

Markus Herlin

## **ILMANVAIHTOKANAVIEN ERISTYS VESIKATOLLA**

# ILMANVAIHTOKANAVIEN ERISTYS VESIKATOLLA

Markus Herlin  
Opinnäytetyö  
Kevät 2019  
Talotekniikan tutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Talotekniikan tutkinto-ohjelma, LVI-Insinööri

---

Tekijä: Markus Herlin  
Opinnäytetyön nimi: Vesikaton ilmanvaihtokanavien eristys  
Työn ohjaaja: Martti Rautiainen  
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2019  
Sivumäärä: 25

---

Asuntorakentamisessa vesikattojen ilmanvaihtokanavien eristämisen suunnittelussa on huomattavia eroja kohteiden välillä. Opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää yhdessä rakennuttajan suunnittelunohjauksen ja suunnittelijoiden kanssa yhtenäinen ohjeistus vesikaton ilmanvaihtokanavien eristämiseen. Opinnäytetyössä pyritään löytämään ratkaisu, joka voidaan toteuttaa jokaisessa rakennuskohteessa samalla tavalla ja optimitilanteessa palo- ja lämmöneristys saadaan toteutettua yhdellä eristysmateriaalilla.

Opinnäytetyön perustana ovat ympäristöministeriön ilmanvaihtolaitteiston paloturvallisuusopas ja ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. Lisäksi työtä varten haastateltiin kohteiden LVI-suunnittelijoita sekä järjestettiin kokouksia rakennuttajan suunnittelunohjauksesta vastaavan tahon kanssa.

Opinnäytetyön tulokset esitettiin rakennuttajan suunnittelunohjauksesta vastaavalle taholle, joka hyväksyi tehdyt ehdotukset vesikaton ilmanvaihtokanavien eristystapojen yhtenäistämistä tulevissa rakennuskohteissa.

Työn seurauksena vesikattojen ilmanvaihtokanavien suunnittelunohjausta voidaan parantaa tulevissa rakennuskohteissa ja aiheeseen liittyvät epäselvyydet saadaan kitkettä pois. Vesikattojen ilmanvaihtokanavat tullaan tulevissa rakennuskohteissa eristämään EI60-paloluokan mukaisesti työssä esitetyillä tai ominaisuuksiltaan sitä vastaavilla tuotteilla.

---

Asiasanat: ilmanvaihto, paloneristys, lämmöneristys, vesikatto

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Building Services, HVAC-Engineer

---

Author: Markus Herlin  
Title of thesis: Insulation of rooftop's ventilation ducts  
Supervisor: Martti Rautiainen  
Term and year when the thesis was submitted: Fall 2019  
Number of pages: 25

---

There are significant differences in insulation design's between construction projects. The objective of this thesis was to produce clear instructions for insulation of ventilation ducts on residential building's rooftop. The purpose of instruction was to simplify and aid HVAC designing.

The instructions are based on Fire safety instructions in ventilation installation and Fire safety regulation of building's which are both released by Finnish ministry of environment. In addition, I interviewed several HVAC designers and we arranged two meetings with constructor's supervisors, who are responsible for supervision of HVAC designing in projects.

Results of thesis were presented to constructor's supervisors and they accepted all suggestions concerning rooftop's insulation of ventilation ducts. Suggestions about standardization of insulation methods will be taken into use in future projects.

As result of thesis, supervision of HVAC design can be improved in future projects and confusions will be reduced. Ventilation pipes insulation in residential buildings rooftops will be made in future with EI60-fire insulation materials.

---

Keywords: fire insulation, thermal insulation, rooftop, ventilation

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	3
SISÄLLYS.....	5
1 JOHDANTO.....	6
2 ILMANVAIHTOJÄRJESTELMIEN PALOTURVALLISUUS.....	7
2.1 Ilmanvaihtokanavien materiaalivaatimukset.....	8
2.2 Ilmanvaihtokanavien paloneristysvaatimukset.....	8
2.3 Asuntokohtainen ilmanvaihtojärjestelmä.....	8
2.4 Keskitetty ilmanvaihtojärjestelmä.....	9
2.5 Paloturvallisuuden ja puhdistettavuuden kannalta vaativat kohdepoistokanavat.....	10
3 LECA-SORA.....	12
3.1 Leca-soran lämmönjohtavuus.....	12
3.2 Leca-soran palonkestävyys.....	13
3.3 Leca-soran käytön vaikeudet paloeristeenä vesikatolla.....	14
4 ERISTYSTAVAT VESIKATOLLA.....	15
4.1 Leca-sora paloeristeenä ja lämmöneristys kivivillamatolla.....	15
4.2 Paloneristys EI30- ja EI60-paloluokan mukaan.....	16
4.3 Paloneristys EI60-paloluokan mukaan.....	17
5 ERISTYSTAPOJEN KUSTANNUSVERTAILU.....	20
5.1 Tarjous 1. ilmanvaihtokanavien eristäminen 100 mm:n lämmöneristeellä.....	20
5.2 Tarjous 2. Ilmanvaihtokanavien eristäminen EI60-paloluokan mukaisella eristeellä.....	20
5.3 Kustannuserot eristysten välillä.....	21
6 ERISTYSRATKAISUT TULEVIIN RAKENNUSKOHTEISIIN.....	22
7 YHTEENVETO.....	24
LÄHTEET.....	26

# 1 JOHDANTO

Asuntorakentamisessa vesikattojen ilmanvaihtokanavien eristämisen suunnittelussa on huomattavia eroja kohteiden välillä. Opinnäytetyön tarkoituksena on kehitellä yhdessä rakentajan suunnittelunohjauksen ja suunnittelijoiden kanssa yhtenäinen ohjeistus vesikaton ilmanvaihtokanavien eristämiseen. Ilmanvaihtokanavien palo- ja lämmöneristeet kehittyvät jatkuvasti ja olemassa on useita tapoja, millä saavutetaan vaatimusten mukainen eristys. Opinnäytetyössä pyritään löytämään ratkaisu, joka voidaan toteuttaa jokaisessa tasakattoisessa asuinrakennuskohteessa samalla tavalla ja optimitilanteessa palo- ja lämmöneristys saadaan toteutettua yhdellä eristysmateriaalilla.

Opinnäytetyön suorittamisen alkuvaiheessa oltiin yhteydessä kahteen LVI-suunnittelijaan asiaan liittyen ja heidän näkemyksensä oli, että ilmanvaihtojärjestelmien paloeristykseen liittyvät asiat eivät ole LVI-suunnittelussa täysin selviä ja paloturvallisuuteen liittyvät määräykset jättävät tulkinnanvaraa. Kuntien viranomaisten tulkintojen välillä on myös eroavaisuuksia ja asiat nähdään usein eri tavoin. Viranomaisten kanta kohteen paloturvallisuudesta on toteuttamisessa etusijalla, minkä jälkeen turvaudutaan asetuksiin, määräyksiin ja oppaisiin. Rakennusten uusi paloturvallisuusopas ilmanvaihtolaitteistojen osalta on työn alla ja tällä hetkellä LVI-suunnittelussa hyödynnetään ympäristöministeriön ilmanvaihtolaitteistojen paloturvallisuusopasta (2012) ja ympäristöministeriön asetusta 848/2017 rakennusten paloturvallisuudesta (2017).

Tämä opinnäytetyö tehdään Caverion Suomi Oy:n toimeksiannosta. Caverion Oyj on suomalainen pörssiyhtiö, joka suunnittelee, huoltaa ja ylläpitää käyttäjäystävällisiä ja energiatehokkaita teknisiä ratkaisuja kiinteistöille, teollisuudelle ja infrastruktuurille Pohjois-, Keski- ja Itä-Euroopassa. Caverion työllistää noin 16 000 työntekijää 11 eri maassa ja on yksi Euroopan johtavista teknisiä ratkaisuja kiinteistöille ja teollisuudelle tarjoavista yrityksistä. Yrityksen pääkonttori sijaitsee Vantaalla. (1, s. 1.) Caverion Oyj syntyi vuonna 2013 kun konsernin kiinteistötekniset ja teollisuuden palvelut irrotettiin YIT konsernista itsenäiseksi yhtiöksi (2, s.1). Yrityksellä on kaksi liiketoimintayksikköä: Projektit ja Palvelut (3, s.1).

## 2 ILMANVAIHTOJÄRJESTELMIEN PALOTURVALLISUUS

Rakennukset jaetaan kolmeen paloluokkaan, P1, P2 ja P3. Ilmanvaihtolaitteistojen paloturvallisuusoppaassa (2012) rakennusten paloturvallisuudesta on paloluokat määritelty seuraavalla tavalla: Paloluokkaan P1 kuuluvan rakennuksen kantavien rakenteiden oletetaan pääsääntöisesti kestävän tulipalossa sortumatta. Rakennuksen henkilömäärää ja kokoa ei ole määritelty. Paloluokkaan P2 kuuluvan rakennuksen rakenteiden vaatimukset voivat olla paloteknisesti matalampia kuin P1 luokassa. Riittävä turvallisuustaso rakennuksessa voidaan saavuttaa asettamalla vaatimuksia seinien, sisäkattojen ja lattioiden pintojen ominaisuuksille. Lisäksi kerrosten ja henkilöiden lukumäärää on rajoitettu. Paloluokkaan P3 kuuluvan rakennuksen kantaville rakenteille ei aseteta erityisvaatimuksia palonkestoon liittyen. Riittävä turvallisuustaso saavutetaan rajoittamalla rakennuksen kokoa ja henkilömäärää käyttötavan mukaan. Asuinkerrostalot kuuluvat P1-paloluokkaan, jossa on tiukimmat vaatimukset. (4, s.7.)

Rakennusosan paloluokan merkintä on kaksiosainen, esimerkiksi REI60. Ensimmäisessä osassa ilmoitetaan, mitä rakennusosaa vaatimus koskee, ja jälkimmäisessä ilmoitetaan palonkesto aika minuutteina. Käytetyimmät rakennusosan vaatimukset asuinkerrostaloissa ovat kantavuuden, tiiveyden ja eristävyys palonkestävyyssaijoja. Rakennusosiin kohdistuvat vaatimukset kuvataan seuraavilla merkinnöillä:

- R kantavuus
- E tiiviys
- I eristävyys.

Kantavuudella R tarkoitetaan sitä, että rakennusosan on säilytettävä kantavuutensa palon syttyessä sille määrätyn ajan. Tiiviydellä E tarkoitetaan, että talotekniseen asennukseen sisältyvän komponentin on estettävä palon syttyessä merkittävä määrä liekkejä tai kuumia kaasuja kulkemasta tulen puolelta tulen vastakkaiselle puolelle, mikä aiheuttaisi joko palolle altistamattoman pinnan tai sen lähellä olevan materiaalin syttymisen. Eristävyydellä I tarkoitetaan talotekniseen asennukseen sisältyvän komponentin kykyä estää palon siirtyminen niin, ettei palo siirry puolelta toiselle lämmönsiirtymisen seurauksena. Lämmönsiirtyminen on rajoitettava niin, etteivät tulen vastakkaiset pinnat tai mikään niiden läheisyydessä oleva materiaali syty palamaan. (4, s.50.)

Ilmanvaihtolaitteistoon liittyen käytetään yleisesti EI-merkintää, joka määrittelee ilmanvaihtokanavan ja sen ympäröivien asennusmateriaalien tiivyyden ja eristävyden keston palotilanteessa.

## **2.1 Ilmanvaihtokanavien materiaalivaatimukset**

848/2017 Ympäristöministeriön asetuksessa rakennusten paloturvallisuudesta on määritelty, että ilmanvaihtojärjestelmä ei saa myötävaikuttaa palon tai savukaasujen leviämiseen vaaraa aiheuttavalla tavalla. Useaa palo-osastoa tai osaa palvelevien ilmanvaihtokanavien seinämät on tehtävä vähintään A2-s1, d0 -luokan tarvikkeista, sillä sen on kestettävä siihen kohdistuvat kuumuuden ja puhdistuksen aiheuttamat rasitukset. (5, s.12.)

Rakennustarvikkeet on luokiteltu paloon osallistumisen, savuntuoton ja palavien pisaroiden syntymisen mukaan. A2-s1, d0 on tarvike, joka osallistuu paloon rajoitetusti, jonka savuntuotto on vähäistä ja josta irtoavat palavat pisarat tai osat sammuvat nopeasti. (4, s.8.)

Ilmanvaihtokanavan ulkopuolisen eristyksen pintana tai pinnoitteena käytetään tarvikkeita, jotka täyttävät rakentamismääräyskokoelman E1 kohdassa 8.2 esitetyt luokkavaatimukset (4, s.14).

## **2.2 Ilmanvaihtokanavien paloneristysvaatimukset**

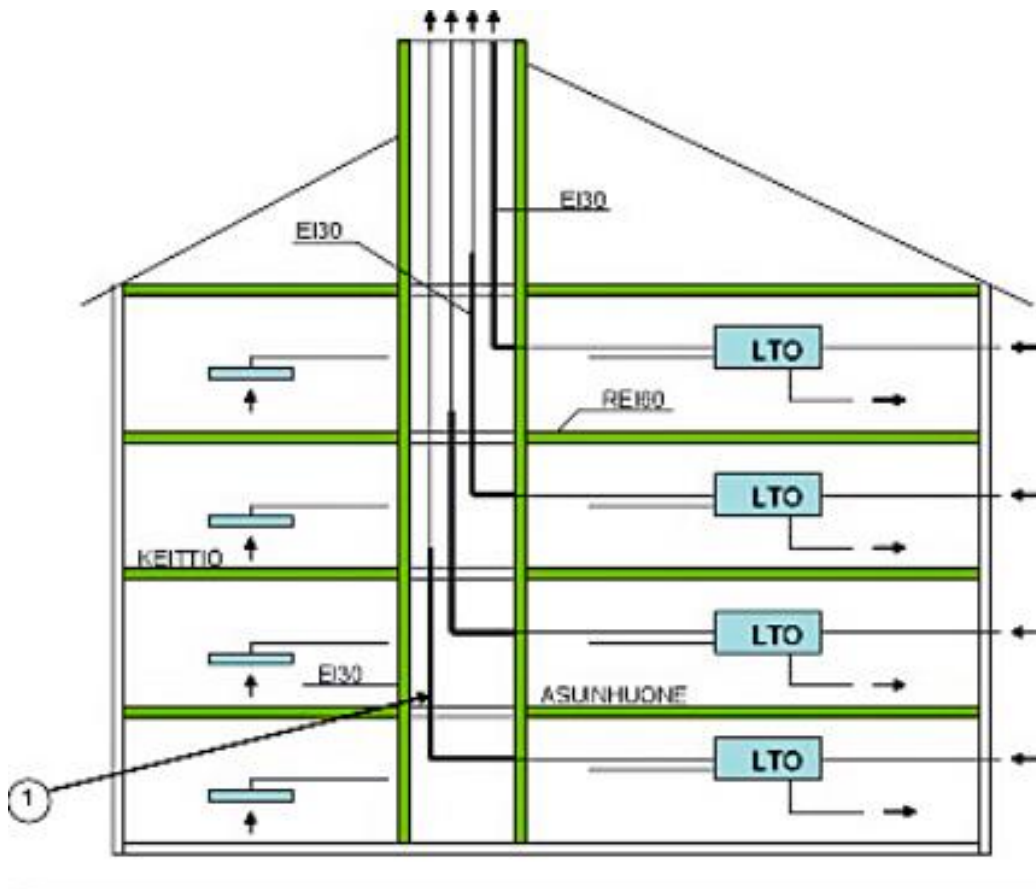
Paloeristetyn ilmanvaihtokanavan palonkestoaja tulee olla puolet osastoivan rakennusosan palonkestoajasta. Kanava eristetään kuitenkin yleensä vähintään EI30-paloluokan mukaan. Paloeristetty kanava on kannakoitava siten, että se pysyy eristyksineen paikallaan asetetun palonkestovaatimusajan. (4, s. 32, 33.)

## **2.3 Asuntokohtainen ilmanvaihtojärjestelmä**

Asuinkerrostalon asuntokohtaisessa ilmanvaihtojärjestelmässä on yleensä yksi ilmanvaihtokone, joka palvelee yksittäistä asuntoa. Asuinkerrostalossa asunnot ovat tyypillisesti omia palo-osastojaan. Asuntokohtaisessa järjestelmässä vesikatolle tuodaan asunnoista yleensä vain raitis- ja jäteilmakanavat sekä yleistilojen poistoilmakanavat. Palo-osastojen läpi vesikatolle tuotavat asunnot palvelevat ilmanvaihtokanavat eristetään vesikatolla EI30-luokan mukaan, koska osas-



toivan rakennusosan palonkesto-aika on yleisesti EI60. (4, s. 27.) Kuvassa 1 on esitetty asunto-kohtaisen ilmanvaihtojärjestelmän periaate.



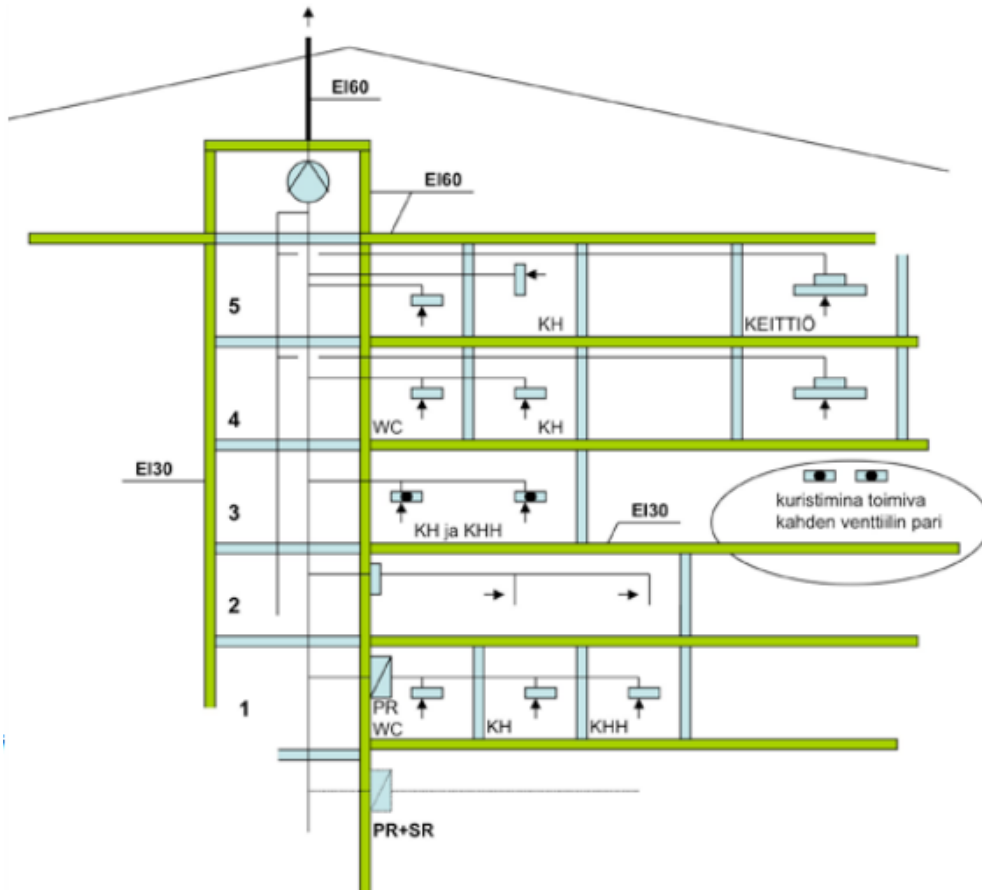
KUVA 1 Asunto-kohtainen ilmanvaihtojärjestelmä (4, s.27)

## 2.4 Keskitetty ilmanvaihtojärjestelmä

Keskusilmanvaihdoilla tarkoitetaan laitteistoa, joka palvelee vähintään kahta palo-osastoa. Yleensä asuinkerrostalojen keskusilmanvaihtokoneet sijaitsevat palvelemiensa tilojen yläpuolella. Keskitetyssä järjestelmässä tulo- ja poistokoneet voidaan sijoittaa samaan konehuoneeseen. Huone-tilat liitetään yhteiseen pystykanavaan erillisellä enintään 160 mm:n kanavalla, joka varustetaan kuristimella. Kytettäessä tiloja pystykanaviin voidaan samassa liitekanavassa käyttää useampakin tilakohtaista kuristinta, mikäli niiden yhteenlasketun ilmavirran virtausehto ( $42 \text{ dm}^3/\text{s}$ , 100 Pa) ei ylitä (kuristinpari). Pystykanavan koolla ei ole pinta-alarajoituksia. (4, s.29.) Keskitetyssä ilmanvaihtojärjestelmässä asuinhuoneistoja palvelevat kanavat eristetään vesikatolla EI30-luokkaisesti. Irtaimistovarastoja, autohalleja sekä yleistiloja palvelevat ilmanvaihtokoneet sijoitetaan yleensä palvelemiensa tilojen yläpuolella olevaan ilmanvaihtokoneeseen. Ilmanvaihtokoneet

koteloidaan konehuoneessa EI60-paloluokkaa olevaan koteloon. Kyseisiä tiloja palvelevien erillisten ilmanvaihtokoneiden kanavat eristetään vesikatolla EI60-paloluokan mukaisesti.

Kuvassa 2 on esitetty keskitetyn ilmanvaihtojärjestelmän paloneristyksen periaate, kun ilmanvaihdon konehuone sijaitsee palvelemiensa tilojen yläpuolella.



KUVA 2 Esimerkki asuinkerrostalon keskitetystä keskusilmanvaihtolaitteistosta, jonka konehuone on palvelemiensa tilojen yläpuolella (4, s.28)

## 2.5 Paloturvallisuuden ja puhdistettavuuden kannalta vaativat kohdepoistokanavat

Paloturvallisuuden ja puhdistettavuuden kannalta vaativia kohdepoistokanavia käytetään tiloissa, joiden poistoilma sisältää runsaasti sellaisia epäpuhtauksia, jotka kanaviston sisäpintaan kiinnittyessä aiheuttavat merkittävän palovaaran. Paloturvallisuuden ja puhdistettavuuden kannalta vaativia kohdepoistokanavia ei yhdistetä keskusilmanvaihtolaitteistoon. Tyypillinen tällainen kanava on ammatillisesti käytetyn keittiön kohdepoistokanava eli ns. rasvakanava. Rasvakanavan tarpeellisuutta arvioitaessa otetaan huomioon ensisijaisesti tilan pääkäyttötarkoitus. Ammattimaisesti käytetyn keittiön ruoan valmistustavalla ja sen aiheuttamalla kanaviston ja laitteistojen rasvoittumisella on paloturvallisuuden kannalta keskeinen merkitys. Rasvakanava johdetaan mah-

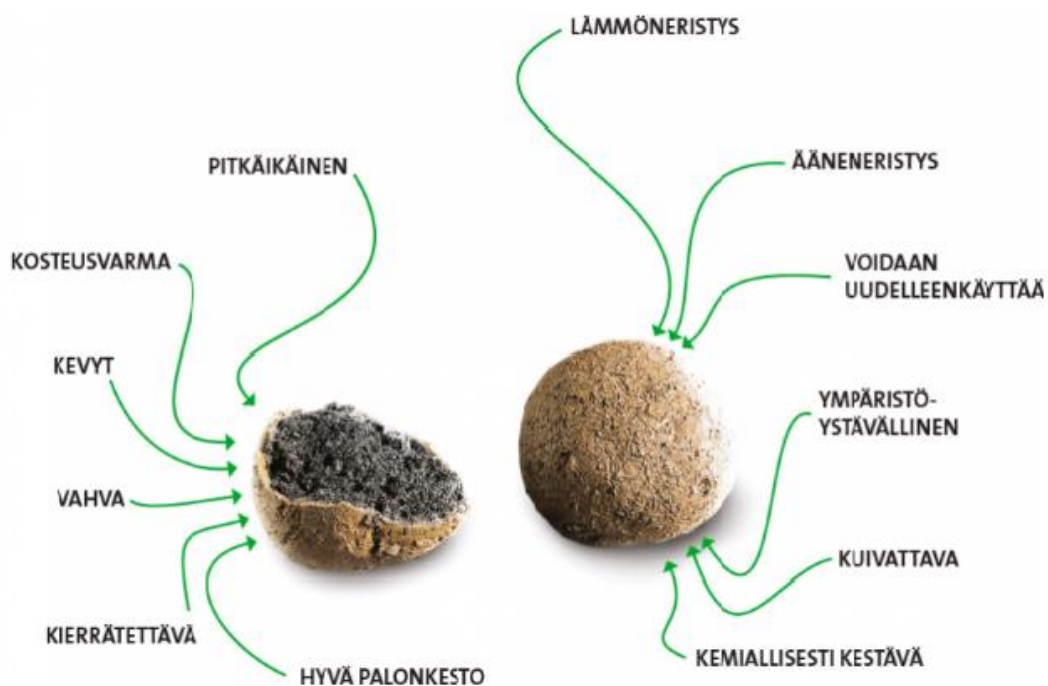
dollisuuksien mukaan pystysuoraan vesikatolle ja eristetään vesikatolla EI120-paloluokan mukaisesti. Taulukossa 1 on esitetty ammattimaisesti käytetyn keittiön ruuanvalmistuslaitteita, jotka edellyttävät rasvakanavan käyttöä. (4, s. 34, 35.)

TAULUKKO 1 Ammattimaisesti käytetyn keittiön laitteita ja kanavavaatimuksia (4, s. 49)

Keittiölaite	Paloluokan EI120 kanava ns. rasvakanava	Huuva ja rasvasuodatin
<b>Keittolaitteet</b>		
Keittopata	X	
Painekeittopata	X	
Painekeittokaappi		X
Nostatuskaappi		
<b>Paistolaitteet</b>		
Paistinpannu	X	
Tasoparila	X	
Painoparila	> 3 kW	= 3 kW
Salamanteri		
Paisto- ja grillilaitte	X	
Rasvakeitin	X	
Automaattinen rasvakeitin, integroitu poistoilma	X	
Kebabvarras	X	
Liesi	X	
<b>Muut laitteet</b>		
Mikroaaltouuni (nimellistehosta riippumatta)		Lämpöteho otetaan huomioon keittiön iv:n mitoituksessa
Vesihaude		
Lämpöviiriini ja -kaappi		
<b>Astianpesukoneet</b>		
Yksitankkikone		X (ei rasvasuodatinta)
Kaksitankkikone		X (ei rasvasuodatinta)
Tunnelikone		X (ei rasvasuodatinta)

### 3 LECA-SORA

Tasakattoisissa asuinkerrostaloissa vesikatoille asennetaan ilmanvaihtokanavien ympärille Leca-sora. Leca-sora valmistetaan kotimaisesta plastisesta savesta polttamalla. Poltossa savi paisuu ja muotoutuu uunin pyörivän liikkeen vaikutuksesta pinnaltaan sintrautuneiksi rakeiksi. Savea poltetaan 1150 °C:n lämpötilassa, minkä lopputuloksena saadaan paisutettu rakeinen, pyöreä, raekooltaan 4 - 16 mm oleva huokoinen materiaali. Leca-sorarakeet ovat täynnä pieniä, suljettuja ilmahuokosia, joten Leca-sora on kevyttä ja hyvin lämpöä eristävää. Leca-sora on keraaminen, palamaton luonnontuote, jonka sulamispiste on n. 1150 °C. (6. s. 1.) Materiaalin etuina ovat sen eristävyys, keveys ja kestävyys sekä kosteutta että mekaanista rasitusta vastaan (7, s. 1). Kuvassa 3 on esitetty Leca-soran koostumus ja ominaisuudet.



KUVA 3 Leca-soran koostumus ja ominaisuudet (8, s. 1)

#### 3.1 Leca-soran lämmönjohtavuus

Leca-soran lämmönjohtavuuteen vaikuttavat mm. kevytsoran irtotiheys, rakeiden kiintotiheys, lämpötila, vesipitoisuus ja raekoko. Halkaisijaltaan 4 - 32 mm olevan Leca-soran lämmönjohtavuus vaihtelee taulukon 2 mukaisesti. Mitoituksessa käytetään lämmönjohtavuuden arvona 0,15 W/mk. (Vesipitoisuus n. 30 paino-%). (8, s. 1.)

## TAULUKKO 2 Kevytsoran lämmönjohtavuus eri vesipitoisuuksissa (8, s. 1)

### *Kevytsoran lämmönjohtavuus eri vesipitoisuuksissa (EN 15732:2012)*

Vesipitoisuus, paino-%	kuiva	1	5	16	22	32	44
Lämmönjohtavuus, W/mk	0,10	0,12	0,12	0,13	0,15	0,15	0,17

### 3.2 Leca-soran palonkestävyys

Kun eristeenä on pelkkää Leca-soraa, ilmanvaihtokanavat voidaan eristää 50 mm paksuisella alumiinifoliopintaisella villaeristeellä. (9, s.19) VTT:n tekemässä tutkimuksessa Leca-soralla eristetyn ilmanvaihtokanavan palonkestävyydestä saatiin tulokseksi, että Leca-soralla eristetty ilmanvaihtokanava täyttää EI30- ja EI60-paloluokan vaatimukset mikäli kanavien keskinäinen etäisyys on EI30-luokassa vähintään 100 mm ja EI60-luokassa vähintään 150 mm (11, s. 2). Kuten VTT:n lausunnosta tulee ilmi, paloneristysvaatimus EI60 täyttyy, mikäli ilmanvaihtokanavien väliin voidaan asentaa tarvittava määrä Leca-soraa jokaisessa kohdassa. Asuinrakennuskohteissa paloneristysvaatimus vesikatolla on yleensä korkeintaan EI60, joten teoriassa Leca-sora riittäisi vastaamaan yksin kanavien paloneristyksestä, mikäli ilmanvaihtokanavien väliin jää mainittu määrä Leca-soraa. (9, s. 19.) LVI-suunnittelijat eivät koe aina tarpeelliseksi kanavien erillistä paloneristystä koska kanavien ympärille tuleva Leca-sora toimii paloneristeenä. Kuvassa 4 on esitetty Leca-soran asentamista eristettyjen ilmanvaihtokanavien ympärille vesikatolla.



KUVA 4 Leca-soran asennustyöt ilmanvaihtokanavien ympärille vesikatolla (10, s. 1)

### 3.3 Leca-soran käytön vaikeudet paloeristeenä vesikatolla

Suurin osa asuinrakennusten ilmanvaihtojärjestelmistä on nykypäivänä suunniteltu niin, että kanavat viedään vesikatolta alempiin kerroksiin ELPO-hormien kautta. ELPO-hormin kanavapäät vesikatolla ovat usein lähellä toisiaan, joten vaadittu soran määrä ilmanvaihtokanavien välissä ei pääse täyttymään. Kuvassa 5 on esitetty ilmanvaihtokanava-asennus vesikatolla, mistä voidaan nähdä kanavien etäisyys ennen eristystöitä ja soran asettamista. Kuvasta voidaan huomata, että teoriassa paloneristysmääräykset täyttävä ratkaisu ei käytännössä täytä palomääräyksiä, koska papua ei ole riittävästi kanavien välissä. Kyseisessä kuvassa ilmanvaihtokanavat pystytettiin asentamaan vaakasuoraan, mutta joissakin kohteissa joudutaan tekemään kanavien alituksia ja ylityksiä, minkä seurauksena kanavien etäisyys toisistaan pienenee entisestään.



KUVA 5 Ilmanvaihtokanava-asennukset asuinkeuhkoston vesikatolla

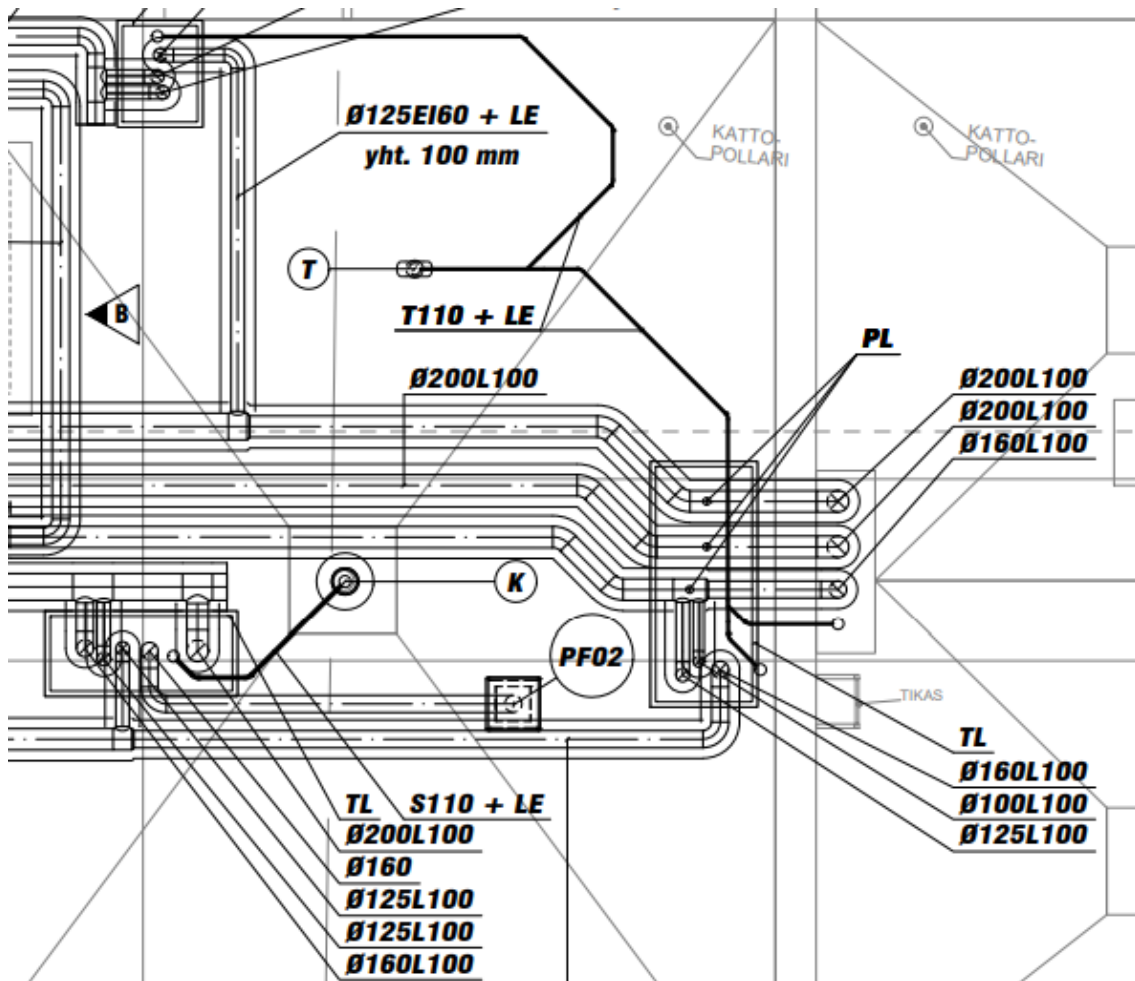
## 4 ERISTYSTAVAT VESIKATOLLA

Asuinkerrostalokohteiden vesikattojen LVI-eristysten suunnitteluun on jätetty runsaasti tulkinnanvaraa, kuten edellä mainittiin, minkä seurauksena kohteiden eristysratkaisut eroavat toisistaan merkittävästi. Vesikaton ilmanvaihtokanavien palon- ja lämmöneristysratkaisujen suunnitelmat vaihtelevat suunnittelijan mukaan. Suunnittelussa suositaan usein samoja ratkaisuja kuin aikaisemmissa kohteissa, koska ohjeistus on puutteellista. Parhaillaan valmisteilla oleva paloturvallisuusopas toivottavasti tuo vastauksia suunnittelijoita askarruttaviin asioihin vesikattojen eristysuunnittelussa. Rakennuskohteiden suunnitteluratkaisujen vertailussa jätettiin mainitsematta kohteiden nimet ja sijainnit, jotta suunnittelijoiden anonyymiteetti säilyy.

### 4.1 Leca-sora paloeristeenä ja lämmöneristys kivivillamatolla

Osa suunnittelijoista pitää Leca-soran paloneristävyyskykyä riittävänä, ajattelematta täyttykö Leca-soran määrä vesikatolla sijaitsevien ilmanvaihtokanavien ympärillä. Mikäli vesikaton paloneristys toteutetaan Leca-soralla, ilmanvaihtokanavien ympärille asennetaan ainoastaan lämmöneristys. Lämmöneristys toteutetaan yleisesti kivivillamatolla. Kivivillamaton ympärille kääritään kaksinkertainen muovi, joka teipataan saumoista. Ilmanvaihtokanavien ympärille asennettava muovi toimii höyrysulkuna ja tarvittaessa sääsuojana, mikäli kanava-asennukset tehdään hyvissä ajoin ennen Leca-soran asennusta.

Kuvassa 6 on esitetty kohteen 1 LVI-suunnitelma, jossa asuntoja palvelevien ilmanvaihtokanavien paloneristys on suunniteltu toteutettavaksi Leca-soralla ja lämmöneristys puolestaan eriste-paksuudeltaan 100 mm olevalla lämmöneristeellä. Kohteen muita tiloja palvelevien ilmanvaihtokanavien eristys on suunniteltu erillisellä EI60-paloluokkaa olevalla eristeellä, mikä on ristiriidassa, mikäli ajatellaan Leca-soran toimivan kohteessa paloneristeenä. Aikaisemmin mainitun VTT:n tutkimuksen mukaan Leca-soralla eristetty ilmanvaihtokanava täyttää EI30- ja EI60-paloluokan vaatimukset, mikäli kanavien keskinäinen etäisyys on EI30-luokassa vähintään 100 mm ja EI60-luokassa vähintään 150 mm. Kohteessa kaikkien ilmanvaihtokanavien eristykset toteutettiin Isover U Protect WM 4.0 Alu1 Black eristysmateriaalilla, joka täyttää paloluokan EI60 ja kohteessa vaaditun 100 mm lämmöneristysvaatimuksen.



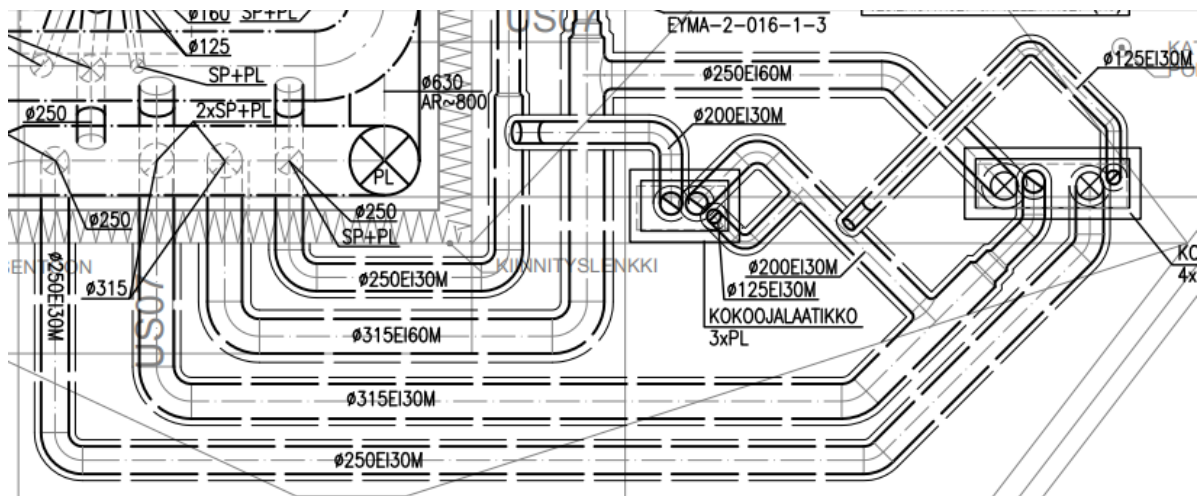
KUVA 6 Kohteen 1 LVI-suunnitelma

#### 4.2 Paloneristys EI30- ja EI60-paloluokan mukaan

Vesikaton LVI-suunnitelmissa yleinen toteutustapa on asuntoja palvelevien ilmanvaihtokanavien eristäminen EI30-paloluokan, ja muita tiloja palvelevien ilmanvaihtokanavien eristäminen EI60-paloluokan mukaisesti. EI30-paloluokan mukainen eristäminen toteutetaan yleensä eristepaksuudeltaan 60 mm:n kivillaverkkomatolla. EI60-paloluokan eristys puolestaan saadaan aikaiseksi kun kivillaverkkomatton eristepaksuus on 80 mm. Kuvassa 7 on esitetty kohteen 2 LVI-suunnitelma. LVI-suunnitelmassa asuntoja palvevalta ilmanvaihtokoneelta vesikatolle tulevat tuloilmakanavat on eristetty EI30- ja EI60-paloluokan mukaisesti. Asuntoja palvelevan ilmanvaihtokoneen tuloilmakanavien tulisi olla eristetty samalla eristepaksuudella, joka tässä tapauksessa olisi EI30:n mukainen. Kohteen porrashuoneita palvelevien ilmanvaihtokoneiden kanavat on suunniteltu kohteessa EI60-paloluokan mukaisesti, joka on yhtenäinen eristystapa muiden raken-



nuskohteiden suunnitelmien kanssa. Epäloogisesti suunnitellut ilmanvaihtokanavien eristykset aiheuttavat sekaannuksia kohteen LVI-urakoitsijalle sekä eristystyön suorittavalle aliurakoitsijalle.



KUVA 7 Kohteen 2 LVI-suunnitelma

Kohteen eristystyöt toteutettiin selvyden vuoksi eristämällä kaikki vesikaton ilmanvaihtokanavat Paroc Hvac Fire Mat Comfort -kivillaverkkomatolla, jonka eristepaksuus on 80 mm. Kohteessa käytetty eristysmateriaali täyttää EI60-paloluokan ja kohteessa vaaditun 100 mm:n lämmöneristysvaatimuksen. Kivillamaton ympärille asetettiin kaksinkertainen muovi, joka toimii höyrysulkuuna ja tarvittaessa sääsuojana.

### 4.3 Paloneristys EI60-paloluokan mukaan

Eristysmateriaalien kehittymisen myötä pystytään saavuttamaan vaadittu palon- ja lämmöneristys eristeellä, jonka eristepaksuus on pienempi. Aika-ajoin suunnittelija on määritellyt rakennuskohteiden vesikaton ilmanvaihtokanavien eristykseen tietyn eristysmateriaalin, joka täyttää EI60-paloluokan ja eristepaksuudeltaan 100 mm:n lämmöneristysvaatimuksen. Kyseinen suunnitteluratkaisu kohteiden vesikatolla on paloturvallinen, koska vesikatolla ilmanvaihtokanavien eristysvaatimukset ovat korkeintaan EI60-paloluokkaa. Poikkeuksia tähän ovat esim. ammattimaisesti käytetyn keittiön kohdepoistokanavat eli ns. rasvakanavat.

Kuvassa 8 on esitetty kohteen 3 LVI-suunnitelmassa esiintyvät ohjeistukset. Suunnitelmassa LVI-suunnittelija on määritellyt kaikkien paitsi rasvakanavien eristykset toteutettavaksi Isover U Protect WM 4.0 Alu1 Black -eristeellä, joka on eristepaksuudeltaan 75 mm. Eristeen palon- ja läm-

möneristyskyky on ohuesta eristepaksuudesta huolimatta niin hyvä, että se täyttää EI60-paloluokan vaatimuksen sekä vastaa 100 mm:n lämmöneristystä.

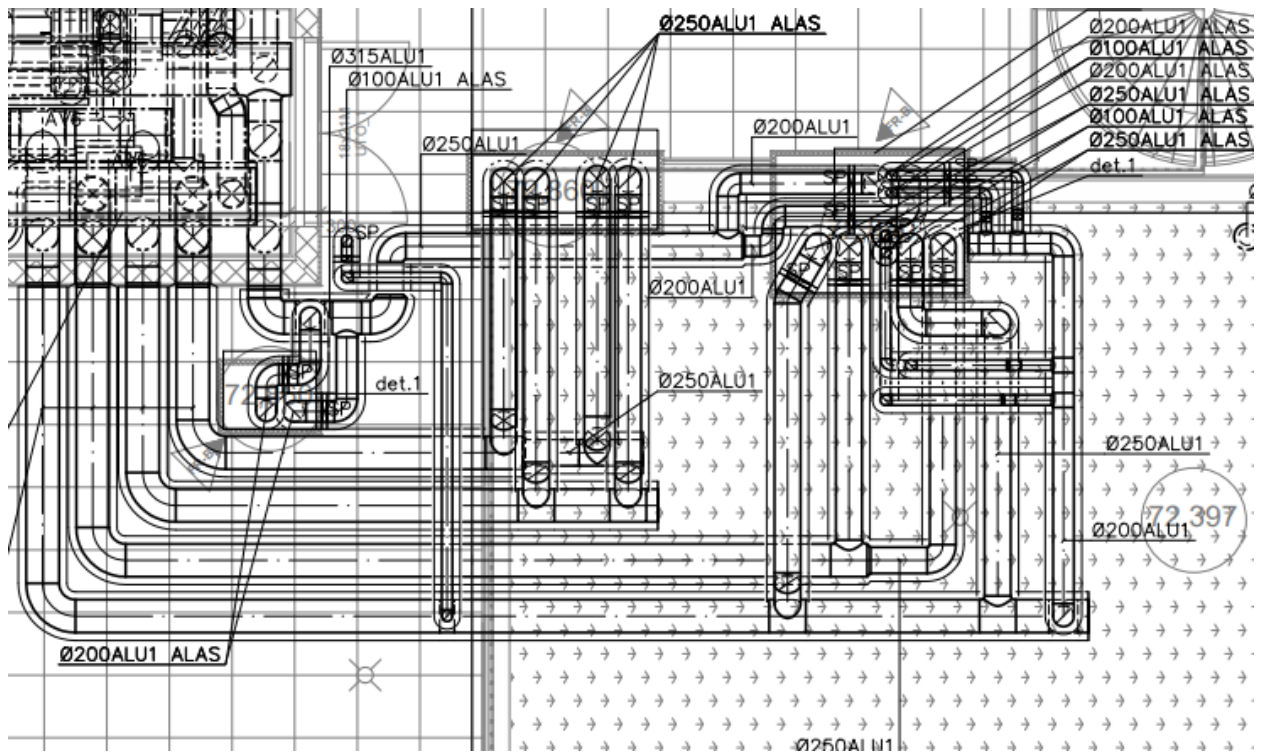
IV-KANAVIEN ERISTYS VESIKATOLLA.  
ISOVER U PROTECT WM 4.0 Alu1 Black+MUOVI.  
ELLEI MUUTA ERISTYSTÄ OLE ESITETTY.

IV-KANAVAT ERISTYS VESIKATOLLA  
L100+EI60 + MUOVI  
ELLEI MUUTA ERISTYSTÄ ESITETTY

*KUVA 8 Kohteen 3 LVI-suunnitelmassa esiintyvät ohjeistukset*

Mikäli suunnitelmassa on määritelty materiaali ilmanvaihtokanavien eristämiseen, on LVI-urakoitsijan helpompi pyytää urakkatarjous eristysurakoitsijoilta. LVI-suunnittelijat jättävät yleensä urakoitsijalle mahdollisuuden käyttää toisen valmistajan tuotetta, kunhan sen palon- ja lämmöneristyskyky on suunnittelijan määrittelemää eristysmateriaalia vastaava. Tässä kohteessa vastaava tuote voisi olla esim. Paroc Hvac Fire Mat Comfort, joka täyttää kohteen eristysvaatimukset. Eristeen ympärille asetettiin tässäkin tapauksessa kaksinkertainen muovi, joka toimii höyrysulkuna ja tarvittaessa sääsuojana.

Kuvassa 9 on esitetty kohteen 3 LVI-suunnitelmassa olevat merkinnät ilmanvaihtokanavien yhteydessä. Eristyksen merkintätapa on kanavissa yleensä EI30 tai EI60, mutta tässä tapauksessa suunnittelija on käyttänyt merkintää Alu1, koska käytettävä eristysmateriaali on tiedossa.



KUVA 9 Kohteen 3 LVI-suunnitelma

## 5 ERISTYSTAPOJEN KUSTANNUSVERTAILU

Kustannusvertailua varten opinnäytetyöhön pyydettiin tarjous aliurakoitsijalta uuden kohteen vesikaton ilmanvaihtokanavien eristyksistä. Tarjouksessa vesikaton eristykset on laskettu toteutettavaksi kahdella eri tavalla. Tarjoukset sisältävät asennustyön ja eristysmateriaalin kustannukset. Ilmanvaihtokanavien ympärille asetettavia muoveja tarjouksissa ei ole huomioitu, koska niiden kustannukset eivät vaihtele eristystavan mukaan.

### 5.1 Tarjous 1. ilmanvaihtokanavien eristäminen 100 mm:n lämmöneristeellä

Ensimmäisen tarjouksen hinta on laskettu niin, että vesikaton ilmanvaihtokanavien eristys toteutetaan 100 mm lämmöneristeellä ja Leca-sora toimii kanavien paloneristeinä. Tarjouksen 1 eristysmateriaaliksi valikoitui Paroc Hvac Mat Alucoat. Taulukossa 3 on esitetty tarjouksessa olevien ilmanvaihtokanavien koko, kanavien lukumäärä metreinä, eristyksen laatu ja eristysurakan hinta.

TAULUKKO 3 Tarjouksen 1 tiedot

Materiaali: Paroc Hvac Mat Alucoat		
Kanavan koko [mm]	Kanavan määrä [m]	Eristys
Ø160	30	LE100
Ø200	22	LE100
Ø250	100	LE100
Ø315	20	LE100
Eristysurakan hinta: 4792 €		

### 5.2 Tarjous 2. Ilmanvaihtokanavien eristäminen EI60-paloluokan mukaisella eristeellä

Toisen tarjouksen hinta on laskettu niin, että vesikaton ilmanvaihtokanavien eristys toteutetaan EI60-paloluokan mukaisella paloeristeellä, joka toimii myös kanavien lämmöneristeinä. Tarjouksen 2. eristysmateriaaliksi valikoitui Paroc Hvac Fire Mat Comfort. Taulukossa 4 on esitetty tarjouksessa olevien ilmanvaihtokanavien koko, kanavien lukumäärä metreinä, eristyksen laatu ja eristysurakan hinta.

#### TAULUKKO 4 Tarjouksen 2. Tiedot

Materiaali: Paroc Hvac Fire Mat Comfort		
Kanavan koko [mm]	Kanavan määrä [m]	Eistys
Ø160	30	E160
Ø200	22	E160
Ø250	100	E160
Ø315	20	E160
Eistysurakan hinta: 6355 €		

### 5.3 Kustannuserot eristysten välillä

Tarjouksista tulee ilmi, että tarjouksen 1 hinta on 1563 € edullisempi. Prosentuaalinen hintaero eristysratkaisujen välillä on noin 25 %. Tarjouksessa esiin tuleva prosentuaalinen erotus eristystapojen välillä on sovellettavissa muihinkin kohteisiin, koska työn ja materiaalien hinta ei vaihtelee. Lämmöneristeellä toteutettu ratkaisu on hieman halvempi, mutta se ei täytä palomääräyksiä vesikatossa. Turvallisempina ratkaisuna paloturvallisuuden kannalta voidaan pitää E160-paloluokan mukaan tehtyä eristystä.

Lämmöneristyksellä suunnitelluissa ratkaisuissa E130-paloluokan mukaan eristettyjen kanavien paloneristeeksi on suunniteltu Leca-sora. E160-paloluokan kanavat eristetään kuitenkin yleensä erillisellä E160-paloluokan paloeristeellä, minkä takia todellinen kustannusero ratkaisujen välillä on pienempi kuin tarjouksissa tuli ilmi. Tämän lisäksi kustannuksia säästetään jokaisessa projektin vaiheessa kun suunnitelmat ovat yhdenmukaiset ja aikaa ei kulu eristysratkaisuja mietittäessä.

## 6 ERISTYSRATKAISUT TULEVIIN RAKENNUSKOHTEISIIN

Vesikaton ilmanvaihtokanavat eristetään tulevissa kohteissa kahdella vaihtoehtoisella tuotteella, jotka molemmat täyttävät EI60-paloluokan vaatimukset ja toimivat myös lämmöneristeenä. Vaihtoehtoisiksi tuotteiksi valikoituivat Paroc Hvac Fire Mat Comfort ja Isover U Protect WM 4.0 Alu1 Black. Molemmat tuotteet ovat saaneet VTT:n sertifikaatin ilmanvaihtokanavien paloneristävyydestään.

Paroc Hvac Fire Mat Comfort on kivivillaverkkomatto, jonka päällysteenä on vaalea ohut huopa. Tuote on soveltuva ilmanvaihtokanavien paloneristysmateriaaliksi VTT-C-11685-16 sertifikaatin mukaan. Taulukossa 5 on esitetty Paroc Hvac Fire Mat Comfort -kivivillaverkkomatolla eristettyjen pyöreiden ilmanvaihtokanavien vähimmäiseristepaksuus eri palonkestoluokissa. Taulukon tiedoista tulee ilmi, että tuote täyttää EI60-paloluokan vaatimuksen kun eristepaksuus on 80 mm.

*TAULUKKO 5 Paroc Hvac Fire Mat Comfort -kivivillaverkkomatolla eristettyjen pyöreiden kanavien vähimmäiseristepaksuus eri palonkestoluokissa (12, s.20)*

PYÖREÄT KANAVAT		
Tuote	Luokka	Eristepaksuus (mm)
PAROC Hvac Fire Mat Comfort	EI 15	40
	EI 30	60
	EI 45	80
	EI 60	80
	EI 90	80
	EI 120	100

Isover U Protect WM 4.0 Alu1 Black on mineraalivillaverkkomatto, joka on päällystetty verkkovahvistetulla alumiinifoliolla ja teräsverkolla. Tuote on soveltuva ilmanvaihtokanavien paloneristysmateriaaliksi VTT-C-4805-09 -sertifikaatin mukaan. Taulukossa 6 on esitetty Isover U Protect WM 4.0 Alu1 Black -mineraalivillamatolla eristettyjen pyöreiden ilmanvaihtokanavien vähimmäiseristepaksuus eri paloluokissa. Taulukon tiedoista tulee ilmi, että tuote täyttää EI60-paloluokan vaatimuksen kun eristepaksuus on 75 mm.

TAULUKKO 6 Isover U Protect WM 4.0 Alu1 Black -mineraalivillamatolla eristettyjen pyöreiden kanavien vähimmäiseristepaksuus eri palonkestoluokissa (13, s. 1)

<b>Paloluokka</b>				
<b>EI 15</b>	<b>EI 30</b>	<b>EI 60</b>	<b>EI 90</b>	<b>EI 120</b>
<b>Eristyspaksuus, mm</b>				
35	50	75	95	115

## 7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää rakennuttajan suunnittelunohjauksen ja suunnittelijoiden kanssa yhtenäinen ohjeistus vesikaton ilmanvaihtokanavien eristämiseen. Tämä opinnäytetyö on tyypiltään selvitystyö, jonka aikana etsittiin tietoa vesikaton ilmanvaihtokanavien eristämisestä ja kommentoitiin tämänhetkisiä eristysratkaisuja rakennuskohteissa. Tarkoituksena oli selvittää suunnittelussa ilmenevät hankaluudet ja esittää rakennuttajan suunnittelunohjauksesta vastaavalle taholle uusia ratkaisuja asian selvittämiseksi.

Työn suorittamisen aikana kävi ilmi, että vesikaton ilmanvaihtokanavien eristysten suunnitelmissa on merkittäviä eroavaisuuksia puutteellisen ohjeistuksen vuoksi. LVI-suunnittelijoiden suunnitellut vesikattojen eristykseen pohjautuvat vanhoissa rakennusmääräyskokoelmissa esitettyihin määräyksiin ja ohjeisiin, minkä takia opinnäytetyössä tehdyt päätelmät tulevat helpottamaan suunnittelutyötä tulevaisuudessa.

LVI-suunnitelmissa esiintyvät vaihtelevat eristysratkaisut ovat tähän asti vaikeuttaneet eristysurakan hinnanmäärittämistä LVI-urakan tarjousvaiheessa. Suunnitelmat ovat jättäneet eristysurakoitsijoille niin paljon tulkinnanvaraa, että samaan kohteeseen lasketut urakkatarjoukset eroavat toisistaan huomattavasti johtuen epäselvyyksistä eristyksen toteutustapaan liittyen. Kyseinen ongelma ratkaistaan poistamalla tulkinnanvaraisuudet eristyksen laadusta.

Opinnäytetyön loppuvaiheessa järjestettiin palaveri rakennuttajan suunnittelunohjauksesta vastaavan henkilön kanssa. Palaverissa esiteltiin alla olevat ratkaisut vesikaton ilmanvaihtokanavien eristyksessä esiintyviin haasteisiin.

Vesikaton ilmanvaihtokanavat eristetään tulevilla kohteilla kahdella vaihtoehtoisella tuotteella, jotka molemmat täyttävät EI60-paloluokan vaatimukset ja toimivat myös lämmöneristeenä. Vaihtoehtoisiksi tuotteiksi valikoituivat Paroc Hvac Fire Mat Comfort ja Isover U Protect WM 4.0 Alu1 Black. Molemmat tuotteet ovat saaneet VTT:n sertifikaatin ilmanvaihtokanavien paloneristävydestään.

Rakennuttajan suunnittelunohjauksesta vastaava henkilö hyväksyi kokouksessa edellä mainittujen materiaalien ottamisen osaksi vesikaton ilmanvaihtokanavien suunnittelunohjausta. Tulevai-



suudessa kohteiden LVI-suunnitelmissa on määritelty asuinrakennusten vesikaton ilmanvaihtokanavat eristettäväksi EI60-paloluokan mukaan.

Opinnäytetyön tavoite täyttyi rakennuttajan hyväksyessä tehdyt ehdotukset. Eristystarjousten pyyntö helpottui huomattavasti tulkinnanvaraisuuksien poistuttua LVI-suunnitelmista, mikä seurauksena eristysurakan kustannukset voidaan arvioida tarkemmin tulevilla projekteilla.

## LÄHTEET

1. Caverion lyhyesti. 2019. Caverion. Saatavissa: <https://www.caverion.fi/tietoa-caverionista/caverion-lyhyesti>. Hakupäivä 10.1.2019.
2. Uusi yhtiö, pitkä historia. Caverion. Saatavissa: <https://www.caverion.fi/tietoa-caverionista/caverion-lyhyesti/historia>. Hakupäivä 10.1.2019
3. Liiketoimintayksiköt. Caverion. Saatavissa: <https://www.caverion.fi/sijoittajat/caverion-sijoituskohteena/liiketoiminta-alueet>. Hakupäivä 10.1.2019
4. Ilmanvaihtolaitteistojen paloturvallisuusopas. 2012. Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.ym.fi/download/noname/%7B54E08A3C-E78E-4F7F-88C7-DD6F6CE5F652%7D/118709>. Hakupäivä 25.2.2019.
5. 848/2017 Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. 2017. Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.ym.fi/download/noname/%7B66288BFB-A697-4FCB-B602-CE0316F2C37B%7D/134002>. Hakupäivä 22.2.2019.
6. Tuotteet. Weber. Saatavissa: <https://www.e-weber.fi/lecar-sora/tuotteet.html>. Hakupäivä 4.3.2019.
7. Kevytsora. Wikipedia. Saatavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Kevytsora>. Hakupäivä 28.2.2019.
8. Kevytsoran materiaaliominaisuudet. Leca. Saatavissa: <https://leca.fi/ratkaisut/geotekniikka/kevytsoran-materiaaliominaisuudet/>. Hakupäivä 4.3.2019.
9. Leca kevytsorakatot – Suunnitteluohjeet. Leca. Saatavissa: <https://www.e-weber.fi/palvelut/esitteet-ja-ohjeet/suunnitteluohjeet/leca-kevytsorakatot-suunnitteluohjeet.html>. Hakupäivä 27.2.2019.
10. Referenssit. Leca. Saatavissa: <https://leca.fi/referenssit/nayttavaa-kaupunkiarkkitehtuuria-jatkasaressa/>. Hakupäivä 27.2.2019.
11. VTT-S-00620-16 – Lausunto Leca-soralla eristetyn ilmastointikanavan palonkestävyydestä. 2016. VTT Expert Services Oy. Hakupäivä 5.3.2019.
12. Talotekniikan eristykset asennusopas. Paroc. Saatavissa: <https://www.paroc.fi/-/media/files/brochures/finland/hvac-installation-guide-paroc-fi.ashx>. Hakupäivä 7.3.2019.
13. Tuotteet. Isover. Saatavissa: <https://www.isover.fi/tuotteet/u-protect-wm-40-alu1-black>. Hakupäivä 7.3.2019.