

Opinnäytetyö (AMK)

Konetekniikan insinööri

2025

Katariina Saukko

Paloventtiilin EI 120 konseptiselvitys



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Konetekniikan insinööri

2025 | 36 sivua

Katariina Saukko

Paloventtiilin EI 120 konseptiselvitys

Opinnäytetyössä tehtiin FläktGroup Finland Oy:lle konseptiselvitys. Työssä selvitettiin millaisia EI 120 (E: eristävyys, I: tiiveys, 120: tulipalon ja savukaasujen leviämisen eston kesto minuutteina) paloventtiileitä markkinoilla on tällä hetkellä. Yritys on kiinnostunut kehittämään oman EI120 paloventtiilin, jonka vuoksi he halusivat pohjatutkimuksen tuotteen toiminnasta ja markkinoilla olevista sovelluksista. Osana toimeksiantoa oli luoda 3D-malli EI120 paloventtiilistä, jossa havainnollistetaan rakenne ja toimintamekaniikka.

Työssä kartoitettiin markkinatilanne ja analysoitiin eri sovelluksia, niistä saatavien tietojen pohjalta. Analysoinnin pohjalta tilattiin kolme tuotetta, jotka kiinnostivat eniten. Yritykselle hankittiin eri paloluokitukseen kuuluvia perhospaloventtiileitä, jotta saatiin kartoitettua toimintaan vaikuttavia komponentteja. Tilattuja tuotetta analysoitiin, jonka pohjalta lähdettiin luomaan 3D-mallia perhospaloventtiilistä. 3D-malli luotiin, jotta saatiin havainnollistettua kriittisimmät komponentit tuotteen toiminnan kannalta, sekä komponenttien toimintaa tuotteessa oli mahdollista havainnollistaa lisää mallin avulla.

Yritys sai raportin tuotteen vaatimista komponenteista, sekä niihin liittyvistä mekanismeista. Raportti tarjosi ymmärryksen tuotteen mahdollisuuksista sekä siihen liittyvistä rajoitteista. Paloventtiili on täysin mekaaninen ja yrityksen on mahdollista kehittää oma perhospaloventtiili. 3D-malli auttaa yritystä analysoimaan ja havainnollistamaan tuotetta sen jatkokehitykseen.

Asiasanat: Paloturvallisuus, konseptiselvitys, Standardi SFS-EN 1366-2, Paloventtiili

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Bachelor of Mechanical engineer

2025 | 36 pages

Katariina Saukko

Concept study of the fire damper EI 120

The objective of this thesis was to conduct a concept study conducted for the FläktGroup Finland Oy. The study investigated the current availability of EI 120 (E: insulation, I: integrity, 120: duration in minutes for preventing fire and smoke spread) fire dampers on the market. The company is interested in developing its own EI 120 fire dampers and therefore sought foundational research on the product's functionality and existing applications. As part of the project, a 3D model of an EI 120 fire damper was created to illustrate its structure and operating mechanisms.

The market situation was surveyed, and different applications were analyzed based on available data. Following the analysis, three products of particular interest were ordered for further study. The company acquired butterfly fire dampers with varying fire resistance ratings to examine the components influencing their operation. The ordered products were analyzed, serving as the basis for creating a 3D model of a butterfly fire damper. The 3D model was developed to highlight the most critical components for the product's functionality and to provide further visualization of their operation within the damper.

The company received a report detailing the components required for the product and the mechanisms associated with them. The report provided insight into the product's potential, and the limitations involved. The fire damper is entirely mechanical, enabling the company to develop its own butterfly fire damper. The 3D model supports the company in analyzing and visualizing the product for further development.

Keywords: Fire safety, concept study, Standard SFS-EN 1366-2, Fire damper

Sisältö

Käytetyt lyhenteet ja sanasto	6
1 Johdanto	7
2 Yrityksen esittely ja tavoitteet	8
2.1 Yrityksen esittely	8
2.2 Lähtökohta ja tavoitteet	8
3 Paloturvallisuus ja säädökset	10
3.1 Säädökset ja asetukset	10
3.2 Paloturvallisuus	11
4 Paloventtiilin toiminta ja luokitus	13
4.1 EI paloventtiilin toiminta	13
4.2 Vaatimukset EI120-luokan palopellille	15
4.2.1 Paloluokka EI	15
4.2.2 CE-merkintä	15
4.2.3 Standardi SFS-EN 1366-2	15
4.2.4 Valmistajan suoritusasoilmoitus	17
5 Markkinatilanteen kartoitus	18
5.1 Perhospaloventtiili	18
5.2 Cut-off-venttiili	19
5.3 Paloventtiili BV90	20
6 Perhospaloventtiilin valinta ja 3D mallinnus	21
6.1 Mallin valinta	21
6.2 3D mallinnus	22
6.2.1 Rungon mallinnus	23
6.2.2 Tiivisteet	25
6.2.3 Sulkumekanismi	26
6.2.4 Sulake	27
6.3 EI120 paloventtiili kokoonpano	29

7 Yhteenveto ja pohdinta	33
Lähteet	34

Liitteet

Liite 1. Räjätyskuva, EI120 paloventtiilin 3D malli

Kuvat

Kuva 1. Perhospaloventtiilin runko (Katariina Saukko)	23
Kuva 2. Tiivisteet (Katariina Saukko)	25
Kuva 3. Sulake kokoonpano (Katariina Saukko)	28
Kuva 4. Kokoonpano auki (Katariina Saukko).....	30
Kuva 5. Kokoonpano kiinni leikkaus (Katariina Saukko)	32

Käytetyt lyhenteet ja sanasto

CE	Tuote täyttää tuotetta koskevien EU:n direktiivin ja asetusten vaatimukset
EI	Eristävyys ja tiiveysluokitus
EN	Eurooppalainen standardi
SFS	Suomen kansallinen standardijärjestö
SolidWorks	3D CAD-ohjelmisto

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on luoda konseptiselvitys paloventtiin suunnittelua ja valmistusta varten. Työ on toteutettu toimeksiantona FläktGroup Finland Oy:lle. Yrityksellä on ollut tarve kehittää uusi EI120-luokan paloventtiiliratkaisu ja lisätä se osaksi tuotevalikoimaa. Tämä opinnäytetyö antaa yritykselle kattavan selvityksen markkinoiden nykytilasta sekä ehdotuksen tuotteen suunnittelun ja valmistuksen suuntaviivoista. Selvityksen pohjalta FläktGroup voi arvioida tuotteen jatkokehitys mahdollisuuksia.

Paloventtiilit ovat keskeisessä asemassa rakennusten ilmanvaihdon paloturvallisuudessa, sillä ne estävät savukaasujen ja palon leviämisen ilmastointikanavien kautta. Työ keskittyy erityisesti EI120-luokan paloventtiiliratkaisuihin, jotka tarjoavat vaaditun 120 minuutin palonkestävyyden. Opinnäytetyö sisältää markkinoilla olevien tuotteiden kartoituksen, toiminnallisten ratkaisujen analysoinnin sekä 3D-mallin luomisen, joka havainnollistaa konseptin toiminnan kannalta keskeiset osat.

Työn teoriaosuudessa tarkastellaan paloturvallisuuden kannalta keskeisiä säädöksiä ja standardeja, kuten CE-merkintää ja SFS-EN 1366-2 -standardia, jotka koskevat EI-luokan paloventtiilejä. Lisäksi työssä perehdytään paloventtiin tekniseen toimintaan ja sen suunnittelussa huomioitaviin vaatimuksiin. Työn empiirisessä osuudessa analysoidaan markkinoilta löytyviä ratkaisuja, kuten butterfly- ja cut-off-venttiilejä, minkä jälkeen kerrytettyjen tietojen pohjalta luodaan 3D-malli. Mallissa kuvataan venttiin rungon, tiivisteiden, sulkumekanismien ja lämpösulakkeen toiminta ja niiden luoma kokonaisuus.

Johdannossa esitetyt tavoitteet, rakenne ja toimintaympäristö muodostavat pohjan opinnäytetyön sisällölle. Työ tarjoaa toimeksiantajalle kokonaiskuvan EI120-paloluokan päätelaiteventtiilien mahdollisuuksista ja toimii lähtökohtana tuotteen jatkokehitykselle ja implementoinnille.

2 Yrityksen esittely ja tavoitteet

2.1 Yrityksen esittely

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii FläktGroup Finland Oy:lle, joka on osa FläktGroup konsernia. FläktGroup syntyi vuonna 2016, kun DencoHappel ja Fläkt Woods yhdistyivät. Suomessa juuret Fläkt Woodsille johtavat ABB Fläktin kautta Suomen Puhallintehtaaseen (per. 1931) ja Lapinleimu Oy:öön (per.1935).

FläktGroupin tuotteita toimitetaan globaalilla tasolla. Yrityksen tuotteiden myyntitoimintaa on 65 eri maassa ympäri maailmaa, ja tuotantotoimintaa on Euroopassa, Aasiassa, sekä USA:ssa 13 eri tuotantolaitoksessa. FläktGroupin liikevaihto on 700 miljoonaa euroa ja FläktGroup koostuu 3500 työntekijästä ympäri maailmaa.

FläktGroupin tuotevalikoima kattaa ilmanvaihtoratkaisuja liike- ja asuinrakennuksiin, teollisuuskohteisiin sekä erityisen kriittiseen ilmanvaihtoon. FläktGroup on tuotteiden mukana elinkaaren aikana suunnittelussa, tuotannossa, toimituksessa, huollossa, sekä jälkimarkkinoinnissa. (FläktGroup Finland Oy, 2024)

2.2 Lähtökohta ja tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä konseptiselvitys EI120 luokituksen paloturvaventtiilistä, sekä luoda selvityksen pohjalta havainnollistava 3D-malli paloventtiilistä. FläktGroupin nykyisestä tuotevalikoimasta ei löydy tämän tyyppistä paloventtiiliä, mutta markkinoilla on olemassa vastaavia tuotteita. Tästä syystä työn keskeisenä tehtävänä oli selvittää erilaisia toteutusvaihtoehtoja, joiden avulla kyseinen tuote voitaisiin kehittää mahdollisimman tehokkaasti ja tarkoituksenmukaisesti.

Suunniteltu paloventtiili on tarkoitettu huoneen ilmanvaihdon päätelaitteeksi, mikä asettaa erityisiä rajoituksia sen muotoilulle ja teknisille ominaisuuksille. Paloventtiin sijainti ilmanvaihtojärjestelmässä määrittelee tarkasti venttiin toimintaan liittyvät vaatimukset. Toimeksiannon keskeisenä osana oli markkinoilla olevien tuotteiden kartoittaminen sekä niiden rakenteellisten ja toiminnallisten rajoitusten analysointi.

Työn osana oli luoda 3D-malli, joka sisältää kaikki venttiin toiminnan kannalta kriittiset komponentit. Mallinnuksen tavoitteena oli havainnollistaa venttiin toimintamekaniikka, jonka pohjalta voidaan lähteä suunnittelemaan tuotteen jatkokehitystä. Tämän konseptityön kautta pyritään luomaan perusta uuden paloventtiin jatkokehitykselle, joka täyttää sekä tekniset, että tuotantotaloudelliset vaatimukset.

3 Paloturvallisuus ja säädökset

3.1 Säädökset ja asetukset

Ilmanvaihdon paloturvallisuutta varmistaessa on asetettu säädöksiä ja ohjeistuksia Suomessa. Suomen lainsäädäntö tukeutuu osittain Euroopan unionin tekemään lainsäädäntöön. (Perttunen, Kallioniemi & Railio, 2018, p. 9)

Paloturvallisuutta säädetään Ympäristöministeriön tekemän päätöksen mukaisesti maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) 117 b §:n nojalla. Seuraavat keskeiset ohjeet ja määräykset rakennusten paloturvallisuudesta on asetettu paloturvallisuusasetuksessa 848/2017. (FINLEX, 2017)

Soveltamisala määritellään asetuksessa 1 §:

”Tätä asetusta sovelletaan uuden rakennuksen rakentamiseen sekä rakennuksen laajentamiseen tai sen kerrosalaan laskettavan tilan lisäämiseen. Asetusta sovelletaan myös rakennuksen korjaus- ja muutostyöhön, jos rakennus tai sen osa muuttuu korjaus- ja muutostyön seurauksena paloturvallisuuden kannalta vaarallisemmaksi ja rakennuksen paloturvallisuuden parantaminen on sen vuoksi perusteltua korjaus- ja muutostyön laatu ja henkilöturvallisuuden vaarantumisen estäminen huomioon ottaen.”

Läpiviennit osastoitavissa rakenteissa 18 § esittää vaatimuksen:

” Osastoivan rakennusosan läpi johdetut putket, roilot, kanavat, johdot, savupiiput ja hormit sekä kuljetinlaitteistojen edellyttämät läpiviennit eivät olennaisesti saa heikentää rakennusosan osastoivuutta.”

Asetus ilmanvaihtojärjestelmästä 19 § määrää:

” Ilmanvaihtojärjestelmä ei saa myötävaikuttaa palon tai savukaasujen leviämiseen vaaraa aiheuttavalla tavalla.

Useaa palo-osastoa tai osaa palvelevien ilmakehien seinämät on tehtävä vähintään A2-s1, d0 -luokan tarvikkeista.” Palo-osasto tarkoittaa rakennuksen osaa, josta palon leviäminen on estetty määrätyn ajan.

Lisäksi paloturvallisuusasetuksessa 848/2017 on mainittu 23 § vaatimukset pintamateriaaleille. Paloturvallisuusasetuksen lisäksi pelastuslaki on asettanut 13 §, jossa on määräykset laitteistojen huolloille ja IV-puhdistuksille. (FINLEX, 2017)

Paloteknisten ratkaisujen ja tuotteiden tuotekelpoisuus tulee osoittaa CE-merkinnällä, jos tuotteelle on olemassa harmonisoitu eurooppalainen standardi. Suomessa käytössä olevat luokitukset löytyvät erityisesti SFS julkaisemia soveltamisstandardeja hyödyntäen. Jos harmonisoitua standardia ei ole, tuotekelpoisuus voidaan osoittaa vapaaehtoisten kansallisten hyväksyntämenettelyjen, kuten tyyppihyväksynnän tai varmennustodistuksen, avulla. Mikäli edellä mainittuja vaihtoehtoja ei ole käytettävissä, rakennusvalvontaviranomainen voi edellyttää tuotteen varmentamista rakennuspaikkakohtaisesti. (Perttunen, Kallioniemi and Railio, 2018, p. 9)

3.2 Paloturvallisuus

Paloturvallisuus on tärkeä osa rakennuksen ilmanvaihtoa ja sen laitteistojen suunnittelussa. Rakenteellisessa paloturvallisuudessa tulee huomioida palon syttymisen estäminen ja sen rajoittaminen, jotta se ei leviä seuraavaan palo-osastoon, sekä savukaasujen etenemisen estäminen. (Perttunen, Kallioniemi and Railio, 2018, p. 14) Palon ja savun pääsyä palo-osastosta toiseen voidaan estää palonkestävillä kanavilla, savunrajoittimilla, nousukanavilla, yhdistämisrajoituksilla ja palopelleillä (selitä auki). Vaikuttavia tekijöitä palon leviämisen estämisessä on lattia-, seinä- ja kattorakenteiden ominaisuuksilla ja niissä olevien aukkojen läpivientien palonkestävyydessä. (Talotekniikka, 2021, p. 53)

Ilmanvaihtolaitteistoja suunnitellessa tulee huomioida erilaiset vaatimukset, joita on asetettu riippuen käyttötarkoituksesta, rakennustyyppistä ja valituista ilmanvaihtojärjestelmistä. Vaatimuksia on aina laite-, asennus- ja ohjausdetaljeista järjestelmäratkaisuihin. Ilmanvaihtolaitteistot eivät saa heikentää rakenteellisesti saavutettua rakenteen paloturvallisuutta paloturvallisuusasetuksen 19 § mukaisesti.

Ilmanvaihtolaitteisto ei saa aiheuttaa rakennuksessa tulipalon leviämistä. Tulipalossa ilma laajenee ja huoneeseen muodostuu ylipaine. Ylipaineen aikana myrkylliset savukaasut pyrkii leviämään rakennuksessa eteenpäin seuraaviin tiloihin. Myrkyllisten savukaasujen leviäminen ilmastoinnin kautta eteenpäin olisikin tärkeää pyrkiä estämään palon alkamisesta asti, jotta voidaan välttää mahdollisimman paljon henkilö- ja omaisuusvahinkoja. (FläktGroup Finland Oy, 2024)

4 Paloventtiilin toiminta ja luokitus

Tässä luvussa käsitellään EI120-luokan palopeltien ominaisuuksia, vaatimuksia ja niiden täyttämiseen liittyviä standardeja. Aluksi selvennetään palopeltien toimintaperiaatteet, paloluokitukset ja erityisesti EI-luokan merkitys paloturvallisuudessa. Lisäksi tarkastellaan CE-merkinnän edellytyksiä ja vaatimuksia, jotka perustuvat eurooppalaisiin standardeihin, kuten SFS-EN 15650 ja SFS-EN 1366-2. Lopuksi käsitellään valmistajan suoritusasoilmoitusta ja sen roolia tuotteiden ominaisuuksien toteamisessa ja säädösten noudattamisessa.

4.1 EI paloventtiilin toiminta

Paloventtiilit ovat ryhmä, joka mahdollistaa turvallisen keskusilmanvaihtolaitteiston toteuttamisen. Palopelliksi kutsutaan ilmanvaihtokanavan keskellä olevaa palopeltiä, joka sulkee ilmanvaihdon. Paloventtiili on ilmanvaihtokanavassa käytetty päätelaite, joka asennetaan huoneessa seinään tai kattoon. Palopellillä voidaan toteuttaa ilmanvaihtokanavan läpivienti osastoivasta rakenteesta. Tällöin palopelliksi valitaan se mikä täyttää rakennusosan palonkestovaatimuksen. (Talotekniikka, 2021, p. 56)

Palopellit voidaan jakaa kahteen ryhmään paloluokituksen perusteella. Tiiviysvaatimukset täyttävät E-luokan palopellit tai eristävyys- ja tiiviysvaatimukset täyttävät EI-luokan palopellit. EI-luokan palopellit estävät tehokkaasti myrkyllisten savukaasujen ja tulen leviämisen, täten EI-luokka tarjoaa parhaan suojan tulipalon sattuessa niin käyttäjille, kuin omaisuudelle. (Perttunen, Kallioniemi and Railio, 2018, p. 18)

EI-luokan palopellin tarkoituksena on estää tulipalon ja savukaasujen leviämisen toiseen palo-osastoon. EI-luokassa palopellit eroavat aikakestoltaan, joka voi olla esimerkiksi 60 tai 120 minuuttia. Esimerkiksi EI120 palopelti estää tulipalon ja savukaasujen leviämisen 120 minuutin ajan. Palopellin toimintaa

voidaan varmistaa säännöllisellä palopellin koekäytöllä, tai varustamalla palopelti automatiikalla, joka antaa vikaohjauksen. (Talotekniikka, 2021, p. 56)

Palopelti sulkeutuu mekaanisella jousirakenteella turva-asentoonsa, joka on yleensä kiinni oleva asento. Mikäli palopelti on varustettu toimilaitteella, sulkeutuu se, kun virran syöttö katkeaa. (Talotekniikka, 2021, p. 57) Palopellin sulkeutumisen laukaisee sulake tai anturi, joka aktivoituu lämpötilan noustessa. Toimilaitteella ohjattava palopelti kannattaa liittää valvontajärjestelmään, jolloin voidaan säännöllisesti testata toimilaitteen toimivuus. (Perttunen, Kallioniemi and Railio, 2018, p. 18)

Mekaanisessa rajoittimessa käytetään lämpösulaketta, joka on laukaisumekanismi, jota käytetään erilaisissa paloturvallisuusjärjestelmissä. Lämpösulake on sulakelinkki, joka aktivoituu, kun sitä ympäröivän tilan lämpötila nousee tietylle tasolle. Lämpötilan noustua sulakelinkille asetettuun tasoon sulakelinkin seos sulaa ja siten vapauttaa palontorjuntalaitteen, joka sulkeutuu jousimekanismilla kiinniasentoon. Sulakkeita valmistetaan eri käyttövaatimuksiin, jolloin sulakkeen aktivoitumis- lämpötila vaihtuu. (Fusible Link, 2024)

Sulakelinkin aktivoituttua (sulettua) palopelti laukeaa ja sulkeutuu. Palopellin sulkeuduttua palopelti ei saa päästää savukaasuja ja lämpöä etenemään ilmanvaihdossa. Palopellin materiaalit on valittu siten, että ne reagoivat lämmön kanssa tiivistäen palopellin kaasua ja lämpöä läpäisemättömäksi.

Palotiivisteiden tehtävä on rajoittaa tulipalon etenemistä. Palamattomasta aineesta valmistettua tiivistetuotetta kutsutaan palonauhatiivisteeksi. Nauha voidaan valmistaa grafiittipohjaisesta materiaalista, jossa voi olla grafiitin lisäksi esimerkiksi PVC-hartsia ja palonestoainetta. Nauha asennetaan paikkaan, jossa se tukkii palotilanteessa aukon. Esimerkiksi Marvon Technoflame palokatkonauha alkaa paisua lämpötilan noustessa 150–180 °C ja nauha paisuu jopa 10-kertaiseksi. Nauha valitaan palonkestoluokituksen mukaan oikea luokitus, jolloin se kestää tulipalossa lämpöä, kaasuja ja liekkejä

kestoluokituksen olevan ajan päästämättä lävitseen lämpöä tai savukaasuja.
(Palotiivisteet | Raitatuote Oy, 2025)

4.2 Vaatimukset EI120-luokan palopellille

4.2.1 Paloluokka EI

Tuote voidaan jakaa paloluokkaan sen perusteella, miten se kestää paloa. Merkintä E kuvaa tuotteen tiiveyttä ja merkintä I tuotteen eristävyttä (I:tä ei voi käyttää ilman E-merkintää). Merkinnän jälkeen ilmoitetaan tuotteen palonkestävyyden aika minuutteina (15, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240). Esimerkiksi EI120 paloluokalla oleva tuote kestää paloa 120 minuuttia. Vaatimuksenmukaisuus todennetaan testaamalla tai laskennallisesti.
(Talotekniikkainfo, 2024, p. 6.2)

4.2.2 CE-merkintä

EI-luokan palopellillä tulee olla CE-merkintä SFS-EN 15650 standardin mukaisesti. Standardissa SFS-EN 15650 on vaatimukset tuotteen suorituskyvylle, testausmenetelmille, dokumentointi ja jäljitettävyydelle, sekä valvonnalle ja tarkastuksille. CE-merkitty tuote on testattu ja valmistettu siten, että se täyttää Euroopan Unionin säädökset. Täyttääkseen kaikki vaatimukset, täyttää tuote myös turvallisuus-, terveys- ja ympäristövaatimukset.
(Ympäristöministeriö, 2025)

4.2.3 Standardi SFS-EN 1366-2

Standardi SFS-EN 1366-2 on osa suurempaa standardisarjaa, jossa on palveluasennusten palonkestävyydestejä. Standardi SFS-EN 1366-2 käsittelee paloventtiilien palonkestävyydestejä. Standardi määrittelee erityisesti paloventtiilien testimenetelmät ja suorituskykyvaatimukset palonkestävyyden osalta. Standardi kattaa paloventtiilien tarkoituksen, testimenetelmät,

testiolosuhteet, paloventtiilien asennuksen testissä, suorituskykykriteerit ja tulokset ja sovellettavuuden.

Paloventtiin tarkoitus on estää tulen, savun ja kuumien kaasujen leviämistä palotilanteessa ilmanvaihtokanavien läpi. Venttiili asennetaan paloa erottavien seinien tai kattojen yhteyteen ilmastointijärjestelmissä, jotta estetään palon leviämistä huoneesta toiseen ilmastointikanavia pitkin.

Standardissa määritellään tarkka testausmenetelmä, minkä avulla arvioidaan venttiin toimivuus palotilanteessa. Testeissä mitataan mm. paloventtiin kykyä säilyttää eheydensä, estää kuumien kaasujen ja savun vuoto, sekä erityisominaisuuksien säilyvyyttä (paloventtiin ulkopinnan lämpötila ei saa nousta yli asetettujen raja-arvojen asetetun ajan aikana).

Testeissä käytettävät testiolosuhteet uunilämmitys- ja paineolosuhteille on standardin EN 1363-1 mukaisia. Testissä uunin lämpötilaa säädellään standardissa määritellyn mukaisesti.

Paloventtiin asennus testauksen aikana on määritelty standardissa. Paloventtiin testaaminen voidaan toteuttaa joko pysty- tai vaakasuunnassa asennettuna. Asennuksen tulee olla mahdollisimman lähellä todellista käyttötarkoitusta. Mikäli venttiilille halutaan asennusmahdollisuus pysty- ja vaaka-asennossa, tulee se olla testattuna kummassakin asennossa.

Paloventtiin suorituskykykriteereitä arvioidaan standardin testeissä. Testeissä arvioidaan paloventtiin eristyskykyä, tiiveyttä ja eheyttä määritellyssä ajassa. Jotta venttiili täyttää näiltä osin palonkestävyysvaatimukset, tulee sen säilyttää koko testauksen ajan ominaisuudet: eristyskyky, tiiveys ja eheys. Venttiin tulee kestää palotilanteessa paloa kummastakin suunnasta venttiiliä.

Paloventtiin testauksen tulosten perusteella määritetään paloventtiin suorituskyky eri asennustilanteissa. Tuloksia voidaan soveltaa vian niissä tilanteissa, jotka on testissä määritelty ja standardisoitu. Näin voidaan varmistua, että paloventtiili täyttää rakennusten paloturvallisuusvaatimukset. (Suomen Standardisoinmisliitto SFS, 2015)

4.2.4 Valmistajan suoritusasoilmoitus

CE-merkinnän saamiseksi valmistajan tulee laatia suoritusasoilmoitus (DoP), joka perustuu joko harmonisoituun tuotestandardiin (hEN) tai eurooppalaiseen tekniseen arviointiin (ETA). Suoritusasoilmoituksessa esitetään kaikki tuotteen ominaisuudet, joiden avulla voidaan osoittaa sen täyttävän kansallisten viranomaisten säädökset. (Ympäristöministeriö, 2024)

Mikäli valmistaja ei halua ilmoittaa jonkin ominaisuuden arvoja, hän voi merkitä kohdalle NPD (no performance determined), mikä tarkoittaa, ettei kyseisen ominaisuuden arvoja ole määritetty. Suoritusasoilmoituksessa on kuitenkin oltava vähintään yksi tuoteominaisuus, joka liittyy tuotteen perusominaisuuksiin ja käyttötarkoitukseen. Tämä on pakollista tilanteissa, joissa jäsenmaalla ei ole asiasta säädettyjä vaatimuksia. Ainoa virallinen tapa ilmoittaa rakennustuotteen ominaisuuksien luokat ja arvot ovat suoritusasoilmoitus. (Ympäristöministeriö, 2024)

5 Markkinatilanteen kartoitus

Konseptiselvitys aloitettiin kartoittamalla markkinoilla olevia EI-luokan paloventtiiliratkaisuja. Tavoitteena oli ymmärtää, millaisia ratkaisuja on markkinoilla käytössä sekä selvittää, kuinka EI-paloventtiilejä on toteutettu eri valmistajien toimesta. Pääpaino oli EI120-luokan paloventtiileissä, sen lisäksi tarkasteluun sisällytettiin myös eri palonkestävyysluokkien ratkaisuja, jotta saataisiin laajempi kuva erilaisista toteutusvaihtoehdoista.

Selvityksessä otettiin huomioon paloventtiilin erityisvaatimuksia toimia päätelaitteena. Puhuttaessa päätelaitteesta paloventtiili asennetaan osaksi huoneen ilmanvaihtojärjestelmää, jossa se toimii joko tulo- tai poistoilman päätelaitteena. Suunnittelussa tulee ottaa huomioon päätelaitteelle asetetut rakennus vaatimukset sekä asennusympäristö, mikä asettaa rajoituksia tuotteen fyysisille ominaisuuksille sekä rakenteelle.

5.1 Perhospaloventtiili

Perhospaloventtiilejä valmistavat yritykset tuottavat tuotteen kahden läpän mekaanisella sulkumekanismilla. Näitä läppiä pitää normaalisti auki asennossa lämpösulake, joka laukeaa, kun ympäristön lämpötila saavuttaa 72 °C. Sulakkeen lauetessa läpät vapautuvat ja sulkevat palokanavan. Venttiilin rungossa ja läpissä käytetään paisuvaa tiivistettä, joka tulipalotilanteessa laajenee estäen kaasujen ja lämmön leviämisen ilmastointikanavan kautta. (Mandik, 2015)

Mandikin perhospaloventtiili kestää maksimissaan 1500 Pa paine-eron ja ilman maksiminopeuden 12 m/s. Venttiilin käyttöalueen lämpötila vaihtelee välillä -20 °C – +50 °C. Venttiilin runko on valmistettu teräksestä, läpät mineraalikuitulevystä, ja sulkumekanismin säätimet ovat ruostumatonta terästä. Venttiilejä on saatavilla kokoluokissa DN100–DN200, jolloin ne soveltuvat erikokoisiin ilmanvaihtokanaviin. (Mandik, 2015)

Perhospaloventtiili asennetaan ilmastointikanavan päähän, yleensä huoneistoon tulevan ilmanvaihtokanavan loppuun. Venttiili koostuu rungosta ja ilmatilan sulkevista läpistä, jotka voidaan suunnitella joko tulo- tai poistoilmalle soveltuviksi. Venttiilin rakenne ja materiaalit mahdollistavat tehokkaan toiminnan ja estävät palon leviämisen kanaviston kautta. (Rf-Technologies, 2020)

5.2 Cut-off-venttiili

MK Tecnikan Cut-off-venttiili sopii sekä tulo- tai poistoilmalle. Venttiilissä savukaasujen ja palon leviämisen estävä sulkurakenne on integroitu yhteen laitteeseen. Tämä poikkeaa perhospaloventtiilistä, jossa nämä toiminnot toteutetaan erillisinä rakenteina. Cut-off-venttiili asennetaan ilmastointikanavan päähän huoneistossa, ja se voidaan käyttää joko tulo- tai poistoilmalle. (MK Technika, 2025)

Normaalitilassa ilma kulkee vapaasti venttiilin läpi. Lämpötilan noustessa 74 °C:een venttiilin lämpösulake sulaa, mikä laukaisee mekanismin ja sulkee venttiilin. Mekanismi on täysin manuaalinen: lämpösulakkeen sulamisen jälkeen jousimekanismi vetää venttiilin kannen kiinni. Kiinni mennessään kansi painautuu venttiilin runkoa vasten, sulkien ilmastointikanavan täysin. Tulipalotilanteessa paisuvatiiviste rungon ja kannen välissä alkaa turvota korkeassa lämpötilassa. Tämä lisää tiiveyttä ja estää tehokkaasti lämmön ja savukaasujen kulkeutumisen venttiilin läpi. (MK Technika, 2025)

Cut-off-venttiili voidaan asentaa sekä seinä- että kattorakenteisiin, ja se soveltuu sekä pehmeisiin että koviin rakenteisiin. Rungon materiaali on sinkitty teräs, joka on maalattu ulkopinnaltaan korroosionkeston parantamiseksi. Venttiili täyttää EN 1366-2- ja EN 13501-3-standardit ja soveltuu käytettäväksi 300 Pa:n negatiivisilla paineilla. Käyttölämpötila-alue on -20 °C – +50 °C, ja venttiiliä on saatavilla kokoluokissa DN100–DN200. (MK Technika, 2025)

5.3 Paloventtiili BV90

Wildeboer tarjoaa EI90-luokan päätelaitteen paloventtiilin, joka on suunniteltu kestävämpään palotilanteeseen 90 minuuttia. Vaikka tämä on 30 minuuttia vähemmän kuin korkeampi EI120-luokka, venttiili huomioitiin, koska sen toimintaperiaate eroaa jonkin verran aiemmista malleista. Venttiili on yhden laitteen kokonaisuus, joka sisältää rungon ja venttiilikiekon (tai "kannen"), joka säätelee joko tulo- tai poistoilmaa. (Wildeboer, 2025)

Venttiilin sisään on integroitu lämpölaukaisumekanismi. Kun lämpötila nousee yli 70 °C, sulanapitokorkki rikkoutuu, jolloin venttiili sulkeutuu jousivoiman avulla. Venttiilikiekko kiinnitetään runko-osaan ruuvaamalla, jolloin kansi asettuu samalla lämpölaukaisulaitteen mekanismiin. Lauetessaan jousi kiristää venttiilikannen tiiviisti runkoa vasten, mikä estää lämmön ja savukaasujen kulkeutumisen ilmastointikanavan läpi. (Wildeboer, 2025)

Venttiilin rungon ja asennuskotelon materiaalina on teräs, joka on pintakäsitelty maalauksella korroosionkestävyyden parantamiseksi. Tiivisteitä on sijoitettu kahteen kohtaan: venttiilin ulkoreunaan, jossa ne tiivistävät venttiilin ilmastointikanavaan, sekä rungon ja kannen väliin, mikä varmistaa tiiviyn venttiilin lauettua. (Wildeboer, 2025)

Venttiilin asennus on mahdollista ilmastointikanavan päähän huoneeseen haluttuun paikkaan. Asennus voidaan suorittaa seinään, kattoon tai palonkestäviin alakattoihin, käyttäen yleisimpiä rakennusmateriaaleja tai metallirakenteita. Venttiiliä on saatavana kokoluokissa DN100–DN200, mikä kattaa yleisimmät ilmanvaihtokanavien koot. (Wildeboer, 2025)

6 Perhospaloventtiilin valinta ja 3D mallinnus

Luvussa käsitellään tuotteen valintaperusteita toimintamekanismiin liittyen sekä 3D-mallinnusta.

6.1 Mallin valinta

Markkinoiden paloventtiili ratkaisujen analysointi aloitettiin kartoittamalla, miten eri vaihtoehtoja voitaisiin yhdistää toimeksiantajan olemassa oleviin tuotteisiin. Tavoitteena oli löytää ratkaisu, jota voitaisiin tuottaa nykyisessä tuotantoympäristössä. Analysointi kohdistui tuotteiden toiminnallisiin ominaisuuksiin, rakenteellisiin ratkaisuihin ja sovellusmahdollisuuksiin, mutta hintatekijöitä ei otettu vertailussa huomioon.

Markkinoilta löytyvät erilaiset mekaanisesti toimivat paloventtiiliratkaisut analysoitiin ja havaittiin, että ne eivät olleet yhteensopivia toimeksiantajan nykyisten tuotteiden kanssa. Näistä syistä päätettiin jatkaa työtä keskittymällä perhospaloventtiiliin, joka tarjosi paremmin toimeksiantajan vaatimuksia täyttävät ominaisuuksia. Toimeksiantajalla on tavoitteena tuottaa omaan valmistukseen soveltuva EI120 paloventtiili. Selvitettiin mahdollisia paloventtiiliä koskevia rajoituksia sivustolta Espacenet (Espacenet – patent search, 2025). Tuotteen kehittämiseen vaikuttavia patenteja ei ollut voimassa, jolloin voitiin lähteä jatkamaan kehitysprosessia.

Perhospaloventtiilin monipuolisuus perustuu sen runkoon ja paloestävien komponenttien rakenteeseen, jotka on suunniteltu estämään tulipalosta aiheutuvan lämmön ja savukaasujen etenemisen. Venttiilin rungon muotoilu mahdollistaa sen liittämisen erilaisiin tulo- ja poistoilmaventtiileihin, joka tekee siitä soveltuvan monipuolisiin ilmanvaihtoratkaisuihin. Toimeksiantajalla on jo olemassa laaja valikoima venttiileitä, jotka voidaan soveltaa perhospaloventtiilirunkoon, mikä vähentää muiden komponenttien kehitystarvetta. Yrityksellä on myös valmiiksi kehitetty jousisaranaratkaisu, jota voitaisiin mukauttaa käytettäväksi perhospaloventtiilissä.

Markkina-analyysin pohjalta hankittiin tarkemman analysoinnin tueksi EI paloventtiili luokan tuotteita. Avoimilta markkinoilta tilattiin yksi EI120-luokan perhospaloventtiili. Lisäksi tilattiin kaksi EI60-luokan perhospaloventtiiliä tarkemman analysoinnin toteuttamiseksi. Näiden avulla oli mahdollista tutkia venttiilien rakennetta ja toiminnallisuutta tarkemmin, sillä kaikkea tarvittavaa tietoa ei ollut saatavilla verkosta. Tuotteiden avulla analysoitiin venttiilien komponentteja, tiivisteitä ja toiminnallisia eroja.

Vertailussa käytetyt EI60 perhospaloventtiilit olivat toimintaperiaatteeltaan samankaltaisia, mutta ulkotiivisteissä ja läppien rakenteissa oli eroja. Toisessa EI60 paloventtiilissä oli rungon ulkopuolella päällimmäisenä perustiiviste, jonka alla oli paisuvatiiviste. Toisessa EI60 paloventtiilissä oli rakenne luotu niin että rungon ulkotiivisteinä käytetyt paisuvatiiviste, sekä perustiiviste olivat vierekkäin. Läppien levyjen materiaalivahvuudet erosivat hieman toisistaan.

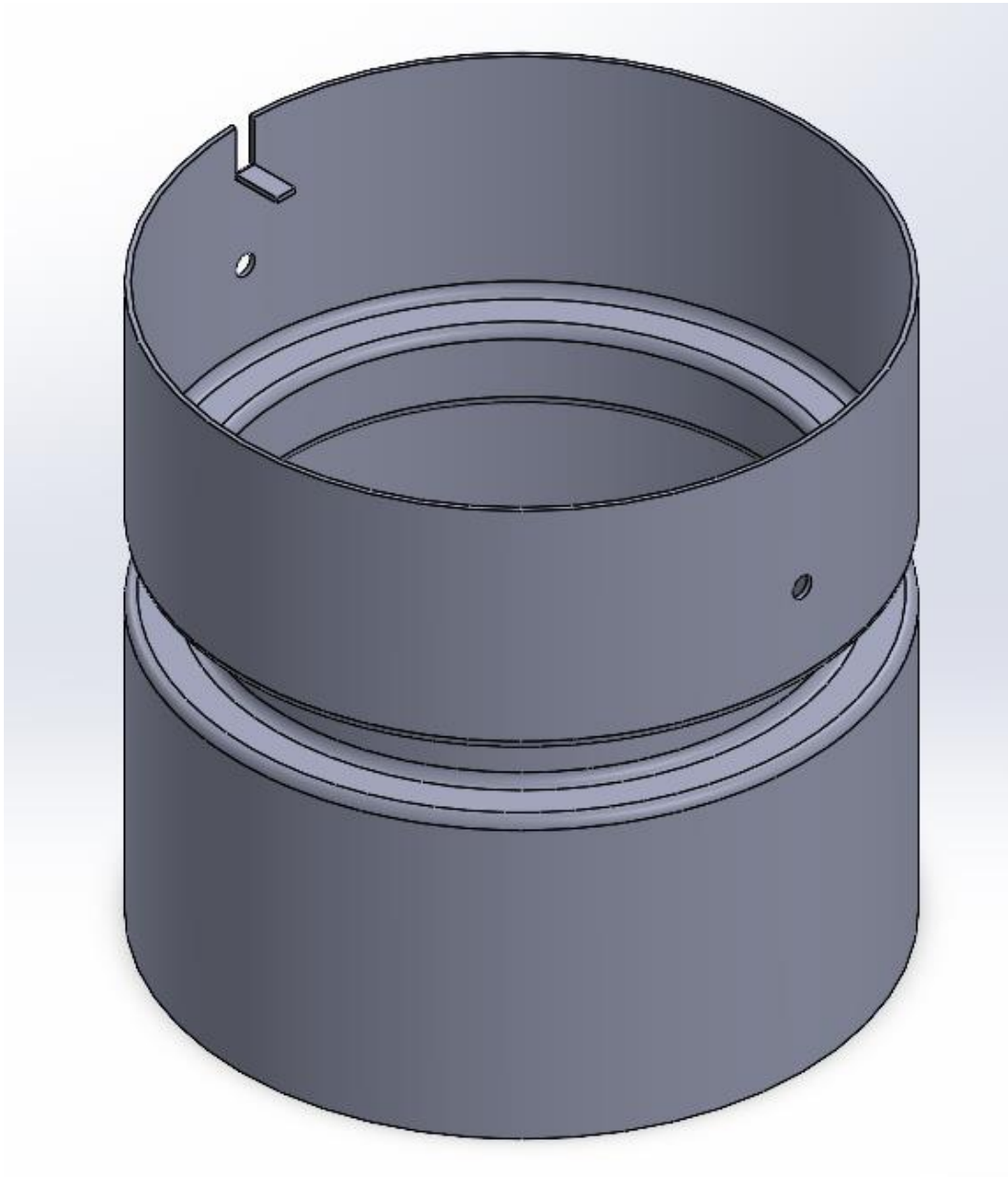
EI120- ja EI60-paloventtiilit voitiin erottaa toisistaan pääasiassa läppien paksuudesta ja tiivisteistä. EI60-venttiilissä ei ollut paisuvatiivistettä läppien sulkuasennon keskivälissä, toisin kuin EI120-venttiilissä. Läppien rakenteellinen ero vaikutti niiden palonkestävyysluokkaan.

6.2 3D mallinnus

3D-malli suunniteltiin ja toteutettiin SolidWorks-ohjelmistolla, joka tarjoaa tehokkaat työkalut venttiiliratkaisun toimintaperiaatteiden visualisointiin ja analysointiin. Ohjelmiston avulla voitiin simuloida venttiilin suunniteltua toimintaa ja testata erilaisia komponenttivalintoja. Mallinnuksessa keskityttiin erityisesti luomaan kaikki EI-paloventtiilin toiminnan kannalta keskeiset komponentit, joiden tehtävänä on estää lämmön ja savukaasujen eteneminen palopellin sulkeutuessa.

6.2.1 Rungon mallinnus

Perhospalventtiin runko suunniteltiin yksiosaiseksi, jotta sen valmistus tuotannossa olisi mahdollisimman yksinkertaista ja tehokasta. Yksinkertainen rakenne vähentää valmistusvaiheita. Rakenne tekee tuotteesta kustannustehokkaamman ja soveltuvamman automatisoituihin valmistusprosesseihin, kuten robotisoiituihin tuotantolinjoihin prosessiteollisuudessa.



Kuva 1. Perhospalventtiin runko (Katariina Saukko)

Rungossa on syvennys, joka on suunniteltu venttiilin sulkuläpille ja tiivisteille. Sulkeutuessaan läpät painuvat syvennyksen pintaa vasten ja tiivistävät ilmastointikanavan. Syvennys mahdollistaa myös tiivisteiden sijoittamisen rungon ulkopuolelle sen kohdalle, mikä lisää rungon pysymistä paikallaan ilmastointikanavassa. Runko tulee tiivisteiden lisäksi kiinnittää ruuvilla kanavaan, jotta se pysyy paikoillaan. Palotilanteessa paisuvatiiviste laajenee kuumuuden vaikutuksesta, mikä lisää rungon tukevuutta ja estää savukaasujen sekä lämmön leviämisen.

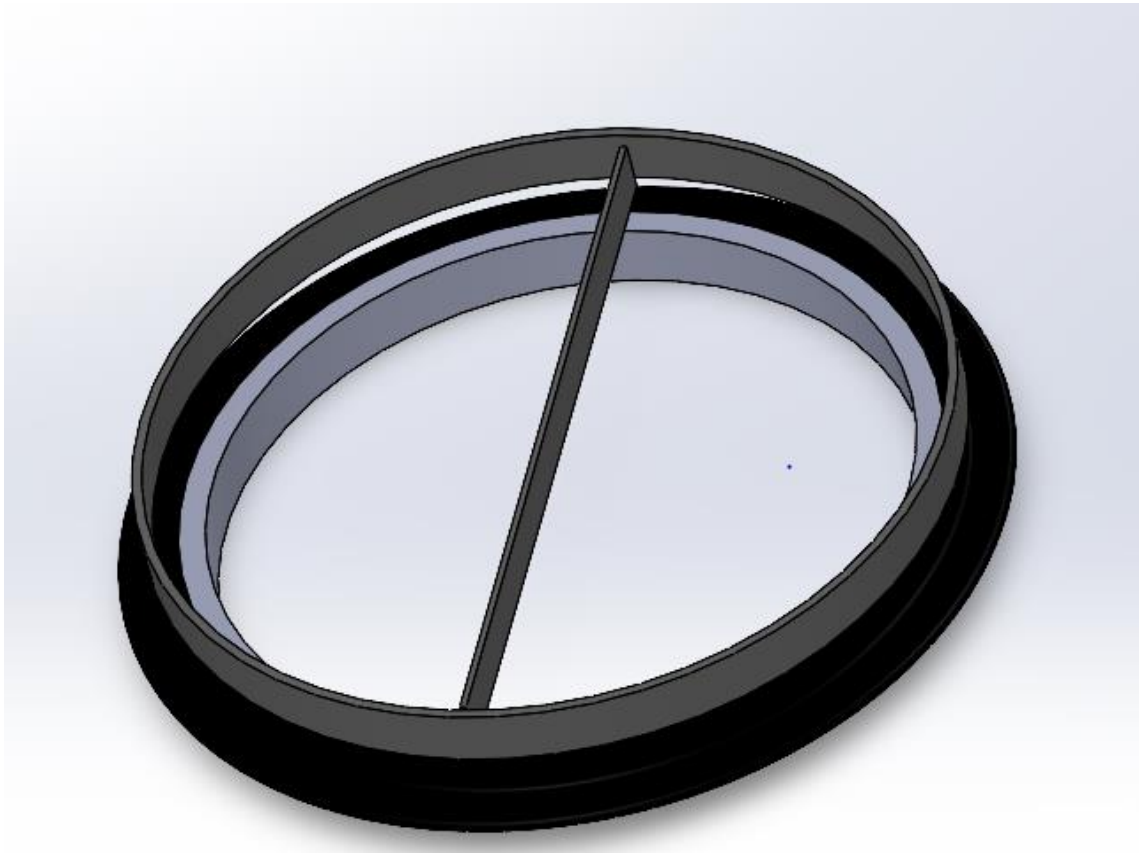
Tiivistystekniikka suunniteltiin siten, että paisuvatiiviste kiinnitetään rungon sisäpintaan, ja sen päälle lisätään perustiiviste kuten Mandikin perhospaloventtiilissä oli toteutettu. Lisäksi rungossa on määritellyt kiinnityskohdat läppämekanismille. Läppien kiinnitystä varten luotiin rungon pintaan sijoitetut reiät.

Rungon materiaaliksi valikoitui teräs sen käsiteltävyyden ja valmistettavuuden vuoksi. Rungossa on mahdollista käyttää galvanoitua tai sinkittyä terästä (Mandik, 2015; MK Technika, 2025). Teräs on palamaton aine, joka omaa hyvän lujuuden, lämmönsietokyvyn ja muovattavuuden sekä on kevyt materiaali. Tämän myötä tuotteen kokonaispaino saadaan pidettyä pienenä. Teräksen lämpöominaisuudet riippuvat sen metalliseoksesta, mitä alhaisempi sen hiilidioksidipitoisuus on, sitä paremmin se kestää nopeaa lämpenemistä. Teräksen positiivisia ominaisuuksia on sen monipuolinen liitettävyyden, esimerkiksi hitsaamalla. (Väisänen, 2025)

Teräspinnan ominaisuuksia voidaan parantaa joko sinkityksellä tai maalauksella, joka parantaa rungon korroosionkestävyyttä (Väisänen, 2025). Valmistusprosessi alkaa levyteräksen leikkaamisella, sen jälkeen levyn pintaan tehdään kiinnitysreiät, joihin kiinnitettävät komponentit voidaan asentaa. Muotoiluvaiheessa levy taivutetaan haluttuun muotoon, ja lopuksi pyöreäksi muotoiltu rakenne hitsataan kiinni. Tämä rakenne ja valmistustapa takaavat rungon toimivuuden, kestävyuden ja palonkestävyyden, samalla optimoiden tuotannon tehokkuuden.

6.2.2 Tiivisteet

Paloventtiin tiivisteet toimivat sekä venttiin paikoillaan pitämisen, että tiivistämisen kannalta kriittisinä komponentteina. Asennuksen jälkeen tiivisteet varmistavat, että venttiili pysyy tukevasti ilmanvaihtokanavan halutussa kohdassa. Tulipalotilanteessa tiivisteiden ominaisuudet aktivoituvat ja paisuvat, sekä tiivistävät kanavan niin, että lämpö ja savukaasut eivät pääse etenemään rakenteen läpi.



Kuva 2. Tiivisteet (Katariina Saukko)

Paloventtiilissä käytetään kahta erilaista tiivistettä, joilla on omat tehtävänsä. Ensimmäinen tiiviste on silikonipohjainen (kuvassa 2 musta), joka asennetaan rungon ulkopuolelle paisuvatiivisteeseen päälle. Tämä tiiviste kestää korkeita lämpötiloja ja säilyttää elastisuutensa, mikä mahdollistaa venttiin tiiviin

kiinnityksen ilmanvaihtokanavassa myös normaalissa käytössä (V.A.V. Group, 2025).

Toinen tiiviste on paisuvatiiviste, joka valmistetaan esimerkiksi grafiitista tai muusta intumescenttiseoksesta (kuvassa 2 harmaat tiivisteet). Tämä tiiviste on asennettu rungon syvennykseen silikonitiivisteen alle. Paisuvatiiviste aktivoituu korkeissa lämpötiloissa, laajenee ja täyttää tiivistettävät kohdat.

Paisuvatiivistettä käytetään myös rungon sisäpuolella. Se kiertää sisäreunassa koko rungon ympäri siinä kohdassa, mihin läpät sulkeutuvat. Toisen läpän keskireunassa on kerros paisuvatiivistettä. Lisäksi läppiin tarvitsee asentaa pintoihin molemmin puolin paisuvatiiviste levyt, jonka avulla läppien kalsiumsilikaattilevyt kestävät palotilanteessa. Näiden sisäpuolisten tiivisteiden tarkoituksena on varmistaa ilmatiiviyys palotilanteessa estämällä savukaasujen ja lämmön eteneminen venttiilin läpi. (Palotiivisteet | Raitatuote Oy, 2025)

Tällainen yhdistelmä erilaisia tiivistemateriaaleja tekee venttiilistä tehokkaan ja luotettavan osan ilmanvaihtojärjestelmän passiivista palosuojausta.

6.2.3 Sulkumekanismi

Perhospaloventtiilin sulkumekanismi perustuu mekaanisiin sulkijäläppiin, jotka estävät ilmavirran kulun venttiilin läpi. Mekanismi on täysin mekaaninen eikä tällä hetkellä ole mahdollista automatisoida, sillä päätelaitteessa ei ole tilaa tarvittavalle laitteistolle. Läppien liikerata on 90 astetta, siirtyen auki-asennosta suljettuun asentoon.

Sulkumekanismi toimii seuraavasti: normaalitilanteessa läppiä pitää avoimessa asennossa niiden kumpaankin puoleen kiinnitetty sulake. Kun lämpötila nousee, sulake hajoaa, mikä vapauttaa läpät. Sulakkeen rikkouduttua läpät sulkeutuvat jousisaranoiden avulla, jotka palauttavat läpät suljettuun asentoon jousivoiman vaikutuksesta. Jousisaranat eivät pelkästään sulje läppiä, vaan myös pitävät ne tiukasti suljetussa asennossa siihen asti, että paisuvatiiviste alkaa turvota ja pitää läpät paikoillaan. Lisäksi rungon sisäreunoissa olevat teräksiset lukituksen varmistimet estävät yhdessä jousisaranan kanssa tulipalosta syntyvän paineen

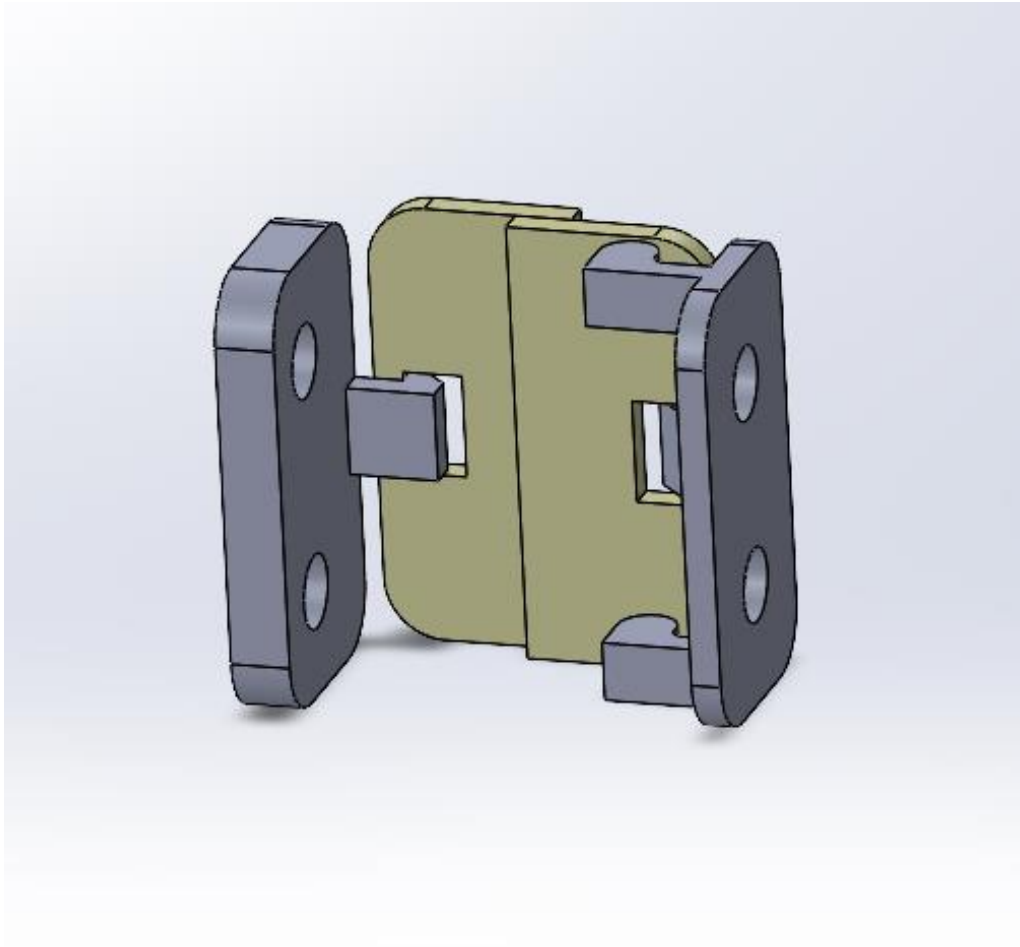
vaikutuksesta tapahtuvan läppien uudelleen avautumisen. Nämä lukituksen varmistajat on luotu teräksestä, sillä ominaisuuksiltaan teräs sopii lukitsijoiden materiaaliksi sen kestävyden, muokattavuuden ja lämmönsietokyvyn takia (Väisänen, 2025).

Jouset ovat tehty teräksestä, jolloin ne on tehty kestävämmän raskaita kuormituksia, väsymystä ja korroosiota, mikä takaa niiden luotettavan ja tasaisen suorituskyvyn pitkällä aikavälillä. Näiden jousien materiaalina käytetty teräs mahdollistaa tarkat ja ennustettavat voimaominaisuudet. (Norvee, 2024).

Läppien materiaalina käytetään kalsiumsilikaattilevyä, joka koostuu kalkin ja hiekan yhdistelmästä. Tämä materiaali eristää tehokkaasti lämpöä, on kevyt, palamaton ja vesihöyrytiivis. Kalsiumsilikaattilevy on helposti työstettävissä, mikä mahdollistaa sen muokkaamisen täsmällisesti venttiilin vaatimusten mukaiseksi. Näiden ominaisuuksien ansiosta kalsiumsilikaattilevy estää tehokkaasti lämmön ja savukaasujen etenemisen venttiilin läpi. (Oy Abresto AB, 2024)

6.2.4 Sulake

Tuotteeseen valittu sulake aktivoi mekaanisen ketjun, kun lämpötila nousee 72°C:een (Hydro-X, 2025). Sulake on kiinnitetty venttiilin sulkijäläppiin kiinnikkeillä, jotka voidaan valmistaa teräksestä tai muovista. Kiinnikkeiden ei tarvitse kestää tulipaloa, sillä kun paisuvatiiviste aktivoituu venttiiliä ei voi uudelleen käyttää. Jos lämpötila on noussut yli 72°C:een ja sulake on lauennut, mutta venttiiliin ei ole tullut muita muutoksia lämpötilan vaikutuksesta, voidaan kiinnikkeisiin lisätä uusi sulake jotta venttiili saadaan takaisin käyttöön. Kiinnikkeiden rakenne mahdollistaa sulakkeen toiminnan ja turvallisuuden.



Kuva 3. Sulake kokoonpano (Katariina Saukko)

Sulakkeen kiinnikkeet eroavat hieman toisistaan. Toinen kiinnike pitää sulakkeen paikallaan, varmistaen sen vakauden käytön aikana. Toinen kiinnike on varustettu pienellä ulokkeella, joka voidaan irrottaa sulakkeesta. Tämä irrotettava uloke mahdollistaa sulkijäläppien manuaalisen liikuttamisen ilman, että sulake laukeaa tai, että sitä täytyy vaihtaa uuteen. Tällainen ratkaisu lisää huoltotoimenpiteiden joustavuutta ja vähentää komponenttien kulutusta.

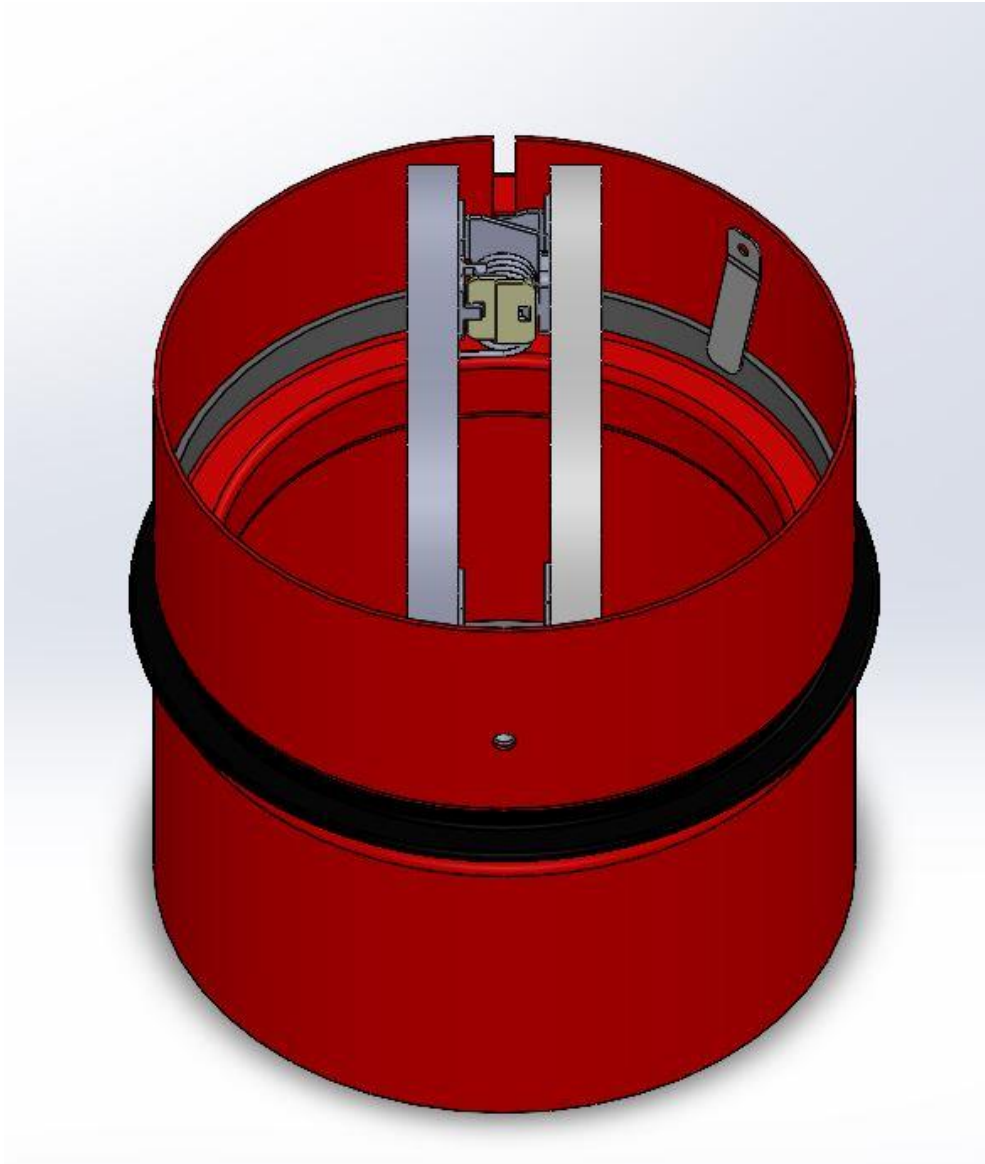
Valitun sulakkeen materiaali on messinki, ja se koostuu kahdesta messinkilevystä, jotka on yhdistetty lämpöön reagoivalla seoksella. Kun sulake altistuu korkealle lämpötilalle, seos sulaa, jolloin messinkilevyt irtoavat toisistaan ja vapauttavat mekanismin. Jos sulake laukeaa palotilanteessa, se on vaihdettava uuteen, jotta venttiili palautuu toimintakuntoon ja järjestelmän turvallisuus varmistetaan. (Hydro-X, 2025)

6.3 EI120 paloventtiili kokoonpano

3D-malli suunnitellusta EI120-paloventtiilistä on luotu havainnollistamaan venttiilin toimintaa, kokoluokkia ja materiaalivalintoja. Tämä visuaalinen esitys mahdollistaa tuotteen toiminnan ja toimivuuden arvioinnin. Kokoonpano sisältää kaikki paloventtiilin vaatimat komponentit, ja mallin suunnittelussa on huomioitu yrityksen valmistusresurssit mahdollista jatkokehitystä varten.

Paloventtiili on täysin mekaaninen rakenne, joka takaa luotettavan toiminnan eri tilanteissa. Kokoonpanossa osat kiinnitetään toisiinsa popniiteillä, saranoilla tai tiivisteessä käytettävällä liimalla, mikä varmistaa komponenttien paikallaan pysymisen ja toiminnallisuuden. Malli täyttää konseptiselvityksessä asetetut tekniset ja toiminnalliset vaatimukset sekä säädöksissä ja standardeissa asetetut vaatimukset paloventtiileille.

Työn aikana tutkittiin mahdollisuuksia sähköisen katkaisimen integrointiin, jotta venttiilin auki- ja kiinniasentoja voisi ohjata etänä ja liittää osaksi verkostoa. Tilankäytön rajoitukset kuitenkin estivät tämän ominaisuuden toteutuksen. Sähköisen katkaisimen kehittäminen jatkossa olisi hyödyllistä, sillä se helpottaisi säädösten vaatimia testausprosesseja ja mahdollistaisi entistä monipuolisemman tuotteen. Mallin avulla yritys voi jatkaa tuotteen jatkokehitystä ja edetä seuraavassa vaiheessa prototyypin valmistukseen ja tuotteen toimivuuden testaamiseen.



Kuva 4. Kokoonpano auki (Katariina Saukko)

Kun venttiili on avoimessa asennossa, sen läpät pysyvät auki sulakkeen avulla. Sulake on kiinnitetty läppien kiinnitysmekanismiin, mahdollistaen se ilman vapaan virtauksen venttiilin läpi. Venttiilin sulkeutuminen käynnistyy, kun ympäristön lämpötila saavuttaa 72 °C. Tällöin sulake sulaa, vapauttaen läpät.

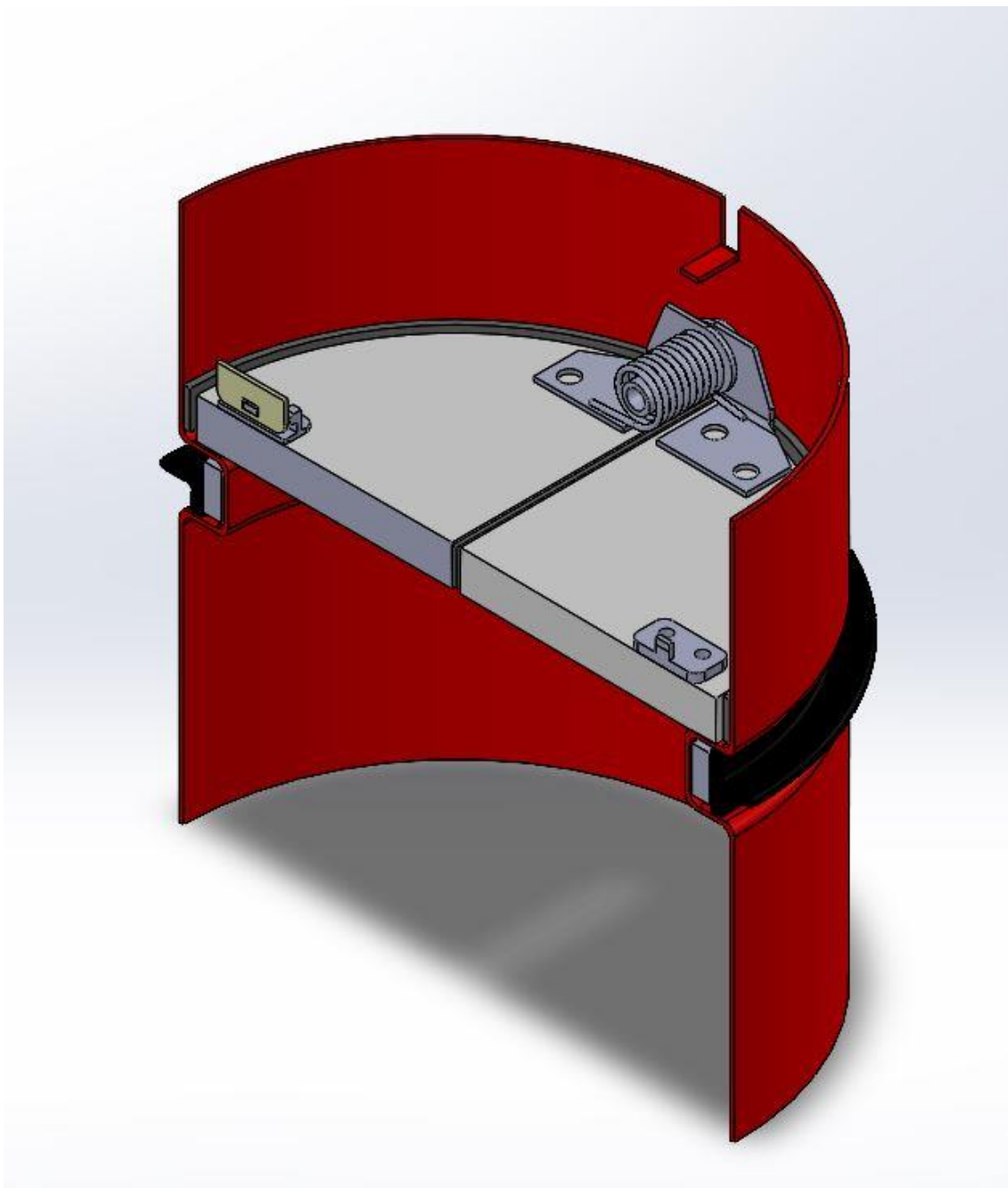
Läpät sulkeutuvat jousivoiman vaikutuksesta ja painautuvat rungon sisäpuolella olevaan syvennystä vasten. Kun läpät ovat täysin kiinni, lukitusliuskat varmistavat, että ne pysyvät paikoillaan. Suljettuna venttiilin kautta ei pääse virtaamaan ilmaa. Läpissä oleva keskitiiviste estää ilman kulun keskeltä, ja

rungon reunoilta ilman virtausta estää läppien tiivis painautuminen runkoa vasten.

Jos lämpötila jatkaa nousua sulakkeen laukeamisen jälkeen, aktivoituu paisuvatiiviste. Tämä tiiviste laajenee moninkertaiseksi alkuperäiseen kokoonsa verrattuna ja varmistaa venttiilin täydellisen tiiviiden. Tällöin lämpö ja savukaasut eivät pääse etenemään venttiilin kautta.

Venttiili asennetaan ilmanvaihtokanavan sisään siten, että läpät aukeavat kanavaan päin eikä huoneeseen päin. Venttiilin toiseen päähän (kuvassa 5, venttiilin alareuna) asennetaan säätöventtiili, joka hallitsee tulo- ja poistoilman virtausta. Asennettavan venttiilin rakenne ja muoto riippuvat ilmanvaihtokanavan suunnasta (tulo- tai poistoilma) sekä halutusta ilmavirtauksesta.

EI120-paloventtiili on kompakti ja tehokas ratkaisu, joka parantaa paloturvallisuutta. Sen suunnittelu mahdollistaa joustavan asennuksen eri paikkoihin, mikä lisää sen käyttömahdollisuuksia erilaisissa ympäristöissä. Venttiilin osat näkyvät tarkemmin liite 1, räjäytyskuvassa.



Kuva 5. Kokoonpano kiinni leikkaus (Katariina Saukko)

7 Yhteenveto ja pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia konseptiselvitys EI120-paloluokan paloventtiilistä, joka täyttää standardin SFS-EN 1366-2 vaatimukset. Työhön sisältyi myös venttiilin 3D-mallinnus, jossa visualisoitiin toiminnan kannalta keskeiset komponentit. Mallinnuksessa otettiin huomioon toimeksiantajan nykyiset tuotantoresurssit ja tavoitteet, jotta tuote olisi jatkokehityksen kautta mahdollista valmistaa ja sisällyttää yrityksen tuotevalikoimaan. Työn tavoitteena oli tarjota toimeksiantajalle selkeä käsitys tuotteen rakenteesta, toiminnasta ja sen keskeisistä vaatimuksista.

Työn aikana laadittiin perusteellinen selvitys markkinoilla olevista paloventtiiliratkaisuista ja niiden eroista. Selvityksen avulla pystyttiin analysoimaan eri paloluokkien tuotteita ja niiden toimintaan vaikuttavia komponentteja. Analyysin perusteella voitiin todettiin, että perhospaloventtiili on toimeksiantajan kannalta monipuolisin ja kustannustehokkain ratkaisu. Perhospaloventtiilin etuna on tuotteen sujuva integrointi toimeksiantajan olemassa oleviin tulo- ja poistoilmaventtiileihin tuotevalikoimaan.

Vaikka markkinoilla olevien tuotteiden rakenteista ja komponenteista oli saatavilla rajallisesti tietoa, ongelmaa lähdettiin ratkaisemaan tilaamalla ja analysoimalla muutamaa perhospaloventtiileitä eri paloluokista (EI60 ja EI120). Näiden analyysien pohjalta todettiin, että EI120-luokan venttiilin toteutus on teknisesti mahdollinen ja täyttää paloturvallisuusvaatimukset.

Opinnäytetyön lopputuloksena syntyi selkeä 3D-malli, joka tarjoaa toimeksiantajalle hyvän pohjan jatkokehitykselle. Luomani malli havainnollistaa tuotteen toimintaa ja sen keskeisiä rakenteellisia ominaisuuksia. Opinnäytetyö vastasi kiitettävästi asetettuihin tavoitteisiin, ja sen tuloksena toimeksiantaja sai arvokasta tietoa tuotteen mahdollisuuksista ja haasteista. Työn pohjalta yrityksellä on selkeä lähtökohta arvioida, onko järkevää investoida tuotteen kehittämiseen.

Lähteet

Espacenet – patent search (2025). Available at:

<https://worldwide.espacenet.com/patent/> (Accessed: 8 January 2025).

FINLEX (2017) *Ympäristöministeriön asetus rakennusten... 848/2017*.

Oikeusministeriö. Available at:

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170848#Pidm46111188916480>

(Accessed: 4 November 2024).

FläktGroup Finland Oy (2024). Available at: <https://www.flaktgroup.com/fi/tietoa-meista/> (Accessed: 4 November 2024).

Fusible Link (2024) *Fusible Link*. Available at: <https://www.fusible-links.co.uk/description> (Accessed: 5 November 2024).

Hydro-X (2025) 'Fusible Links'. Available at: https://www.hydro-x.co.uk/air_treatments/fusible-links/ (Accessed: 14 January 2025).

Mandik (2015) *Mandik, damper*. Available at: <https://www.mandik.com/product-line/fire-fighting-technologies/cfdm-cfdm-v> (Accessed: 8 January 2025).

MK Technika (2025) *Cut-off fire damper E1120*. Available at:

<https://www.mktechnika.it/cut-off-fire-damper/> (Accessed: 8 January 2025).

Norvee (2024) *Teräksiset kierrejouset*. Available at:

<https://fi.metalcoilspring.com/steel-springs/steel-coil-springs.html> (Accessed: 12 January 2025).

Oy Abresto AB (2024) *Kalsiumsilikaatti*. Available at:

<https://www.abresto.fi/materiaalit/kalsiumsilikaatti.html> (Accessed: 15 December 2024).

Palotiivisteet | Raitatuote Oy (2025) *fi*. Available at:

<https://raitatuote.fi/palotiivisteet> (Accessed: 5 January 2025).

Perttunen, R., Kallioniemi, P. and Railio, J. (2018) *Ilmanvaihdon paloturvallisuus -käsikirja*. FläktGroup Finland Oy.

Rf-Technologies (2020) 'SCV+, Fire damper cartridge with finishing valve'. Rf-Technologies. Available at:

https://www.rft.eu/assets//PIM/INDD%20tech%20notes/S5%20-%20SCVP/EN/BRO_S5_SCVP_EN.pdf.

Suomen Standardisoinmisliitto SFS (2015) 'SFS-EN 1366-2'.

Talotekniikka (2021) 'Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus -opas'.

Talotekniikkainfo (2024) *Rakennusosien paloluokitus, Talotekniikkainfo*. Available at: <https://talotekniikkainfo.fi/ilmanvaihtolaitosten-paloturvallisuus-opas/62-rakennusosien-paloluokitus> (Accessed: 5 November 2024).

Väisänen, P. (2025) *Teräs*. 2007th edn. Vammala: TKK Arkkitehtiosasto, Rakennusoppi 2007. Available at: https://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/40/66e53a5/Teras_web.pdf.

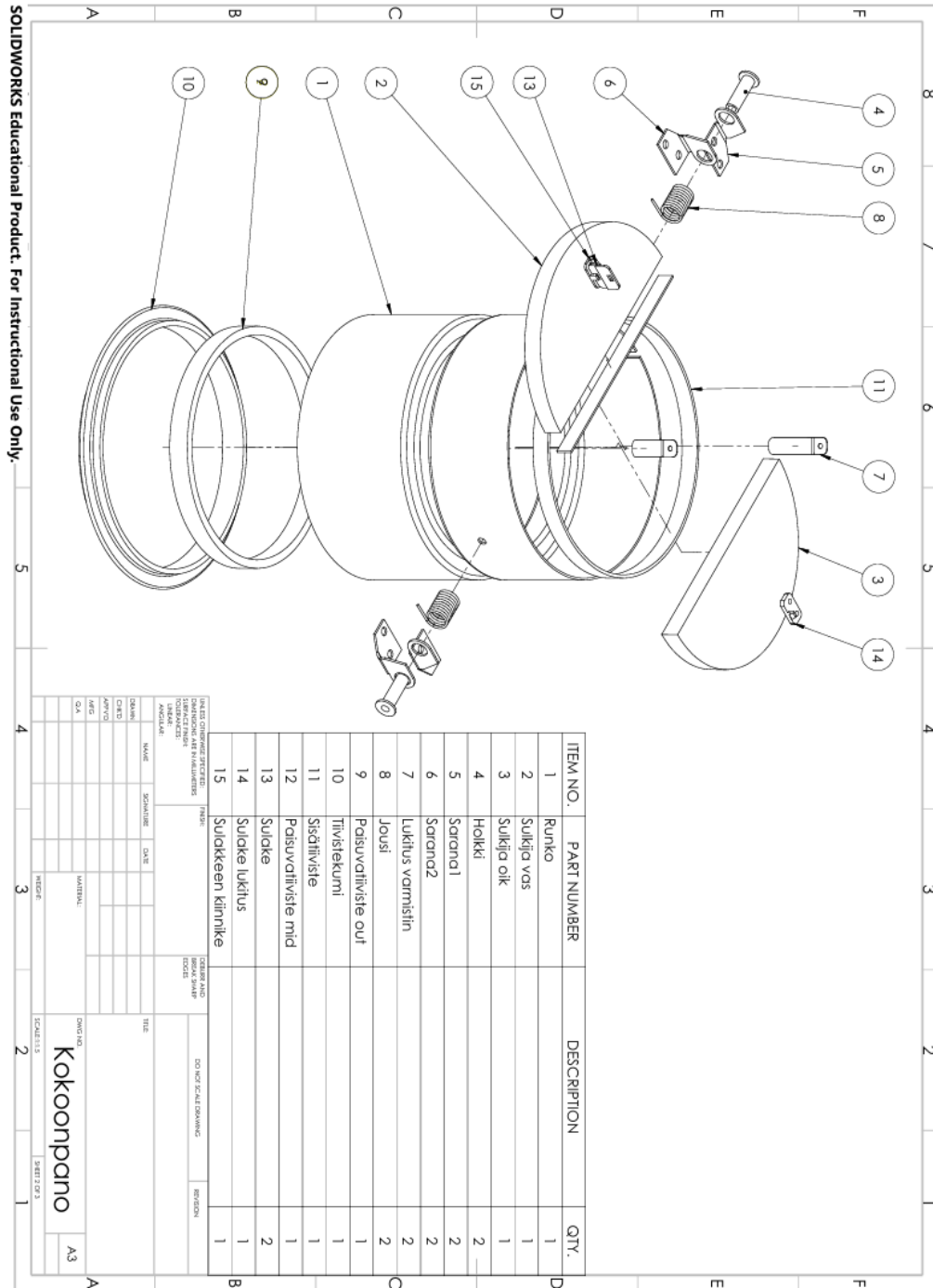
V.A.V. Group (2025) *Profiili- ja Tiivistemateriaaliopas*. Available at: <https://vav-group.com/material-guide-fin/> (Accessed: 12 January 2025).

Wildeboer (2025) *BV90 fire protection valve*. Available at: <https://www.wildeboer.de/en/products/fire-protection/fire-protection-valves/bv90-fire-protection-valve#techDetails> (Accessed: 8 January 2025).

Ympäristöministeriö (2024) *Suoritustasoilmoitus, Ympäristöministeriö*. Available at: <https://ym.fi/ce-merkinta> (Accessed: 7 November 2024).

Ympäristöministeriö (2025) *CE-merkintä, Ympäristöministeriö*. Available at: <https://ym.fi/ce-merkinta> (Accessed: 12 January 2025).

EI120 paloventtiin 3D malli



Liite 1, Räjätyskuva