

PALO-OSASTOIVIEN SEINIEN LÄPIVIEN- TIEN TEKO- JA KUSTANNUSVERTAILU

Niko Markkanen

Opinnäytetyö
Helmikuu 2013

Rakennustekniikan koulutusohjelma
Tekniikan ja liikenteen ala



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Tekijä(t) MARKKANEN, Niko	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 11.3.2013
	Sivumäärä 74	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty (X)
Työn nimi PALO-OSASTOIVIEN SEINIEN LÄPIVIENTIEN TEKO- JA KUSTANNUSVERTAILU		
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) LÄHDESMÄKI, Pekka		
Toimeksiantaja(t) YIT Rakennus Oy HONKONEN, Toni, työpäällikkö		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tutkimuksen aiheena olivat läpivientien teko- ja kustannusvertailut. Aiheen rajauksena käytettiin uudisasuinkerrostalossa kupariputkiläpivientejä huoneiston ja rappukäytävän välisessä palo-osastoidussa teräsbetoniseinässä.</p> <p>Työn tavoitteena oli selvittää edullisin tapa toteuttaa läpivienti varauksen teosta tiivistykseen. Tutkimukset aloitettiin etsimällä hyväksyttävät tiivistystuotteet (ETA), minkä myötä voitiin arvioida yleisimmin käytetyn kupariputkikoon vaatima läpivientivaruksen koko. Varausaukon toteuttajiksi valittiin elementtitehdas ja timanttiporausurakoitsija. Läpivientien tiivistysvertailussa vertailtiin oman työn lisäksi kolmannen osapuolen tarjoamia palokatko-urakoitsijapalveluita. Tarkoituksena oli tehdä kustannuslaskelma As Oy Jyväskylä Sirous -kerrostalohankkeelle, jossa selvitetäisiin edellä mainitun läpivientityypin kustannukset eri tavoin toteutettuina. Sivuaiheena oli tarkoitus selvittää, voitaisiinko huoneiston palo-osastoituun teräsbetoniseinään upottaa Siporex-harkko. Viimeiseksi oli tarkoitus selvittää eri tiivistysvaihtoehtoja palo-osastoituun teräsbetoniseinään suojaputkelliselle PEX-putkelle (Uponor Oy).</p> <p>Tuloksista kävi ilmi, että huolellisella suunnittelulla, toteutuksella ja laadunvalvonnalla saadaan aikaan toimivat, hyväksyttävät ja edulliset läpiviennit tiivistyksineen. Toteutuvat kustannukset vaihtelevat huomattavasti riippuen käytetyistä työtavoista ja tekijöistä. Heikon ilmastoineristävyyden vuoksi Siporex-harkkoa ei tule upottaa teräsbetoniseinään ilman tarkempia selvityksiä.</p> <p>Heinäkuussa 2013 voimaantulevan tuotemerkintälain myötä on syytä herättää huomiota käytettäviin rakennustuotteisiin. Aikaisemmin käytettyjen tuotteiden tyyppihyväksynät ovat vanhentuneet ja jatkossa vaaditaan CE-merkintä käytettäviin rakennustuotteisiin.</p>		
Avainsanat (asiasanat) läpivienti, palokatko, palokatkotuote, tiivistys, ETA, CE, varausaukko, vertailu, Siporex, PEX, palokatko-suunnitelma		
Muut tiedot		



Author(s) MARKKANEN, Niko	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 11.3.2013
	Pages 74	Language Finnish
		Permission for web publication (X)
Title COMPARISON OF LEAD-IN OF FIREPROOF REINFORCED CONCRETE		
Degree Programme Civil Engineering		
Tutor(s) LÄHDESMÄKI, Pekka		
Assigned by YIT Rakennus Oy HONKONEN, Toni, Works manager		
Abstract <p>The purpose of this bachelor's thesis was to compare different ways of making a through hole into an EI-classified concrete wall and different ways to seal a gap between a penetrating pipe and the wall. The subject of this work focuses on reinforced concrete wall between an apartment and a stairway.</p> <p>This study clarifies the cost estimate when making a through hole into a wall with different ways and insulating the gap between the copper pipe and the wall, either by using concrete prefabrication factory before casting the elements and a diamond drilling entrepreneur. The ways of making sealing by construction firm's workers and external entrepreneurs are compared. An additional goal was to find out if it is possible to integrate a lightweight aggregate concrete bar (Siporex) into the wall in an acceptable way. With Siporex bar the construction firm can make through holes by themselves. The last research question was to clarify suitable products to seal the penetrating pipe into the concrete wall when using PEX-plastic pipe with a casing tube.</p> <p>Due to this research it was found out that the more used sealing products, penetration pipes and walls are planned, the cheaper the cost will be. There is quite a large scale of variability in prices with different execution methods; however, there is potential to save much money. Because of Siporex's weak airborne sound insulation, Siporex bar should not be placed into an apartment's concrete wall without an accurate analysis.</p> <p>Because of the forthcoming date of putting CE-markings into action there is good reason to take the used sealing products into consideration. The VTT's certificate of type approval used previously has come the end of its validity period.</p>		
Keywords penetrating, product, pipe, though hole, seal, eta, CE, Siporex		
Miscellaneous		

SISÄLTÖ

1	TYÖN LÄHTÖKOHDAT	7
1.1	Yleistä	7
1.2	Toimeksiantaja	8
2	TAVOITTEET JA RAJAUS	8
3	PALOKATKOJEN HISTORIA	9
4	TEORIA	11
4.1	CE- ja ETA-merkkinnät	11
4.2	Läpivientejä koskevat määräykset palo-osastoiduissa rakenteissa.....	12
4.3	Läpiviennin tiivistyksen luvanvaraisuus.....	13
5	VERTAILUN LÄHTÖTIEDOT	14
5.1	Kiinteistö.....	15
5.2	Tuotteiden valinta	18
5.3	Läpivientikappaleet	20
5.4	Tiivistystuotteet.....	21
5.5	Läpivientivarauksen muoto ja koko	23
5.6	Palokatkoourakoitsijat.....	27
6	LÄPIVIENTIVARAUKSIEN TEKO.....	28
6.1	Elementtitehtaan asentama läpivientikappale	29
6.2	Elementtitehdas ja määrämittainen reikä.....	30
6.3	Varauksen tekijänä timanttiporausurakoitsija	31
6.4	Elementtitehtaan asentama Siporex -harkko.....	32
7	SUOJAPUTKELLISEN PEX-PUTKEN LÄPIVIENNIN TIIVISTÄMINEN.....	33
7.1	Yleistä	33
7.2	Vaihtoehtoiset toteutustavat	34
8	LÄPIVIENTIVARAUKSEN TEKO JA SEN TIIVISTÄMINEN	35
9	TULOKSET	36
9.1	Läpivientikappaleet	36
9.2	Tiivistystuotteet.....	36
9.3	Varausaukon toteutus	37
9.4	Läpiviennin tiivistystyö rakennusliikkeen omilla työntekijöillä	38

9.5	Läpiviennin tiivistystyö palokatkoourakoitsijoiden toimesta	39
9.6	Läpiviennin toteutuksessa vertailtavien tapojen ja tuotteiden yhdistäminen	40
9.7	Suojaputkellisen PEX-putken tiivistäminen	41
9.8	Siporex-harkon upotus palo-osastoituun seinään	41
10	POHDINTA JA TAPAEHDOTUKSET	42
10.1	Opinnäytetyön teko	42
10.2	Tuotteiden valinta	43
10.3	Läpivientivarauksen koon valinta	43
10.4	Varausaukon toteutus	44
10.5	Läpiviennin tiivistystyö rakennusliikkeen omilla työntekijöillä	45
10.6	Läpiviennin tiivistystyö palokatkoourakoitsijoiden toimesta	46
10.7	Suojaputkellisen PEX-muoviputken tiivistäminen	46
10.8	Siporex -harkon upotus palo-osastoituun seinään	47
	LÄHTEET	49
	LIITTEET	51
	LIITE 1. KUSTANNUSLASKELMIEN LÄHTÖTIEDOT	52
	LIITE 2. LÄPIVIENTIKAPPALEEN KUSTANNUKSET	54
	LIITE 3. PALOKATKOVAHDON, CFS-F FX, KUSTANNUKSET	55
	LIITE 4. AKRYYLIPALOKATKOMASSAN, CFS-S ARC, KUSTANNUKSET	56
	LIITE 5. KOMPONENTTIVAHDON, 2K-FOAM, KUSTANNUKSET	57
	LIITE 6. PALOKATKOMASSAN, BARRAFLAME, KUSTANNUKSET	58
	LIITE 7. PALOKATKOOURAKOITSIJOIDEN TARJOUKSET	59
	LIITE 8. LÄPIVIENTIVARAUKSEN TEOSTA AIHEUTUVAT KUSTANNUKSET	60
	LIITE 9. VERTAILTAVIEN VAIHTOEHTOJEN KUSTANNUSVERTAILU	62
	LIITE 10. VÄÄRÄÄN PAIKKAAN SIOJITETUN LÄPIVIENTIVARAUKSEN KUSTANNUKSET	63
	LIITE 11. KUSTANNUSVERTAILU, AS OY JYVÄSKYLÄ SIROUS	66
	LIITE 12. TOIMINTAMALLI PALOKATKOJEN TIIVISTYSTYÖHÖN RAKENNUSHANKKEESSA	69
	LIITE 13. PALOKATKOOURAKOITSIJAN FPIC OY TARJOUS	70
	LIITE 14. PALOKATKOOURAKOITSIJAN SISÄ-SUOMEN PALOERISTE OY:N TARJOUS	71

LIITE 15. PALOKATKOURAKOITSIJAN PALOKATKOTUKKU PARKKINEN OY:N TARJOUS	72
LIITE 16. PALOKATKOURAKOITSIJAN PALOKATKOMIEHET OY:N TARJOUS	73

KUVIOT

KUVIO 1. Karismakorttelin mainokset Vaasankadulle	15
KUVIO 2. Karismakortteli	16
KUVIO 3. As Oy Sirous runkotyövaiheessa	17
KUVIO 4. Rappukäytävän ja huoneiston väliset läpiviennit ilman palokatkotuotteita	18
KUVIO 5. Tuotevalintaprosessi.....	19
KUVIO 6. Moduulirakenteinen seinäläpivienti	20
KUVIO 7. Palokatkotuotteita valmistavia yrityksiä.....	21
KUVIO 8. Pyöreän ja neliömäisen muotojen ero.....	24
KUVIO 9. Läpivientiesimerkki teräsbetoniseinässä, pystyleikkaus	25
KUVIO 10. Pyöreän läpivientivarauksen vähimmäishalkaisija	26
KUVIO 11. Elementtitehtaalla toteutetut pyöreät läpivientivaraukset.....	30
KUVIO 12. Vertailtavien tapojen ja tuotteiden kustannukset yhdelle läpiviennille	63
KUVIO 13. Väärään paikkaan sijoitetun läpivientivarauksen kustannukset.....	65
KUVIO 14. Huoneistojen kupariputkiläpivientien jakauma kerroksittain	66
KUVIO 15. Erikokoisten läpivientien jakauma , 1-7 krs.....	67
KUVIO 16. Rappukäytävän ja huoneiston välisien läpivientien kustannukset	68

TAULUKOT

TAULUKKO 1. Valitut tuotteet tiivistystuotteiksi.....	23
---	----

TAULUKKO 2. Vertailuun valitut palokatko-urakoitsijat	27
TAULUKKO 3. Palokatko-urakoitsijoille annetun tarjouspyynnön tiedot	28
TAULUKKO 4. Vaihtoehtoiset tuotteet suojaputkelliselle PEX-putkiläpiviennin tiivistämiseksi	35
TAULUKKO 5. Tietolähteet palokatkotuotteista ja -urakoitsijoista	53
TAULUKKO 6. Palokatko-urakoitsijoilta saadut hintatiedot	59
TAULUKKO 7. Timanttiporausurakoitsijan toteuttaman 20 kpl varauksen kustannukset	61
TAULUKKO 8. Vertailtavien vaihtoehtojen kustannukset	62

KÄSITTEISTÖ

CE-merkintä on eurooppalainen vaatimustenmukaisuusmerkintä. Katso luku 4.1 ”CE- ja ETA-merkinnät”.

Elementtitehdas on tässä tapauksessa kolmannen osapuolen ylläpitämä teollinen tehdas, jossa valmistetaan suunnitelmien mukaisia elementtejä erilaisiin rakennuksiin ja rakenneyhdistelmiin.

ETA-hyväksyntä on eurooppalainen tyyppihyväksyntä. Katso luku 4.1 ”CE- ja ETA-merkinnät”.

Kondensoituminen tarkoittaa fysikaalista ilmiötä, missä ilmassa olevan kosteus tiivistyy pisaroiksi kylmälle pinnalle.

Läpivienti tarkoittaa yksittäisen putken muodostamaa tiivistä liitosta (palo-osastoidussa) rakenteessa, esimerkiksi seinässä tai holvissa. Ks. *Palokatko*.

Läpivientikappale on tuote, joka sisältää palo-osastoivaan rakenteeseen vaaditut tiivistysvaatimukset ja mahdollistaa putken asentamisen jälkeinpäin.

Läpivientivarauksen tiivistäminen tarkoittaa rakenteessa olevan läpivientivarauksen tiivistämistä tapahtumakohtaisten vaatimusten mukaisesti.

Läpivientivaraus on seinässä oleva reikä, jota hyväksi käyttäen esimerkiksi putket viedään huoneesta toiseen.

Paloakryylimassa on palo-osastoivan rakenteen saumaukseen ja tiivistykseen vaatimukset täyttävä tuote.

Palokatkoakryyli ks. ”Paloakryyli”.

Palokatko estää liekkien, savun, kuumuuden ja savukaasujen siirtymisen palo-osastoidun rakenteen läpivientien tiivistyksen kautta. Ks. *Läpivienti*.

Palokatkotuote on palo-osastoivan seinän läpiviennin tiivistyksessä käytettävä tuote, joka voidaan asentaa jälkeinpäin. Ks. ”Läpivienti”

Palokatkomassa on palo-osastoidun rakenteen läpiviennin tiivistyksessä käytettävä tuote. Tuote voi olla pursotettavaa tai valettavaa muotoa.

Palonkestävyysaika on minuutteina ilmaistu aika, jonka rakennusosan tai tuotteen on kestävä palotilanteessa vaatimusten mukaisen kunnon omaavana.

Palo-osasto on rakennuksen osa, josta palon leviäminen on estettävä muihin tiloihin.

Palo-osastoivan rakenteen läpivienti on palo-osastoivaan rakenteeseen tehty läpivienti.

Rakennustuote tarkoittaa tässä opinnäytetyössä pysyvää rakennuksen osaa, rakennetta tai rakennuskohteeseen kiinteästi liitettyä tarviketta tai tuotetta.

Suojaputkellinen PEX-putki tarkoittaa muovista (PE-Xa) vesiputkea suojaputkessa (polyeteeni, PE). Suojaputken halkaisijat olivat esimerkiksi 25/20 mm ja sisempänä olevan vesiputken halkaisijat 15 mm seinämävahvuuden ollessa 2,5 mm. Suomessa tällä nimikkeellä viitataan usein Uponor Oy:n tuotteisiin.

Timanttiporausurakoitsija on kolmannen osapuolen ylläpitämä yritys, joka tarjoaa timanttiporaukseen liittyviä palveluja.

Toleranssi mittauksessa tarkoittaa tosimittoja nimellismittoihin nähden. Sallittu mittapoikkeama.

Tyyppihyväksyntä tarkoittaa nykyisin VTT:n myöntämää tuotesertifikaattia. Se voidaan myöntää tuotteille, jotka eivät ole CE-merkinnän tai ETA-hyväksyntöjen piirissä.

Äänieristävyysluku (R'_w) kuvaa rakennuksessa mitattua kahden tilan välistä ääneneristävyyttä, joka saadaan vertailemalla taajuuskaistoittain mitattua ilmaääneneristävyyttä standardoituun.

1 TYÖN LÄHTÖKOHDAT

1.1 Yleistä

Betonivalmisteisissa taloissa viedään putkia eri pintojen läpi huoneista toiseen, mikä tuo lisäkustannuksia rakennuttajalle. Tämä korostuu erityisesti palo-osastoiduissa seinissä, joissa läpiviennit joudutaan tiivistämään erityisen huolellisesti ja hyväksyttävällä tavalla. Muuttuvien määräysten ja merkintöjen myötä on hankalaa sanoa suoraan, mitkä ovat kustannuksiltaan edullisia ja järkeviä vaihtoehtoja läpiviennin toteutukseen. Samat menetelmät soveltuvat usein sekä uudis-, että korjausrakentamiskohteisiin.

Pahimmillaan palokatkojen vaatimuksista tietämätön rakentaja tekee rakenteisiin reikiä toisen perään tai tarpeettoman suuria reikiä. Viimeistään palotarkastajan katselmuksien yhteydessä tulee ilmi, että mikä tahansa palokatkotuote ei enää kelpaakaan reikien täyttö- ja tiivistysmateriaaliksi palo-osastoivissa rakenteissa. Kerrostalotyömaalla näiden reikien määrä kertaantuu kerroksien ja huoneistojen myötä ja näin ollen myös tiivistysmateriaalien menekki moninkertaistuu.

Hyväksytyjen palokatkotuotteiden kirjo on vaihdellut tiheään tahtiin vuosikymmenien kuluessa. Suurin osa rakennusalan ihmisistä tiedostaa, että heinäkuussa 2013 astuvat voimaan myös rakennuslalla CE-merkintävaatimukset rakennustuotteissa. Harva kuitenkin todellisuudessa tietää asiasta sen tarkemmin. Esimerkiksi kuinka tuotteet saavat tuon merkinnän ja mitä vaihtoehtoja tuotteiden ostajalla on.

Rakentajien, rakennuttajien, aliurakoitsijoiden, työjohtajien ja rakennusmiesten tietämys palo-osastoivien rakenteiden läpivientien tiivistykseen kelpaavista tuotteista on melko vaihteleva, minkä vuoksi rakennustarkastajat ja paloviranomaiset joutuvat puuttumaan tähän puutteita havaitessaan. Tilannetta eivät ainakaan helpota muuttuvat määräykset, joista esimerkkinä rakennustuotteiden CE-merkintäpakko.

1.2 Toimeksiantaja

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi YIT Rakennus Oy, Talonrakennuksen yksikkö Jyväskylässä. Yrityksen perustat ylettyvät vuoteen 1912, jolloin Yleinen Insinööri-toimisto aloitti liiketoimintansa. YIT:n osake on kirjattu pörssiin toimialaryhmässä Teollisuustuotteet ja -palvelut, se toimii 14 eri maassa 26 tuhannen työntekijän voimin ja on Euroopan merkittävä asuntorakentaja. (YIT Oy, 5.2.2013)

2 TAVOITTEET JA RAJAUS

Työ toteutettiin käyttäen toimeksiantajan solmimia vuosisopimushinnastoja urakoitsijoiden ja tuotetoimittajien kesken. Tähän kategoriaan luetaan timanttiporausurakoitsija, elementtitehdas, palokatkourakoitsijat sekä tuotetoimittajat. Tietolähteenä käytettiin myös työmaan vastaavan mestarin tietämystä, rakennusvalvonnan ja palo- viranomaisten haastatteluja, aikaisemmin tehtyjä selvityksiä, artikkeleita ja kirjoitelmia. Lisäksi olennaisena osana toimivat Maankäyttö- ja rakennuslaki, rakentamismääräyskokoelmat, sekä tuotteiden sertifikaatit ja todistukset. Kustannusvertailua varten valittiin esimerkkirakennus toimeksiantajan kohteista, jolle tehtiin esimerkkilaskelmat ja tapaehdotukset. Tutkimustyö toteutettiin kvalitatiivisena, eli laadullisena tutkimuksena.

Työssä selvitettiin toimeksiantajan rakennuttamaan elementtikerrostalokohteeseen kustannuksiltaan edullisin tapa toteuttaa läpivientivaraus ja sen tiivistys palo-osastoidussa seinässä. Vertailukohteena pidettiin yksittäisien kupariputkien läpivientejä. Vertailurakennuksesta selvitettiin yleisin kupariputkien koko ja materiaali, mikä perusteella valittiin optimaalinen läpivientivarauksen koko läpivientikappaleiden ja tiivistysaineiden perusteella. Käytettävien tuotteiden hukkaosuuksia ei otettu huomioon.

Toteutustapojen ja materiaalien oli oltava sellaisia, kuin Rakennusmääräyskokoelma, Maankäyttö- ja rakennuslaki ja normit vaativat. Lisäksi selvitettiin väärään paikkaan sijoitetun läpivientivarauksen kustannukset ja valittiin tiivistyksessä käytettävät tuot-

teet. Erillisenä selvityksenä tehtiin myös suojaputkellisen PEX-putken läpiviennin tiivistämisen vaihtoehdot palo-osastoidussa seinässä.

Läpivientivarausten toteuttamisen vertailuvaihtoehtoina pidettiin neljää ennalta määriteltyä tapaa. Vaihtoehtoina varauksen toteutukseen olivat

- elementtitehtaan asentamat läpivientikappaleet
- elementtitehtaan tekemät suunnitelmien mukaiset varaukset elementteihin
- timanttiporausurakoitsijan toteuttama varaus työmaalla sekä
- elementtitehtaan sijoittama Siporex-harkko elementtiin.

Vertailtavia läpivientikappaleita oli tarkoitus valita kaksi vaihtoehtoa ja palokatko-tuotteita neljä vaihtoehtoa, jotka valittiin helposti saatavilla olevilta ja tunnetuimmilta tuotetoimittajilta.

Työssä ei selvitetty syitä tai ratkaisuja siihen, mitkä tekijät aiheuttavat läpivientivara-uksia väärään sijaintiin. Vertailuissa ei otettu kantaa useiden putkien läpivienteihin. Työt oletettiin tehtäväksi jo runkovaiheessa, jolloin tilojen suojaamiseen ei varattu resursseja. Lisäksi IV -läpiviennit jätettiin aihealueen ulkopuolelle.

Opinnäytetyö toteutettiin vuoden 2013 myötä tulevien CE-vaatimuksien mukaisesti. Työssä selvitettiin myös CE- ja ETA-merkinnöistä perusteet, jotka rakennusalan työn-tekijän on hyvä tietää. Tiivistystuotteiden ilmaääneneristävyyteen ei otettu kantaa, mikä on varmistettava tuotteita valittaessa.

3 PALOKATKOJEN HISTORIA

Hyväksyttävien rakennustuotteiden kirjo on muuttunut oleellisesti viime vuosien saatossa. Aikaisemmin olivat Tyyppihyväksytyt tuotteet, sen jälkeen tulivat VTT:n

Tyyppihyväksynät ja nyt ovat tulossa CE-merkinnät, ja niiden myötä ETA-hyväksynät.

Alun perin tyyppihyväksyntöjä myönsi ympäristöministeriö, mutta vuoden 2008 jälkeen hyväksyntöjen laatiminen luovutettiin kolmansille osapuolille, joista esimerkkinä mainittakoon VTT Expert Services Oy:lle. Tyyppihyväksyntä kertoo tuotteen täyttävän Suomen rakentamismääräyskokoelmien vaatimukset ja hyväksynnällä on tietty voimassaoloaika. Tyyppihyväksyntää ei voida myöntää tuotteille, joille on olemassa harmonisoitu tuotestandardi tai sille voidaan hakea eurooppalainen tekninen hyväksyntä ETA (Ympäristöministeriön myöntämät tyyppihyväksyntäpäätökset n.d.). Heinäkuussa 2013 voimaan tulevan rakennustuotteiden CE-merkintävaatimusten myötä tyyppihyväksynät jäävät historiaan suurimmalta osalta rakennustuotteiden suhteen.

Läpivientivarauksen sijainnin suunnittelu vaatii hyvää suunnittelun ohjausta, suunnittelijoiden taitoja ja eri suunnitelmien yhteensovittamista. Tämän vuoksi olisi edullisinta tehdä vaadittavat reiät vasta sen jälkeen, kun tiedetään putkilinjojen sijainti, mutta suuri porauskalusto ei ole enää rakennusliikkeiden vakiokalustoa. Rakennesuunnittelutoimisto Finmacon Oy:n rakennesuunnittelija Miinalaisen (2013) mukaan rakennustyömaille on kaivattu jo pidempään ratkaisua, mikä toisi joustavuutta ja pienempiä kuluja työmaalla tehtävien reikien suhteen.

Palokatkotuotteiden hyväksynnöissä ja ilmoitetuissa ominaisuuksissa on ollut hyvin paljon eroja, mikä on hankaloittanut sopivien tuotteiden valintaa. Eri osapuolien tietämyksen ollessa melko hataralla pohjalla tukeudutaan useasti palokatkoasentajien palveluihin. Palokatkoasentajat ovat yleensä koulutautuneet ns. päteviksi palokatkoasentajiksi ja huolehtivat vaadittavien asiakirjojen laatimisesta, mutta toisaalta sieltä saadaan myös lisäkuluja hankkeelle.

Tyyppihyväksytyjen tuotteiden papereissa oli maininta, että maahantuoja tai jälleenmyyjä kouluttaa palokatkoasentajat. Tämän myötä Palokatko yhdistys perusti VTT Expert Services Oy:n kanssa Palokatkoasentajan henkilösertifiointijärjestelmän, jossa työntekijöitä koulutetaan löytämään oikeat tuotteet ja menetelmät (Palokatkoasentajan henkilösertifiointi n.d.).

4 TEORIA

4.1 CE- ja ETA-merkkinnät

Suomessa tulee voimaan heinäkuussa 2013 CE-merkintöjen pakollisuus suurimmassa osassa rakennustuotteita. Asiantuntijan mukaan teoriapuoli näyttäisi olevan valmiina muutokseen, mutta vielä on useita käytännönaiheisia kysymyksiä avoimina (Pulkki 2012). CE-merkitsemättömiä tuotteita saa määräysmuutoksen jälkeen myydä ja ostaa, mutta niitä ei saa käyttää talonrakentamisessa. Epäselvyyttä herättää mm. se, mitä myydyille tuotteille tehdään määräajan jälkeen, vaikka ne olisi lähetetty tehtaalta ennen muutoksen voimaantuloa.

CE- ja ETA-merkintöjen ero on siinä, että ETA-hyväksyntä on vaihtoehtoinen reitti CE-merkinnän saavuttamiselle. CE-merkintää ei tarvitse hakea mistään, vaan valmistaja tai maahantuoja vastaa merkinnästä, tuotteen ilmoitetuista ominaisuuksista, testausmenetelmistä sekä laadunvalvonnasta. ETA-hyväksyntää haetaan valtuutetulta hyväksyntälaitokselta, minkä jälkeen ETA-hyväksyntä on pätevä sellaisenaan kaikissa Euroopan maissa. Suomessa valtuutettu ETA-hyväksyntöjen laatija on VTT Expert Services Oy. Erikoistapauksissa voidaan hakea VTT:ltä tuotesertifikaattia, jolla osoitetaan tuotteen soveltuvuus ja näin ollen tuotetta voidaan käyttää talonrakennustoinnassa, vrt. Würth. Tuotesertifikaattia anottaessa ei tuotteella voi olla harmonisoitua tuotestandardia eikä se myöskään voi kuulua ETA-hyväksyntöjen piiriin.

Huomattavan suuressa osassa palokatkotuotteita on mainittu VTT tyyppihyväksyntäsertifikaatti, mutta sen käyttö lopetettiin vuonna 2010. Jyväskylässä jatkettiin tuotteiden hyväksyttävää käyttöä tyyppihyväksyntäsertifikaatilla poikkeuksellisesti vielä vuoden 2011 ajan (Pylkkänen, 2013).

4.2 Läpivientejä koskevat määräykset palo-osastoiduissa rakenteissa

Maankäyttö- ja rakennuslaki määrää yhdessä Rakentamismääräyskokoelman kanssa rakennushankkeen osapuolien vastualueet ja tehtävät. Kokosin tähän kappaleeseen olennaisimpia asioita, mitä rakennuttajan on tiedettävä läpivientien vaatimuksista.

RAKENTEET

Rakennusosien vaatimukset ilmoitetaan kirjaimilla R, E ja I, ja lisäksi mainitaan palonkesto-aika minuuttimäärä numeroilla (E1, 2011, 5). Esimerkiksi REI 60 vastaa kantavuutta, tiiveyttä sekä eristävyyttä kuudenkymmenenminuutin ajan palotilanteessa. Rakentamismääräyskokoelman mukaan rakennuksen kantavien rakenteiden tulee kestää niille asetetun ajan palotilanteessa ja pelastushenkilöstön turvallisuus on rakentamisessa otettava huomioon (E1, 2011, s. 8).

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava siitä, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä myönnetyn luvan mukaisesti. Hänellä tulee olla hankkeen vaativuus huomioon ottaen riittävät edellytykset sen toteuttamiseen sekä käytettävissään pätevä henkilöstö. (L 5.2.1999/132, 119§)

Rakennuksen kantavien rakenteiden tulee palon sattuessa kestää niille asetetun vähimmäisajan. Palon ja savun kehittymisen ja leviämisen rakennuksessa tulee olla rajoitettua. Myös palon leviämistä lähistöllä oleviin rakennuksiin tulee rajoittaa. Rakennuksessa olevien henkilöiden on voitava palon sattuessa päästä poistumaan rakennuksesta tai heidät on voitava pelastaa muulla tavoin. Myös pelastushenkilöstön turvallisuus on rakentamisessa otettava huomioon. (A 10.9.1999/895, 50 §)

LÄPIVIENIT

Palo-osastoitujen tilojen läpivienneille on asetettu myös omia vaatimuksia. Rakentamismääräyskokoelma tuo esille, että osastoivan rakennusosan läpi saa johtaa tarpeellisia putkia, kanavia, johtoja sekä hormoneja, mikäli ei olennaisesti heikennetä rakennusosan osastoivuutta (E1, 2011, 7.4.1). Läpivientien palonkestävyyssajan tulee olla vähintään sama kuin sitä ympäröivän osastoivan rakenteen (RIL 221, 46).

KÄYTETTÄVÄT TUOTTEET

Rakennustuotteiden CE-merkintävaatimukset astuvat voimaan Suomessa ensimmäinen heinäkuuta 2013. Tämän jälkeen käytettävien rakennustuotteiden ovat oltava CE-merkittyjä maahantuojan tai valmistajan toimesta. (A, 305/2011)

Jotta rakennustuotteeseen tai sen asiakirjoihin voidaan lisätä CE-merkintä, tulee tuotteella olla hyväksytty eurooppalainen harmonisoitu tuotestandardi (hEN). Mikäli kyseistä standardia ei ole luotu, voidaan tuotteelle hankkia eurooppalainen tekninen hyväksyntä ETA, jonka perusteella tuote voidaan varustaa CE-merkinnällä. (Tuotteen varustaminen CE-merkillä 2012)

Toisin sanoen myös läpivientien tiivistystuotteina käytettävien materiaalien on oltava heinäkuun 2013 jälkeen CE-merkittyjä. Tällä hetkellä sellaisia ei kuitenkaan ole vielä markkinoilla, minkä vuoksi opinnäytetyössä keskityttiin eurooppalaisen teknisen hyväksynnän saaneisiin tuotteisiin.

4.3 Läpiviennin tiivistyksen luvanvaraisuus

Rakennuttajat ovat tyypillisesti tilanneet ulkopuoliset palokatko-urakoitsijat tiivistämään palo-osastoitujen seinien läpiviennit. Tähän on ollut syynä osaksi tietämättömyys vaadittavista toimenpiteistä ja sopivista tuotteista. Palokatko-urakoitsijan oletetaan tietävän kaiken oleellisen ja tekevän kaiken tarpeellisen, jolloin rakennuttajalle jää vain työn hyväksyminen ja asiakirjojen arkistointi. Palokatko-urakoitsijoiden katsotaan paremmaksi jättää tehtäväksi ammattilaisille, jolloin palotarkastajien katselmuksilla ei ole niin epävarma olo.

Tyypin hyväksyntöjen aikaan vaadittiin läpivientien tiivistystyön tekijöille tuote- edustajien tai maahantuojien järjestämä koulutus, jossa kartoitettiin tarpeelliset tiedot työn toteutusta varten. Nykyään ETA-hyväksytyissä tuotteissa riittää, että on riittävät taidot ja tiedot työn toteuttamiseksi. (Pylkkänen 2013)

Osastoivien rakenteiden läpivientien tiivistystöitä voidaan teettää työmaan omilla työntekijöillä, kunhan varmistetaan vaadittavat toimenpiteet. Näitä ovat palokatko-suunnitelma, hyväksytyjen tuotteiden ja työtapojen käyttö, palokatkojen merkintä tarroilla tai merkintälaatoilla. Vastaava mestari vastaa lopulta työn jäljestä, joten hän voi tarkistaa tai tarkistuttaa palokatkot. (Pylkkänen 2013). Työn tarkistuksen jälkeen on hyvä tehdä kuittaukset asiakirjoihin, jolloin saadaan näkemys palokatkojen huolittelusta teosta ja tarkistuksesta.

Rakennushankkeen alussa olisi laadittava palokatkosuunnitelma, jossa kerrotaan käytettävät tuotteet eri tilanteisiin käyttöohjeiden ja hyväksyntöjen kanssa, läpivientivarausten koot sekä putken oikeaoppinen sijoittaminen läpivientivaraukseen. Tämän toimintamallin käyttöönotto toisi paremmat mahdollisuudet onnistuneiden palokatkoitöiden toteutumiseen. Samalla myös dokumentointi palokatkojen suhteen olisi kunnossa ja paloviranomainen näkee katselmuksilla kokonaisuuden nopeammin (Pylkkänen, 2013).

LIITE 12. Toimintamalli palokatkojen tiivistystyöhön rakennushankkeessa” tuodaan havainnollisesti esille, kuinka rakennuttajan on toimittava ja mitä on otettava huomioon, mikäli aikomuksena on tehdä läpivientien tiivistystyöt palo-osastoiduissa seinissä rakennusliikkeen omien työntekijöiden toimesta.

5 VERTAILUN LÄHTÖTIEDOT

Tapa- ja kustannusvertailun pohjaksi valittiin toimeksiantajan rakennuttama kiinteistö, seinän tyyppi ja sen paksuus, läpivientiputket, läpivientikappaleet sekä tiivistystuotteet. Seinä ja läpivientiputket valittiin vertailtavan kiinteistön suunnitelmista.

5.1 Kiinteistö

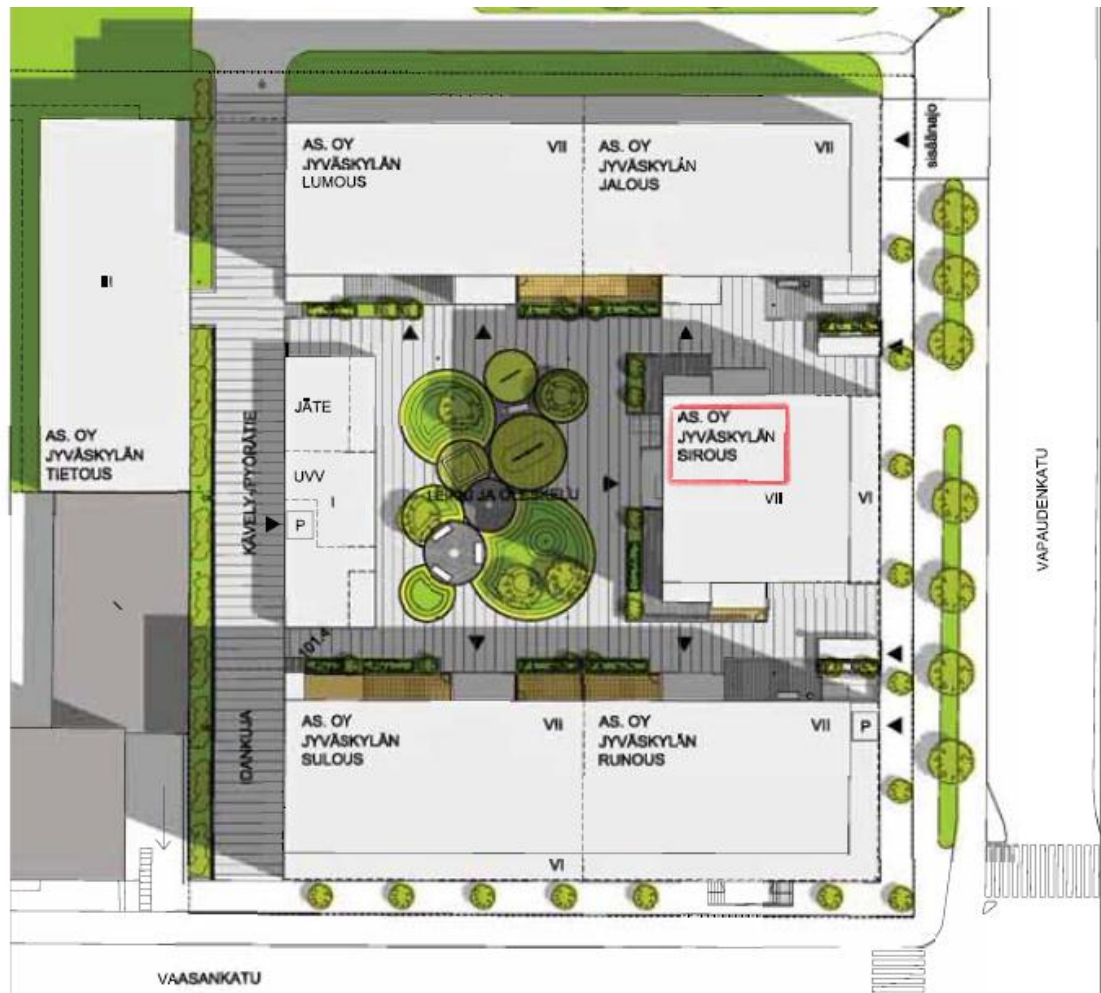
Opinnäytetyön kustannusvertailun pohjaksi valittiin toimeksiantajan rakennuttama As Oy Jyväskylä Sirous -asuinkerrostalo Jyväskylän ydinkeskustasta Vapaudenkatu 35:ssä. Sirous on osa YIT Rakennus Oy:n rakennuttamaa Karismakorttelia (ks. KUVIO 1 ja 2), jonka on määrä valmistua kokonaisuudessaan alkuvuodesta 2015 kuudennen kerrostalon myötä. As Oy Jyväskylä Sirouksen rakennustyöt on aloitettu loppuvuodesta 2012 ja sen on määrä valmistua alkuvuodesta 2014.



KUVIO 1. Karismakorttelin mainokset Vaasankadulle

Karismakorttelin kaikki kuusi kerrostaloa rakennutetaan samalla rakennusliikkeellä ja samoilla arkkitehdeillä (ks. kuvio 2). Arkkitehtitoimistona toimii järjestetyn arkkitehtikilpailun voittaja Lahdelma & Mahlamäki Architects Oy. Seitsemänkerroksinen Sirous on rakennettu kaksikerroksisen autohallin päälle, mistä löytyy taloyhtiöiden parkkipaikoitukset. Pysäköintitalon alempi kerros on Jyväsparkki Oy:n omistuksessa maksullisena parkkihallina. Sirouksen ulkoseinät ovat lämpörapattuja betonielementtejä ja rapattuja sandwich-elementtiseiniä. Vesikatteena toimii bitumikermikate. Jokai-

seen huoneistoon kuuluu huoneistokohtainen vesimittaus, kaapelitelesioverkko ja kiinteä laajakaistayhteys. (Sirous-esitys n.d.)



KUVIO 2. Karismakortteli (Sirous-esitys n.d.)

Sirouksessa on kerrosalaa 1885 m^2 ja suunniteltu henkilömäärä 61. Sirouksessa on yhteensä 22 asuinhuoneistoa, mistä muodostuu asuinhuoneistoalaksi $1764,5 \text{ m}^2$. Huoneistoista 8 kpl ovat kaksiota, 11 kpl kolmioita, sekä 3 kpl neliöitä. Yhtiön auto-paikat sijaitsevat viiden muun yhtiön kanssa maantason alapuolisessa kerroksessa pysäköintitalossa, johon asukas pääsee rakennuksen omalla hissillä. Rakennus lämmi-

tetään vesikiertoisella lattialämmityksellä, johon saadaan lämpö kaukolämpöverkosta. Kuviossa 3 rakennus on runkovaiheessa.



KUVIO 3. As Oy Sirous runkotyövaiheessa

Huoneiston lämmönjakelun ja käyttöveden vesiputket tuotiin rappukäytävän ja huoneiston välisestä palo-osastoivasta teräsbetoniseinästä (ks kuvio 4). Läpivientejä on vesiputkien osalta yhteensä viisi kappaletta asuinhuoneistoa kohti ja ne ovat materiaaliltaan kuparisia. Näitä olivat vesiputket kylmälle ja lämpimälle käyttövedelle, lämpimänveden kiertoputki, sekä lattialämmityksen meno- ja paluuputket. Putkien halkaisijat vaihtelivat 15-22 mm:n välillä riippuen huoneiston vaatimasta lämmitys- ja käyttövesitarpeesta.

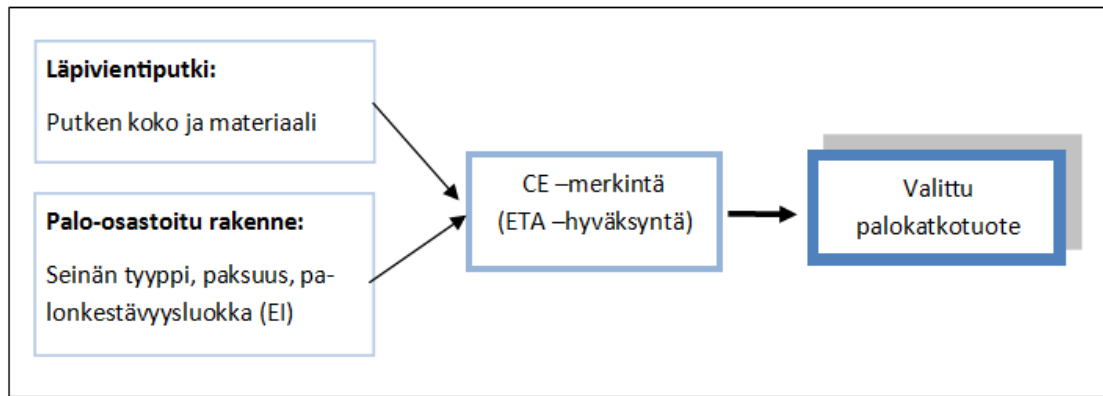


KUVIO 4. Rappukäytävän ja huoneiston väliset läpiviennit ilman palokatkotuotteita

Rakennuttaja YIT Rakennus Oy on sisällyttänyt urakkasopimuksien urakkarajoihin urakoitsijoiden tarvitsemat läpivientivaraukset ja niiden tiivistyksistä koituvat kulut. Tällä tavoin tavoitellaan olla teetättämättä kohtuuttoman kokoista varausaukkoa. (Niininen, 2012)

5.2 Tuotteiden valinta

Tuotteiden valinnat opinnäytetyön varhaisessa vaiheessa olivat hyvin tärkeät työn tavoitteita varten. Valintojen pohjalta saatiin selvitettyä seinään tehtävän läpivientivarauksen koko, materiaalimenekit ja kustannukset hintavertailua varten. Palokatkotuotteita myyvien liikkeiden hyllyjen pursuessa eri vaihtoehtoja rajattiin vertailtavat tuotteet suurimpiin tuotetoimittajiin ja ETA-hyväksytyihin tuotteisiin. KUVIO 5 havainnollistaa tuotevalintaprosessia.



KUVIO 5. Tuotevalintaprosessi

Tarkoituksena oli löytää kolme hyväksyttävää palokatko tuotetta kuparisen 22 mm vesiputken läpiviennille ja suojaputkellisen PEX-putken läpiviennille teräsbetoniseinässä. Suojaputken ulkohalkaisija oli 25 mm ja muovisen vesiputken ulkohalkaisija 15 mm.

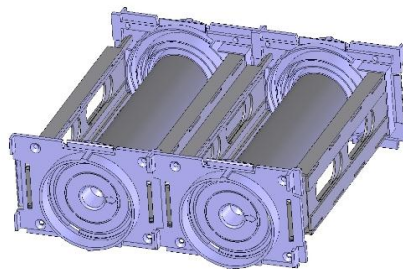
Pohjois-Euroopan suurin soveltavaa tutkimusta tekevä organisaatio VTT Expert Services Oy ilmoitti yksiselitteisesti uutisartikkelissaan, että CE-merkintään on kaksi vaihtoehtoa: harmonisoitu standardi (hEN) tai eurooppalainen tekninen hyväksyntä (ETA) (VTT Expert Services Oy, 2012). Myynnissä olleilla palokatko tuotteilla ei ollut CE-merkintää, eikä harmonisoitua standardia. Näin ollen tuotteiden valintaan tätä työtä varten potentiaalisimmiksi vaihtoehtoiksi olivat ETA-hyväksytyt tuotteet. Esimerkiksi läpivientikappaleita tarjoavan Sewatek Oy:n läpivientikappaleilla oli opinnäytetyön tekohetkellä CE-merkinnät.

Mikäli läpivientiputken halkaisija on pienempi kuin ETA-hyväksynnässä ilmoitettu, varmistetaan palokatko tuotteen ja kohteen yhteinen toimivuus palotilanteessa asiantuntijoiden lausunnolla. Asiantuntija tässä tapauksessa on esimerkiksi tuotetoimitajan edustama tekninen asiantuntija. (Pylkkänen 2013) Esimerkiksi Hiltin akryylipalokatkomassan, CFS-S ACR, ETA-hyväksynnässä oli maininta, että se käy kupariputkille, kun putken halkaisija on suurempi tai yhtä suuri kuin 28 mm.

5.3 Lämpivientikappaleet

Työmaalla ja elementtitehtaalla käytetään esiasennettavia läpivientikappaleita hyvin suunnitellussa kohteessa, mikä mahdollistaen säästöjä palo-osastoitujen seinien putki- ja sähköläpivienneissä. Lämpivientikappaleiden käyttö ja sijoitus kuitenkin on harkittava tarkkaan, koska mahdolliset putkilinjamuutokset tekevät esiasennetusta läpivientikappaleesta hyödyttömän.

Seinään asennettavia läpivientikappaleita valmistava Sewatek Oy tarjosi hyvin paljon eri käyttötarkoituksiin sopivia tuotteita, joista osa kävi mainiosti opinnäytetyöhön. Tuotevalikoimasta löytyivät läpivientituotteet sekä pienille kupariputkille, että suojaputkellisille PEX-vesiputkille (ks. KUVIO 6). Lämpivientikappaleiden koko vaihteli kupariputkien suhteen, mutta hintaeroa näillä ei ollut. Tuotevalintaa ei voitu tehdä suojaputkelliselle PEX-putkelle Sewatek Oy:n tuotevalikoimasta puutteellisten ETA-hyväksynnän merkintöjen vuoksi. Sihvolan (2013) mukaan Sewatecin ETA-hyväksyntäprosessista oli unohtunut valuun tarkoitettujen läpivientikappaleiden kohdalla suojaputkelliset PEX-putket kokonaan pois. Hyväksynnässä on kuitenkin maininta jälkiasennettavasta läpivientikappaleesta.



KUVIO 6. Moduulirakenteinen seinälämpivienti (Sewatek Oy)

Sewatec Oy:n läpivientikappaleiden lisäksi löydettiin Roxtec Finland Oy:n tuotteet. Yritys tarjoaa erilaisia ETA-hyväksytyjä vaihtoehtoja läpivientien tiivistykseen palo-osastoiduissa seinissä. Myyntitoimihenkilön mukaan tuotteet sopisivat hyvin opinnäytetyössä esille tuleville läpivientitapauksille (Silvennoinen, 2013). Koska hyväksyttävien palokatkotuotteiden hyväksyttävyyys elää muutoksien aikaa, on käytettävät tuotteet syytä valita huolellisesti. Roxtec:n ETA-hyväksynnässä ei kuitenkaan ollut suoranaisesti mainintaa vertailtavista kupariputken halkaisijoista tai suojaputkellisesta PEX-muoviputkesta, Roxtec:n tuotteita ei otettu mukaan vertailuun.

5.4 Tiivistystuotteet

Mikäli läpivientien tiivistystyöt palo-osastoidussa seinässä toteutetaan itse, on valittava työhön soveltuvat palokatkotiivistystuotteet. Valintojen rajauksena pidettiin ETA-hyväksyntää, vaadittavan palonkestävyyssajan täyttymistä 200 mm:n vahvuudessa teräsbetoniseinässä, helposti saatavuutta ja soveltuvuutta pienille kupariputkille.



KUVIO 7. Palokatkotuotteita valmistavia yrityksiä

Palokatkotuotteiden markkinoilla suurin ja näkyvin yritys on **Hilti Suomi Oy**. Hiltin tuotteita käytettäessä näissä tapauksissa on kuitenkin otettava lausunto asiantuntijalta siitä, että voidaanko kyseisiä tuotteita käyttää suunnitellussa kohteessa, koska ETA-hyväksynnässä ei ole suoraa mainintaa tämän työn vertailussa olevien kupari-

putkien kokoluokasta. Hiltin palokatkotuotteiden ETA-hyväksynnöissä otetaan kantaa kupariputkiin, kun ne ovat halkaisijaltaan 28 mm tai sitä suurempia. Hiltin tekninen asiantuntija Silva (2013) ehdotti opinnäytetyöhön valittuja tuotteita käytettäväksi suosituksena. Hän olettaa, että puuttuvia kupariputkikokoja laajennetaan ETA-hyväksyntään kuluvan vuoden aikana.

Tuotteiden valintahetkellä Suomen 3M Oy pystyi tarjoamaan vain yhden palokatko-tuotteen ennalta määriteltyjen kriteerien pohjalta. Kyseinen tuote oli Fire Barrier Pass-Through Device, mutta sekin jätettiin pois vertailusta huomattavan korkean hankintahintansa vuoksi muihin tuotteisiin verrattuna.

Joints Oy:n palokatkosuunnittelija Malinen (2013) tarjosi mittavia määriä eri tuotteita työtä varten, mutta lähes kaikki niistä karsiutuivat pois puuttuvan ETA-hyväksynnän vuoksi. Kaikista niistä tuotteista ainoastaan yhdellä tuotteella oli kyseinen hyväksyntä, mikä oli komponenttivaahdo 2K-Foam.

Tutkimustyötä tehdessä löysin suhteellisen uuden ja suomalaisille tuntemattoman palokatkojen maahantuojan, **BestLevel Oy:n**, joka edustaa PCI -tuoteperhettä paikallisilla markkinoilla. Yritys tarjoaa muiden tuotteiden lisäksi ETA-hyväksytyt ja CE-merkityt palokatkojärjestelmän, joista mainittakoon tätä työtä ajatellen potentiaalisena vaihtoehtona Barra Flame DMK -palokatkomassa. Best Level Oy:n edustajan Palolan (2013) mukaan tuotteet valmistetaan maailman suurimmassa kemikaaliyrityksessä, Basf Se:ssä. YIT Rakennus Oy:n työmaa Helsingissä on ottanut Barra Flame -tuotteet käyttöönsä rakennushankkeessaan mittavan kokoisella työmaallaan. Tuotteiden toimitusaika tilauksesta on maahantuojalta yksi - kaksi arkipäivää.

Taulukkoon 1 on kerätty kooste tämän opinnäytetyön vertailuun valituista palokatko-tiivistystuotteista. Tarkemmat tuotetiedot, huomioon otettavat lisätiedot ja kustannukset löytyvät tuotekohtaisesti tämän työn liitteistä 3-6.

TAULUKKO 1. Valitut tuotteet tiivistystuotteiksi (ETA-10/0109, ETA-11/0206, ETA-10/0292, ETA-11/0206)

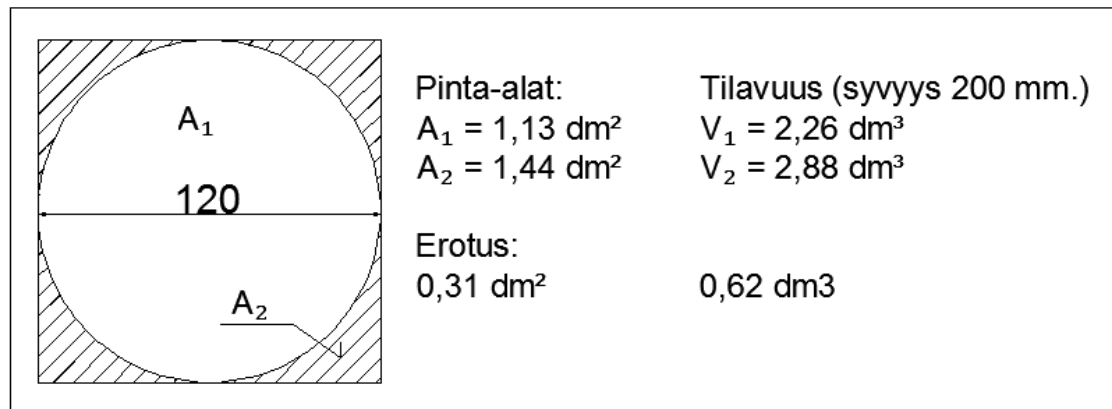
Yritys	Tuote	Kivivillaeristeen vähimmäispaksuus (ETA)
Hilti	Palokatkoahto, CFS-F FX	40 mm (esim Rockwool RS 800)
Hilti	Akryylipalokatkomassa, CFS-S ARC	40 mm (esim Rockwool RS 800)
Joints	Komponenttivahto, 2K-Foam	ei vaatimusta
BestLevel Oy	Palokatkomassa, BarraFlame DMK	ei vaatimusta

Tuotteiden saatavuus vaihtelee tuotteittain. Hilti Oy:n tuotteet noudetaan joko Hiltin paikallisesta myymälästä tai tilataan verkkokaupasta perille toimitettuna. Joints Oy:n tuotteita voi tilata suoraan Joints Oy:n myyntihenkilökunnalta, tai jälleenmyyjiltä. Joints Oy:n tuotteita kaupaa Jyväskylässä Ahlsel, Etra, LVI-Dahl, sekä Reino Marttinen Ky. BestLevel Oy:n tuotteet on saatavilla yrityksen toimitiloista, Vantaalta, tai vaihtoehtoisesti tuotteet on tilattava sieltä perille toimitettuna.

5.5 Lämpöeristävyyden muoto ja koko

Palokatkotuotteiden materiaalimenekkiä saadaan minimoitua silloin, kun vertailtavat läpivientivaraukset ovat muodoiltaan myös pyöreitä, kuten läpivietävät putket. Tämä johtuu siitä, että palokatkotuotteille on yleensä asetettu minimitäyttövahvuudet putken ympäri, eikä vahvuuksissa ole huojennuksia, vaikka materiaalin paksuus olisi jossain kohtaa minimiarvoa suurempi. Oletetaan myös kupariputkien villaeristeiden olevan koko putkilinjan matkalta, myös teräsbetoniseinien kohdalla.

KUVIO 8 havainnollistaa pyöreän ja tasasivuisen neliön muotojen suhteet ja pinta-alat. Kuvista voidaan todeta, että pyöreitä varauksia käyttämällä vähennetään palokatkotuotteiden hukkakäyttöä. Esimerkkikuvassa ympyrän halkaisija on 120 mm ja sen pinta-alaksi saadaan 1,13 dm². Tasasivuisen neliön sivu on myös 120 mm ja sen pinta-alaksi saadaan 1,44 dm². Pinta-alojen erotus on tällöin 0,309 dm². Työssä vertailukohteen teräsbetoniseinän vahvuus oli 200 mm, jolloin ympyrän ja tasasivuisen neliön muotoisien läpivientivarausten tilavuuksien erotukseksi tulee 0,62 dm³. Useissa palokatkoahdoissa ja palokatkoakryylimassoissa myytävän patruunan koko oli 320 ml., mikä on toisin ilmoitettuna 0,32 litraa. Mikäli läpivientivaraus pitäisi tiivistustuotteen käyttöohjeen mukaisesti täyttää kokonaan kyseisellä palokatko tuotteella, jouduttaisiin sitä ostamaan tässä esimerkissä kaksi annosta enemmän. Toisin sanoen palokatko tuotteen materiaalia kuluu neliömäisellä läpivientivarauksella tässä tapauksessa 66 % enemmän kuin pyöreällä muodolla. Neliömäinen läpivientivaraus ei myöskään lisää putkilinjan asennustoleranssia sen enempää, kuin vastaavan kokoinen pyöreä läpivientivaraus.

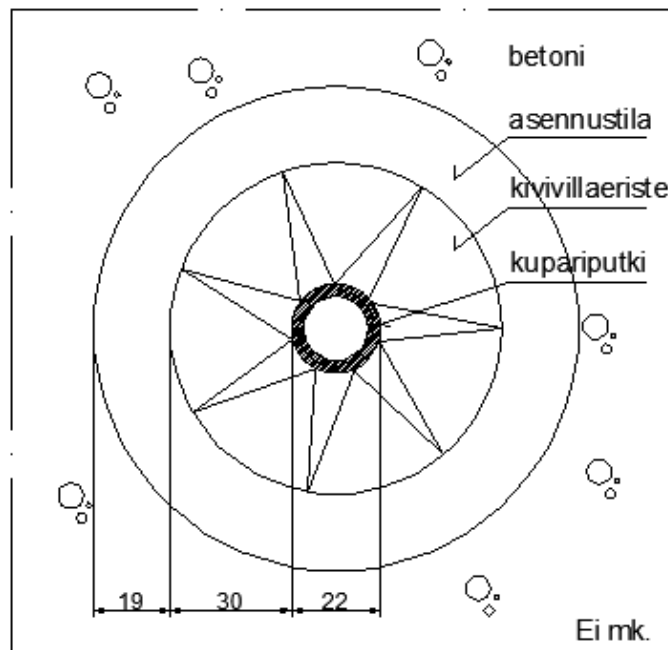


KUVIO 8. Pyöreän ja neliömäisen muotojen ero (ei mittakaavassa).

Rakennuttaja tavoittelee mahdollisimman pienien varauksien toteuttamista, jotta tiivistystuotteena käytettävien materiaalien kikat ja kustannukset pysyisivät mahdollisimman pieninä. Samaan aikaan reiän suunnittelija, esimerkiksi LVI-suunnittelija,

tavoittelee tarpeeksi isoa reikää hyvän asennustilan ja mahdollisimman suuren putkilinjan sijainnin toleranssin takaamiseksi. Jotta kaikki edellä mainitut tavoitteet saadaan toteutettua mahdollisimman hyvin, vaaditaan rakennushankkeessa laadukasta suunnittelun ohjausta ja suunnittelijoiden yhteistyökykyä.

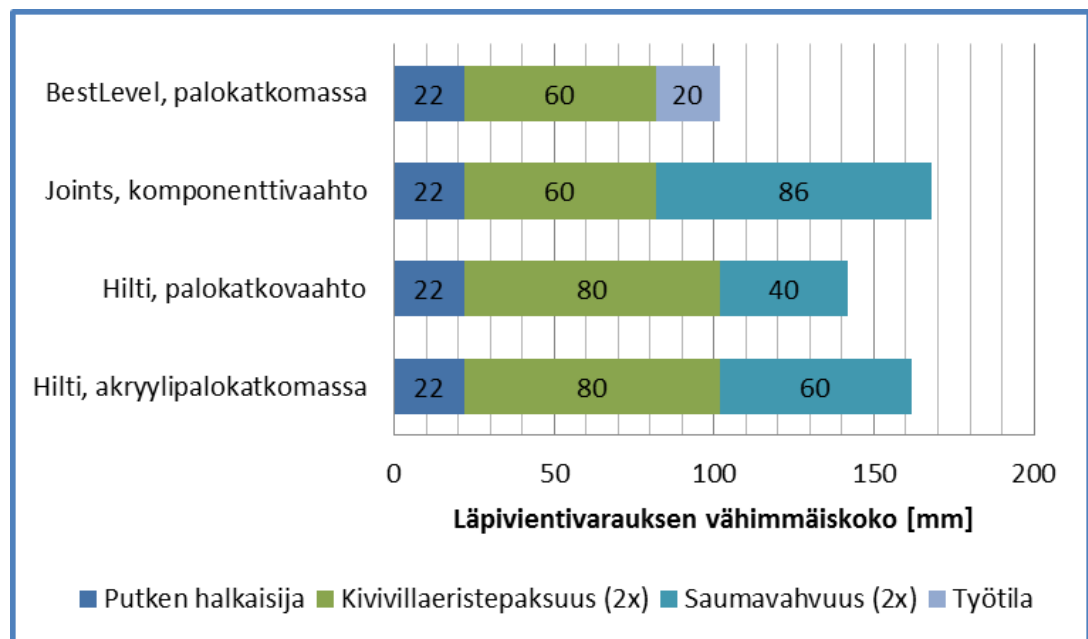
Läpivientivarauksen vähimmäiskoko muodostuu läpivientiputken ulkohalkaisijasta, putken ympärillä olevasta eristepaksuudesta ja palokatkotuotteen vaatimasta vähimmäistäyttöpaksuudesta (ks. kuvio 9). Rakennesuunnittelija joutuu tarkistelemaan elementit tapauskohtaisesti tulevien aukkojen osalta, mistä tulee kustannuksia vaarusaukkoja kohden. Toisaalta läpivienti voidaan toteuttaa pienempänä ilman putken eristämistä, mutta tuolloin on mahdollisuus, että putki kondensoi ilmassa olevan kosteuden putken pintaan ja näin ollen aiheuttaa vähintään esteettisiä haittoja. Pienimmän läpivientivarauksen koon valinta ei ole edullisinta putkilinjaa asentavan putkimiehen ja palokatkotyön työntekijän työtilan suhteen. On inhimillistä, että putkilinjaa asentava putkimies ei välttämättä saa seinän läpi asennettavaa putkea sijoittamaan keskelle läpivientivarausta, jolloin palokatkotuotteen vaatima vähimmäispaksuus voi koitua mahdottomaksi.



KUVIO 9. Läpivientiesimerkki teräsbetoniseinässä, pystyleikkaus

Vertailukohteessa kuparilinjojen eristeenä käytettiin 30 mm paksua kivivillaa koko putkilinjan matkalta. Läpivientivaruksen ollessa liian pieni, putken eristeenä käytettiin seinän kohdalla ohuempaa Armaflex-solukumieristettä. Armaflex luokitellaan palavaksi eristeeksi, minkä vuoksi palokatkotuotteen käyttö voi muuttua ETA-hyväksynnän mukaisesti.

Kuviossa 10 on listattu vertailuun valittujen tuotteiden läpivientivarausten vähimmäiskokoja niillä ohjetiedoin, mitä ETA-hyväksyntä antaa myöten. Varauksien mitoissa ei ole otettu huomioon putkimiehen ja palokatkotuotteen asentajan vaatimaa asennustilaa. Kuviossa ilmoitettu kivivillapaksuus ja saumavahvuus tarkoittavat läpiviennissä muodostuvan eristeen ja saumamassan kokonaispaksuutta pyöreän muodon halkaisijasta (ks. KUVIO 8). Eli toisin sanoen Hiltin palokatkovahto vaatii 20 mm paksuisen saumavahvuuden, mutta koska sitä laitetaan putken ympäri, siitä muodostuu 40 mm.



KUVIO 10. Pyöreän läpivientivarausten vähimmäishalkaisija

5.6 Palokatkourakoitsijat

Läpivientien tiivistyksessä ylivoimaisesti helpoin tapa on tilata palokatkoihin erikoistunut yritys tekemään tarvittava työ. Palokatkourakoitsijat laativat hinnaston mukaisesti työn yhteydessä vaadittavat asiakirjat, tarkistuspyytäkirjat ja palokatkojen merkinnät, jolloin tilaaja pääsee hyvin pienellä vaivalla. Tämän opinnäytetyön vertailua varten valittiin kolme eri palokatkourakoitsijaa ja vaatimuksena näille oli toimialueen ulottuminen Jyväskylän keskustaan ja käytettävien tuotteiden tulla ETA-hyväksytyjä. Taulukossa 2 on listattu palokatkourakoitsijat ja heidän käyttämien tuotteiden valmistajat.

TAULUKKO 2. Vertailuun valitut palokatkourakoitsijat

Palokatkourakoitsija	Tuotevalmistaja	Hyväksynät
Keski-Suomen Palokatko	Hilti Oy	ETA
Palokatko Parkkinen Oy	Hilti Oy	ETA
FPIC Oy	BestLevel Oy	ETA
Palokatkomiehet Oy	Hilti Oy	ETA

Kustannusvertailua varten pyydettiin jokaiselta valitulta palokatkopalveluja tarjoavalta yritykseltä tarjous samoilla ehdoilla, jotka on selvitetty taulukossa 3. Lähtötiedot yritettiin saada mahdollisimman lähelle vastaamaan tilannetta, mitä se olisi todennäköisimmin työmaalla työn toteutuksen aikana.

TAULUKKO 3. Palokatkoirakoitsijoille annetun tarjouspyynnön tiedot

Kohde	Vaatus
Palokatkon sijainti	Rappukäytävän ja huoneiston välinen seinä (EI 60) kerrostalossa. Oven yläpuolella.
Seinän paksuus ja tyyppi	200 mm teräsbetoniseinä
Palokatkotuotteet	ETA-hyväksytyt
Läpivientivarauksen koko	120 mm
Seinän läpi vietävä putki	kupariputki, Ø 22 mm
Putken eriste	30 mm kivivillaeriste, jatkuva
Putkilinja ja varaus	Kupariputkilinja sijoitettu keskelle läpivientivarausta
Tiivistystyön ajankohta	Runkovaiheessa putkilinja-asennuksen jälkeen (= riittävä työskentelytila).
Työn sisältö	Palokatkon asennus, sekä palokatkon merkitseminen.
Työn laajuus	Työpäivän aikana toteutetaan samassa kerroksessa olevien vastaavien palokatkojen asennus, noin 20 kpl.
Tarjoushinta	Hinta vain yhtä palokatkoa kohden.

6 LÄPIVIENTIVARAUKSIEN TEKO

Rakenteiden läpi kulkevien putkilinjojen vaatimien aukkojen toteutustapoja voi luetella hyvin paljon, mutta harva niistä on kustannuksiltaan ja toteutustavaltaan järkeviä. Karkeimpana esimerkkinä mainittakoon 100 mm läpivientivarauksen teko 200 mm teräsbetoniseinänsä vasaralla ja käsipiikillä. Yleisimmät tavat varausaukon toteuttamisessa ovat kuitenkin elementtitehtaan tekemät varaukset käyttäen esimerkiksi sopivan kokoisia puumuotteja, putkia tai styrokso-paloja. Toinen yleinen tapa on teettää vaaditun kokoinen reikä raskaammilla timanttiorauskalustoilla, mutta tuol-

loin työn toteuttamiseen vaaditaan jo kolmatta osapuolta. Timanttiporauksia toteuttavat tarvittavan kaluston omaavat timanttiporauksiin erikoistuneet yritykset.

Jokaisella toteutustavalla on omat edut ja haittansa. Eduiksi voidaan luetella tehtyjen varauksien sijaintien varmuus, pieni aika- ja työmäärä, pienen kaluston tarve, sekä siisteys. Haittoina pidetään edellisten vastakohtia, kuten mittavan kaluston omaaminen, reiän teossa aiheutuva sotku ja epävarmat varauksien sijainnit.

Tämän opinnäytetyön tavoitteissa oli rajattu läpivientivarauksien teko kolmeen eri vaihtoehtoon. Näitä olivat elementtitehtaalla asennettavat läpivientikappaleet ennen valua, elementtitehtaan jättämät läpivientejä varten tarkoitettu varaukset, sekä työmaalla toteutettava varauksen teko timanttiurakoitsijan toimesta.

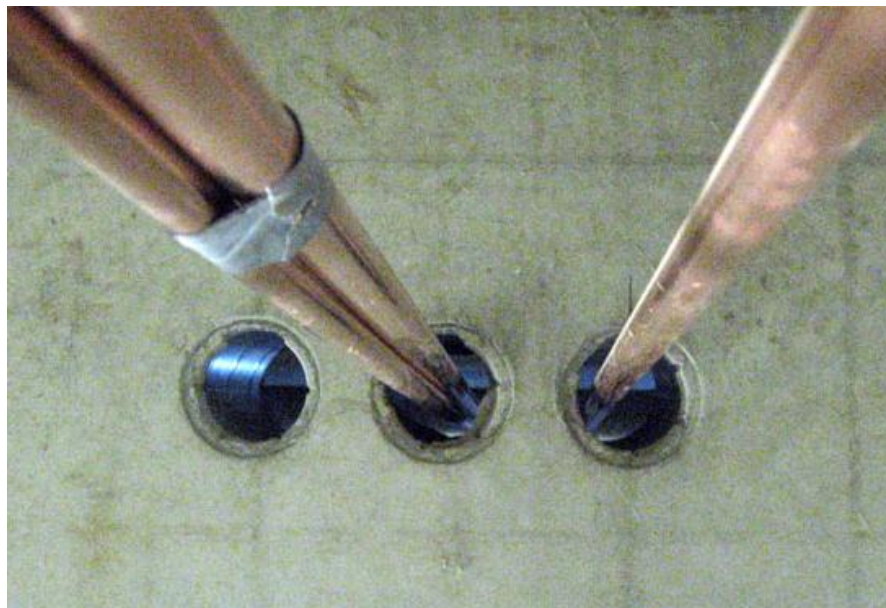
6.1 Elementtitehtaan asentama läpivientikappale

Läpivientien toteutusta varten on olemassa läpivientikappaleita, joita on olemassa ennen valua ja valun jälkeen asennettavia tuotteita. Näillä on mahdollista sijoittaa läpivientiin uusia putkilinjoja myös jälkeenpäin, mikäli se on otettu huomioon läpivientikappaleita valittaessa ja näin ollen jätetty käyttämättömiä läpivientipaikkoja. Osa läpivientikappaleista vaatii erillisen palokatkiivistyksen seinän ja läpivientikappaleen väliseen saumaan.

Läpivientikappaleella on myös omat edut ja huonot puolensa. Niiden toimitus sisältää tyypillisesti läpiviennin tiivistykseen kaikki tarvittavat materiaalit ja niiden asennus on valun jälkeisissä asennuksissa melko vaivatonta. Ennen valua asennettavat läpivientikappaleet vaativat rakennesuunnittelijan huomiota esimerkiksi seinän raudoitusta suunniteltaessa. Rappukäytävän ja asuinhuoneiston välisen seinän oven yläpuolelle sijoitettu läpivientikappale voi aiheutua ongelmalliseksi suuren koon ja seinässä olevan palkkiraudituksen takia. Esiasennetut läpivientikappaleet voivat jäädä hyödyttömiksi, mikäli putkilinja vaihtaa jostain syystä paikkaansa, eikä näin ollen läpivientikappaleita tulla koskaan käyttämään.

6.2 Elementtitehdas ja määrämittainen reikä

Elementtitehtaalla tehtävien reikien sijainti ei saa vaihtua rakennushankkeen etenemisen myötä, muutoin reikä ja siihen vaadittu työ menevät hukkaan. Se vaatii edellisten lisäksi muuraustyön reiän peittämiseksi. Toisaalta etuina ovat reiän tekoon vaadittu, materiaalikustannuksien minimaalisuus, sekä vaaditun työajan tehokkuus. Varaukset voidaan toteuttaa tilaajan toiveiden mukaisesti erikokoisina ja erimuotoisina. Kuviossa 11 on elementtitehtaalla toteutetut pyöreät läpivientivaraukset kierresaumaputkella.



KUVIO 11. Elementtitehtaalla toteutetut pyöreät läpivientivaraukset.

Kun mietitään läpivientien tekoa alusta loppuun, varauksen teosta palokatkoitiivistykseen, elementtitehtaan toteuttama varaus vaatii palo-osastoidussa seinässä lisäksi joko valun jälkeen asennettavan läpivientikappaleen tai jonkinlaisen palokatkoituotteen, joilla reikä saadaan tiivistettyä. Läpivientivarauksen koko määräytyy putkesta,

käytettävästä palokatkotuotteesta, putkieristeestä, asennustoleranssista ja mahdollisesta asennustyötilasta.

Mikäli elementtitehtaalla toteutettu varaus on kohtuuttoman suuri, ylimääräisiä kustannuksia koituu muurarin muurattaessa reikää pienemmäksi. Toisaalta ylimääräisiä kustannuksia kertyy myös silloin, varaus on tehty liian pieneksi, tai varaus on sijoitettu väärään paikkaan ja se joudutaan muuraamaan umpeen.

Niinisen (2012) mukaan urakoitsijat tiivistävät läpiviennit joko itse, tai erillisen palokatkourakoitsijan toimesta. YIT ei ole tiivistänyt palokatkoja itse Niinisen työmailla, vaan tuolloin on käytetty palokatkourakoitsijoita, jotka laativat samalla vaadittavat asiakirjat, tarkastuspöytäkirjat ja merkinnät.

6.3 Varauksen tekijänä timanttiporausurakoitsija

Timanttiporausurakoitsijan toimesta tekemät läpivientivaraukset ovat sijaintinsa puolesta varmasti oikeassa paikassa, mikäli läpivientivarausta tarvitseva urakoitsija on merkannut sen oikein. Myös läpivientivarauksen koko voidaan määrittää tarkkaan, mikäli on tiedossa käytettävät putket ja materiaalit. Haittapuolena timanttiporausurakoitsijoiden käytössä on se, että yksittäisille rei'ille tulee huomattavasti kustannuksia urakoitsijan laskutettaessa normaalisti kalustokorvauksesta, kaluston siirrosta, reiän poraussyvyydestä, ahtaista työtiloista, sekä tuntityöstä. Hinta kuitenkin pienenee oleellisesti, kun yhden työpäivän aikana teetätetään useita reikiä kerralla. Vääriin paikkoihin teetetyt reiät laskutetaan reiän teettäneeltä urakoitsijalta (Niininen, 2012).

Läpiviennin ja tiivistyksen teossa tällä menetelmällä lisäkustannuksia koituu sovellukseen sopivan palokatkotuotteen tai -tuotteiden hankkimisesta ja sen asentamisesta. LVIS -urakoitsijat ovat asentaneet palokatkotuotteet joko itse tai he ovat käyttäneet erillisen palokatkourakoitsijan palveluja.

6.4 Elementtitehtaan asentama Siporex -harkko

Tässä osiossa haettiin vaihtoehtoista tapaa läpivientireikien tekemiseen työmaalla rakennusliikkeen työntekijöiden toimesta. Ajatuksena toimi Siporex-harkon asentaminen huoneiston ja rappukäytävän väliseen seinä-elementtiin jo elementtitehtaalla ennen valua, mikä varmistaisi betonin ja siporexin sauman välisen tiiveyden. Tämän lisäksi piti löytää hyväksyttävät palokatkotiivistystuotteet, mikä mahdollistaisi lopulta toimivan ja sallitun sovelluksen läpivientien teon ja tiivistyksen suhteen.

Suunniteltua sovellusta oli käytetty neljä - viisi vuotta sitten ja sen käyttö kiellettiin virassa olleen palotarkastajan toimesta (Niininen, 2012). Selvityksien jälkeen en saanut selvitettyä lopullista syytä kieltämiselle, minkä myötä lähdettiin hakemaan hyväksyntää tälle sovellukselle ja alettiin ja ratkomaan epäselviä kysymyksiä.

Tarkasteltavaksi kohteeksi valittiin aiemmin mainittu huoneiston ja rappukäytävän välinen seinä, johon tulee vesikiertoisessa lattialämmitettyssä asuinhuoneistossa läpivienneiksi viisi kappaletta kuparisia vesiputkia. Kyseisen teräsbetoniseinän paksuus oli 200 mm, mikä täytti rakennusmääräyskokoelman vaatimukset mm. ilmaääneneristävyyden osalta. 200 mm leveä Siporex-harkko kuului Siporex tehtaan HplusH:n varastokokoihin.

Koska Siporex-harkko on huomattavasti betonia huokoisempi, siihen pystyttiin poraamaan reikiä puuterällä kevyellä kalustolla. Tämä sovellus käyttöön otettuna mahdollistaisi säästöjä vähentäen timanttiurakoitsijan käyttöastetta työmaalla, tarviten vähemmän esiasennettuja läpivientikappaleita, vrt. Sewatek-tuotteet, ja vähentäen turhia kuluja väärissä paikoissa olevista läpivientivarauksista.

Äänieristys- ja meluntorjuntavaatimukset voidaan katsoa täyttyvän kun rakennus on suunniteltu ja rakennettu rakentamismääräyskokoelman osan C1 määräyksissä esitetyllä tavalla. Vaatimukset voidaan vaihtoehtoisesti todeta tapauskohtaisesti esimerkiksi laboratoriomittauksilla, kenttämittauksilla ja laskentamenetelmillä. C1 mukaiset arvot ovat vähimmäisvaatimuksia, jotka eivät kiellä parempien olosuhteiden toteuttamista. (RIL 243, s. 17)

Jyväskylän palotarkastaja Pylkkäsen (2013) mukaan hän ei äkkiseltään osaa sanoa syytä, miksi esille tuotua sovellusta ei voitaisi hyväksyä paloteknisistä syistä. Ainoat epäilyt heräsivät tiiveyden ja äänieristyksen osalta. Betonin ja Siporexin välistä saumaa hän ei nähnyt ongelmalliseksi. Mikäli määräykset täyttyvät ja asiantuntija katsoo sovelluksen toimivaksi, ei Pylkkösellä ole tähän sovellukseen kieltävää kannanottoa.

Rakentamismääräyskokoelmassa annetaan pienimmäksi sallituksi ilmaääneneristävyyksiluksi (R'_w) 55 dBi, kun kyseessä on asuinhuoneisto ja sitä ympäröivän tilan rakenteet (C1, 1998). 200 mm leveä Siporex -harkko on ominaistiheydeltään 500 kg/m^3 ja sen ilmaääneneristävyyksiluksi on ilmoitettu molemmiin puolin tasoitettuna 40-44 R'_w , mikä ei tavoita C1:n mukaisia vaatimuksia (Suunnittelijan käsikirja, n.d.).

Useiden haastattelujen ja selvinneiden asioiden myötä, katsottiin työn vaatima laajuus kasvavan kohtuuttoman suureksi, ottaen huomioon, että tämä oli opinnäytetyön ns. sivuaihe. Siporex-sovelluksen selvitykset jätettiin tähän.

7 SUOJAPUTKELLISEN PEX-PUTKEN LÄPIVIENNIN TIIVISTÄMINEN

7.1 Yleistä

YIT Rakennus Oy halusi tämän opinnäytetyön myötä vaihtoehtoja suojaputkellisen PEX-putken läpivientiä varten palo-osastoituun teräsbetoniseinään. Ongelmana oli löytää sopivat tuotteet, joilla oli ETA -hyväksynnöissä maininta kyseisestä sovelluksesta.

Yleisimmin vesiputket tuotiin huoneistoihin kuparisilla vesiputkilla, minkä jälkeen vesipisteen lähellä kupariputki vaihdettiin liitoksien kautta Uponor Oy:n suojaputkelliseksi PEX-putkeksi. Muovinen putki mahdollisti vesikalusteiden helpompaa ja nope-

ampaa asennusta putken joustavuuden myötä. Kylpyhuoneissa vesikalusteiden vesiputket asennettiin usein jäykällä kromiputkilla.

Sovellusta käytettiin esimerkiksi sellaisessa tapauksessa, kun rappukäytävässä oli kuparinen vesiputkilinja ja viereisen seinän takana oli vesipiste, jolle ei tarvittu erillistä vesimittausta. Rappukäytävästä tuodulla suojaputkellisilla PEX-putkilla helpotettaisiin putkitustyötä lyhyillä putkipituuksilla. Kyseisen putkiyhdistelmän käyttö on ulkomailla melko vähäistä, mistä johtuen harvassa ETA-hyväksynnöissä oli mainintaa siitä.

Johtuen putkien materiaalista ja niiden väliin jäävästä ilmatilasta, käytettävän palokatkoitiivistystuotteen tulisi perustua toiminnaltaan palotilanteessa paisuvuuteen ja sen myötä läpiviennin sulkemiseen. Tällaisen läpiviennin vaatimukset ja määräykset osalta ovat samanlaiset, kuin mitä on muidenkin läpivientien osalta määrätty (ks. Luku 4.2 Läpivientejä koskevat määräykset palo-osastoiduissa rakenteissa).

Sewatec Oy tarjoaa läpivientikappaleita kyseiseen läpivientiin ETA-hyväksyntöjen kera. Aiemmin kerroin, että polttokokeisiin oli unohtunut ottaa mukaan valuun asetettavat läpivientikappaleet, minkä myötä niitä ei pystytä tähän työhön valitsemaan. Sewatec kuitenkin tarjoaa läpivientikappaleita suojaputkelliselle PEX-putkelle jälkeenpäin asennettuna ("after cast").

7.2 Vaihtoehtoiset toteutustavat

Sewatec Oy:n moduulirakenteisen seinäläpivientikappaleen ETA-hyväksynnässä on maininta, että PEX-putkina on käytettävä Uponor Oyj:n tuotteita. Ilmoitettu putkiko kyseisessä hyväksynnässä oli sisäputken ulkohalkaisijalla 15 mm ja suojaputken ulkohalkaisijalla 25mm. Luvussa 5.3 "Läpivientikappaleet" toin esille, ettei Sewatecin hyväksynnöissä ollut mainintaa ennen valua asennettaville läpivientikappaleille.

Joints Oy:n palokatko suunnittelija Ville Malinen (2013) ehdotti 2K-Foam palokatko tuotteen käyttöä suojaputken ja betonin väliseen liitokseen, sekä ääneneristävyyden vuoksi suojaputki olisi katkaistava seinän kohdalla ja vaahdotetaan 2K-Foam:illa tai vaihtoehtoisesti tilkitään kivivillalla ja laitetaan paloakryyli pintaan noin 15 mm sy-

vyydeltä. Tämä sovellus on kuitenkin ristiriidassa opinnäytetyön kriteerien osalta, koska Joints Oy:n paloakryyli ei ole tällä hetkellä ETA-hyväksytty.

TAULUKKO 4 on kertoo opinnäytetyön aikana esille tulleet suojaputkellisen PEX-putken läpiviennin tiivistykseen ehdotetut menetelmät. Tuotevalinnoissa pidettiin edelleen kriteerinä sitä, että ne täyttäisivät vaaditut hyväksynnät. Käyttöön otettuna sovellukset, joissa käytetään ETA-hyväksymättömiä tuotteita, olisi ne varmistettava vielä asiantuntijan lausunnolla.

TAULUKKO 4. Vaihtoehtoiset tuotteet suojaputkelliselle PEX-putkiläpiviennin tiivistämiseksi

Yritys	Tuote	Lisätietoja
Sewatec Oy	Moduulirakenteinen seinäläpivienti: AC40/9.	Valun jälkeen tehtyihin läpivienteihin.

8 LÄPIVIENTIVARAUKSEN TEKO JA SEN TIIVISTÄMINEN

Läpivientivarauksen tekotapojen ja läpivientien tiivistyksen yhdistämisestä koostuu rakennusliikkeelle putkiläpiviennistä vaadittavat työt. Oikeiden tapojen, materiaalien ja työohjeiden perusteella voidaan varmistaa edullinen, toimiva ja hyväksyttävä lopputulos. Tarkemmat kustannus selvitykset löytyvät liitteistä. Katso LIITE 8. Läpivientivarauksen teosta aiheutuvat kustannukset, LIITE 9. Vertailtavien vaihtoehtojen kustannusvertailu ja LIITE 11. Kustannusvertailu, As Oy Jyväskylä Sirous . Tarkemmat tiedot hintatiedoin on koottu työn liitteisiin salassapito sopimuksen mukaisien tietojen myötä.

9 TULOKSET

9.1 Lämpivientikappaleet

Yksityiskohtaisien rajoitusten myötä on vaikea löytää vertailuun sopivia läpivientikappaleita, erityisesti ETA-hyväksyntöjen puuttuminen koituivat karsivaksi tekijäksi. Tutkimustöiden yhteydessä ainoana hyväksyttävänä tuotteena löydettiin Sewatek Oy:n läpivientikappaleen, joka voidaan asentaa seinään ennen valua, sekä sen jälkeen, riippuen rakenteen läpi menevästä putkesta ja sen koosta.

Jotta läpivientikappaleita voitaisiin sijoittaa haluamiin kohtiin, on rakennesuunnittelijan huomioitava läpivientikappale suunniteltaessa seinän tai holvin raudoitusta. Muutoin elementtitehtaalla voi ilmetä ongelmia läpivientikappaleen asennuksessa, mistä koituu huomattavat lisäkustannukset tilaajalle. Lämpivientikappaleen sijoituspaikka on syytä suunnitella huolellisuudella. Pahimmillaan se ei mahdu raudoitusten väliin, jos sijoituspaikkana on seinäelementissä oven tai ikkunan yläpuoli, missä todennäköisesti on normaaliraudituksen lisäksi palkkirauditus.

Kustannuksiltaan läpivientikappaleen käyttö oli kallein vertailtavista vaihtoehdoista. Mikäli oletetaan, että osa putkilinjoista vaihtaa paikkaansa eri syistä, on suuri riski, että läpivientikappale jää käyttämättömäksi. Tuote on kertakäyttöinen asennuksensa suhteen, minkä takia sen sijoituksen valinta ja sen käyttö on harkittava huolellisuudella. Katso tarkemmat kustannusvertailut ja hintatiedot liitteistä 2 ja 9.

9.2 Tiivistystuotteet

Vertailtaviksi tuotteiksi valittiin neljä läpivientien tiivistyksessä käytettävää tuotetta. Puolet tuotteista valittiin Hilti Oy:n tuotteista, koska heidän tuotteissaan oli lähes poikkeuksetta ETA-hyväksynät. Toinen tunnettu yritys, Joints Oy, tarjosi myös yhden hyväksyttävän tuotteen, mikä tuli valituksi mukaan vertailuun. Würth Oy ei tarjonnut

ETA-hyväksytyjä tuotteita lainkaan opinnäytetyön tekohetkellä. Neljänneksi vertailutuotteeksi valittiin BestLevel Oy:n tuote, jota myös osa palokatkourakoitsijoista käytti.

Vertailtavat tuotteet olivat Hilti Oy:n tuotteista akryylipalokatkomassa CFS-S ACR, sekä palokatkovahto CFS-F FX. Joints Oy:n tuote oli komponenttivahto 2K-Foam ja BestLevel Oy:n tuote palokatkomassa BarraFlame DMK. Tuotteiden ominaisuuksissa oleellinen ero oli siinä, että suurin osa niistä oli palotilanteessa paisuvia tuotteita. Tuotteiden materiaalimenekki riippuu läpivientivarauksen, putken ja villan mitoista, sekä oleellisesti palokatkotuotteiden käyttötavoista. Akryylipalokatkomassa CFS-S ACR ja palokatkomassa DMK asennetaan ainoastaan seinän pintaan molemmin puolin, kun taas palokatkovaahdot asennetaan koko seinän vahvuudelta.

Oleellisena tuotteiden eroavaisuutena on se, että niiden ETA-hyväksynnöissä ei aina ollut mainintaa tarkastelemasta sovelluksesta. Esimerkiksi Hiltin tuotteiden hyväksynnöissä ei ollut mainittu kupariputken halkaisijaa 22 mm, vaan kupariputkien halkaisijat olivat 28 mm ja siitä suuremmat. Tällaisissa tapauksissa olisi suotavaa varmistaa tuotteen toimivuus asiantuntijan lausunnolla. Joissain ETA-hyväksynnöissä oli mainintaa ääneneristävydestä, mutta tässä työssä ei otettu siihen kantaa. Tuotteita valittaessa on varmistuttava vaadittavan ilmaääneneristävyden täyttymisestä.

Käyttökustannuksiltaan Hiltin akryylipalokatkomassa CFS-S ACR osoittautui edullisimmaksi ja Hiltin palokatkovahto CFS-F FX kalleimmaksi tiivistystuotteeksi. Katso tarkemmat kustannusvertailut ja hintatiedot liitteistä 2-6, sekä liitteestä 9. Läpivientivarauksen koon kasvaessa osa tuotteista osoittautuu ETA-hyväksynnän perusteella käyttökelvottomaksi, mutta palokatkovaahdot ja BarraFlame DMK suoriutuivat erikoisista ja -muotoisista läpivientiyhdistelmistä hyvin.

9.3 Varausaukon toteutus

Laskelmien perusteella elementtitehtaalla toteutettu läpivientivaraus koituu edullisemmaksi vaihtoehdoksi, kuin timanttiporausurakoitsijalla. Laskelmissa on selvitetty

molempien tapojen kustannukset hinnastojen ja myyntipäällikön tai toimitusjohtajan haastatteluiden perusteella. Tarkemmat hintatiedot ja –vertailut löytyy liitteestä 10.

Tiivistystuotteiden eroavaisuuden vuoksi on mahdotonta määrittää yhtä tiettyä kokoa tietyn kokoiselle putkelle johtuen tiivistystuotteiden vaihtelevasta vähimmäisaumapaksuudesta. Sellaisen varausaukon koon määrittäminen on mahdollista, mistä saadaan kaikki putket mahtumaan, mutta tuolloin tiivistystyöstä aiheutuvat kulut jäävät tämän työn osalta tuntemattomiksi. Tässä opinnäytetyössä vertailtavien tiivistystuotteiden vaatima varausaukon vähimmäiskoko 22 mm kupariputkelle oli BestLevel Oy:n tuotteella 102 mm ja suurin varausaukonkoko Joints Oy:n vaahdolla 168 mm.

Varausaukkojen koko pienenee oleellisesti, kun käytetään kivivillaeristeen sijasta Armaflex-solukumieristettä. Vertailukohteessa sitä käytettiin ainoastaan seinien kohdalla ja ahtaissa paikoissa. Tuotteiden ETA-hyväksyntöjen mukaan läpiviennin tiivistystapa voi poiketa, mikä on syytä tarkistaa ennen työn toteutusta. Armaflex-eristeen käyttö ja sen vaatimat tarkastelut eivät kuuluneet tämän työn selvityksiin.

9.4 Läpiviennin tiivistystyö rakennusliikkeen omilla työntekijöillä

Vertailukohteessa, 22 mm kupariputkella ja 30 mm kivivillaeristeellä 200 mm teräsbetoniseinän palokatko voidaan toteuttaa eri tavoin, mutta työtä ohjaa ja samalla rajaa tuotteiden soveltuvuus eri tilanteisiin, mikä ilmenee tuotteiden ETA-hyväksynnöistä. Markkinoilla ei ollut tutkimustöiden aikaan sellaista tuotetta, joka soveltuisi kaikkiin tämän opinnäytetyön mukaisiin sovelluksiin tai asuinkerrostalo-hankkeessa esiintyviin palokatkojen läpivientien tiivistyksiin.

LIITE 9 havainnollistaa kustannustiedoin, minkä suuruinen ero kustannuksien kannalta on töiden toteutuksella rakennusliikkeen omien työntekijöiden ja palokatko-urakoitsijoiden välillä. Toteutuvat kustannukset ovat jonkin verran edullisemmat, kun työ toteutetaan rakennusliikkeen omilla työntekijöillä. Toisaalta kustannukset kasvavat huomattavasti rakennusliikkeelle, kun varaudutaan toteuttamaan erilaisia ja kokoisia palokatkojen läpivientitiivistyksiä. Syynä tähän on se, että yhdellä tuotteella ei

pystytä toteuttamaan kaikkia vaadittuja läpivientityyppejä, vaan tuolloin on pidettävä varastossa useampia palokatkotuotteita. Sen lisäksi myös palokatkoja toteuttava työntekijä olisi perehdytettävä tuotevaihtoehtoihin, niiden ominaisuuksiin ja läpivientien tiivistyksien määräyksiin, jotta työntekijälle muodostuisi riittävä tietoisuus työn suorittamiseksi. Erilaisia palo-osastoivien rakenteiden läpivientejä on olemassa sen verta paljon, että se vaatii työntekijän erikoistumista palokatkoihin. Tämä mahdollistaa tuote- ja työtapavalintoja tehdessä paremmat mahdollisuudet valita hyväksyttävät ja edulliset vaihtoehdot.

Tiivistyksen toteuttaneen työntekijän on merkittävä tehty läpivienti ja palokatkoista on laadittava asiakirjat ja sijaintipiirustukset, jotka jäävät tyypillisesti työnjohdon tehtäviksi. Merkintä ja asiakirjojen tekokustannuksia ei otettu huomioon laskennassa, mikä käytännössä nostaa hieman hintoja.

9.5 Läpiviennin tiivistystyö palokatkourakoitsijoiden toimesta

Koska määräykset, työtavat ja tuotteet muuttuvat tällä hetkellä hurjaa vauhtia, on järkevää käyttää palo-osastoivien seinien läpivientien tiivistyksissä kolmannen osapuolen tarjoamia palveluja. Palokatkoasentajat ovat alansa ammattilaisia ja tietoisia vallitsevista hyväksyttävistä menetelmistä, mikä mahdollistaa toimivan ja hyväksyttävän palokatkon toteutuksen. Toisaalta he osaavat myös valita sopivimmat tuotteet, mikä ennaltaehkäisee kohtuuttoman suuria materiaalimenekkejä. Samalla saadaan vaadittavat merkinnät ja asiakirjat ajantasalle, kun palokatkot suorittanut henkilö laatii ne.

Toteutuvat kustannukset jäävät liitteen 9 mukaisesti pienemmiksi silloin, kun läpivientivaraukset toteutetaan edullisilla palokatkourakoitsijoilla. Kustannukset pysyvät matalana silloin, kun yhdellä työtilauksella toteutetaan palokatkourakoitsijalla tarpeeksi paljon palokatkoja. Läpivientien muotojen, putkien ja sijaintien vaihdellessa palokatkourakoitsijan ammattilainen osaa valita tilanteeseen sopivimmat tuotteet ja menetelmät, mikä todennäköisesti korostaa palokatkourakoitsijoiden käytön kannattavuutta.

Palokatkiivistyksiä tarjoavien urakoitsijoiden tarjouksissa oli havaittavissa huomattavia hintavaihteluja, mikä johtui osittain epävarmasta materiaalimenekistä. Viimeisenä tarjouspyyntöön vastannut yritys, Palokatkiomiehet Oy, ei pystynyt tarjoamaan hintaa yksittäiselle palokatkiolle samoilla lähtötiedoilla, kuin mitä muillekin oli annettu. Positiivisena havainto löytyi FPIC Oy:n tarjouksesta, missä oli lueteltu hinnat läpiviennittäin hyvin selvällä ulosannilla.

9.6 Läpiviennin toteutuksessa vertailtavien tapojen ja tuotteiden yhdistäminen

Liite 9 havainnollistaa taulukkomuodossa vertailtavien vaihtoehtojen yhdistelmien kustannukset. Taulukko kertoo edullisimmaksi tavaksi, kun elementtitehdas toteuttaa läpivientivarauksen ja läpiviennin tiivistystyö toteutetaan palokatkiurakoitsijan toimesta. Mikäli läpivientivarauksen tekijä vaihdetaan timanttiporausurakoitsijaan, toteutuvat kustannukset kasvavat jonkin verran. Timanttiporaajan laskutushinta on edullinen, kun yhdellä työtilauksella toteutetaan tarpeeksi monta reiän porausta. Esimerkissä suunniteltu varausten lukumäärä oli noin kaksikymmentä kappaletta, mikä sisälsi vertailussa olevan asuinkerrostalon kerrostasossa olevien läpivientien vaatimat varaukset huoneiston ja rappukäytävän välisessä seinässä.

Kun vertaillaan palokatkiurakoitsijoiden palvelujen käyttöä, voidaan todeta, että edullisimmillaan yhden läpiviennin toteuttaminen kustantaa vähemmän kuin mitä se kustantaisi rakennusliikkeen omien työntekijöiden toimesta. Tällä menetelmällä voidaan olla varmempia myös siitä, että työ on toteutettu toimivaksi palotilanteessa ja hyväksyttäväksi asiaan liittyvineen määräyksineen. Rakennusliikkeen työntekijöiden työstä aiheutuvat kustannukset palokatkiurakoitsijoiden tiivistystyössä pienenevät siinä suhteessa, kuinka hyvin työntekijä hallitsee erilaiset ja -tyyppiset läpiviennit ja niiden tiivistykset. Palokatkiurakoitsijat laativat myös tarvittavat asiakirjat ja läpivientien merkkaukset, mikä on suoraan pois työmaan toimihenkilöiden työmäärästä.

Läpiviennin toteuttaminen ennen valua asennettavalla Sewatek Oy:n läpivientikappaleella on kustannuksiltaan lähes edullisimmasta päästä, kun tarkastellaan liitteen 9

mukaista pylväsdigrammia. Oleellisena huomiona pidetään jo aiemmin mainittu läpivientikappaleiden sijainnin epävarmuus ja sen myötä mahdolliset lisäkustannukset.

9.7 Suojaputkellisen PEX-putken tiivistäminen

Vaatimuksien kiristyessä ja CE-merkintäpakon lähestyessä en suosi erilaisten sovelluksien käyttöä, joille ei ole tarvittavia tuotehyväksyntöjä. Erilaisten sovellusten yhdistely ja kikkailu eivät ole paloviranomaisten mieleen, minkä myötä läpivientiä korjattaessa kustannukset kasvavat suunnittelemattomasti. Hyväksyttävä vaihtoehto olisivat käyttää valun jälkeen asennettavia Sewatec Oy:n läpivientikappaleita. Järkevin ratkaisu olisi kuitenkin odottaa, että markkinoille tulee CE-merkittyjä palokatkotuotteita, joiden hyväksynnöissä otetaan selvästi kantaa suojaputkellisen PEX-putken tiivistykseen palo-osastoidussa seinässä.

9.8 Siporex-harkon upotus palo-osastoituun seinään

Siporex harkkoa ei tule upottaa huoneiston ja rappukäytävän väliseen 200 mm teräsbetoniseinään heikon ilmaääneneristävyyden vuoksi, ilman yksityiskohtaisempia äänenkäyttäytymisselvityksiä. Määräykset ja vaatimukset täyttyvät Siporex-harkolla lähes kaikilta osiltaan, paitsi ilmaääneneristävyyden osalta. Rakentamismääräyskoelmat antavat ilmaääneneristävyyden vähimmäisarvoksi 55 dBi ja 200 mm harkolla lukema on molemmin puolin tasoitettuna vain 40-44 dBi. Harkon ominaistiheys on 200 mm paksuudella 500 kg/m³.

Osa vertailtavista palokatkotuotteista soveltuisi läpiviennin tiivistykseen siporex-harkossa. Rajaavana tekijänä oli palokatkotuotteiden soveltuvuus ominaistiheydeltään kevyempiin seiniin. Hyväksynnöissä seinien vähimmäisominaistiheyden oli oltava 500-650 kg/m³ välillä.

10 POHDINTA JA TAPAEHDOTUKSET

10.1 Opinnäytetyön teko

Käytin opinnäytetyötä varten paljon aikaa opinnäytetyön aiheisiin tutustumiseen, aineiston keruuseen ja useisiin haastatteluihin selvittääkseni tutkittavien aiheiden yleistä tietämystä. Pohjatyön ohella sain itse tarvittavaa tietämystä eri osa-alueista, mikä helpotti jäsentelemään työn kokonaisuutta.

Aihevalinnan jälkeen kului odottamattoman paljon aikaa kun aloin perehtymään tarkemmin työhön soveltuviin palokatkotuotteisiin ja niiden hyväksyntöihin. Varsinaiset lait ja määräykset ovat rakentamismääräyskokoelmissa hyvin yksiselitteisiä palo-osastoitujen seinien läpivienneistä ja sen tiivistyksistä, mutta varsinaiseksi kulmaki-veksi muodostui tällä hetkellä markkinoilla olevien CE-merkittyjen tai vaihtoehtoisesti ETA-hyväksytyjen palokatkotuotteiden vähyys. Toisaalta heinäkuussa voimaan astuva rakennustuotteiden CE-merkintäpakko toi lisää hämmennystä työhön, kun huomasin, etteivät kaikki alalla toimijat olleetkaan asiasta niin hyvin tietoisia kuin oletettiin.

Onnistuin luomaan opinnäytetyön raamit melko varhain, mikä helpotti suurempien aihealueiden pilkkomisen pienempiin osiin ja näin ollen niiden tutkimisen. Työn valmistumista hidasti jonkin verran samanaikaisesti suorittamani koulutusohjelman mukaiset opintokurssit.

Tällä opinnäytetyöllä olisi ollut pidempään painoarvoa, mikäli työ olisi tehty vuoden päästä. Tuolloin CE-merkinnän myötä käyttöön tulleet toimintatavat olisivat olleet vakioituneita ja markkinoilla olisi ollut enemmän tuotevaihtoehtoja. Nyt markkinoilla oli vähän tuotteita ja oli tiedossa, että muutaman kuukauden päästä tuotevalikoima on todennäköisesti paljon laajempi.

Opinnäytetyön aiheina oli suuria aihe-alueita, mistä saisi uusia mielenkiintoisia opinnäytetöitä monin verroin. Hyvänä esimerkkinä mainittakoon ensi vuonna hyväksyttä-

vien tiivistystuotteiden vaihtoehdot ja kustannukset Siporex-harkko sovellus jollain muilla aineilla ja tuotteilla.

10.2 Tuotteiden valinta

Mikäli tämä työ olisi tehty esimerkiksi vuoden verran myöhemmin, olisi tuotteiden valinta ja työn tekeminen osoittautunut helpommaksi uusien määräysten ollessa vakiintuneita käytäntöön. Samalla uusien ETA-hyväksytyjen tuotteiden määrä olisi varmasti ollut paljon monipuolisempi. Esimerkiksi Joints Oy:n akryylipalokatkomassa olisi ollut potentiaalinen vertailutuotteeksi tähän työhön hinnan ja vähäisen materiaalimenekin vuoksi, mutta sillä ei ollut vielä työn tekohetkellä tarvittavaa hyväksyntää.

Mikäli palokatkotivistys työt toteutetaan erilaisilla massoilla, suosisin akryylipohjaisen tuotteiden kaltaista käyttämistä. Perusteluna se, että niissä tuotteiden materiaalimenekki on huomattavasti pienempi, koska sitä käytetään vain molemmilla seinäpinoilla, sekä putken ja seinän välinen ilmatila tilkitään tyyppillisesti kivivillalla. Palokatkomassoilla ja -vaahdoilla palokatkomateriaalia laitetaan koko seinän vahvuudelta. Läpivientivarausten kokoa ja muotoa valittaessa suosisin myös pyöreitä muotoja, mikä edesauttaa materiaalin tehokkaan käytön.

CE-merkintöjen käyttöönotto suurimmassa osassa rakennustuotteita helpottaa tuotteiden valintaa ja vertailua, kun tuotteiden ominaisuudet ilmoitetaan yhdenmukaisesti. Samalla myös ulkomailta tuodut tuotteet päätyvät helpommin loppukäyttäjille, kun CE-merkintä mahdollistaa tuotteiden vapaan liikkumisen Euroopan alueella. Merkittyyhin tuotteisiin on suhtauduttava kuitenkin pienellä varauksella, riippuen sen valmistusmaasta. Koska valmistaja laittaa itse CE-merkinnän, eikä sitä tarvitse mistään anoa, voi merkintä olla lisätty väärin perustein eikä näin ollen täytä vaatimuksia.

10.3 Läpivientivarausten koon valinta

Palokatkotuotteiden eroavaisuuksista johtuen ei voida määrittää yhtä tiettyä läpivientivarauksen kokoa, joka soveltuisi kerrostalohankkeessa kaiken kokoisille ja muotoisille läpivientiputkille. Osa tuotteista vaatii huomattavan saumamassauksen, kun taas joku toinen tuote ei tarvitse sitä lainkaan.

Rakennushankkeen suunnitteluvaiheessa voidaan vielä helposti ottaa kantaa siihen, minkä kokoisia ja muotoisia läpivientivarauksia tullaan toteuttamaan. Liian pienen ja liian suuren läpivientivarauksen teettäminen ei tule kenellekään edulliseksi. Olisi kätevää selvittää ennen reikäpiirustusten laatimista käytettävä palokatkotuote esimerkiksi huoneiston ja rappukäytävän välisien läpivientien tiivistykseen. Tuotteen käyttöohjeet antaisivat reikäpiirustuksen laatijalle tiedot tarvittavan varausaukon koon määrittelemiseksi tapauskohtaisesti. Käytettävät palokatkotuotteet voitaisiin määrittellä putken materiaalien ja kokojen perusteella. Esimerkiksi korkeintaan 22 mm kupariputkille käytettäisiin tuotetta A, kupariputket 22-80 mm tuotteella B ja sitä suuremmat tuotteella C.

10.4 Varausaukon toteutus

Oli hämmäntävä huomata, kuinka suuri ero oli hinnaston mukaan varausaukon vaatiman muotin ja läpivientikappaleen asentamisen suhteen. Käytännössä kumpikaan suorituksesta ei eroa suunnattomasti työtavastaan: läpivientikappaleen asennuksessa laitetaan läpivientikappale kiinni muottiin ja varausaukon teossa laitetaan esimerkiksi halkaisijaltaan 120 mm pyöreä putki kiinni muottiin. Olettaen kuitenkin, että käytetystä tavasta riippumatta rakennesuunnittelija olisi ottanut huomioon tarvittavan vapaan tilan raudoituksissa, jolloin asennus on myös mahdollinen. Hintojen kyseenalaistamisen jälkeen saatiin kuitenkin vertailukelvolliset hinnat molemmille vaihtoehdoille.

Rakennesuunnittelijan vaatima työ varausaukkojen suunnittelussa on arvioitu, mikä ei anna aivan varmaa tietoa tulevasta kustannuksista. Työn määrä kasvaa erityisesti silloin, kun varausaukkojen koko kasvaa, ne sijoitetaan lähes vierekkäin ja lähelle

muita aukkoja. Tässä työssä oletettiin työ vakioksi käytetyistä tuotteista, läpiviennikappaleista ja tavoista riippumatta.

10.5 Läpiviennin tiivistystyö rakennusliikkeen omilla työntekijöillä

Palo-osastoivien rakenteiden läpäisevät läpiviennit voidaan toteuttaa rakennusliikkeen omilla työntekijöillä suhteellisen pienellä vaivalla, kun luodaan ajoissa hyvät edellytykset työn onnistumiselle. Näitä ovat palokatkojen suunnitelmallisuus, palokatkovalinnat, tuotteiden käyttöopastus ja työntekijän perehdyttäminen palokatkoihin.

Toteutuvat kustannukset tulevat varmasti vaihtelemaan, mikäli läpiviennit vaihtelevat sijainnin, varauksen ja putken koon suhteen. Jotta kustannukset pysyisivät mahdollisimman vakiintuneina, olisi rakennusliikkeen omalla työntekijällä toteutettavasta palokatkoystöstä tehtävä mahdollisimman paljon edellistä suoritusta toistava suoritus. Työntekijän tietämyksen ja taitojen kehittyessä toteutettavien palokatkojen erilaisuutta voitaisiin lisätä, mutta se ei sallisi työntekijän vaihtumista. Mitä vaikeampi, harvinaisempi ja epävarmempi työ toteutetaan epävarmalla työntekijällä, sitä hankalampi on varmistaa palokatkon toimivuus ja hyväksyttävyyys.

Arvioidut kustannukset rakennusliikkeen työntekijän toteuttamaan tiivistystyöhön ovat varmasti yläkanttiin, mutta ne ovat kuitenkin jokaisen tuotteen osalta samansuuruiset. Laskelmissa käytettiin rakennusliikkeen työntekijän tuntipalkkaa sosiaalikuluneen ja työtehoksi yhdelle läpiviennille oletettiin yksi työtunti sisältäen valmistelut ja siivoukset. Käytännössä toteutuva aika on pienempi ja se pienenee sarjatuotannon toistuvuuden myötä.

10.6 Läpiviennin tiivistystyö palokatkourakoitsijoiden toimesta

Kuten tuloksissa tuli jo esille, palokatkourakoitsijoiden käyttö on sitä edullisempaa, mitä enemmän on erilaisia palokatkoja tehtävänä. Ammatilainen osaa käyttää tilanteeseen sopivia tuotteita ja työtapoja, millä saadaan aikaan nopea ja edullinen palokatko. Palokatkourakoitsijoiden toteuttamat merkkaukset, asiakirjojen laadinta ja tuotteiden hankinta ovat suoraan pois työmaajohdon päiväjärjestyksistä.

Toteutuvia kustannuksia voidaan oleellisesti pienentää rakennushankkeessa kaikkien läpivientien suhteen, kun keskustellaan tarpeeksi ajoissa palokatkourakoitsijan kanssa tulevista läpivienneistä ja siitä, minkä verran he tarvitsevat esimerkiksi työtilaa läpiviennin äärellä ja asennustilaa läpiviennissä putken ympärillä.

10.7 Suojaputkellisen PEX-muoviputken tiivistäminen

Käytettyjä sovelluksia ja uusia sovelluksia voidaan keksiä sitä mukaa, kun löydetään potentiaalisia tuotevaihtoehtoja ja tekijöitä. Muuttuvien määräysten vuoksi viranomaiset tukeutuvat epäselvyyden vallitessa melko tarkkaan määräyksiin ja ohjeisiin, jotta he varmistavat oman toimintansa ja sallitut menetelmät. Mitä lähemmäksi mennään CE-merkintäpakkoa, sitä enemmän sen mukaisia tuotteita aletaan vaatia.

Suosittelisin välttämään suojaputkellisen PEX-muoviputken läpivientejä palosastoitujen rakenteiden läpi, koska hyväksytyjen tuotteiden saatavuus on tällä hetkellä kovin vähäinen. Uskoisin, että markkinoilla on ensi kesän jälkeen sellaisia tuotteita, joiden hyväksynnöissä on erikseen maininta suojaputkellisen PEX-putken läpivienneille omilla vaatimuksillaan.

10.8 Siporex -harkon upotus palo-osastoituun seinään

Olisi mielenkiintoinen tehtävä selvittää, kuinka paljon yksittäinen harkko huoneiston ja rappukäytävän välisessä teräsbetoniseinässä heikentää mitattuja ilmaääneneristävyyksluvun arvoja. Rakentamismääräyskokoelma antaa minimiarvon, joka kuitenkin tarkoittaa mitattua arvoa normaalisti kalustetussa huoneistossa. Selvityksessä ollut Siporex -harkon sijoituspaikka olisi todennäköisesti oven yläpuolella tai sen vieressä, jolloin ilmaääneneristävyyteen osallistuvat epäsuoran äänireitin lisäksi myös alas lasketun katon aiheuttama vaimentaminen. Vaihtoehtoisesti tavoitetta voisi selvittää myös materiaalin vaihdon kautta, esimerkiksi jonkinlaiseen kipsimassaan. Materiaalien ja ilmaääneneristävyyden selvityksissä on hyvä pitää mielessä, että ominaismassan lisääminen parantaa ilmaääneneristävyyttä, mutta tuolloin tulee ongelmaksi toteuttaa läpivientien reikä käsityökoneilla ja niihin kuuluvilla kuppiterillä.

Jotta Siporex -harkon käyttämistä voitaisiin harkita tarkemmin, olisi harkkosovellus otettava selvitettäväksi akustiikkasuunnittelijoille, mikä ei suinkaan ole rakennussuunnittelijoiden vahvin ala. Tästä kertyisi varmasti tarvittava määrä työtä ja vaivauutta opinnäytetyötä varten.

10.9 Hyväksynät ja hyväksyttävyyys

Tuotemerkintöjen muuttuessa, hyväksyntöjen vaihtuessa ja sallittujen menetelmien kiristyessä aletaan yhä enemmän katsoa asiakirjoja kirjaimellisesti. Tuotteiden ETA-hyväksyntöjä tavataan sanasanalta ja evätään toimivia ja hyviä ratkaisuja. Hyvänä esimerkkinä mainittakoon Hilti Oy:n tuotteiden ”sopimattomuus” ETA-hyväksynnöissä ilmoitettuja putkikokoja pienemmille putkille. Mikäli palokatko-teen toiminta perustuu esimerkiksi paisuvuuteen ja näin ollen läpiviennin umpeen puristukselle, ei maalaisjärjellä ajateltuna pienempi putki samalla palokatkon aine- määrillä voi tilannetta ainakaan huonommaksi viedä.

Oletan, että rakennusvalvontaa ja palotarkastajaa tulee kuormittamaan jatkossa pikkutarkat kysymykset rakentajien puolesta kun he tiedustelevat eri tuotteiden hyväksyttävyyttä eri tilanteissa. Pelätään, että vaikka järki, yleistieto ja tuoteselosteet sallisivat tuotteen käytön, joku viranomaisista kieltää sen jälkeenpäin ja vaatii tuotteen vaihtoa.

LÄHTEET

A 10.9.1999/895. Maankäyttö- ja rakennusasetus. Viitattu 22.1.2013. Valtion säädöstietopankki Finlex. [Http://www.finlex.fi](http://www.finlex.fi), Lainsäädäntö, Ajantasainen lainsäädäntö, M, Maankäyttö- ja rakennuslaki, 10.9.1999/895.

A 305/2011. Rakennustuotteiden kaupan pitämistä koskevien ehtojen yhdenmukaisamisesta ja neuvoston direktiivin 89/106/ETY kumoamisesta. Viitattu 22.1.2013.

C1. 1998. Suomen rakentamismääräyskokoelma C1. Ympäristöministeriö, asunto- ja rakennusosasto. Viitattu 20.11.2013. <http://www.ymparisto.fi>, Maankäyttö- ja rakentaminen, Suomen rakentamismääräyskokoelma.

E1. 2011. Suomen rakentamismääräyskokoelma E1. Ympäristöministeriö, asunto- ja rakennusosasto. Viitattu 20.11.2012. <http://www.ymparisto.fi>, Maankäyttö- ja rakentaminen, Suomen rakentamismääräyskokoelma.

ETA-10/0109. 31.05.2010. Hilti Firestop Foam CFS-F FX. European Organisation for Technical Approvals. Viitattu 14.2.2013. <http://www.eota.be>, Valid ETAs, Show all Valid ETA's.

ETA-10/0292. 22.11.2010. Hilti Firestop Acrylic Sealant CFS-S ACR. European Organisation for Technical Approvals. Viitattu 8.1.2013. <http://www.eota.be>, Valid ETAs, Show all Valid ETA's.

ETA-11/0113. 11.3.2011. BarraFlame DMA/DMK. European Organisation for Technical Approvals. Viitattu 14.2.2013. <http://www.eota.be>, Valid ETAs, Show all Valid ETA's.

ETA-11/0206. 26.08.2011. System ZZ-Fire protection foam 2K NE. European Organisation for Technical Approvals. Viitattu 14.2.2013. <http://www.eota.be>, Valid ETAs, Show all Valid ETA's.

Euroopan unionin oikeudelliset tekstit EUR-Lex. <http://eur-lex.europa.eu/>, FI, Hakusanat, 305/2011.

L 5.2.1999/132, Maankäyttö- ja rakennuslaki. Viitattu 22.1.2013. Valtion säädöstietopankki Finlex. [Http://www.finlex.fi](http://www.finlex.fi), Lainsäädäntö, Ajantasainen lainsäädäntö, M, Maankäyttö- ja rakennuslaki, 5.2.1999/132.

Malinen, V. Joints Oy:n palokatkotuotekysely. Sähköpostiviesti 13.2.2013. Vastaanottaja N. Markkanen. Palokatkosuunnittelijan tuote-ehdotukset ja hinnat.

Miinalainen, T. 2013. Rakennesuunnittelija. Finmacon Oy Keski-Suomi. Puhelinhaastattelu 22.1.2013.

Niininen, M. 2012. Vastaava työmaamestari. Yit Rakennus Oy / Talonrakennus Jyväskylä. Haastattelu 14.12.2012.

- Palokatkoasentajan Henkilösertifiointi. n.d. Suomen Palokatko yhdistys Ry. Viitattu 31.1.2013. <http://www.palokatko yhdistys.fi>, Palokatkoasentajan Henkilösertifiointi.
- Palola, A. 2013. Tekninen asiantuntija. BestLevel Oy, Vantaa. Puhelinhaastattelu 14.2.2013.
- Pulkki, J. 2012. Erityisasiantuntija. Rakennustuoteteollisuus RTT Oy. Luento Puupäivät 2012 -tapahtumassa 29.11.2012.
- Pylkkänen, T. 2013. Palotarkastaja. Jyväskylän kaupunki. Haastattelu 15.1.2013.
- RIL 221. 2003. Paloturvallisuussuunnittelu. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL.
- RIL 243. 2007. Rakennusten akustinen suunnittelu. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL.
- Sihvola, S. 2013. Sewatekin tuotekysely. Sähköpostiviesti 21.1.2013. Vastaanottaja N. Markkanen. Valmistuspäällikön kannanotto tuoteteknisiin kysymyksiin.
- Silva, T. 2013. Hiltin tuotteiden tekniset tiedot. Puhelinhaastattelu 22.1.2013. Haastattelija N. Markkanen. Teknisen asiantuntijan tuote-ehdotukset.
- Sirous-esite, n.d. As Oy Jyväskylä Sirouden markkinointiesite. Yit Rakennus Oy.
- Suunnittelijan käsikirja. n.d. Hplush. Viitattu 30.1.2013. <http://www.hplush.fi>, Esitteet, Suunnittelijan käsikirja.
- Tuotteen varustaminen CE-merkillä. 2012. Valtion ympäristöhallinnon verkkopalvelu. Viitattu 22.1.2013. <http://www.ymparisto.fi>, maankäyttö- ja rakentaminen, tuotehyväksyntä, CE-merkintä, tuotteen varustaminen CE-merkillä
- VTT Expert Services Oy, 2012. Näin Viet rakennustuotteen hyväksytysti markkinoille. Uutinen 24.9.2012. Viitattu 1.12.2012. www.vttexpertservices.fi, Uutiset ja tapahtumat,
- Yit Oy. 5.2.2013. Perustietoa YIT:stä. Yit Oy:n kotisivut. Viitattu 22.1.2013. <http://www.yit.fi>, Tietoa YIT:stä, Perustietoa YIT:stä.
- Ympäristöministeriön myöntämät tyyppihyväksyntäpäätökset. n.d. VTT Services Oy. Viitattu 31.1.2013. <http://www.vttexpertservices.fi>, Sertifikaatit ja tyyppihyväksynnot, Ympäristöministeriön myöntämät tyyppihyväksynnot.

LITTEET

LIITE 1. Kustannuslaskelmien lähtötiedot

LÄPIVIENTI

Kustannuslaskelmien lähtötiedoiksi valittiin 22 mm kupariputki huoneiston ja rappukäytävän välisen 200 mm teräsbetoniseinän läpiviennissä. Tämä putkikoko on esimerkkikustannuslaskelmassa käytettävän kohteen, Sirouksen, suurin kupariputkien halkaisijakoko, mitä rappukäytävästä oli suunniteltu tuotavaksi huoneistoihin lämmityksen tai käyttöveden takia.

Rakennesuunnittelijan joutuu tarkistelemaan läpivienneistä aiheutuvat muutokset elementtien raudoituksessa, mistä aiheutuu varausaukoille kustannuksia. Laskelmissa oletettiin, että suunnittelija käyttää yhden tunnin läpivienteihin yhdessä elementissä. Läpivientien määrä oli viisi kappaletta yhtä elementtiä, mistä rakennesuunnittelijan vaatima työ ja kustannukset yhtä läpivientivarausta kohden.

PALOKATKOTIIVISTYSTUOTTEET

Tuotetiedot ja ohjeet on saatu palokatkotuotteita tarjoavan yrityksen teknisiltä asiantuntijoilta. Hintatiedot on saatu joko Niinisen Markon (YIT) kautta tai suoraan tuote-edustajilta saadusta suurasiakashinnastosta (ks. taulukko 5). Valituilla tuotteilla on kaikilla ETA-hyväksyntä erilaisine vaatimuksineen. Hyväksyntöjä ei ole lisätty tämän työn liitteisiin huomattavan sivumäärän ja helpon saatavuuden vuoksi. Palokatkotiiivistustuotteiden käytössä ilmaantuva materiaalin hukkaprosentti on jätetty tämän laskelman ulkopuolelle.

PALOKATKOURAKOITSIJAT

Neljälle valitulle palokatkeurakoitsijalle lähetetty tarjouspyyntö sisälsi samat vaatimukset. Tarkemmat tiedot tarjouksesta katso luvusta 5.6 *Palokatkeurakoitsijat*.

HINTA- JA TEKNISET TIEDOT

Taulukkoon 5 on listattu vertailtavien palokatko tuotteiden ja palokatkourakoitsijoiden tietojen lähteet. Rakennusliikkeen työntekijän tuntihinta sisältää sosiaalikulmaksumat ja vähimmäismääränä on käytetty yhtä työtuntia, mikä käytännössä on varmasti pienempi.

TAULUKKO 5. Tietolähteet palokatko tuotteista ja -urakoitsijoista

	Hintatiedot	Yhteyshenkilö
Hilti Suomi Oy	Hilti Oy Verkkokauppa	Tekninen asiantuntija Silvan, Teemu
Joints Oy	Suurasiakashinnasto	Palokatkosuunnittelija Malinen, Ville
BestLevel Oy	Suurasiakashinnasto	TJ/Tekninen asiantuntija Palola, Antti
Sewatec Oy	Suurasiakashinnasto	Valmistuspäällikkö Sihvola, Sami
FPIC Oy	Tarjous 13.2.2013	Autio, Janne
Sisä-Suomen Paloeriste Oy	Tarjous 10.2.2013	Levola, Jukka
Palokatko tukku Parkkinen Oy	Tarjous xx.xx.xxxx	Autere, Jukka
Palokatkomiehet Oy	-	Ora Meckelburg
LipaBetoni Oy	Tarjous 1.1.2013 (M. Niininen, YIT)	Osmo Auvinen
Suomen Timanttityö Oy	Tarjous 2012 (M. Niininen, YIT)	Matti Kaurijoki

LIITE 2. Läpivientikappaleen kustannukset

Selvitetään läpivientikappaleen käytöstä aiheutuvat kustannukset yhtä läpivientä kohden. Tuotteeksi valittiin ennen valua elementtitehtaalla asennettava Sewatek Oy:n moduulirakenteinen seinäläpivienti yhdelle putkelle.

Sewatec Oy, moduulirakenteinen seinäläpivienti

Hankintahinta:	19,56 € / kpl (alv 0%)	
Seinävahvuus:	145 - 230 mm	
Kupariputkien sallitut koot, Ø [mm]:	10, 12, 15, 18, 22	
K -jaon vaihtoehdot [mm]:	70, 100, 120, 160	
Huomioitavia asioita tuotteesta:		
<ul style="list-style-type: none"> - alle 200 kpl tilauksista toimituslisä (ei huomioitu laskelmissa) - sopiva läpivientituote toimitettava ajoissa elementtitehtaalle tilaajan toimesta - tuotteen käyttö ja sijoitus otettava huomioon rakennesuunnittelussa (raudoitukset), muulloin elementtitehdas laskuttaa tilaajaa ylimääräisestä työstä - tuotteen asennushinta elementtitehtaalla poikkeaa tästä laskelmasta: uusi vertailukelpoinen hinta saatu myyntipäällikkö Auviselta 		
Toteutuvat kustannukset yhdelle läpivientitiivistykselle tällä tuotteella:		
Läpivientikappale	19,56 € / kpl	1 kpl
Rakennesuunnittelija	6,00 € / 1 kpl	1 kpl
Asennus elementtitehtaalla	10,00 € / 1 kpl	1 kpl
Palokatkiivistyöstä aiheutuvat kulut (alv 0%)	39,56 € / kpl	

LIITE 3. Palokatkoaahdon, CFS-F FX, kustannukset

Selvitetään palokatkotiiivistystyöstä aiheutuvat kulut yhtä läpivienttiä kohden, kun tuotteen asentaa rakennusliikkeen oma työntekijä.

Hilti Suomi Oy, Palokatkoaahdo, CFS-F FX

Pakkausko:	325 ml
Materiaalin riittoisuus /pkt:	2100 ml
Hinta:	26,75 € / kpl (alv 0%)
Läpivientivarauksen vähimmäiskoko, Ø:	
kupariputki 22 mm + kivivilla 2 * 40 mm + sauma 2*20 mm = 142 mm	
Läpivientivarauksen pinta-ala:	1,58 dm ²
Palokatkotuotteen pinta-ala varauksessa:	0,77 dm ²
Palokatkotuotteen materiaalimenekki:	1533 ml = 0,73 kpl
Palokatkotuotteen kustannukset (alv 0%):	19,53 € / läpivienti
Huomioitavia asioita tuotteesta:	
<ul style="list-style-type: none"> - läpivienti täytetään kokonaan palokatkotiiivistysmateriaalilla - Putken ympärillä jatkuva 40 mm kivivilla, myös seinän kohdalla - ETA-hyväksynnässä maininta ainoastaan kupariputkien kokoluokat 28-88.9 mm - Hilti Suomi Oy:n tekninen asiantuntija ehdotti tätä tuotetta suosituksena → Varmistettava tuotteen soveltuvuus asiantuntijan lausunnolla 	
Toteutuvat kustannukset yhdelle läpivienttiivistykselle tällä tuotteella:	
Palokatkomateriaali	19,53 € / kpl 1 kpl
Työ (sis. valmistelu)	27,00 € / 1h 1 kpl
Palokatkotiiivistyöstä aiheutuvat kulut (alv 0%)	46,70 € / kpl

LIITE 4. Akryylipalokatkomassan, CFS-S ARC, kustannukset

Selvitetään palokatkotiiivistystä aiheutuvat kulut yhtä läpivientiä kohden, kun tuotteen asentaa rakennusliikkeen oma työntekijä.

Hilti Suomi Oy, Akryylipalokatkomassa, CFS-S ARC

Pakkausko:	580 ml	
Materiaalin riittoisuus /pkt:	580 ml	
Hinta:	8,82 € / kpl (alv 0%)	
Läpivientivaruksen vähimmäiskoko, Ø:	kupariputki 22 mm + kivivilla 2 * 20 mm + sauma 2*30 mm = 122 mm	
Läpivientivaruksen pinta-ala:	1,169 dm ²	
Palokatkotuotteen pinta-ala varauksessa:	0,867 dm ²	
Palokatkotuotteen materiaalimenekki:	87 ml = 0,15 kpl	
Palokatkotuotteen kustannukset (alv 0%):	1,32 € / läpivienti	
Huomioitavia asioita tuotteesta:		
	<ul style="list-style-type: none"> - palokatkotiiivistysmateriaali sijoitetaan vain seinäpinnoille, väliin kivivilla - Putken ympärillä jatkuva 40 mm kivivilla eriste, myös seinän kohdalla - ETA-hyväksynnässä maininta ainoastaan kupariputken halkaisija 28 mm - Hilti Suomi Oy:n tekninen asiantuntija ehdotti tätä tuotetta suosituksena <p>→ Varmistettava tuotteen soveltuvuus asiantuntijan lausunnolla</p>	
Toteutuvat kustannukset yhdelle läpivientitiivistykselle tällä tuotteella:		
Palokatkomateriaali	1,32 € / kpl	1 kpl
Kivivilla	1,33 € / m ³	0,01 m ³
Työ (sis. valmistelu)	27,20 € / 1h	1 kpl
Palokatkotiiivistystä aiheutuvat kulut (alv 0%)	28,50 € / kpl	

LIITE 5. Komponenttivaahdon, 2K-FOAM, kustannukset

Selvitetään palokatkotiiivistystä aiheutuvat kulut yhtä läpivientä kohden, kun tuotteen asentaa rakennusliikkeen oma työntekijä.

Joins Oy, Komponenttivaahdo, 2K-FOAM

Pakkauskoko:	380 ml	
Materiaalin riittoisuus:	2 300 ml	
Hinta:	32,00 € / kpl (alv 0%)	
Putken ja villan vaatima varauksen halkaisija, Ø: kupariputki 22 mm + kivivilla 2 * 30 mm =	82 mm	
Putken ja villan summattu pinta-ala:	0,53 dm ²	
Palokatkotuotteen pinta-ala varauksessa:	0,35 dm ²	
Palokatkotuotteen materiaalinemikki:	690 ml = 0,3 kpl	
Palokatkotuotteen kustannukset (alv 0%):	9,80 € / läpivienti	
Huomioitavia asioita tuotteesta:		
-	läpivienti täytetään kokonaan palokatkotiiivistysmateriaalilla	
-	putken ympärillä jatkuva 30 mm kivivilla eriste, myös seinän kohdalla	
-	huolehdittava myös riittävästä asennustyötilasta	
	→ Lopulliset suunnitelmat varmistettava asiantuntijalla	
Toteutuvat kustannukset yhdelle läpivientitiivistykselle tällä tuotteella:		
Palokatkomateriaali	9,80 € / kpl	1 kpl
Työ (sis. valmistelu)	27,20 € / 1h	1 kpl
Palokatkotiiivistystä aiheutuvat kulut (alv 0%)	37,00 € / kpl	

LIITE 6. Palokatkomassan, BarraFlame, kustannukset

Selvitetään palokatkotiiivistystä aiheutuvat kulut yhtä läpivientä kohden, kun tuotteen asentaa rakennusliikkeen oma työntekijä.

Bestlevel Oy, Palokatkovahto, 2K-FOAM

Pakkauskoko:	15 kg	
Hinta:	202,50 € / kpl (alv 0%)	
Putken ja villan vaatima varauksen halkaisija, Ø:		
kupariputki 22 mm + kivivilla 2 * 30 mm =	82 mm	
HUOM! Halkaisijan koossa ei ole huomioitu asennustilaa.		
Materiaalin menekki:	5 kg / m ²	
Palokatkotuotteen kustannukset (alv 0%):	13,50 € / läpivienti	
Huomioitavia asioita tuotteesta:		
-	vähimmäispaksuus palokatkotuotteen muodostamalle kalvolle 0,75 mm.	
-	tuotteen riittoisuus on arvioitu tuote-edustajan saaduista tiedoista	
-	putken ympärillä jatkuva 30 mm kivivilla eriste, myös seinän kohdalla	
-	seinän ja putken välissä oleva tyhjä tila täytetään villatilkkeellä molemmista seinäpinoista 50 mm, mistä saadaan asennuspinta palokatkomasalle	
	→ Lopulliset suunnitelmat varmistettava asiantuntijalla	
Toteutuvat kustannukset yhdelle läpivientitiivistykselle tällä tuotteella:		
Palokatkomateriaali	13,50 € / kpl	1 kpl
Kivivillaeriste	1,33 € / m ³	0,03 m ³
Työ (sis. valmistelu)	27,20 € / 1h	1 kpl
Palokatkotiiivistystä aiheutuvat kulut (alv 0%)	40,74 € / kpl	

LIITE 7. Palokatkourakoitsijoiden tarjoukset

Tarjouspyynnön rajauksina olivat mm. ennalta määritetty **120 mm** läpivientivarauksen halkaisija, yksittäinen **22 mm** kupariputki läpivientiputki **200 mm** teräsbetoniseinässä, sekä työn toteutus samanaikaisesti kyseisen kerroksen läpivientien kanssa (ks. luku 5.6 *Palokatkourakoitsijat*). Tarjouksesta tuli ilmetä kustannukset yhtä palokatkoa kohden. Oleellisena rajauksena oli käytettävien tuotteiden oltava ETA-hyväksytyjä. Taulukossa 6 on listattu palokatkourakoitsijoiden käyttämä tuoteperhe ja hinta yhtä läpivientiä kohden.

TAULUKKO 6. Palokatkourakoitsijoilta saadut hintatiedot

Palokatktiivistyksen tekijä	Palokatktiivistystuoteperhe	Hinta (alv 0 %).
Sisä-Suomen Paloeriste Oy	Hilti	12,00 € / läpivienti
Palokatkotukku Parkkinen Oy	Hilti	19,03 € / läpivienti
FPIC Oy	BarraFlame	9,33 € / läpivienti
Palokatkomiehet Oy	Hilti	-

Halvin vaihtoehto taulukon 6 mukaisesti oli FPIC Oy:n tarjous. Asennustyön johtajan Aution mukaan tarjottu hinta sisältää läpivientitiivistyksen asennustyöt, materiaalit ja läpiviennin merkkäamisen. Myös vaadittavien asiakirjojen laatiminen kuuluu urakkaan, mistä ei laskuteta asiakasta.

Sisä-Suomen Paloeriste Oy:n tarjous sisälsi Hiltin palokatkomassan CFS-M RG:n käytön 120 mm kokoisessa läpivientivarauksessa, kun kyseessä on 22 mm kupariputki 30 mm kivieristeellä. Palokatkotukku Parkkinen Oy puolestaan tarjosi hintaan kuuluvaksi ”kaikki hömpötykset”, mitä olivat ilmeisesti normaalin työn lisäksi materiaalit, läpivientien merkkäminen ja tarvittavien asiakirjojen laadinta.

LIITE 8. Läpivientivarauksen teosta aiheutuvat kustannukset

Selvitettiin läpivientivarauksen teosta eri tavoin aiheutuvat kustannukset tarjouksien ja hinnastojen perusteella. Elementtitehtaaksi valittiin vertailutyömaalle elementit toimittava Lipa-Betoni Oy ja timanttiporausurakoitsijaksi myös kyseisellä työmaalla toimiva Suomen Timanttityö Oy.

ELEMENTTITEHTAAN TOTEUTTAMA VARAUS

Niinisén Markon (YIT) välittämässä LipaBetoni Oy:n hinnastossa on hinnoiteltu läpivientivaraukset koon mukaisesti. Kaikki työssä tarkastelemat pyöreät varaukset kuuluvat hinnaston pienimpään luokkaan, 0 - 299 mm varauksiin. Kyseisen luokan mitta sisältää pyöreät varaukset halkaisijaltaan ja neliömäiset varaukset sivumitaltaan.

Halkaisijaltaan 120 mm pyöreän läpivientivarauksen hinta on **30,00 € (alv 0 %)**.

Jotta saimme mahdollisimman vertailukelpoisen laskelman, kyseenalaistimme hinnastonmukaisen hinnan johtuen huomattavasta erosta Sewatecin asennushintaan nähden. Näin ollen uudeksi hinnaksi tässä tapauksessa muodostui **6 €** per varausaukko.

TIMANTTIPORAUSURAKOITSIJAN TOTEUTTAMA VARAUS

Niinen välitti myös työmaalla usein käytetyn timanttiporausurakotusajan, Suomen Timanttityö Oy:n hinnaston. Hinnastoa selviteltäessä haastattelin kyseisen yrityksen toimihenkilöä, Matti Kaurijokea, jotta pystyin varmistamaan laskutusperiaatteet.

Timanttiporauksesta koituvat kulut muodostuvat reikien lukumäärästä, reiän halkaisijasta ja poraussyvydestä, vesi-imurin ja painevesipullon vuokrasta, sekä kalustonsiirrosta. Yksittäisen reiän poraus tuo lisäkustannuksia myös timanttiporaajan tuntityöstä, jota voidaan pitää vähimmäislaskutusmääränä, mikäli muista kuluista ei toteudu tarpeeksi korvauksia timanttiporausyritykselle.

Laskennassa käytettiin lähtötietona porattavien reikien määrää 20 kpl, mikä kattaisi samassa kerroksessa olevien samanlaisten varausten teon. Kaikki porattavat reiät kuuluvat samaan hinnaston kokoluokkaan, 102 - 152 mm, sekä porattava kohde olisi 200 mm teräsbetoniseinä. Taulukosta 7 selviää aiheutuvat kustannukset edellä mainittuun tilanteeseen.

TAULUKKO 7. Timanttiporausurakoitsijan toteuttaman 20 kpl varauksen kustannukset

Tuote	á hinta	Määrä	Yhteensä (alv 0%)
Halkaisija 102-152 mm	1,35 € / cm / kpl	200 cm * 20 kpl	540,00 €
Vesi-imurin vuokra	15,00 € / vrk	1 vrk	15,00 €
Painevesipullon vuokra	12,50 € / vrk	1 vrk	12,50 €
Kalustonsiirto	55,00 € / kpl	1 kpl	55,00 €
20 kpl läpivientivarausten teko 200 mm seinään kustantaa yhteensä:			622,50 €

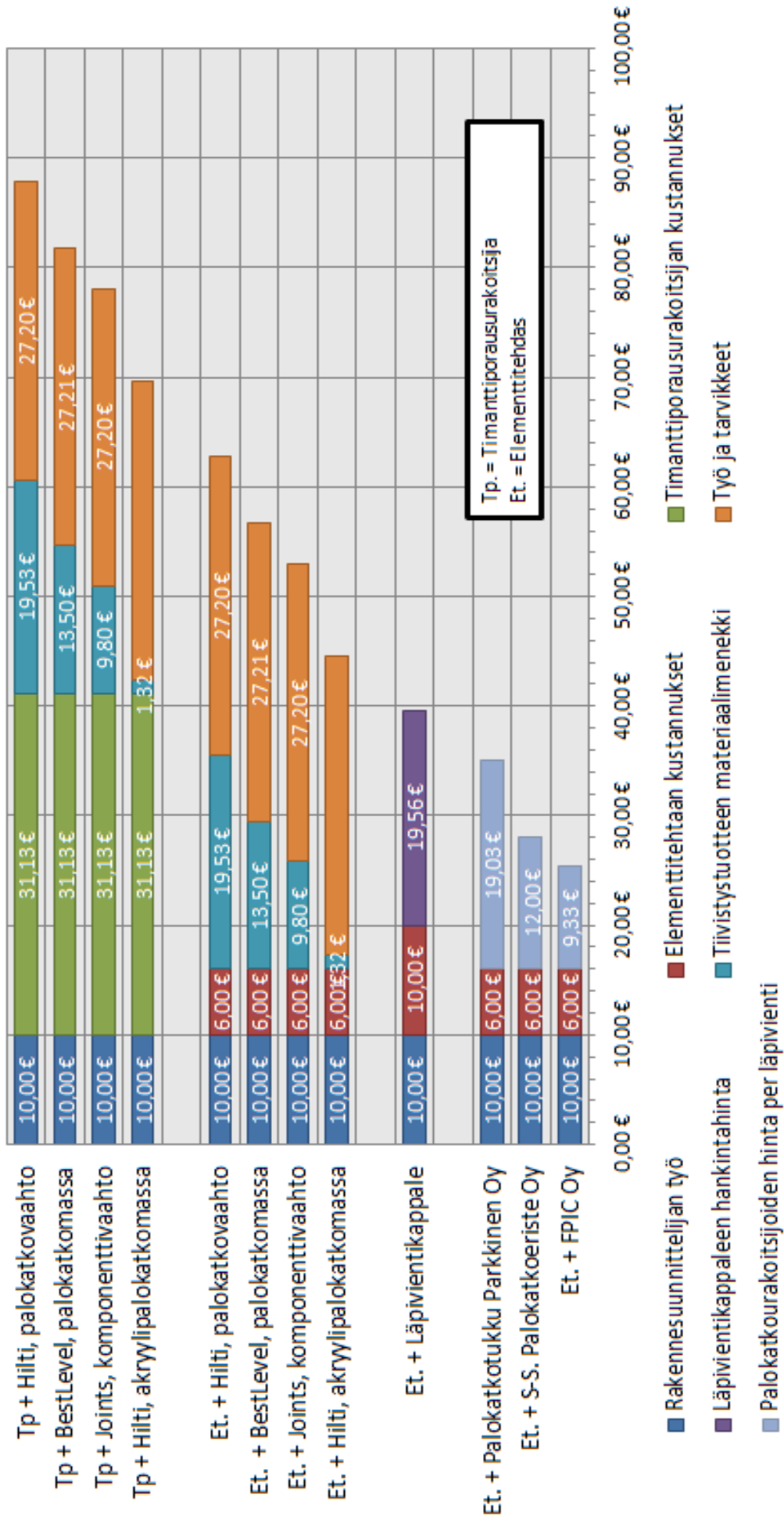
Kun edellisen taulukon mukaiset kahdellekymmenelle läpivientivaraukselle kohdistuvat kulut jaetaan 20 kappalemäärällä, saadaan selville kustannukset yhtä läpivientivarausta kohden kyseisessä tilanteessa. Lopulliseksi hinnaksi muodostuu **31,13 €** (alv 0%). Timanttiurakoitsijan käyttämän laskutusperiaatteen mukaisesti hinta tulee yksittäistä porausta kohden sitä edullisemmaksi, mitä enemmän on porattavaa yhden työpäivän aikana. Liitteestä 10 selviää myös timanttiporausurakoitsijasta aiheutuvat kulut, kun tarve on vain yhdelle läpivientivaraukselle.

LIITE 9. Vertailtavien vaihtoehtojen kustannusvertailu

TAULUKKO 8. Vertailtavien vaihtoehtojen kustannukset

Läpivientivarauksen toteuttaja	Läpivientikappale	Hinta (alv 0%)
Elementtitehdas	Sewatec	39,56 €
Läpivientivarauksen toteutustapa elementtitehtaan toimesta	Palokatkiivistystuote	
Varausaukko	Hilti, Akryylipalokatkomassa	44,53 €
Varausaukko	Hilti, Palokatkoahto	56,71 €
Varausaukko	Joints, Komponenttivahto	53,00 €
Varausaukko	BestLevel, BarraFLAME	62,73 €
Läpivientivarauksen toteuttaja	Palokatkiivistystuote oman työn tekijän asentamana	
Timanttiporausurakoitsija	Hilti, Akryylipalokatkomassa	69,66 €
Timanttiporausurakoitsija	Hilti, Palokatkoahto	87,85 €
Timanttiporausurakoitsija	Joints, Komponenttivahto	78,12 €
Timanttiporausurakoitsija	BestLevel, BarraFLAME	81,84 €
Läpivientivarauksen toteuttaja	Palokatkeurakoitsija	
Timanttiporausurakoitsija	Sisä-Suomen Paloeriste Oy	28,00 €
Timanttiporausurakoitsija	FPIC Oy	25,33 €
Timanttiporausurakoitsija	Palokatkotukku Parkkinen Oy	35,03 €
Timanttiporausurakoitsija	Palokatkomiehet Oy	-

YHDESTÄ PUTKILÄPIVIENNISTÄ AIHEUTUVAT KUSTANNUKSET PALO-OSASTOIDUSSA SEINÄSSÄ



KUVIO 12. Vertailtavien tapojen ja tuotteiden kustannukset yhdelle läpiviennille

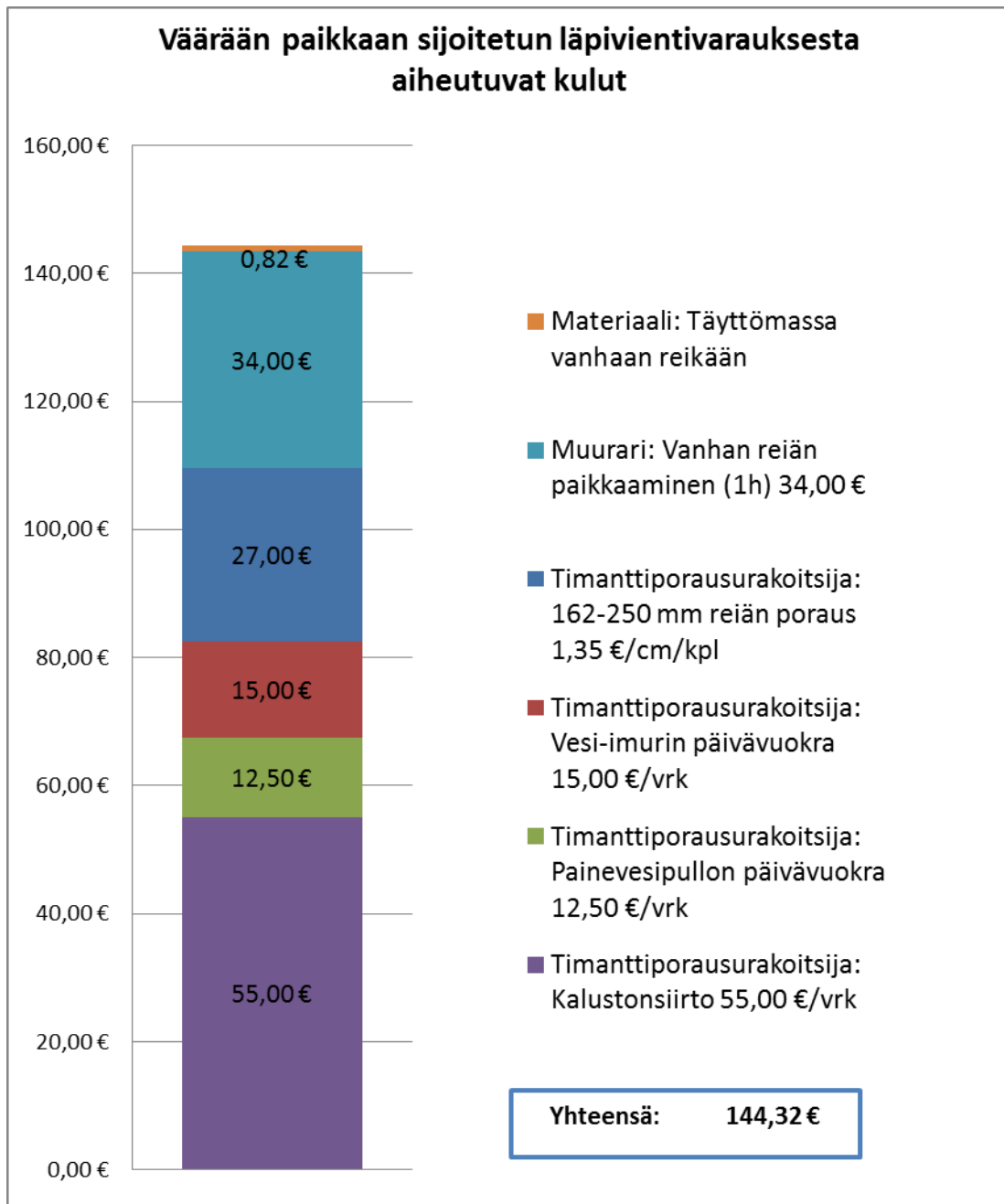
LIITE 10. Väärään paikkaan sijoitetun läpivientivarauksen kustannukset

Kuviosta 13 selviää väärään paikkaan sijoitetun läpivientivarauksesta aiheutuvat kustannukset, kun alkuperäinen läpivientivaraus paikataan umpeen rakennusliikkeen muurarin työnä ja tehdään uusi läpivientivaraus timanttiporausurakoitsijan toimesta.

Laskelmassa on oletettu seuraavat asiat:

- entisen varauksen paikkaamisen toteuttaa muurari (20,00 € / tunti + sosiaalikulumaksut)
- laastin materiaalimenekki 2,3 litraa = n. 4 kg säkkitavaraa, sekä
- timanttiporausurakoitsijan hinnaston ja haastattelun perusteella kustannukset toteutuvat siitä, kun timanttiporausurakoitsijan työntekijä tulee työmaalle kaluston kanssa, siirtää ja valmistelee kaluston työpisteelle, poraa yhden läpivientivarauksen (Ø 120 mm) 200 mm teräsbetoniseinänsä ja poistuu työmaalta

Toteutuvat kulut voidaan pienentää oleellisesti, kun timanttiporausurakoitsijalla porautetaan useampia uusia läpivientivarausta yhdellä kerralla. Timanttiporausurakoitsijan (Kaurijoki Matti, Suomentimanttityö OY) mukaan laskutettava tuntikorvaus vaihtuu poraussyvyyksistä toteutuvaan laskutukseen, kun tilausmäärä on riittävän suuri. Yhdestä porauksesta aiheutuvia kuluja voidaan verrata yrityksen vähimmäislaskutusmäärään.

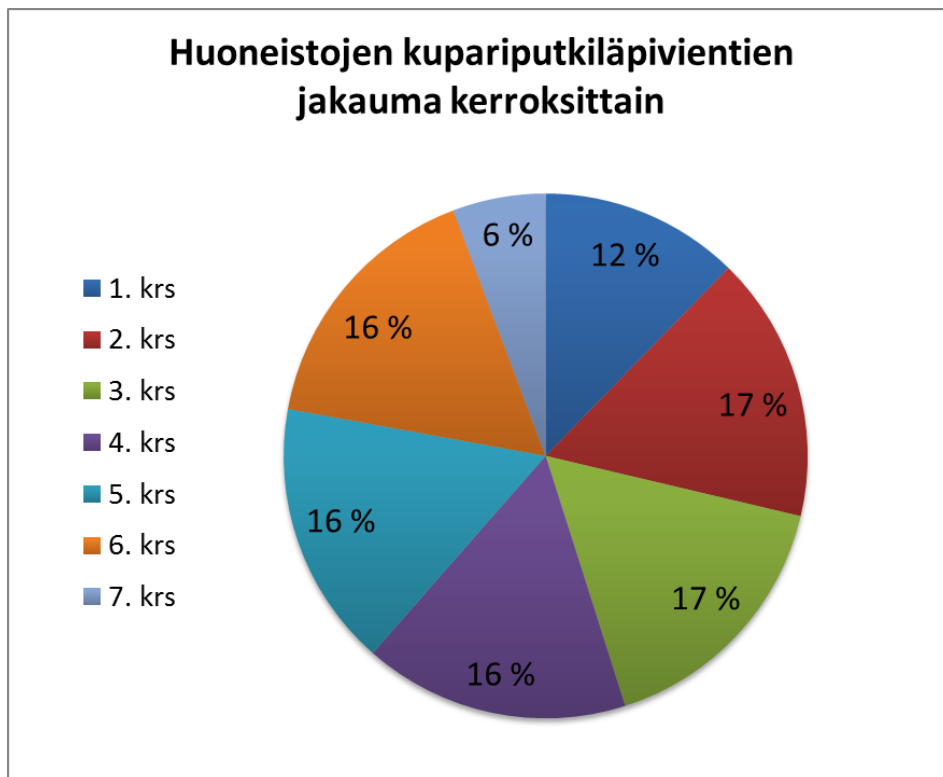


KUVIO 13. Väärään paikkaan sijoitetun läpivientivarauksen kustannukset

LIITE 11. Kustannusvertailu, As Oy Jyväskylä Sirous

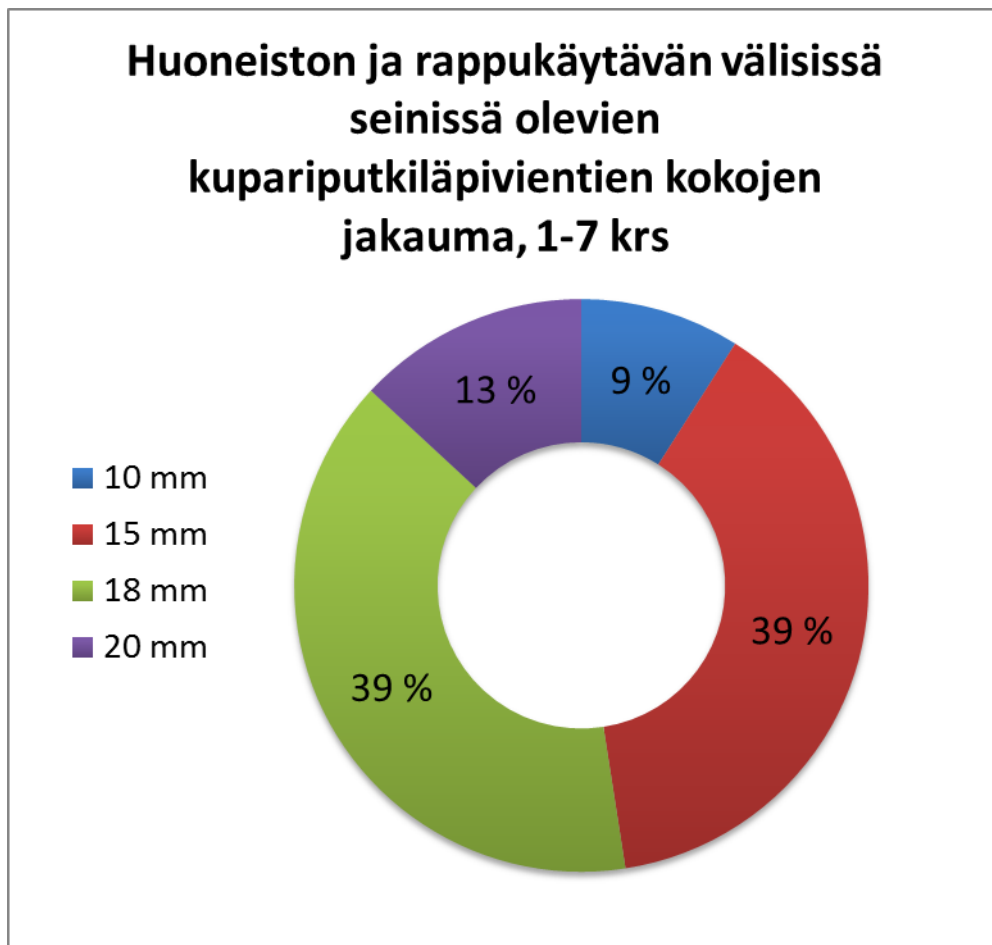
Tässä liitteessä havaitaan esimerkkikohteeksi valitun, Sirouksen, kustannuksia tässä opinnäytetyössä tutkittuihin läpivienteihin. Näitä olivat asuinkerrostalossa rappukäytävän ja huoneiston välisissä teräsbetoniseinissä olevat kupariputket tiivistystuotteineen. Sirouksen kustannusvertailussa ei otettu huomioon Sewatec läpivientikappaleen käyttöä työmaalla vallitsevan työtavan ja huomattavan suurien kustannuksien vuoksi.

Vertailemassa kerrostalossa rappukäytävän ja huoneiston välisen seinän läpi oli johdettu suunnitelmien mukaan kupariputkia yhteensä **122** kpl. Tähän lukemaan ei ole otettu huomioon kerrostalon teknisien tilojen, varastojen ja kuivaushuoneiden läpivientejä. Kupariputkien määrä jakautui keskimmäisten kerroksittain osalta melko tasaisesti (ks. KUVIO 14). Läpivientien lukumäärä oli keskiarvoltaan **17** kpl per kerros.



KUVIO 14. Huoneistojen kupariputkiläpivientien jakauma kerroksittain

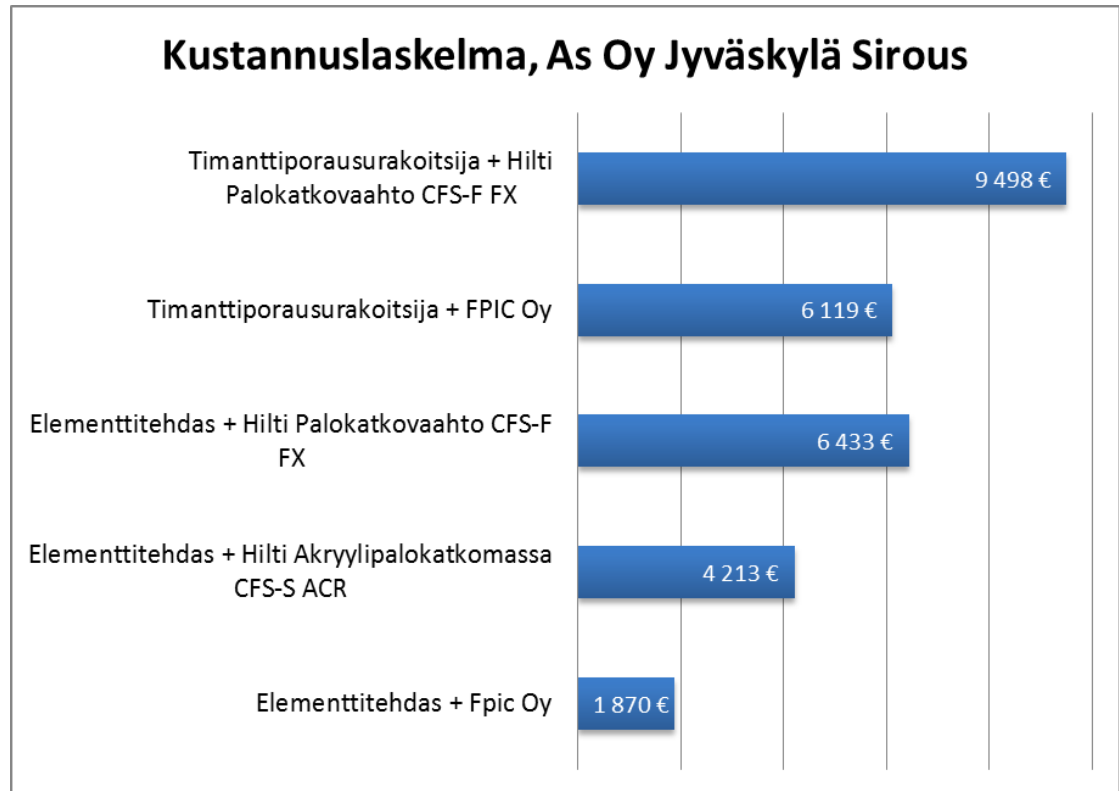
Tarkastelemien läpivientien kupariputkien painotettu keskiarvo oli **16,00** mm kaikista läpivienneistä. Yleisimmät huoneistoihin johdettava kupariputkikoot olivat **15** ja **18 mm**, joita oli yhteensä **78 %** kokonaisuudesta. KUVIO 15 havainnollistaa erikokoisten kupariputkien osuudet kokonaisuudesta.



KUVIO 15. Erikoisten läpivientien jakauma , 1-7 krs

KUVIO 16 kertoo kustannuslaskelman vertailukohteeseen, kun laskelman kohteena ovat huoneiston ja rappukäytävän välisen seinän kupariputkien läpiviennit kaikista seitsemästä kerroksesta. Laskelmaan kuuluu varausaukon teosta aiheutuvat kustannukset, palokatko-urakoitsijan kustannukset tai vaihtoehtoisesti

materiaalimaksujen lisäksi työstä aiheutuvat kulut. Vaihtoehdot havainnollistavat edullisimpia ja kalleimpia tapayhdistelmiä.



KUVIO 16. Rappukäytävän ja huoneiston välisien läpivientien kustannukset

KUVIO 16 voidaan havaita, että pelkästään tämän työn vertailemilla vaihtoehdoilla voidaan säästää 122 kpl läpiviennin toteutuksessa huomattavia summia. Mikäli vertailukohteeksi otettaisiin kerrostalohanke kokonaisuudessaan kaikkine läpivienteineen, palokatko-urakoitsijoiden ammattitaidolla edellisen kuvion mukainen vertailu antaisi todennäköisesti vielä huomattavammat säästöt.

LIITE 12. Toimintamalli palokatkojen tiivistystyöhön rakennushankkeessa

**TOIMINTAMALLI PALOKATKOJEN TIIVISTYKSEEN,
KUN TYÖT TOTEUTETAAN RAKENNUSLIIKKEEN
OMILLA TYÖNTEKIJÖILLÄ**

