



Hieu Tran

# Palokatkotyön toteuttaminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinööriyö

1.8.2022

# Tiivistelmä

Tekijä: Hieu Tran  
Otsikko: Palokatkotyön toteuttaminen  
Sivumäärä: 39 sivua  
Aika: 1.8.2022

Tutkinto: Insinööri (AMK)  
Tutkinto-ohjelma: Rakennustekniikka  
Ammatillinen pääaine: Rakennetekniikka  
Ohjaajat: Työturvallisuuspäällikkö YIT Suomi Oy Ville Koskinen  
Lehtori Tapani Järvenpää

---

Palokatkotyöt ovat olennainen ja tärkeä osa työmaan tehtäviä, ja ne tahdistavat useita töitä. Palokatkojen oikea-aikainen toteutus on kriittistä työmaan yleisaikataulun läpiviemiselle. Jos palokatkoita ei pystytä toteuttamaan aikataulussa, niin se tarkoittaa usein myös työmaan valmistumisen siirtymistä myöhemmäksi, joka tuo huomattavia lisäkustannuksia. Myös laadunvalvonta on erityisen tärkeässä asemassa, jotta pystytään varmistamaan toteutettujen palokatkojen toimintavarmuus.

Palokatkot ovat sijaitsevat usein piiloon jäävissä rakenteissa, joten laadulliset virheet tarkoittavat usein rakenteiden purkua, joka nostaa kustannuksia moninkertaiseksi verrattuna kerrallaan oikein toteutettuun palokatkoon. Palokatkojen toteutus voidaan vastuuttaa aliurakoitsijalle tai vaihtoehtoisesti pääurakoitsija voi toteuttaa ne omalla henkilöstöllään. Ei ole suoraviivaista vastausta siihen, että kumpi on aikataulullisesti järkevämpää tai kustannustehokkaampaa. Tätä varten YIT on tilannut opinnäytetyön, jossa perehdytään ja vertaillaan näiden kahden toteutustavan hyviä ja huonoja puolia sekä otetaan kantaa kustannusten muodostumiseen.

Työssä käytetään kahta YIT:n esimerkkityömaan kokemuksia ja aineistoja hyödyksi. Lisäksi opinnäytetyössä tuodaan tietoutta erilaisista palokatkoista, joita toteutettiin esimerkkityömailla. Teoriaosuuden tueksi käytetään verkkosivustoilta saatavia aineistoja. Opinnäytetyön tuloksia on tarkoitus käyttää apuna tulevissa hankkeissa, jotta pystytään helpommin valitsemaan kustannustehokkain toteutustapa palokatkoille. Se toimii myös muistilistana palokatkotyön laadunvarmistuksessa ja toteutuksessa.

Avainsanat: Palokatko, Palokatkoasennus, Paloluokka

## Abstract

Author: Hieu Tran  
Title: Firestop Installation  
Number of Pages: 39 pages  
Date: 1 August 2022

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Civil Engineering  
Professional Major: Structural Engineering  
Supervisors: Ville Koskinen, Safety Manager YIT Suomi Oy  
Tapani Järvenpää, Senior Lecturer

---

Firestops are an essential and important part of the construction site's tasks because they set the pace for several works at the construction site. The timely implementation of firestops is critical to the completion of the general schedule of the construction site. If the firestop installation cannot be carried out on schedule, it often also means that the completion of the construction site is postponed, which causes a considerable amount of additional costs. The role of quality control in firestop installation is crucial in order to ensure the operational reliability of the implemented firestops.

Firestops are generally hidden in building structures. Hence, if during the quality control qualitative errors are detected, it often means demolition of the building structures, which then increases the costs several times compared to a well installed firestop. Firestop installation can be outsourced to a subcontractor, or alternatively, the main contractor can implement them with its own personnel. There is no straightforward answer as to which is more reasonable in terms of time or more cost-effective. For this purpose, YIT commissioned this thesis that examines firestops and compares the good and bad aspects of the abovementioned two installation methods and discusses the formation of costs.

The thesis utilizes experiences and materials of two YIT construction sites because on each site firestop installation was executed by subcontractors and YIT's own personnel. Additionally, it presents information about different firestops, which were installed at the abovementioned construction sites. To support the theory of the thesis, materials available from the internet are utilized. The results of the thesis are intended to be used as help for future construction projects, to ease the selection of the most cost-effective firestop installation method. Thesis will also serve as a checklist for the quality assurance and implementation of firestops.

Keywords: Firestop, Firestop installations, Fire class

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Esittely esimerkkikohteesta	1
1.2	Tavoitteet	3
1.3	Tutkimuksen rajaukset	4
1.4	Tutkimusmenetelmät ja tutkimusaineistot	4
2	Palokatkoon liittyvä lainsäädäntö sekä määräykset ja ohjeistukset	5
2.1	Lainsäädäntö palokatkoista	5
2.2	Määräykset palokatkoista	5
2.3	Palokatkokoulutus ja asennussertifikaatti	6
3	Rakennustuotteiden kelpoisuus	7
3.1	Rakennustuotteiden CE-merkintä ja tyyppihyväksyntä	7
3.2	ETA-hyväksyntä	9
4	Paloluokitukset	10
4.1	Paloluokka P1	10
4.2	Paloluokka P2	10
4.3	Paloluokka P3	11
5	Rakennuksen palonkesto	12
6	Palokatkomateriaalit	13
6.1	Akryylimassa	13
6.2	Elastiset massat	15
6.3	Palokatkomansetit	15
6.4	Palovillaeristeet	16
6.5	Palopannat	17
6.6	Sementtimassat	18
6.7	Kipsimassat	19
6.8	Grafiittimassat	19
6.9	Palokatkovaahdot	20
6.10	Väliaikaiset tai muunneltavat palokatkot	22

6.11	Palokatkopinnoitteet	22
6.12	Palokatkotiilet ja tulpat	23
7	Asennustavat	25
7.1	Läpiviennit	25
7.1.1	Sähköläpiviennit	25
7.1.2	Putkiläpiviennit	26
7.2	Täyttötavat	26
7.2.1	Massaaminen	26
7.2.2	Valaminen	27
7.2.3	Tiivistäminen ja saumaaminen	28
7.2.4	Pursottaminen	28
8	Laadunvarmistus ja dokumentointi	29
9	Kustannusvaikutukset	30
9.1	Palokattojen toteutus	30
9.1.1	Palokatkourakoitsijan tekemä työ	30
9.1.2	YIT:n omien työntekijöiden tekemä työ	32
9.2	Esimerkkitapaukset	33
9.3	Materiaalivalinta	36
10	Tulokset	38
11	Yhteenveto	39
	Lähteet	40

## Lyhenteet

- CE: Conformité Europa. Tuotteiden hyväksyntä merkki. CE-merkintä on tarkoitettu helpottamaan tavaroiden vapaata liikkuvuutta EU:n sisämarkkinoilla.
- ETA: Euroopan talousalue. ETA on eurooppalaisen tekniikan arviointi järjestelmä. Arviointi tuotteille, joilla ei ole harmonisoitua tuotestandardia.
- EU: Euroopan Unioni. Euroopan unioni on 27 Euroopan maan ainutlaatuinen taloudellinen ja poliittinen liitto.
- HEKA: Helsingin kaupungin. Helsingin kaupungin omistaman kiinteistö.
- REI: Résistance Étanchéité Isolant. Rakennuksen rakenteiden palokestävyyden, joka perustuu kolmesta pääosasta: R on kantavuus, E on tiiviys ja I on eristävyys.
- YIT: Yleinen Insinööritoimisto. Suomalainen rakennusyhtiö, jonka alun perin perusti ruotsalaiselta insinööritoimisto vuonna 1912.

# 1 Johdanto

Palokatkotyö on tärkein työvaihe rakentamisessa, sillä se tahdittaa usein töitä niin korjauskohteessa kuin uudiskohteessa. Jos palokatkoitaita ei pystytä toteuttamaan aikataulussa, niin se tarkoittaa yleensä myös työmaan valmistumisen siirtymistä myöhemmäksi, joka tuo huomattavia lisäkustannuksia.

Palokatkotyö voidaan vastuuttaa aliurakoitsijalle tai sen voi toteuttaa myös omalla henkilöstöllä. YIT on tilannut tämän tutkimuksen, jotta voidaan löytää hyvät ja huonot puolet molemmista toteutustavoista. Tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää seuraavassa hankkeessa, niin aikataulun läpiviemisen kuin kustannustehokkuuden parantamiseksi.

## 1.1 Esittely esimerkkikohteesta

Tutkimuksen esimerkkikohteina ovat Heka-Gunillantie 6 asuinkerrostalot ja Tehtaankadun ala-aste, joissa YIT on pääurakoitsijana. Heka-Gunillantien hankkeessa toteutetaan palokatkotyöt YIT:n omilla työmiehillä. Tehtaankadun ala-asteen palokatkotyöt toteutetaan alihankintana palokatkourakoitsijalla. Insinöörityön tekijä on toiminut Heka-Gunillantien kohteessa työnjohtajana YIT:lle, jonka jälkeen on siirtynyt Tehtaankadun projektiin.



Kuva 1. Heka-asuinkerrostalo (talo 5) G-K rappujen julkisivut. [20.]

Kuvassa (kuva 1) Heka-asuinkerrostalo numero 5. Kuva on otettu sisäpihalta ja siinä näkyy G-K raput sekä neljän kerrostalon yhteinen leikkipuisto. Hekan asuinkerrostalot ovat valmistuneet vuonna 1970. Kyseessä on saneerauskohte, joka sijaitsee Helsingin Laajasalossa.

Hanke koostuu yhdeksästä kerrostalosta, joissa on neljä kerrosta. Asuinhuoneistoja on yhteensä 280 kappaletta. Hanke on jaettu kolmeen eri vaiheeseen. Jokainen vaihe kestää vuoden, jonka aikana saneerataan kolme taloa. Ensimmäisen vaiheeseen kuuluvat talot 3, 4 ja 5. Saneeraustyöt ovat alkaneet joulukuussa 2020 ja luovutettu tammikuussa 2022. Tällä hetkellä toinen vaihe ovat käynnissä, ja tulee valmistumaan tammikuussa 2023.





Kuva 2. Tehtaankadun ala-aste eteläpuolinen julkisivu. [21.]

Tehtaankadun ala-aste on museoviraston suojelukohde (kuva 2). Rakennuksen arkkitehti on Albert Nyberg. Rakennus valmistui vuonna 1908 ja sijaitsee Tehtaankatu 15–17, Helsingin keskustassa. Hanke on perusparannuskohde ja sen laajuus on 4390 m<sup>2</sup>. Rakennuksessa on kolme kerrosta ja ullakko sekä kellari. Hanke on alkanut toukokuussa vuonna 2021 ja tulee valmistumaan joulukuussa vuonna 2022.

## 1.2 Tavoitteet

Insinööritutkimus tutkii alihankintatyön ja omalla henkilöstöllä tehtävän palokatkotyön kustannus- ja aikatauluvaikutuksia sekä vertailee niiden välisiä eroja. Tavoitteena on löytää kummankin toimintatavan hyvät ja huonot puolet, jonka jälkeen tutkimuksen tuloksia voidaan käyttää tulevaisuuden hankkeissa.

### 1.3 Tutkimuksen rajaukset

Tutkimuksessa keskitytään vain materiaaleihin ja toteutustapoihin, joita YIT:n työmiehet ovat toteuttaneet insinööriyön esimerkkikohteissa. Palo-ovia, -ikkunoita tai -luukkuja ei käsitellä tässä tutkimuksessa. Näiden asennustyöt kuuluvat yleensä toimittajalle tai heidän aliurakoitsijoille.

Pelkästään alihankintana tehtäviä palokatkoitöitä ja niihin liittyviä materiaaleja ei käsitellä tässä insinööriyössä, koska niiden kustannuksille ei saada relevantteja vertailuarvoja, jotka tehtäisiin YIT:n omilla työmiehillä.

Palokoteloiteja ei myöskään käsitellä tässä, koska ne kuuluvat väliseinäurakoitsijalle. Väliseinälevytyksen jälkeen YIT:n henkilöstö tai palokatkourakoitsija hoitaa tiivistykset. Palotekniset tiivistykset sisältyvät tämän insinööriyön aihealueeseen.

### 1.4 Tutkimusmenetelmät ja tutkimusaineistot

Tutkimuksen alussa on käsitelty Suomen palokatkoitöiden ohjeistukset ja määräykset. Teoriaosuudessa käsitellään yleisiä palokatkomateriaaleja ja asennustapoja sekä hintavertailuja. Tutkimuksessa on käytetty YIT:n arkistosta asiakirjoja sekä aiheeseen liittyvää kirjallisuutta.

## 2 Palokatkoon liittyvä lainsäädäntö sekä määräykset ja ohjeistukset

Tässä luvussa käydään läpi Suomen palokatkolainsäädäntöä sekä palokatkoihin liittyviä määräyksiä. Luvun lopussa kerrotaan palokatkotyön koulutuksista sekä koulutuksen menetelmistä palokatkoasentajan henkilösertifikaattiin.

### 2.1 Lainsäädäntö palokatkoista

Suomessa palokatkotyön toteutusta ohjataan maankäyttö- ja rakennuslailla. Pääohjeistus annettiin aikaisemmin Suomen rakentamismääräyskokoelmassa, rakennusten paloturvallisuus osassa E 1. Päivitetty säädäntö löytyy nyt ympäristöministeriön asetuksesta liite 848/2017, jossa kerrotaan yksityiskohtaisesti rakennusten paloturvallisuuden ja palokatkotyön toteuttamisen liittyvät asiat. [1.]

Maankäyttö- ja rakennuslaki ohjaa maa-alueiden käyttöä, suunnitelmista ja rakentamista. Sen tavoitteena on luoda terveellinen ja turvallinen elinympäristö ekologisuutta, sosiaalisuutta, taloudellisuutta ja kulttuuria edistäen. Maankäyttö- ja rakennuslain päätavoitteena on ohjata yhteiskuntaa pyrkien hiilineutraaliin rakentamiseen ja rakentamisen laadun parantamiseen. [2.]

### 2.2 Määräykset palokatkoista

Vaikka rakennustöitä ohjaavat on usein kireät määräykset ja vaatimukset, joita tiukennetaan ajan myötä, niin silti palokatkosten osalta määräykset eivät ole kiristyneet samaan tahtiin. Palokatkosten toteutus, suunnittelu ja laatu valvotaan kuntien rakennusvalvontaviranomaisten laatiman ohjeiden mukaan, sekä olemassa olevien lakien ja asetusten puitteissa. [4, s.17; 5 s.5.]

Ennen toteutusta usein rakennuksille suunnitellaan palokatkosuunnitelma. Nämä pitävät myös olla esitettyinä hankekohtaisesti rakennesuunnitelmissa, joissa ilmenevät myös palokatkoihin liittyvät ratkaisut. [5, s.5.]

### 2.3 Palokatkokoulutus ja asennussertifikaatti

Palokatkokoulutuksia järjestävät palokatkotuotteiden maahantuojat sekä valmistajat. Palokatkoasentaja perehdytetään tarkasti tuotteiden ominaisuuksiin ja asennustyön vaatimuksiin, ennen töiden aloittamista. Vain koulutuksen saaneet henkilöt voivat toteuttaa palokatkotöitä.

Teoriavaiheen jälkeen on näyttötyö, joka tapahtuu työmaalla. Asentaja tulee pysyä toimimaan kohteessa itsenäisesti, jonka jälkeen kouluttaja tai palokatkotyöstä vastaava valvoja tulee varmistamaan, että käytetyt materiaalit ja asennustyöt kohteessa ovat tehty koulutuksen ja asennusohjeiden mukaisesti. [3.]

Palokatkonasentajan henkilösertifikaatti on tarkoitettu vain alalla toimiville asentajille, joilla on rakennus- tai kiinteistöalan työkokemusta vähintään kaksi vuotta tai vähintään kuusi kuukautta ollut todistettavasti palokatkojen asennustöissä.

Koulutus jaettu kahteen eri vaiheeseen. Ensimmäinen vaihe on teoriakoulutus, joka kestää noin kaksi päivää ja sisältää kirjallisen tentin. Toisessa vaiheessa suoritetaan näyttötyö, joka järjestetään aidossa asennuskohteessa. Asentaja, joka on suorittanut molemmat vaiheet hyväksytysti voi hakea tämän prosessin jälkeen Rakentamisen sertifikaattia, ja toimia palokatkoasentajana. [6.]

### 3 Rakennustuotteiden kelpoisuus

Suomessa ja muissa EU-maissa rakennustuotteiden kelpoisuus on tarkistettava, ennen töiden aloittamista. Rakennustuotteiden käyttö ilman CE-merkintää tai tyyppihyväksyntää on usein kiellettyä. Käytettävien materiaalien tiedot tulee ilmoittaa aina rakennuttajan edustajalle hyväksyttäväksi. Hyväksynnän saamiseksi tuotteilla on ensisijaisesti CE-merkintä tai tyyppihyväksyntä. Lisäksi näiden jälkeen on tarkistettava tuotteiden ominaisuuksien soveltuvuus kohteeseen. [14.]

#### 3.1 Rakennustuotteiden CE-merkintä ja tyyppihyväksyntä

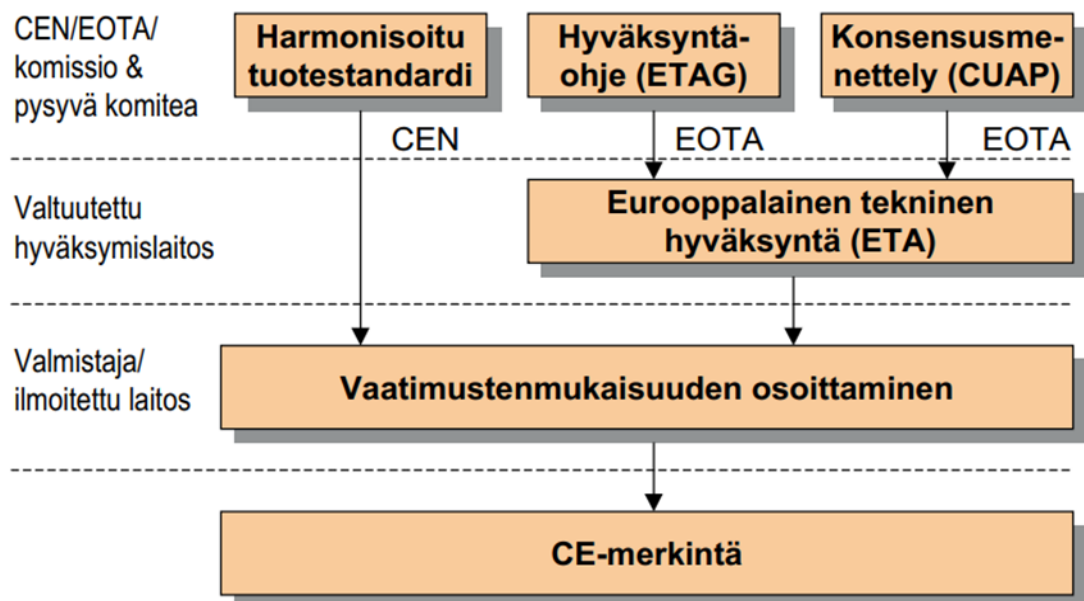
Rakennusalalla CE-merkintä on pakollinen lähes kaikissa rakennustuotteissa. CE-merkintä on ikään kuin eurooppalaisten ”yhteinen kieli”, sillä se nopeuttaa materiaalien tuotannon tai hankinnan prosessit Eurooppaan alueilla tai EU-maissa. Rakennustuotteen CE-merkinnällä valmistaja on vastuussa ja vakuuttaa, että tuotteen ominaisuudet ovat testattu ja täyttäneet eurooppalaisen direktiivin vaatimukset, kuten eurooppalaisen harmonisoidut tuotestandardit tai eurooppalaisten teknisen hyväksynnän mukaiset vaatimukset (ETA). Tällöin tuote ei tarvitse erillisiä lisäselvityksiä. [7; 4, s.20–21.]



Kuva 3. CE-merkintä. [14.]

CE-merkintä löytyy lähes kaikista rakennusmateriaaleista (kuva 3). Suomessa CE-merkintä on löytynyt myös muun muassa sähkölaitteista ja koneista vuodesta 1995 lähtien. Leluissa CE-merkintä on tullut pakolliseksi Suomessa vuodesta 1994 lähtien. [14.]

Jos palokatkotuotteella ei ole CE-merkintää tai ETA-hyväksyntää, niin silloin tuotteelle voidaan tehdä tyyppihyväksyntä SFS-EN 13501-2 luokitusstandardin ja laboratoriotestien tulosten perusteella. Tuotteille voidaan antaa tyyppihyväksyntä siinä tapauksessa, jos ne läpäisevät tyyppihyväksyntäasetusten mukaiset tyyppikokeet ja täyttävät niille asetetut turvallisuusvaatimukset. Näiden tuotteiden laadunvalvonnasta on kolmannen osapuolen kanssa tehty laadunvalvontasopimus ja tyyppihyväksynät ovat voimassa viisi vuotta. Tuotteen CE-merkinnän saaminen syrjäyttää sille annetun tyyppihyväksynnän. Suomessa tyyppihyväksyntöjä myöntää VTT Expert Services Oy. [3.]



Kuva 4. Rakennustuotteiden hyväksyntämenetelmät. [12.]

Kuvassa (kuva 4) näkyy eurooppalainen rakennustuotteiden hyväksyntämenetelmä, jossa CE-merkinnän saaminen tuotteisiin edellyttää eurooppalaisen harmonisoidun tuotestandardin vaatimustasoa tai ETA-hyväksyntää. [12, s.8.]

### 3.2 ETA-hyväksyntä

ETA-hyväksyntä on EU:n alueen valmistaja- tai tuotekohtainen dokumentti. Hyväksynnällä tarkoitetaan teknistä arviointia, jossa tuotteen valmistaja hakee eurooppalaisen teknisen arvioinnin tuotteille, joilla ei ole voimassa olevaa eurooppalaista harmonisoitua standardia.

Teknisessä arvioinnissa testataan tuotteelle asetettuja ominaisuuksia ja laatuvaatimuksia. Vaatimusten osalta valmistajan tulee itse varmistaa, että tuote täyttää ETA-asiakirjassa esitetyt vaatimukset, joita kolmas osapuoli tarkastaa.

Harmonisoidun tuotestandardin ryhmään eivät kuulu palokatkotuotteet. CE-merkinnän saavuttamiseksi ETA-hyväksyntä on ainoa tapa varmistaa palokatkotuotteen suoritustaso. Suomessa eurooppalaisia teknisiä hyväksyntöjä myöntää VTT Expert Services OY. [8; 9.]



Kuva 5. ETA-hyväksyntä ja CE-merkintä. [16.]

Kun tuote läpäisee ETA-menetelmän teknisen testin, se saa CE-merkinnän (kuva 5). Kuvassa näkyy ETA-hyväksynnän tunnukset, koodien sijainnit ja niiden tarkoitukset kuten sertifikaatin numero, direktiivin koodi, sertifikaatin hyväksyjän tunnistus ja hyväksyntänumero. [16.]

## 4 Paloluokitukset

Tässä luvussa käsitellään kolme eri paloluokitusta. Näistä paloluokituksista P1 on kaikista vaativin, P2 on vaativa ja P3 on tavanomaisin. Luvussa 4.3 on kuva-kaappaus taulukosta, jossa on esitetty paloluokkia koskevat rajoitukset.

### 4.1 Paloluokka P1

P1 paloluokituksen rakennuksen pääsääntöisesti kantavat rakenteet kestävät 30–240 minuuttia sortumatta, vaikka kaikki rakennuksen sisällä olevat muut rakenteet palaisivat loppuun. Rakennuksen korkeutta, kerrosalaa tai henkilömäärä ei ole rajoitettu. Paloluokka P1 on vaativin kaikista luokista, sillä sen palotekniset vaatimukset kasvavat rakennuksen korkeuden ja käyttötavan riskialttiuden myötä.

Rakennukset, jotka kuuluvat P1-luokkaan ovat yleisesti kolmekerroksisia tai korkeampia esimerkiksi kerrostalot, isot toimistotilat. Poikkeuksena P1-luokkaan kuuluvat myös 1–2 kerroksiset rakennukset, joissa rakennuksen materiaalit ovat tehty muusta kuin A1-A2 (palamaton) luokasta. Näitä ovat esimerkiksi isot puurunkoiset hallirakennukset, jotka ovat tarkoitettu suurille väkimäärille. [10, s.47–48.]

### 4.2 Paloluokka P2

Rakennukset, joiden kantavien rakenteiden palotekniset vaatimukset ovat P1-paloluokkaa matalampia, kuuluvat P2-paloluokkaan. P2-luokan paloteknisissä vaatimuksissa on otettu huomioon erityisesti seinien, sisäkattojen ja lattioiden pintaosien palonkesto-ominaisuuksia rakennuksen turvallisuustason saavuttamiseksi. Kantavilla rakenteilla on 30–120 minuutin palonkestovaatimukset.

P2-luokan rakennuksissa henkilömäärä ja käyttötapa on rajoitettu. Rakennukset, jotka kuuluvat P2-luokkaan ovat tavallisesti yksi tai kaksi kerroksisia. Rakennuksen korkeus yleensä saa olla maksimissaan 14 metriä. [10, s.47–48.]



### 4.3 Paloluokka P3

Paloluokkaan P3 kuuluvat rakennukset, joiden kantaville rakenteille ei ole asetettu erityisvaatimuksia palonkeston osalta. Näihin kuuluvat esimerkiksi pientalot. Asuinkerrosten lisäksi rakennuksessa saa olla myös kellarikerros ja ullakko.

Rakennuksen korkeus saa olla maksimissaan yhdeksän metriä. Kerrosala saa olla 2400 m<sup>2</sup>, jos on yksikerroksisena ja 1600 m<sup>2</sup> kaksikerroksisena. Turvallisuustason saavuttamiseksi rakennuksen koko ja henkilömääriä tulee rajoittaa käyttötavan mukaan. [10, s.47–48.]

TAULUKKO 3.2.1 Rakennuksen ominaisuus	RAKENNUKSEN KOKOA KOSKEVAT RAJOITUKSET		
	Rakennuksen paloluokka		
	P1	P2	P3
<b>KERROSLUKU</b>			
- yleensä	ei rajoitusta	enintään 2	enintään 2
- asuinrakennus, työpaikkarakennus	ei rajoitusta	enintään 8	enintään 2
- tuotanto- tai varastorakennus, autosuoja	ei rajoitusta	enintään 2	enintään 1
<b>KORKEUS</b>			
- yleensä	ei rajoitusta	enintään 9 m	enintään 9 m
- asuinrakennus, työpaikkarakennus 3–4 krs.	ei rajoitusta	enintään 14 m	<i>ei sallittu</i>
- asuinrakennus, työpaikkarakennus 5–8 krs.	ei rajoitusta	enintään 26 m	<i>ei sallittu</i>
- yksikerroksinen tuotanto- tai varastorakennus	ei rajoitusta	ei rajoitusta	enintään 14 m
<b>KERROSALA</b>			
Kerrosala yleensä			
- yksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	enintään 2400 m <sup>2</sup>
- kaksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	enintään 1600 m <sup>2</sup>
- yli kaksikerroksinen	ei rajoitusta	enintään 12 000 m <sup>2</sup>	<i>ei sallittu</i>
Kerrosala tuotanto- ja varastorakennuksissa sekä autosuojissa			
- yksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	ei rajoitusta
- kaksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	<i>ei sallittu</i>
<b>Selostus</b>	<i>Rakennuksen korkeus on julkisivupinnan ja vesikaton leikkausviivan korkeus maan pinnasta (MRA 58 §). Tarvittaessa lasketaan rakennuksen nurkkapisteidien korkeuksien keskiarvo.</i>		

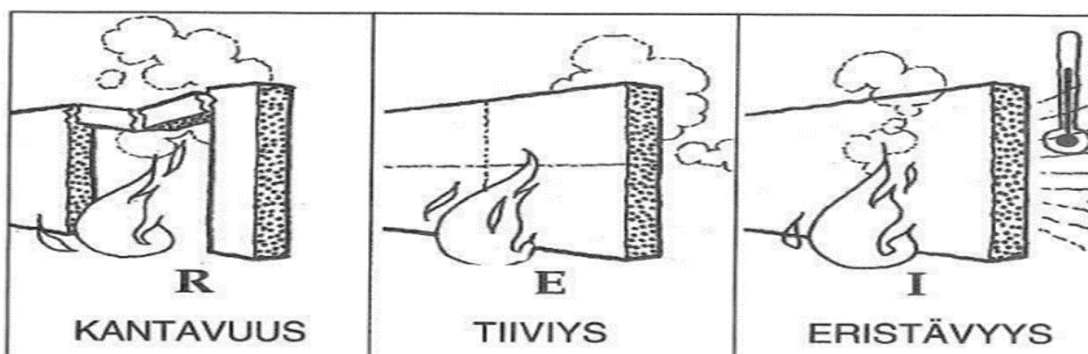
Kuva 6. Rakennuksen kerroslukua, korkeutta ja kerrosalaa koskevat rajoitukset. [11, s.11.]

Kuvakaappaus maankäyttö- ja rakennuslain taulukosta (kuva 6). Siinä on esitetty eri paloluokat rakennuksille sekä sallitut kerrosluvut ja kerrosalat. Taulukossa kerrotaan myös, mistä pisteestä mihin pisteeseen lasketaan rakennuksen korkeus. [11, s.11.]

## 5 Rakennuksen palonkesto

Kantavat ja osastoivat rakennusosat jaetaan palonkestoluokkiin sen perusteella, miten ne kestävät paloa. Rakennuksen palonkestoluokan vaatimukset muodostuvat kolmesta pääosasta, joka esitetään kolmella eri kirjaimella: R (kantavuus), E (tiiviyys) ja I (eristävyys). Näiden kirjaimien jälkeen ilmoitetaan palonkestävyysaika minuutteina: 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180 tai 240.

Palonkesto tarkoittaa rakennus tai sen rakenneosat pitää kestää tulipalossa tiettyä aikaa, joita vaatimuksissa on määrätty. Esimerkiksi REI 60 tarkoittaa osastoivan rakenteen pitää kestää tulipalossa 60 minuutin ajan levittämättä liekkiä, kuumuutta ja savukaasuja osastosta toiseen (EI), sen lisäksi rakenteen tulee kestää tulipalossa vähintään 60 minuutin ajan sortumatta (R). Myös on osastoivan rakenteen, jonka ei ole pakko kestää tulipalossa sortumatta, sen paloluokan vaatimus voi olla pelkästään tiiviys ja eristävyys, tällöin osastoivan rakenteelle merkitään vain EI ja palonkestävyysaika minuutteina kirjaimien jälkeen esimerkiksi EI30, EI60 jne. [13.]



Kuva 7. Rakennuksen eri palonkeston vaatimukset perustuvat muun muusta kantavuudesta, tiiviydestä ja eristävydestä. [17.]

Kuvassa (kuva 7) hahmotelma miten rakennuksen rakenteiden kestävyys kestää tulipalossa ja se kertoo mihin REI-termit perustuvat. R on kantavuus, rakenne kestää tulipalossa sortumatta tietyn ajan. E on tiiveys, rakenteeseen ei synny halkeamia tai aukkoja tietyn ajan tulipalossa. I on eristävyys, rakenne rajoittaa lämpötilan nousua osastosta toiseen. [17.]

## 6 Palokatkomateriaalit

Alla on esitetty YIT:n yleiset käytettävät palokatkomateriaalit, jotka ovat saaneet CE-hyväksyntä tai ETA-hyväksyntä Suomen markkinoilla. Luvussa kerrotaan vain materiaalien yleiset ominaisuudet ja käyttötarkoitukset. Materiaalien tarkemmat ominaisuudet, käyttökohteet, asennustavat, asennuksen ohjeet ja materiaalien yhteensopivuudet löytyvät tuotteiden valmistajilta tai tuotteiden ETA-hyväksyntäpäätöksiltä.

### 6.1 Akryylimassa

Akryylipohjaisten palokatkomassojen käyttökohteita ovat esimerkiksi metalli- ja komposiittiputkien läpiviennit, rakennusten rakenteiden välisten liikuntasauvojen palosuojaukset ja tekniikkaläpivientien viimeistelyt palosuojauksessa.

Akryylipohjaisia palokatkomassoja käytetään työmenetelmissä, joissa vaaditaan massalta erityisiä ominaisuuksia, kuten päällemaalattavuus, hyvä tartuntakyky ja UV-säteilyä kestävä. Akryylipohjaisella palokatkomassalla voidaan myös tiivistää estämään savukaasuja, kosteusrasitusta sekä äänen kulkemista läpivientien läpi.

Soveltuvia rakennusosia akryylipohjaisten palokatkomassojen käytölle ovat esimerkiksi ylä- ja väli- sekä alapohjat. Edellä mainittujen lisäksi myös osastoivat seinät ja kaapeliläpiviennit. Palokatkoja tehtäessä akryylipohjaista massaa yleensä yhdistetään muun palokatkomateriaalin kanssa, jotta saavutetaan rakenteellisesti paloa kestävä kokonaisuus. [3, s.10.]



Kuva 8. Esimerkkikohteen Heka-Gunillantien betoniseinärakenteessa oleva sähköläpivienti. [kuvaaja Hieu Tran.]

Porrashuoneen ja asunnon välinen betoniseinään on toteutettu sähköläpivienti (kuva 8). Läpiviennin palokatko on toteutettu villasullonnalla, jonka jälkeen viimeistely Firelin valmistaman paloakryylillä. Kyseinen palokatko on tehty YIT:n omalla henkilöstöllä. Jokainen palokatko yksilöidään palokaton viereen kiinnitettävällä Firelin tarralla, josta ilmenee muun muassa työn tekijä ja toteutusajankohta. Betoniseinä verhoillaan jälkeinpäin kipsilevyillä.

## 6.2 Elastiset massat

Elastiset palokatkomassat eli silikonimassat soveltuvat käytettäväksi palosuojauksessa liikunta- ja rakennussaumoissa. Massojen liikevarat voivat olla jopa 25 prosenttia, joten ne soveltuvat hyvin käytettäväksi läpivienneissä ja saumoissa.

Palokatkoratkaisuissa elastisten palokatkomassojen etuihin luetellaan saumojen joustavuus ja hyvä lämpötilojen kesto. Elastiset palokatkomassat kestävät myös hyvin ultraviolettisäteilyä ja otsonia sekä savukaasuja. Äänen-, ilman- ja vedenpitävyys kuuluvat sen ominaisuuksiin. [3, s.10.]

## 6.3 Palokatkomansetit

Palonsuojamansetit suojaavat muoviputkiläpiviennit palon leviämiseltä tiivistämällä sulanut aukko palotilanteissa. Mansetissa oleva nauha reagoi korkeaan lämpötilaan ja laajenee samalla rikkoen muoviputken sekä ummistaa läpiviennin, jolloin palo ei pääse kauluksesta läpi. [3, s.11.]



Kuva 9. Palomansetit ovat asennettu muoviputkiin betonivälipohjassa ahtaassa tilassa. [kuvaaja Hieu Tran.]

Palonsuojamansetit vievät vähän tilaa sekä niitä on helppo ja nopea asentaa myös ahtaissa tiloissa (kuva 9). Ne ovat suosittuja jälkiasennettavissa ratkaisuissa edellä mainittujen etujen vuoksi. [3, s.11.]

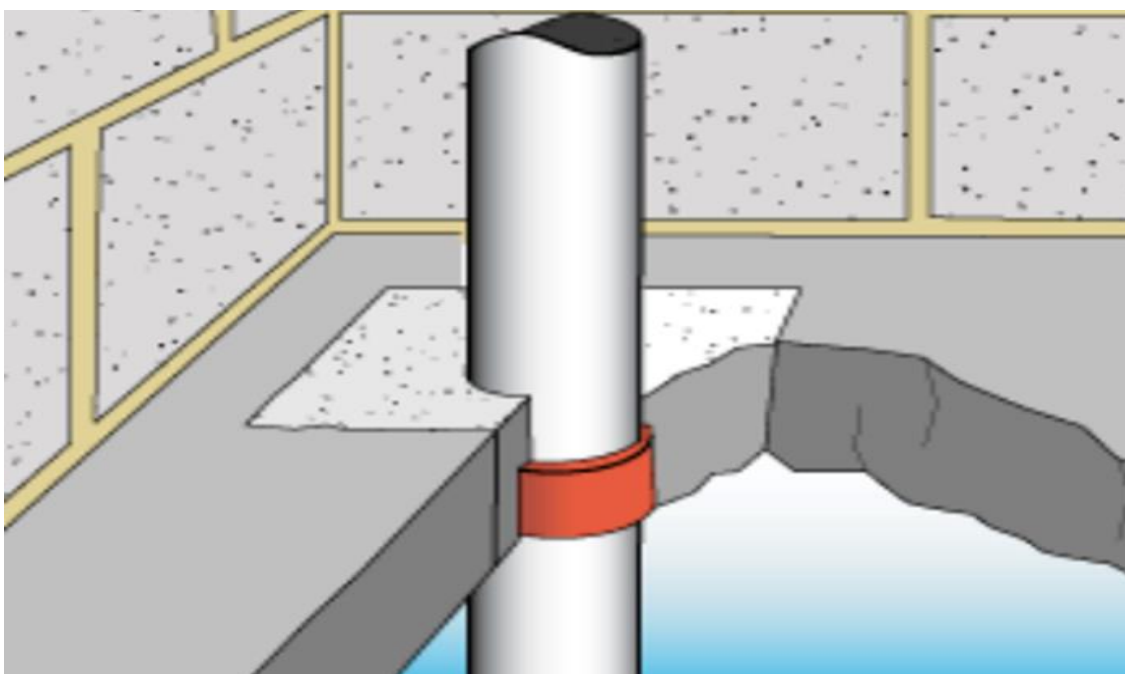
#### 6.4 Palovillaeristeet

Tyyp hyväksytyt kivivillat ovat palamattomia ja niitä käytetään muun muassa metalliputkien läpivieneissä palokatkona. Metalliputken ja aukon väliin jätetään hieman tilaa ja tyhjä tila täytetään kivivillalla riittävän, tiivisti katkeamattomana rakenteen läpi. Villasurvonnin jälkeen avonaiseksi jäävä villapinta tiivistetään vielä palomassalla, jolloin villa pysyy paikalla ja villapöly ei pääse leviämään ilmatilaan. [3, s.12.]

## 6.5 Palopannat

Palopanta tai palowrap-nimellä palossa paisuvien putki- ja saumapantojen toimintaperiaate on lähellä palomansetteja. Niitä käytetään varsinaisen palokatkon tukena esimerkiksi elementtisaumauksessa ja muoviputkien läpivientien tiivistämisessä. Palo ja savun leviäminen estyy, kun panta laajenee palotilanteissa.

Putki- ja palopanta ovat nopeita asentaa ja ne eristävät ääntä. Niillä saavutetaan hyvin tiivis rakenne, joka estää savukaasujen ja liekkien leviämisen. Niiden käyttö tukee ja nopeuttaa varsinaisen palokatkon toteuttamista. [3, s.11.]



Kuva 10. Palopanta tai palowrap-nimellä oranssilla värillä asennettu putki ympärille betonivälipohjassa. [15, s.1.]

Kuvassa (kuva 10) hahmotelma palopanta tai palowrap-nimellä on asennettu muoviputkiin ympäri tiivistämiseksi välipohjassa, palopandan asennuksen jälkeen putkin ympärille valetaan sementti- tai kipsipohjaisen massalla. Palopanta kestää tulipalossa jopa neljä tuntia. [15, s.1.]

## 6.6 Sementtimassat

Sementtipohjaisilla palokatkomassoilla pystytään täyttämään syviä ja laajoja läpivientikohtia esimerkiksi välipohjien tukkovalut. Niillä on pitkä työstöaika ja kovettuessa kestävät hyvin kosteusrasitusta, joten ne soveltuvat sisätiloihin sekä ulkotiloihin käytettäväksi. Ne ovat myös yleisesti suhteellisen edullisia verrattuna muihin palokatkomateriaaleihin. [3, s.10.]



Kuva 11. Esimerkkikohteen Heka-Gunillantien betonivälipohjan lattialäpivienissä käytettiin juotosbetoni palokatkona. [kuvaaja Hieu Tran.]

Sementtipohjaiset palokatkomassat (kuva 11.) eivät ole joustavia kovettuessa, joten niissä on huomioitava kutistuvuus varsinkin isoissa ja matalissa läpivienneissä. Lisäksi ne ovat juoksevia ennen kovettumista, mikä mahdollisesti vaatii



perusteellisia esivalmistelu- ja jälkitöitä esimerkiksi vanerimuotin tekoa ja myöhemmin sen purkua. [3, s.10.]

## 6.7 Kipsimassat

Kipsipohjaiset palokatkomassat ovat suosituimmat materiaalit, joita käytetään palokatkotöissä. Niitä voidaan käyttää myös laajojen läpivientien supistamiseen ennen varsinaisten palokatkojen toteutumista. Palokatkosuunnitelmaa tehtäessä on myös huomioitava rakenteeseen kohdistuvat rasitukset esimerkiksi kävely, jotta pystytään varmistamaan palokatkon toimivuuden lisäksi sen kantavuus. Maahan-tuojien tuoteohjeita suositellaan käytettäväksi, sillä niistä löytyvät tarkat mitoitus-ohjeet.

Kipsipohjaisilla massoilla tehdyt palokatkomassat eivät suuria ja jatkuvia kosteus-rasituksia. Näissä tilanteissa ne pystytään erilaisin keinoin suojaamaan kosteu-delta valmistajan ohjeita noudattamalla. Kipsipohjaiset palokatkomassat turpoa-vat kovettuessa, siten niillä on myös hyvät kantavuusominaisuudet. Muita hyviä puolia ovat kevyt rakenne, kutistumattomuus, hyvä palonkestävyys ja ne ovat huoltovapaita. Kipsipohjaisia palokatkot ovat helposti muokattavissa jälkeen päin, sillä niitä pystytään suhteellisen helposti työstämään käsi- tai akkutyökaluilla. Nii-den massa sitoo hyvin lämmön ja hidastaa korkeiden lämpötilojen siirtymisen pa-lotilanteissa rakenteiden läpi. [3, s.10.]

## 6.8 Grafiittimassat

Grafiittipohjaiset palokatkomassat reagoivat korkeisiin lämpötiloihin voimakkaasti laajenemalla jopa 7 kertaisesti. Laajenemiskapasiteetin vuoksi ne ovat suosittuja sähkö- ja muoviputkiläpivientien tiivistyksissä. Ne soveltuvat kohteisiin, joissa vaaditaan savukaasutiiviyyttä. Niitä käytetään myös palokatkojen jälkipaikkauk-sissa ja saumauksissa.

Grafiittipohjaiset palokatkomassojen käyttöä rajoittaa kuitenkin niiden korkea hinta, joten niille yleensä pyritään löytämään edullisempia vaihtoehtoisia palokatkomateriaaleja. [3, s.11.]



Kuva 12. Esimerkkikohteessa Heka-Gunillantiellä grafiittimassaa on käytetty betonilattian sähköläpiviennissä. [kuvaaja Hieu Tran.]

Kuvassa (Kuva 12) sähköläpiviennin halkaisija on 40 mm, josta menee useita sähkökaapeleita läpi. Grafiittimassaa on käytetty läpiviennin tiivistämisessä sen helppokäyttöisyyden vuoksi. Tiivistettävää pinta-alaa on ollut vähän, joten grafiitin käyttö on ollut kustannustehokasta ja viimeistely siistiä. [3, s.11.]

## 6.9 Palokatkovaahdot

Palokatkovaahdojen ominaisuudet ja käytettävyys vastaavat normaaleja uretaanivaahdoja, joten niitä on nopea ja helppo käyttää. Ne ovat loistavia pienten tai

isojen rakojen täytössä ja saumauksissa. Kuivumisen jälkeen ne eristävät hyvin ääntä ja ne ovat päälle maalattavissa. Ennen käyttöä on hyvä perehtyä materiaalikohtaiseen tyyppihyväksyntäehtoihin, jotta varmistetaan käyttökohteeseen soveltuvuus. [3, s.11.]



Kuva 13. Palokatkovaahdolla toteutettu palokatko seinäläpiviennissä. [kuvaaja Hieu Tran.]

Esimerkkikohteessa Tehtaankadun ala-asteella pyrittiin löytämään vanhan tiiliseinän matalaan ja leveään aukkoon kustannustehokasta tapaa ummistaa putkiläpimenot palonkesto-ominaisuudella (kuva 13.). Useista vaihtoehdoista päädyttiin käyttämään palokatkovaahtoa, jolla saatiin myös nopeasti täytettyä suuri tyhjä tila tiiliseinän yläpuolella.

## 6.10 Väliaikaiset tai muunneltavat palokatkot

Palokatkopusseja ja -tyynyjä käytetään seinä- ja kattorakenteiden palokatkoissa. Niitä käytetään sekä tilapäisissä, että pysyvissä palokatkoissa. Niillä pystytään suojaamaan viereisiä tiloja esimerkiksi pöly- ja äänirasituksilta. Ne ovat yleisesti käytössä saneerauskohteissa ja uudisrakentamisessa sekä pienissä muutostöissä (sähköistyksset ja läpiviennit). [3, s.11.]

## 6.11 Palokatkopinnoitteet

Palokatkopinnoitteet ovat palonkestäviä aineita, joilla suojataan kaapeliarinoita, metalli- ja muoviputkia sekä yksittäisiä sähkökaapeleita. Tämän joukkoon kuuluvat muun muassa palonsuojamaalit, -fillerit sekä kovat, tiheydeltään yli 150 kg/m<sup>3</sup> mineraalivillat. Ne soveltuvat käytettäväksi kevyiden väliseinien läpivienneille, sillä niitä on helppo käyttää ja ne ovat savukaasuja läpäisemättömiä. Kaapeleiden pinnoitus ehkäisee palo-osastojen väliset kaapelipalot. [3, s.11.]



Kuva 14. Palokatkopinnoitemassa (CP 679 A) levitetty sähkökaapeleihin. [19.]

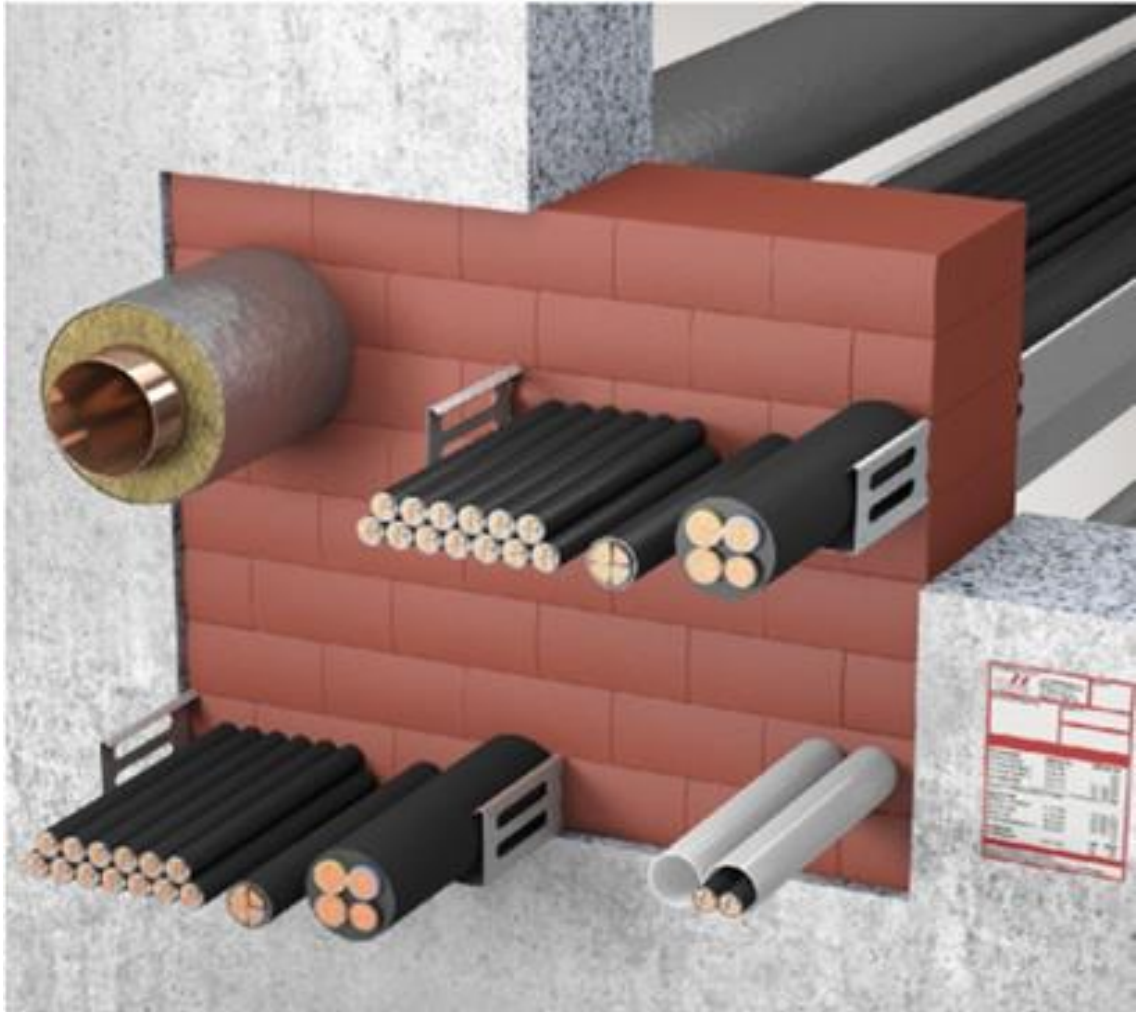
Kuvassa (kuva 14) Hiltin valmistama sähkökaapelien palopinnoite, joka levitetään sähkökaapeleiden päälle. Kyseinen tuote on käyttövalmis ja ominaisuuksiltaan

jäähdyttävä palotilanteissa, vesipohjainen sekä hajuton. Se on kuivuttuaan elastinen sekä liuotin- ja säänkestävä, joten sitä voidaan käyttää myös ulkotiloissa. Palopinnoite on helposti työstettävä. Sen levityksessä voidaan käyttää pensseliä, telaa tai ruiskua. [19.]

## 6.12 Palokatkoitiilet ja tulpat

Palokatkoitiiliä käytetään väliaikaisina ja pysyvinä palokatkoina pienien ja keski-suurien putki- ja kaapeliläpivientien palokatkoratkaisuissa. Näillä tuotteilla pystytään tekemään helposti palokatkoja ja samalla suojata viereisiä tiloja pölyltä ja äänien kulkeutumiselta läpivientien kautta. Helppokäyttöisyytensä vuoksi ne soveltuvat kaiken tyyppisille ja kokoisille työmaille.

Palokatkotulppia käytetään pyöreissä kaapeliläpivienneissä tilapäisinä suojina. Ne soveltuvat myös pysyviksi palokatkoratkaisuksi yksittäisten kaapelia ja kaapelinippujen palosuojaustyössä. Palokatkotulpat ja -tiilet suositellaan suojattavaksi erikseen, jos niitä käyttökohteessa esiintyy kosteusrasitusta tai UV-säteilyä. Palokatkotulppien ja -tiiltien käytöllä saadaan siisti ja hygieeninen asennustyö sekä ne ovat jälkeempäin helposti muunneltavissa. Niiden ominaisuuksiltaan joustavia ja kestäviä hyvin liikerasituksia ja lämpötilavaihteluja. [3, s.12.]



Kuva 15. 3D-kuva, jossa palokatkotitiiliä on käytetty isossa tekniikkaläpiviennissä. [18.]

Kuvankaappauksessa (kuva 15) on Zapp-Zimmermannin valmistamia palokatkotitiiliä, jotka ovat ETA-arvioituja ja CE-hyväksytyjä. Palokatkotitiilet ladotaan päällekkäin ja kiinnitetään toisiinsa palokatkovaahtomassalla. Ne soveltuvat palokatkomateriaaliksi hyvin kaapeli- ja putkiläpivienneissä sekä läpivientivarauksissa. Niitä on helppo muotoilla, sillä ne ovat pehmeitä ja joustavia. [18.]

## 7 Asennustavat

Tässä luvussa käsitellään YIT:n yleisimmin käyttämiä palokatkotyön asennus tapoja. Nämä asennustavat ovat helppo toteuttaa ja jotka eivät vaadi asentajalta aikaisempaa kokemusta. Kuitenkin asentajalta vaaditaan palokatkotyön valmistajan järjestämä palokatkotyökoulutus ennen töiden aloittamista.

### 7.1 Läpiviennit

Rakennuksen rakenteeseen tehdään reikiä tai läpi menevä kuilua ja niiden kautta viedään rakennuksen talotekniikat läpi, kutsutaan läpivienniksi, läpiviennissä voivat olla sähkökaapelit, putket, roilot, hormit tai ilmakeinavat. Läpivienteihin on tehtävä palokatkot, jotka estävät liekkien, kuumuden ja savukaasun leviämisen osastoista toiseen reikien kautta määrätyn ajan puitteessa.

Ennen läpivienteihin asennustöistä aloittamisista asentaja tulee selvittää kyseisen läpiviennistä palokatkon vaatimukset, jossa ovat esitetty palokatkosuunnitelmassa. Kun läpivienteihin asennetaan vaaditun palokatkon materiaalit ja niiden ominaisuudet täytyvät, tällöin palokatkoa voidaan hyväksyttää. [3, s.7.]

#### 7.1.1 Sähköläpiviennit

Sähköläpiviennin tekemiseen, kuten muita läpivientä niiden reiän koon, sijainnin, rakenteen olevat materiaalit ja läpimenevän sähkökaapelin tai sähkökaapelipun halkaisijan leveyden perustella voidaan määrittellä sille käytettävä palokatkomateriaalia. Sähköläpivientien asennustavat ovat monta eri vaihtoehtoja.

- Sähkökaapelit niputetaan ja massataan palokatkosuunnitelman asennusdetaljien mukaisesti.
- Yksittäisen kaapelin voidaan tiivistää palokatkomassalla suunnitelman ja asennusohjeiden mukaisesti.

- Kun sähköläpiviennille halutaan tehdä väliaikainen palokatko, silloin voidaan käyttää väliaikainen palokatkomateriaali esimerkiksi palopussit. Tällöin kaapelit voidaan viedä reiästä läpiä jälkikäteen ja palokatkoa rikkomatta.
- Käytetään valmiiksi asennettuja valmiskomponentteja. [3, s.9.]

### 7.1.2 Putkiläpiviennit

Putkiläpiviennissä putki voi olla käytännössä mitä tahansa materiaalia esimerkiksi metalli, muovi, komposiitti ja muut eritysmateriaalit. Putkiläpiviennissä palokatkon materiaalivalinnassa tehdään putken materiaalin mukaisesti.

Esimerkiksi tulipalossa metalliputki kestää paremmin kuin muoviputki, koska metalliputken muodon muutos korkealämpötilassa ei ole kovin suuri ja tällöin paisuvia massoja ei tarvita. Muoviputki taas sulaa tulipalon aiheuttaneesta korkeasta lämmöstä. Näin ollen muoviputkin palokatossa sen ympärille tulee käyttää paisuvia materiaaleja, kuten palopantaa, palomansettia tai grafiittipohjaisella massalla. [3, s.8.]

## 7.2 Täyttötavat

Täyttötapa on yksi yleisimmistä tavoista tehdä palokatkotyö, niin isossa kuin pienessä läpiviennissä. Tässä luvussa kerrotaan neljä erilaista täyttötapaa. Nämä täyttötavat ovat työmaalla yleisimmin käytettyjä.

### 7.2.1 Massaaminen

Palokatkomassauksella tarkoitetaan läpiviennin tyhjän tilan täyttämistä palokatkomassalla tai sullomalla tiivisti palamattomalla tyyppihyväksytyllä materiaalilla. Sullonnan jälkeen työvaihe viimeistellään palokatkomassalla, joka peittää sullo-



tun materiaalin pinnan, niin ettei se ole kosketuksessa huoneilmaan. Tällä varmistetaan, ettei palo pääse leviämään osastoivan rakennusosan ja läpiviennin tyhjän tilan kautta muihin tiloihin. [3, s.13.]

### 7.2.2 Valaminen

Palokatkoja voidaan toteuttaa myös valamalla soveltaen samoja tekniikoita kuten betonoinnissa. Ennen valua läpiviennin alaosa täytetään esimerkiksi vaahdolla tai villalla, jotta juokseva palokatkomassa ei pääse pakenemaan. Myös vanerimuottien käyttö on yleistä. Palokatkomateriaali sekoitetaan veteen ja sekoitetaan huolellisesti ennen käyttöä. Sekoittamisen jälkeen laasti kaadetaan läpivientikohtaan ja annetaan tiivistyä painovoiman avulla. Suosittuja käyttökohteita ovat kaaton ja lattian läpiviennit.



Kuva 16. Betonivälipohjan läpivientiin on valettu umpeen juotosbetonilla. [kuvaaja Hieu Tran.]

Kuvassa (kuva 16) isokuilun läpivientiin täytetty juotosbetonilla palokatkona. Kivussa löytyy muun muassa metalliputket (IV-kanavat), muoviputket (vesijohdot, viemärit).

Palokatkomassat vaativat vettä ja sekoittaminen pölyttää huonetilaa, joten niiden käytössä on huomioitava pölyn ja kosteudenhallinta vahinkojen ennaltaehkäisemiseksi. Sekoittamista varten työmaalle suositellaan rakennettavaksi sekoituspisteitä tai teltoja, jotta pystytään hallitsemaan pölyn leviäminen sekä minimoimaan vesivahinkojen riskiä. Sekoittamisessa on käytettävä suojakäsineitä, hengityssuojainta ja suojalaseja, jotta vältetään henkilövahingoilta ja altistumiselta. [3, s.13.]

### 7.2.3 Tiivistäminen ja saumaaminen

Tiivistyksellä saadaan viimeistelty palokatkoja ja lisättyä savukaasutiiveyttä osastoivissa rakennusosissa. Tiivistyksellä saavutetaan joustava rakenne, joka kestää lämpötilan vaihtelua ja liikettä. Sillä pystytään myös parantamaan rakenteiden äänitekniisiä ominaisuuksia.

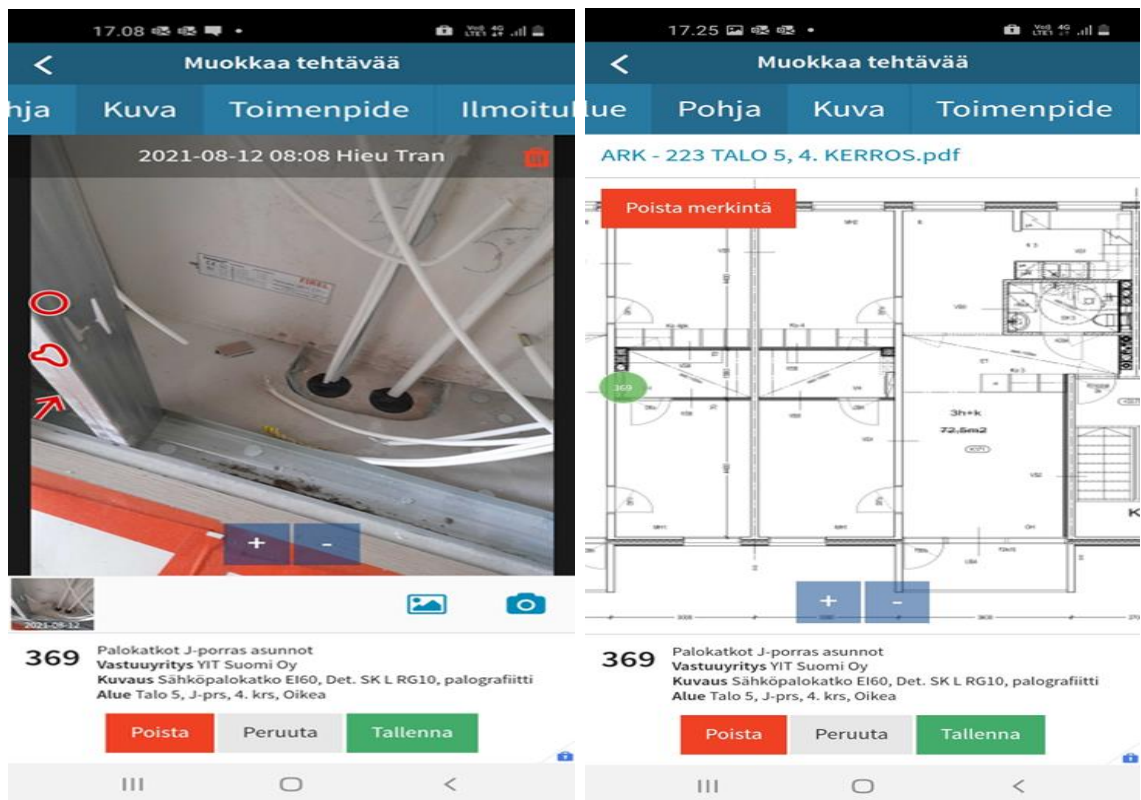
Saumauksessa saumattavat kohdan alle asennetaan pohjanauha tai sitä vastaava tuote. Silikoni- tai akryylipohjaiset palokatkomassat soveltuvat palokatkojen saumaukseen. Niitä voidaan käyttää yksin tai näiden yhdistäen yhtenäiseksi palokatkorakenteeksi noudattaen tyyppihyväksyntäehtoja. [3, s.13.]

### 7.2.4 Pursottaminen

Silikoni- ja akryylipohjaiset voidaan pursottaa riittävän syvissä saumoissa ja pienissä aukkoissa. Pursotettavilla vaahdoilla tyypillisesti täytetään pieniä aukkoja tai syviä saumoja. Palokatkovaahtojen käyttö on helppoa ja niitä pystytään levittämään käsityökaluilla tai pursottamaan pistoolilla ponneaineiden avulla, kuten tiivistämiseen käytettäviä uretaaneja. [3, s.13.]

## 8 Laadunvarmistus ja dokumentointi

Palokatkon tekijä on vastuullinen palokatkon laadusta ja dokumentoinnista. Yleisesti palokatmourakoitsija merkkää ja yksilöi työkohteeseen toteutetut palokatkot esimerkiksi pohjakuvaan. Tätä varten on olemassa myös ohjelmistoja palokatkojen laadunvarmistukseen ja dokumentointiin. Alla on esimerkiksi laadunvarmistus Congrid ohjelma.



Kuva 17. Kuvankaappaus laadunvarmistus- ja dokumentointiohjelmasta Congrid. [YIT:n arkisto.]

Töiden valmistuttua työn suorittaja luovuttaa edellä mainitut dokumentit rakennuttajalle hyväksyttäväksi. Näiden avulla voidaan varmistaa palokatkojen laadulliset ominaisuudet. Luovutusaineistossa on dokumentoitu ja yksilöitynä palokatkojen sijainnit, toteutuskuvat, detaljinumero ja asennusajankohta sekä materiaalityötiedot. Kuvakaappaus Congridin järjestelmästä (kuva 17). Kuvassa näkyy suoritettu palokatkon kohteesta, vastuuryityksen nimi ja rakennuksen alue kohtaisesti.

## 9 Kustannusvaikutukset

Kustannuksiin vaikuttavat monet eri tekijät kuten toteutustapa, materiaalivalinta ja ammattitaitoisesti tehty työ. Luvussa kerrotaan kaksi erilaista toteutustapaa ja näiden kahden erilaisen tavan kustannus- ja laatuerot.

### 9.1 Palokatkojen toteutus

Palokatkoissa löytyy useampia toteutustapoja, sen voi tehdä palokatkoasentajilla tai koulutetuilla omilla työmiehillä. Palokatkojen kustannukset ovat vaikeita ennakoita tai arvioida hankkeen tarjousvaiheessa, yleensä rakentamisvaiheessa tapahtuu yllätyksiä seikkoja ja kustannukset ylittivät lasketetusta summasta.

Luvussa kerrotaan hyvät- ja huonot puolet eri toteutustavoista omalla kokemuksella palokatkojen valvonnassa, tällöin saadaan selkeämpi näkemys palokatkojen toteutuksen kannattavuudesta.

#### 9.1.1 Palokatkoasentajan tekemä työ

Isoissa ja vaativissa kohteissa pääurakoitsija yleensä tilaa ja vastuutta palokatkojen ulkopuoliselle toimijalle, joka on erikoistunut palokatkoihin. Tällä pystytään vähentämään työnjohtajien työkuormaa, sillä palokatkoasentaja on pääsääntöisesti vastuussa palokatkojen toteutuksesta ja laadunvarmistuksesta sekä materiaalihankinnoista. Työmailla tehdään kohdekohtainen palokatkoasennus suunnitelma, jossa on yleensä useita palokatkoasentajia, jotka on tehtävä huolellisesti ja dokumentoitava valvojien ja rakennusvalvonnan hyväksyttäväksi.

Kokenut palokatkoasentaja pystyy yksin hoitamaan kokonaisvaltaisesti ja itsenäisesti työmaan palokatkojen noudattaen pääurakoitsijan kanssa sovittuja aikatauluja. Palokatkoasentajien lukumäärää voidaan lisätä kiireellisissä tapauksissa tai jos työmaan koko on liian suuri yhden asentajan hoidettavaksi.

Asentajat pystyvät sopimaan keskenään työnjaon, joten harvemmin varsinaista palokatkoitöiden työnjohtajaa tarvita urakoitsijan puolelta.

Palokatkoasentaja hallitsee hyvin palokatkoedellytykset, jolloin harvemmin työmaan henkilöstön tarvitse olla palokatkourakoitsijan apuna. Ammattimainen palokatkomies pystyy toteuttamaan vaativammatkin palokatkot erittäin ahtaissa ja vaikeapääsyisissä paikoissa. Harjaantumisen ansiosta näiden ammattilaisten työnjälki sekä viimeistely on erinomaista ja toteutus nopeaa.

Palokattojen toimintavarmuus ja dokumentointi on erittäin tärkeää. Sen vuoksi pääurakoitsija ei halua ottaa turhia riskejä niiden toteutuksessa. Tällöin alihankintana tehtävät palokatkot ovat varmin tapa minimoida laadulliset, aikataululliset ja taloudelliset riskit.

Alihankintasopimuksissa yleensä pääurakoitsijan vastuuseen kuuluu luoda palokatkourakoitsijalle riittävät edellytykset, jotta palokatkot voidaan toteuttaa alueittain ja urakaluontoisesti. Lisäkustannuksia syntyy, jos palokatkoasentaja joutuu palaamaan useita kertoja samalle työalueelle tai työhön tulee kohtuuttomia keskeytyksiä aloitusedellytysten ollessaan riittämättömät. Palokatkoasentajalle on yleensä saatava yhtäjaksoisesti riittävästi töitä, jotta palokatkotyö voidaan toteuttaa yksikköhinnoin tai kokonaisurakkana. Tämä on hankalaa varsinkin pienillä työmailla, joissa on määrällisesti vähän palokatkoja. Tällöin pääurakoitsija joutuu teettämään palokatkotyöt usein tuntiveloitusperusteisesti, joka on yleisesti kalliimpaa kuin muut urakkamuodot. Tuntiveloitusperusteisissa töissä pääurakoitsija yleensä joutuu maksamaan myös palokatkourakoitsijan siirtymisestä aiheutuneet kustannukset.

Työmailla harvemmin pystytään luomaan tarpeeksi mestaa, jotta palokatkoasentaja pystyy tekemään yhtäjaksoisesti pitkiä ajanjaksoja samalla työmaalla. Sopimuksessa usein veloitetaan pääurakoitsijaa ilmoittamaan yhden tai useamman päivän varoitusajalla palokatkourakoitsijalle, jotta tämä pystyy varaamaan ajoissa resursseja kyseiselle työmaalle. Ongelmia syntyy, jos joudutaan kiireellisesti to-

teuttamaan yksittäinen palokatko, jotta jokin kriittinen työvaihe pystytään loppuunsaattamaan. Esimerkiksi kipsialakaton yläpuoliseen tekniikkaläpivientiin on tehtävä kiireellisesti palokatko, jotta alakatto voidaan ummistaa, tasoittaa ja maalata. Tällöin yksittäisen palokatkon hinta voi nousta todella korkeaksi, jos palokatkoourakoitsijan minimiveloitus on neljä tuntia eikä työmaalla löydy muita palokattoja toteutettavaksi.

### 9.1.2 YIT:n omien työntekijöiden tekemä työ

Palokatkotyöt voidaan myös vaihtoehtoisesti teettää omilla työntekijöillä. Palokatkotuotteiden maahantuojat ja valmistajat järjestävät kursseja sekä jakavat asennusohjeita. Työmaalla voidaan kouluttaa osa työntekijöistä tekemään yksinkertaisia palokatkotöitä esimerkiksi tukkovalut, palouretaanin käyttö, villasullonnat ja saumaustyöt. Näiden töiden tekeminen ei vaadi suuria alkupanostuksia henkilöstön koulutukseen, mutta työt ovat tehtävä huolellisesti oikeita materiaaleja käyttäen, jotta lopullinen rakenne täyttää sille asetetut vaatimukset.

Palokatkotöiden urakkaluontoisen toteutuksen mahdollistaminen tuottaa suuria haasteita työmailla, sillä se on erityisen häiriöherkkä. Jos palokatkoourakoitsija joutuu palaamaan jälkeinpäin samalle alueelle tekemään yksittäisiä palokattoja, niin tällöin ne useimmiten joudutaan teettämään tuntiveloitushinnalla, joka on todella kallista verrattuna yksikkö- tai kokonaisurakkahinnoitteluun. Tämän tyyppisten haasteiden varalta voidaan käyttää omia työntekijöitä tekemään yksittäiset palokatkot, joka sujuvoittaa työmaan tuotantoa ja sillä voidaan säästää huomattavia summia rahaa.

Työmaa voi hyödyntää useissa tilanteissa ammattimaista timpuria, joka kykenee tekemään myös palokatkotyöt. Esimerkiksi sama henkilö voi pienentää timanttimiehen vahingossa tekemät ylimitoitettut reiät, jonka jälkeen toteuttaa palokatkon. Tämä vähentää työnjohtajien työkuormaa ja voi ratkaisevasti nopeuttaa työvaiheiden valmistumista sekä minimoida lisäkustannusten muodostumista.

Pääurakoitsijan on huomioitava vastuukysymykset ja arvioitava kustannukset, jos harkitsee palokatkotöiden tekemistä omilla työntekijöillä. Tällöin palokatkotöiden kustannuksia on vaikea tarkasti arvioida, sillä työt toteutetaan yleensä tuntitöinä omien työntekijöiden kohdalla. Myös vastuu näiden palokatkojen toimivuudesta ja työnjohtovelvoite sekä materiaalihankinnat kuuluvat kokonaan pääurakoitsijalle, mikä kuormittaa työmaan toimihenkilöstöä. Laadunvarmistukseen ja dokumentointiin on kiinnitettävä erityistä huolellisuutta, sillä puutteellisen dokumentoinnin tai jälkikorjausten tuomat lisäkustannukset ovat kalliita ja haasteellisia ratkaista.

## 9.2 Esimerkkitapaukset

Tässä luvussa selostetaan esimerkkikohteissa löydettyjä laadullisia ongelmia korjausmenetelmien ja tuodaan esille edellä mainittujen toimenpiteiden kustannusvaikutukset. Esimerkkitapausten avulla pystytään antamaan virheiden konkreettinen aikataulu- ja kustannusvaikutus, jos palokatkotyö teetetään aliurakoitsijalla tai pääurakoitsijan omilla resursseilla.



Kuva 18. Palokatossa akryyli on huonosti levitetty ja viimeistelty. [kuvaaja Hieu Tran.]

Rakennusvalvonta ei ole hyväksynyt kohteessa tehtyä palokatkoa (kuva 18). Työmaalla jouduttiin uusimaan YIT:n toimesta useita vastaavanlaisia palokatkoja, jossa betonivälipohjan läpi kulki ilmanvaihtokanava. YIT joutui omakustanteisesti uusimaan virheellisesti tehdyt palokatkot, sillä nämä oli toteutettu pääurakoitsijan omilla resursseilla. Edellä mainittujen korjaustoimenpiteiden takia kustannukset nousivat yli kaksikertaisiksi verrattuna siihen, jos työ olisi tehty kerrallaan laadullisesti oikein.

Yhteen ilmanvaihtokanavan palokatkon toteutukseen meni keskimäärin yhdeltä rakennusammattilaiselta keskimäärin yksi tai kaksi tuntia työaikaa ja yksi 600 ml makkara paloakryyliä. Korjaustoimenpide lisäsi työaikaa kolmella tunnilla, joista yksi tunti meni vanhan paloakryylin poistoon. Sen lisäksi materiaalikustannukset nousivat tuplasti, sillä vastaava määrä paloakryyliä jouduttiin käyttämään palokatkon korjaukseen. Myös toimihenkilöiden ja valvojan työaikaa jouduttiin käyttä-



mään virheen katselmointiin, laadunvarmistukseen ja dokumentointiin. Jos kyseinen työ olisi kuulunut palokatkourakoitsijan vastuulle, niin YIT olisi säästännyt korjaustoimenpiteistä aiheutuneet lisäkustannukset vaatimalla ne palokatkourakoitsijalta.



Kuva 19. Suunnitteluvirheen takia putkiläpimenot ovat porattu liian isoksi. [kuvaaja Hieu Tran.]

Esimerkkikohteen reikäkuvassa oli merkattuna 120 mm reiät putkiläpimenoja varten (kuva 19.). Nämä osoittautuivat kuitenkin liian suuriksi tuleville putkille. Lisäksi asennetut putket olivat liian lähellä läpimenon reunaa, jolloin villasullontaa ei pystytty asentamaan oikein. Palokatkourakoitsija kieltäytyi toteuttamasta palokatkoa edellä mainittujen virheiden vuoksi.

Läpimenot jouduttiin piikkaamaan osittain isommaksi, jotta putkien ympärille saatiin tarpeeksi tilaa villasullonnalle. Lisäksi läpimenoja jouduttiin pienentämään muuraamalla käyttäen halkaistuja tiiliä. Työkohteen palokatkojen aloitusedellytysten luomiseksi palokatkourakoitsija joutui siirtämään työn aloitusta myöhemmäksi, josta pääurakoitsijalle aiheutui lisäkustannuksia läpimenojen modifioin-

nista sekä korvaamaan palokatkourakoitsijalle ylimääräisistä siirtymisistä aiheutuneet aika- ja matkakustannukset. Kyseissä tapauksessa myös tilan alakattourakoitsijalle YIT joutui korvaamaan ventttatunnit, sillä alakattotyö ei pystytty aloittamaan aikataulun mukaisesti.

Jos kyseinen korjaustoimenpide olisi suoritettu kokonaisuudessa YIT:n toimesta, niin olisi säästetty palokatkourakoitsijalle korvattu rahasumma, sillä palokatkotyöhön varattu resurssi olisi voitu helposti käyttää muuhun työhön. Myös alakattotyöt olisi pystytty aloittamaan määrättyssä aikataulussa, sillä virheet olisi pystytty korjaamaan samana päivänä, kun suunnitteluvirhe havaittiin.

### 9.3 Materiaalivalinta

Esimerkkikohteessa toteutettiin osa palokatkoista YIT:n omilla resursseilla. Tätä varten työntekijöille ja työtä valvovalle työnjohtajalle annettiin käytettäväksi alla esitettävä materiaalivalintataulukko työn tueksi. Taulukkoon on listattu erilaisia palokatkoja erilaisilla rakenteilla sekä toteutukseen soveltuvat materiaalit. Työn suorittajat pystyivät käyttämään taulukkoa muistilistana ennen ja jälkeen palokatkon toteutusta. Taulukon tarkoitus oli minimoida työvirheitä ja helpottamaan laadunvarmistusta.

Läpivienni	Laajeneva palokatkossa	Palokatko-vaaho	Palomansetti	Elastinen palokatkossa	Plastinen palokatkossa	Modulaarinen palokatko	Palokatkopinnoitettu mineraalivilla	Palokipsimassa	Sementtipalokatkomassa	Palokatkotili	Palokatkotulppa
<b>Muoviputki</b>											
Betoni ja tiilirakenne	✓	✓	✓				✓		✓	✓	
Levyrakenne	✓	✓	✓				✓			✓	
<b>Metalliputket</b>											
Betoni ja tiilirakenne		✓		✓	✓		✓		✓	✓	
Levyrakenne		✓		✓	✓		✓		✓	✓	
<b>Sähkökaapelit</b>											
Betoni ja tiilirakenne	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Levyrakenne	✓	✓			✓	✓	✓	✓		✓	✓
<b>Kaapelihylly</b>											
Betoni ja tiilirakenne	✓	✓					✓	✓	✓	✓	✓
Levyrakenne	✓	✓					✓	✓		✓	✓
<b>Saumaukset</b>											
Betoni ja tiilirakenne					✓						
Levyrakenne					✓						

Kuva 20. Kuvakaappaus materiaalivalintataulukko. [YIT:n arkisto.]

Kuvakaappaus materiaalivalintataulukosta (kuva 20). Taulukko kertoo yleisesti, mikä palokatkoaine sopii betoniin ja levyrakenteeseen. Palokatkoaineen valinta riippuu läpiviennin menevät materiaaleista. Yhdessä palokatkossa voi olla useampi palokatkoaineiden yhdistys. Tämän takia palokatkon suorittaja tulee tarkistaa palokatkoaineen yhteensopivuuden, ennen töiden aloittamista. Esimerkiksi metalliputket tarvitsevat villasullonnan lisäksi paloakryylimassa.

## 10 Tulokset

Palokatkotöiden toteutuksen vertaileminen oman henkilöstön ja aliurakoitsijan välillä ei ole olemassa suoraviivaista vastausta siihen, että kumpi on aikataulullisesti järkevämpi ja kustannustehokkaampi. Kummassakin on tilanteen mukaan omat hyvät ja huonot puolensa.

Yleisesti häiriötilanteissa voidaan kuitenkin yleisesti tehdä johtopäätös, että omalla henkilöstöllä voidaan helpommin tehdä korjausliike, jotta työmaan aikataulu ei kärsi. Toisaalta aliurakoitsijan tehdessä laadullisen virheen palokatkoissa voidaan korjauskustannukset vaatia aliurakoitsijan korvattavaksi, jolloin voidaan välttää huomattavilta lisäkustannuksilta. Palokatkotöihin erikoistuneet yritykset ovat harjaantuneet palokatkotöiden toteutuksessa, jolloin laadulliset ongelmat ovat vähäisempiä ja työkuormaa voidaan vähentää työmaan toimihenkilöstöltä. Samalla pystytään helpommin ennustamaan palokatkotöiden kustannusten muodostumista ja vähentämään riskejä.

## 11 Yhteenveto

Opinnäytetyössä tutkittiin alihankintana ja pääurakoitsijan omalla henkilöstöllä palokatkotöiden toteutuksen välisiä aikataulullisia ja kustannuksellisia eroja. Jokainen työmaa on erilainen ja vaatii erillistä pohdintaa sekä vertailua näiden kahden toteutustavan väliltä.

Mitä monimutkaisempia palokatkoja ja suurempi työmaa, niin sitä useammin on järkevämpää toteuttaa palokatkot alihankintana, jolloin voidaan vastuutta toteutus, työnjohto ja riskit pois pääurakoitsijalta. Tämä on useimmiten kalliimpaa kuin omalla henkilöstöllä teetetyn palokatkotyöt, mutta häiriötilanteissa ja työvirheissä voidaan paremmin hallita lisäkustannusten muodostumiselta. Vaihtoehtoisesti voidaan myös samalla työmaalla osa palokatkoista teettää omilla työmiehillä. Yleensä ne ovat yksinkertaisia palokatkoja esimerkiksi tukkovalut, tiivistykset, palomansettien- ja palopantojen asennus sekä palokittaukset, joihin on helppo kouluttaa omaa henkilökuntaa. Vaativammat palokatkot voidaan vastuutta palokatkourakoitsijalle, jolla pystytään vähentämään riskiä ja työvirheitä. Vaativiin palokatkoihin kuuluvat muun muassa palopinnoitukset, palopeltien asennus, vaahdotus, palotiilet ja isojen läpivientien palokatkotyöt.

Jos halutaan käyttää työmaalla palokatkourakoitsijan lisäksi myös omia miehiä palokatkotöissä, niin tällöin on erityisen tärkeää ennakkosuunnittelu ja yhteensovitukset, jotta kaikki palokatkot pystytään toteuttamaan oikea-aikaisesti ilman puutteita.

## Lähteet

- 1 Rakennuskemia Oy. Palokatko-opas. Palokatkon lainsäädäntö. Verkkoaineisto <https://www.palokatko-opas.fi/ukk.html> Luettu 2.4.2022
- 2 Ympäristöministeriö. Maankäyttö- ja rakennuslaki. Verkkoaineisto <https://ym.fi/maankaytto-ja-rakennuslaki> Luettu 2.4.2022
- 3 Rakennusteollisuus. Palokatkon-opas 2007. Verkkodokumentti [https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/koulutus--ja-esitysaineistot/2015/041115\\_osastoivat-lapiviennit-ja-saumaukset.pdf](https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/koulutus--ja-esitysaineistot/2015/041115_osastoivat-lapiviennit-ja-saumaukset.pdf) Luettu 3.4.2022
- 4 Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL. Palokattojen suunnittelu, toteutus ja huolto. Määräykset ja ohjeet. RIL 270-2018 Luettu 3.4.2022
- 5 Suomen Palokatko-yhdistys ry. Palokatko-opas 2019. Verkkodokumentti <https://palokatko-yhdistys.fi/pdf/Palokatko-opas-22052019.pdf> Luettu 4.4.2022
- 6 Kiljavan Opisto. Rakentamisen sertifikaatti-Palokatkoasentaja. Verkkoaineisto <https://kio.fi/ammattillinen-koulutus/rakennusalan-tutkinnot/palokatko/> Luettu 4.4.2022
- 7 Ympäristöministeriö. Rakennetun ympäristön osasto. CE-merkintä. Verkkoaineisto <https://ym.fi/ce-merkinta> Luettu 5.4.2022
- 8 Rakennustuoteteollisuus RTT ry 2021. hEN Helpdesk. ETA-hyväksyntä. Verkkoaineisto <https://www.henhelpdesk.fi/kysymykset-ja-vastaukset.html> Luettu 5.4.2022
- 9 BM sertifikaatti. Rakennustuotteiden sertifiointi. Verkkoaineisto <https://fi.bmcertification.com/eta-eurooppalainen-tekninen-arviointi/> Luettu 5.4.2022
- 10 Heikkilä Kauppinen, Marja & Kauppinen, Timo. Ympäristöopas 39. Asunto- ja rakennus osasto. Edita Prima Oy. Helsinki 2003. Luettu 6.4.2022
- 11 E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Rakennusten paloturvallisuus. Määräykset ja ohjeet 2011. Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. Verkkodokumentti [http://www.finlex.fi/data/normit/37126/E1\\_2011-fi.pdf](http://www.finlex.fi/data/normit/37126/E1_2011-fi.pdf) Luettu 6.4.2022

- 12 Ympäristöministeriö. Ympäristöopas 95. Rakennustuotteiden CE-merkintä rakennustuotedirektiivin mukaisesti. Verkkodokumentti [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/41637/Ymp%C3%A4rist%C3%B6opas\\_95.pdf](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/41637/Ymp%C3%A4rist%C3%B6opas_95.pdf) Luettu 8.4.2022
- 13 Schibsted Suomi Oy. Rakentajan artikkeli 15.11.2021. Paloturvallisuusmääräykset ja -ohjeet vaikuttavat myös rakentamisessa. Verkkoaineisto [https://www.rakentaja.fi/artikkelit/8529/paloturvallisuusmaaraykset\\_ja\\_ohjeet.htm](https://www.rakentaja.fi/artikkelit/8529/paloturvallisuusmaaraykset_ja_ohjeet.htm) Luettu 9.4.2022
- 14 Wikipedia. CE-merkintä. Verkkoaineisto <https://fi.wikipedia.org/wiki/CE-merkint%C3%A4> Luettu 10.4.2022
- 15 Joints Oy. Palowrap. Tekninen tuoteseloste 2010. Verkkodokumentti <http://www.lognet.fi/tuotteet/lisatiedot/50907JT.pdf> Luettu 10.4.2022
- 16 EJOT Sormat Oy. ETA-hyväksynät ja CE-merkinnät. Verkkoaineisto <https://fi.sormat.com/hyvaksynnat/> Luettu 11.4.2022
- 17 Jämsä, Jani. Pelastusopisto 2014. Rakenteellinen paloturvallisuus rakennussuunnittelussa. Verkkodokumentti [https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/koulutus--ja-esitysaineistot/2015/041115\\_rakenteellisen-paloturvallisuus-suunnittelussa.pdf](https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/koulutus--ja-esitysaineistot/2015/041115_rakenteellisen-paloturvallisuus-suunnittelussa.pdf) Luettu 12.4.2022
- 18 Caupo Group Oy. Suomen Palokatkoystdistys ry Jäsenyryitys. Profiseal FSA Brick. Palokatkotitiili. Verkkoaineisto <https://cg-professional.fi/tuotteet/palokatkotuotteet/palokatkolapiviennit/profiseal-fsa-brick-palokatkotitiili/> Luettu 16.4.2022
- 19 Hilti Suomi Oy. Palokatko-opas. Palokatkopinnoitteet ja -massat. Verkkoaineisto [https://www.hilti.fi/c/CLS\\_FIRESTOP\\_PROTECTION\\_7131/CLS\\_FIRESTOP\\_COATING\\_SYSTEM\\_MORTAR\\_7131/r3515](https://www.hilti.fi/c/CLS_FIRESTOP_PROTECTION_7131/CLS_FIRESTOP_COATING_SYSTEM_MORTAR_7131/r3515) Luettu 18.4.2022
- 20 Heka Oy. Asuinkerrostalot. Gunillantie 6. Verkkoaineisto <https://www.hekaoy.fi/fi/asunnot/kohteet/gunillantie-6> Luettu 18.4.2022
- 21 Silmilä, Matti. 2018. Ajapaik. Estonian Photographic Heritage Society. Tehtaankadun ala-asteen koulu. Verkkoaineisto <https://ajapaik.ee/?page=1> Luettu 19.4.2022

