



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Ville Pussinen

Ohje talotekniikan palokatkojen suunnittelunohjaukseen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

26.3.2021

Tekijä Otsikko	Ville Pussinen Ohje talotekniikan palokatkojen suunnittelunohjaukseen
Sivumäärä Aika	37 sivua + 1 liite 26.3.2021
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	sähköinen talotekniikka
Ohjaajat	lehtori Aamos Lemström LVI-asiantuntija Joonas Wirzenius
<p>Tämän insinööriyön tavoitteena oli tuottaa työkalu palokatkojen suunnittelun ohjaukseen ja tukemaan toteutuksen valvontaa. Työssä käydään läpi palokatkojen laadulliset peruseriaatteet alusta loppuun pääurakoitsijan näkökulmasta.</p> <p>Palokatkoilla tarkoitetaan kohteeseen tehtyjen läpivientien tiivistyksiä hyväksytetyillä materiaaleilla palo-osastojen välille. Työtä laatiessa perehdyttiin eri valmistajien tuotteisiin, rakentamisen paloturvallisuuteen koskeviin lakeihin ja määräyksiin, minkä jälkeen haastateltiin projektiin kuuluvia toimihenkilöitä. Haastatteluista saatiin tukea ohjeiden ja määräysten tulkinnalle, mitkä tukevat teoreettista pohjaa palokatkojen suunnitteluun ja toteutukseen.</p> <p>Palokatkotyöt tahdistavat muita rakennusvaiheita, joten asennustyöt tulee ottaa huomioon aikataulua laadittaessa. Palokatko-urakoitsijat ovat yleensä viimeisten urakoitsijoiden joukossa, jotka lähtevät työmaalta. Palokatkotöiden tahdistuksella, oikea-aikaisilla suunniteluilla ja asennuksilla saadaan aikaan optimaalinen työskentelytahti, joka palvelee pääurakoitsijaa, asentajia ja työmaata rakennusvaiheessa.</p>	
Avainsanat	läpivienti, palokatko, dokumentaatio, paloturvallisuus

Author Title	Ville Pussinen Guide to Planning Fire Stops Building Services Engineering
Number of Pages Date	37 pages + 1 appendix 26 March 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	Electrical Building Services
Instructors	Aamos Lemström, Senior Lecturer Joonas Wirzenius, HVAC specialist
<p>The purpose of this Bachelor's thesis was to create a guide to aid the planning and executing of firestops, the sealing of bushings between fire compartments, in a construction project. The thesis discussed the quality demands and principles from the beginning of a project from the perspective of the main contractor.</p> <p>The thesis was based on literary material such as guides and documents created by officials, contractors and manufacturers. The literature review was followed by interviews with staff.</p> <p>It was established that the installation of fire stops should be take into account when planning the schedule, as they have an effect on the other construction phases. Firestop contractors were seen to be among the last contractors to leave the site. Thus, well timed planning and installations result in an optimal work pace that serves the client, installers and site during the phase.</p> <p>The guide created in the thesis can be used in new projects. It is clear and can help staff to start new projects, as it summarizes the necessary work steps and makes it easier to train new foremen.</p>	
Keywords	firestop, documentation, fire safety

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Talotekniikan paloturvallisuus	2
2.1	Palokatko ja osastointi	2
2.2	Palokatkomateriaalit ja paloluokka	3
2.3	Määräysten vaikutus toimitilarakennuksiin	6
2.4	Lainsäädäntö	6
2.5	LVIAS-materiaalit ja läpiviennit	6
2.6	Dokumentointi	9
2.7	Tietomalli	11
3	Nykytilanne	14
3.1	Tutkimusmenetelmät	14
3.2	Haastattelut	15
3.2.1	Vastausten analysointi	15
3.2.2	Vastausten yhteenveto	16
4	Esimerkkikohde	17
4.1	Kohteen esittely	17
4.2	Kohteessa käytetyt LVIAS-materiaalit	17
4.2.1	Prosessin kulku	19
4.2.2	Osapuolet ja vastualueet	21
4.3	Kustannustehokkuus	23
4.4	Edeltävien töiden ohjaaminen	23
4.5	Palokatkotöiden aikataulut	25
4.6	Asennuksiin varattu aika	26
4.7	Myöhästymisen vaikutus	26
4.8	Yhteistoiminnalliset työtavat	26
5	Tulokset ja päätelmät	28

6	Havaitut kehitysehdotukset prosessiin	32
7	Toimenpide-ehdotukset	33
8	Yhteenveto	35
	Lähteet	36
	Liitteet	
	Liite 1. Haastattelurunko	

Lyhenteet

BIM	Building Information Modelling, Rakennuksen tuotetietomalli
DALI	Digital Addressable Lighting Interface, digitaalinen valaistuksen ohjausväylä
ETA-hyväksyntä	Eurooppalainen tyyppihyväksyntä
IV	Ilmanvaihto
KVV	Käyttövesi ja viemärit
Last Planner	Menetelmä rakentamisen tuotannon ohjaukseen
LVL	Viilupuu on sorvatuista viiluista liimaamalla valmistettu rakenteellinen puutuote
LSH	Lähtötieto-, suunnittelu- ja hankinta-aikataulu
LVI	Lämpö, vesi ja ilma
LVIAS	Lämpö, vesi, ilma, automaatio ja sähkö
RakMK	Suomen rakentamismääräyskokoelma
TATE	Talotekniikka

1 Johdanto

Rakennushankkeissa ei ole selkeää toimintamallia ja ohjeistusta paloläpivientien tiivistyksille. Suunnitelmissa vedotaan usein valmistajien ohjeisiin ja työt tehdään yleisten ohjeiden mukaisesti, jolloin ristiriidat tarkkojen suunnitelmien kanssa ovat mahdollisia. Insinööriyön tavoitteena oli tehdä konsernin käyttöön talotekniikan palotekniseen suunnittelunohjaukseen valmis työkalu osaksi talotekniikan toimintamallia, mikä helpottaa sekä ohjeistaa palokatkovien läpivientien suunnittelua, toteutuksen valvontaa ja dokumentointia. Työn aihe valittiin yhteistyössä esimerkkitapauksen talotekniikkaosaston kanssa ja varsinkin talotekniikkapuolella kyseiselle työlle nähtiin kannattavuutta. Työ toteutettiin SRV Rakennus Oy:lle ja esimerkkitapauksena käytettiin toimitilatyömaata Jätkäsaarella.

Insinööriyössä tullaan käsittelemään talotekniikan suunnittelunohjausta, paloteknisiin määräyksiin tutustumista ja kustannusten arviointia. Käytetyt ja kehitystä vaativat toimintatavat tuodaan tarkemmin tuloksissa ja päätelmissä esille. Toimintaohjeessa on määritelty tarkemmin mahdollisista toimintatavoista.

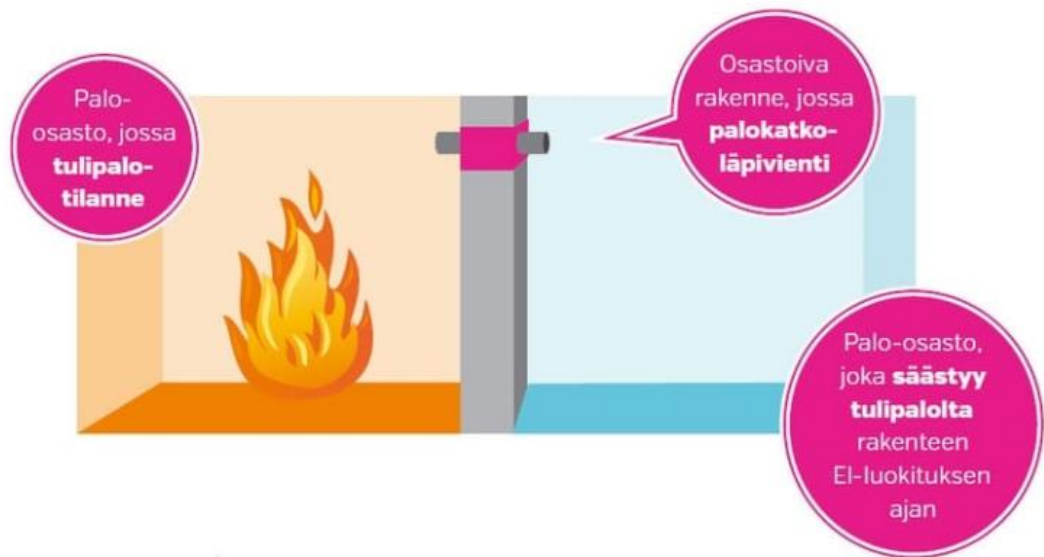
2 Talotekniikan paloturvallisuus

2.1 Palokatko ja osastointi

Palokatolla tarkoitetaan rakenne- ja tekniikkatyypin mukaan palo-osastojen välisten aukkojen ja läpivientien tiivistystä tarvittavilla materiaaleilla. Sen päämääräisenä tarkoituksena on estää savukaasujen ja palon leviäminen rakennuksessa. Palokatkoon voi sisältyä yksi tai useampi läpivienti. Suunnitelmien mukaisen palokatkon tarkoituksena on tehdä läpiviennistä paloluokitusta vastaavan seinärakenteen. [1.]

Palokatko tehdään usean eri materiaalin yhdistelmästä, jolla pystytään tekemään toimiva eristys ja tiiveys. Erilaisten materiaalien yhteisvaikutuksesta palokatkovat osat toimivat myös äänikatkona, sillä materiaalit katkaisevat äänen kulun tilojen välillä. Esimerkiksi toimiva ääni- ja palokatko ilmanvaihtokanaville saadaan yhdistettäessä kivivillaa ja akryylipohjaista palokatkomassaa. Palokatossa ja tiivistyksessä käytetyt materiaalit voi olla palavaa, mutta ne eivät saa edistää paloa rakennuksessa. [1.]

Palo-osastointi tehdään yleensä kaikkiin uusiin rakennettaviin rakennuksiin sekä saneerauskohteisiin. Osastoinnilla tarkoitetaan, että rakennus jaetaan tiettyihin osastoihin tulipalon ja savukaasujen leviämisen rajoittamiseksi. Kuvassa 1 on esitetty toimiva palo-osastointi, jossa läpiviennit on palokatkovat. Palo-osastoinnilla pyritään turvaamaan rakennuksesta turvallisin poistuminen, rajoittamaan ylimääräiset omaisuusvahingot sekä helpottaa sammutus- ja pelastustöitä. Yleisesti on määrätty, että omiksi palo-osastoiksi jaetaan jokainen asunto ja rappukäytävät asuinkerrostaloissa. Tätä määräystä sovelletaan myös toimitilarakentamisessa. [4.]



Kuva 1. Havainnollistava kuva palokatkosta.

2.2 Palokatkomateriaalit ja paloluokka

Talotekniikka ja niiden tarvitsemat paloeristykset sisältyvät rakennuksen palotekniseen osa-alueeseen. Tarvittavilla paloeristyksillä estetään ensisijaisesti palon leviäminen osastosta toiseen rakennuksen sisällä. Asennuksessa sekä suunnittelussa tulee ottaa huomioon eri eristysmateriaalien ominaisuudet ja paloa rajoittavat kokonaisuudet. Aikaisemmin käytössä olleet Suomen rakentamismääräyskokoelman osat E1, E3 ja E7 käsittelivät materiaalien ja teknisten kokonaisuuksien vaatimuksia. Nämä määräykset on korvattu ympäristöministeriön asetuksella rakennusten paloturvallisuudesta (848/2017) 1.1.2018. [4.]

Markkinoilla on useita eri valmistajien tuoteperheitä palokatkoille. Yleisimpiä käytettyjä materiaaleja ovat erityyppiset palomansetit, kipsi- ja sementtimassat sekä paloakryylit. Tärkeintä kaikissa asennustavoissa on huomioida kyseisen asennusmenetelmän asennusohjeet, joissa mainitaan tarvittavat materiaalit, niiden ominaisuudet ja paksuudet sekä kohdennettavat asennustavat. Materiaalivalintoihin vaikuttavat myös talotekniikan kannakoinnit niiden etäisyyksineen rakenteista, materiaalin lämmönsiirtymisen estävät lisäeristykset sekä eri asennustapojen hybridi-vaihtoehdot. Palokatkomateriaalien

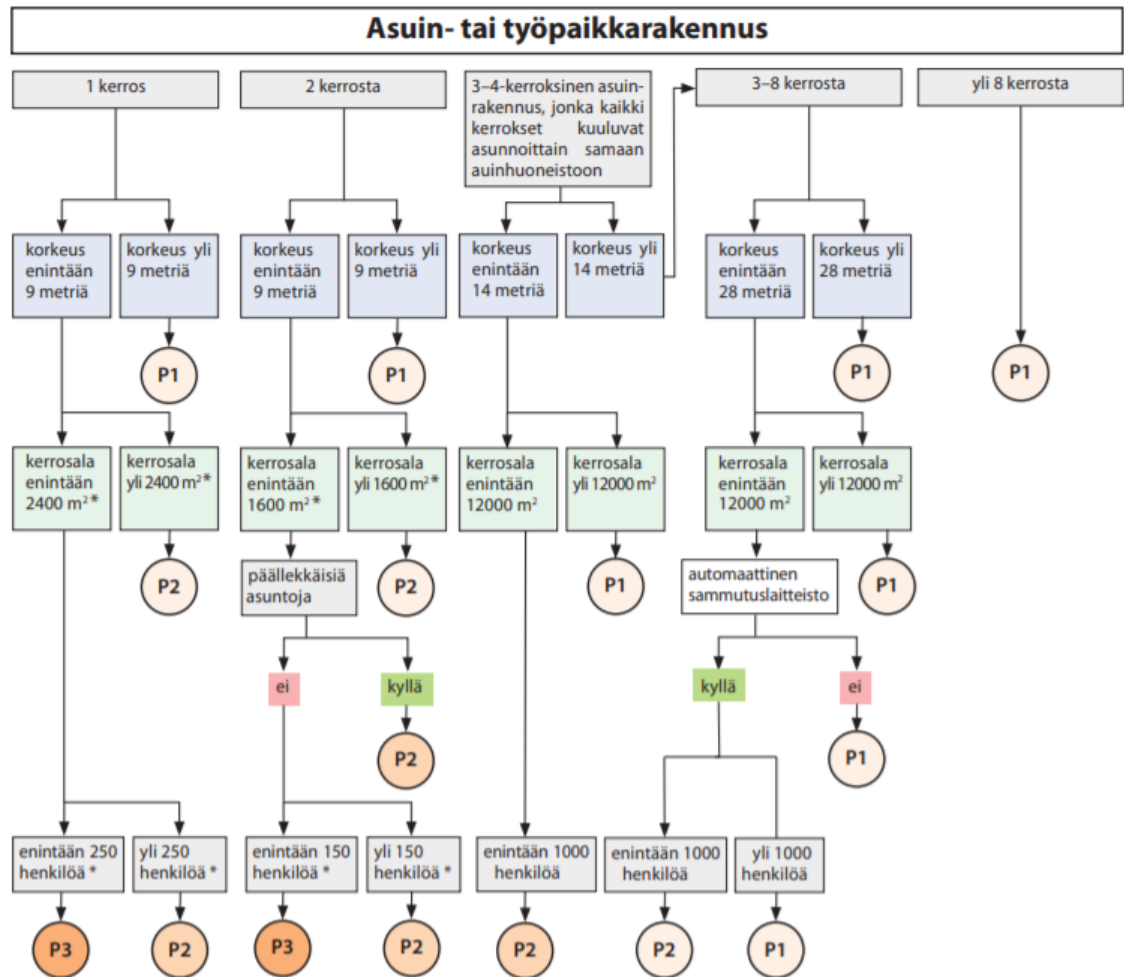
luokitusperusteena on niiden vaikutus mahdollisen palon leviämiseen, savun tuottamiseen ja palavaan pisarointiin. Läpivienneissä käytetyt palokatkotuotteet valitaan ensisijaisesti putken materiaalin mukaisesti. Materiaalivalintaan vaikuttaa myös seinän rakenne ja paksuus. Kuvassa 2 on esitetty materiaalin tärkeys palo-osastoinnissa. Paloeristeitä valittaessa on sen paksuus ja soveltuvuus eristeeksi varmistettava valmistajan tuotehyväksynnöistä. Esimerkiksi ilmanvaihtokanavien paloeristeiden tulee täyttää standardin EN 1366-1 palokokeen sisä- ja ulkopuolisten vaatimukset palokuorman osalta. [11.]



Kuva 2. Palokatkomateriaalien tärkeys palo-osastoinnissa.

Rakennuksissa on erilaisia paloluokkia, jotka on jaettu rakenteiden palonkestävyyden perusteella. Luokkia on kolme, järjestyksestä kestävimmästä heikoimpaan. Kantavien ja osastoivien rakennuksen osien palonkestävyysvaatimukset kuvataan tasokuvaan merkinnöillä, joista ilmenee palonkesto aika minuutteina, kantavuus, tiiveys ja eristyvyys. Lisäksi on mahdollista täydentää suunnitelmia rakennusosien palonkestävyyteen iskunkestävyydellä palotilanteessa. Paloturvallisuus esitetään suunnitelmissa ja tasokuvassa REI-luvulla, joka ilmaisee rakenteiden palonkestoajan. Kuvassa 3 esitetään

asuin- ja työpaikkarakennuksen paloluokan määrittäminen, jota sovelletaan myös toimitiloille. Kirjaimella R kuvataan kantavuutta, joka rakenneosan tulee säilyttää vaaditulta palonkestoajalta. Kirjaimella E kuvataan rakenneosien savukaasu- ja lämpösäteilytiiveyttä, joiden täytyy pitää vaadittu palonkesto aika. Kirjaimella I kuvataan rakenneosien palonkestävyyttä eristyvyyden suhteen. [4.]



*Katso automaattisella sammutuslaitteistolla sallitut lievennykset asetuksen 8. §:n taulukoista 1–2.

Kuva 3. Asuin- tai työpaikkarakennuksen paloluokan määrittäminen.

2.3 Määräysten vaikutus toimitilarakennuksiin

Nykyiset määräykset perustuvat yleiseurooppalaiseen rakennusosa- ja rakennustarvikeluokitusjärjestelmään. RakMk 2011:n päivityksessä 15.4.2011 määriteltiin palokatkojen standardiksi EN 13501-2 ja siihen vaikuttavia testistandardeja ovat muun muassa EN 1366-3 ja EN 1366-4. Varsinaisia palokatkoihin velvoittavia lakeja on kaksi. Maankäyttö- ja rakennuslaki sekä työturvallisuuslaki. Palokatkojen olennaisimmat pykälät löytyvät maankäyttö- ja rakennuslain luvusta 17 ja 117 b § paloturvallisuus sekä työturvallisuuslain jakeesta 32. [8.]

2.4 Lainsäädäntö

Maankäyttö- ja rakennuslain 132/1999 17 luvun 117 b §:n on mainittu, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan paloturvalliseksi käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla. Laissa kerrotaan muun muassa sitä, että rakennuksen kantavien rakenteiden tulee kestää tulipaloa niille määrätty vähimmäisaika. Vähimmäisaikaan otetaan huomioon ihmisten poistuminen rakennuksesta, mahdollinen rakennuksen sortuminen, tulipalon saaminen hallintaan ja koko pelastustoiminta. [8.]

Rakentamisen aikana käytetyt materiaalit, tuotteet ja laitteet täytyy olla rakennuksen käyttöön soveltuvia paloturvallisuuden kannalta. Lisäksi, maankäyttö- ja rakennuslain pelastuslain 379/2011 3 luvun 9 §:ssä on esitetty rakennuksen varsinaisen omistajan sekä sen haltijan tai mahdollisen toiminnanharjoittajan velvollisuuksista huolehtia palo- ja poistumisturvallisuudesta pykälän määräämällä tavalla. [3.]

2.5 LVIAS-materiaalit ja läpiviennit

Talotekniikan materiaalit vaikuttavat käytettäviin palokatkomateriaaleihin, sillä palotilanteessa sulava tekniikka tarvitsee tiivistykseen turpoavaa palokatkomateriaalia. Turpoavaa palokatkomateriaalia ei tarvitse ensisijaisesti käyttää läpivienneissä, joissa on käytetty metallista materiaalia. Asennuskohteen tilasta ja määräyksistä riippuen, täytyy valita oikeat materiaalit oikeaan kohteeseen. Esimerkiksi sinkityt teräsputket, jotka johtavat hyvin lämpöä, vaativat 500:n mm saattoeristyksen seinärakenteen molemmille

puolille, jos ei käytetä sementti- tai kipsipohjaista massaa palokatossa. Saattoeristystä ei kuitenkaan tarvita, mikäli rakenteen paksuus ylittää 240 mm, jolloin tiivistys voidaan suorittaa sementti- tai kipsipohjaisella palokatkomassalla. Kaikkia palokatkoasennuksia tehtäessä on huomioitava asennuskohteen puhtaus ja tarvittaessa puhdistettava asennuspaikka varmistaen hyvä tartuntapinta. [1, luku 3.2.]

Putkiläpivienneissä palokatkomateriaalit valitaan käytetyn putken materiaalin ja läpiviennin koon mukaan. Mitkään metalliputket eivät ensisijaisesti vaadi tulipalotilanteessa turpoavaa materiaalia palokatsoon. Muoviset putkistot tarvitsevat sen sijaan palokatkotuotteen, jolla on turpoava ominaisuus. [19.] Kuvassa 4 on esitetty turpoava palokatkomansetti, joka on asennettu asennusohjeen mukaan PVC-putken ympärille. Kuvassa 5 on esitetty palotilanteessa toiminut palomansetti PVC-putken ympärillä.

Lisäksi suunnitelmissa tulee huomioida mahdollinen materiaalien vaihtuminen osastoiden välillä. Materiaalin vaihdoksessa tulee huomioida minimietäisyydet osastoivasta seinärakenteesta sekä sen lämmönsiirtyminen ja tarvittaessa tehdä lisäeristys läpiviennin kohdalle. [1.]



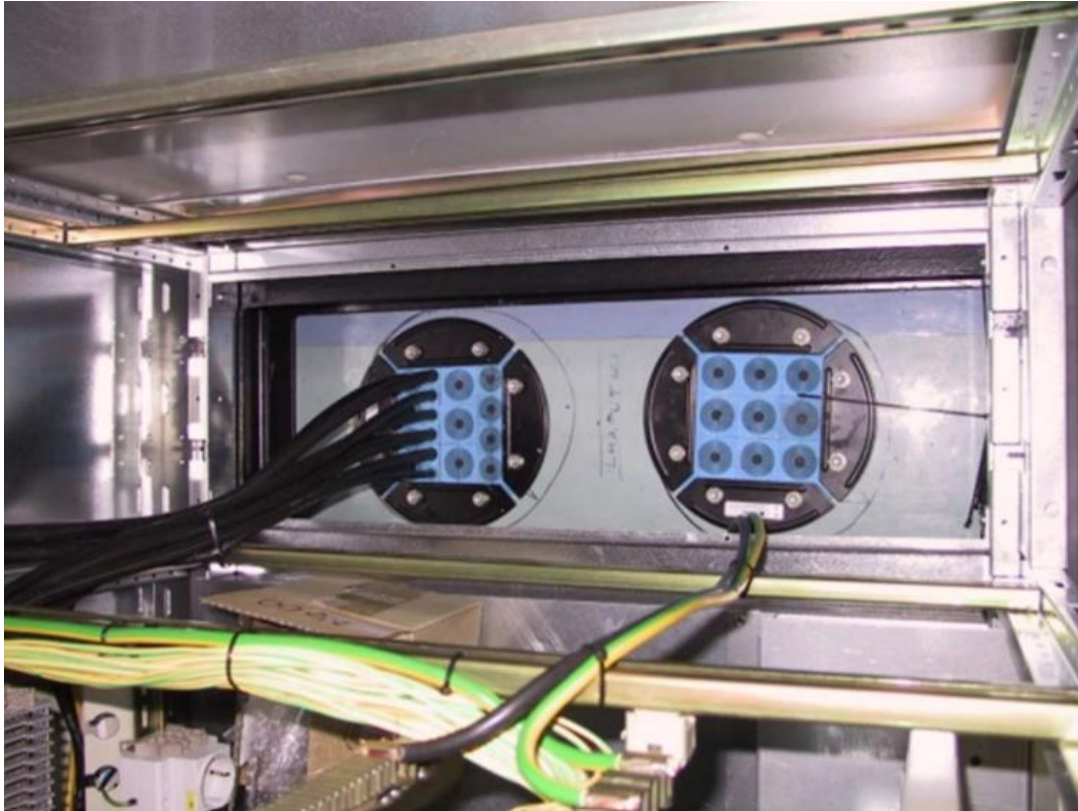
Kuva 4. Muovinen putkiläpiviennissä käytetty mansettiä, joka turpoaa palotilanteessa.



Kuva 5. Testissä käytetty palokatkomansetti ja muovinen putkiläpivienti.

Sähköläpivientien tiivistykseen on olemassa monia eri toteutustapoja. Eri toteutustapojen puitteissa sähköläpivientien tiivistys sallii asennuksissa enemmän variaatioita. Erityisesti jälkikäteen tehtävät kaapeloinnit ovat todella tärkeää ottaa huomioon toteutusvaiheessa. Muuntojoustavuus lisääntyy asuin- ja toimitiloissa jatkuvasti, joten sitä pitää huomioida suunnittelussa.

Kuva 6 on havainnekuva modulaarisesta palokatkosta, joka on muuntojoustavuuden kannalta erinomainen. Modulaariset palokatkot ovat yleisin käytetty asennustapa kaapeleiden palokatkoissa. Yleisin käytetyin sähkökaapelien palokatkon asennustapa on kaapelien niputus ja aukon massaus suunnitelmien mukaisesti, esimerkiksi sementtipohjaisella palokatkomassalla. Palokatkoja on mahdollista tehdä yksittäisinä kaapeleina ja nippuina. Näiden lisäksi on mahdollista toteuttaa yhdistelmädetaljeja. [1.]



Kuva 6. Havainne modulaarisesta palokatkosta.

2.6 Dokumentointi

Palokatkoityöt tulee dokumentoida pääurakoitsijan hyväksymällä tavalla. Esimerkiksi SRV Rakennus Oy käyttää verkossa tapahtuvaa kokonaisvaltausta laadunvarmistusohjelmaa, Congridia. Kuvassa 7 on esitetty kuvakaappausnäkyvä Congridista ja sen tarkastuksista. Varsinaisilla palokatkoiteiden valmistajilla on käytössään omia laadun dokumentointiin kehitettyjä dokumentointisovelluksia. Laadunvarmistuksen ja dokumentoinnin avulla voidaan jälkikäteen tarkastella ja havaita myös piilossa olevia palokatkoja. Viranomaistarkastuksissa tarkastajan on vaivatonta tarkastella helposti dokumentoitua listausta. [19.]

07 Palokatkojen tarkastus

Tarkastukset Raportti

Etsi

Pvm.	Mittaus	Status	Luonut
23.09.2020 12:44	Laatutarkastus 1586: 07 Palokatkojen tarkastus / Työvaiheen vastaanotto.	✓ Hyväksytty ✓X	
23.09.2020 12:39	Laatutarkastus 1585: 07 Palokatkojen tarkastus / Osakohteen tarkastus.	⊖ Keskieneräinen	
18.09.2020 08:03	Laatutarkastus 1554: 07 Palokatkojen tarkastus / Vastaanottokatselmus.	⊖ Keskieneräinen	
11.09.2020 10:10	Laatutarkastus 1491: 07 Palokatkojen tarkastus / Työvaiheen vastaanotto.	✓ Hyväksytty ✓X	
04.09.2020 09:35	Laatutarkastus 1456: 07 Palokatkojen tarkastus / Työvaiheen vastaanotto.	✓ Hyväksytty ✓X	
04.09.2020 08:40	Laatutarkastus 1454: 07 Palokatkojen tarkastus / Työvaiheen vastaanotto.	✓ Hyväksytty ✓X	
02.09.2020 10:12	Laatutarkastus 1443: 07 Palokatkojen tarkastus / Työvaiheen vastaanotto.	✓ Hyväksytty ✓X	
01.09.2020 09:47	Laatutarkastus 1431: 07 Palokatkojen tarkastus / Työvaiheen vastaanotto.	✓ Hyväksytty ✓X	
01.09.2020 08:08	Laatutarkastus 1429: 07 Palokatkojen tarkastus / Osakohteen tarkastus.	✓ Hyväksytty ✓X	
25.06.2020 14:05	Laatutarkastus 1190: 07 Palokatkojen tarkastus / Malliseennus.	✓ Hyväksytty ✓X	

Näytä 10 kappaletta
Näytetään 1 - 10 / 24 kappaletta

Kuva 7. Kuvakaappaus Congridin laadunvarmistusjärjestelmästä.

Dokumentointi on palokatkoajan aikana tapahtuva työvaihe, joka toteutetaan aina tehdyn työn jälkeen. Urakoitsija päivittää tarkastusasiakirjaa töiden edetessä ja korjaa mahdollisia puutteita niiden ilmetessä. Palokatkoajan urakoitsijan velvollisuus on merkata tehty palokatko hyväksytyllä palokatkotarralla tai -kilvellä. Kuvassa 8 on esimerkki palokatkotarrasta. Merkkauksen täytyy sisältää käytetty materiaali tai detalji, yrityksen ja asentajan nimi, päivämäärä sekä paloluokka. Toteutuksen valvonnassa on tärkeää kiinnittää huomiota, ettei kyseistä tarraa maalata yli tai tuhrita muilla tavoin. [1.]

Oy Yritys Ab

Palokatko asennusmenetelmien perustuu:
 CE-merkintään.
 Rakennuspaikkakohtaiseen hyväksyntään
 Muuhun luokitettavaan selvitykseen

MERKINTÄ KATTAAN: huonetilan yksittäisen palokatkon

TUOTE:

TUOTE 1
 TUOTE 2
 TUOTE 3
 MUU TUOTE:

PALOLUOKKA:

EI 15 EI 30 EI 60 EI 90 EI 120 EI 240

ASENNUSYRITYS:

ASENTAJA:

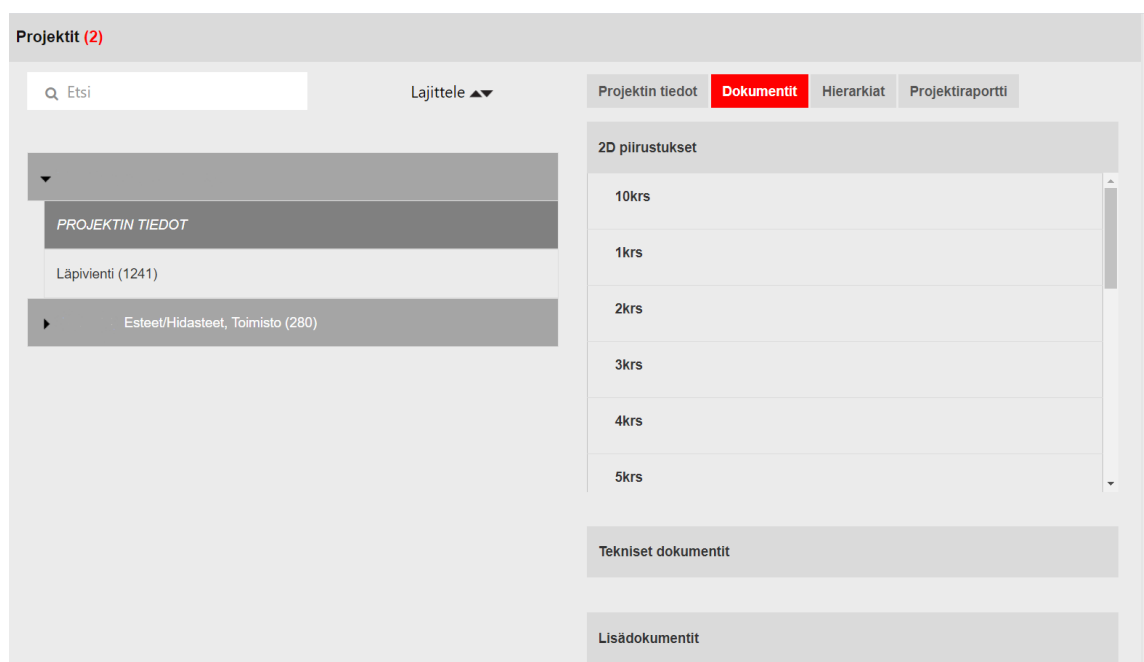
PVM: ___ / ___ / 20___

Kuva 8. Esimerkki palokatkotarrasta.

Dokumentointi on pääurakoitsijan ensimmäinen todiste tehdystä työstä. Esimerkiksi palotilanteen jälkiselvityksessä voidaan käyttää dokumentaatiota hyödyksi ja selvittää, onko palokatkotyöt tehty suunnitelmien ja asennusohjeiden mukaisesti. Lisäksi

sijaintitietoon perustuva dokumentaatio helpottaa alakattojen yläpuolisten palokattojen huoltoa ja tarkistusta, sillä etsimiseen ei käytetä turhaa aikaa.

Esimerkkikohteessa käytettiin Hilti Oy:n dokumentaatiosovellusta, jonka tulosteet tallennettiin laadunvarmistusohjelmaan ja projektipankkiin. Kuvassa 9 on esitetty Hilti Oy:n dokumentaatiosovelluksen etusivu. Edellä mainittua dokumentaatiosovellusta on myös mahdollista käyttää älypuhelimella työkohteessa, jossa tehtyyn asennukseen on helppo liittää valokuvia. Ohjelmaan on ladattu kohteen pohjakuvat ja muut palokatkosuunnitelmat, joihin asentajalla on helppo pääsy työmaalta käsin, eikä asentajan tarvitse pitää mukanaan paperista suunnitelmakansiota.



Kuva 9. Esimerkki Hilti Oy:n dokumentaatiojärjestelmästä. Käytetty esimerkkikohteessa.

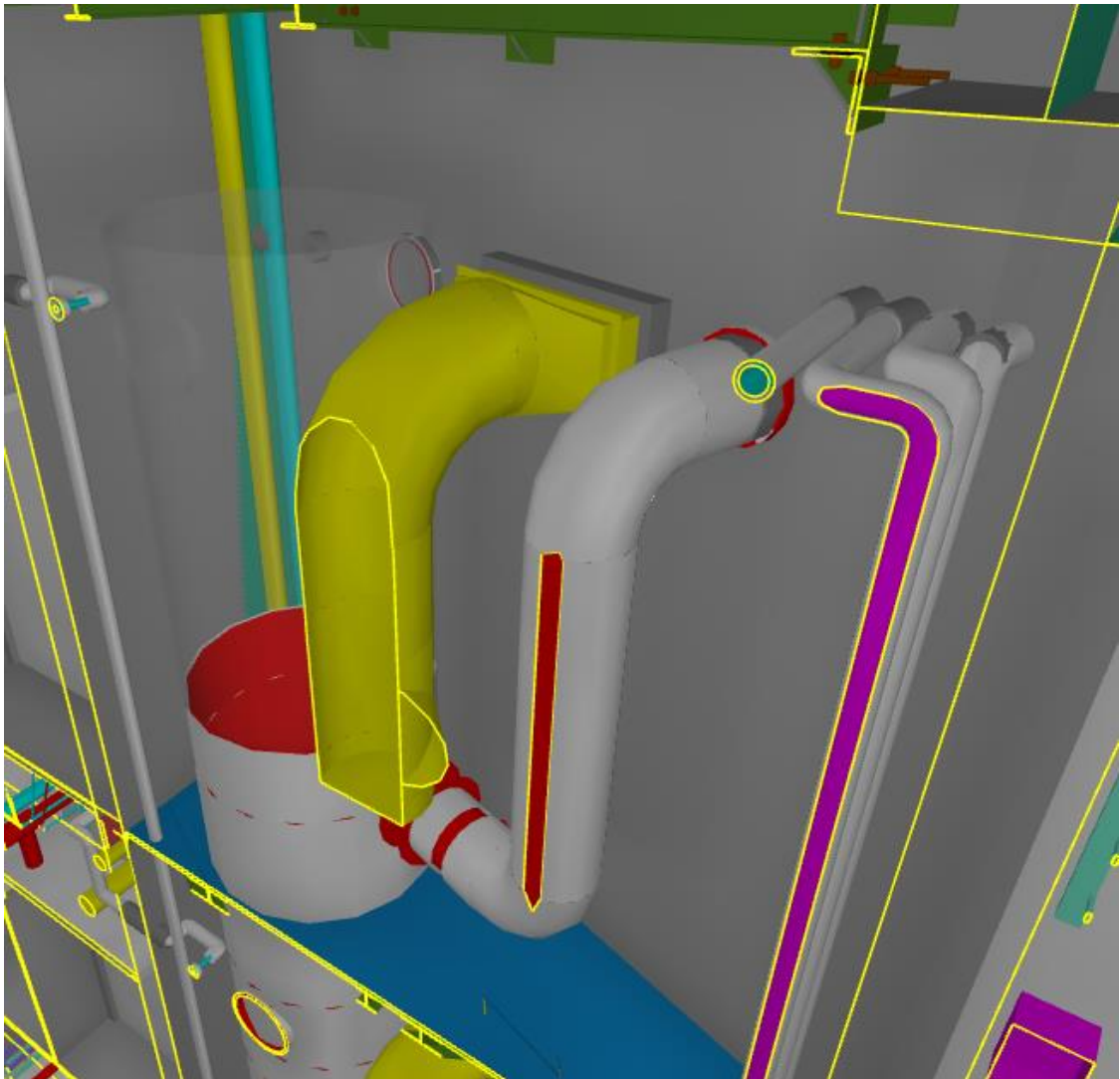
2.7 Tietomalli

Rakennusalalla puhutaan paljon tietomallinnuksesta. Rakennuksen tietomallin eli lyhenteenä BIM, pääpainona on tuoda informaatio mukaan mallinnukseen. Euroopassa ja yleisesti maailmalla uskotaan, että tuotetietomallinnuksen merkitys rakennusalalla tulee nyt ja lähitulevaisuudessa kasvamaan. Tietomalli tuo apua esimerkiksi kiinteistöhoitajalle, sillä se tarjoaa merkittäviä etuja perinteisiin työskentelytapoihin

verrattuna. Tietomalli mahdollistaa pääsyn rakennuksen tarvittavien osa-alueiden tuotteiden tietoihin ja sijainteihin avaamalla esimerkiksi alakattoja.

Tietomallista saadaan paljon tietoa etukäteen ennen varsinaista sisärakennusvaihetta, esimerkiksi tieto siitä, missä haastavimmat työt sijaitsevat. Tarkkojen tuotetietojen avulla haastavia palokatkopaikkoja pystytään aikatauluttamaan ja tahdistamaan paremmin muiden talotekniikan työvaiheiden kanssa. Lisäksi rungon pystytysvaiheessa saadaan varmistus läpivientivarausten lukumäärästä ja niitä pystytään tarvittaessa lisäämään.

Tietomallin avulla voidaan jo hankesuunnitteluvaiheessa kartoittaa rakennuksen palokatkottavia läpivientien määriä. Tietomallista voidaan selvittää läpivientikappaleiden suuntaa antava lukumäärä määrälaskennassa ja sen avulla voidaan laskea alustavaa kustannusarviota palokatkojen suhteen jo ennen varsinaisen urakan aloitusta. Kuvassa 10 on esitetty havainnollistava kuva tietomallista, jonka avulla voidaan laskea esimerkiksi palopeltien määrä. Olennaisinta tietomallin kannalta on se, että sieltä löytyvät aina päivitetyimmät asennuspiirustukset ja suunnitelmat alueineen. Nämä puuttuvat usein mallista, jolloin asentajan täytyy luottaa hänen työjohtajansa toimittamaan materiaaliin.



Kuva 10. Kuva tietomallista, talotekniikkakuilusta.

Tietomallista on hyötyä myös asentajille, sillä sen avulla palokatkoasentaja voi tarkistaa palokatkovian asennuskohteen materiaalin ja koon. Kuvassa 11 on esitetty tietomallin kohdeobjektin tilatiedot, joista selviää esimerkiksi putkikoko. Nykyisin tietomallin tila- ja kohdeobjektiin voidaan kirjata tietoa melkein rajaton määrä. Esimerkiksi talotekniikan putkiläpivientikohteeseen voidaan merkitä putken putkikoko, käytetty materiaali, varauksen halkaisija ja käytetty palokatkotyyppi, kuten mansetti tai muu vastaava hyväksytty toteutustapa. Lähitulevaisuudessa keskitytään entistä enemmän tietomallipohjaisempaan rakentamiseen, jolloin kohdeobjektin tietoihin saadaan lisättyä kaikki asentajan sekä työnjohdon tarvitsemat tiedot detaljnumeroista rakennetyyppeihin,

jolloin asentaja tai työnjohtaja voi varmistaa toteutuksen työmaalta käsin työmaatoimiston sijasta. [2.]

VOID	
Name	Value
Elevation Top	27.297 m
ExternalID	1S1u3200002Z4rD3CvEJar
File Name	
File Uploaded	2020-06-29 05:24
Tag	VOID-1
UniqueID	XFbY23b4e6UkLlvGo2PdrG
Bottom elevation	+27.200
Class	VOID
Description	D100
Gross footprint area	0 m ²
Height	100 mm
Layer	
Length	370 mm
LoadBearing	True
Net surface area	0.1 m ²
ObjectType	D100
Phase	105
Reference	VOID-1
Top elevation	+27.300
Type	D100
Volume	0 m ³
Weight	0
Width	100 mm

Kuva 11. Esimerkki läpivientivarauksen tilatiedoista.

3 Nykytilanne

3.1 Tutkimusmenetelmät

Työ perustuu esimerkkikohteeseen, jonka organisaation sisällä haastateltiin toimihenkilöitä. Sisältöä varten haastateltiin rakennus-, suunnittelu- ja konsulttialan toimihenkilöitä, jotka ovat työskennelleet pilottikohteessa. Haastattelun muodoksi valittiin teemahaastattelu, sillä analysoitavaa tietoa haluttiin vain tietyistä aiheista mutta kysymykset pidettiin avoimina. Teemahaastattelun ideana on saada tietoa tutkijalle

analysoitavaa materiaalia avointen kysymysten tai aihe-suuntausten avulla, joihin ei suoraa valmiita vastausvaihtoehtoja. Teemaan perustuva haastattelu sopii insinööriyön haastattelumuodoksi paremmin kuin esimerkiksi lomake- tai puolistrukturoitu haastattelu, sillä aihe kerää mielipiteitä, joihin täytyi saada vapaita vastauksia. [16.]

Haastattelu tapahtui sähköpostin välityksellä, ja valmiit avoimet kysymykset lähetettiin haastateltaville. Haastattelujen avulla työhön saatiin sisältöä kokeneemmilta rakennusalan ammattilaisilta ja toimihenkilöiltä, jotka ovat tehneet aiheeseen liittyviä töitä useamman vuoden ajan. Haastattelut tehtiin vasta työn loppupuolella. Näin kysymykset oli helpompi toteuttaa, kun aihe oli tuttu ja selkeänä mielessä. [16.]

3.2 Haastattelut

Haastatteluja ei pidetty fyysisesti COVID-19-pandemian takia. Haastatteluja varten käytettiin etäpalaverihin soveltuvia työkaluja, kuten Teamsia. Etäpalaverista sovittiin haastateltavien henkilöiden kesken ja niistä lähetettiin kalenterikutsut. Haastatteluja on käytetty lähteenä, ja analysoidut vastaukset muodostuivat luonnolliseksi insinööriyön sisällöksi. Haastattelurunko on tämän työn liitteenä.

Työtä varten haastateltiin työmaapäällikköä, vanhempaa- ja nuorempaa mestaria, LVI-asiantuntijaa, palosuunnittelijaa, urakoitsijan työnjohtajaa, valvojaa ja hankkeen projektipäällikköä. Haastattelut pidettiin usealla eri osaajalla ja tekijällä eri näkemysten takia, sillä haastateltavien työkokemus vaihtelee eri työntekijöiden välillä todella paljon. Työkokemukseen verrattava oletus tietotaidosta, liittyen palokatkoihin, on vastausten perusteella hyvin suppeaa, eikä niin laajalla saralla mitä se oli olettamuksena ennen työtä aloittaessa.

3.2.1 Vastausten analysointi

Kaikille haastateltaville kerrottiin opinnäytetyön aihe ja sen rajaus, jonka perusteella haastateltavien oli helpompaa vastata kysymyksiin. Kysymyksiin saatiin vastauksia kattavasti ja oletetusti vastaukset olivat laajemmat kyseisiä töitä tehneiltä kuin henkilöiltä, jotka eivät ole olleet aiheen kanssa tekemisissä. Esimerkiksi työmaapäällikön ja

palosuunnittelijan vastaukset tukevat toinen toistaan, sillä molemmat henkilöt ovat tehneet yhteistyötä koko prosessin ajan.

Palosuunnittelijalta ja työmaapäälliköltä tuli parhaiten mielipiteitä tehdyistä töistä, erityisesti virheistä ja haasteista, kuten töiden sovittamisesta LSH-aikatauluun. Kaikki haastateltavat kertoivat, että talotekniikka-alalla tehdään pääsääntöisesti töitä urakaluontoisesti, jolloin LVIAS-töiden keskeyttämistä on lähtökohtaisesti mahdotonta ajatella puuttuvan tiivistyksen takia. Lähtökohtaisesti pääurakoitsijalla on suuri vastuu aikatauluttaa kaikki tahdistavat työt oikein sujumuuden takia. Mikäli aina tullaan ja mennään myöhässä, eivät työt valmistu oikeassa rytmissä.

Vastauksia analysoidessa monet haastateltavat mainitsivat, että raha ratkaisee paloturvallisuuteen liittyvissä asioissa merkittävästi. Usein niin paljon, että vaihtoehtoisia toteutustapoja etsitään liian kauan tiivistettävän kohteen korvaajaksi.

3.2.2 Vastausten yhteenveto

Haastatteluiden lähtökohtana oli selvittää, mitä haasteita, ongelmia ja ratkaisuja on paloteknisissä asioissa koko prosessissa. Esimerkiksi palosuunnittelija pystyi vastaamaan kattavasti, mitä haasteita hän kohtaa työssään ja missä asioissa prosessissa on epäselvyyksiä. Työn päätelmiin ja ratkaisuihin tuli monimuotoisuutta palosuunnittelijan näkemysten avulla. Toisaalta monen muun vastaukset olivat suppeampia ja sisälsivät vähemmän syvällisempää pohdintaa, jolloin niitä ei voinut käyttää monipuolisten ratkaisujen tukena. Insinööriyöhön saatiin eri työntekijöiden vastausten perusteella lisää sisältöä ja niillä tuettiin omia päätelmiä sekä havaintoja.

Teemahaastattelut ja niihin saadut vastaukset sopivat insinööriyöhön ja sen sisältöön erinomaisesti, sillä selkeiden ja avointen kysymysten avulla niihin oli haastateltavien helppo vastata kattavasti. Lisäksi haastateltavilta kysyttiin, oliko kysymyksissä jotain täsmentämisen tarvetta mahdollisille väärinymmärryksille. Vastausten perusteella väärinymmärryksiltä säästyttiin. Teemaan perustuva haastattelu sopi aiheen haastattelumuodoksi, sillä vapaamuotoisia vastauksia tuli useampia.

4 Esimerkkikohte

4.1 Kohteen esittely

Kohde on rakennusteknillisesti vaativa toimistotalo Jätkäsaarella, Helsingissä. Toimistotalo on poikkeuksellinen hanke, jossa kestävä kehitys, design ja hyvät liikenneyhteydet yhdistyvät toimivaksi kokonaisuudeksi. Poikkeuksellisen hankkeesta tekee rakennuksen puinen runko sekä julkisivuissa käytetyt puumateriaalit. Toimistotalo on laajuudeltaan noin 13 000 kerrosneliötä kahdeksassa maanpäällisessä kerroksessa, jotka on valmistettu LVL-massiivipuuelementeistä. Massiivipuurakennus on paloturvallinen, sillä LVL-viilupuua ei pala normaalin puun tavoin, vaan se hiiltyy tietyllä teoreettisella nopeudella. Kohteen tontti on tasainen ja sijaitsee merenrannassa. [17.]

4.2 Kohteessa käytetyt LVIAIS-materiaalit

Kohteessa käytetään toimitiloille ja asuinkerrostaloille tyypillisiä LVIS-materiaaleja. Viemärit on suunniteltu ja toteutettu ruostumattomilla teräs- sekä muoviviemäreillä. Ruostumattomalla teräksellä on toteutettu runkolinjat, jotka sijaitsevat talotekniikkakuiluissa yhdessä muun LVI-tekniikan kanssa. Kuvassa 12 on esimerkki muhvilisesta teräsviemäristä. Ääntä eristävillä muoviviemäreillä on toteutettu viemäroinnit sellaisilla alueilla, joissa äänivaatimukset ovat korkeammat kuin ruostumattomalla teräsviemärillä. Kohteen ilmanvaihtokanat ovat perinteistä sinkittyä kierresaumakanavaa.



Kuva 12. RST-muhvillinen teräsviemäri.

Kuvassa 13 on havainnollistettu, miltä kupariputkisto näyttää. Kohteen vesi-, lämmitys- ja jäähdytysputket on suunniteltu pääsääntöisesti kupariputkilla, jotka on eristetty asennustodistusohjeiden sekä detaljien mukaisella tavalla. Talotekniikkakuiluissa käyttöveden ja lämmityksen nousujohto on toteutettu teräksellä. Jakotukeilta vesipisteille on käytetty PEX-putkia. Kohteen erikoiset KVV- ja IV-järjestelmät on suunniteltu yhdessä asiantuntijoiden ja suunnittelijoiden kanssa noudattaen suunnitteluohjeita ja tarvittavia määräyksiä.



Kuva 13. Havainnekuva kupariputkista.

Sähkö-, tele- ja automaatiokaapeloinnin osalta on käytetty markkinoilla yleisimmin käytettäviä kaapeleita oheistarvikkeineen. Esimerkiksi tietoliikennekaapelia on kulunut toimitilaan noin 450 km. Valaistus on toteutettu varsin yleisellä DALI-järjestelmällä. [17.]

4.2.1 Prosessin kulku

Suunnittelun aloitusvaiheessa keskitytään yleissuunnitteluun, jossa tehdään alustava palokatkosuunnitelma ja huomioidaan rakennuksen palo-osastointi sekä rakenteet. Rakennushankkeen pääurakoitsija hyväksyy hankkeen suunnitteluosapuolet rakennusvalvontaviranomaisilla. [7.] Kuvassa 14 on esitetty hankeprosessi kaaviorakenteena.

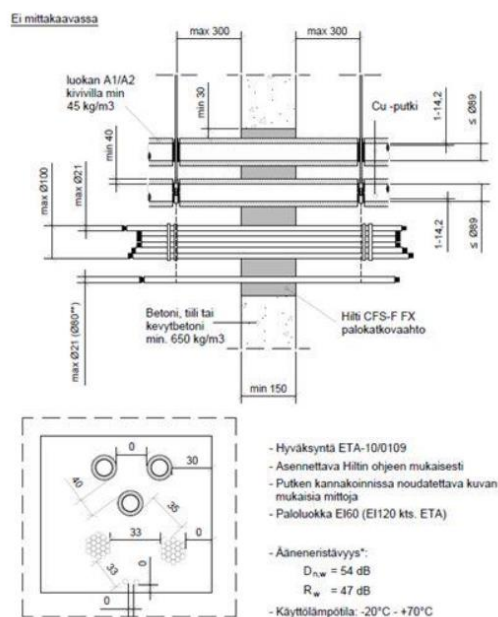


Kuva 14. Palokatkojen hankeprosessi.

Kohteen rakenne- ja palokatkosuunnittelija koostaa yleissuunnitteluvaiheessa palokatkosuunnitelman. Pääurakoitsijan suunnittelupalaverissa käydään läpi rakenteet ja niihin jo tulevat varaukset yhdessä asiantuntijoiden kanssa. TATE-asiantuntijoiden kanssa yhteensovitetään LVIS-järjestelmät ja tarkistetaan niille varatut läpiviennit. Tarkastelussa otetaan huomioon järjestelmien osat, jotka läpäisevät osastoivien rakennusosia ja suunnitellaan alustavat palokatkoratkaisut, jotka merkitään palokatkosuunnitelmaan.

Kokouksissa käydään läpi suunniteltujen ja käytettävien palokatkoratkaisujen sekä palokatkotuotteiden käyttöedellytykset sekä niiden rajoitukset. Valmis palokatkosuunnitelma toimitetaan suunnittelijan toimesta rakennusvalvontaviranomaisille hyväksyttäväksi ennen palokatkojen asennustöiden aloitusta sekä niiden muuttuessa. [7.] Kuvassa 15 on esitetty Hilti Oy:n valmis palokatkosuunnitelma toteutukseen.

Palokatkosuunnitelma



www.hilti.com

Kuva 15. Esimerkki Hiltin valmiista ETA-hyväksytyistä palokatkodetaljista.

Varsinaisen palokatkotyön aloituskokouksessa käydään läpi palokatkojen toimintatavat ja kirjataan toteutuksesta vastaava tarkastusasiakirjaan. Yleisesti ottaen rakennuksen tai kiinteistön palokatkoläpiviennit toteutetaan palokatkosuunnitelman mukaisesti noudattaen palokatkosuunnittelijoiden tyyppidetalleja sekä palokatkotuotteiden asennusohjeita. Urakoitsijan velvollisuus on ilmoittaa pääurakoitsijalle mahdollisista suunnittelun ja toteutuksen muutostarpeista sekä esteistä. Urakoitsija on vastuussa ajan tasalla olevasta dokumentoinnista toteutukseen liittyen ja on velvollinen luovuttamaan palokatkotöiden vastaanottokatselmuksen yhteydessä kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjeisiin liittyvät palokatkojen tarkastus- ja huoltotoimia koskevat ohjeistukset. Palokatkosuunnittelija osallistuu palokatkoihin liittyvien urakkasuoritusten vastaanottotarkastuksiin. Vastaanottokatselmukseen osallistuvat urakoitsijan lisäksi suunnittelija, valvojat ja vastaavat työnjohtajat. [7.]

4.2.2 Osapuolet ja vastualueet

Hankkeen urakkamuodosta riippumatta projektissa on mukana useita eri osapuolia, joista jokaisella on tehtävänsä ja vastualueensa. Ensimmäisenä rakennushankkeeseen ryhtyvällä on huolehtimisvelvollisuus työn toteutuksen laadusta sekä teknisten vaatimusten toteutumisesta. Velvollisuuksien toteutumisesta, varmistamisesta ja todentamisesta voidaan sopia erikseen täsmennetyin kohdin rakennusluvassa tai hankkeen aloituskokouksessa. [11.]

Elinkaaren kannalta, toimivien ja tyyppihyväksyttävien palokatkojen ohella, on tärkeää, että läpivientiin kuin läpivientiin kiinnitetään huomiota ja hoidetaan asianmukaisesti. Erityisesti on kiinnitettävä huomiota kunnossapitoon käyttö- ja huolto-ohjeen mukaisesti. Koko prosessin aloittaminen alkaa tarpeen selvittämisestä ja niiden yleissuunnittelusta. Palokatkot määrineen sekä detaljeineen selviävät suunnittelijan laatimasta palokatkosuunnitelmasta. Suunnittelijan tulee täyttää suunnitelmille asetetut vaatimukset, joiden ratkaisut tulee esittää palokatkosuunnitelmassa. [19.]

Laadulliseen käyttö- ja huolto-ohjeeseen tulevista palokatkoja koskevista merkinnöistä vastaa palosuunnittelija. Varsinaiset toteutus- ja laadunvarmistussuunnitelman laatii ensisijaisesti hankkeeseen valittu palokatko-urakoitsija, mutta pääurakoitsijan työnjohto on tärkeää pitää ketjussa mukana. Urakoitsija saa tarvittavat tiedot palokatkosuunnitelmasta ja mahdollisista työsuunnitelmista. Urakoitsijan on tärkeää huolehtia siitä, että sillä on käytössä kaikki ajan tasalla olevat lähtötiedot. [1.]

Mikäli työmaalle valitaan urakoitsija suorittamaan työt, vastaa toteutuksesta aina urakoitsija itse. Urakoitsijan vastuulla on tehdä palokatkot suunnitelmien, erillisten ohjeiden ja käytettävissä olevien tuotteiden asennusohjeiden mukaisesti. Valvonnasta huolehtii pääurakoitsija, joka vastaa ja varmistaa työn laadun tasaisuuden ja aikataulutuksen. Urakoitsijan työnjohtaja puolestaan vastaa, että työmaalla on asentajien käytettävissä asennuspiirustukset ja palokatkosuunnitelmat. Näiden seikkojen lisäksi asentajien tulee suorittaa omaa laadunvalvontaa joko oman

dokumentaation kautta tai pääurakoitsijalle hyväksytyllä sovelluksella. Asentajien oman laadunvalvonnan tarkoituksena on ylläpitää palokatkoasennusten laatua. [1, luku 14.]

Pääurakoitsijan vastaava työnjohtaja huolehtii, että palokatkoja tarkastetaan työmaalla riittävän usein. Mikäli vastaava työnjohtaja tai urakoitsijan työnjohto ei pysty kyseisiä töitä valvomaan, on sopimuksessa käytävä ilmi tarkastusten ja asennusten valvomisesta. Asennuksia on tärkeää tarkastella päivittäin, mutta vähintään joka viikko töiden sujumuuden kannalta. Helpointa on nimetä henkilö, joka vastaa palokotkojen tarkastamisesta, valvomisesta ja toteutuksesta työmaahenkilöstön sisällä. Vastaavan työnjohtajan tärkein tehtävä on huolehtia, että työmaalla on käytössä uusimmat ja suunnittelijoilla hyväksytyt piirustukset. Urakoitsija vastaa siitä, että palokatkojen tarkastusasiakirjaa tai vastaavaa dokumentaatiota päivitetään jatkuvasti työn edetessä. [18.]

Rakennuksen palokotkojen suunnittelussa ja palo-osastoinnissa täytyy ottaa huomioon mahdollisen palotilanteen pelastustoiminta. Pelastustoiminnan takia rakennus ja sen osat, mukaan lukien ympäristö on rakennettava ja suojattava niin, että viranomaiset kykenevät tekemään työnsä helposti. Pelastustoiminnan esteettömyydellä vältetään mahdolliset lisävahingot. [21.]

Pelastusviranomaisen suorittaa rakennuksen palotarkastukset aina ennen rakennuksen käyttöönottoa sekä rakennuksen käyttöönoton jälkeen. Pelastuslaitos määrittelee valvontasuunnitelman, jonka perusteella rakennukseen on tehtävä määrävlein palotarkastuksia. Palotarkastuksien lukumäärä riippuu kohteen koosta ja mahdollisesta käyttötarkoituksesta. [18.]

Kohteessa järjestettyihin palotarkastuksiin osallistuu tarkastajan lisäksi rakennuksen rakentajan edustaja, usein pääurakoitsijan vastaava työmaamestari. Rakennusvalvontaviranomaisen saattaa tehdä työmaalla rakennustyön aikaista valvontaa. Näihin voi liittyä erilaiset pistotarkastukset ja katselmukset. Rakennuksen tulee täyttää sen olennaiset tekniset vaatimukset ja viranomaisen vastuulla on huolehtia siitä, että kyseiset vaatimukset täytetään. Vaatimukseen kuuluu muun muassa rakennuksen paloturvallisuus. [1.]

4.3 Kustannustehokkuus

Kustannuksia on pyritty ennustamaan ja niitä on seurattu aktiivisesti koko hankkeen ajan. Palokatkoitöitä on tehty sopimuksen mukaan urakkahintaan tietyillä tavoilla, jotka ovat perustuneet palokatkosuunnitelmiin. Hankkeen edetessä suunnitelmat ovat muuttuneet, jolloin kustannukset ovat muuttuneet samassa suhteessa. Hankkeen palokattojen seuranta kustannusten näkökulmasta on laajentunut huomattavasti siitä, mitä aloitusvaiheessa oli suunniteltu ja päätetty.

Kustannustehokkuuteen vaikuttaa rakennuksessa käytetyt talotekniikan materiaalit ja se, miten ne on suunniteltu läpäisevän paloalueen rajan. Lisäksi jatkuvat lisä- ja muutostyöt vaikuttavat myös kustannuksien laajuuteen, jolloin on tärkeää tehdä asennustyöt vasta kaikkien muutosten jälkeen. Palokatkoityöt on tehtävä ennen sellaisia työvaiheita, jotka estävät palokatkoityön asennuksen, esimerkiksi alakattotyöt. Kaikki kustannuksiin vaikuttavat työt aikataulutettiin erilliseen aikataulupohjaan.

4.4 Edeltävien töiden ohjaaminen

Tahdistavat työvaiheet tulee olla tehtynä ennen palokatkoitöiden aloitusta. Esimerkiksi reikien tai varausten suurentaminen on hyvin hankalaa ja aikaa vievää jälkikäteen. Tahdistavia töitä on määrällisesti palokatkoityötä enemmän, joten palokatkon asennus toteutetaan yleensä viimeisenä asennuksesta ja asennuspaikasta riippuen. Tarvittavat edeltävät työvaiheet tulee olla tehtynä ennen kuin urakka aloitetaan, sillä unohtuneet palokatkot ovat todella haastavat tehdä jälkikäteen kaiken asennetun talotekniikan takaa.

Aikataulun seurantaan on kehitetty monia työkaluja, kuten Last Planner tai Vico Schedule Planner. SRV Rakennus Oy on kehittänyt työympäristöönsä urakoitsijoille tarkoitetut aikataulun seurantapalaverit eli Last Plannerit, joissa käydään läpi tulevien viikkojen työt. Yksinkertaisuudessaan seinälle on asetettu alusta, jossa horisontaalisella akselilla mainitaan työt suhteessa vertikaalisen akseliston päivämäärään. Kuvassa 16 on esitetty toimiva viisi viikkoa kattava aikataulun seuranta. Pääurakoitsija pysyy tarkemmin töistä selvillä, kun alustaan lisätään alueita missä työskennellään. Edeltävien

työvaiheiden tahdistuksella vältetään urakoitsijoiden turha odottelu venttatunteineen sekä mahdolliset materiaalihävikit. Työn sujumuudella on suora verrannollisuus työskentelynopeuteen ja työn mielekkyyteen. Tarvittavat työt etenevät, kun työntekijä voi tehdä töitään aikataulutetusti ja juuri siellä, missä on osoitettu.

Edeltävät työt tahdistetaan työmaalla Last Planneriin, jossa ne otetaan esille viimeistään kolme viikkoa ennen asennuksen aloitusta, joko pääurakoitsijan tai aliurakoitsijan kehotuksesta. Palokatkoitöitä edeltävien töiden aikataulussa pysyminen on yhtä tärkeää niin palokatko-urakoitsijan kuin muidenkin urakoitsijoiden näkökulmasta, sillä teknisten järjestelmien asennusten tahdistava vaikutus on merkittävä suuressa toimistorakennuksessa.



Kuva 16. Esimerkki Last Plannerista.

Virheelliset LVIAS-asennukset vaikuttavat suoraan katkottavan kohteen asentamiseen sekä niiden todelliseen toimivuuteen. LV- ja KVV-putkissa on usein työmailla ongelmana se, ettei niitä ole keskitetty oikein läpivientiaukkoon nähden. Putket ovat kiinni tai lähes kiinni läpiviennin reunassa, jolloin putkieristeen ja palokatkon asentaminen on lähes mahdotonta. Tällaisessa tapauksessa eristeen saamisen jälkeen tiivistystä on melkein mahdotonta asentaa valmistajan ohjeiden mukaan ja täyttää ETA-hyväksyntää. Mikäli aukkoa joudutaan suurentamaan uudelleen, tiivistys joudutaan asentamaan moneen kertaan tai asennetaan pahimmassa tapauksessa tuoteohjeiden vastaisesti.

Sinkittyjen kierresaumakanavien tiivistyksessä ei ole usein ongelmaa työmailla, sillä ne yleensä eristetään. Kanavaan asennetaan palopelti, mikäli se läpäisee palo-osaston rajan. Tärkeintä ilmastointiputkien palopeltien asennuksessa on ottaa huomioon asennuskorkojen vaaka ja pystyosuudet, sillä niissä vaaditaan tarkkuutta ja niiden mekaaninen kiinnitys tehdään ruuveilla, jotka kestävät palotilanteessa. [11.]

Sähkö- ja automaatiokaapelit nippuineen täytyy keskittää aukkoon nähden keskelle, sillä suunnitelmien mukaiset tiivistykset eivät onnistu, mikäli materiaalit ovat väärin asennettuina. Suunnitelmissa ilmoitetut kaapelimäärät eivät saa kasvaa liian suuriksi yhtä läpivientiaukkoa kohden. Sähköasentaja käyttää usein työmaalla sitä lähintä ja helpointa vaihtoehtoa, joka saattaa olla täyttöasteeltaan täysi vaikka läpiviennissä olisi tilaa. [11.]

Seurantapalavereissa ovat läsnä kaikki urakoitsijat, jotka työskentelevät työmaalla. Osallistuvien urakoitsijoiden välillä muodostuu keskustelua ja asennusjärjestysten selvittelyä ilman, että pääurakoitsijan tarvitsisi siihen erikseen puuttua. Aikataulun seurantalavereissa on huomattu olevan aktiivinen osallistujaprocentti, sillä etäyhteyden kautta osallistuminen on pienentänyt kynnystä tulla kuuntelemaan sekä osallistumaan palaveriin.

4.5 Palokatkotöiden aikataulut

Palokatkotöitä aikataulutettiin Last Plannerissa yhdessä muiden TATE-urakoitsijoiden kanssa. Töiden aikataulutuksen yhteen muiden urakoiden kanssa havaittiin työmaalla tärkeäksi, sillä läpivientien tiivistys, esimerkiksi pölynhallinnan kannalta, nähtiin tärkeäksi loppuvaiheessa. Palokatkotöiden aikataulutuksen haasteena on nähty suunnitelmapuutteet jatkuvan lisä- ja muutostöiden määrän takia. Lisäksi haastavat ja väärin suunnitellut palokatkot ovat tuoneet aikatauluun poikkeamia, jotka hidastavat töiden valmistumista.

4.6 Asennuksiin varattu aika

Palokatkoasennuksiin tarvittava vähimmäisaika huomioitiin kohteessa niiden haastavuuden ansiosta ja urakoitsija valittiin hyvissä ajoin ennen kuin varsinainen urakatyö alkoi. Rakennusvaiheen kiire ja mahdollisten palokatkoasennusten helppous on muuttunut vaikeaksi muiden urakoitsijoiden asennusten valmistumisen hitauden vuoksi.

4.7 Myöhästymisen vaikutus

Palokatkoasennusten myöhästymisellä on vaikutusta työmaan kokonaisvaltaiseen valmistumiseen. Esimerkiksi käyttöönotto siivoukset myöhästyvät tilojen puhtaana pysymättömyyden takia, sillä lika ja epäpuhtaudet kulkevat ummistamattomien läpivientien välillä. Jo siivotut tilat pölyttyvät uudestaan, mikäli läpivientejä on tiivistämättä likaisten ja puhtaiden tilojen välillä.

Myöhästyminen luo turhaa painetta asentajille ja työnjohdolle. Hankalat ja ahtaat paikat vievät asentajilta enemmän asennusaikaa, jolloin tietyt aikataulutetut palokatkotyöt alkavat kasaantua jonoksi. Asennuksille tarvittavaa asennusaikaa täytyy pidentää, joka vaikuttaa suoraan rakennuksen valmistumisen aikatauluun. Palokatkotöiden aikataulu vaikuttaa kokonaisaikatauluun, sillä ne suoritetaan yleensä viimeisten tehtävien rakennusvaiheen töiden joukossa.

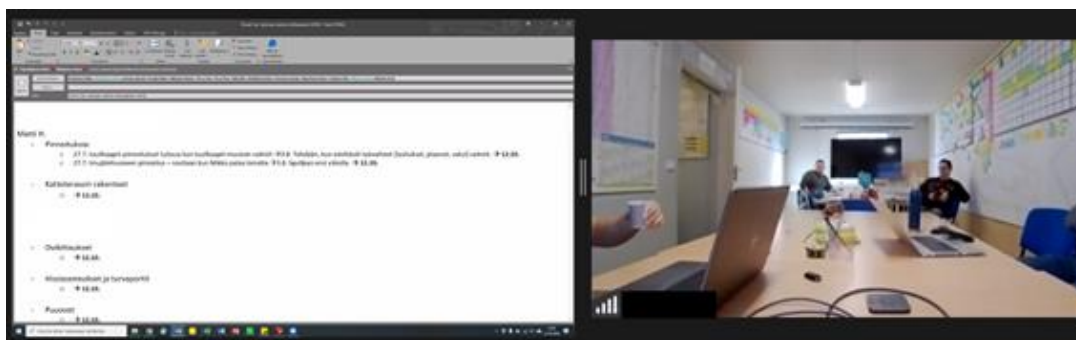
Myöhästyminen ei aina johdu palokatko-urakoitsijasta, vaan myös muiden urakoitsijoiden työvaiheiden valmistumisesta. Esimerkiksi jos sähköasennukset ovat kaksi viikkoa jäljessä, myös palokatko-urakoitsija on kaksi viikkoa jäljessä. Palokatkotöiden edeltävät työvaiheet määräävät, kuinka paljon palokatkoille jää aikaa. Palokatkotyöt vaikuttavat myös niiden jälkeisiin työvaiheisiin, kuten alakattourakoitsijan aikatauluun.

4.8 Yhteistoiminnalliset työtavat

Covid-19-pandemian takia kokouksia ei haluttu perua tai siirtää vaihtoehtoisiin tiloihin, joten vaihtoehtoksi muodostui vallitsevan tilanteen pakosta etäpalaverikäytäntö. Pian

pandemian edetessä etäpalaverit muuttuivat uudeksi normaaliksi. Etäyhteys on tuonut mukanaan tietyn helppouden, vapauden ja tehostanut toimihenkilöiden työaika. Kuvassa 17 on esitetty, miten etäpalaverit järjestettiin työmaalla.

Ajan käytön tehostus perustuu siihen, ettei työnjohdon ole tarvinnut liikkua tilojen välillä, joten työaika on säästynyt liikkumisesta. Säästetty aika on usein käytetty varsinaisen palaverin aiheiden valmisteluun, jolloin varsinainen kokous on sujunut rytmikkäämmiin. Urakoitsijoiden työnjohto on läsnä sellaisina ajankohtina, jolloin on yhdessä sovittu pääurakoitsijan tai muiden urakoitsijoiden välillä.



Kuva 17. Kuvakaappaus työmaan palaverista, etäyhteyden kautta.

Etäyhteydet ovat tuoneet helpotusta myös koko hankeprosessiin, sillä kokouksia on pystytty aikatauluttamaan koko työpäivälle. Aikaisemmin suunnittelijat ja muut toimihenkilöt ehtivät pitää vain pari kokousta päivässä ennen etäpalaverikäytäntöjä. Tällä on ollut vaikutusta suoraan asioiden ratkaisemisen nopeuteen, sillä useilla suunnittelijoilla saattaa olla useampi työmaa vastuualueena. Lisäksi koko prosessin vastuuhenkilöiden on helpompaa tavata etänä verkkoyhteyden avulla kuin kulkea toimistolta työmaalle kokoustaakseen fyysisesti.

Yhteistoiminnallisten työtapojen osalta esimerkiksi palokatkourakoitsijan tulee olla aktiivisesti läsnä aliuurakoitsijoiden aikataulun seurantapalavereissa. Seurantapalavereissa urakoitsijat voivat keskustella keskenään sekä yhteensovittaa asennuksiaan ja kertoa tarkemmin työskentelypaikoista. Palaveriajankohdalla on pyritty automatisoimaan urakoitsijoiden välistä keskustelua tarjoamalla sille vakioksi muodostunut ajankohta ja paikka.

5 Tulokset ja päätelmät

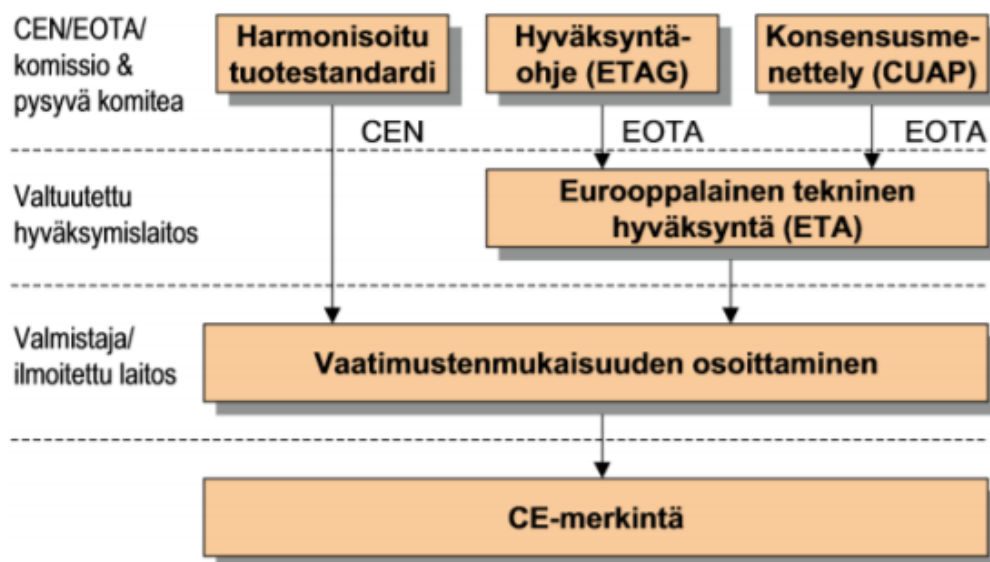
Palokatkoitöitä budjetoidaan ja suunnitellaan vajaasti. Palokatkoityöt ovat yleensä yksi kustannukset ylittävistä työvaiheista. Työmaan kokonaiskustannuksiltaan nämä työvaiheet eivät ole suurimpia ylittäjiä, mutta tarkempaan kustannusten arviointiin olisi syytä kiinnittää huomiota jo prosessin hankinnassa. Töitä pitää yrittää suunnitella paremmin kustannustenhallinnan kannalta.

Palokatkoittavia läpivientejä pidetään tärkeänä, mutta turhan kalliina rakennustyömailla. Nämä työt kuuluvat kuitenkin hyvin olennaisesti kokonaisvaltaiseen rakennuksen paloturvallisuuteen. Paloturvallisuuteen on alettu kiinnittää entistä enemmän huomiota niin Suomessa kuin muualla maailmalla tapahtuneiden onnettomuuksien takia. Oletetusti, tarkempi suunnittelu ja kattavammat dokumentaatiot perustuvat parantuneeseen asenteeseen paloturvallisuutta kohtaan. Parantunut asenne saattaa olla peräisin erilaisten muuallakin maailmaa tapahtuneiden onnettomuuksien seurauksesta, kun tieto alalla on lisääntynyt ja paloturvallisuuteen liittyvissä asioissa on otettu opiksi niin sanotusti kantapäähän kautta. [20.]

Asenteella on vaikutusta myös toteutustapoihin eli jokaiselle palo-osaston läpivietävälle tekniikalle on valittu oikeat palokatko tuotteet ja niiden asennus on tehty oikein. Esimerkiksi vanhoissa rakennuksissa kiinnittää nykyisin huomiota systemaattisiin samoihin ratkaisuihin palo-osastosta ja läpivietävästä tekniikasta riippumatta. Jokaisella palo-osastoivan rakennusosan läpiviennillä pitää olla palokatko, ja tähän tulee pääurakoitsijan kiinnittää myös huomiota valvonnan yhteydessä. [9.]

Palokatkomääräykset ovat tiukentuneen asuin-, toimisto- ja liikerakennuksissa. Näiden rakennusten palokatkoittavat työt ei ole kuitenkaan suoraan verrannolliset keskenään, sillä palokatkoitöiden suuruus riippuu täysin palontorjuntasuunnittelusta ennen toteutusvaihetta. Varsinaisena rakennusaikana tapahtuvat lisä- ja muutostyöt tulisi kartoittaa kentälle asennuskohteeseen. Lähtökohtaisesti urakat tehdään urakaluontoisena, ja pääurakoitsijan on annettava mahdollisuus urakaluontoiselle työlle. Tutkimuskohteessa lisä- ja muutostöitä on syntynyt oletettua enemmän, mitä ei ole huomioitu varsinaisen rakennusvaiheen aikataulun seurannassa tarpeeksi tarkasti.

Palokatkoitöiden suunnitteluprosessi voidaan aloittaa vasta, kun palokatkosuunnitelman laatijalla on käytettävissään kohteen rakenne- ja talotekniikan suunnitelmat ja tieto siitä, minkä valmistajan palokatkotuotteita kohteessa käytetään. Pääurakoitsijan LVI-suunnittelun ohjaaja pystyy tässä vaiheessa vaikuttamaan käytettyihin materiaaleihin ja kustannuksiin valitsemalla sellaisen urakoitsijan, joka käyttää edullisia mutta kuitenkin ETA-hyväksytyjä materiaaleja asennuksissaan. Kuvassa 18 on esitetty eurooppalaisen tyyppihyväksynnän järjestelmäkaavio. Hankkeen kannalta on tehokasta valita urakoitsija ajoissa, jotta urakoitsijan käyttämät materiaalit voidaan viedä ennen toteutusta suunnitelmiin. Kun urakoitsija valitaan aikaisessa vaiheessa ja todetaan heidän käyttämät materiaalit, mahdollisilta puuttuvilta tai vajailta suunnitelmapuutteilta vältytään prosessin edetessä.



Kuva 18. Eurooppalainen rakennustuotteiden tyyppihyväksyntäjärjestelmäkaavio.

LVIS-suunnitelmista palosuunnittelija saa tarkemmat läpivientien sijainnit, koot ja muodot, joiden perusteella voidaan tehdä tarkat suunnitelmat oikeilla materiaaleilla. Jos rakenteisiin tai esimerkiksi läpivientien sijainteihin joudutaan tekemään ennen rakennusvaiheen alkamista muutoksia, tämä huomataan aikaisemmin ja vältytään ylimääräisiltä kustannuksilta ja työltä. Palokatkosuunnittelijan sekä LVIS-asiantuntijan täytyy myös tuntea hyvin erilaiset markkinoilla olevat palokatkotuotteet suunnittelun ohjauksen kannalta, jotta jokaiseen läpivientiin saadaan oikea ja hyväksytty palokatkoratkaisut aikaiseksi.

Pääurakoitsija ei pysty jälkikäteen vaikuttamaan varsinaisiin kustannuksiin urakkasopimuksen allekirjoittamisen jälkeen. Kokonaiskustannusten suuruuteen voi vaikuttaa ainoastaan sopimalla mahdollisista materiaali- ja työ kustannuksista erikseen, esimerkiksi tiettyjen materiaalihankintojen avulla. Palokatkotuotteiden materiaalitoimittajia toimii Suomessa useita, näistä Hilti Oy on tunnetuin. Materiaalien hankinnan vaiheessa voidaan kilpailuttaa useampi materiaalitoimittaja, jonka perusteella voidaan valita sopivin toimittaja. Materiaalit hankittaisiin olemassa olevien suunnitelmien mukaisesti ja määrät pystyttäisiin laskemaan esimerkiksi tietomallin avulla.

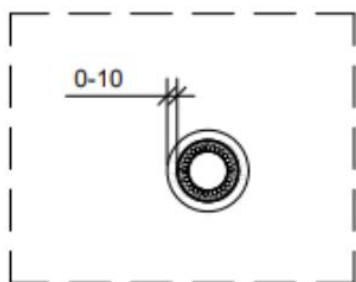
Palokatkohankinnassa on hyvä ottaa huomioon myös palo-osastoinnin vaatima eristys. Urakka joutuisi paremmin, sillä usein mahdolliset LVI-laitteiden vaatimat eristystyöt toteutetaan vasta tietyn alueen valmistuttua kokonaan, jolloin eristäjän työ on urakaluontoista. Tämän ajankohtana palokatkoktavat asennuskohteet ovat jo hankalasti saavutettavissa. Mikäli urakkaan kuuluisi palokatkoktavan kohteen sisältävä eristys minimimittoineen, pystyisi palokatkoasennukset tekemään välittömästi tietyillä alueilla läpiviennin kohdalta. Läpivientikohta, esimerkiksi jäähdytysputken eristys, toteutetaan asennusohjeiden mukaisesti Armaflex-eristeellä, minkä jälkeen asennetaan suunnitelmien mukainen palokatko. Läpivientikohdan eristys onnistuisi palokatkoasentajalta, mutta sen täytyisi silloin sisältyä heidän urakkaansa. Toisaalta kyseisen läpivientikohdan heti tapahtuva eristys olisi mahdollista sisällyttää myös LVI-urakoitsijalle, mutta se on tuotava sopimuksessa ja mallikatselmuksissa esille.

Mahdollisena hybridivaihtoehtona olisi tilata palokatko-urakoitsijoilta varsinainen työ ja niihin kuuluvat dokumentit käyttämällä pääurakoitsijan tuotteita. Urakkaneuvotteluissa voidaan sopia joko detaljihinnastoon perustuvasta tai tuntihintaisesta urakasta, jonka palokatko-urakoitsija veloittaa. Toisaalta pääurakoitsijana on tärkeää pysyä urakaluontoisessa työssä, sillä sen kustannukset ovat hankkeelle kaikista edullisimmat. Urakaluontoinen työ on myös asentajalle suotuisampaa, sillä kohteessa tehtyjen töiden jälkeen voi poistua muualle töihin tai sopimuksen mukaan vapaalle.

Yksinkertaisissa kohteissa palokatkotöihin käytettyä aikaa voidaan laskea monistamalla tekemällä malliasennus tiettyyn kohtaan. Esimerkiksi toimitilarakennuksen monistettavissa olevien toimistohuoneiden palokatkot toteutetaan ensiksi malliasennuksena. Malliasennuksen jälkeen materiaalit ja kulutetut työtunnit lasketaan,

minkä perusteella tehdään kokonaisvaltainen kustannusarvio samanlaisten toimistohuoneiden palokatkoista. Haastavammissa kohteissa kustannus- ja tunti-arvio tulisi tehdä tapauskohtaisesti arvioimalla etukäteen käytetyt tuotteet ja asennuksiin tarvittava aika.

Palosuunnittelija määrittelee tarkat palokatkoon tarvittavat tiedot ja urakoitsija toteuttaa ne suunnitelmadetaljin tai asennusohjeen mukaan. Mikäli ilmenee, ettei suunniteltua detaljia tai asennusohjetta voida käyttää, tulee vaihtoehtoinen paikkakohtainen ratkaisu hyväksyttävä palosuunnittelijalla. Valvonnalle ja dokumentoinnille on asetettu vaatimukset, joita tulee noudattaa. Näin varmistetaan palokatkosten oikea suunnitelmien mukaisuus ja paloteknisesti turvallinen rakennus. Esimerkiksi suunniteltaessa rakenteisiin läpivientivaroja tulisi rakenne- ja palokatkosuunnittelijan yhdessä huomioida mahdollisimman paljon palokatkoja ja niiden tarvitsemia minimivaatimuksia. Kuvassa 19 on esitetty palokatkovasta läpivientiaukon mittatiedot. Näin tehtäisiin kerralla oikean kokoinen reikävaraus asennusohjeen mukaan.



- Max. aukko putken eristetty halkaisija +20 mm

- Hyväksyntä ETA-10/0212 of 07/04/14
- Asennettava Hiltin ohjeen mukaisesti
- Putken kannakoinnissa noudatettava kuvan mukaisia mittoja

* Eristeen minimipaksuus:
 $\geq 9 \text{ mm} \leq \text{Ø } 60 \text{ mm}$ putki
 $\geq 17,5 \text{ mm} > \text{Ø } 60 \leq \text{Ø } 159 \text{ mm}$ putki

**Palokatkokäärettä 2 kierrosta putken ympärille. Poikkeukset ks. ETA.

Kuva 19. Esimerkki tarvittavasta läpiviennistä eristetylle putkelle palokatkovasta osuudesta käyttäen palokäärettä.

Tärkeimpänä pääurakoitsijan osa-alueena on urakan kartoitus urakkaluontoiselle työlle. Mikäli urakkaluontoista työtä ei päästä tekemään, on pääurakoitsijan syytä keskittyä aikataulun tarkentamiseen. Palokatkotöihin tulee suhtautua samalla vakavuudella kuin

muihinkin työvaiheisiin. Palokatkot eivät ole vain pakollinen pahe, vaan rakenteellisen ja lakien määräämä työvaihe. Niitä ei voi jättää tekemättä, sillä tositilanteessa niillä on tärkeä ominaisuus ihmishenkien turvaamiseksi. Yhtä tärkeänä osa-alueena on kiinnittää huomiota suunnitelmien tarkkuuteen ja siihen, että kaikelle tehtävälle työlle on vaihtoehdot.

Alalla tapahtuu lähitulevaisuudessa kehitystä tiedon lisääntyessä ja erilaisten rakenneratkaisujen muuttuessa, esimerkiksi rakennusteollisuuden siirtyessä pelkästä betonirakentamisesta lähemmäksi kokonaisvaltaista puurakentamista. Paloturvallisuuden saralla haasteita tulee varmasti tuottamaan aliurakkaketjujen jakautuminen ja useiden alirakoitsijoiden käyttäminen, jolloin työnjohdolliset, laadunvarmistukseen ja myöskin kustannuksiin liittyvät ongelmat tulevat lisääntymään. Lisäksi paloturvallisuus lähitulevaisuudessa korostuu entistä enemmän, erityisesti korkeassa rakentamisessa ja tiiviimmässä rakentamisessa. [19.]

6 Havaitut kehitysehdotukset prosessiin

Palokatkoita voidaan suunnitella tarkemmin jo suunnitteluvaiheessa ja toteuttaa tarkemman suunnittelun johdosta paremmin. Esimerkkikohteen kaltaisessa hankkeessa läpivientien paikkoja ja niiden muunneltavuutta tulisi suunnitella ja huomioida huomattavasti tarkemmin. Esimerkiksi sähköläpivientejä suunniteltaessa olisi hyvä jättää selviä varausaukkoja varsinaisiin läpivienteihin. Varausaukkoihin voidaan jättää modulaarisia palokatkoja tai tarvittaessa tiivistää ne myöhemmin. Aukon sijaintiin tulee kuitenkin kiinnittää huomiota, sillä se on päästävä ummistamaan täyttöasteen lähestyessä maksimaalista täyttöastetta.

Palokatkoissa käytettyjä materiaaleja tulisi huomioida jo yleissuunnitteluvaiheessa nykyistä tarkemmin. Palokatkon, seinärakenteen ja talotekniikan materiaalit vaikuttavat toisiinsa ratkaisevasti, eikä jokaiseen paikkaan voida välttämättä tehdä samanlaista palokatkoa. Huomioitavaa on muun muassa se, että kaikki teräs- tai rautaviemärit tarvitsevat saattoeristyksen yleisillä käytetyillä palokatkotyypeillä, ellei hybridivaihtoehtoa ole suunniteltu.

Palokatkoitöiden toteutuksen aikataulu täytyy tulevaisuudessa suunnitella huomattavasti tarkemmaksi. Aikataulun seurannan palavereissa tulee täsmentää tarkemmin, missä ja milloin palokatkovat työt tehdään ja tästä päivämäärästä ei luisteta. Nykyisin on huomattua, että esteiden ilmetessä aikataulua venytetään ja tehtyjen työvaiheiden onnistumisprosentti pienenee viikkotarkastelujaksolla. Täsmällinen ja tarkka päivämäärä luo myös painetta muille urakoitsijoille suorittaa työnsä mahdollisimman ripeästi kyseisellä alueella. Lisäksi palokatkoitöiden valmistuminen ajallaan helpottaa aina seuraavia työvaiheita. [21.]

7 Toimenpide-ehdotukset

Pääurakoitsijoilla ei ole käytössä varsinaista ohjetta tai selkeää ohjeistusta kattavista materiaaleista huolimatta. Toimenpide-ehdotuksia varten on nostettu esiin tärkeitä kohtia prosessista. Havaintoja on avattu selkeyttämään käsitettä.

Tarve palokatkoille. Yleis- ja talotekniikan LVIAS-suunnittelussa todetaan, että palo-osastoinneista tullaan menemään läpi. Muiden palo-osastojen läpikäyminen ja niiden tarvittavat tiivistykset päivitettävä. Varsinainen tarve sijoittuu hankkeen alkuun.

Palosuunnittelu. Kohteen rakenne- ja palokatkosuunnittelija koostaa suunnitteluvaiheessa palokatkosuunnitelman. Palokatkosuunnitelmaa tullaan päivittämään töiden edetessä tarvittavien detalleiden suhteen. Suunnitelma tulisi olla mahdollisimman pitkälle vietyä, jotta mahdolliset ristiriidat tulevat esille aikaisessa vaiheessa, esimerkiksi eri järjestelmien vaatimat kannakoinnit, saattoeristykset sekä muut tarkentavat vaatimukset.

Palokatko- ja palontorjuntasuunnitelma. Konsultin tekemä tai läpikäymä suunnitelma kohteesta, mikä tulee olla tehtynä ennen toteutuksen aloittamista. Päivitetään ja tarkistetaan ennen viranomaismääräyksiä, mikäli eivät pidä paikkaansa.

Toteutus- ja laadunvarmistussuunnitelma. Tehdään yhdessä valitun urakoitsijan kanssa. asiat käydään tarkemmin läpi urakkaneuvottelussa. Aloituspalaverissa todetaan ja hyväksytetään urakoitsijan ehdottamat laadunvarmistuksen dokumentointitavat.

Urakoitsijan käyttämä dokumentaatiotapa on sovittava pääurakoitsijan omaan laadunvarmennukseen. Yhteensovitetaan talotekniikan tarkentavat läpivietävät suunnitelmat. Erityisesti huomioidaan putki-, ja ilmanvaihdon tarvitsemat kannakoinnit ja niiden etäisyydet.

Varsinainen asennustyö. Jokaisesta asennuksesta tehdään mallikatselmus, johon kutsutaan mukaan asianomaiset. Asennustyöt tehdään ensisijaisesti valmistajan asennusohjeiden mukaisesti ja asennukset täytyy yhteensovittaa muiden talotekniikan asennusten kanssa.

Valvonta ja valmiiden töiden hyväksyntä. Pääurakoitsijan työnjohtaja valvoo töiden toteutumista ja hyväksyy mittapöytäkirjat. Valmiit työt hyväksytään esimerkiksi osasto- tai lohkokokohtaisesti kohdetarkastuksina. Tarkastuksiin kutsutaan kaikki asianomaiset, mutta läsnäolo ei ole välttämätöntä.

Viranomaistarkastukset. Palokatkodokumentit ja kaikki suunnitelmat tulee olla projektipankissa, hyväksyttyinä rakenne- ja palosuunnittelijalla pari viikkoa ennen viranomaistarkastuksia.

8 Yhteenveto

Insinööriyön tavoitteena oli selventää toimitilarakentamisen talotekniikkaan liittyvää paloteknistä tiivistystä ja siihen liittyvän toimintamallin epäselvyyttä. Insinööriyöhön saatiin tutkimusdataa lukemalla kirjallisuutta ja lakeja. Lisäksi arvokasta tietoa saatiin tutustumalla alan oppaisiin ja kuuntelemalla muun muassa useita suunnittelijoita sekä työmaahenkilöstöä. Työtä tehdessä huomattiin, että palotekniset määräykset ovat tarkentuneet kokonaisvaltaisesti uudisrakennustuotannossa. Määräykset täyttävät palokatkoasennukset tulee tehdä täysin suunnitelmien ja valmistajien ohjeiden mukaisesti, jotta määräykset täyttyvät. Työn edetessä huomattiin, että palokatkoihin liittyvät ongelmakohdat tulevat usein esille vasta liian myöhään, jolloin niiden toteutus viivästyy, asentaminen muodostuu mahdottomaksi ja kustannukset kasvavat suunniteltua suuremmiksi.

Tällä hetkellä näyttää siltä, että rakennusalalla on parannettavaa palokatkojen kokonaisvaltaiseen prosessiin. Palokatkoja ei mielestäni mietitä tarpeeksi tarkkaan hankkeiden suunnittelu- ja rakentamisvaiheessa. Lopulta vaihtoehtoisia toteutustapoja suunniteltiin täytyy suunnitella kiireellisesti varsinaisen toteutuksen aikana, mihin ei ole tarkoitus pyrkiä urakkamuodosta riippumatta.

Lähteet

- 1 Osastoivat läpiviennit ja -saumat. 2019 Palokatko-opas. 4. painos. Suomen palokatkoystyhdistys ry. <https://palokatkoystyhdistys.fi/pdf/Palokatko-opas-22052019.pdf>. Luettu 31.04.2020
- 2 Ilmainen BIM kaikille. 2020. Verkkoaineisto. Dalux. <<https://www.dalux.com/fi/daluxbimviewer/>>. Luettu 06.05.2020.
- 3 Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta. 2009. Asetus 205/2009.
- 4 Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. 2017. Asetus 848/2017.
- 5 Mikä on palokatko? 2020. Verkkoaineisto. Sewatek. <<https://www.sewatek.fi/mika-on-palokatko/>>. Luettu 15.06.2020.
- 6 Welcome to the Firestom Seminar. 2016. Verkkoaineisto. Hilti Oy. <<https://www.slideserve.com/maxima/welcome-to-the-firestop-seminar>>. Luettu 16.06.2020.
- 7 Palokattojen suunnittelu, toteutus ja huolto. 2018. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. RIL 270-2018. Vantaa: Hansaprint.
- 8 Maankäyttö- ja rakennuslaki. 1999. Suomen säädöskokoelma 132/1999.
- 9 Rakennustuotteiden CE-merkintä rakennustuotedirektiivin mukaisesti. 2004. Verkkoaineisto. Ympäristöopas 95. <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/41637/Ymp%c3%a4rist%c3%b6opas_95.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Luettu 20.7.2020.
- 10 Congridin tuotteet. 2020. Verkkoaineisto. Congrid. <www.congrid.fi/tuotteet/>. Luettu 04.07.2020.
- 11 Rakennuksen paloluokan määrittäminen ja keskeiset palotekniset vaatimukset. 2019. RT 103131. Määräykset ja ohjeet. Helsinki. Rakennustieto Oy.
- 12 Palokatkosuunnitelma. 2018. Verkkoaineisto. Hilti Oy. <<https://slideplayer.fi/slide/2918849/10/images/24/Palokatkosuunnitelma.jpg>>. Luettu 05.07.2020.
- 13 Muhviputki RST. 2020. Verkkoaineisto. Meltex Oy. <<https://www.meltex.fi/fi/tuote/lampo-vesi-ja-ilma/02-viemariputket-ja-yhteet->

valurautaa-rst-hst/viemarointiputket-ja-osat-rsthst/viemarointiputket-rsthst/rst-muhviputki-160/muhviputki-rst-160#/productinfo>. Luettu 15.07.2020.

- 14 Kupariputkien käyttöikä ja syöpyminen. 2020. Verkkoaineisto. LVI-Palvelu Hongisto. <<https://www.lvi-hongisto.fi/putkiremontti/kupariputkien-kayttoika-syopyminen-korroosio>>. Luettu 18.08.2020.
- 15 Hilti Documentation Manager. 2020. Verkkoaineisto. Hilti Oy. <<https://cfs-dm.hilti.com/app/bo/home>>. Luettu 19.08.2020.
- 16 Strukturoitu ja puolistrukturoitu haastattelu. 2020. Verkkoaineisto. KvaliMOTV. <https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kvali/L6_3_3.html>. Luettu 20.09.2020.
- 17 Puukortteli Wood City rakentuu Jätkäsaareen. 2019. Verkkoaineisto. SRV Toimitilat. <<https://www.srv.fi/toimitilat/wood-city/>>. Luettu 21.10.2020
- 18 Ruokonen, Pekka. 2020. Työmaapäällikkö, SRV Rakennus Oy. Näkemys palokatkoista. Haastattelu. 01.10.2020.
- 19 Ojamaa, Iiro. 2020. Palokatkosuunnittelija, Sweco. Näkemys palokatkoista. Haastattelu. 01.10.2020.
- 20 Knuutila, Mikko. 2020. Nuorempi mestari, SRV Rakennus Oy. Näkemys palokatkoista. Haastattelu. 01.10.2020.
- 21 Jussila, Asko. 2020. Työmaapäällikkö, SRV Rakennus Oy. Näkemys palokatkoista. Haastattelu. 01.10.2020.

1. Millaisena aiheena koet rakenteisiin liittyvät palokatkot?
Vastaus:
2. Miten koet rakennusten paloturvallisuuden muuttuneen työurallasi?
Vastaus:
3. Mitkä asiat vaikuttavat mielestäsi kriittisesti rakennuksen paloturvallisuuteen?
Vastaus:
4. Mihin paloturvallisuuteen liittyviin asioihin kiinnitetään mielestäsi erityisesti huomiota?
Vastaus:
5. Kuka olisi mielestäsi pääurakoitsijan puolelta paras henkilö valvomaan palokatkotöitä?
Vastaus:
6. Missä vaiheessa mielestäsi huomataan ongelmia ja miten niitä lähdetään ratkomaan?
Vastaus:
7. Mitkä ovat yleiset ongelmat palokatkotöiden suunnittelussa?
Vastaus:
8. Millainen organisaatio kuuluu suunnitteluprosessiin, kun tehdään palosuunnittelua?
Vastaus:
9. Miten mielestäsi voidaan vaikuttaa palokatkosuunnittelun sujuvuuteen hankkeessa?
Vastaus:
10. Millaisena alana näet paloturvallisuuden ja niiden suunnittelun
Vastaus: