



**SAVONIA**

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# PALOKATKOSUUNNITELMA

Puurakenteinen kerrostalo

TEKIJÄ: Reetta Horto

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Reetta Horto			
Työn nimi Palokatkosuunnitelma			
Päiväys	13.5.2015	Sivumäärä/Liitteet	33/17
Ohjaaja(t) Janne Repo, yliopettaja, Matti Mikkonen, lehtori			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Esa Suomalainen, Sweco Rakennetekniikka Oy			
Tiivistelmä			
<p>Palokattojen tarkoitus on estää palon sekä myrkyllisten savukaasujen leviäminen läpivientien kautta palo-osastosta toiseen. Palon leviämisen estämisen ja palon aiheuttamien vahinkojen minimoimisen kannalta on tärkeää, että palokatkot on toteutettu käyttämällä oikeita ratkaisuja ja materiaaleja läpivienneissä. Eri kuntien rakennusvalvontaviranomaiset ovat alkaneet vuoden 2013 aikana vaatia isommissa rakennushankkeissa palokatkosuunnitelmaa rakennusluvan ehtona. Työn tarkoituksena oli saada selkeä kokonaisuus toimeksiantajan käyttöön palokatkosuunnitelman laatimista varten.</p> <p>Opinnäytetyössä perehdyttiin palokatkosuunnitelman sisältöön teoretiedon avulla ja koottiin tietoa palokatkosuunnittelusta, palokattoihin liittyvistä määräyksistä sekä käytettävissä olevista palokatkotuotteista. Lisäksi selvennettiin CE-merkinnän ja ETA-hyväksynnän merkitykset käytännössä.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena laadittiin viranomaismääräykset täyttävä palokatkosuunnitelman esimerkkisuunnitelma. Lisäksi koottiin palokatkoeteljeistä detaljikirjasto työn toimeksiantajan, Sweco Rakennetekniikka Oy:n, käyttöön. Työn liite on luottamuksellinen.</p>			
Avainsanat palokatkosuunnitelma, palokatko, paloturvallisuus, läpivienti, puukerrostalo			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme In Construction Engineering			
Author(s) Reetta Horto			
Title of Thesis Fire Seal Plan			
Date	13 May 2015	Pages/Appendices	33/17
Supervisor(s) Mr Janne Repo, Principal Lecturer, Mr Matti Mikkonen, Lecturer			
Client Organisation /Partners Mr Esa Suomalainen, Sweco Rakennetekniikka Oy			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of fire seals is to prevent fire and toxic fumes from spreading through penetrations in the fire compartments. To stop the fire from spreading and to minimize the damages caused by fire it is important that the fire seal penetrations are made by using the right solutions and materials. Since 2013 the supervision of building has started to demand fire seal plans in various municipalities as a condition for a building permit in larger development projects. The purpose of this thesis was to get a clear entity of fire seal planning for the use of the client.</p> <p>The thesis studied the content of the fire seal plan with the help of theoretical knowledge and put together the information about the fire seal plan, regulations concerning the fire seals and the available fire seal products. In addition, the meaning of the CE-marking and ETA-approval in practice was clarified.</p> <p>As a result of this thesis, an example plan of the fire seal plan was made. In addition, a library of fire seal details was put together for the use of the client. The attachment of this thesis is confidential.</p>			
Keywords fire seal plan, fire seal, fire safety			

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	6
2	PALOTURVALLISUUS JA PALOKATKOJEN MERKITYS .....	7
2.1	Paloluokat .....	7
2.2	Palo-osastointi .....	8
2.3	Palokatkoihin liittyvät määräykset .....	10
2.4	Palo puurakenteissa .....	11
3	PALOKATKOTUOTTEIDEN TUOTEHYVÄKSYNNÄT .....	15
3.1	CE-merkintä ja ETA-hyväksyntä .....	15
3.2	Tyyppihyväksyntä .....	16
4	PALOKATKOMATERIAALIT .....	17
4.1	Kipsipohjaiset palokatkomassat.....	18
4.2	Sementtipohjaiset palokatkomassat.....	18
4.3	Akryylipohjaiset palokatkomassat.....	18
4.4	Elastiset palokatkomassat.....	18
4.5	Laajenevat palokatkomassat.....	18
4.6	Pursotettavat palovaahdot.....	19
4.7	Palossa paisuvat sauma- ja putkinauhat .....	19
4.8	Palosuojamansetit.....	19
4.9	Palokatkopinnoitteet.....	20
4.10	Modulaarinen palokatko .....	20
4.11	Esivalmistetut läpivientikappaleet.....	20
4.12	Palokatkotäiilet ja -tulpat.....	21
4.13	Mineraalivillaeristeet.....	22
4.14	Uudet palokatkotuotteet puurakentamiseen .....	22
5	PALOKATKOSUUNNITELMA .....	23
5.1	Rakennusvalvontaviranomaisten ohjeet .....	23
5.2	Suunnittelijan ja asentajan pätevyysvaatimukset.....	24
5.3	Palokatkosuunnitelman rakenne.....	25
5.4	Palokotkojen laadun varmistaminen työmaalla .....	25
6	ESIMERKKI PALOKATKOSUUNNITELMASTA PUURAKENTEISEEN KERROSTALOOON .....	27
6.1	Palokatkosuunnitelman suunnitteluprosessi .....	27

6.2	Palokatkosuunnitelman tekstiosa.....	28
6.3	Palokatkosuunnitelman pohjapiirustus .....	28
6.4	Palokatkodetaljit .....	29
7	YHTEENVETO.....	32
	LÄHTEET .....	33
	LIITE 1: PALOKATKOSUUNNITELMA.....	34

## 1 JOHDANTO

Palo-osastoinnit ja palokatkot ovat olennainen osa kaikkien rakennusten paloturvallisuutta. Osastoivan rakenteen läpi joudutaan monesti viemään muun muassa vesi- ja viemäriputkia, sähköjohtoja ja ilmanvaihtokanavia. Palokatkojen tarkoitus on estää palon sekä myrkyllisten savukaasujen leviäminen läpivientien kautta palo-osastosta toiseen. Ne eivät saa olennaisesti heikentää osastoivan rakenteen osastoivuutta eikä palonkestoaikaa. Palon leviämisen estämisen ja palon aiheuttamien vahinkojen minimoimisen kannalta on tärkeää, että palokatkot on tehty oikein ja sopivilla materiaaleilla läpivientikohtaisesti.

Eri kuntien rakennusvalvontaviranomaiset ovat alkaneet vuoden 2013 aikana vaatimaan isommissa rakennushankkeissa palokatkosuunnitelmaa rakennusluvan ehtona. Uuden vaatimuksen taustalla ovat palokatkojen aikaisempi puutteellisuus ja asennusvirheet sekä näistä johtuvat henkilö- ja omaisuusvahingot palotilanteissa. Rakennusvalvonnan ohjeistukset palokatkosuunnitelman sisällöstä, sen laatijasta ja millaisissa kohteissa se tulee tehdä vaihtelevat paikkakunnittain.

Tässä opinnäytetyössä perehdytään palokatkosuunnitelman sisältöön ja kootaan yhteen tietoa palokatkosuunnittelusta, palokatkoihin liittyvistä määräyksistä, käytettävissä olevista palokatkotuotteista sekä selvennetään palokatkotuotteiden CE-merkinnän ja ETA-hyväksynnän merkitykset käytännössä. Tarkoituksena on tuottaa teorian pohjalta viranomaisvaatimukset täyttävä palokatkosuunnitelma esimerkkikohteeseen sekä koota yhteen tarvittavaa tietoa palokatkosuunnitelman laatimista varten. Palokatkosuunnitelman ohjeena käytetään pääasiassa pääkaupunkiseudun rakennusvalvontojen yhteisesti laatimaa ohjeistusta. Palokatkosuunnitelman teoriaosuus on sovellettavissa, mihin tahansa kohteeseen runkoratkaisusta riippumatta. Esimerkkikohteena on kuitenkin tilaelementtirakenteinen puukerrostalo. Puurakentaminen tuo omat haasteensa palokatkosuunnitelman laatimiseen, mihin tässä työssä on tarkoitus perehtyä tarkemmin. Lisäksi työssä kootaan työn tilaajan käyttöön detaljikirjasto jo aikaisempiin kohteisiin tehdyistä palokatkodetaljeista puurakenteisissa rakennosissa sekä tehdään yrityksen asiakkaita varten tuotekortti palokatkosuunnitelmasta.

Työn tilaajana toimii Sweco Rakennetekniikka Oy, jolta sain aiheen keväällä 2014. Työskentelen yrityksen Kuopion toimipisteessä. Sweco Rakennetekniikka on osa Sweco Finlandia, joka palvelee muun muassa rakennetekniikan, talotekniikan, teollisuuden sekä ympäristö- ja yhdyskuntarakentamisen aloilla. Sweco Finland on osa kansainvälistä Sweco-konsernia, jonka lähes 9 000 työntekijästä 1 800 työskentelee Suomessa. Sweco Rakennetekniikan toimialalla työskentelee noin 700 rakennus suunnittelun ammattilaista ympäri Suomen.

## 2 PALOTURVALLISUUS JA PALOKATKOJEN MERKITYS

Paloturvallisuus on rakennukselle asetettu vaatimus. Tämän vaatimuksen täyttämiseksi rakennuksen kantavien rakennusosien tulee palon sattuessa kestää niiltä vaadittu vähimmäisaika. Palon ja savun leviäminen sekä palon leviäminen lähistöllä oleviin rakennuksiin tulee rajoittaa. Rakennuksessa olevien henkilöiden tulee palotilanteessa päästä poistumaan tai heidät tulee olla mahdollista pelastaa muilla tavoin. Pelastushenkilöstön turvallisuus on otettava huomioon.

Paloturvallisuusvaatimuksen täyttymisen osoittamiseen on olemassa kaksi tapaa. Paloturvallisuusvaatimus voidaan katsoa täytyneeksi, mikäli rakennus on sekä suunniteltu että rakennettu annettujen määräysten ja ohjeiden paloluokkia ja lukuarvoja noudattaen. Toinen tapa perustuu oletettuun palonkehittymiseen. Paloturvallisuusvaatimuksen täytyminen katsotaan tapauskohtaisesti laskennallisia menetelmiä soveltaen ottaen huomioon rakennuksen ominaisuudet ja käyttö. Tällöin suunnittelun perusteet, käytetyt mallit ja saadut tulokset tulee esittää rakennuslupamenettelyn yhteydessä. (RakMK E1 2011, 8.)

### 2.1 Paloluokat

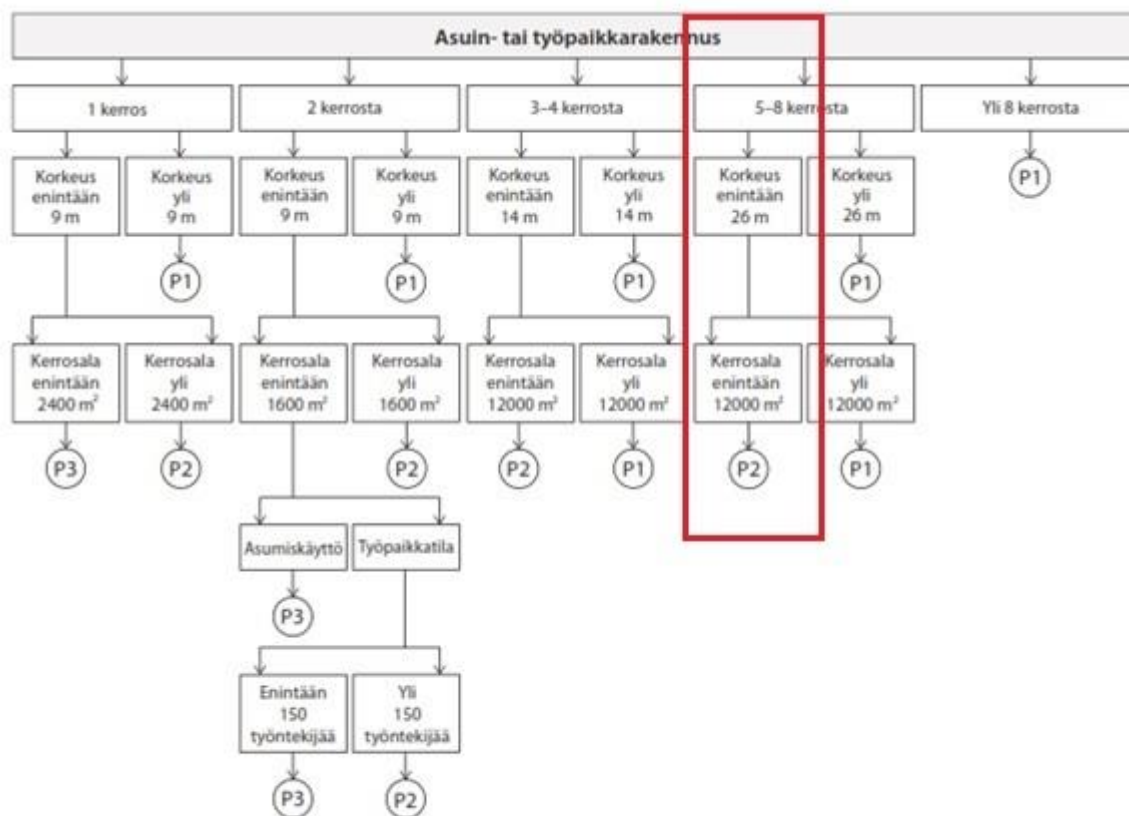
Rakennusta suunniteltaessa sille täytyy määrittää paloluokka. Paloluokat ovat P1, P2 ja P3. Rakennuksen paloluokka määritellään rakennuksen pinta-alan, kerrosluvun, korkeuden ja henkilömäärän mukaan. Rakennuksen eri osat voivat kuulua eri paloluokkiin, mikäli osat ovat erotettu toisistaan palomuurilla. (RakMK E1 2011, 10–12.)

P1-luokka asettaa rakennukselle tiukimmat palotekniset vaatimukset ja tähän luokkaan kuuluvan rakennuksen oletetaan pääsääntöisesti kestävän palotilanteessa sortumatta. Sen henkilömäärää, korkeutta, kerroslukua tai kerrosalaa ei ole rajoitettu. P1-luokan rakennukset ovat yleensä kolme- tai useampikerroksisia, mutta myös yksi- tai kaksikerroksisia rakennuksia voidaan vaatia tehtäväksi tähän luokkaan, mikäli toimintaa ei ole käyttötavan tai henkilömäärien rajoitusten takia lupa sijoittaa P2-luokan rakennukseen. (Ympäristöministeriö 2003, 47–48.)

P2-luokka asettaa rakennuksen kantaville rakenteille matalammat palotekniset vaatimukset kuin P1-luokka. Riittävä turvallisuustaso palon kannalta saavutetaan asettamalla vaatimuksia pintaosien ominaisuuksille ja paloturvallisuutta parantaville laitteistoille. P2-luokkaan kuuluvan rakennuksen kokoa ja henkilömäärää on rajoitettu käyttötavasta riippuen. (Ympäristöministeriö 2003, 47–48.) P2-luokkaan voidaan sijoittaa 3-8 kerroksiset puurunkoiset asuin- ja toimistorakennukset. Ne tulee kuitenkin varustaa automaattisella sammutuslaitteistolla. (RakMK E1 2011, 11.)

P3-luokassa rakennuksen kantaville rakenteille ei aseteta erityisvaatimuksia palonkeston suhteen, koska henkilöt pääsevät yleensä poistumaan rakennuksesta helposti ja nopeasti. Riittävä turvallisuustaso saadaan saavutettua rakennuksen kokoa, käyttötapaa ja henkilömääriä rajoittamalla. Tyyppillisiä P3-luokan rakennuksia ovat 1-2 -kerroksiset pientalot. (Ympäristöministeriö 2003, 47–48.)

Alla olevassa kaaviossa (kuvio 1) havainnollistetaan paloluokan määräytyminen asuin- ja työpaikkarakennuksissa. Myös tuotanto- ja varistorakennuksille tai autosuojille sekä muun käyttötavan omaaville rakennuksille on olemassa omat kaavionsa paloluokan määrittämistä varten. Nämä määrittelykaaviot löytyvät RT-kortistosta. (RT 08-11139 2014.)



KUVIO 1. Asuin- tai työpaikkarakennuksen paloluokan määrittäminen (RT 08-11139 2014)

Kaaviota luetaan ylhäältä alaspäin. Tämän työn esimerkkikohteen paloluokka saadaan määriteltyä tämän kaavion avulla. Kohde on kuusi kerroksinen asuinrakennus, sen korkeus jää alle 26 metrin eikä kerrosala ylitä 12 000 neliometriä. Näin ollen saadaan rakennuksen paloluokaksi P2.

## 2.2 Palo-osastointi

Palo-osasto on rakennuksen osa, josta palon leviäminen on määrätyn ajan estetty osastoivilla rakenteilla tai muulla tehokkaalla tavalla (Suomen RakMK E1 2011, 3). Rakennus tulee jakaa palo-osastoihin, jotta palotilanteessa palon ja savun leviäminen saadaan rajoitettua, rakennuksesta poistuminen turvattua, pelastus- ja sammutustöitä helpotettua sekä omaisuusvahinkoja rajoitettua. Palo-osastojen osastoivat rakennusosat voivat olla joko kantavia tai ei kantavia ja niiden tulee palotilanteessa kestää niille määritelty palonkesto-aika. Palo-osastointiin vaikuttaa olennaisesti rakennuksen paloluokka. (Ympäristöministeriö 2003, 56–57.)



Paloturvallisuusmääräyksissä esitetään kolme eri osastointilajia, joita sovelletaan kunkin tapauksen mukaan. Nämä osastointilajit ovat kerrososastointi, käyttötapaosastointi ja pinta-alaosastointi. Lisäksi palo-osastot tulee jakaa omiin osastoihinsa hoito- ja majoitustiloissa majoitushuoneittain sekä ullakoilla ja yläpohjan onteloissa pinta-alan mukaan. Ullakoilla ja yläpohjan onteloissa palo-osaston pinta-ala määräytyy rakennuksen paloluokan mukaan. (Ympäristöministeriö 2003, 56–57.)

Kerrososastointi tarkoittaa, että rakennuksen eri kerrokset, kellarikerros ja ullakko on osastoitu toisistaan. Kerrososastointiin rinnastetaan myös uloskäytävien ja palokunnan sammutusreittien osastointi. Osastointivaatimus eri kerrosten välillä ei kuitenkaan ole ehdoton, vaan oman osastonsa voi muodostaa toisiinsa avoyhteydessä olevat useammat kerrokset. Monikerroksissa palo-osastoissa jokainen kerros yleensä muodostaa oman poistumisalueensa. Näin ollen jokaisesta kerroksesta tulee järjestää pääsy osastoituihin uloskäytäviin. Poistumisalue tarkoittaa poistumisen järjestämisen kannalta yhteinäistä ja tarkoituksen mukaista rakennuksen osaa. Asuinrakennuksissa jokainen huoneisto muodostaa oman palo-osastonsa ja yhden erillisen poistumisalueen, vaikka huoneisto olisikin monikerroksinen. Potilas- ja majoitushuoneet tulee kuitenkin aina olla osastoituina kerroksittain. (Ympäristöministeriö 2003, 57.)

Pinta-alaosastoinnissa samaan osastoon kuuluvien tilojen pinta-alat lasketaan yhteen. Kunkin osaston enimmäispinta-ala määräytyy rakennuksen paloluokan ja käyttötavan perusteella. Pinta-alaosastoinnin tarkoitus on jakaa rakennus pienempiin osiin, jotta tulipalon sattuessa omaisuusvahingot eivät nouse kohtuuttoman suuriksi. Palo-osastoa on mahdollista suurentaa, mikäli osasto on varustettu hätäkeskukseen liitetyllä automaattisella paloilmoittimella, automaattisella savunpoistolaitteella tai automaattisella sammutuslaitteistolla. (Suomen RakMK E1 2011, 13–14.)

Käyttötapaosastoinnilla tarkoitetaan sitä, että käyttötavaltaan tai palokuormaltaan erilaiset tilat on muodostettava eri palo-osastoiksi, jos se on tarpeellista henkilöiden tai omaisuuden turvaamiseksi. Huoneistojako ei sinällään ole peruste osastoinnille saman käyttötapsansa perusteella. Asuinhuoneistot jaetaan kuitenkin aina omiksi palo-osastoiksi. (Suomen RakMK 2011, 11.) Asuinkerrostalojen kellaroiden irtaimistovarastoilla on asuntoihin verrattuna eri pääkäyttötavan osoittama palokuorma, jonka perusteella ne osastoidaan omaksi osastokseen (Suomen RakMK 2011, 8). Lisäksi tyypillisiä käyttötavan perusteella osastoituja tiloja ovat muun muassa porrashuone, asuinhuoneisto, auto-suoja, kattilahuone sekä tuotantorakennuksen tuotantotila ja tuotevarasto. (Suomen RakMK 2011, 11.) Lisäksi käyttötapaosastoinnin perussääntönä voidaan pitää, että seuraavat tilat on erotettu omiksi osastoikseen:

- palokuorman, palovaarallisuuden, vähäisen valvonnan tai muun vastaavan syyn takia ympäristölleen vaaraa aiheuttavat tilat (Ympäristöministeriö 2003, 60)
- suuria omaisuusarvoja, korvaamattomia kulttuuriaarteita tai muuta poikkeuksellista suojeltavaa sisältävät tilat (Ympäristöministeriö 2003, 60)
- osaston sisällä olevat tilat, jotka ovat erityisen palovaarallisuuden takia tarpeellista erottaa omaksi osastokseen (Ympäristöministeriö 2003, 60)

Osastoivat rakennusosat tulee tehdä siten, että palon leviäminen osastosta toiseen estyy määrätyn ajan. Osastoivalle rakenteelle määrätään tilanteesta riippuva palonkestoaja. Palonkestoajan merkintä muodostuu kolmesta eri kirjaintermistä sekä minuuttimäärästä. Kirjaintermi tarkoittaa kantavuutta R, tiiviyttä tarkoittava E ja eristävyyttä tarkoittava I. Kirjainyhdistelmän perään ilmoitetaan palonkestoaja minuuttilukemin 15, 30, 60, 90, 120, 180, 240. Esimerkiksi osastoivan seinän palonkestoaja voi olla EI60, jolloin sen pitää tiiviyden ja eristävyuden kannalta estää palon leviämisen 60 minuutin ajan. Osastoivalle rakenteelle voi olla määrätty myös kantavuusvaatimus, jolloin rakenteen tulee palotilanteessa kestää sortumatta 60 minuuttia. Tällöin rakennusosan osastoivuus merkittäisiin REI60. (RakMK E1 2011, 14–18.)

Rakennuksissa taloteknillisiä järjestelmiä joudutaan usein viemään palo-osastosta toiseen. Läpivienti on osastoivassa rakenteessa niin sanottu heikko kohta. Jotta palo-osastointi toimisi suunnitellulla tavalla, tulee palokatkoläpiviennit olla toteutettu ja tiivistetty oikein. Tällöin palo ei pääse leviämään osastosta toiseen läpivientien kautta, ja osastoiva rakennusosa estää palon leviämisen siltä vaaditun ajan. Palokatkon tehtävänä on estää liekkien, savukaasujen ja kuumuuden siirtyminen läpiviennin kautta osastosta toiseen, jotta rakennuksesta päästään poistumaan turvallisesti ja palon aiheuttamia vahinkoja saadaan rajoitettua. Palokatkolle voidaan asettaa myös ääniteknisii vaatimuksia ja tällöin palokatko toimii myös äänikatkona. (Palokatko-opas 2013, 20.)



KUVA 1. Palokatkon toimintaperiaate (Palokatko-opas 2013, 25.)

Puu rakennusmateriaalina tuo tiettyjä erityispiirteitä siihen, että paloturvallisuusvaatimus saadaan täytettyä. Puurakenteet joudutaan yleensä palosuojaamaan tai suojaverhoamaan pintaluokka- ja suojaverhousvaatimusten takia. Myös puuverhous julkisivumateriaalina tuo omat rajoituksensa kerrostalorakentamisessa. Kun julkisivussa käytetään puupanelointia, tulee palon eteneminen katkaista kerroksittain myös koolaustilassa. Koolaustilan palokatkon toteuttamiseen on kehitetty erilaisia palokatkotuotteita. Tässä työssä keskitytään kuitenkin ainoastaan läpivientien palokatkoihin.

### 2.3 Palokatkoihin liittyvät määräykset

Suomessa rakentamista valvoo ja ohjaa ympäristöministeriö. Tärkeimmät rakentamiseen liittyvät säädökset ovat maankäyttö- ja rakennuslaki, maankäyttö- ja rakennusasetus sekä Suomen rakentamismääräyskokoelmat. Rakennusvalvonnan tehtävä on muun muassa varmistaa, että rakenta-

minen tehdään näiden säädösten määräämällä tavalla, rakennukset täyttävät niille asetetut laatuvaatimukset sekä laatia rakentamiseen liittyviä ohjeistuksia. Paloviranomaiset toimivat yhteistyössä rakennusvalvonnan kanssa ja tarkastavat rakennusten paloturvallisuuden liittyvien määräysten täyttymisen.

Paloturvallisuus on olennainen osa rakennuksen kokonaisturvallisuutta ja siihen liittyvästä viranomaisohjauksesta vastaa ympäristöministeriö. Paloturvallisuuteen liittyvät ohjeet ja määräykset löytyvät rakentamismääräyskokoelman osasta E. E-osa jakautuu useaan eri osaan ja näistä E1 käsittelee rakennusten paloturvallisuutta yleisesti ja muut osat keskittyvät muihin osa-alueisiin. Rakentamismääräyskokoelman määräykset ovat rakennushankkeeseen ryhtyvää velvoittavia, ja ohjeet ovat hyväksi havaittuja toimintatapoja. (Suomen ympäristöministeriön internetsivut 2014.)

Palokatkoläpivienteihin liittyvä tärkein määräys löytyy Suomen rakentamismääräyskokoelman osasta E1 Rakennusten paloturvallisuus. Määräyksessä sanotaan, että osastoivan rakennusosan läpi saa tuoda tarpeelliset putket, roilot, kanavat, johdot ja hormit sekä kuljetinlaitteistojen edellyttämät läpiviennit, mikäli rakenteen osastoivuutta ei olennaisesti heikennetä (RakMK E1 2011, 19). Termi ”olennainen heikentäminen” voi aiheuttaa tulkinnan varaa. Uudisrakentamisessa määräystä kuitenkin tulkitaan niin, että käytännössä läpiviennillä tulee olla sama palonkesto-aika kuin osastoivalla rakenteellakin.

Rakentamismääräyskokoelman osa E7 käsittelee ilmanvaihtolaitteiden paloturvallisuutta. Usein osastoivasta rakenteesta läpivietävät putket ovat rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän osia. Ilmanvaihtoputket ovat yleensä paloeristettyjä, jolloin kriittinen paikka osuu juuri läpiviennin kohdalle. E7 antaa ohjeita putkien materiaaleille ja paksuuksille, jotta ne saadaan tehtyä paloturvallisiksi. Yleensä ilmanvaihtokanavat tulee tehdä vähintään A2-s1, d0-luokan rakennustarvikkeista. (RakMK E7 2004, 4.) Ilmanvaihtolaitteistot pitää tehdä niin, etteivät ne lisää palon eikä savukaasujen leviämistä (RakMK E1 2011, 19).

## 2.4 Palo puurakenteissa

Opinnäytetyön esimerkkikohteen runko on tehty CLT:stä. CLT on ristikkäin liimatuista lamelli- eli puulevykerroksista koostuva massiivipuinen rakennuslevy. CLT-levyä saadaan tehtyä monen paksuisina ja muotoisina. Se soveltuu käytettäväksi kantavana rakenteena niin seinä- kuin lattia- ja kattorakenteissakin. Esimerkkikohteen rungon ollessa massiivipuuta tulee perehtyä myös puun ominaisuuksiin palotilanteessa.

Jotta puu pääsee syttymään, tarvitsee se happea ja lämpöä. Puun syttymiseen kuluvaan aikaan vaikuttaa ympäröivä lämpötila sekä pintaan kohdistuva lämpösäteily. Esimerkiksi 200 celsiusasteen lämpötilassa syttyminen tapahtuu noin 12–15 minuutissa, kun taas 400 celsiusasteessa syttyminen tapahtuu jo alle minuutissa. Puu alkaa hajoamaan eli pyrolysoitumaan lämmön vaikutuksesta 300–400 celsiusasteessa. Palamisprosessissa syntyy erilaisia kiinteitä, nestemäisiä ja kaasumaisia hajoamistuotteita. Kun nestemäiset yhdisteet sekoittuvat palavien kaasujen ja hapen kanssa, alkaa

runsaasti lämpöä vapauttava palamisreaktio. Reaktiossa syntyvä lämpö aiheuttaa edelleen puun hajoamista ja prosessi jatkuu ilman, että lämpöä tarvitaan enää prosessin ulkopuolelta. Palamisen lopputuloksena syntyy pienimolekyylisiä hapettuneita palamistuotteita, kuten hiilidioksidia, hiilimonoksidia ja vettä. (Ympäristöministeriö 2003, 68.)

Puun erityisominaisuus palotilanteessa on nopeudeltaan tunnettu hiiltyminen. Hiiltymisnopeus vaihtelee jonkin verran eri puupohjaisilla rakennusmateriaaleilla. Esimerkiksi sahatavaran nimellinen hiiltymisnopeus on eurokoodin mukaan 0,8 mm/min, kun taas liimapuulla 0,7 mm/min ja vanerilla 1 mm/min. Nimellinen hiiltymisnopeus tarkoittaa sitä, että puukappale pääsee hiiltymään usealta sivulta yhtäaikaaisesti. Eurokoodi antaa vielä eri nopeudet hiiltymiselle, mikäli palorasitus on yksidimensionaalista eli hiiltyminen tapahtuu yhdeltä suunnalta. (Puurakenteen palomitoitus 2013, 1–2.)

Puurakenne voidaan palomitoittaa kolmella eri palomitoitusmenetelmällä. Ensimmäinen tapaus on suojaamaton rakenne, jossa hiiltyminen tapahtuu lineaarisesti heti palon alusta lähtien. Tällöin rakenne tarvittaessa ylimitoitetaan tehollisen hiiltymissyvyyden verran, jotta rakenteella on riittävästi hiilymätöntä puuta palotilanteen rasituksia varten, ja sillä saavutetaan riittävä kantavuus koko palonkestoajan. Toisessa menetelmässä puurakenne suojataan niin, että puu ei pääse hiiltymään koko vaadittuna palonkestoajana. Tällöin rakennetta ei tarvitse erikseen mitoitaa palotilanteen kuormille. Viimeisenä vaihtoehtona on, että rakenne on suojattu osan vaaditusta palonkestoajasta. Tässä menetelmässä puu pääsee hiiltymään ja rakenne mitoitetaan erikseen palotilanteen kuormille. Rakenteen palomitoituksessa on otettava huomioon tiettyjä vaiheita kuten se, että puu ei hiilly lainkaan tai hiilty tietyn ajan kuluttua. Hiiltyminen voi tapahtua kahdella tai kolmella eri nopeudella vaadittuna palonkestoajana riippuen siitä, miten palosuojaus on toteutettu. Erilaiset hiiltymisnopeudet johtuvat muun muassa siitä, että puurakenne pääsee lämpenemään palosuojauksen takana ja siitä, pysyykö palosuojaus paikoillaan vai ei. (Puurakenteen palomitoitus 2013, 1.)

Rakenteen palosuojaus voidaan toteuttaa kipsi-, mineraalivilla-, mineraali- tai puulevyillä tai näiden yhdistelmillä. Alla olevassa taulukossa esitetään, minkä ajan kuluttua puun hiiltyminen alkaa, kun se on palosuojattu jollakin levyllä tai levyjen yhdistelmillä. Hiiltymisen alkamiseen vaikuttaa myös se, onko rakenne pysty- vai vaakasuuntainen, kuten taulukosta on pääteltävissä hiiltymisen alkamisajan perusteella. Palosuojausta suunniteltaessa tulee myös ottaa huomioon vaaditut pintaluokka- ja suojaverhousvaatimukset. (Puurakenteen palomitoitus 2013, 2.)

TAULUKKO 1. Palosuojattavan puurakenteen hiiltymisen alkamishetki erilaisilla levytyksillä (Puurakenteen palomitoitus 2013, 2)

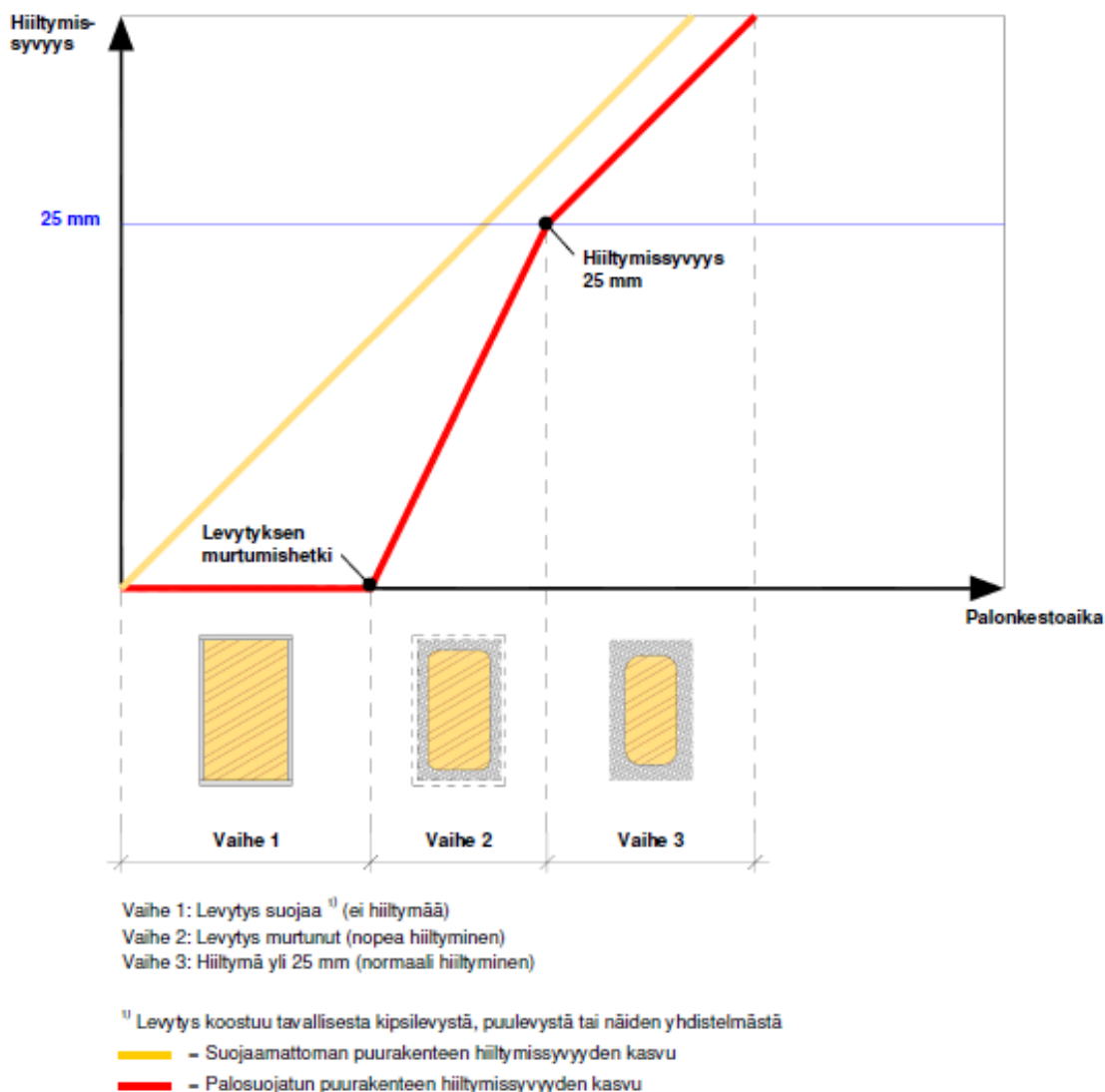
PALOSUOJAUKSEEN KÄYTETTÄVÄ TUOTE		PILARI TAI PALKKI	SEINÄ <sup>a)</sup>	VÄLIPOHJA <sup>a)</sup>
Sauma ≤ 2 mm	Paksuus [d]	t <sub>ch</sub>	t <sub>ch</sub>	t <sub>ch</sub>
Kipsilevy (EN 520) (Tyyppi H)	9 mm	11 min	10 min	-
Kipsilevy (EN 520) (Tyyppi A)	13 mm	22 min	15 min	10 min
Palokipsilevy (EN 520) (Tyyppi F)	15 mm	28 min	20 min	15 min
2x Kipsilevy (EN 520) (Tyyppi H)	9 mm + 9 mm	23 min	-	-
2x Kipsilevy (EN 520) (Tyyppi A)	13 mm + 13 mm	40 min	40 min	30 min
2x Palokipsilevy (EN 520) (Tyyppi F)	15 mm + 15 mm	61 min	≥ 60 min	60 min
Kipsilevy (EN 520) + Palokipsilevy <sup>b)</sup> (EN 520) (Tyyppi F)	13 mm + 15 mm	46 min	55 min	40 min
Puulevy (EN 313-1, EN 309, EN 316, EN 300) + Kipsilevy <sup>b)</sup> (EN 520) (Tyyppi A)	12 mm + 13 mm	-	40 min <sup>c)</sup>	30 min
Puulevy (EN 313-1, EN 309, EN 316, EN 300) + Palokipsilevy <sup>b)</sup> (EN 520) (Tyyppi F)	12 mm + 15 mm	-	55 min <sup>c)</sup>	40 min

<sup>a)</sup> Rankarakenne, jonka ontelotila voi olla eristeellä täytetty tai eristeetön.

<sup>b)</sup> Kyseinen levy palon puolella.

<sup>c)</sup> Mikäli puulevy on paksuampi kuin 12 mm, voidaan arvoa korottaa määrällä  $\Delta t = (d - 12 \text{ mm}) / \beta_0$ .

Jos puurakenne täytyy palosuojata palotilanteita varten, se yleensä verhotaan kipsilevyllä. Tällöin puun hiiltymisen alkuun vastaa, kun puun ympärillä oleva suojaverhous on palanut pois. Yllä olevasta taulukosta (taulukko 1) nähdään, että esimerkiksi verhous kaksinkertaisella palokipsilevyllä antaa puiselle pilarille tai palkille 61 minuuttia palonkestoaikaa. Jos rakenteelle on määrätty palonkesto aika EI60, täyttyy vaatimus edellä mainitulla levytyksellä, eikä rakennetta tarvitse erikseen palomitoittaa palotilanteen kuormille. Opinnäytetyön esimerkkikohteessa kaikki puurakenteet oli suojaverhottu palokipsilevyllä, joten rakenteille ei tarvinnut tehdä erikseen palomitoitusta. Seuraavassa kuviossa (kuvio 2) esitetään, kuinka rakenteen palosuojaus vaikuttaa puun hiiltymisnopeuteen.



KUVIO 2. Hiilymissyvyyden kasvu ajanfunktiona, kun rakenteen hiiltyminen alkaa suojaverhouksen murruttua (Puurakenteen palomitoitus 2013, 3)

Kun suojaverhous on palanut pois, alkaa puun hiiltyminen. Kuvioista 2 huomataan, kuinka puu pysyy suojaverhouksen alla hiiltymättömänä levytyksen murtumishetkeen saakka. Kun levytys murtuu, alkaa hiiltymisen nopeampaa vauhtia kuin suojaamattomalla puulla. Syy nopeampaan hiiltymiseen on se, että puu on päässyt suojaverhouksen alla lämpenemään, ja näin ollen puun palaminen nopeutuu. Kuvassa näkyy myös, kuinka hiiltymisnopeus asettuu tietyn ajan kuluttua, ja hiilymissyvyyden saavutettuaan yhtä nopeaksi kuin vastaavalla suojaamattomallakin puumateriaalilla.

### 3 PALOKATKOTUOTTEIDEN TUOTEHYVÄKSYNNÄT

CE-merkintä ei ole palokatkotuotteille pakollinen, koska sillä ei ole eurooppalaista harmonisoitua tuotestandardia. Opinnäytetyössä oli tarkoitus perehtyä siihen, mitä CE-merkintä ja ETA-hyväksyntä käytännössä tarkoittavat palokatkotuotteilla suunniteltaessa ja miten ne eroavat aikaisemmin käytetystä tyyppihyväksynnästä.

#### 3.1 CE-merkintä ja ETA-hyväksyntä

CE-merkintä tuli pakolliseksi suurimmalle osalle rakennustuotteita heinäkuussa 2013. Tuotteeseen kiinnitettävällä CE-merkinnällä tuotteen valmistaja vakuuttaa, että tuotteen ominaisuudet ovat eurooppalaisen harmonisoidun tuotestandardin (hEN) tai eurooppalaisen teknisen arvioinnin (ETA) mukaiset. CE-merkintä osoittaa, että tuote on testattu harmonisoidun tuotestandardin täyttävällä asianmukaisella testimenetelmällä ja se on ilmoitetun suoritustason mukainen. Suoritustasoilmoitus (DoP) on edellytys CE-merkinnälle ja sen laatii valmistaja harmonisoidun tuotestandardin tai eurooppalaisen teknisen arvioinnin perusteella. Siinä ilmoitetaan kaikki ne tuotteen ominaisuuksien arvot, joita tarvitaan kansallisten viranomaismääräysten täyttämiseen. Rakennustuotteen CE-merkintä ei takaa sitä, onko tuote käyttökohteeseen sopiva, vaan tuotteen sopivuus on varmistettava tapauskohtaisesti aiotun käytön, paikallisten olosuhteiden ja rakentamismääräysten perusteella. CE-merkintä on pakollinen kaikille niille tuotteille, joille on olemassa harmonisoitu tuotestandardi (hEN). (Ympäristöministeriön internetsivut, 2015.)

CE-merkinnän tavoitteena on ollut parantaa tuotteiden vertailumahdollisuuksia. Kuluttajat ja suunnittelijat voivat vertailla tuotteiden suoritustasoilmoituksia helposti toisiinsa, koska ominaisuudet on ilmoitettu aina samalla tavalla. Se myös helpottaa suomalaisten tuotteiden myymistä muualle Eurooppaan, koska erillisiä, jokaisessa maassa tehtäviä lisäselvityksiä ei CE-merkinnän ansiosta tarvita. (Ympäristöministeriön internetsivut, 2015.)

CE-merkintä kiinnitetään tuotteeseen, sen pakkaukseen ja suoritustasoilmoitukseen valmistajan tai maahantuojaan toimesta. Valmistaja on vastuussa siitä, että tuote vastaa harmonisoitua tuotestandardia tai eurooppalaista teknistä arviointia. Valmistajan on myös testattava ja valvottava tuotteen laatua sekä tehtävä laadunvalvonnasta kirjallinen selvitys. Joissakin tapauksissa tuotteen suoritustason pysyvyyden arviointi ja varmennus on tehtävä valmistajasta riippumattoman ilmoitetun laitoksen toimesta. Ympäristöministeriön hyväksymiä arviointilaitoksia ovat muun muassa VTT Expert Services Oy ja Inspecta Sertifiointi Oy. (Ympäristöministeriön internetsivut, 2015.)

Palokatkotuotteille ei ole olemassa harmonisoitua tuotestandardia, joten näille tuotteille CE-merkintä haetaan eurooppalaisen teknisen arvioinnin (ETA) kautta. Eurooppalainen tekninen arviointi mahdollistaa uusien ja innovatiivisten tuotteiden CE-merkinnän saamisen. Palokatkotuotteet voidaan pääsääntöisesti lukea edellä mainittuun joukkoon, minkä takia niille ei ole vielä olemassa harmonisoitua tuotestandardia. Näille tuotteille ETA-hyväksyntä on vapaaehtoinen, mutta se on edellytys CE-merkinnän saamiselle. Eurooppalaisia teknisiä arviointeja myöntää Suomessa VTT Expert Services

Oy (Ympäristöministeriön internetsivut, 2015). Palokatkotuotteen ETA-hyväksynnästä löytyy tarkat käyttökohteet ja -tavat. Kun suunnittelija alkaa suunnitella läpivientä tietyllä palokatkotuotteella, voi hän tarkastaa käyttökohteen ja tarkan asennustavan tuotteen ETA-hyväksynnästä. Mikäli tuotteen asennus- ja käyttötapa poikkeaa ETA-hyväksynnässä asetetuista tavoista, tulee tuotteen sopivuus käyttökohteeseen todentaa jollakin muulla rakennusvalvonnan määräämällä tavalla. Esimerkiksi massiivipuisissa rakenteissa ongelmaksi muodostuu se, että palokatkotuotteen ETA-hyväksynnässä ei ole mainittu massiivipuisia rakenteita ollenkaan eli tuotteen valmistaja ei ole testannut tuotettaan kyseessä olevissa rakenteissa. Vaikka CE-merkintä ei ole palokatkotuotteille pakollinen, ovat useat tuotevalmistajat ne tuotteilleen hakeneet, koska se helpottaa tuotteiden käyttöä ja vertailua.

### 3.2 Tyypin hyväksyntä

Rakennustuotteille, joille ei ole vielä mahdollista hakea CE-merkintää, on mahdollista hakea tyypin hyväksyntä. Tyypin hyväksyntä on Suomessa käytössä oleva vapaaehtoinen hyväksyntämenettely ja sen voi myöntää Ympäristöministeriön valtuuttama toimielin. Suomessa tyypin hyväksyntöjä myöntää VTT Expert Services Oy. Tyypin hyväksynnän avulla valmistaja voi osoittaa tuotteensa täyttävän kansalliset vaatimukset eli olevan vaatimusten mukainen. (VTT Expert Services Oy:n internetsivut, 2015.)

Tyypin hyväksyntä voidaan myöntää tuotteille, jotka ovat läpäisseet tyypin kokeet ja joiden laadunvalvonnasta on tehty laadunvalvontasopimus kolmannen osapuolen kanssa. Ulkoinen laadunvalvonta on suoritettava joka vuosi. Tyypin hyväksynät ovat voimassa viisi vuotta, jonka jälkeen ne voidaan uusua, mikäli uusintahetkellä olevat tuotteelle asetetut vaatimukset täyttyvät. (VTT Expert Services Oy:n internetsivut, 2015.)

Tyypin hyväksyntää käytetään ainoastaan silloin, kun rakennustuotteen kelpoisuutta ei voida todentaa harmonisoituun tuotestandardiin perustuvalla CE-merkinnällä tai sille ei ole myönnetty eurooppalaista teknistä arvioitua. (Ympäristöministeriön internetsivut, 2015.)



## 4 PALOKATKOMATERIAALIT

Yksittäinen palokatkomateriaali ei ole välttämättä itsekseen palokatko vaan se muodostaa palokatkon yhdessä jonkin toisen palokatkomateriaalin kanssa. Oikean palokatkotuotteen valinta vaatii palokatkosuunnittelijalta erityistä perehtyneisyyttä markkinoilla oleviin palokatkotuotteisiin sekä niiden ominaisuuksiin ja käyttökohteisiin. Palokatkotuotteiden valmistajilta löytyy usein kattavat ja selkeät ohjeet oikean tuotteen valintaan, mikä helpottaa huomattavasti suunnittelijan työtä. Saatavilla on myös palokatkojen suunnitteluohjelmistoja. Valmistajat ja maahantuojat järjestävät koulutuksia tuotteiden asianmukaiseen käyttöön ja asennuksiin liittyen. Massiivipuisiin rakennusosiin käytettävistä palokatkotuotteista on vielä melko huonosti tietoa saatavilla, ja asia on uusi myös tuotteiden valmistajille. Tiedyt puun ominaisuudet, esimerkiksi kosteuseläminen, aiheuttavat rajoitteita eri tuotteiden käytölle.

Järkevän läpivientitavan ja tuotteen valintaan vaikuttavat monet tekijät. Olennaisimpana osana voidaan pitää läpiviennin ympäröivän rakenteen lisäksi sitä, mitä osastoivasta rakenteesta ollaan viemässä läpi ja mitä paloteknisiä ominaisuuksia läpivienniltä vaaditaan. Putkiläpivienneissä palokatkotuotteen valintaan vaikuttavat putken materiaali ja koko. Esimerkiksi muoviputket painuvat palotilanteessa kasaan ja vaativat näin ollen paisuvan palokatkotuotteen, kun taas metalliputket toimivat palotilanteessa eri tavalla. Palokatkon täytyy toisinaan sietää mekaanista rasitusta ja siltä saatetaan vaatia hyvää kantavuutta, mikä on otettava huomioon materiaalia valittaessa. Myös materiaalin kosteudensietokyky saattaa joissain tapauksissa vaikuttaa palokatkossa käytettäviin tuotteisiin. Tilan ahtaus voi muodostua ratkaisevaksi tekijäksi. Eri tuotteet vaativat eri reunaetäisyyksiä ja läpivientitilan ollessa ahdas läpiviennit saatetaan joutua viemään osastoivasta rakenteesta hyvin tiiviisti. Tällöin on valittava tuote, joka ei vaadi suuria reunaetäisyyksiä toimiakseen vaaditulla tavalla. Eri palokatkomateriaaleilla on erilaiset ääneneristävyysominaisuudet, jotka tulee ottaa huomioon, mikäli rakenteelta ja palokatkolta vaaditaan hyvää ääneneristävyyttä. Toisinaan palokatkot eivät ole alaslaskuissa tai koteloituina, vaan jäävät näkyviin, jolloin materiaailta vaaditaan erityisen siistiä asennettavuutta. Paloläpivientien jälkiasennettavuus saattaa joissakin kohteissa olla valintaperusteena jollekin tietylle tuotteelle.

Monesti palokatkoa suunniteltaessa unohtetaan palokatkon kokonaistaloudellisuus. Palokatkot saattavat olla yllättävän iso kustannus, jos kohteen urakoitsija ei ole niihin varautunut. Suunnittelija voi valinnoillaan vaikuttaa palokatkojen kokonaiskustannuksiin. Jokin tietty läpivientiratkaisu saattaa vaatia kalliin palokatkotuotteen, mutta on työmaalla helposti ja nopeasti asennettavissa. Jokin toinen tuote taas saattaa olla hankintahinnaltaan huomattavasti edullisempi, mutta on hankala ja aikaa vievä asentaa. Näissä tilanteissa olisi hyvä tehdä kustannusvertailua, ja suunnittelijan tulisi olla tietoinen kunkin ratkaisun vaatimista toimenpiteistä työmaalla.

Seuraavissa kappaleissa on esitelty markkinoilla olevia palokatkomateriaaleja. Eri tuotevalmistajilla tuotteiden käyttökohteet, asennustavat ja yhteensopivuudet saattavat vaihdella huomattavasti, joten materiaaleista kerrotaan vain yleiset ominaisuudet ja pääkäyttötarkoitukset jättäen tarkat tuotekohdaiset ominaisuudet mainitsematta.

#### 4.1 Kipsipohjaiset palokatkomassat

Kipsipohjaista palokatkomassaa käytetään yleensä laajojen reikien ja läpivientien tiivistämiseen. Kipsipohjaista palokatkomassaa käytettäessä tulee huomioida, että se ei kestä jatkuvaa kosteusrasitusta. Ne voidaan kuitenkin suojata kosteutta vastaan tuotteen valmistajan ohjeiden mukaan. Kipsipohjaisten massojen hyviin ominaisuuksiin kuuluu niiden hyvät kantavuusominaisuudet massan turpoamisen johdosta. Massa on kevyt työstää, kuivuu nopeasti eikä kutistu kuivuessaan, ja sillä on hyvät palonkesto-ominaisuudet. Kipsipohjaisella massalla toteutetut läpiviennit ovat myös huoltovapaita, mikäli niitä ei rikota. (Palokatko-opas 2013, 9–10.)

#### 4.2 Sementtipohjaiset palokatkomassat

Sementtipohjaista palokatkomassaa käytetään kipsipohjaisen palokatkomassan tavoin laajojen reikien ja läpivientien tiivistämiseen. Sillä on kuitenkin päinvastaisia ominaisuuksia kipsimassoihin verrattuna. Sementtipohjaiset massa kutistuvat kuivuessaan, mutta sietävät hyvin kosteusrasitusta ja näin ollen soveltuvatkin käytettäväksi ulkotiloissa. Massojen työstettävyyden asennettaessa on hyvä ja työstöaika pitkä. (Palokatko-opas 2013, 10.)

#### 4.3 Akryylipohjaiset palokatkomassat

Akryylipohjaisia palokatkomassoja käytetään monesti osana eri läpivientejä, jolloin se muodostaa varsinaisen palokatkon yhdessä jonkin muun palokatkomateriaalin kanssa. Akryylipohjaisia massoja käytetään rakennus- ja liikuntasauvojen tiivistämiseen, metalliputkien läpivienteihin sekä läpivientien viimeistelemiseen. Akryylipohjaisten massojen hyviin ominaisuuksiin lukeutuu muun muassa niiden hyvä tarttuvuus, UV-säteilyn kestävyys, savukaasu- ja vedenpitävyys sekä hyvä ääneneristävyyden. Massat ovat myös päälle maalattavissa. (Palokatko-opas 2013, 10.)

#### 4.4 Elastiset palokatkomassat

Elastisia palokatkomassoja käytetään rakennusten rakennus- ja liikuntasauvojen tiivistämiseen ja läpivienteihin. Sauvojen liikevara voi olla jopa 25 % tuotteesta riippuen. Elastisten massojen etuina voidaan pitää sauman joustavuutta, UV-säteilyn ja otsonin kestävyttä sekä savukaasu-, ilma- ja vedenpitävyyttä. Massat kestävät hyvin sekä matalalia että korkeita lämpötiloja ja omaavat hyvän ääneneristävyyden. (Palokatko-opas 2013, 10.)

#### 4.5 Laajenevat palokatkomassat

Laajenevat palokatkomassat soveltuvat hyvin muovi- ja sähköputkien läpivientien tiivistämiseen, sillä ne laajenevat korkeissa lämpötiloissa jopa 7-kertaisiksi. Laajenevia massoja käytetään, kun läpivientiltä edellytetään hyvää savukaasutiiveyttä. Massat soveltuvat myös läpiviennin jälkipaikkaukseen ja saumaukseen. (Palokatko-opas 2013, 10.)

#### 4.6 Pursotettavat palovaahdot

Pursotettavia palovaahdoja käytetään aukkojen täyttämiseen ja saumaukseen. Koska tuotteita on kehitetty kahteen eri käyttötarkoitukseen, on erityisen tärkeää varmistaa tuotteen sopivuus kohdekohtaisesti. Soveltuvuus käyttökohteeseen selviää tuotteen hyväksyntäehdoista. Palovaahdojen etuihin voidaan lukea käytön helppous ja se, että niillä on mahdollista päästä tiivistämään vaikeapääsyisiäkin paikkoja. Ne ovat nopeita asentaa, maalattavissa sekä oikein asennettuna myös hyvin ääntä eristäviä. (Palokatko-opas 2013, 10.)

#### 4.7 Palossa paisuvat sauma- ja putkinauhat

Palossa paisuvaa saumanauhaa käytetään elementtisaumauksessa varsinaisen palokatkon osana ja saumauksen tukena. Putkinauhoja käytetään muoviputkien läpivientien tiivistämiseen. Palotilanteessa nauha laajenee ja estää palon ja savun leviämisen. Nauhat eivät itsessään muodosta palokatkoa, vaan toimivat palokatkojärjestelmän osana. Sauma- ja putkinauhojen hyviä puolia ovat nopea asennettavuus, hyvä ääneneristävyys sekä tiiveys liekkejä ja palokaasuja vastaan. (Palokatko-opas 2013, 10–11.)

#### 4.8 Palosuojamansetit

Palosuojamansetteja käytetään muoviputkien palokatkoläpivienneissä. Palokatkomansetin kauluksessa oleva nauha laajenee tulipalossa rikkoen muoviputken ja tukkii läpiviennin estäen palon ja savun leviämisen osastosta toiseen. Palosuojamansetit ovat helppoja ja nopeita asentaa eivätkä ne vaadi paljon tilaa. Mansetteja on mahdollista asentaa jälkikäteen, jolloin esimerkiksi vanha läpivienti saadaan tiivistettyä nykymääräyksiä vastaavaksi. Palosuojamansettien tilalla voidaan käyttää myös mansettinauhoja. (Palokatko-opas 2013, 11.)



KUVA 2. Palosuojamansetti estää palon leviämisen tiivistämällä muoviputken syntyneen aukon (Palokatko-opas 2013, 11).

#### 4.9 Palokatkopinnoitteet

Palokatkopinnoitettuja palovillaläpivientejä käytetään, kun läpivientiaukko on suuri ja kun läpivien- nissä on tulevaisuudessa mahdollisia muutostarpeita. Palokatkopinnoite ei itsessään muodosta palo- katkoa, vaan se toimii yhdessä muiden palokatkomateriaalien kanssa. Läpivientikokonaisuus voi sisältää palosuojapinnoitetun kovan mineraalivillan, jonka tiheys on yli  $140 \text{ kg/m}^3$ , mahdollisen tiivis- tismassan sekä muita lisätuotteita. Palokatkopinnoitteet soveltuvat erityisesti suurille aukoille, ne ovat helppoja käyttää eivätkä ne päästä savua lävitseen. (Palokatko-opas 2013, 11.)

#### 4.10 Modulaarinen palokatko

Modulaariset palokatkot ovat valmisosista koostuvia palokatkotuotteita, jotka asennetaan mittatark- koihin läpivientiaukkoihin. Tuotteet soveltuvat käytettäviksi erilaisiin laite- ja puhdastiloihin sekä rä- jähdysvaarallisiin tiloihin. Palokatkot ovat palo-, vesi- ja kaasutiiviitä. Niillä saadaan kivirakenteisissa rakennusosissa täytettyä EI60 palonkesto-aika, ja osa markkinoilla olevista tuotteista soveltuu myös K- ja S1-luokiteltuihin väestönsuojiiin. Modulaarisien palokatkojen etununa on sen joustavuus ja muunneltavuus. Olemassa olevasta palokatkosta on tarvittaessa helppo tuoda läpi lisää kaapeleita tai putkia tai vähentää niitä. Asennuksen muokattavuus tekee modulaarisesta palokatkosta hyvin joustavan ja pitkäikäisen. Valmisosia on saatavilla pyöreitä ja neliskulmaisia sekä niitä saa joko yh- den tai useamman kaapelin ratkaisuina. (Palokatko-opas 2013, 11.)



KUVA 3. Modulaarinen palokatko (Palokatko-opas 2013, 11)

#### 4.11 Esivalmistetut läpivientikappaleet

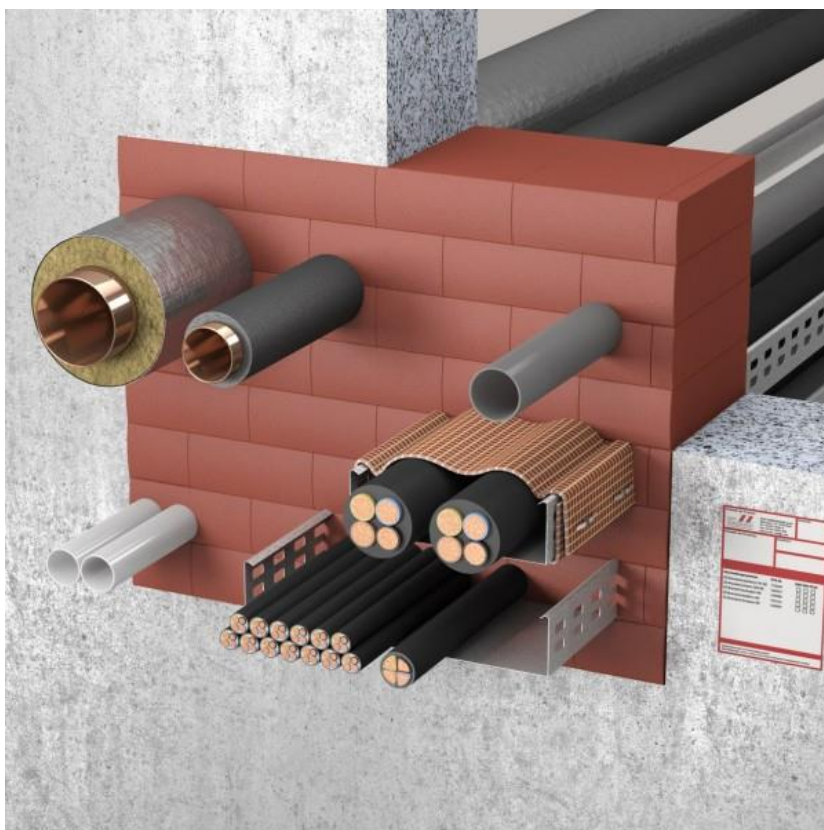
Esivalmistetut läpivientikappaleet asennetaan rakennusosaan etukäteen esimerkiksi elementtiteh- taalla. Ne eivät vaadi työmaalla asentajalta erityistä koulutusta, mutta asennettaessa tulee kuitenkin kiinnittää erityistä huomiota tuotteen valmistajan asennusohjeisiin. Esivalmistettujen läpivientikappa- leiden etuina ovat vähäinen jälkityöntarve sekä joustava putki- ja johtoasennus. Valmiit läpivienti- kappaleet soveltuvat erityisesti asuntotuotantoon, jossa samat läpiviennit toistuvat useasti. (Palo- katko-opas 2013, 12.)



KUVA 4. Sewatek Oy:n läpivientikappaleita (Sewatek Oy 2014-12-30)

#### 4.12 Palokatkoitiilet ja -tulpat

Palokatkoitiiliä käytetään pienissä ja keskisuurissa putki- ja kaapeliläpivienneissä joko väliaikaisina tai pysyvinä palokatkoina. Ne sopivat hyvin sekä uudis- että saneerauskohteisiin sekä kohteisiin, joissa joudutaan tekemään usein muutoksia läpivienteihin tai sähköistyksiin. Tuotteilla voidaan toteuttaa palokatkoja, joissa halutaan suojata viereisiä tiloja pölyltä, ääneltä tai muulta rasitukselta. Palokatko-tulppia käytetään etukäteen tehtyjen pyöreiden reikien kanssa tilapäisissä kaapeliläpivienneissä sekä kaapelinippujen ja yksittäisten kaapeleiden lopullisina palokatkoina. Palokatkoitiilet- ja tulpat tulee erikseen suojata kosteissa tiloissa sekä ulkona käytettäessä kosteusrasitukselta ja UV-säteilyltä. Tuotteiden hyviä puolia ovat siisti asennustyö, muunneltavuus sekä mahdollisuus tehdä jälkikäteen lisäyksiä. Ne kestävät myös hyvin liike-, lämpö- ja muita kuormitustekijöitä. (Palokatko-opas 2013, 12.)



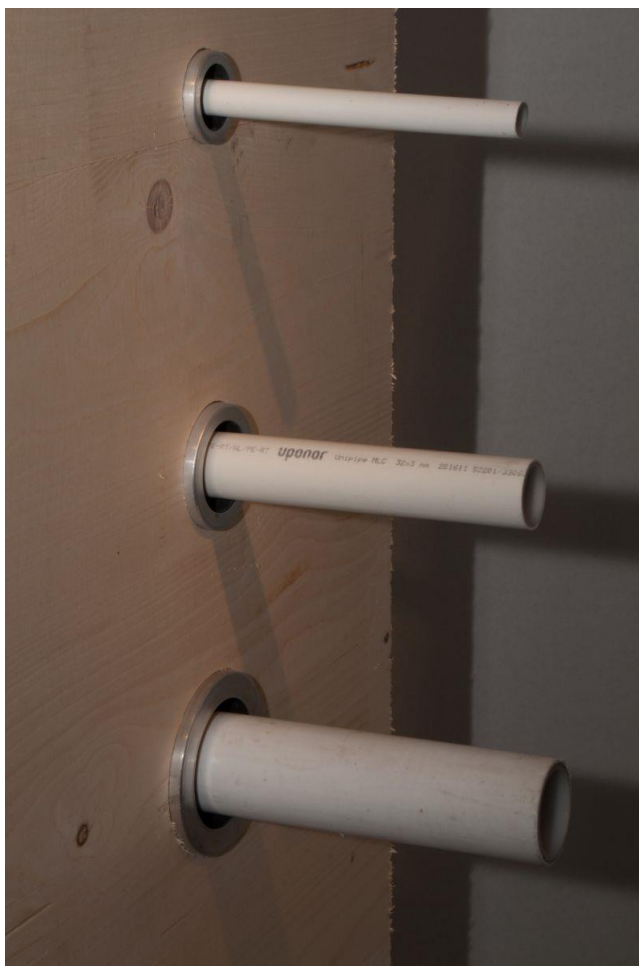
KUVA 5. Esimerkki palokatkoitiilillä toteutetusta palokatkoläpiviennistä (Sewatek Oy 2015-03-02)

#### 4.13 Mineraalivillaeristeet

Mineraalivillat toimivat monesti osana varsinaista palokatkoa metalliputkien palokatkoläpivienneissä. Putkieristeet voivat olla mennä rakenteen läpi katkaisemattomana tai eriste voidaan katkaista läpiviennin kohdalta. Mineraalivillaeristeiden tarkoitus on estää lämmönsiirtyminen palo-osastosta toiseen. (Palokatko-opas 2013, 12.)

#### 4.14 Uudet palokatkotuotteet puurakentamiseen

Massiivipuuisille rakenteille suunnattuja palokatkotuotteita löytyy markkinoilta tällä hetkellä huonosti. Puukerrostalorakentamisen yleistyessä myös näille tuotteille löytyisi varmasti markkinoita. Tällä hetkellä ainakin Sewatek Oy on teettänyt polttokokeita palokatkoläpivientituotteilleen CLT-rakenteisiin. Pääsääntöisesti palokatkoilla on saavutettu samoja palonkestoajoja (EI30-EI60) kuin osastoivilla puurakenteillakin. Tuotteet soveltuvat erityisen hyvin tilaelementtirakenteisessa asuinkerrostalossa käytettäväksi, koska ne ovat jo tehtaalla asennettavissa. Tämä vaatii kuitenkin, että tuotteiden käyttö on läpivientiaukkojen kokoja suunniteltaessa otettu huomioon. Sewatek Oy:n tuotteilla on ETA-hyväksynnän ja CE-merkinnän hakuprosessi käynnissä. (Lavento 2014, 18.) Alla on kuva Sewatek Oy:n läpivientikappaleilla toteutetuista palokatkoläpivienneistä massiivipuurakenteessa. Periaate läpivientikappaleilla tehdyillä palokatkoilla on sama kuin betonirakenteissakin.



KUVA 6. Läpivientejä CLT-rakenteessa (Sewatek Oy 2015-03-02)

## 5 PALOKATKOSUUNNITELMA

Palokatkosuunnitelma on rakennushankkeen rakennusluvan yhteydessä rakennusvalvontaviranomaisen mahdollisesti vaatima erityissuunnitelma. Palokatkosuunnitelma laaditaan muiden erityissuunnitelmien rinnalla, kuten rakenne-, sähkö- ja lvi-suunnitelmien, ja yhteistyössä näiden alojen suunnittelijoiden kanssa. Palokatkosuunnitelma tulee toimittaa kohteen rakennuskunnan rakennusvalvontaan ennen kyseisen työvaiheen aloitusta. Suunnitelman tarkoituksena on varmistaa, että kaikki palokatkoihin tarvittava suunnittelu tehdään, jotta rakennus täyttää myös niiden osalta sille asetetut vaatimukset. (Palokatkosuunnitelma 2013.)

### 5.1 Rakennusvalvontaviranomaisten ohjeet

Palokatkosuunnitelmasta ei ole laadittu valtakunnallista ohjetta, vaan kunnat ovat laatineet omat ohjeistuksensa siitä, mitä palokatkosuunnitelman tulee pitää sisällään ja millaisissa rakennushankkeissa suunnitelma vaaditaan. Pääsääntöisesti kunnat näyttävät noudattavan pääkaupunkiseudun (Helsinki-Espoo-Vantaa-Kauniainen) yhteistä ohjeistusta palokatkosuunnitelman laadintaan. Kuntien rakennusvalvontaviranomaiset saavat itse määrittää, onko rakennushanke laajuudeltaan ja merkittävyydeltään sellainen, että palokatkosuunnitelma tulee tehdä. Jos hankkeessa ei kunnan rakennusvalvontaviranomaisten toimesta vaadita palokatkosuunnitelmaa, tulee palokatkojen toteutuksen kannalta olennainen tieto löytyä palokatkojen toteutus- ja laadun varmistussuunnitelmasta.

Palokatkotuotteiden ja läpivientiratkaisujen sopivuus rakennuskohteeseen käytettäväksi täytyy aina osoittaa, mikä voidaan tehdä kahdella tavalla. Ensimmäinen menettelytapa on käyttää CE-merkittyjä tuotteita. Tuotteen kelpoisuus voidaan todeta varmennettujen sertifikaattien avulla. Euroopan tekninen hyväksyntä (ETA) on varmennettu sertifikaatti, jonka saatuaan palokatkotuote voi saada CE-merkinnän. CE-merkintä ei ole kuitenkaan palokatkotuotteille pakollinen. Jollei tuotteelle ole olemassa CE-merkintää, täytyy tuotteen kelpoisuus selvittää etukäteen rakennuspaikkakohtaisesti hyväksytyt testauslaitoksen kokeiden sekä niihin perustuvan asiantuntijalausannon perusteella. Selvitys voidaan tehdä esimerkiksi vapaaehtoisen VTT-sertifikaattiin perustuen. VTT-sertifikaatti ei kuitenkaan sellaisenaan ole rakennusvalvontaviranomaista sitova kelpoisuuden arviointiperuste, toisin kuin CE-merkintä. (Palokatkosuunnitelma 2013.)

Vaikka palokatkotuote olisi osoitettu sopivaksi rakennuskohteessa käytettäväksi, ei se ole vielä riittävä osoitus asetettujen vaatimusten täytymisestä itse rakennuksessa. Palokatkosuunnitelman kannalta olennaisinta on, että tuotteen sertifikaatti on voimassa vain, kun palokatkoläpivienti tehdään sertifikaatin liitteenä olevien asennusohjeiden ja -detaljien mukaisesti. Vasta tällöin sen katsotaan täyttävän rakennusosalle asetetun paloluokituksen. Sertifikaattien detaljit sisältävät muun muassa rajoitteita läpivientiaukkojen koolle, läpivietävien johdotusten ja putkien dimensioille, sijainneille ja määrille sekä ympäröivän rakennusosan vähimmäispaksuudelle. (Palokatkosuunnitelma 2013.)

Kullekin läpiviennille tulee esittää yksi viranomaisvaatimukset täyttävä palokatkoratkaisu. Koska palokatkotuotteet tulee asentaa kunkin tuotteen sertifikaateissa varmennettujen asennusohjeiden mukaisesti, palokatkosuunnitelmassa ei saa tuotenimillä suunniteltaessa tuotteen nimen perässä käyttää termiä ”tai vastaava”. Jos tuote esimerkiksi urakoitsijan toimesta vaihdetaan, rakennusvalvonnalle ja tilaajalle tulee esittää paloteknisen asiantuntijan hyväksymä muutossuunnitelma muine hyväksyntöineen ja asiakirjoineen. (Palokatkosuunnitelma 2013.)

Läpivientien paikkoja ja aukotuksia suunniteltaessa tulee ottaa huomioon, että läpiviennin aukko on jollakin palokatkotuotteella sen sertifikaatissa osoitettujen asennusohjeiden mukaisella tavalla mahdollista tiivistää. Mikäli näin ei ole, täytyy läpiviennin palonkesto arvioida palokatkoihin perhetyneen paloteknisen asiantuntijan toimesta etukäteen. (Palokatkosuunnitelma 2013.)

Palokatkosuunnitelman laatijalla tulee olla toimeksianto tehtävästä rakennushankkeen tilaajalta. Palokatkosuunnitelman laadinnan lisäksi suunnittelijan tehtäviin voi kuulua palokatkojen toteutuksen valvonta ja tarkastaminen. Hän myös vastaa mahdollisesta muutossuunnittelusta. (Palokatkosuunnitelma 2013.)

## 5.2 Suunnittelijan ja asentajan pätevyysvaatimukset

Rakennusvalvonnat eivät ole vaatineet palokatkosuunnitelman laatijalta koulutukseen tai kokemukseen liittyviä pätevyysvaatimuksia. Suunnittelijana voi toimia niin rakenne-, LVI-, sähkö-, arkkitehtikiin paloalankin suunnittelija. Yleensä palokatkosuunnitelman laadinta tulee rakennesuunnittelijan vastuulle, koska rakennesuunnittelija suunnittelee rakennetyypit ja on näin ollen parhaiten perillä läpäistävästä rakenteesta. Osastoivat rakenteet ovat monesti myös kantavia rakenteita, mikä myös puoltaa rakennesuunnittelijan käyttöä palokatkosuunnittelijana. Palokatkosuunnittelijan tulee kuitenkin toimia yhteistyössä muiden erityissuunnitelmien laatijoiden kanssa, jotta varmistutaan palokatko- läpivientien oikeanlaisesta toteutuksesta.

Rakennusvalvontaviranomaiset eivät pääsääntöisesti ota kantaa siihen, kuka palokatkoja saa asentaa. Palokatkojen asennus voidaan katsoa erityisosaamiseksi tuotteisiin ja detaljeihin vaatiman perhetyksen takia. Rakennushankkeen pääurakoitsija voi esimerkiksi tilata palokatkojen asennuksen palokatkojen tekemiseen erikoistuneelta aliurakoitsijalta. Suomen Palokatkoystyö ry suosittelee käyttämään sertifioituja palokatkoasentajia. Henkilösertifikaatti on mahdollista saada osallistumalla kaksi päivää kestävään koulutukseen. Koulutuksessa varmistetaan asentajan riittävä tieto palokatkojen asennukseen kokeen ja näytön avulla. Nämä suoritettuaan asentaja saa VTT:n myöntämän sertifikaatin. (Palokatko-opas 2013, 14.) Myös palokatkotuotteiden valmistajat ja maahantuojat järjestävät asentajille koulutuksia omien tuotteidensa käyttöön. Itse kävin osana opinnäytetyön tiedonkeruuprosessia Wurth Oy:n järjestämässä palokatkokoulutuksessa. Koulutuksessa käydään läpi muun muassa valmistajan kaikki palokatkotuotteet sekä perehdytään niiden ominaisuuksiin ja käyttökohteisiin. Palokatkosuunnittelijan ja -asentajan tulisi osata eri palokatkomateriaalien toimintaperiaatteet ja asennustavat, mutta myös merkiköhtaista koulutusta tarvitaan, koska jokaisella valmistajalla on tuotteilleen omat tuotekohtaiset ominaisuudet ja asennustavat.



### 5.3 Palokatko suunnitelman rakenne

Yleensä palokatko suunnitelma koostuu kolmesta pääosasta, jotka ovat palokatko suunnitelman tasokuva, detaljikuvat ja tekstiosa. Yksinkertaisimmillaan palokatko suunnitelmassa käytetään palokatko tuotteen valmistajan valmiita detaljeja, varmistetaan niiden yhteensopivuus kohteeseen ja tehdään palokatko pohja. Palokatko suunnitelman laadinta on kuitenkin harvoin näin yksinkertaista.

Palokatko suunnitelman tasokuva on pohjapiirustus kustakin rakennuksen kerroksesta, joihin palokatkoja tulee. Palokatko pohjan pohjakuvana voidaan käyttää esimerkiksi kohteen riisuttua arkkitehdin tekemään pohjakuvaa tai reikäpiirustusta. Palokatko suunnitelman pohjapiirustukseen merkitään palo-osastojen rajat ja osastointiluokat sekä näytetään kaikki osastoviin rakenteisiin tulevien läpivientien paikat detaljiviittauksineen. Läpiviennit tulee merkitä kirjain- ja numerotunnuksin. Kaikki erilaiset palokatko läpiviennit esitetään omilla tunnuksillaan. Pohjapiirroksen tulisi olla ulkoasultaan mahdollisimman selkeä ja esittää vain palokatkojen toteutuksen kannalta olennainen tieto. (Palokatko suunnitelma 2013.)

Jokaisesta läpivientiratkaisusta tulee tehdä oma detaljikuvansa. Detaljissa tulee olla rakenne- ja putkipoikkileikkaukset sekä detaljia täydentävä tekstiosuus, jossa selvitetään sanallisesti detaljin sisältöä. Detaljissa on esitettävä palokatkon sallitut läpivietävät johdotukset, läpivientiaukkojen sallitut koot, osastovien rakenteiden materiaalit ja paksuudet sekä käytettävät palokatko tuotteet ja niiden hyväksynyt. Lisäksi detaljista tulee selvittää palokatko läpiviennille tulevat muut mahdolliset erityisvaatimukset kuten kuormitukset ja paineistukset. (Palokatko suunnitelma 2013.)

Palokatko suunnitelmaan sisältyy yleensä myös tekstiosa, jossa voidaan esittää vaatimuksia asentajan pätevyydelle, tarkastusten järjestämiselle ja dokumentoinnille, palokatkojen merkitsemiselle ja tuotteen käyttöäälle. Tekstiosassa myös voidaan tuoda esille kohteen erityisvaatimuksia. Jos palokatko ratkaisuisissa ei ole käytetty CE-merkittyjä tuotteita tai ne eivät ole toteutettu tuotteen ETA-hyväksynnän mukaisin detaljein ja asennusohjein, tulee ratkaisujen rakennuspaikkakohtaiset selvitykset sisällyttää palokatko suunnitelman tekstiosaan. (Palokatko suunnitelma 2013.)

### 5.4 Palokatkojen laadun varmistaminen työmaalla

Palokatko suunnitelman lisäksi kohteeseen täytyy laatia palokatkojen toteutus- ja laadunvarmistussuunnitelma. Tällä urakoitsijan laatimalla suunnitelmalla varmistetaan, että rakennukseen tehdyt palokatkot on asennettu palokatko suunnitelman mukaisesti ja palokatkoille palokatko suunnitelmassa osoitetut vaatimukset täyttään. Toteutus- ja laadunvarmistussuunnitelmasta tulee selvittää muun muassa käytetyt työmenetelmät, henkilöiden pätevyudet, tarkastaminen ja tarkistusten dokumentointi sekä palokatkojen merkitseminen. (Palokatko suunnitelma 2013.)

Työmaalla jokainen läpivienti numeroidaan ja läpivientiin laitetaan palokatko tuotteen valmistajan palokatko tarrat. Tarrasta tulee selvittää käytetty palokatko tuote, asentaja, asennuspäivämäärä sekä

tuotteella saavutettu palonkesto-aika. Jokainen palokatko käydään asennuksen jälkeen läpi ja merkitään palokatkosuunnitelman tasokuvaan tarkastetuksi. Toteumapiirustukset sekä palokatkotuotteiden tarkastus- ja huolto-ohjeet liitetään rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeeseen. (Palokatkosuunnitelma 2013.)

<b>Oy Yritys Ab</b>	
<input type="checkbox"/> CE	Palokatko asennusmenetelmineen perustuu: CE-merkintään.
<input type="checkbox"/> SIF	Kansalliseen tyyppihyväksyntäpäätökseen
<input type="checkbox"/>	Muuhun luotettavaan selvitykseen
MERKINTÄ KATTAA: <input type="checkbox"/> huonetilan <input type="checkbox"/> yksittäisen palokatkon	
TUOTE:	ASENNUSYRITYS:
<input type="checkbox"/> TUOTE 1	_____
<input type="checkbox"/> TUOTE 2	ASENTAJA:
<input type="checkbox"/> TUOTE 3	_____
<input type="checkbox"/> MUU TUOTE: _____	PVM: _____ / _____ / 20____
PALOLUOKKA:	
<input type="checkbox"/> EI 15 <input type="checkbox"/> EI 30 <input type="checkbox"/> EI 60 <input type="checkbox"/> EI 90 <input type="checkbox"/> EI 120 <input type="checkbox"/> EI 240	

KUVA 7. Esimerkki palokatkotarrasta (Palokatko-opas 2013, 17)

Mikäli palokatkot eivät ole tehty asianmukaisesti tai ne ovat vaurioituneet, ne tulee korjata. Vaurioituneet palokatkot tulevat esille, kun ne käydään kaikki yksitellen tarkastamassa. Kuvassa 8 näkyy, miten palokatko on asennuksen jälkeen vaurioitunut ja vaatii korjaustoimenpiteen.



KUVA 8. Vaurioitunut palokatko (Malinen 2014-09-30)

## 6 ESIMERKKI PALOKATKOSUUNNITELMASTA PUURAKENTEISEEN KERROSTALOON

Opinnäytetyössä tehtiin esimerkkisuunnitelma puurakenteiseen kerrostaloon. Esimerkkikohteen ollessa tilaelementtirakenteinen puukerrostalo toi se omat haasteensa erityisesti oikeiden palokatko- tuotteiden valintaan. Kohteen runko on massiivipuista CLT-levyä, eikä markkinoilla olevilla tuotteilla ollut valmiita detaljeja tuotteista massiivipuisissa rakennusosissa. Tuotteiden ETA-hyväksynnissä on tarkkaan merkitty millaisissa rakenteissa ja miten käytettyinä tuotteiden hyväksynnit ovat voimassa. Käytännössä massiivipuurakenteissa rakennusosissa tulisi käyttää rakennusvalvonnan menettelytapaa 2 (ks. s. 24), koska ETA-hyväksynnissä esitetyt rakenteet ja asennusohjeet eivät sellaisenaan käyneet sovellettaviksi esimerkkikohteen kaikissa osastoivissa rakenteissa.

Tilaelementtirakentaminen vaatii myös talotekniikan suunnittelijoilta erityistä harkintaa putkitusten ja läpivientien sijoittelulle. Kohteessa tilaelementtien valmiusaste tehtaalla on suuri ja todella iso osa talotekniikasta asennetaan jo tehtaalla. Suunnitelmaa laadittaessa korostui se, miten tärkeää palokatkosuunnittelijan olisi olla mukana jo hankkeen aikaisessa vaiheessa. Näin ollen palokatkosten vaatimat reiät ja varaukset saadaan oikean kokoisiksi ja palokatkot saattaa olla mahdollista asentaa jo tehtaalla valmiiksi. Näin toimimalla varmistetaan myös siitä, että palokatkot on mahdollista asentaa suunnitellulla tavalla, eikä muutostöille tule tarvetta rakentamisen edetessä.

### 6.1 Palokatkosuunnitelman suunnitteluprosessi

Suunnitteluprosessi on mahdollista aloittaa vasta, kun palokatkosuunnitelman laatijalla on käytettävissään kohteen rakennetyypit, talotekniset suunnitelmat ja tieto siitä, minkä valmistajan palokatko- tuotteita kohteessa käytetään. Rakennetyypeistä nähdään, minkälaisen rakenteen läpi läpivienti ollaan tekemässä. LVISA-suunnitelmista saadaan läpivientien sijainnit, koot ja muodot. Palokatkosuunnitelman tekeminen olisi hyvä aloittaa heti, kun edellä mainitut suunnitelmat ovat saatavilla. Jos rakenteisiin tai esimerkiksi läpivientien sijainteihin joudutaan tekemään muutoksia, pystytään ne huomaamaan ajoissa ja mahdollisesti välttämään ylimääräisiltä kustannuksilta ja työltä. Suunnittelijan tulisi myös tuntea hyvin erilaiset markkinoilla olevat palokatkotuotteet, jotta jokaiseen kohteeseen saadaan optimaaliset palokatkoratkaisut aikaiseksi.

Koska palokatkosuunnittelussa tarvitaan monen rakentamiseen liittyvän alan tietoutta, joutuu suunnittelija yleensä olemaan yhteydessä kunkin erityissuunnitelman laatijaan. Eri suunnitelmien yhteensovittaminen saattaa aiheuttaa palokatkosuunnittelussa ongelmia. Esimerkiksi palokatkotuotteet saattavat antaa rajoituksia sille, miten lähekkäin läpivientejä saa asentaa, tai palokatkon asentaminen vaatii erityisen paljon tilaa ympärilleen asennusvaiheessa.

Vakiintuneita käytäntöjä palokatkosuunnitelman suunnitteluprosessin läpiviemiseen ei ole vielä kerryntä muodostumaan, koska suunnitelmia on alettu vasta hiljattain laatia. Myös se, että suunnitelman laatija voi olla niin rakenne-, LVI-, sähkö-, arkkitehti- kuin paloalankin suunnittelija, tuo vaihtelua käytäntöihin. Jokaisen eri suunnittelualan edustajalla on oman erityisalansa lähestymistapa suunnitelman toteuttamiseen.

## 6.2 Palokatko suunnitelman tekstiosa

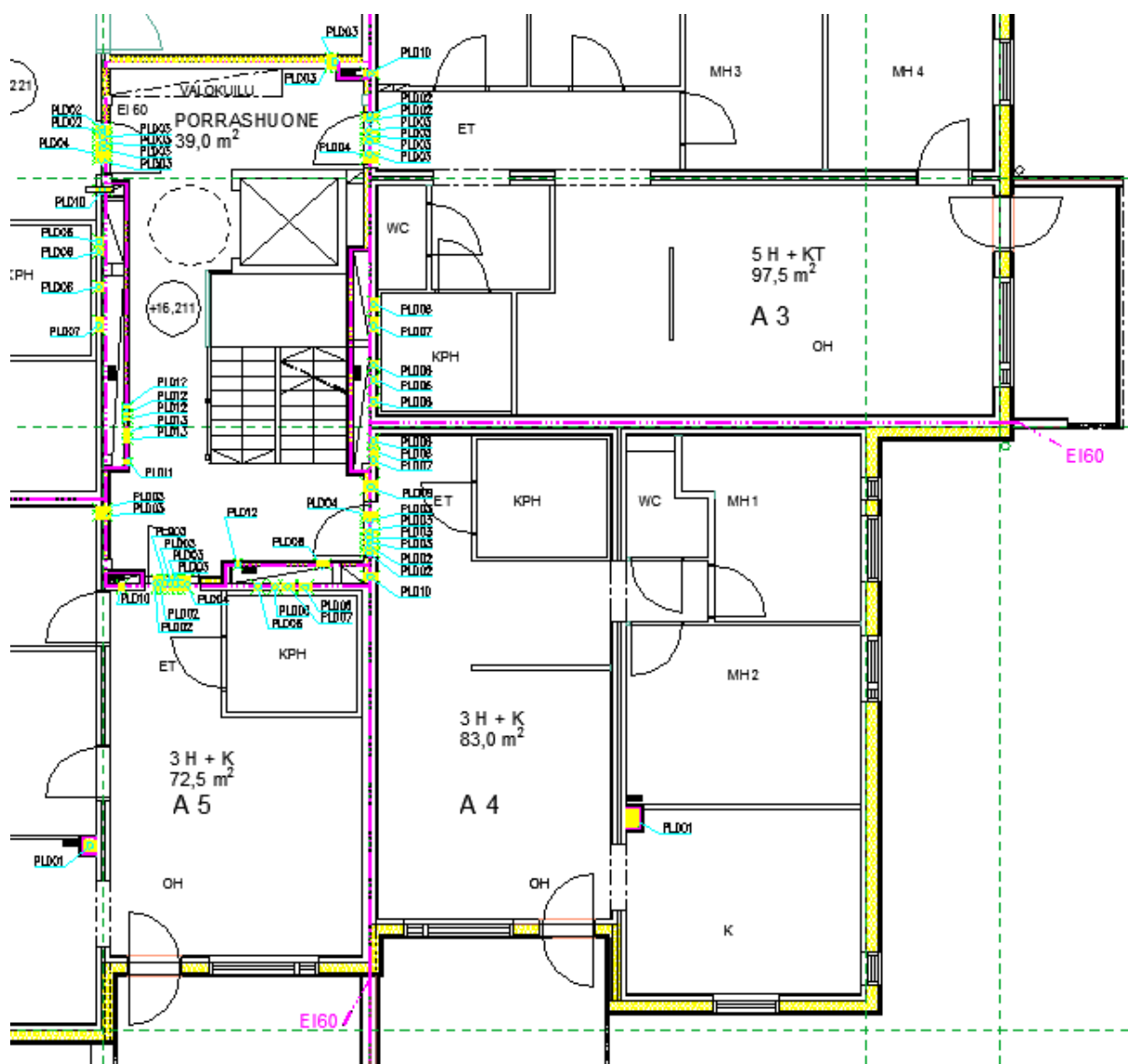
Esimerkkikohteessa palokatko suunnitelman tekstiosuus on liitetty palokatko suunnitelman pohjankuvan kanssa samaan kuvaan. Tekstiosuudessa kerrotaan muun muassa rakennuksen paloluokka sekä, minkä dokumentin perusteella palo-osastojen rajat on pohjakuvaan laitettu. Siinä todetaan myös, että kohteessa saa käyttää ainoastaan suunnitelmissa mainittuja tuotteita ja asennustapoja. Tekstiosassa kerrotaan palokatkoihin vaikuttavat kohteen erityispiirteet ja se, että CE-merkittämättömät tuotteet tulee hyväksyä rakennuspaikkakohtaisesti. Kohteen erityispiirteet voisivat olla mainittuna myös detaljien yhteydessä. Jos kohde on erityisen vaativa palokatkojen osalta ja esimerkiksi asennustavat vaativat lisäselvitystä, voidaan tekstiosuus tehdä myös kokonaan erillisenä dokumenttina.

## 6.3 Palokatko suunnitelman pohjapiirustus

Palokatko suunnitelman pohjapiirustuksen pohjana on käytetty kohteen arkkitehdin työpiirustusta riisuttuna versiona. Pohjakuvaan on merkitty palo-osastojen rajat ja osastointiluokat. Läpimenojen kohdat näkyvät pohjakuvassa ja kunkin läpiviennin kohdalle on merkitty kyseisen läpivientiratkaisun esittävän detaljikuvan tunnus.

Palokatko suunnitelman pohjapiirustusta tehdessä pohdin, mikä kuva olisi järkevin ottaa palokatko suunnitelman pohjakuvaksi. Reikäkuvien mahdollinen käyttö tuntuisi järkevältä, koska siinä olisi kaikki läpiviennit jo valmiiksi paikoillaan. Tämä kuitenkin vaatii sen, että läpivientien sijainteihin ja kokoihin ei ole tullut muutoksia. Reikäkuvien tekijöille tulisi myös olla ohjeistus esimerkiksi AutoCad kuvan tasojen käytöstä, jotta tarpeettomat tasot saadaan kuvasta helposti sammutettua. Esimerkki kohteessa läpivientien sijainteja, määriä ja kokoja oli reikäkuvakerroksen jälkeen jouduttu muuttamaan, joten kuvat eivät enää pitäneet kaikilta osin paikkaansa. Näin ollen päädyin siivoamaan arkkitehdin piirtämää pohjakuvaa ja lisäämään siihen palokatkojen paikat.

Tässä kohteessa jokainen huoneisto muodostaa oman palo-osastonsa sekä porrashuone omansa. Lähes kaikki talotekniikan johdotukset ja putkitukset tuodaan porrashuoneessa sijaitsevaan niin sanottuun talotekniikkakuiluun. Talotekniikkakuilu tulee olla myös palo-osastoitu ja sillä on sama osastointiluokka kuin huoneistoillakin. Palokatkoläpivientejä tulee huoneistosta porrashuoneen kautta talotekniikka kuiluun sekä huoneistosta suoraan talotekniikkakuiluun. Näin ollen palokatkoratkaisuja kertyy hyvin monta osastoivien rakenteiden ollessa eri rakennetyypeillä toteutettuja. Näiden lisäksi huoneistossa sijaitsevat hormit tulee olla osastoitu kerroksittain, joten näissä kohdissa palokatko tulee myös välipohjaan.

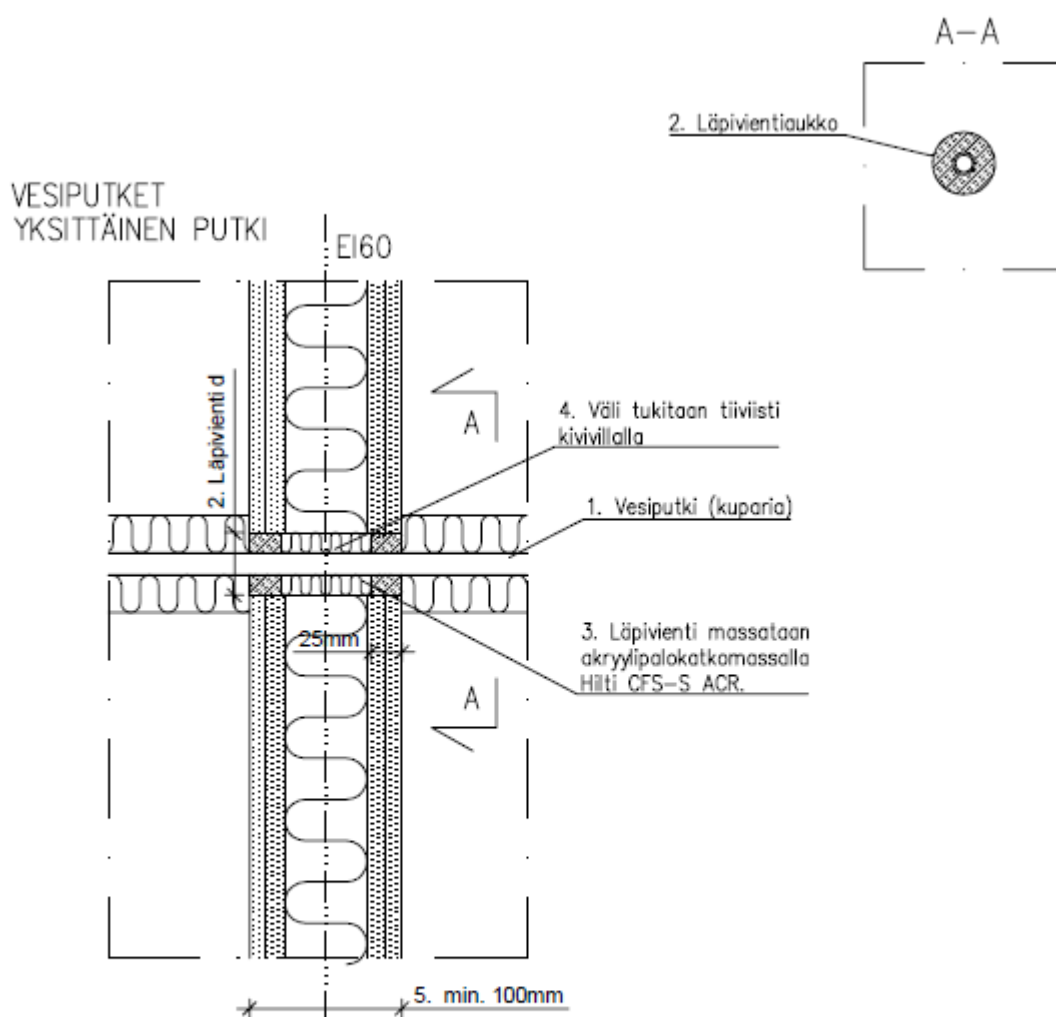


KUVA 9. Ote palokatkosuunnitelman pohjakuvasta

Yllä olevassa pohjakuvassa (kuva 9) näkyy asunnoista porrashuoneeseen tulevat palokatkoläpiviennit. Osa läpivienneistä menee asunnoista suoraan talotekniikkakuiluihin, jotka näkyvät yllä olevan kuvan vasemmassa yläkulmassa. Osa taas menee porrashuoneen katon alaslaskuun, josta ne menevät toisella puolella porraskäytävää olevaan talotekniikkakuiluun. Kuvassa näkyy myös pystysuuntainen viemäriputken läpiveinti (PLD01), jossa palokatko on tehty välipohjaan.

#### 6.4 Palokatkodetaljit

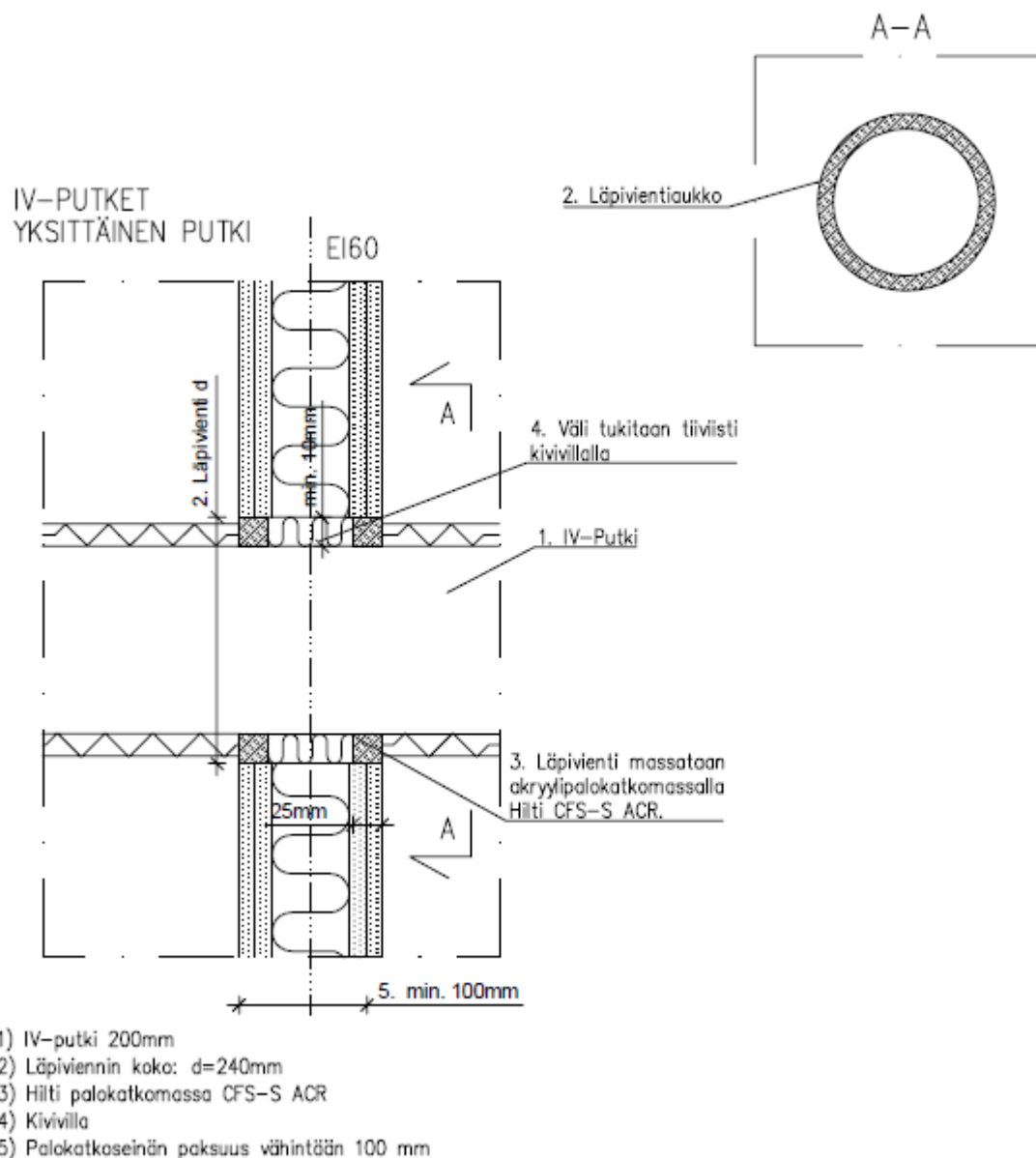
Kohteen palokatkot on tiivistetty pääasiassa Hilti Oy:n tuotteilla. Yleinen käytäntö tuotteita valitessa onkin, että valitaan yksi palokatkotuotevalmistaja, ja kaikki kohteen palokatkot toteutetaan saman valmistajan tuotteilla. Näin varmistetaan tuotteiden yhteensopivuudesta, jos samassa palokatkoläpiviennissä joudutaan käyttämään useampaa eri palokatkotuotetta. Käytettävien palokatkotuotteiden tekniset ohjeet on käytävä huolellisesti läpi, jotta läpiveinti saadaan suunniteltua oikein. Hilti Oy:llä on olemassa suunnittelua helpottava palokatkojen suunnitteluohjelma. Alla käydään läpi pari esimerkkikohteen palokatkodetalji.



- 1) Kupariputki
- 2) Lämpiviennin koko:  $d=50\text{mm}$
- 3) Hilti, akryylipalokatkomassa CFS-S ACR
- 4) Kivivilla
- 5) Palokatkoseinän paksuus vähintään 100 mm

KUVA 10. Vesiputken palokatkolämpivienti rankarunkoisesta seinästä

Yllä olevassa kuvassa esitetään yksittäisen vesiputken läpivienti rankarunkoisessa seinässä, jonka paloluokka on EI60. Tässä tapauksessa putkieriste katkaistaan läpiviennin kohdalla. Palokatko syntyy kahden tuotteen yhdistelmänä. Palokatkotuotteena läpiviennissä on Hiltin CFS-S ACR –akryylipalokatkomassa, jonka lisäksi palokatkossa käytetään palamatonta kivivillaa. Rakenteen minimipaksuus kevyissä kipsilevyseinissä on 100mm. Tiivisteen tulee olla minimissään 100 mm etäisyydellä rangasta ja tila on täytettävä luokan A1 tai A2 eristeellä. Puurunkoa käytettäessä tulee rangen molemmiin puolin olla vähintään kaksi 12,5 mm paksuista kipsilevyä. Palokatkomassa asennetaan rakenteen molemmille puolille, kuten yllä olevassa kuvassa on esitetty. Palokatkon kivivillasullonnan pitää täyttää väli kokonaan ja sen tiheyden on oltava suurempi tai yhtäsuuri kuin  $45\text{ kg/m}^3$ . (Hilti Akryylipalokatkomassa CFS-S ACR tekninen ohje 2010, 9.)



KUVA 11. IV-putken palokatkolämpivienti rankarunkoisesta seinästä.

Yllä olevan kuvan IV-putken läpivienti on toteutettu samalla periaatteella kuin kuvassa 10. Läpivienti on kevyessä levyrakenteisessa seinässä, jonka paloluokka on EI60. Läpiviennissä on käytetty Hiltin CFS-S ACR -akryyilipalokatkomassaa molemmin puolin seinärakennetta. Väli pitää täyttää kokonaan kivivillalla.

Palokatkoetaljeja suunniteltaessa tulisi etsiä kohteen palokatkoihin sellainen ratkaisu, joka on kohteen kannalta paras. Palokatkot voidaan toteuttaa monella eri tavalla käytettävistä tuotteista riippuen, ja suunnittelussa joudutaan miettimään ratkaisua monelta eri kannalta. Lähtökohtana voi esimerkiksi olla se, että palokatkoissa käytetään mahdollisimman paljon samaa tuotetta tai, että palokatkot täytyy olla nopeasti ja helposti asennettavissa.

## 7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia viranomaismääräykset täyttävä palokatko suunnitelma puurakenteiseen kerrostaloon, koota yhteen tietoa palokatko suunnitelmasta, kerätä detaljikirjasto jo tehdyistä palokatko detaljeista sekä perehtyä palokatko tuotteisiin. Haastavinta työssä oli löytää tietoa palokatkosten läpivientitavoista ja siitä, miten ne soveltuvat käytettäviksi puurakenteisissa rakennusosissa. Tämä johtunee siitä, että puuta on Suomessa käytetty hyvin vähäisissä määrin runkomateriaalina isommissa rakennuskohteissa. Puurakenteisia kerrostaloja on alettu vasta viime vuosina rakentamaan kiihtyvään tahtiin. Aikaisemmin rakennetut kohteet ovat olleet niin sanottuja pilottikohteita, eikä vakiintuneita käytäntöjä puurakenteiden palokatkota koskien ole vielä päässyt syntymään. Myöskään eri palokatko tuotteiden valmistajilta ei ole vielä saatavissa palokatko detaljeja massiivipuurakenteisiin, eikä näin ollen tuotteiden ETA-hyväksynnät ole voimassa, kun tuotteita käytetään massiivipuisissa rakennusosissa. Nämä puuttuvat sekä vaaka- että pystysuuntaisista osastoivista rakenteista. Puurankaisiin kipsilevytettyihin osastoihin seiniin läpivientidetalleja on olemassa.

Työn edetessä ja aiheeseen syventyessä minulle muodostui selkeä kuva siitä, mitä palokatko suunnitelmassa on järkevää esittää, ja jatkossa palokatko suunnitelmien tekeminen onnistuu. Myös rakennustuotteiden CE-merkinnästä ja ETA-hyväksynnästä sain itselleni selkeämmän ja käytännönläheisemmän kuvan ja ymmärrän nyt paremmin, mitä nämä käsitteet tarkoittavat käytännössä.

Työtä tehdessä korostui se, kuinka tärkeää olisi, että palokatko suunnitelman laatija pääsisi tekemään suunnitelman mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Olennaista on, että palokatkot olisi mietitty loppuun asti järkeviksi ratkaisuksi niin toteutuksen kuin kustannustenkin kannalta. Näin ollen on todennäköisempää välttää ylimääräisiä kustannuksia aiheuttavat muutokset. Suunnitelman laatiminen aikaisessa vaiheessa korostuu tilaelementtirakenteisessa puukerrostalossa. Hyvin suunniteltuina palokatko läpivientejä on mahdollista tehdä jo tehtaalla hyvissä olosuhteissa.

Tärkeään osaan palokatko suunnittelussa nousee palokatko tuotteet. On erityisen tärkeää, että palokatko suunnittelija on perehtynyt erilaisiin palokatko tuotteeseen ja ymmärtää tuotteiden käyttökohdet sekä asennustavat. Näin jokaiseen kohteeseen saadaan aikaiseksi optimaaliset ratkaisut niin palokatko läpivientien asennuksen kuin kokonaiskustannusten kannalta. Palokatko tuotteiden ja niiden asennuksen kilpailutuksen rajasin tämän työn ulkopuolelle, enkä alkanut kyseiseen aihealueeseen perehtymään. Tämä aihealue voisi hyvin olla opinnäytetyön aiheena asiasta kiinnostuneelle opiskelijalle.



## LÄHTEET

- Hilti Akryylipalomassa CFS-S ACR Tekninen ohje 2010. [Verkkajulkaisu.] [Viitattu 2015-03-02.] Saatavissa: [https://www.hilti.fi/medias/sys\\_master/documents/h46/9116347203614/Technical\\_information\\_ASSET\\_DOC\\_LOC\\_2441107.pdf](https://www.hilti.fi/medias/sys_master/documents/h46/9116347203614/Technical_information_ASSET_DOC_LOC_2441107.pdf)
- LAVENTO, Dakota 2014-09-26. Talotekniikkäläpivientejä palo-osastorakenteisiin. Rakennuslehti 48:28, 18.
- MALINEN, Tuomas 2014-09-30. Vaurioitunut palokatko [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän hallussa.
- Palokatko-opas 2013. Osastoivat läpiviennit ja -saumaukset. Suomen Palokatkoyhdistys ry. [Verkkajulkaisu.] [Viitattu 2014-10-09.] Saatavissa: [http://www.palokatkoyhdistys.fi/files/palokatko-opas\\_2013.pdf](http://www.palokatkoyhdistys.fi/files/palokatko-opas_2013.pdf)
- Palokatkosuunnitelma 2013. [Verkkajulkaisu.] [Viitattu 2014-10-27.] Saatavissa: <http://www.hel.fi/static/rakvv/ohjeet/Palokatkosuunnitelma.pdf>
- Puurakenteen palomitoitus tekninen tiedote 2013-02-26. Puuinfo [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2016-03-06.] Saatavissa: <http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohjeet/puurakenteen-palomitoitus/puurakenteenpalomitoitus.pdf>
- RT 08-11139 2014. Rakennusten paloluokat ja paloluokan määrittäminen. Helsinki: Rakennustieto.
- Sewatek Oy:n internetsivut. [Kuva]. [Viitattu 2014-12-30] Saatavissa: [http://sewatek.fi/index.php?option=com\\_content&view=article&id=135&Itemid=51](http://sewatek.fi/index.php?option=com_content&view=article&id=135&Itemid=51)
- Suomen Rakentamismääräyskokoelma E1 2011. Ympäristöministeriö. Finlex. [Verkkajulkaisu.] [Viitattu 2014-11-11.] Saatavissa: [http://www.finlex.fi/data/normit/37126-E1\\_2011-fi.pdf](http://www.finlex.fi/data/normit/37126-E1_2011-fi.pdf)
- Suomen ympäristöministeriön internetsivut 2014. [Viitattu 2014-11-10.] Saatavissa: [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Suomen\\_rakentamismaarayskokoelma\(3624\)](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Suomen_rakentamismaarayskokoelma(3624))
- Suomen ympäristöministeriön internetsivut 2015. [Viitattu 2015-03-29.] Saatavissa: <http://www.ym.fi/ce-merkinta>
- Suomen ympäristöministeriön internetsivut 2015. [Viitattu 2015-04-19.] Saatavissa: [http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Rakentamisen\\_ohjaus/Rakennustuotteiden\\_tuotehyvaksynta/Kansalliset\\_hyvaksyntamenettelyt/Tyyppihyvaksynta](http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto_ja_rakentaminen/Rakentamisen_ohjaus/Rakennustuotteiden_tuotehyvaksynta/Kansalliset_hyvaksyntamenettelyt/Tyyppihyvaksynta)
- VTT Expert Services Oy:n internetsivut 2015. [Viitattu 2015-03-29.] Saatavissa: [http://www.vttexpertservices.fi/Pages/Rakennustuotteet\\_tyyppihyvaksynta.aspx](http://www.vttexpertservices.fi/Pages/Rakennustuotteet_tyyppihyvaksynta.aspx)
- Ympäristöministeriö 2003. Rakennusten paloturvallisuus & Paloturvallisuus korjausrakentamisessa. Helsinki: Edita Prima Oy.

LIITE 1: PALOKATKOSUUNNITELMA