testeissä tulisi huomioida käyttötapaluokkien mukaiset järjestelmäratkaisut.
 - Testeissä tulisi seurata savunleviämistä seuraavasti
 - tulipalon eri vaiheissa,
 - palotilan kautta yhteiskanavistoon ja,
 - myös yhteiskanavistoon liittyvien liitekanavien kautta muihin tiloihin.
 - Ilmanvaihtojärjestelmän puhaltimien tulisi olla päällä palotilanteen aikana.
 - Ilmanvaihtojärjestelmän painetason tulisi olla normaalin ilmanvaihtojärjestelmän tasolla, noin 200–250 Pa.

- Testit tulisi suorittaa käyttötaluokkien mukaisissa toteutustavoissa, joiden mukaan on mahdollista käyttää kuristinta savurajoittimena. Kuten työn kohdassa 4 Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus ratkaisut on esitetty.
3. Selvitys savurajoittimien käytön ehdoista keskitetyssä ilmanvaihtojärjestelmässä.
- Palotestien perusteella tulisi laatia selvitys savurajoitus ratkaisujen käyttöehdoista ja rajoituksista.
 - paine-ero, eristävyys, jokin muu?
 - Käyttötaluokka,
 - kuinka käyttötaluokka vaikuttaa käytettäviin savurajoitusratkaisuihin ilmanvaihtolaitoksissa?
 - voiko henkilöturvallisuusluokka toimia määräävänä tekijänä? Miten henkilöturvallisuusluokka tulisi määritellä?
 - savurajoitin ratkaisut, eri ratkaisujen käyttötavat ja toimintamallit ilmanvaihtojärjestelmässä.
4. Savurajoitusominaisuuksien määrittäminen.
- miten määritetään savurajoittimena käytettävän laitteen rajoitusominaisuudet?
 - tiiviys
 - vaikuttaako käyttötaluokan ilmanvaihtojärjestelmä ratkaisu määritykseen?
 - tuleeko käyttötaluokan mukaiset ilmanvaihtojärjestelmä ratkaisut määrittää uudelleen savurajoituslaitteen toiminnan mukaan?
 - saadaanko palokokeista perusteltua tietoa savurajoitusominaisuuksien määrittämiselle?

9.3 Loppusanat

Vaikka opinnäytetyössä ei täysin saavutettu asetettuja tavoitteita, kuitenkin työn aikana tuotettiin ja selvitettiin alalle paljon lisätietoa kuristimen, keskitetyn asun-
toilmanvaihdon ja ilmanvaihdon paloturvallisuuden kehityksestä.

Opinnäytetyön aikana on opittu tutkimaan, selvittämään ja analysoimaan tietoa eri tietolähteistä, kuten kansallisarkiston arkistoista rakennushallituksen, paloasiainosaston ja sisäasiainministeriön kirjattuja hakemuksia, kirjeitä ja päätöksiä.

Opinnäytetyö on opettanut paljon kiinteistöjen ja ilmanvaihtojärjestelmien paloturvallisuudesta, joiden yhteensovittamisessa alalla riittää kehittämistä.

LÄHTEET

Eurofins Expert Services, Todistus tyyppi hyväksyntäasetuksen mukaisuudesta, Ilmanvaihdon päätelaite CLIK, Climecon Oy. Julkaistu 20.1.2021.

Helsingin kaupungin tilastotoimisto, Helsingin kaupungin kunnallinen asetuskoelma 14. Julkaistu 1936.

Helsingin kaupungin tilastotoimisto, Helsingin kaupungin kunnallinen asetuskoelma 40. Julkaistu 1962.

Insinööritoimisto W.Zenner Oy, Soveltuvuus savunrajoittimeksi, Ilmavirran säätölaitteiden EKO-SI mittauspöytäkirja, Lindab Oy. Julkaistu 10.12.2019.

Lämpö- ja vesijohto- sekä tuuletustekniikan käsikirja, Kustannus-aitta Oy, Helsinki, 1959

Pelastustieto, Digilehti, Palontorjunta n:o 2 1953 s.63–66. Luettu 30.10.2021.
<https://pelastustieto.fi/digilehti/palontorjunta-02-1953/14-468>

Sisäasiainministeriö, Kaavoitus- ja rakennusosasto, Paloluokitustiedotus nro: 360, Keskusilmanvaihtolaitosten paloturvallisuusmääräykset. Julkaistu 3.6.1974

Sisäasiainministeriö, Kaavoitus- ja rakennusosasto, Paloluokitustiedotus nro: 392, Keskusilmanvaihtolaitosten paloturvallisuusohjeet. Julkaistu 12.5.1975

Sisäasiainministeriö, Paloasiainosasto, Paloluokitustiedotus nro: 127, Rakennusosat ilmahormit. Julkaistu 26.5.1966

Sisäasiainministeriö, Paloasiainosasto, Paloluokitustiedotus nro: 155, Ilmahormit poistoilmaventtiilit KGEA ja KGEB. Julkaistu 29.6.1967

Sisäasiainministeriö, Paloasiainosasto, hakemus Suomen Puhallintehdas Oy, Poistoilmaventtiilin KGE luokittelu, Saapuneet asiakirjat KDN:o 481/641/65, 1965. KANSALLISARKISTON MATERIAALI, JULKAISEMATON ASIAKIRJA

Sisäasiainministeriö, Paloasiainosasto, Palopäätös KGEA- ja KGEB-venttiili, Päätös- ja kirjekonseptit KDN:o 481/641/65, 1967. KANSALLISARKISTON MATERIAALI, JULKAISEMATON ASIAKIRJA

Sisäasiainministeriö, Rakennushallitus kirjeet, kirje 1022 / A.4, Hakemus SP-yhteishormijärjestelmä. Kirjattu 5.2.1953. KANSALLISARKISTON MATERIAALI, JULKAISEMATON ASIAKIRJA

Sisäasiainministeriö, Rakennushallitus kirjejäljennökset, Paloluokitus päätös KGD-venttiili, Rakennushallitus päätös 84, 8220/K.4.59. Kirjattu 5.1.1960. KANSALLISARKISTON MATERIAALI, JULKAISEMATON ASIAKIRJA

Sisäasiainministeriö, Suomen rakentamismääräyskokoelma, E7 ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus ohjeet (1980). Julkaistu 6.11. 1980. Asetus kumottu 2003.

Suomen LVI-liitto, Ilmanvaihtolaitteistojen paloturvallisuusopas (2012).
23.1.2012

Suomen standardisoimisliitto SFS, Standardi SFS-EN ISO 12792. Julkaistu
29.3.2004.

Suomen standardisoimisliitto SFS, Standardi SFS-EN ISO 13501-1. Julkaistu
4.1.2019.

Suomen standardisoimisliitto SFS, Standardi SFS-EN ISO 1363-1. Julkaistu
28.2.2020.

Suomen standardisoimisliitto SFS, Standardi SFS-EN ISO 1751. Julkaistu
10.3.2014.

Suomen standardisoimisliitto SFS, Standardi SFS-EN ISO 5167-1. Julkaistu
8.9.2003.

Suomen standardisoimisliitto SFS, Standardi SFS-EN ISO 5167-2. Julkaistu
8.9.2003.

Talotekniikkateollisuus, Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus -opas, päivitysversio 11.6.2021. Luettu 2021–2022. <https://www.talotekniikkainfo.fi/ilmanvaihtolaitosten-paloturvallisuus-opas>

Tor Sundquist, 1956. Ehkäisevän palosuojelun käsikirja, julkaisu nro. 4. Helsinki: Suomen palopäälystöliitto

VTT Expert Services Oy, Tyyppi hyväksyntä päätös, Ilmanvaihdon päätelaite STQA, Fläkt Woods Oy. Julkaistu 12.5.2011

Ympäristöministeriö, Suomen rakentamismääräyskokoelma, E7 ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus ohjeet (2004). Julkaistu 18.6.2003. Asetus kumottu 2017.

Ympäristöministeriö, Suomen rakentamismääräyskokoelma, Asetus ilmanvaihdon päätelaitteiden tyyppi hyväksynnästä. Julkaistu 10.11.2008. Asetus kumottu 2017.

Ympäristöministeriö, Suomen rakentamismääräys säädöskokoelma, Asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1009/2017. Julkaistu 27.12.2017.

Ympäristöministeriö, Suomen rakentamismääräys säädöskokoelma, Asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017. Julkaistu 12.12.2017.

Ympäristöministeriö, Ympäristöopas 39, Rakennusten paloturvallisuus & Paloturvallisuus korjausrakentamisessa, uusittu painos 2003.

