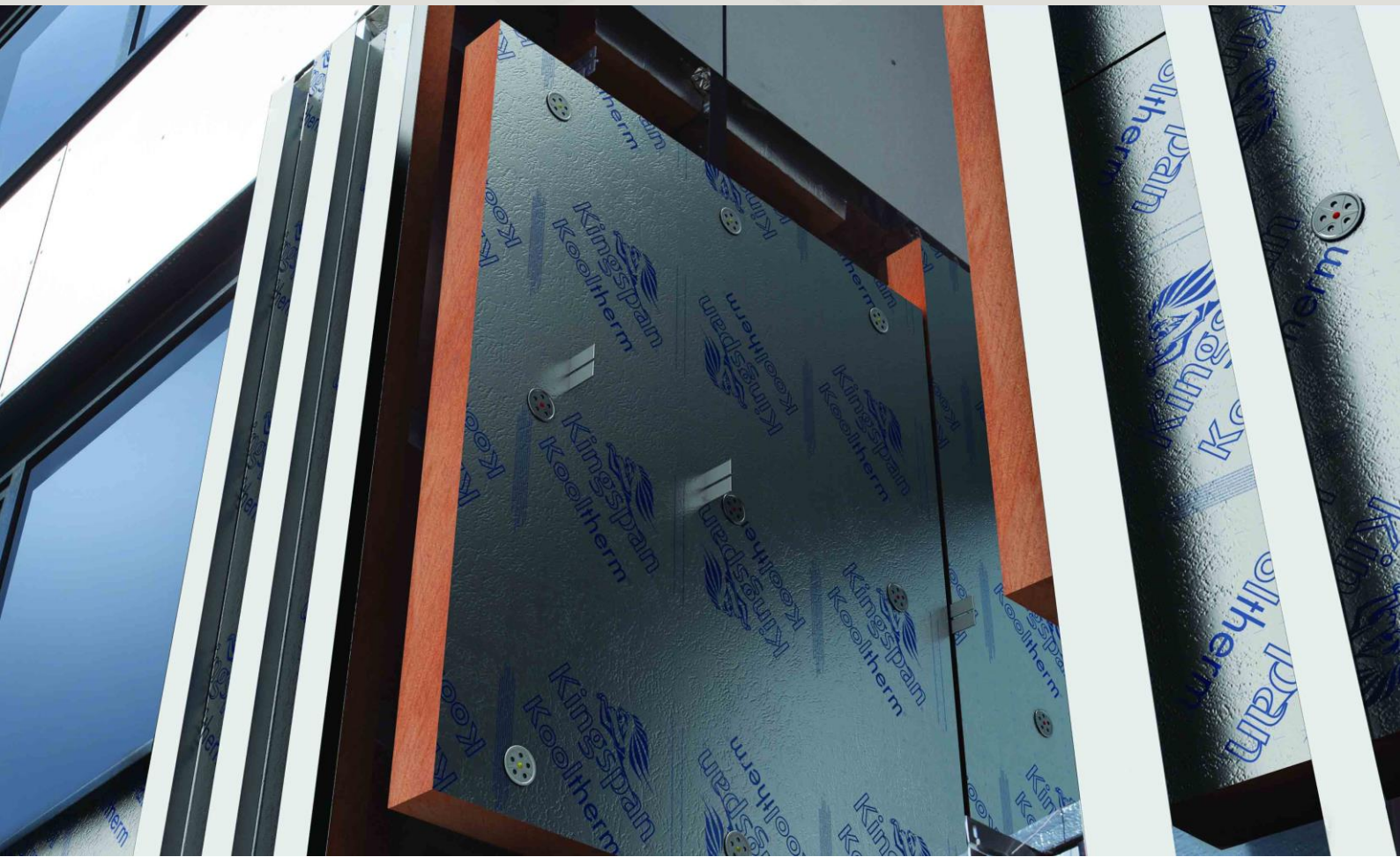




# Kingspan Kooltherm® -palosuunnitteluohje

PALOSUOJAUKSET P1-PALOLUOKAN RAKENNUKSEN JULKISIVUSSA



# Johdanto

Tässä ohjeessa esitetään Ympäristöministeriön paloturvallisuutta koskevan asetuksen (848/2017) mukaiset käyttöedellytykset ja suojausperiaatteet Kingspan Kooltherm® -eristeille P1-paloluokan rakennuksen julkisivuissa. Asetuksen tulkinnassa on hyödynnetty sen yhteydessä julkaistua muistiota. Ohje sisältää otteet asiaa käsitteleviin keskeisimpiin asetuksen ja muistion kohtiin.

Esitettujen ratkaisujen toimivuus perustuu koetuloksiin, yleisesti käytössä oleviin taulukkoarvoihin ja palomitoitusmenetelmiin sekä asiantuntijalausuntoihin. Ohjeessa esitetään ainoastaan eristeen suojausperiaatteet sekä eristevalintaan liittyvät reunaehdot. Muiden tarvikkeiden ja rakenteen osien lämmöneristevalinnasta riippumattomia suojaus- ja luokkavaatimuksia ei käydä läpi.

Ohjeeseen on kirjoitettu auki kaikki mitoitusperiaatteet, joihin ohjeen ratkaisut perustuvat (tekstiosa). Lisäksi ohje sisältää runsaasti esimerkkikuvia suunnittelun tueksi (liite 4). Ohjeen läpinäkyvyyden parantamiseksi ja hyvän kirjoitustavan mukaisesti ohje sisältää myös kattavan lähdeluettelon.

Rakennusvalvontojen TOPTEN Yhtenäiset käytännöt -tulkintakortissa 117b 27 on esitetty käytäntöjä P1-paloluokan rakennuksen ulkoseinärakenteen vaatimustenmukaisuuden osoittamiseen, kun lämmöneristeen eristävän osan luokka on huonompi kuin B-s1, d0 (esimerkiksi Kingspan Kooltherm® -eristeet). Tämä ohje on laadittu vastaamaan tulkintakortissa esitettyjä vaatimuksia siten, ettei ohjetta noudatettaessa ole tarpeen laatia erillistä rakennuspaikkakohtaista selvitystä.

Ohjeen teknisen sisällön ovat tarkastaneet Tkt Esko Mikkola (liite 1) ja Palotekninen Insinööritoimisto Markku Kauriala Oy (liitteet 2 ja 3).

## VERSIOHISTORIA

|            |            |
|------------|------------|
| versio 1.2 | 20.5.2019  |
| versio 1.1 | 24.10.2018 |
| versio 1   | 16.8.2018  |

Tähän ohjeeseen ja kaikkiin sen kopioihin liittyvät teollisoikeudet, tekijänoikeudet ja muut oikeudet kuuluvat ja säilyvät Kingspan Insulation Oy:llä. Kingspan Insulation Oy pidättää kaikki sille kuuluvat oikeudet. Tämän ohjeen tai sen osien ja kaiken tekijänoikeuksin suojatun aineiston luvaton käyttö ilman Kingspan Insulation Oy:n etukäteistä kirjallista suostumusta on kielletty.

# Sisällysluettelo

|       |                                                                                            |    |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | Käyttöedellytykset .....                                                                   | 1  |
| 2     | Rakennuksen korkeus enintään 28 metriä, käyttötarkoitus asuin- tai työpaikkarakennus ..... | 2  |
| 2.1   | Eristeen sisäpinnan suojaus .....                                                          | 4  |
| 2.1.1 | Kantava tai ei-kantava betonirunko .....                                                   | 4  |
| 2.1.2 | Rankarunko (teräsorsi tai ei-kantava puurunko) .....                                       | 5  |
| 2.2   | Aukkojen piilien suojaus .....                                                             | 6  |
| 2.2.1 | Puinen apukarmi .....                                                                      | 6  |
| 2.2.2 | Karmikenkä ja puu- tai alumiinikarmi .....                                                 | 6  |
| 2.3   | Eristeen ulkopinnan (ja tuuletusvälin) suojaus .....                                       | 6  |
| 2.4   | Ulkonurkkaliitos .....                                                                     | 7  |
| 3     | Rakennuksen korkeus enintään 56 metriä, ei käyttötarkoitusrajoitusta .....                 | 8  |
| 3.1   | Eristeen sisäpinnan suojaus .....                                                          | 8  |
| 3.2   | Aukkojen piilien suojaus .....                                                             | 8  |
| 3.2.1 | Puinen apukarmi .....                                                                      | 9  |
| 3.2.2 | Karmikenkä ja puukarmi .....                                                               | 10 |
| 3.2.3 | Karmikenkä ja alumiinikarmi .....                                                          | 11 |
| 3.3   | Eristeen ulkopinnan (ja tuuletusvälin) suojaus .....                                       | 12 |
| 3.3.1 | Suojaus tuuletusvälin sisäpinnassa .....                                                   | 13 |
| 3.3.2 | Suojaus ulkopinnan pintarakenteilla .....                                                  | 13 |
| 3.4   | Ulkonurkkaliitos .....                                                                     | 16 |
| 3.5   | Julkisivuverhoilun kiinnitystarvikkeet .....                                               | 16 |
| 3.6   | Erikoistapaukset .....                                                                     | 17 |
| 4     | Muut yksityiskohdat .....                                                                  | 18 |
| 4.1   | Saumojen tiivistys saumavaahdolla .....                                                    | 18 |
| 4.2   | Läpiviennit .....                                                                          | 19 |
| 4.3   | Kerrosten väliset palokatkot eristekerroksessa .....                                       | 19 |
| 4.4   | Palomuuuri .....                                                                           | 19 |
| 4.5   | Taulukkoarvoista poikkeaminen .....                                                        | 20 |
| 5     | Lähteet .....                                                                              | 21 |

LIITE 1 – TEKNISEN SISÄLLÖN ARVIOINTI, TKT ESKO MIKKOLA

LIITE 2 – TEKNISEN SISÄLLÖN ARVIOINTI, PALOTEKNINEN INS.TOIMISTO MARKKU KAURIALA OY

LIITE 3 – TEKNISEN SISÄLLÖN ARVIOINTI, PALOTEKNINEN INS.TOIMISTO MARKKU KAURIALA OY

LIITE 4 – ESIMERKKIKUVAT

# 1 Käyttöedellytykset

Kingspan Kooltherm® -eristeisen julkisivun palosuojauksien toimivuuden todentamiselle on asetuksessa kolme vaihtoehtoista reittiä [1]:

- taulukkomitoitus luokkia ja lukuarvoja käyttäen (25 §, 26 §)
- täyden mittakaavan polttokoe (25 §)
- kohdekohtainen palomitoitus (4 §)

**Taulukkomitoituksessa** noudatetaan asetuksessa esitettyjä luokka- ja suojausvaatimuksia, jotka määräytyvät rakennuksen palokuorman, korkeuden ja käyttötarkoituksen mukaan. Tämä lähestymistapa edellyttää lämmöneristetuotteelta normaalin luokan lisäksi eristeen eristävän osan luokan erillistä testausta. Kingspan Kooltherm® -eristeen eristävän osan, eli vaahdon tai ytimen, luokka on C-s1, d0 [2].

**Täyden mittakaavan polttokokeessa** eristeen ulkopuolisten ja aukkojen piilien suojausten toimivuus osoitetaan polttamalla koko rakenne sellaisenaan. Kokeen läpäissyttä rakennetta (suojauskiinteää ja ulkoeristystä) voidaan käyttää sellaisenaan, eli taulukkomitoitusarvoista voidaan poiketa kunhan rakenne kokonaisuutena on läpäissyt vaaditun polttokokeen. Muistioon [3] kirjattuja hyväksytyjä polttokokeita ovat:

- SP Fire 105 enintään 28 metriä korkeisiin rakennuksiin asti, käyttötarkoitus asuin- tai työpaikkarakennus
- BS 8414 enintään 56 metriä korkeisiin rakennuksiin asti, ei käyttötarkoituks rajoituksia

Täyden mittakaavan polttokokeella osoitetaan ainoastaan eristeen ulkopuolisten ja aukkojen piilien suojausten toimivuus. Sisäpuolinen suojaus tulee edelleen tehdä taulukkomitoitusta noudattaen, jossa suojausaika määräytyy tilan palokuormaryhmän mukaan.

Täyden mittakaavan polttokoea käytettäessä on äärimmäisen tärkeä muistaa, että koetulos pätee ainoastaan testatulle rakenteelle ja suunniteltava kokonaisuus tulee vastata täysin testattua rakennetta erityisesti ulkoeristystä ja muiden suojausten osalta. Täyden mittakaavan polttokoea voidaan käyttää myös pelkän eristeen tarkasteluun, jos rakenne poltetaan ilman ulkoeristystä. Tuloksia voidaan käyttää eristeen suojaustarpeen arviointiin aukkojen piilissä sekä ulkopuolista paloa vastaan. Tällöin ulkoeristystä osalta noudatetaan taulukkomitoitusmenetelmää.

**Kohdekohtainen palomitoitus** tehdään rakennuksen oletettuun palonkehitykseen perustuvan menetelyn mukaisesti. Tällöin rakennuksen paloluokka on P0 tai P1. Kohdekohtaisen palomitoituksen tekee tyypillisesti riittävän pätevyyden omaava palosuunnittelija. Tämä vaihtoehto tulee kyseeseen käytännössä tapauksissa, joissa ei ole suoraa taulukkomitoitusmenetelmää asetuksessa, kuten esimerkiksi haluttaessa poiketa rakennuksen käyttötarkoituksen tai korkeuden rajoitteista. Poikkeaman ollessa pienehkö taulukkomitoituksen luokka- ja lukuarvovaatimuksista, ei P0 paloluokan käyttö ole tältä osin tarpeen.

Kingspan Kooltherm® -eristeitä voidaan käyttää P1 paloluokan rakennusten julkisivussa seuraavin edellytyksin:

- rakennuksen korkeus on enintään 56 metriä
- kantava runko on betonia, terästä tai muuta palamatonta (väh. A2-s1, d0 luokkaista) materiaalia
- ei-kantavien seinien rungot voivat olla myös vähintään D-s2, d2 luokkaisia (puuta)
- eriste on suojattu sisäpuolelta ja aukkojen piilistä palokuorman mukaan määräytyvän ajan
- eriste on suojattu ulkopuolelta rakennuksen korkeuden ja käyttötarkoituksen mukaan määräytyvän ajan
- vaihtoehtoisesti aukon piilien ja ulkopuolisen suojausten toimivuus on osoitettu rakennuksen korkeuden ja käyttötarkoituksen mukaan määräytyvällä täyden mittakaavan polttokokeella

Seuraavaksi esitettävät suojaukset ja periaatteet perustuvat asetuksen taulukkomitoitukseen sekä täyden mittakaavan polttokokeisiin. Liitteessä 4 on tyypillisimpiä esimerkkiratkaisuja.

## 2 Rakennuksen korkeus enintään 28 metriä, käyttötarkoitus asuin- tai työpaikkarakennus

Kingspan Kooltherm® -eristeen palosuojaukset määräytyvät tässä tapauksessa seuraavasti:

- |                             |   |                                            |
|-----------------------------|---|--------------------------------------------|
| • sisäpinnan suojaus        | ➡ | taulukkomitoitus                           |
| • suojaus aukkojen pielissä | ➡ | täyden mittakaavan polttokoe (SP Fire 105) |
| • ulkopinnan suojaus        | ➡ | täyden mittakaavan polttokoe (SP Fire 105) |

Sisäpinnan suojaus perustuu taulukkomitoitukseen, koska täyden mittakaavan polttokokeessa ei testata eristeen sisäpuolista suojausta. Asetuksessa todetaan seuraavaa täyden mittakaavan polttokokeesta, 25 §:

*"Enintään 56 metriä korkean rakennuksen ulkoseinärakenteen toimivuus palotilanteessa voidaan osoittaa myös täyden mittakaavan kokeella."* [1]

Täyden mittakaavan polttokokeen käyttöä on ohjeistettu muistion puolella:

*"Enintään 56 metriä korkean rakennuksen ulkoseinärakenteen ulkopinnan toimivuus palotilanteessa voidaan osoittaa myös yleisesti hyväksytyllä täyden mittakaavan kokeella, esimerkiksi SP 105 Fire ja BS 8414. Kokeella voidaan osoittaa, että valittu rakenne (detaljeineen, kuten aukkojen ja tuuletusvälien suojauksineen) ei lisää palo-osastosta toiseen eikä rakennuksesta toiseen tapahtuvaa palon leviämisen riskitasoa verrattuna luokkiin ja lukuarvoihin."*

*"Esimerkiksi rakennuksen korkeuteen liittyen SP 105 Fire testiä voitaisiin käyttää järjestelmien testaamiseen kun julkisivujärjestelmän käyttötarkoitus on enintään 28 metriä korkeissa rakennuksissa ja BS 8414 testiä enintään 56 metriä korkeissa rakennuksissa."* [3]

Muistion perusteella täyden mittakaavan polttokoetta voidaan siis käyttää esimerkiksi aukon pielien ja eristeen ulkopinnan suojausten testaamiseen.

Taulukkomitoituspuolella eristeen ulkopinta tulee suojata enintään 28 metriä korkeissa asuin- ja työpaikkarakennuksissa 15 minuuttia. Muistiossa on esitetty, että SP Fire 105 olisi sopiva testi enintään 28 metriä korkeissa rakennuksissa.

Muun käyttötarkoituksen rakennuksissa (esimerkiksi koulu tai sairaala) ja korkeammissa rakennuksissa taulukkomitoituspuolella eriste tulee suojata ulkopuolista paloa vastaan 30 minuuttia. Tällöin riittävänä testausmenetelmänä voidaan pitää BS 8414 testiä, joka muistion mukaan soveltuisi tapauksiin, joissa eriste tulee suojata ulkopuolista paloa vastaan 30 minuuttia.

Palokuormaryhmällä ei ole taulukkomitoituspuolella vaikutusta eristeen ulkopuoliseen suojaukseen, vaan suojaus määräytyy käyttötarkoituksen ja rakennuksen korkeuden mukaan. Tämän perusteella palokuormaryhmällä ei ole vaikutusta eristeen ulkopuoliseen suojaukseen myöskään täyden mittakaavan polttokoetta käytettäessä.

Kingspan Kooltherm® on läpäissyt SP Fire 105 -polttokokeen ilman ulkoverhousta ja ainoastaan 1,0 mm pellityksillä aukkojen pielissä [4], sekä D-s2, d0 luokkaisella tuuletusvälin puukoolauksella (tuuletusväli 51 mm) ja B-s1, d0 luokkaan palosuojakäsittelyllä 21 mm paksulla puupaneeliverhouksella [5]. Ilman ulkoverhousta tehdyssä testissä käytetty tuote oli K8 C ja tuuletetulla puupaneeliverhouksella tehdyssä testissä K15 C. Molemmissa tapauksissa kyseessä on käytännössä sama tuote, jonka tuotenimi on vaihtunut. Testatun tuotteen ytimen luokka on C-s1, d0.

Tuloksia voidaan soveltaa myös mm. K3, K5 ja K15 [6] [7] sekä S20 [8] eristeille. Näissä neljässä tuotteessa käytetään eristävältä osaltaan samaa ytimen koostumusta, kuin testatussa tuotteessa K8 C / K15 C [8]. Edellä mainittujen tuotteiden pintojen luokat määräytyvät käytettävän laminaatin mukaan:

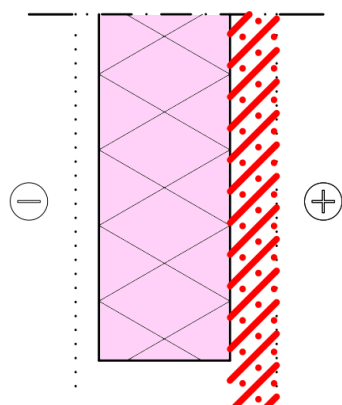
- K8 C      alumiinikomposiittilaminaatti    C-s1, d0 (testattu tuote)
- K3        mineraalikuitulaminaatti            C-s1, d0
- K5        mineraalikuitulaminaatti            C-s1, d0
- S20      alumiinikomposiittilaminaatti    C-s1, d0 (sama laminaatti kuin testatussa tuotteessa)
- K15 C    alumiinikomposiittilaminaatti    C-s1, d0 (testattu tuote)
- K15      tumma palosuojalaminaatti        B-s1, d0



## 2.1 Eristeen sisäpinnan suojaus

Suojaukset perustuvat tässä kappaleessa taulukkomitoitukseen.

Suojausaika määräytyy tilan osastoivien rakennusosien luokkavaatimusten mukaan, 25 §:



”...palon leviäminen eristeeseen on rajoitettu ajan, joka on rakennuksen sisäpuolelta ja aukkojen pielen osalta vähintään puolet tilan osastoivien rakennusosien palonkestävyys aikavaatimuksesta.” [1]

Taulukko 6. Osastoivien rakennusosien luokkavaatimukset

|                    | Rakennuksen paloluokka ja kerrosluku sekä palokuormaryhmä MJ/m <sup>2</sup> |                                                |                     |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------|
|                    | P1                                                                          |                                                |                     |
|                    | yli 1 200                                                                   | 600–1 200                                      | alle 600            |
| Kerrokset, yleensä | EI 120 <sup>1)</sup><br>(EI 60 *) <sup>1)</sup>                             | EI 90 <sup>1)</sup><br>(EI 60 *) <sup>1)</sup> | EI 60 <sup>1)</sup> |

<sup>1)</sup> Yli 2-kerroksisen P1-paloluokan rakennuksen uloskäytävien osastoivat rakennusosat on tehtävä vähintään A2-s1, d0 -luokan tarvikkeista.  
 \* Kun rakennus tai tila on varustettu tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla.

Taulukko kokonaisuudessaan asetuksessa [1]

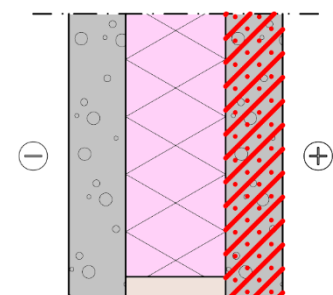
Ulkoseinään rajoittuvan tilan osastoivien rakennusosien luokkavaatimukset, ja sitä kautta eristeen suojaamisen minuuttimäärät, määräytyvät käytettävän tilan palokuorman mukaan. Rakennuksen korkeus ei vaikuta palokuormaan, eikä siten myöskään osastoivuusvaatimukseen tai eristeiden suojaamiseen sisäpuolelta. Osastoivien rakennusosien luokkavaatimukset palokuormaryhmittäin löytyvät asetuksen taulukosta 6. Seuraavaksi on esitetty palokuormaryhmittäin ulkoseinään rajoittuvan tilan osastoivuusvaatimus ja sen mukainen minuuttimäärä, jolla eriste suojataan:

- palokuorma alle 600 MJ/m<sup>2</sup> ➡ tilan osastoivuus EI 60 ➡ eristeen suojaus 30 min.
- palokuorma 600 - 1200 MJ/m<sup>2</sup> ➡ tilan osastoivuus EI 90 ➡ eristeen suojaus 45 min.
- palokuorma yli 1200 MJ/m<sup>2</sup> ➡ tilan osastoivuus EI 120 ➡ eristeen suojaus 60 min.
- sprinklattuna ➡ tilan osastoivuus EI 60 ➡ eristeen suojaus 30 min.

Eli jos tilan osastoivuusvaatimus on esimerkiksi EI 60, tulee eriste suojata sisäpuolelta siten, että se ei osallistu paloon 30 minuuttiin.

Kingspan Kooltherm® -eristeiden pääasiallinen osallistuminen paloon tapahtuu termogravimetrinen analyysin (TGA) perusteella yli +350 °C lämpötilassa [9], joten suojaverhouksen K<sub>2</sub>-luokituksessa käytetyt keskimääräisen lämpötilan nousun (+250 °C) ja korkeimman lämpötilan nousun (+270 °C) arvot ovat sopivia Kingspan Kooltherm® -eristeen suojausten arviointiin ottaen huomioon, että suojaavan kerroksen ja suojattavan lämmöneristeen rajapinnassa lämpötila nousee jonkin verran nopeammin kuin testauksen mukaisen lastulevyalustan pinnassa. Vastaavasti voidaan katsoa EI luokittelun suojaavan rakennusosan suojauksen olevan riittävä Kingspan Kooltherm® -eristeille kyseisen luokitusarvon minuuttimäärän mukaisesti, koska luokituskokeessa keskimääräinen lämpötilan nousu saa olla +140 °C ja korkein lämpötilan nousu +180 °C.

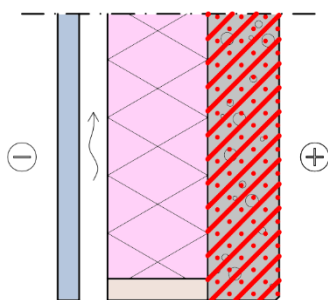
### 2.1.1 Kantava tai ei-kantava betonirunko



Betonelementtirakenteessa eristeen sisäpinnan suojaus hoituu betonisella sisäkuorella. Tarvittavan suojan antavan betonin vähimmäispaksuus voidaan määrittellä SFS-EN 1992-1-2 ja Suomen kansallisen liitteen mukaisella taulukkomitoitusmenetelmällä. Oheiset vähimmäispaksuudet perustuvat Betoniteollisuus ry:n taulukkomitoitusohjeesta [10]:

- 60 mm betonia ➡ EI 30
- 80 mm betonia ➡ EI 60

(betonin lujuus ≤C50/60, betonin paksuuden ja vapaan korkeuden suhde ≤40)



Tämä tarkoittaa tyypillisessä tapauksessa seuraavia sisäkuoren vähimmäispaksuuksia:

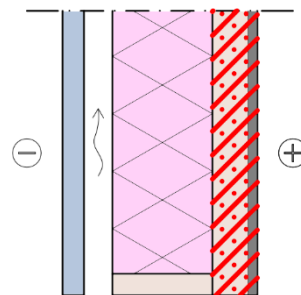
- alle 600 MJ/m<sup>2</sup> ➔ 60 mm betonia
- 600 – 1200 MJ/m<sup>2</sup> ➔ 80 mm betonia
- yli 1200 MJ/m<sup>2</sup> ➔ 80 mm betonia
- sprinklattuna ➔ 60 mm betonia

Kingspan Kooltherm® -eristeen sisäpuolinen palosuojaus on harvoin betonisen sisäkuoren paksuuden mitoittava tekijä.

### 2.1.2 Rankarunko (teräsorsi tai ei-kantava puurunko)

Rankarunkoisen rakenteen, kuten teräsorsiseinän ja ei-kantavan puurunkoseinän, eristeen sisäpuolinen suojaus tehdään erilaisilla rakennuslevytyksillä ja mineraalivillatäytteillä. Näissä kevyissä rakenteissa kyseiset kerrokset toimivat usein myös ääneneristeenä.

Kingspan Kooltherm® -eristeen ytimen luokka on parempi kuin puulla (C-s1, d0) [2] ja eriste on hiiltävä materiaali. Eristeen sisäpinnan suojausten mitoittamiseen voidaan käyttää EN 1995-1-2 mukaisia puurakenteiden palosuojausten mitoitusmenetelmiä, koska näitä menetelmiä käytettäessä suojaavan kerroksen oletetaan täyttävän tiiviys- ja eristävyyskriteerit (EI).



Standardin soveltamisesta on saatavilla myös RIL:n suunnitteluohje 205-2-2007. Lisäksi useilla kipsilevy- ja mineraalivillavalmistajalla on valmiita taulukoita halutun suojauksen saavuttamiseksi.

Tyypillisimpiä suojauksia ovat kipsi-, kalsiumsilikaatti- ja magnesiumoksidilevytykset sekä ns. asennustilan kivivillatäytöt. Seuraavaksi on esitetty palokuormaryhmittäin tyypillisiä sisäpinnan suojausvaihtoehtoja rankarunkoisille rakenteille:

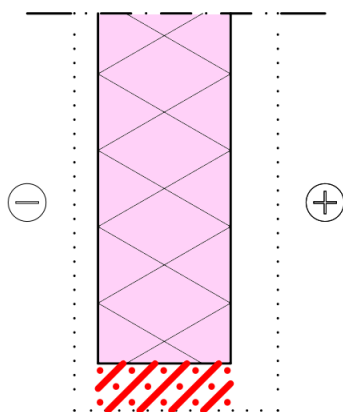
- palokuorma alle 600 MJ/m<sup>2</sup> tai suuremmat palokuormaryhmät sprinklattuna (30 minuutin suojaus)
  - 2 x normaali kipsilevy 13 mm
  - koolattu kivivilla 70 mm ja 1 x normaali kipsilevy 13 mm
  - 1 x palokipsilevy 15 – 18 mm (paksuus riippuu käytettävästä tuotteesta)
- palokuorma 600 – 1200 MJ/m<sup>2</sup> (45 minuutin suojaus)
  - koolattu kivivilla 50 mm ja 2 x normaali kipsilevy 13 mm
- palokuorma yli 1200 MJ/m<sup>2</sup> (60 minuutin suojaus)
  - koolattu 50 mm kivivilla, jonka molemmin puolin normaali kipsilevy 13 mm
  - 2 x palokipsilevy 15 – 18 mm (paksuus riippuu käytettävästä tuotteesta)

Edellä olevat suojaukset ovat ainoastaan esimerkkejä. Myös muita suojauksia voidaan käyttää. Esimerkiksi kuutiopainoltaan raskaammilla kivivillatäytteillä voidaan päästä huomattavasti ohuemmilla kerrospaksuuksilla.



## 2.2 Aukkojen pielen suojaus

Suojaukset perustuvat tässä kappaleessa täyden mittakaavan polttokokeeseen SP Fire 105 [4].



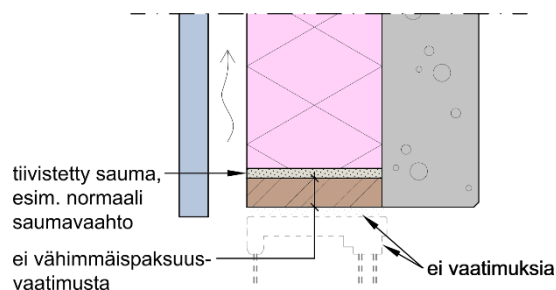
Aukkojen pielet oli suojattu testatussa rakenteessa ainoastaan 1,0 mm paksulla pellillä, eikä tästä seurannut kokeen kriteerit ylittävää palon leviämistä. Tähän perustuen aukkojen pielen suojaamiseen riittää suojaus, joka vastaa vähintään kokeessa ollutta 1,0 mm paksua peltiä. Tällainen suojaus saavutetaan esimerkiksi vähintään B-s1, d0 luokan rakennusosalla (ei paksuus tai suojaverhousluokkavaatimusta) tai karmilla (puu tai alumiini), joka ulottuu vähintään 10 mm eristeen sisäpinnan yli ja tiivistetään eristettä vasten. [6]

Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että eristeen suojaus aukon pielessä on lähes aina automaattisesti kunnossa normaaleilla karmirakenteilla ja tiivistyksillä ilman erillisiä suojaavia kerroksia.

### 2.2.1 Puinen apukarmi

Puinen apukarmi suojaa aina riittävästi eristettä aukon pielessä eikä sille ole eristeen suojauksesta aiheutuvaa vähimmäispaksuusvaatimusta, koska puinen apukarmi suojaa käytännössä aina vähintään yhtä paljon eristettä kuin 1,0 mm paksu pelti. Apukarmin tulee peittää koko eristekerros.

Apukarmi tulee olla tiivistetty Kingspan Kooltherm® -eristeeseen. Itse tiivistykselle ei ole kuitenkaan luokka- tai osastoivuusvaatimuksia. Tiivistys voidaan tehdä esimerkiksi normaalilla saumavaahdolla.

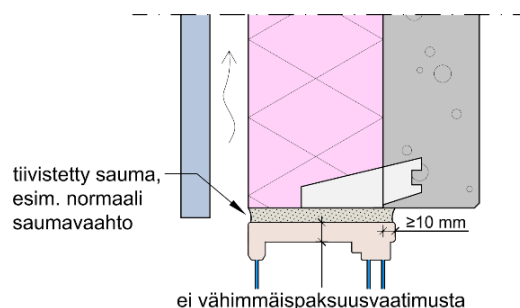


Karmille, karmin tiivistyksille tai karmin leveydelle ei ole paloteknisiä vaatimuksia. Karmi voi olla siis esimerkiksi puuta tai alumiinia eikä sen tarvitse olla koko eristekerroksen levyinen.

### 2.2.2 Karmikenkä ja puu- tai alumiinikarmi

Karmi suojaa riittävästi eristettä aukon pielessä, kun se tuodaan 10 mm eristeen sisäpinnan yli ja tiivistetään kauttaaltaan eristeeseen. Tiivistykselle ei ole luokka- tai osastoivuusvaatimuksia. Karmin paksuudelle ei ole vähimmäispaksuusvaatimuksia.

Näin toteutettuna karmi tiivistyksineen suojaa käytännössä aina vähintään yhtä paljon eristettä kuin 1,0 mm paksu pelti.



## 2.3 Eristeen ulkopinnan (ja tuuletusvälin) suojaus

Suojaukset perustuvat tässä kappaleessa kahteen täyden mittakaavan SP Fire 105 -polttokokeeseen [4] [5].

Ilman ulkoverhousa testatussa rakenteessa ei ollut lainkaan eristettä suojaavaa ulkoverhousa tai tuuletusvälin koolausta. Tämän perusteella Kingspan Kooltherm® -eristeen käyttö ei aiheuta lisävaatimuksia asetuksen taulukkoarvoihin ulkoverhouksen valinnan suhteen. Ulkopinnan rakenteiden ei siis tarvitse täyttää EI 15 suojausvaatimusta eikä tuuletusvälin tarvitse käyttää erillistä K<sub>2</sub>10 suojaverhousa. [6]

Ulkoseinän ulkopinnan ja tuuletusvälin ulkopinnan pintaluokkavaatimukset määräytyvät normaaliin tapaan asetuksen 26 § taulukon 8 mukaan (ulkoverhouksen pintaluokkavaatimukset), eli samaan tapaan kuin esimerkiksi palamatonta eristettä käytettäessä.

Asetuksessa todetaan seuraavaa ulkoverhouksen kiinnitystarvikkeista, taulukko 8:

*"Julkisivuverhoilun kiinnitystarvikkeet voivat vähäisessä määrin olla D-s2, d2 -luokkaa enintään 28 m korkeassa rakennuksessa."* [1]

Asiaa on ohjeistettu muistion puolella seuraavasti:

*"Julkisivuverhoilun kiinnitykseen tarvittavien tarvikkeiden määrää voidaan pitää vähäisenä kun tuuletusraon leveys on korkeintaan 50 mm ja koolauksen väli keskeltä keskelle on vähintään 600 mm. Myös ristiin koolaus on mahdollinen."* [3]

Palosuojakäsittellyllä puupaneeliulkoverhouksella (B-s1, d0) testatussa rakenteessa oli 51 mm leveä puulla (D-s2, d0) koolattu tuuletusväli, joka oli aukkojen kohdalla auki ulos päin 25 mm. Tuuletusvälin koolauksen väli keskeltä keskelle oli 600 mm. [5]

Testatun rakenteen tuuletusvälin koolaus oli siis muistiossa esitetyn enimmäismäärän mukainen, joten Kingspan Kooltherm® -eristeen käyttö ei aiheuta lisärajoitteita asetuksessa esitettyihin vaatimuksiin nähden, kun ulkoverhouksen ulko- ja sisäpinnat ovat vähintään B-s2, d0. Ulkoverhouksen kiinnitystarvikkeiden vaatimukset määräytyvät siis normaaliin tapaan asetuksen 26 § taulukon 8 mukaan, eli samaan tapaan kuin esimerkiksi palamatonta eristettä käytettäessä.

Eristeet saatetaan kiinnittää runkorakenteeseen erillisillä muovisilla eristekiinnikkeillä. Kyseessä on tyypillisesti väliaikainen kuljetus- ja työaikainen kiinnitys. Eristeiden lopullinen kiinnitys hoidetaan usein julkisivuverhoilun kiinnitystarvikkeilla. Nämä muoviset eristekiinnikkeet eivät siis ole julkisivuverhoilun kiinnitystarvikkeita eikä niiden käytölle siten ole paloteknisiä vaatimuksia tai rajoitteita.

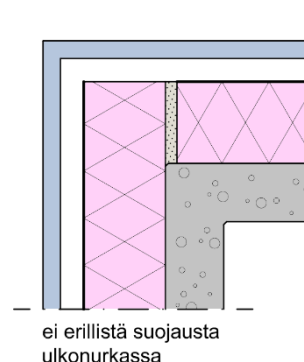
Tuuletusväliä ei suojata aukkojen pielissä ja tuuletusvälille ei ole Kingspan Kooltherm® -eristeestä aiheutuvia paksuusrajoitteita, koska täyden mittakaavan polttokokeessa ei ollut lainkaan ulkoverhousta ja palo pääsi kuormittamaan täydellä teholla suoraan eristeen ulkopintaa. Kokeen perusteella eristeen tuuletusväliä vasten oleva C-s1, d0 -luokkainen pinta täytti ulkoseinän tuuletusväliin rajoituvien eristeiden paloturvallisuuden vaatimukset palon rajallisen levittämisen suhteen. [6]

Betonisandwich-rakenteessa Kingspan Kooltherm® -eriste ei aiheuta paloteknisiä vaatimuksia ulkokuorelle tai ulkokuoren kiinnitystarvikkeille, koska betonisandwich-rakenne on paloturvallisuuden kannalta parempi kuin tuuletettu ulkoverhaus. Eristeen pinnan luokalle ei ole vaatimuksia, koska pinnat ovat betonikuoria vasten. Eristeessä tulee käyttää samaa C-s1, d0 -luokkaista vaahtoydintä kuin testatussa rakenteessa, eli esimerkiksi Kingspan Kooltherm® K3 -eristettä.

## 2.4 Ulkonurkkaliitos

Suojaukset perustuvat tässä kappaleessa täyden mittakaavan polttokokeeseen SP Fire 105 [4].

Ulkonurkassa Kingspan Kooltherm® -eristeen eristävä vaahtoydin jää auki tuuletusväliin päin. Paljasta vaahtoydintä ei tarvitse palosuojata, koska vaahtoytimen luokka on C-s1, d0 [2], eli sama kuin täyden mittakaavan polttokokeessa testatun eristeen pinnan luokka.



### 3 Rakennuksen korkeus enintään 56 metriä, ei käyttö-tarkoituusrajoitusta

Kingspan Kooltherm® -eristeen palosuojaukset määräytyvät tässä tapauksessa seuraavasti:

- |                             |   |                  |
|-----------------------------|---|------------------|
| • sisäpinnan suojaus        | ➡ | taulukkomitoitus |
| • suojaus aukkojen pielissä | ➡ | taulukkomitoitus |
| • ulkopinnan suojaus        | ➡ | taulukkomitoitus |

#### 3.1 Eristeen sisäpinnan suojaus

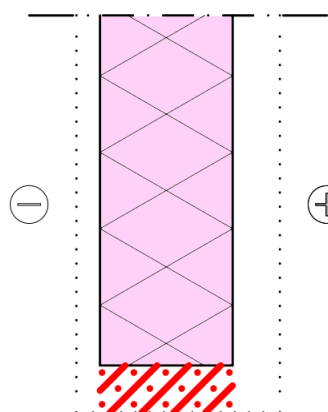
Suojaukset perustuvat tässä kappaleessa taulukkomitoitukseen.

Rakennuksen käyttötarkoitus ja korkeus eivät vaikuta taulukkomitoituksessa eristeen sisäpuoliseen suojaukseen, vaan suojausaika määräytyy tilan palokuorman mukaan. Suojausten mitoitus menee siis enintään 56 metriä korkeissa rakennuksissa (ilman käyttötaparajoitusta) samaan tapaan kuin kappaleen 2 tapauksessa (enintään 28 metriä korkeat asuin- ja työpaikkarakennukset).

Katso sisäpinnan suojausten mitoitus kappaleesta 2.1 Eristeen sisäpinnan suojaus.

#### 3.2 Aukkojen pielen suojaus

Suojaukset perustuvat tässä kappaleessa taulukkomitoitukseen.

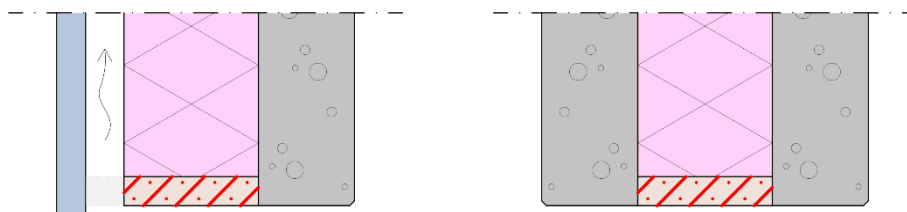


Suojausaika määräytyy aukkojen pielen kohdalla tilan osastoivien rakennusosien luokkavaatimusten mukaan samaan tapaan kuin eristeen sisäpinnan suojausaika, 25 §:

*”...palon leviäminen eristeeseen on rajoitettu ajan, joka on rakennuksen sisäpuolelta ja aukkojen pielen osalta vähintään puolet tilan osastoivien rakennusosien palonkestävyys aikavaatimuksesta.” [1]*

Aukkojen pielen suojauksia koskee siis samat palokuormaryhmien mukaan määräytyvät suojausajat (30, 45 ja 60 minuuttia), kuin eristeen sisäpinnan suojauksessa (kts. kappale 3.1).

Tässä kappaleessa käsitellään eristeen suojaus aukon pielissä. Tuuletusvälin suojaus aukkojen reunoilla käsitellään kappaleessa 3.3.



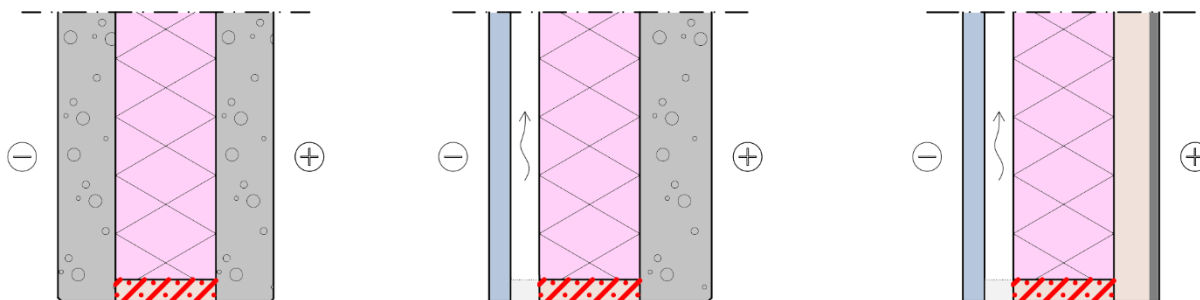
Palo etenee aukon pielessä täysin paljaana olevassa Kingspan Kooltherm® -eristeessä VTT:llä tehdyn tuuletusvälipolttokoesarjan [11] perusteella ensimmäisen 30 minuutin aikana 150 mm [12]. Eriste ei siis levittäisi paloa osastosta toiseen ja ylempiin kerroksiin ensimmäisen 30 minuutin aikana vaikka se olisi aukon pielessä täysin paljaana ilman suojauksia. Samaisessa aukkopolttokokeessa 30 mm paksu puu suojasi aukon pieltä 35 minuutin ajan [12]. Palon etenemä samassa ajassa on siis Kingspan Kooltherm® -eristeellä 150 mm ja puulla 26 mm.

Kingspan Kooltherm® -eristeen palokuorma on 26,5 MJ/kg ja tiheys 35 kg/m<sup>3</sup> [13]. Puun palokuorman yleinen taulukkoarvo on vastaavasti 17,5 MJ/kg ja tiheys 450 kg/m<sup>3</sup>. Tämä tarkoittaa esimerkiksi 120 mm paksulla eristekerroksella sitä, että 30 minuutin aikana aukon pielessä olevasta suojaamattomasta Kingspan Kooltherm® -eristeestä vapautuu palokuormaa 16,7 MJ/m, kun vastaavasti 30 mm paksulla puulla suojatusta aukon pielestä vapautuu samana aikana palokuormaa 24,6 MJ/m. Usein eristeen suojaamiseen käytettävästä puusta palaa siis 30 minuutin aikana noin 1,5 kertainen palokuorma verrattuna ratkaisuun, jossa ei olisi lainkaan suojausta ja Kingspan Kooltherm® -eriste olisi täysin suojaamattomana aukon pielessä.

Taulukkomitoitusta käytettäessä tulee kuitenkin aina käyttää suojausta aukkojen pielissä, kun eristeen ytimen luokka on huonompi kuin B-s1, d0 (Kingspan Kooltherm® vaahtoydin on C-s1, d0). Tämä intuitiivisesti ristiriitaiselta tuntuva edellytys Kingspan Kooltherm® -eristeen suojaamiseen aukon pielessä monessa mielessä huonommalla materiaalilla selittyy osin sillä, että eristeen vaahtoydin on erittäin hyvää B-luokkaa pinnan syttyvyyttä (FIGRA) lukuun ottamatta [2]. Pinnan syttyvyys kuvaa pääasiassa pinnan syttymisherkkyttä palon alkuhetkinä, joka ei ole oleellinen tekijä aukon pielen kohdalla. Aukon pielessä oleellisempaa on palon etenemisnopeus eristeessä ja lämmöntuotto (THR<sub>600s</sub>), joka on Kingspan Kooltherm® -eristeellä vain 60% B-luokan tuotteelle sallitusta enimmäisarvosta [2]. Lämmöntuoton puolesta vaahtoydin menisi kirkkaasti B-luokkaan.

Kingspan Kooltherm® -eristeen vaahtoydin on siis C-luokkaista (lämmöntuoton osalta selkeästi B-luokkaista) ja se täytyy suojata taulukkomitoituksen mukaisesti. Yllä esitetyt VTT:n tuuletusvälipolttokokeessa ja vaahtoytimen luokituskokeessa esiin tulleet seikat kuvaavat kuitenkin hyvin Kingspan Kooltherm® -eristeen palokäyttäytymistä aukon pielessä sekä tuovat lisävarmuutta seuraavissa kapaleissa esitettyjen suojauksien varmuustasoihin.

### 3.2.1 Puinen apukarmi



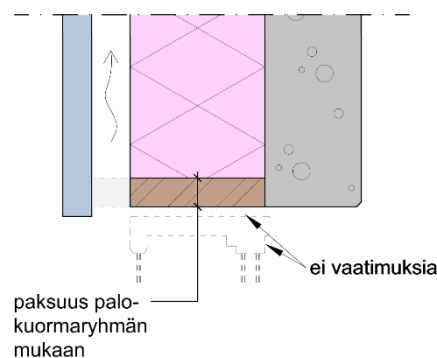
Puista apukarmia käytettäessä apukarmi toimii itsessään eristettävä suojavana kerroksena. Eristeen suojausten mitoittamiseen voidaan käyttää EN 1995-1-2 mukaisia puurakenteiden palomitoitusmenetelmiä ja hiiltymisnopeuksia [14]. Standardin soveltamisesta on saatavilla myös RIL:n suunniteluohje 205-2-2007. Puun hiiltymärajan sijainnin isotermi on EN 1995-1-2 mukaisessa tarkastelussa +300 °C, joka on 50 °C matalampi kuin lämpötila, jossa Kingspan Kooltherm® -eristeiden pääasiallinen osallistuminen paloon tapahtuu [9]. EN 1995-1-2 mukaisia hiiltymisnopeuksia voidaan siis käyttää puisen apukarmin vähimmäispaksuuden laskemiseen. Puisen apukarmin vähimmäispaksuus EN 1995-1-2 mukaan palokuormaryhmittäin:

Havu- ja lehtipuu (liimapuu ja sahatavara)  $\geq 290 \text{ kg/m}^3$

- alle 600 MJ/m<sup>2</sup> tai sprinklattuna ➡ apukarmi  $\geq 20 \text{ mm}$
- 600 - 1200 MJ/m<sup>2</sup> ➡ apukarmi  $\geq 30 \text{ mm}$
- yli 1200 MJ/m<sup>2</sup> ➡ apukarmi  $\geq 39 \text{ mm}$

Lehtipuu (liimapuu ja sahatavara)  $\geq 450 \text{ kg/m}^3$

- alle 600 MJ/m<sup>2</sup> tai sprinklattuna ➡ apukarmi  $\geq 17 \text{ mm}$
- 600 - 1200 MJ/m<sup>2</sup> ➡ apukarmi  $\geq 23 \text{ mm}$
- yli 1200 MJ/m<sup>2</sup> ➡ apukarmi  $\geq 30 \text{ mm}$



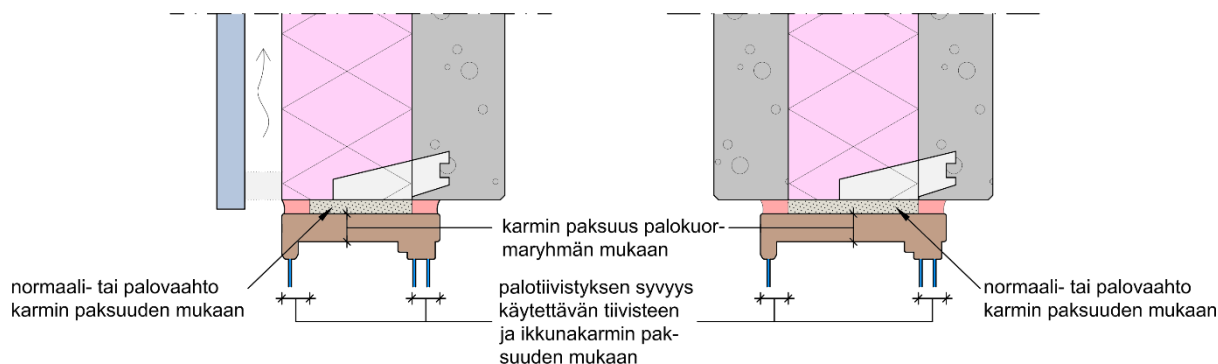
Kingspan Kooltherm® -eristeen suojaus aukon pielessä on harvoin puisen apukarmin paksuuden mitoittava tekijä.

Koska suojaus perustuu ainoastaan puiseen apukarmiin ja laskennallisessa tarkastelussa apukarmi oletetaan olevan suojaamattomana palolle alttiina, voidaan tiivistyksissä käyttää normaaleja tiivistystuotteita, kuten normaalia saumavaahtoa. Samasta syystä myöskään karmin materiaalille tai leveydelle ei ole tässä tapauksessa paloteknisiä vaatimuksia, eli karmi voi olla myös esimerkiksi alumiinia ja sen ei tarvitse peittää koko eristekerrosta.

### 3.2.2 Karmikenkä ja puukarmi

Karmikenkää käytettäessä suojaus tehdään eristeen ja karmin saumaan. Koska karmi on puuta, voidaan myös sitä hyödyntää suojauksessa.

Puisen karmin vähimmäispaksuus määräytyy samojen periaatteiden mukaan, kuin puisen apukarmin tapauksessa. Palon tunkeutuminen puisen karmin ja eristeen väliseen saumaan tulee estää luokitelluilla tiivistyksillä, jotta karmi voi osallistua eristeen suojaamiseen. Lisäksi puisen karmin tulee olla vähintään niin leveä, että se peittää koko eristekerroksen ja mahdolliset luokitellut tiivistykset (kts. kuva alhaalla).



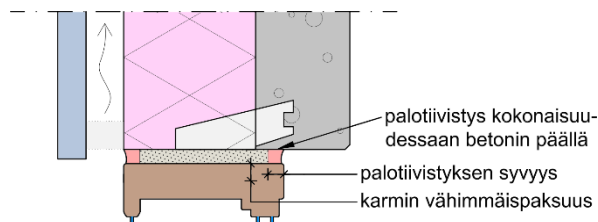
Liitoksen palomitoituksessa on kolme komponenttia; karmin vähimmäispaksuus, palotiivistyksen vähimmäissyvyys ja palovaahdon käyttötarve. Kaikki nämä kolme komponenttia ovat kytköksissä toisiinsa ja lopputuloksen tulee estää eristeen osallistuminen paloon palokuorman mukaan määräytyvän ajan. Tyypillisessä tapauksessa karmin vähimmäispaksuus mitoittaa myös palotiivistyksen vähimmäissyvyyden. Palovaahdon käytöllä voidaan vaikuttaa karmin vähimmäispaksuuteen ja sitä kautta myös palotiivistyksen vähimmäissyvyyteen.

Puisen karmin vähimmäispaksuudet ja palotiivistysten vähimmäissyvyydet palokuormaryhmittäin:

- |                                |   |                                                                                   |
|--------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------|
| • alle 600 MJ/m <sup>2</sup>   | ➡ | puisen karmin paksuus ≥17 mm<br>palotiivistykset EI 30, paloakryyli tai -silikoni |
| • 600 - 1200 MJ/m <sup>2</sup> | ➡ | puisen karmin paksuus ≥23 mm<br>palotiivistykset EI 45, paloakryyli tai -silikoni |
| • yli 1200 MJ/m <sup>2</sup>   | ➡ | puisen karmin paksuus ≥30 mm<br>palotiivistykset EI 60, paloakryyli tai -silikoni |
| • sprinklattuna                | ➡ | puisen karmin paksuus ≥17 mm<br>palotiivistykset EI 30, paloakryyli tai -silikoni |

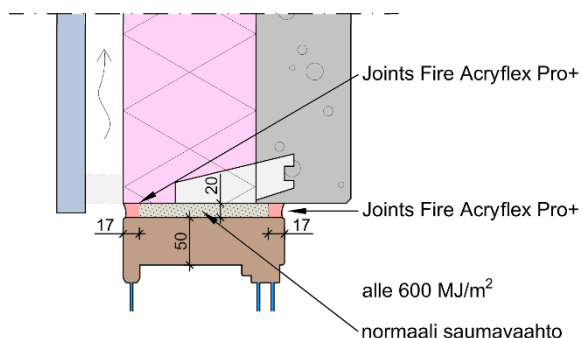
Puisen karmin vähimmäispaksuutta voidaan ohentaa, jos karmin ja eristeen välisessä tiivistyksessä käytetään palovaahtoa (EN 13501-2). Käytettävän palovaahdon hiiltymisnopeus voidaan laskea tuotekohtaisesti esimerkiksi EN 1366-4 mukaan määritetyistä luokista.

Varsinaisen palotiivistystyksen (esim. paloakryyli tai -silikoni) syvyys tulee olla vähintään yhtä suuri kuin puisen karmin vähimmäispaksuus. Lisäksi palotiivistystyksen tulee olla kokonaisuudessaan betonisen sisäkuoren / ulkokuoren ja puisen karmin välissä. Näin varmistetaan, ettei palo pääse kiertämään ennenaikaisesti palotiivistystyksen ohi.



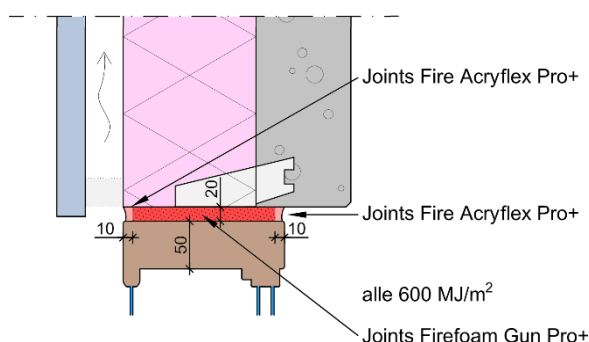
### Case-esimerkki

Lähtötilanne: karmikenkä, puinen ikkunakarmi (paksuus 50 mm) ja tilan palokuorma alle 600 MJ/m<sup>2</sup>.



➔ puinen ikkunakarmi ≥17 mm ja palotiivistys EI 30

Käytetään palotiivistykseen Joints Fire Acryflex Pro+ paloakryyliä, jolla saavutetaan 20 mm leveässä saumassa vaadittu EI 30 luokan tiivistys 10 mm syvällä kaistana. Paloakryylitiivistystyksen syvyyden mitoittaa tässä tapauksessa puisen ikkunakarmin vähimmäispaksuus 17 mm, koska se on suurempi kuin käytetävän tuotteen EI 30 luokan edellyttämä syvyys 10 mm.



Ikkunakarmin vähimmäispaksuutta ja paloakryylin syvyyttä voidaan kuitenkin ohentaa, jos ikkunakarmin ja eristeen välinen tiivistys tehdään normaalin saumavaahdon sijaan palovaahdolla (EN 13501-2). Joints Firefoam Gun Pro+ palovaahto hiiltyy EN 1366-4 mukaisessa testissä 0,9...2,3 mm/min sauman leveydestä riippuen (10 - 41 mm). Käytetään palovaahdolle konservatiivista 2,5 mm/min hiiltymisnopeutta, jolloin 20 mm leveällä palovaahdosaumalla ikkunakarmin vähimmäispaksuudesta voidaan vähentää 8 mm ja ikkunakarmin vähimmäispaksuudeksi saadaan 9 mm.

Joints Firefoam Gun Pro+ vaahtoa käytettäessä paloakryylitiivistystyksen vähimmäissyvyyttä voidaan siis tässä tapauksessa ohentaa 17 mm:stä 10 mm:iin (eli ikkunakarmi ei mitoita tässä tapauksessa paloakryylitiivistystyksen vähimmäispaksuutta).

Molemmat yllä olevan esimerkin suojaustavat suojaavat Kingspan Kooltherm® -eristettä <600 MJ/m<sup>2</sup> -palokuormaryhmän vaatiman ajan, eli puoli tuntia. Esimerkitapauksesta nähdään hyvin, kuinka palovaahdolla (EN 13501-2) käyttämällä voidaan tapauskohtaisesti ohentaa palotiivistystyksen vähimmäissyvyyttä. Yllä olevan esimerkitapauksen palotiivistykset perustuvat EI-luokkiin, joissa sallittu lämpötila on huomattavasti alhaisempi kuin Kingspan Kooltherm® -eristeen syttymislämpötila. Tämä tuo käytettävään ratkaisuun lisävarmuutta.

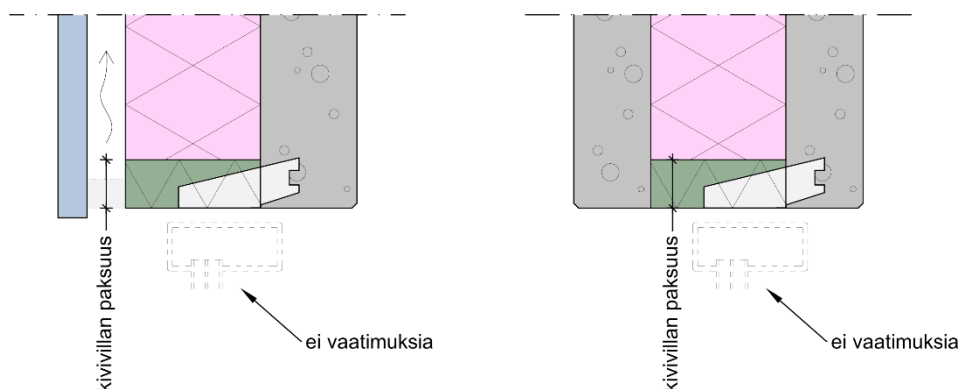
#### 3.2.3 Karmikenkä ja alumiinikarmi

Alumiinikarmin tapauksessa suojaava kerros sijoitetaan tyypillisesti kokonaisuudessaan eristetilään, jolloin palosuojauksessa käytetään kivivillakaistaa. Kivivillakaistan paksuus ja tuotetyppi valitaan tilan palokuormaryhmän asettaman suojausaikavaatimuksen mukaan. K<sub>2</sub>-suojaverhousluokka soveltuu hyvin Kingspan Kooltherm® -eristeen suojaamiseen aukon pielessä (ks. luku 2.1). Tyypillisiä K<sub>2</sub>-suojaverhouksia kivivillalla:

- |                                                |   |                                               |
|------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------|
| • alle 600 MJ/m <sup>2</sup> tai sprinklattuna | ➔ | kivivillan paksuus ≥50 mm (K <sub>2</sub> 30) |
| • 600 - 1200 MJ/m <sup>2</sup>                 | ➔ | kivivillan paksuus ≥60 mm (K <sub>2</sub> 60) |
| • yli 1200 MJ/m <sup>2</sup>                   | ➔ | kivivillan paksuus ≥60 mm (K <sub>2</sub> 60) |



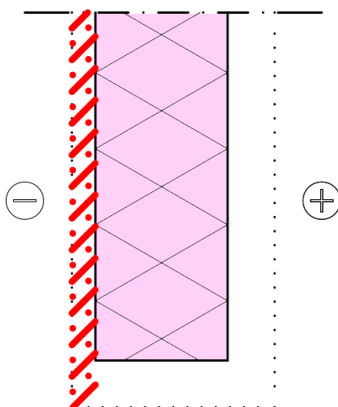
Muista tarkistaa käytettävän tuotteen suojaverhousluokka tuotteen valmistajalta.



Alumiinikarmitapauksessa palosuojauksen varmuustasoa parantaa karmen antama lisäsuoja, jota ei oteta palosuojauksen mitoituksessa lainkaan huomioon. Karmi ohjaa käytännössä paloa pois päin eristeen alareunasta ja sitoo lämpöä ensimmäisen 10 minuutin ajan, koska alumiinin sulamislämpötila noin +660 °C saavutetaan standardipalossa vajaan 10 minuutin kohdalla.

### 3.3 Eristeen ulkopinnan (ja tuuletusvälin) suojaus

Suojaukset perustuvat tässä kappaleessa taulukkomitoitukseen.



Eristeen ulkopinnan suojaus perustuu rakennuksen käyttötarkoitukseen ja korkeuteen, joka on julkisivupinnan ja vesikaton leikkauslinjan korkeus maan pinnasta, 26 § ja taulukko 8:

*”Ulkoseinän ulkopinnan ja tuuletusvälin pintojen luokkavaatimuksiin sovelletaan taulukkoa 8.”*

Taulukko 8. Ulkoseinän ulkopinnan ja tuuletusvälin pintojen luokkavaatimukset

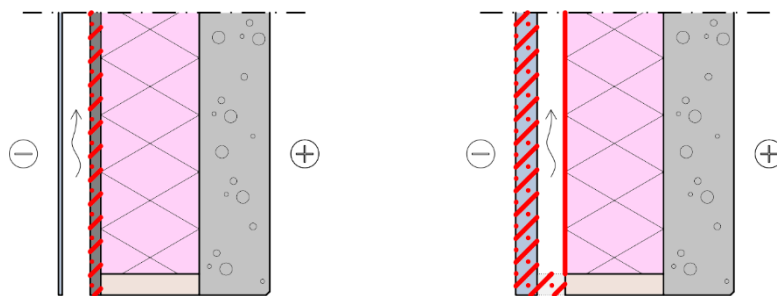
| Käyttötarkoitus ja paloluokka                               | Ulkoseinän ulkopinta | Tuuletusvälin ulkopinta | Tuuletusvälin sisäpinta | Ehdot luokkien käytölle |
|-------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| <b>P1-paloluokan enintään 56 m korkea rakennus, yleensä</b> | B-s1, d0             | B-s1, d0                | B-s1, d0                | 1)                      |
| Enintään 28 m korkea asuin- ja työpaikkarakennus, yleensä   | B-s2, d0             | B-s2, d0                | B-s1, d0                | 6)                      |

1) Jos lämmöneriste ei eristäväältä osaltaan täytä B-s1, d0-vaatimusta, ulkopinnan pintarakenteiden on suojattava eristettä palolta niin, että suojaus vastaa EI 30 rakennusosaa tai tuuletusvälin sisäpinta on varustettava K<sub>2</sub>30, A2-s1, d0 suojaverhouksella.  
6) Jos lämmöneriste ei eristäväältä osaltaan täytä B-s1, d0-vaatimusta, ulkopinnan pintarakenteiden on suojattava eristettä palolta niin, että suojaus vastaa EI 15 rakennusosaa tai tuuletusvälin sisäpinta on varustettava K<sub>2</sub>10, A2-s1, d0 suojaverhouksella.

Taulukko kokonaisuudessaan asetuksessa [1]

Palokuorma ei siis vaikuta eristeen ulkopuoliseen suojaustarpeeseen, vaan suojaukset määräytyvät rakennuksen käyttötarkoituksen ja korkeuden mukaan. Eristeen suojaukselle on määritetty taulukossa kaksi tasoa; 28 m korkeat asuin- ja työpaikkarakennukset sekä 56 m korkeat rakennukset ilman käyttöaparajoitusta. Enintään 28 m korkeat asuin- ja työpaikkarakennukset on käsitelty kappaleessa 2.

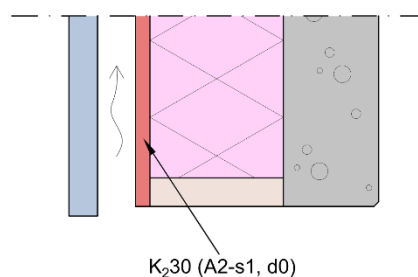
Enintään 56 m korkean rakennuksen eristeen ulkopuoliselle suojaukselle on annettu kaksi vaihtoehtoista tapaa; ensimmäisessä tavassa suojaus hoidetaan **erillisellä tuuletusvälin sisäpinnan suojauskerroksella** (kuva alla vasemmalla) ja toisessa tavassa hyödynnetään **ulkopinnan pintarakenteita** (kuva alla oikealla).



### 3.3.1 Suojaus tuuletusvälin sisäpinnassa

Erillistä tuuletusvälin sisäpinnan suojauskerrosta käytettäessä ainoastaan tuuletusvälin sisäpinnalle on asetettu palosuojausvaatimuksia. Ulkopinnan pintarakenteille (ulkoverhous ja tuuletusväliä suojaavat rakenteet aukkojen reunoilla) ei tässä tapauksessa tule eristeratkaisusta aiheutuvia lisävaatimuksia. Tuuletusvälin sisäpinnan palosuojausvaatimukseksi on asetettu K<sub>2</sub>30 suojaverhousvaatimus, joka on tehty vähintään A2-s1, d0 luokkaisista tarvikkeista.

K<sub>2</sub>-suojausverhous antaa kevyemmän suojauksen verrattuna saman minuuttimäärän EI-luokkaiseen rakenteeseen. Tästä johtuen K<sub>2</sub>-suojausverhous voidaan korvata vastaavan minuuttimäärän omaavalla EI-luokitellulla rakenteella. Tyypillisiä tuuletusväliä käytettäviä suojaverhousluokiteltuja tuotteita ovat erilaiset tuulensuojalevyt, kuten sementtikuitu-, kipsi-, kalsiumsilikaatti-, magnesiumoksidi- sekä mineraalivillalevyt.



Tyypillisiä K<sub>2</sub>30 suojaverhouksia vähintään A2-s1, d0 tarvikkeilla:

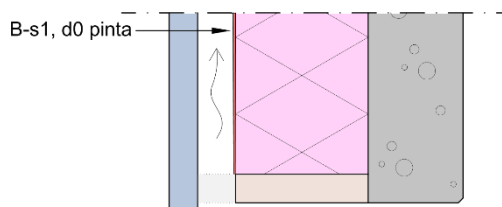
- sementtikuitulevy      ≥12 + 9 mm
- palokipsilevy        ≥18 mm
- kivivilla              ≥50 mm

Muista tarkistaa käytettävän tuotteen suojaverhousluokka ja soveltuvuus ulkoseinän tuuletusvälin sisäpintaan tuotteen valmistajalta.

### 3.3.2 Suojaus ulkopinnan pintarakenteilla

Ulkopinnan pintarakenteita hyödyntävässä vaihtoehdossa eristeen ulkopinta tulee olla vähintään B-s1, d0 luokkaa ja ulkopinnan pintarakenteiden on suojattava eristettä palolta niin, että suojaus vastaa EI 30 rakennusosaa.

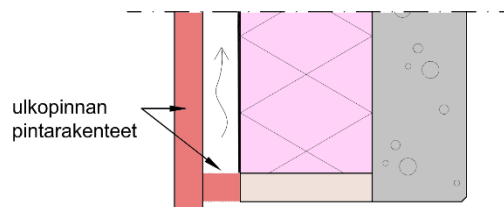
Kingspan Kooltherm® K15 -eristelevyissä on tumma palosuojauspinnoite, jonka luokka on B-s1, d0. Tuuletusvälin sisäpinnan luokkavaatimus täytetään siis tällä tuotteella automaattisesti ilman ylimääräisiä rakennekerroksia. Vaihtoehtoisesti eristys voidaan tehdä muulla Kingspan Kooltherm® -tuotteella, jossa ei ole palosuojauspinnoitetta. Tässä tapauksessa tuuletusvälin sisäpintaan asennetaan erillinen rakennekerros, jolla pinnan luokkavaatimus (B-s1, d0) täyttyy, kuten esimerkiksi tuulensuojalevy.



Ulkopinnan pintarakenteilla tarkoitetaan käytännössä ulko-verhousta ja tuuletusväliä suojaavia rakenteita aukkojen reunoilla.

Tyypillisiä EI 30 osastoivuusvaatimuksen täyttäviä tuuletettuvia ulko-verhouksia:

- tiilimuuraus
- levyrappaus (by 57 mukaisesti toteutettuna)



Käytettäessä puuverhousta voidaan käyttää EN 1995-1-2 mukaisia puurakenteiden palomitoitusmenetelmiä ja hiiltymisnopeuksia [14]. Standardin soveltamisesta on saatavilla myös RIL:n suunniteluohje 205-2-2007. Hiiltymärintaman takana olevan puun lämpötila 10 mm syvyydessä on noin +120 °C [15]. Osastoivuusvaatimuksen eristävyyskriteerin (I) raja-arvona sallitaan keskimäärin enintään +140 °C lämpötila ja yksittäinen lämpötilan nousu saa olla enintään +180 °C. Puupaneelin vähimmäispaksuus voidaan laskea siis EN 1995-1-2 mukaisilla hiiltymisnopeuksilla, johon lisätään 10 mm puun paksuutta.

Alla on esitetty EI 30 vaatimusten mukaisia vähimmäispaksuuksia pontatulle puuverhoukselle, jota ei ole palosuojakäsitelty:

- puutavara  $\geq 290 \text{ kg/m}^3$  (luokka D-s2, d0)  $\geq 29,5 \text{ mm}$  (profiilin ohuin kohta  $\geq 19,5 \text{ mm}$ )
- puutavara (lehtipuu)  $\geq 450 \text{ kg/m}^3$  (luokka D-s2, d0)  $\geq 25,0 \text{ mm}$  (profiilin ohuin kohta  $\geq 17 \text{ mm}$ )

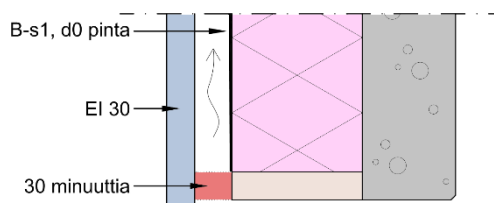
Yllä olevat nimellispaksuudet ovat paneelin keskeltä mitattuja paksuuksia. Paneeliverhouksessa on ohuempia kohtia, kuten uria ja ponttisaumoja, joiden minimipaksuudet on annettu suluissa.

Lämmöneristevalinnalla ei ole vaikutusta ulko-verhouksen pintojen luokkavaatimukseen. Esimerkiksi puuverhous tulee tyypillisesti palosuojakäsittellä B-s1, d0 luokkaan eristeratkaisusta riippumatta. Yllä olevassa tarkastelussa ei ole otettu huomioon palosuojakäsittelyn paloa ja hiiltymistä hidastavaa vaikutusta palon alkuvaiheessa. Tämä tuo lisävarmuutta yllä esitettyihin vähimmäispaksuuksiin niissä tapauksissa, joissa puupaneeli palosuojataan B-s1, d0 luokkaan.

**Betonisandwich-rakenteen** ulkokuori täyttää käytännössä aina eristeen ulkopinna suojausvaatimukset. Suojausvaatimus (EI 30) täytetään 60 mm paksulla betonikerroksella [10].

**Eristerapattavissa** rakenteissa eristeen ulkopuolinen suojaus hoidetaan järjestelmästä riippuen rappauksella tai rappauksen ja erillisen rappausalustan yhdistelmällä. Kingspan Kooltherm® -eristeisiä rappausjärjestelmiä on mm. Weber Monoroc EE, jossa ulkopinnassa on vähintään 50 mm paksu mineraalivilla ja paksurappaus (paksuus vähintään 20 mm). Tämä ulko-verhousjärjestelmä täyttää EI 30 suojausvaatimuksen [16].

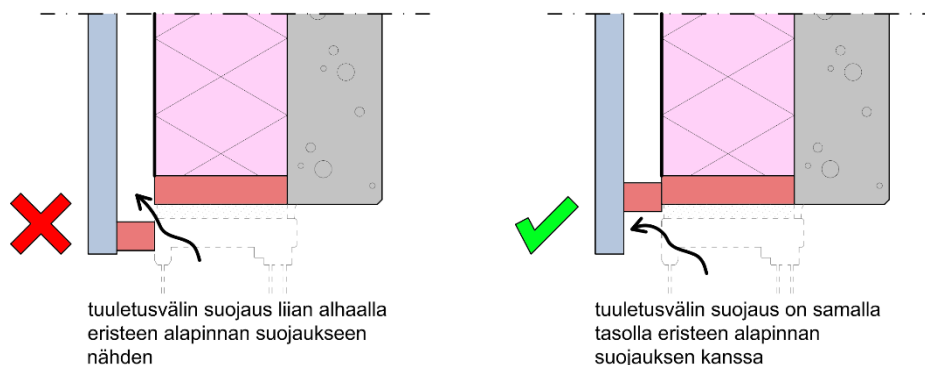
Ulkopinnan pintarakenteita hyödyntävässä suojaustavassa palon pääsyä tuuletusväliin aukkojen reunoilla tulee rajoittaa. Muutoin palo pääsisi leviämään ennenaikaisesti aukkojen reunojen kautta tuuletusväliin, jolloin ulko-verhouksen suojaava vaikutus käytännössä heikkenisi. Tuuletusvälin suojauksen tulee rajoittaa palon pääsyä tuuletusväliin vähintään ulko-verhouksen luokkavaatimuksen mukainen minuuttimäärä, eli 30 minuuttia.



Tuuletusväli suojataan aukon kaikilta reunoilta.

Alareunan suojaus voidaan toteuttaa karmisuojausten ja tippapellin avulla. Huonepalossa ikkunan rikkouduttua palo saa lisääntyä ikkunan alaosan kautta ja liekit tulevat ulos ikkunan yläosasta. Lämpörasitus aukon alareunassa koostuu siis pääasiassa lämpösäteilystä ja on kokonaisuudessaan huomattavasti pienempi kuin aukon ylä- ja sivuosissa. Karmi, tippapelti ja saumojen tiivisteet suojaavat joka tapauksessa eristeen alareunaa lämpösäteilyltä siten, ettei aukon alareunassa oleva eriste osallistu paloon vaadittuna aikana (30 minuuttia).

Tuuletusväli voidaan suojata aukon ylä- ja sivuosissa esimerkiksi palokatkoprofiileilla tai onteloventtiileillä. Suojaava tuote tulee sijoittaa tuuletusväliin siten, että palo ei pääse kiertämään sen taakse karmiliitoksen kautta.



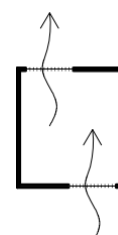
Onteloventtiilit sallivat tuuletusvälin tuulettumisen normaalissa käytössä, mutta palotilanteessa venttiilin lämmöstä aktivoituva patruuna paisuu tuuletusvälin umpeen. Onteloventtiiliin tulee olla vähintään EI 30 luokkainen.

Palokatkoprofiileilla tarkoitetaan kylmämuovattuja teräsorsia, joilla estetään tai rajoitetaan palon pääsyä tuuletusväliin. Yhdessä Kingspan Kooltherm® K15 -eristelevyn palotilanteessa tuuletusväliin päin paisuvan tumman palosuojalaminaatin kanssa palokatkoprofiilit soveltuvat tuuletusvälin suojaamiseen aukkojen reunoilla.

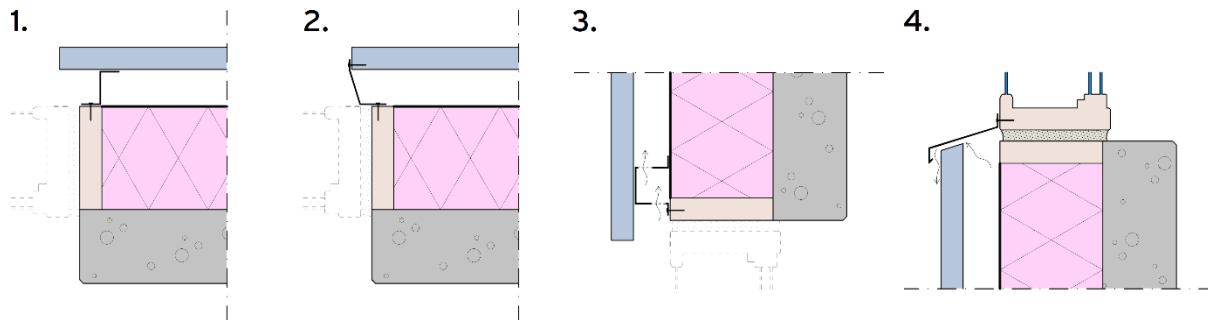
Umpinaisilla palokatkoprofiileilla pystytään estämään tehokkaasti palon pääsy tuuletusväliin, joskin samalla estetään tuuletusvälin tuulettuminen normaalissa käytössä. Tästä syystä umpinaiset palokatkoprofiilit soveltuvat erinomaisesti käytettäväksi aukon sivuilla, joissa vaakasuuntaiselle tuulettumiselle ei ole tarvetta normaalin käytön aikana. Teräksen vahvuus tulee olla vähintään 1 mm ja profiilin muodon säilyminen palotilanteessa on varmistettu.

Muodon säilyminen palotilanteessa voidaan varmistaa käyttämällä suojaukseen profiilin uumaa, jonka molemmiin puoliin on laipat. Tällaisia profiileja ovat mm. U- ja Z-profiilit. Molemmiin puoliin olevat laipat pitävät uuman stabiilina lämpötilan noustessa. Toinen vaihtoehto on kiinnittää profiili ympäröiviin rakenteisiin mekaanisesti molemmista reunoistaan. Tätä kiinnitystapaa käytetään tyypillisesti silloin, kun ikkunan vesipellityksiä hyödynnetään suojauksessa.

Limittäin rei'itettyjä palokatkoprofiileja käytetään tyypillisesti aukkojen päällä, koska ne sallivat myös tuulettumisen normaalin käytön aikana. Tyypillisin limittäin rei'itetty palokatkoprofiilityyppi on ns. hattu-orisi ( $\Omega$ -profiili), jossa rei'itykset on tehty profiilin molempiin laippoihin (kuva oikealla). Limittäin tehty rei'itys rajoittaa palon pääsyä tuuletusväliin siinä määrin, ettei lämpötila nouse tuuletusvälissä ensimmäisen puolen tunnin aikana niin korkeaksi [11] [17], että Kingspan Kooltherm® K15 -eriste alkaisi osallistumaan paloon [9]. Reikien pinta-alan tulee olla noin 5 % tuuletusraon poikkipinta-alasta, reiät sijoitetaan laippoihin limittäin ja teräksen vahvuus on vähintään 1 mm. Teräsprofiilivalmistajilla on kyseisiä palokatkoprofiileja tarjolla valmiiksi rei'itettynä eri kokoisille tuuletusväleille.

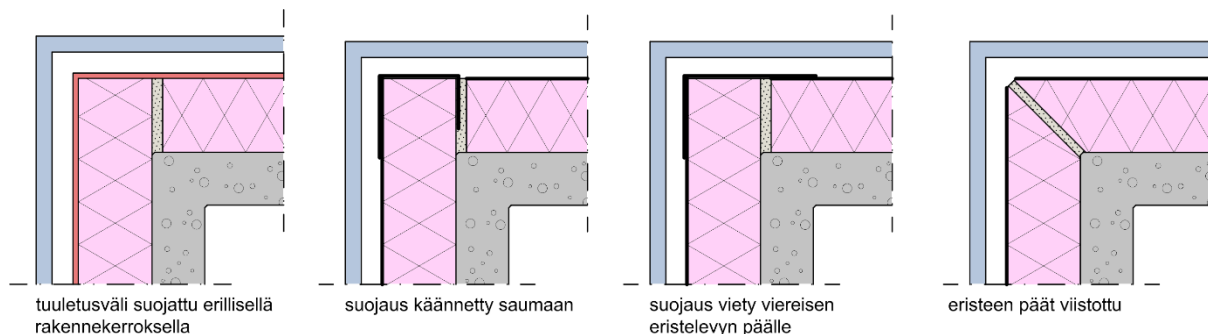


Alhaalla on esimerkkikuvia tuuletusvälin suojauksista aukon reunoilla; tuuletusväli suojattu aukon sivulla umpinaisen Z-profiilin uumalla (kuva 1), aukon sivulla umpinaisella L-profiililla (kuva 2), aukon yläreunassa rei'itetyllä hattu-profiililla (kuva 3) ja aukon alareunassa karmisuojaus ja tippapellin avulla (kuva 4). Kaikissa alla olevissa tapauksissa Kingspan Kooltherm® K15 -eristeen tumma palosuojaalaminaatti on tuuletusväliin päin.



### 3.4 Ulkonurkkaliitos

Ulkonurkissa Kingspan Kooltherm® -eristeen vaahtopintaan tulee asentaa saman luokan täyttävä pinta kuin muuallakin tuuletusvälissä. Esimerkiksi jos eriste on suojattu erillisellä rakennekerroksella, kierretään tämä kerros myös ulkonurkan ympäri. Käytettäessä Kingspan Kooltherm® K15 -eristettä, jossa on tumma palosuojaalaminaatti (B-s1, d0), voidaan ulkonurkan suojaus hoitaa erikseen myytävällä palosuojaalaminaattisoirolla (Kingspan Nurkkalaminaatti). Vaihtoehtoisesti suojaus voidaan hoitaa myös esimerkiksi pellillä tai tuulensuojalevyllä (vähintään B-s1, d0 luokkaista). Suojaus voidaan kääntää sauman sisään tai viedä viereisen eristelevyn päälle. Vaihtoehtoisesti Kingspan Kooltherm® K15 -eristeen päät voidaan viistota, jolloin ulkonurkassa ei tarvita erillistä suojausta.



### 3.5 Julkisivuverhoilun kiinnitystarvikkeet

Julkisivuverhoilun kiinnitystarvikkeilla tarkoitetaan esimerkiksi tuuletusvälin koolausta, muuraussteitä, tai muuta rakenneosaa, jolla ulkoverhous kannatellaan. Taulukkomitoitusmenetelmää käytettäessä lämmöneristevalinta ei aiheuta lisärajoitteita julkisivuverhoilun kiinnitystarvikkeiden valintaan.

Eristeet saatetaan kiinnittää runkorakenteeseen erillisillä muovisilla eristekiinnikkeillä. Kyseessä on tyypillisesti väliaikainen kuljetus- ja työaikainen kiinnitys. Eristeiden lopullinen kiinnitys hoidetaan erikseen määritellyillä julkisivuverhoilun kiinnitystarvikkeilla. Nämä muoviset eristekiinnikkeet eivät siis ole julkisivuverhoilun kiinnitystarvikkeita eikä niiden käytölle siten ole paloteknisiä vaatimuksia tai rajoitteita.

### 3.6 Erikoistapaukset

Taulukkomitoitusmenetelmä mahdollistaa useiden erilaisien harvemmin käytettyjen vaihtoehtojen käytön, jotka poikkeavat aikaisemmin tässä ohjeessa esitetyistä vaatimustasoista. Näille ”erikoistapauksille” on tyypillistä, että jonkin osa-alueen vaatimustasoa kiristetään, jolloin toisen osa-alueen vaatimustasoa kevennetään. Tyypillisesti vaatimustasojen muutokset liittyvät ulkoverhouksen ja tuuletusvälin pintojen luokkavaatimuksiin.

Näiden erikoistapauksien yksityiskohtainen käsittely tässä ohjeessa ei ole mielekästä niiden runsaan määrän ja riippuvuussuhteiden vuoksi. Kingspan Kooltherm® -eristeitä voidaan käyttää myös näissä erikoistapauksissa, jolloin vaatimustasot tulee katsoa suoraan paloturvallisuusasetuksesta ja soveltaa tässä ohjeessa esitettyjä periaatteita.



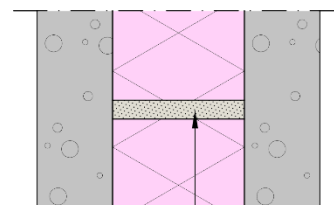
## 4 Muut yksityiskohdat

Seuraavaksi käydään läpi tyypillisimpiä yksityiskohtia, joita esiintyy tavanomaisissa julkisivurakenteissa. Kaikkien yksittäisten detaljien ja variaatioiden käsittely kaikenkattavasti ei ole mahdollista, joten kohdekohtainen suunnittelu vaatii aina suunnittelijalta reunaehtojen ja menetelmien sisäistämistä, ja niiden soveltamista.

### 4.1 Saumojen tiivistys saumavaahdolla

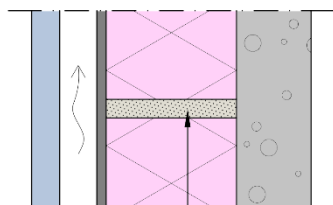
Eristelevyjen saumojen tiivistykselle ei ole paloteknisiä rajoitteita betoni-sandwich-rakenteessa, koska saumat jäävät betonin alle eikä rakenteessa ole tuuletusväliä. Saumojen tiivistykseen käytetään tyypillisesti normaalia saumavaahtoa.

Tuulettuvassa rakenteessa tuuletusvälin sisäpinnalle on asetettu vaati-muksia, jotka on tapauksesta riippuen otettava huomioon eristekerroksen saumojen tiivistyksessä. Jos tuuletusvälin sisäpintaan asennetaan erillinen suojaava rakennekerros, saumat jäävät suojaavan kerroksen peittoon, jolloin saumojen tiivistykselle ei ole paloteknisiä rajoitteita (kuva alla vasemmalla).

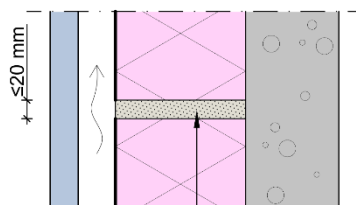


ei paloteknisiä rajoituksia,  
esim. normaali saumavaahto

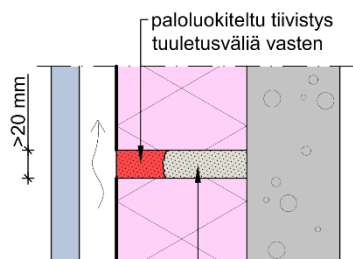
Kingspan Kooltherm® K15 -eristettä (tumma palosuojapuoli B-s1, d0) käytettäessä normaalilla saumavaahdolla tiivistettyjen 20 mm leveiden avosaumojen vaikutus tuotteen pinnan syttyvyyteen (FIGRA) ja lämmöntuottoon ( $THR_{600s}$ ) jäävät niin vähäisiksi, että ne eivät ylitä B-luokan raja-arvoja [18]. Lisäksi eristeen paisuva palosuojalaminaatti kaventaa altistuvaa saumapintaa palotilanteessa. Jos lämmöneristeenä käytetään Kingspan Kooltherm® K15 -eristettä, enintään 20 mm leveät avosaumat voidaan siis tiivistää normaalilla saumavaahdolla (kuva keskellä). Yli 20 mm leveissä avosaumoissa tuuletusväliä vasten oleva tiivistys tehdään luokitellulla tiivistyksellä, kuten palovaahdolla (EN 13501-2) tai mineraalivillasullonnalla (kuva alla oikealla).



ei paloteknisiä rajoituksia,  
esim. normaali saumavaahto



ei paloteknisiä rajoituksia,  
esim. normaali saumavaahto



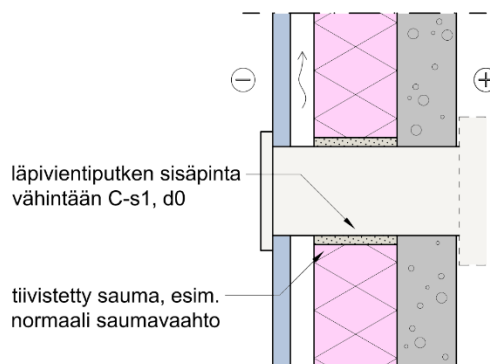
ei paloteknisiä rajoituksia,  
esim. normaali saumavaahto

Enintään 28 metriä korkeissa asuin- ja työpaikkarakennuksissa käytettävien, pinnaltaan C-luokkais-ten, Kingspan Kooltherm® -eristeiden kohdalla pätevät samat saumojen tiivistyssäännöt. Näiden tuotteiden, kuten esimerkiksi Kingspan Kooltherm® K3, K5, K8 C, K15 C ja S20, vaahtoytimen koostumus on sama kuin testatussa Kingspan Kooltherm® K15 -eristeessä [8]. B-luokan raja-arvot ovat C-luokkaa tiukemmat ja siten saumavaahdon vaikutus pinnan luokitukseen on kriittisempi B-luo-kassa kuin C-luokassa. Käytettäessä samoja saumavaahdotussääntöjä pinnaltaan C-luokkaisen eristeen kanssa ollaan siis pinnan luokituksen suhteen varmallalla puolella.

Samoja saumojen tiivistyssääntöjä noudatetaan myös aukkojen ympäristössä tehtävissä tiivistys-toissa, kuten esimerkiksi eristeen tiivistämisessä puiseen apukarmiin. Myös ulkonurkissa noudate-taan samoja tiivistyssääntöjä.

## 4.2 Läpiviennit

Läpivientien kohdalla lämmöneristeen suojaukset tulee toteuttaa siten, että eriste suojataan vähintään C-s1, d0 luokan rakennusosalla, joka asennetaan tiivistäen eristettä vasten. Asiaa on havainnollistettu oikealla olevassa kuvassa, jonka periaatteita voi soveltaa vastaaviin läpivienteihin. Tiivistämisen tarkoituksena on estää palon vapaa leviäminen mahdolliseen onteloon. Palon ei oleteta etenevän hyväksyttyä enempää itse eristeessä, koska eristävältä osaltaan vähintään D-s2, d2 luokkaisessa eristeessä ei edellytetä katkoja. [6]



## 4.3 Kerrosten väliset palokatkot eristekerroksessa

Kerrosten välisiä palokatkoja eristekerroksessa tulee käyttää, jos lämmöneristeen eristävä osa ei täytä D-s2, d2 -luokan vaatimuksia, 25 §:

*"Lämmöneriste, joka ei eristävältä osaltaan täytä D-s2, d2 -luokan vaatimusta, on katkaistava enintään kahden kerroksen välein 28 metrin korkeuteen saakka ja tämän jälkeen kerroksen välein tarvikkeella, joka rajoittaa palon leviämisen etenemisen lämmöneristeessä."* [1]

Kerrosten välisiä palokatkoja eristekerroksessa ei edellytetä Kingspan Kooltherm® -eristeisissä julkisivuissa, koska eristeen eristävän osan, eli vaahdon tai ytimen, luokka on C-s1, d0 [2]. Palokatkoja tulee käyttää eristekerroksessa, jos eristeen eristävän osan luokka on E tai F. Tyypillisiä E- ja F-luokkaisia eristemateriaaleja ovat polystyreenit, kuten EPS eristeet. Eristeiden luokalla tai palavien eristeiden käytöllä ei ole vaikutusta tuuletusvälin kerrostenvälisiin palokatkovaatimuksiin.

E ja F -luokkaisten eristeiden kerrosten välisistä palokatkoista todetaan muistiossa seuraavaa, sivu 27:

*"Lämmöneristeessä tapahtuvan palon leviämisen katkaisua voidaan pitää riittävänä, kun palon eteneminen eristekerroksessa rajoittuu noin 30 minuuttia. Katkaisevan rakennusosan riittävän mitan määrittäminen voi perustua esimerkiksi palotesteissä mitattuihin osastoivuuden aikoihin tai laskennallisesti esimerkiksi eristeen hiiltymisnopeuteen tai puurakenteille Eurokoodi 5:n laskentasääntöihin."* [3]

Palon leviäminen eristekerroksessa tulee siis rajoittaa noin 30 minuutin ajan, eikä palokatkona käytettävälle tuotteelle ole asetettu eristävän ytimen (D-s2, d2) lisäksi muita vaatimuksia. Tuotteen toimivuus voidaan osoittaa palotesteihin perustuvalla hiiltymisnopeudella.

Kingspan Kooltherm® -eriste hiiltyy tuuletusvälipolttokeisarjan [11] perusteella noin 5 mm minuutissa [12]. Tämän tarkoittaa käytännössä vähintään 150 mm korkeaa eristesoiroa kerrosten välillä, jotta 30 minuutin palokatkovaatimus täyttyy. Kingspan Kooltherm® -eristesoiroja voidaan siis käyttää esimerkiksi EPS-eristeisessä julkisivussa kerrosten välisinä palokatkoina.

## 4.4 Palomuri

Palomuri tulee tehdä tapauksesta riippuen aina A1 tai A2-s1, d0 luokan tarvikkeista [1]. Palomuurin luokkavaatimus tulee siis täyttää rakenteen A1 / A2-s1, d0 -luokkaisilla materiaaleilla, eikä palavia tarvikkeita, kuten Kingspan Kooltherm® -eristeitä, voida ottaa huomioon palomuurin luokkavaatimusta täytettäessä.

Tämä tarkoittaa betonisessa ulkoseinärakenteessa käytännössä sitä, että palomuurin luokkavaatimus tulee täyttää kokonaisuudessaan betonisella sisäkuorella eikä Kingspan Kooltherm® -eristeen

palon etenemistä hidastavaa hiiltymistä voida ottaa huomioon. Sisäkuoren muodostaman palomuurin vähimmäispaksuus voidaan määritellä SFS-EN 1992-1-2 ja Suomen kansallisen liitteen mukaisella taulukkomitoitusmenetelmällä. Palomuurin taulukkomitoitusohjeet löytyvät myös Betoniteollisuus ry:n taulukkomitoitusohjeesta [10].

Kingspan Kooltherm® -eristeitä voidaan siis käyttää myös palomuurina toimivan seinärakenteen lämmöneristeinä.

#### 4.5 Taulukkoarvoista poikkeaminen

Tarvittaessa yksittäisen yksityiskohdan tarkastelussa tai taulukkomitoituksen luokka- ja lukuarvovaatimuksista vähäisessä määrin poiketessa voidaan käyttää toiminnallisia menetelmiä. Vähäisestä poikkeamisesta todetaan muistiossa seuraavaa, sivu 9:

*"P0-paloluokkaa ei tarvitse käyttää, kun kokonaisuuden kannalta pienehköä poikkeamaa luokista ja lukuarvoista perusteellaan toiminnallisesti."* [3]

Vähäinen poikkeaminen ei siis aiheuta rakennuksen paloluokan muuttumista P1-luokasta P0-luokkaan.

## 5 Lähteet

Suunnitteluohjeen ratkaisut perustuvat seuraavaan aineistoon

- [1] Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. Ympäristöministeriö. 2017. 24s.
- [2] Report of the classification of the reaction to fire behaviour. Kooltherm. No. 230008188-3. Materialprüfungsamt Nordrhein-Westfalen. 13.10.2011. 4s.
- [3] Muistio asetuksesta rakennusten paloturvallisuudesta. Ympäristöministeriö. 2017. 50s.
- [4] Fire test of a facade cladding. Test method SP FIRE 105. Test report No. 4P08403. SP Technical Research Institute of Sweden. 10.3.2015. 17s.
- [5] Fire test of facade system according to SP Fire 105. Test report No. 8P05581rev1. RISE Research Institutes of Sweden AB. 6.12.2018. 26s.
- [6] Mikkola, E. Asiantuntijalausunto. Kingspan Kooltherm® eristeiden rakenteellinen suojaus enintään 28 m korkeassa P1-paloluokan rakennuksessa. 26.2.2018. 6s.
- [7] Skarin, C. Fire technical assessment of phenolic resin insulation. Report No. 4P08403-1 rev2. RISE Research Institute of Sweden AB. 22.8.2017. 1s.
- [8] Composition foam core Kooltherm. Kingspan Insulation B.V. 16.5.2018. 1s.
- [9] Delsing, A. Isolatie materiaal Kingspan Kooltherm® TGA (thermo grafische analyse). Technische Universiteit Eindhoven. 13.7.2015. 2s.
- [10] Eurokoodin SFS-EN 1992-1-2 ja Suomen kansallisen liitteen mukainen palonkestävyyden taulukkomitoitusohje normaalipainoiselle betonille. Betonteollisuus ry. 3.8.2018. 12s.
- [11] Fire resistance test on wall construction with different air gaps. Test report No. VTT-S-02149-16. VTT Expert Services Ltd. 23.5.2016. 42s.
- [12] Mikkola, E. Asiantuntijalausunto. Kingspan Therma™ ja Kingspan Kooltherm® eristeiden käyttö tuuletusrakojen yhteydessä. 14.7.2016. 5s.
- [13] BS EN ISO 1716: 2010. Determination Of The Heat Of Combustion For Building Products. Document Reference 362315. Exova Warringtonfire. 25.7.2016. 8s.
- [14] SFS-EN 1995-1-2 Eurokoodi 5. Puurakenteiden suunnittelu. Osa 1-2: Yleistä. Puurakenteiden palomitoitus. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. 21.12.2004. 129s.
- [15] Mikkola, E. Puun hiiltyminen. VTT Tutkimuksia 689. 1990. 40s.
- [16] Monoroc EE – Energiatehokas Eristerappaus -rakenteen paloturvallinen käyttö julkisivussa. Tutkimusraportti numero VTT-R-05666-11. 18.8.2011. VTT. 29s.
- [17] Hietaniemi, J, Hakkarainen, T, Huhta, J, Jumppanen, U, Kouhia, I, Vaari, J, Weckman, H. Ontelotilojen paloturvallisuus. Ontelopalojen leviämisen katkaiseminen. VTT Tiedotteita 2202. 2003. 228s.
- [18] Indikatiivisia SBI testejä EN 13823:2010, Kingspan Kooltherm K15. Report Id. N168/18 ja N131/18. VTT Expert Services Oy. 8.6.2018. 7s.

# LIITE 1 - TEKNISEN SISÄLLÖN ARVIOINTI, TKT ESKO MIKKOLA

ASiantuntijalausunto

2018-08-1  
Päivitys 20.5.2019

17.8.2018  
1 (1)

## Kingspan Kooltherm® palosuunnitteluohjeen arviointi

Lausunnon tilaaja:  
Kingspan Insulation Oy  
Antti Viitanen  
Hämeenkatu 13a A3  
33100 Tampere

Tässä asiantuntijalausunnossa esitetään dokumentin *Kingspan Kooltherm® palosuunnitteluohje, Palosuojaukset P1 paloluokan rakennuksen julkisivussa, 20.5.2019 (ver. 1.2)* teknisen sisällön arviointi.

Ohje koskee enintään 56 metriä korkeita P1-luokan rakennuksia siten, että enintään 28m korkeiden rakennusten käyttötarkoitus on rajattu asuin- tai työpaikkarakennuksiin. Ohjeessa esitetään ympäristöministeriön asetukseen rakennusten paloturvallisuudesta (848/2017) pohjautuen Kingspan Kooltherm® -eristeiden käytön edellytykset ja suojausperiaatteet rakennuksen ulkoseinärakenteissa.

Ohjeessa esitettävät eristeen suojaukset ja periaatteet perustuvat joko asetuksen taulukkomitoituksen luokkiin ja lukuarvoihin tai asetuksen antamaan mahdollisuuteen osoittaa täyden mittakaavan kokeella ulkoseinärakenteen toimivuus palotilanteessa. Täyden mittakaavan kokeena on käytetty SP Fire 105 menetelmää asetukseen liittyvän perustelumuistion mukaisesti.

Allekirjoittanut on tarkastanut ohjeen sisällön ja todennut sen olevan edellä mainittujen vaatimusten ja soveltamisohjeen mukaisen. Ohjeen liitteessä on esitetty tyypillisiä esimerkkiratkaisuja, joita käytännön sovelluksissa voidaan käyttää suoraan sellaiseen. Poikettaessa esimerkkiratkaisusta tulee varmistaa, että poikkeamat toteutetaan ohjeessa annettujen periaatteiden ja vaatimusten mukaisesti.

Espoossa, 17.8.2018

Päivitys 20.5.2019



Esko Mikkola  
paloturvallisuusasiantuntija, TkT

---

*Esko Mikkola*  
*Soukansalmentie 18 B, 02360 Espoo*  
*0505260073, esko.k.mikkola@gmail.com*

# LIITE 2 - TEKNISEN SISÄLLÖN ARVIOINTI, PALOTEKNINEN INS.TOIMISTO MARKKU KAURIALA OY



13.5.2019  
1 / 1

## Kingspan Insulation Oy

### Lausunto Kingspan Kooltherm® palosuunnitteluohjeesta – Täyden mittakaavan polttokokeisiin perustuvat julkisivuratkaisut

Tässä lausunnossa otetaan kantaa Kingspan Kooltherm® -palosuunnitteluohje Palosuojaus P1-paloluokan rakennuksen julkisivussa (20.5.2019, ver. 1.2) tekniseen sisältöön ja ohjeen mukaisesti toteutettujen julkisivuratkaisujen paloturvallisuuteen. Lausunto koskee ohjeessa esitettyä täyden mittakaavan polttokokeisiin perustuvaa julkisivun mitoitusta, eli ohjeen teknistä sisältöä, joissa käsitellään enintään 28 metriä korkeita asuin- ja työpaikkarakennuksia ja näihin liittyviä tyypillisten rakenneratkaisujen esimerkkikuvia A-B.

Allekirjoittaneet ovat tarkastaneet ohjeen sisällön, ja tutustuneet ohjeessa viitattuun taustamateriaaliin. Tarkastuksen tuloksena Kingspan Insulation Oy on tehnyt ohjeeseen pyytämämme korjaukset ja tarkennukset.

Ympäristöministeriön asetuksen rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017 pykälän 25 perusteella ko. ulkoseinien palotekninen toimivuus on osoitettu täyden mittakaavan polttokokeilla. Polttokokeina on käytetty SP Fire 105 menetelmää, joka asetuksen 848/2017 perustelumääräyksen mukaisesti soveltuu enintään 28 korkeisiin asuin- ja työpaikkarakennuksiin. Polttokokeissa olleet julkisivurakenteet ovat läpäisseet testin hyväksymiskriteerit ja polttokokeissa olleet julkisivut vastaavat paloteknisiltä ominaisuuksiltaan konservatiivisesti ohjeessa esitettyjä esimerkkirakenteita A-B ja muita ohjeen soveltuvien kohtien mukaisesti toteutettuja julkisivuratkaisuja.

Esimerkkiratkaisujen A-B ja muiden ohjeessa esitettyjen periaatteiden mukaisesti toteutettujen enintään 28 metriä korkeiden asuin- ja työpaikkarakennuksien julkisivuratkaisujen voidaan siis katsoa täyttävän Suomen maankäyttö- ja rakennuslain 132/1999 pykälässä 117, sekä asetuksessa 848/2017 asetetut olennaiset vaatimukset, ja näillä julkisivuratkaisulla on riittävä paloturvallisuus.

Tampereella 13.5.2019

PALOTEKNINEN INSINÖÖRITOIMISTO MARKKU KAURIALA Oy

Timo Jokinen  
DI, Rakennetekniikka  
Paloturvallisuussuunnittelija

Risto Ranua  
DI, Rakennetekniikka  
Paloturvallisuussuunnittelija

PALOTEKNINEN INSINÖÖRITOIMISTO MARKKU KAURIALA Oy

Radiomiehenkatu 3B  
20320 Turku  
Puh. 075 326 5600

Piispantilankuja 6 C  
02240 Espoo  
Puh. 075 326 5630

Korkeakoulunkatu 1  
33720 Tampere  
Puh. 075 326 5640

ALV. REK.  
Y-tunnus: 0869061-6  
Kotipaikka: Turku



# LIITE 3 - TEKNISEN SISÄLLÖN ARVIOINTI, PALOTEKNINEN INS.TOIMISTO MARKKU KAURIALA OY



13.5.2019  
1 / 1

## Kingspan Insulation Oy

### Lausunto Kingspan Kooltherm® palosuunnitteluohjeesta – Taulukkomitoitukseen perustuvat julkisivuratkaisut

Tässä lausunnossa otetaan kantaa Kingspan Kooltherm® -palosuunnitteluohje Palosuojaus P1-paloluokan rakennuksen julkisivussa (20.5.2019, ver. 1.2) tekniseen sisältöön ja ohjeen mukaisesti toteutettujen julkisivuratkaisujen paloturvallisuuteen. Lausunto koskee ohjeessa esitettyä taulukkomitoitukseen perustavia kohtia, eli ohjeen teknistä sisältöä, joissa käsitellään enintään 56 metriä korkeita rakennuksia ilman käyttötaparajoitusta ja näihin liittyviä tyypillisten rakenneratkaisujen esimerkkikuvia C-F.

Allekirjoittaneet ovat tarkastaneet ohjeen sisällön, ja tutustuneet ohjeessa viitattuun taustamateriaaliin. Tarkastuksen tuloksena Kingspan Insulation Oy on tehnyt ohjeeseen pyytämämme korjaukset ja tarkennukset.

Ympäristöministeriön asetuksen rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017 pykälien 25 ja 26 perusteella ulkoseinien palotekninen toimivuus voidaan osoittaa asetuksessa annettujen taulukkoarvojen perusteella. Ohjeessa esitetyt enintään 56 metriä korkeiden rakennusten julkisivuja koskevat periaatteet ja esimerkkiratkaisut C-F täyttävät asetuksen em. kohtien taulukkovaatimukset ja noudattavat hyvää rakennustapaa.

Esimerkkiratkaisujen C-F ja muiden ohjeessa esitettyjen periaatteiden mukaisesti toteutettujen enintään 56 metriä korkeiden rakennusten (ei käyttötaparajoitusta) julkisivuratkaisujen voidaan siis katsoa täyttävän Suomen maankäyttö- ja rakennuslain 132/1999 pykälässä 117, sekä asetuksessa 848/2017 asetetut olennaiset vaatimukset, ja näillä julkisivuratkaisulla on riittävä paloturvallisuus.

Tampereella 13.5.2019

PALOTEKNINEN INSINÖÖRITOIMISTO MARKKU KAURIALA Oy

Timo Jokinen  
DI, Rakennetekniikka  
Paloturvallisuussuunnittelija

Risto Ranua  
DI, Rakennetekniikka  
Paloturvallisuussuunnittelija

---

PALOTEKNINEN INSINÖÖRITOIMISTO MARKKU KAURIALA Oy

Radiomiehenkatu 3B  
20320 Turku  
Puh. 075 326 5600

Piispantilankuja 6 C  
02240 Espoo  
Puh. 075 326 5630

Korkeakoulunkatu 1  
33720 Tampere  
Puh. 075 326 5640

ALV. REK.  
Y-tunnus: 0869061-6  
Kotipaikka: Turku

## LIITE 4 - ESIMERKKIKUVAT

Kuvissa on esitetty **esimerkkejä** tyypillisimpien rakenneratkaisujen ja liitosten palosuojauksista. Noudattamalla tässä ohjeessa esitettyjä reunaehdoja ja mitoitusmenetelmiä myös muiden palosuojauksien ja palosuojauustuotteiden käyttö on mahdollista.

### KUVALUETTELO

#### ENINTÄÄN 28 METRIÄ KORKEAT ASUIN- JA TYÖPAIKKARAKENNUKSET

##### BETONIRUNKO (SISÄKUORI JA SANDWICH)

- KUVA A1 – Rakenneleikkaus
- KUVA A2 – Aukkoliitos, puinen apukarmi
- KUVA A3 – Aukkoliitos, karmikenkä
- KUVA A4 – Ulkonurkkaliitos
- KUVA A5 – Läpivienti

##### EI-KANTAVA PUURUNKO

- KUVA B1 – Rakenneleikkaus
- KUVA B2 – Aukkoliitos, puinen apukarmi
- KUVA B3 – Läpivienti

#### ENINTÄÄN 56 METRIÄ KORKEAT RAKENNUKSET ILMA KÄYTTÖTAPARAJOITUSTA

##### BETONIRUNKO (SISÄKUORI / SANDWICH) JA ULKOVERHOUS EI 30

- KUVA C1 – Rakenneleikkaus
- KUVA C2 – Aukkoliitos, puinen apukarmi
- KUVA C3 – Aukkoliitos, karmikenkä ja palokittaus
- KUVA C4 – Aukkoliitos, karmikenkä ja kivivillasoiro
- KUVA C5 – Ulkonurkkaliitos
- KUVA C6 – Läpivienti

##### BETONIRUNKO (SISÄKUORI) JA TUULETUSVÄLIN SISÄPINNASSA K<sub>2</sub>30 (A2) SUOJAVEROUS

- KUVA D1 – Rakenneleikkaus
- KUVA D2 – Aukkoliitos, puinen apukarmi
- KUVA D3 – Aukkoliitos, karmikenkä ja palokittaus

KUVA D4 – Aukkoliitos, karmikenkä ja kivivillasoiro

KUVA D5 – Ulkonurkkaliitos

KUVA D6 – Läpivienti

#### EI-KANTAVA PUURUNKO JA ULKOVERHOUS EI 30

KUVA E1 – Rakenneleikkaus

KUVA E2 – Aukkoliitos, puinen apukarmi

KUVA E3 – Läpivienti

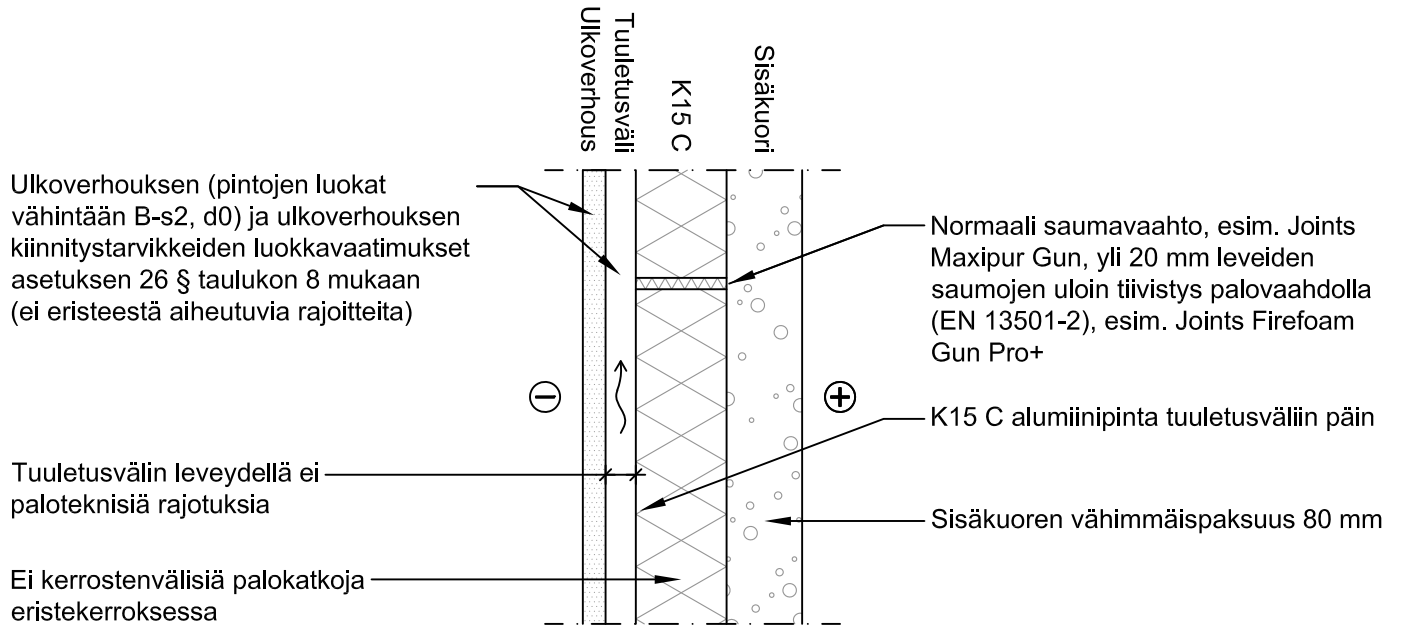
#### EI-KANTAVA PUURUNKO JA TUULETUSVÄLIN SISÄPINNASSA K<sub>2</sub>30 (A2) SUOJAVERHOUS

KUVA F1 – Rakenneleikkaus

KUVA F2 – Aukkoliitos, puinen apukarmi

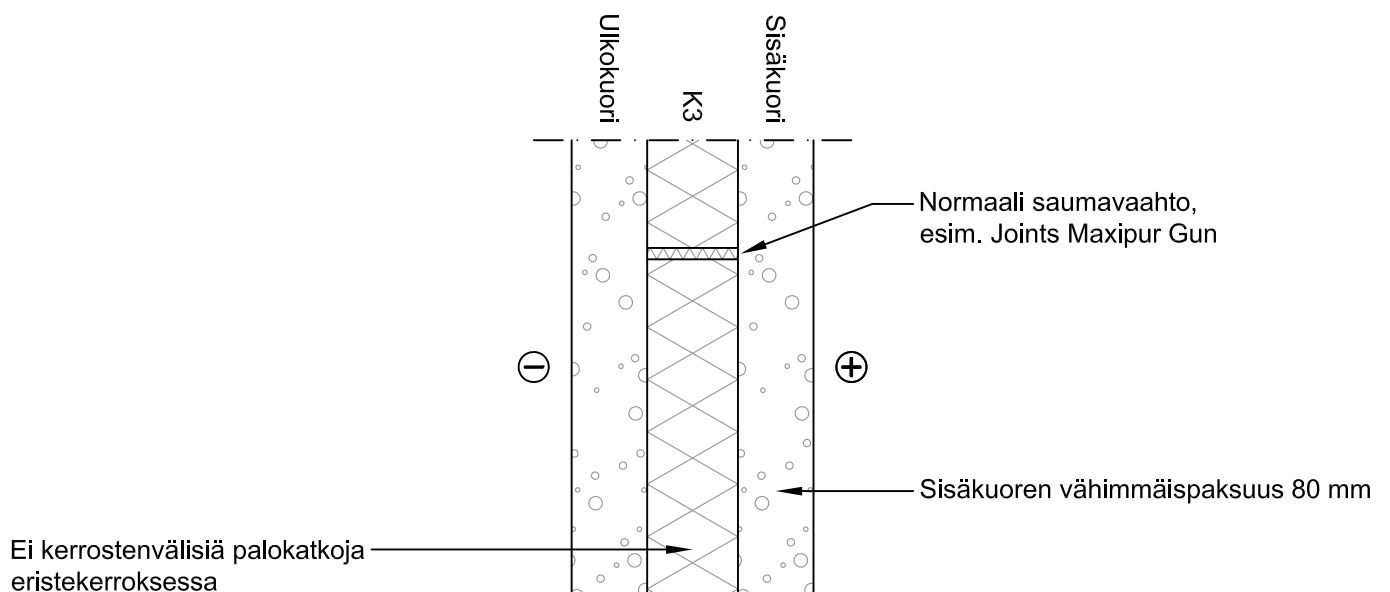
KUVA F3 – Läpivienti

## SISÄKUORIBETONI-ELEMENTTI JA TUULETETTU ULKOVERHOUS



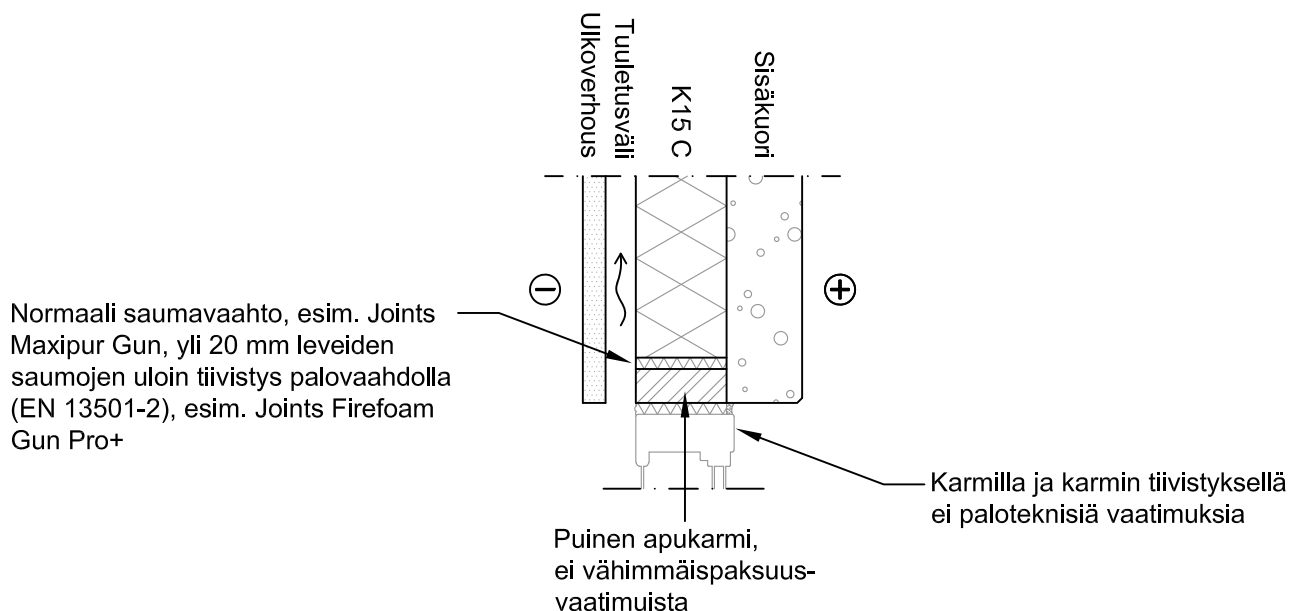
Soveltuu käytettäväksi kaikissa palokuormaryhmissä (alle 600 MJ/m<sup>2</sup>, 600 - 1200 MJ/m<sup>2</sup> ja yli 1200 MJ/m<sup>2</sup>).

## BETONISANDWICH-ELEMENTTI



Soveltuu käytettäväksi kaikissa palokuormaryhmissä (alle 600 MJ/m<sup>2</sup>, 600 - 1200 MJ/m<sup>2</sup> ja yli 1200 MJ/m<sup>2</sup>).

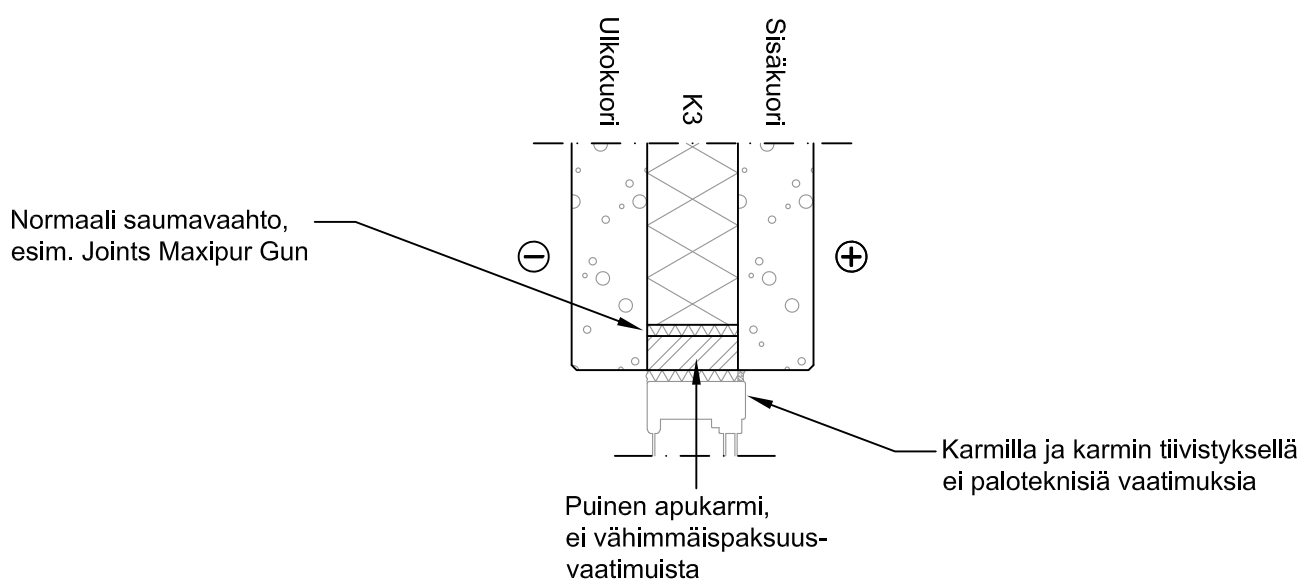
## SISÄKUORIBETONI-ELEMENTTI JA TUULETETTU ULKOVERHOUS



Samat suojaukset aukon sivuilla ja alareunassa.

Soveltuu käytettäväksi kaikissa palokuormaryhmissä (alle 600 MJ/m<sup>2</sup>, 600 - 1200 MJ/m<sup>2</sup> ja yli 1200 MJ/m<sup>2</sup>).

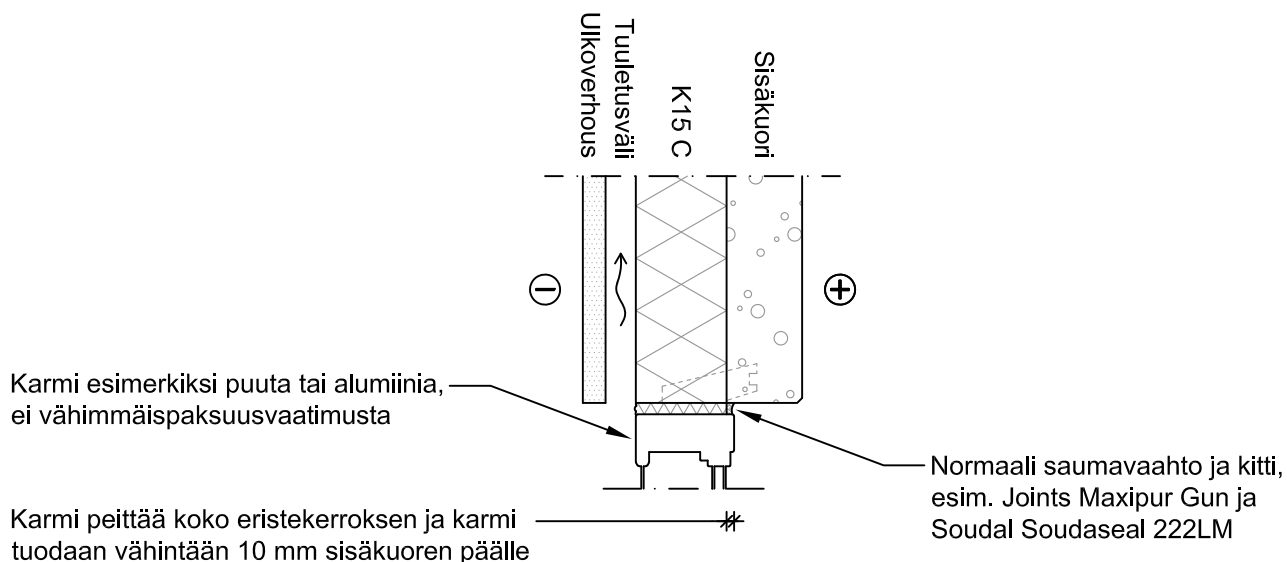
## BETONISANDWICH-ELEMENTTI



Samat suojaukset aukon sivuilla ja alareunassa.

Soveltuu käytettäväksi kaikissa palokuormaryhmissä (alle 600 MJ/m<sup>2</sup>, 600 - 1200 MJ/m<sup>2</sup> ja yli 1200 MJ/m<sup>2</sup>).

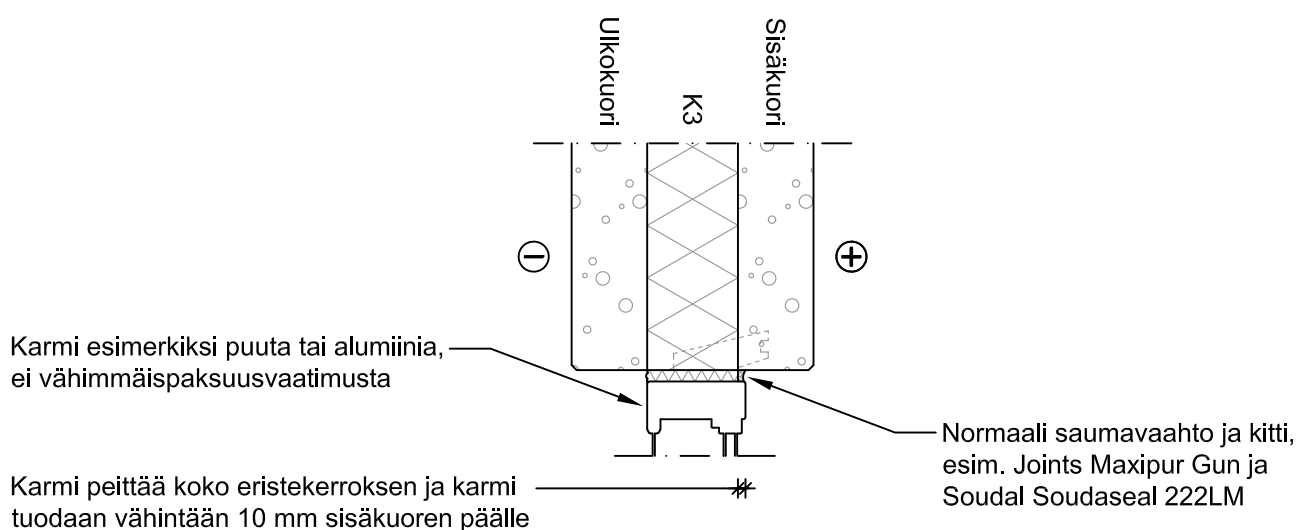
## SISÄKUORIBETONI-ELEMENTTI JA TUULETETTU ULKOVERHOUS



Samat suojaukset aukon sivuilla ja alareunassa.

Soveltuu käytettäväksi kaikissa palokuormaryhmissä (alle 600 MJ/m<sup>2</sup>, 600 - 1200 MJ/m<sup>2</sup> ja yli 1200 MJ/m<sup>2</sup>).

## BETONISANDWICH-ELEMENTTI

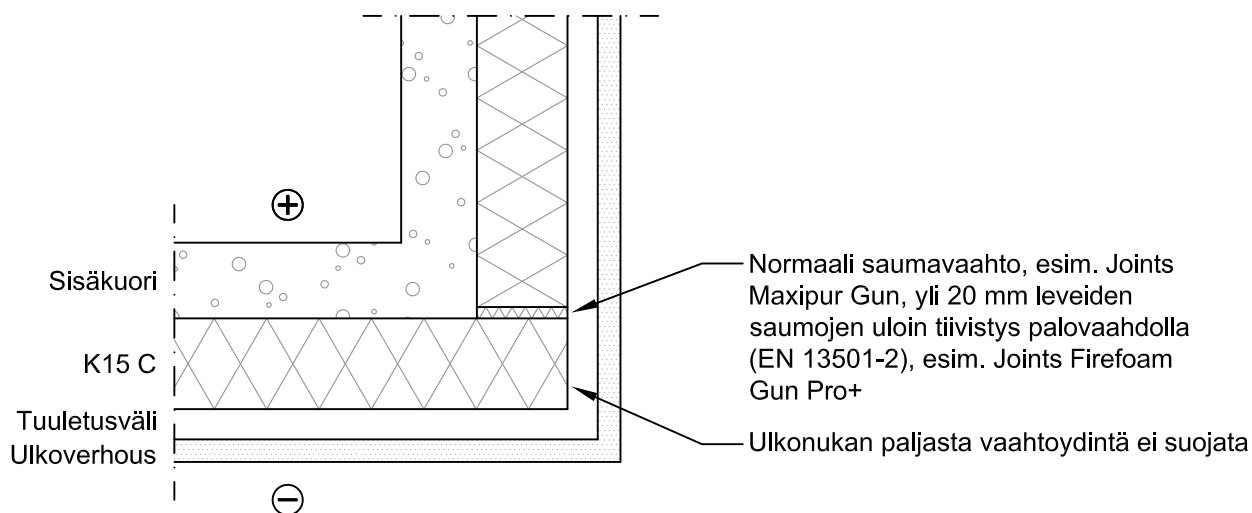


Samat suojaukset aukon sivuilla ja alareunassa.

Soveltuu käytettäväksi kaikissa palokuormaryhmissä (alle 600 MJ/m<sup>2</sup>, 600 - 1200 MJ/m<sup>2</sup> ja yli 1200 MJ/m<sup>2</sup>).

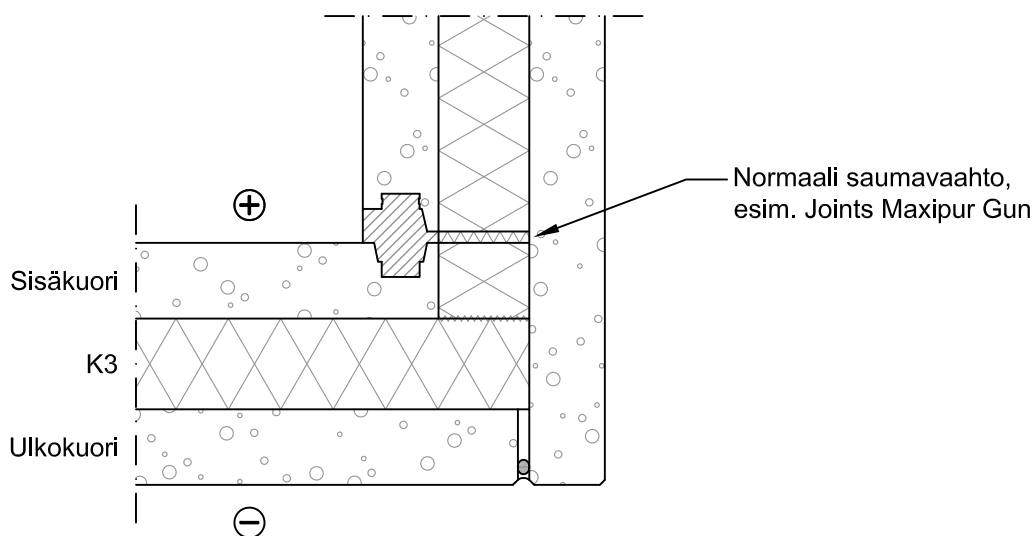


## SISÄKUORIBETONI-ELEMENTTI JA TUULETETTU ULKOVERHOUS



Soveltuu käytettäväksi kaikissa palokuormaryhmissä (alle 600 MJ/m<sup>2</sup>, 600 - 1200 MJ/m<sup>2</sup> ja yli 1200 MJ/m<sup>2</sup>).

## BETONISANDWICH-ELEMENTTI



Soveltuu käytettäväksi kaikissa palokuormaryhmissä (alle 600 MJ/m<sup>2</sup>, 600 - 1200 MJ/m<sup>2</sup> ja yli 1200 MJ/m<sup>2</sup>).

## LÄPIVIENTI

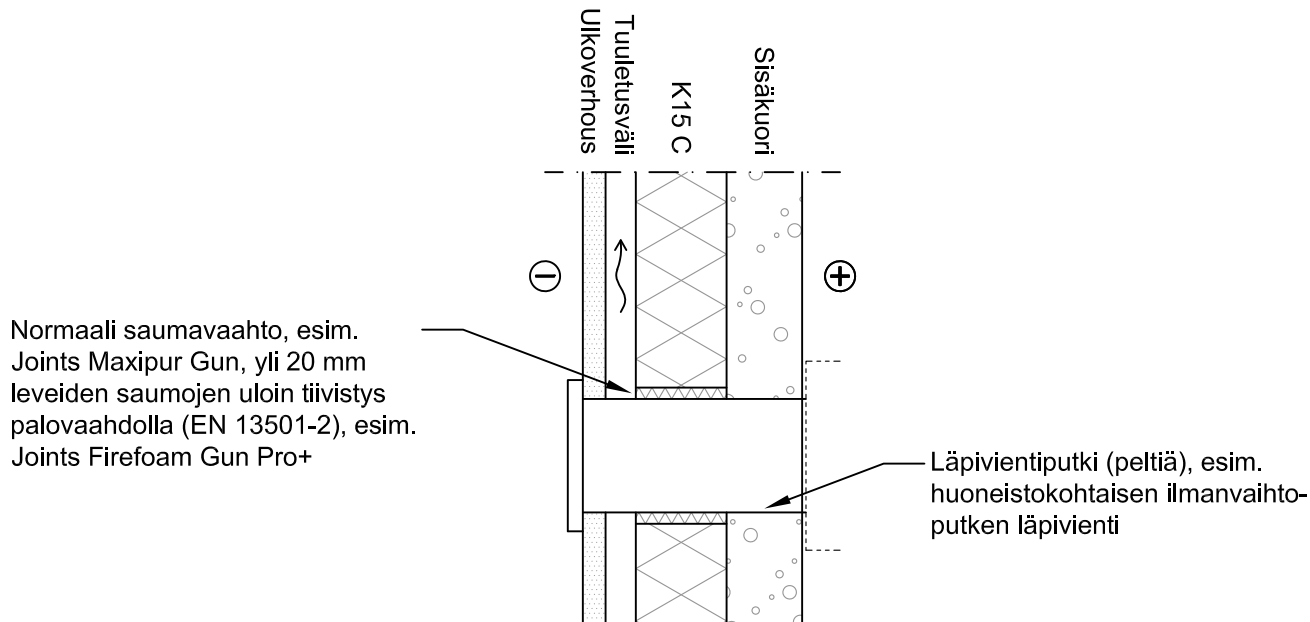
Paloturvallisuusasetuksen (848/2017) mukaiset palosuojaukset

P1-paloluokan rakennus, asuin- tai työpaikkarakennus, korkeus enintään 28 metriä

Kuvan numero

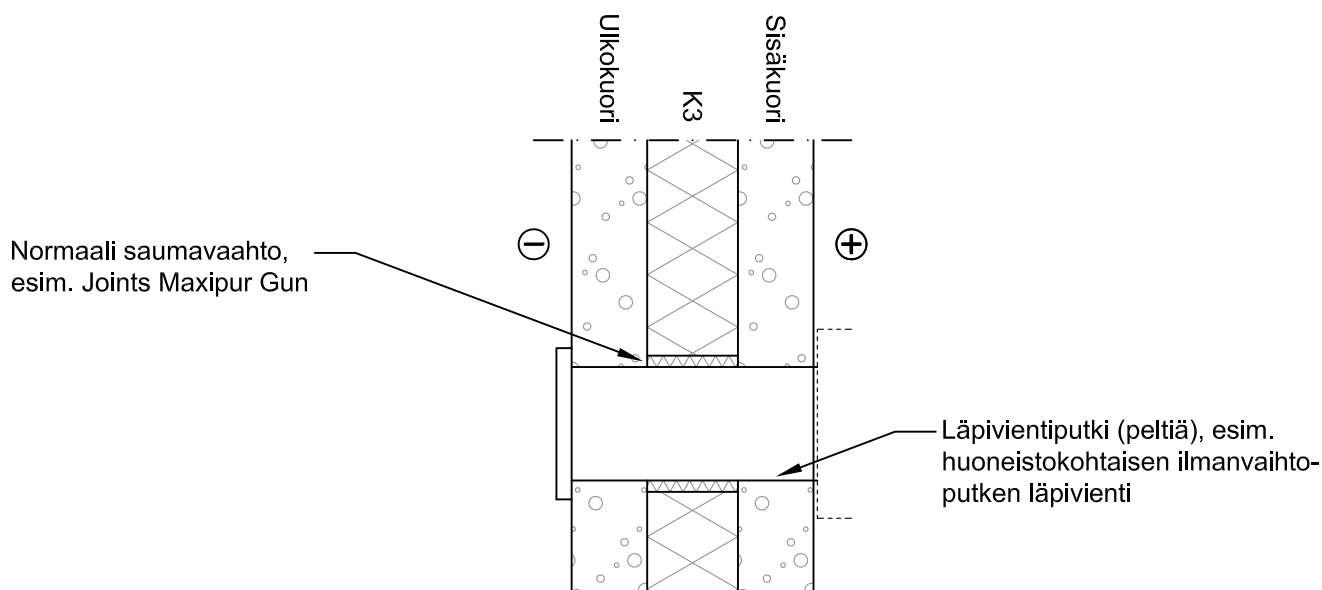
# A5

### SISÄKUORIBETONI-ELEMENTTI JA TUULETETTU ULKOVERHOUS



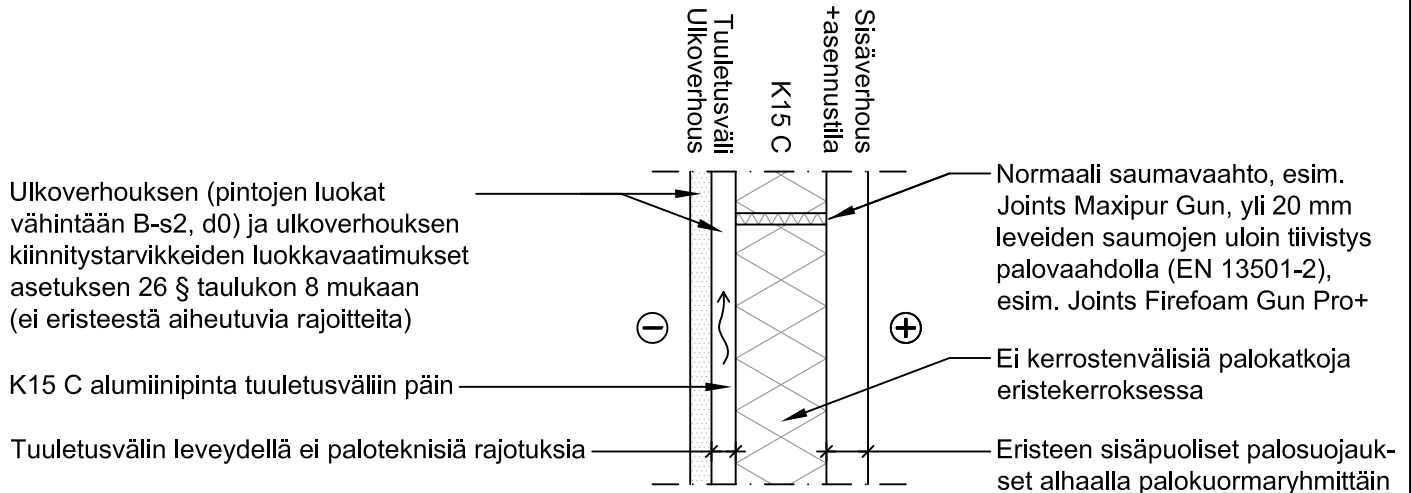
Soveltuu käytettäväksi kaikissa palokuormaryhmissä (alle 600 MJ/m<sup>2</sup>, 600 - 1200 MJ/m<sup>2</sup> ja yli 1200 MJ/m<sup>2</sup>).

### BETONISANDWICH-ELEMENTTI

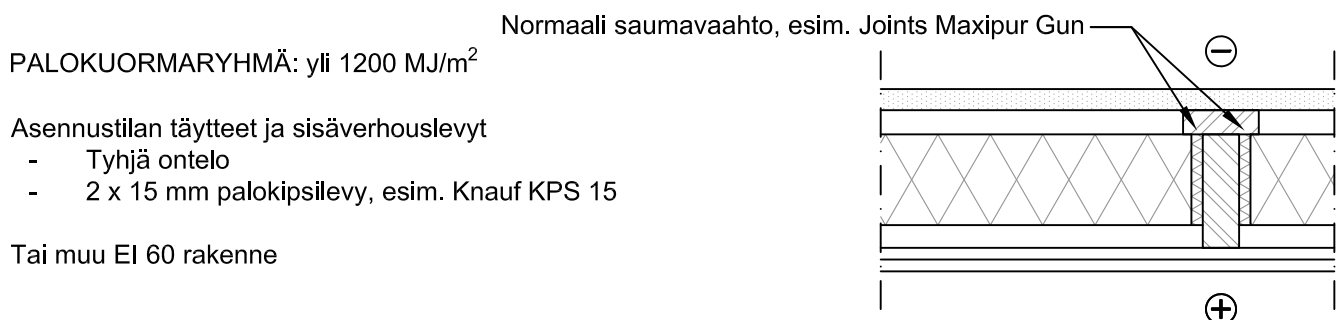
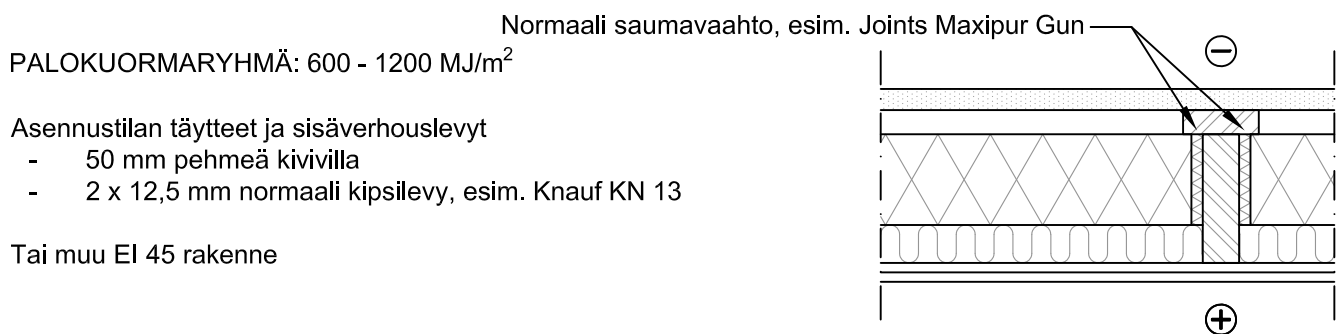
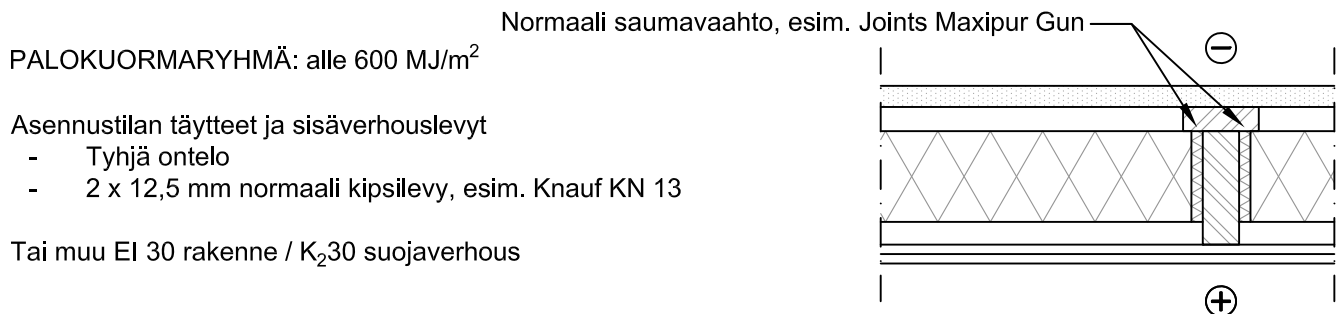


Soveltuu käytettäväksi kaikissa palokuormaryhmissä (alle 600 MJ/m<sup>2</sup>, 600 - 1200 MJ/m<sup>2</sup> ja yli 1200 MJ/m<sup>2</sup>).

## PYSTYLEIKKAUS

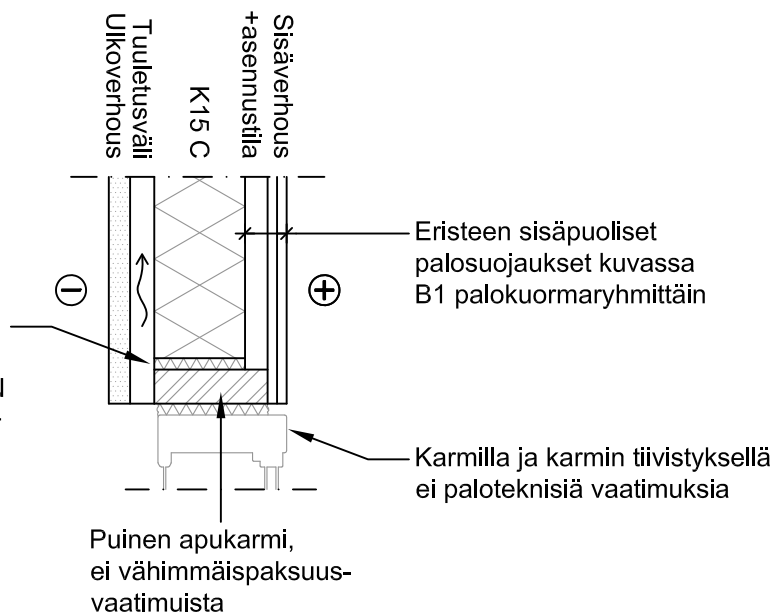


## VAAKALEIKKAUKSET



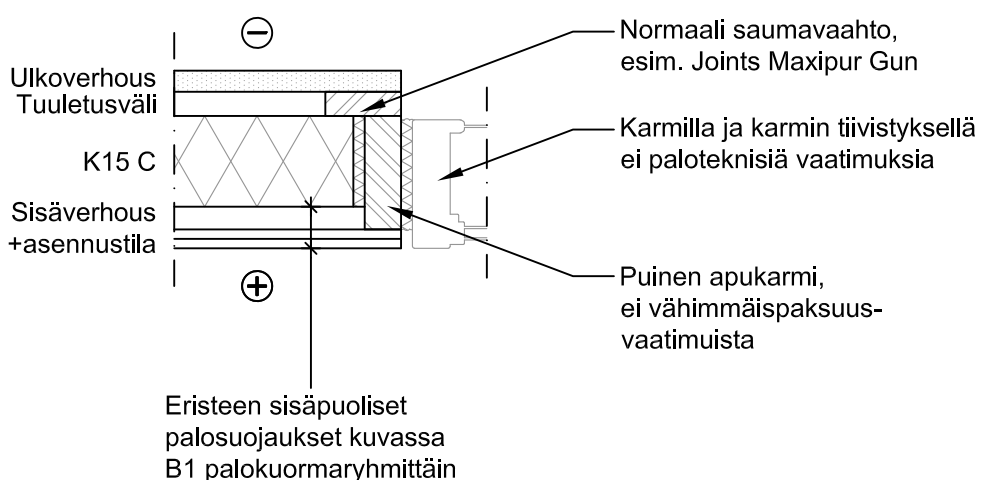
## PYSTYLEIKKAUS

Normaali saumavaahto, esim. Joints Maxipur Gun, yli 20 mm leveiden saumojen uloin tiivistys palovaahdolla (EN 13501-2), esim. Joints Firefoam Gun Pro+



Samat suojaukset aukon alareunassa.

## VAAKALEIKKAUS



Soveltuu käytettäväksi kaikissa palokuormaryhmissä (alle 600 MJ/m<sup>2</sup>, 600 - 1200 MJ/m<sup>2</sup> ja yli 1200 MJ/m<sup>2</sup>).

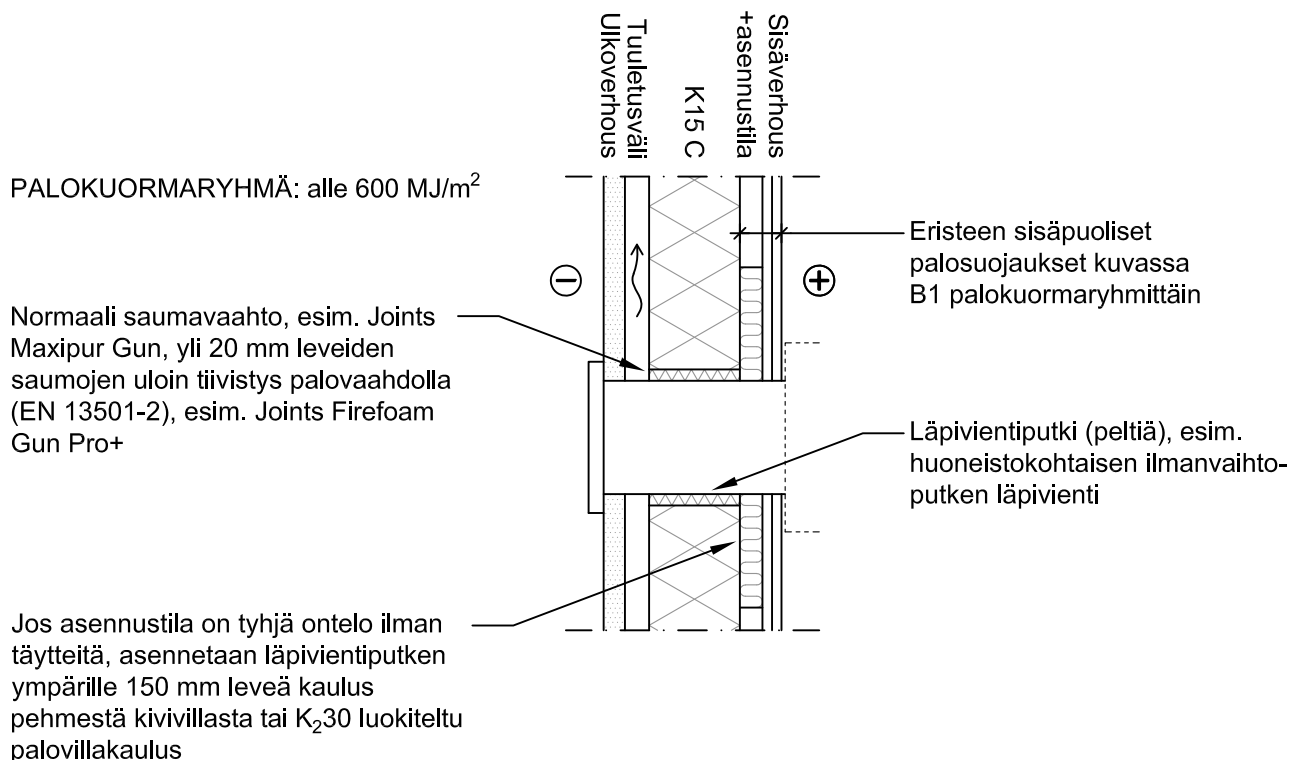
# LÄPIVIENTI

Paloturvallisuusasetuksen (848/2017) mukaiset palosuojaukset

P1-paloluokan rakennus, asuin- tai työpaikkarakennus, korkeus enintään 28 metriä

Kuvan numero

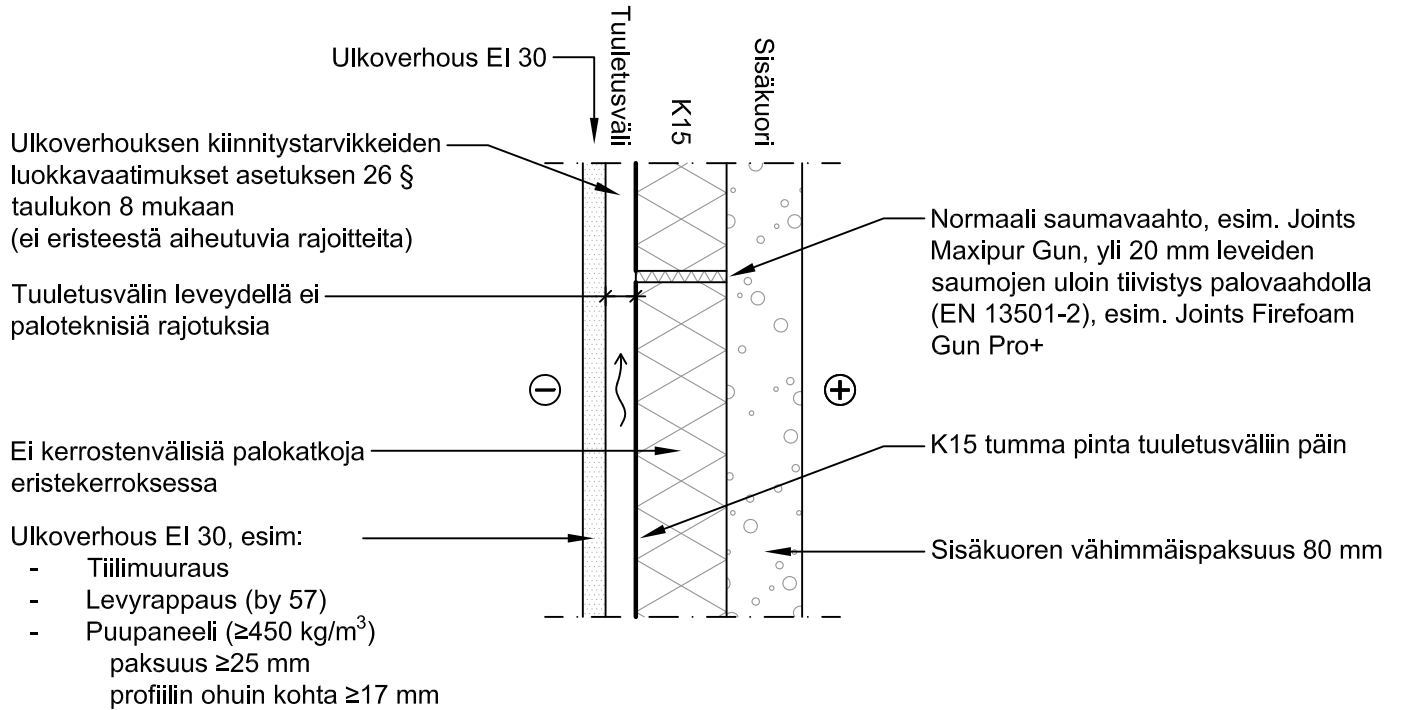
# B3



PALOKUORMARYHMÄ: 600 - 1200 MJ/m<sup>2</sup> Asennustilan tyhjässä ontelossa läpiviennin ympärillä tulee käyttää vähintään EI 45 tai K<sub>2</sub>60 luokiteltua palovillakaulusta, esim. 60 mm leveä kova palokivivilla.

PALOKUORMARYHMÄ: yli 1200 MJ/m<sup>2</sup> Asennustilan tyhjässä ontelossa läpiviennin ympärillä tulee käyttää vähintään EI 60 tai K<sub>2</sub>60 luokiteltua palovillakaulusta, esim. 60 mm leveä kova palokivivilla.

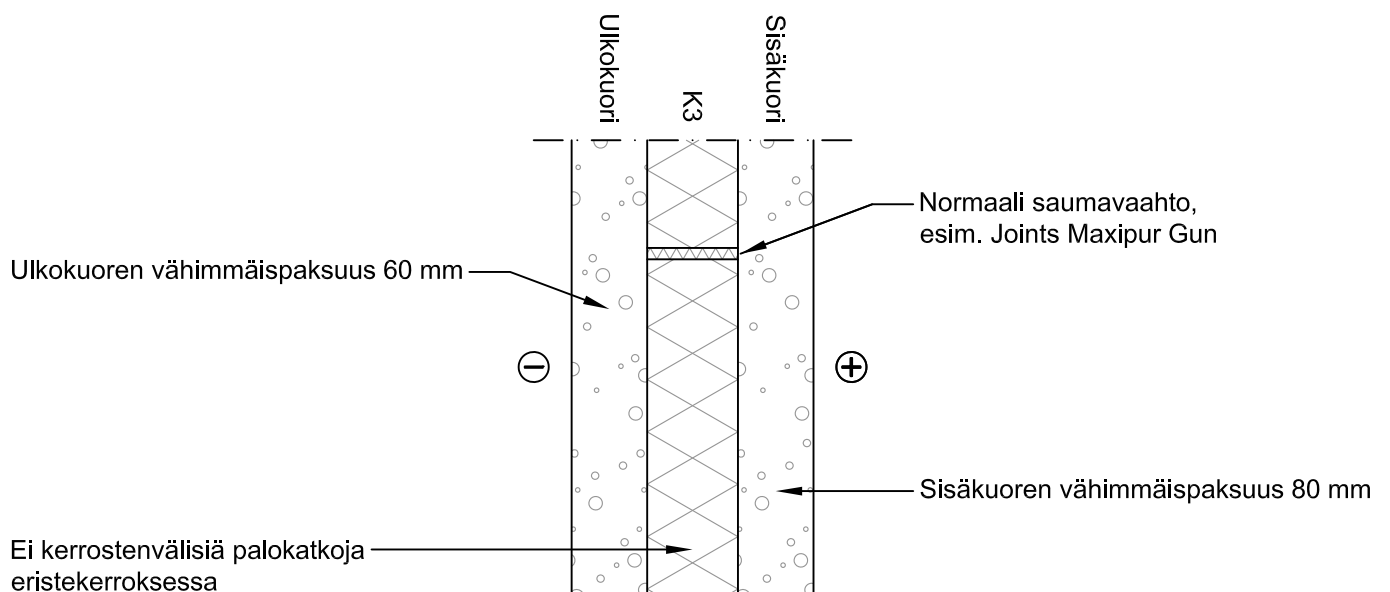
## SISÄKUORIBETONI-ELEMENTTI JA TUULETETTU ULKOVERHOUS



Ulkoverhouksen pintaluokat asetuksen 26 § taulukon 8 mukaan (ei eristeestä aiheutuvia rajoitteita)

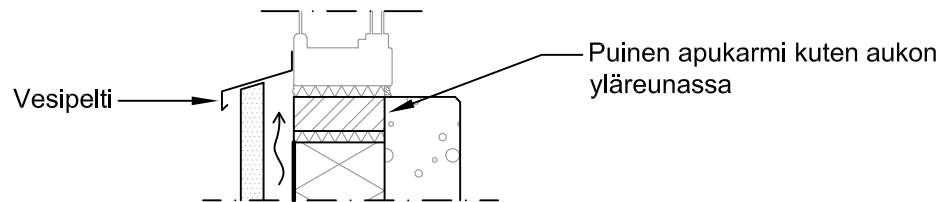
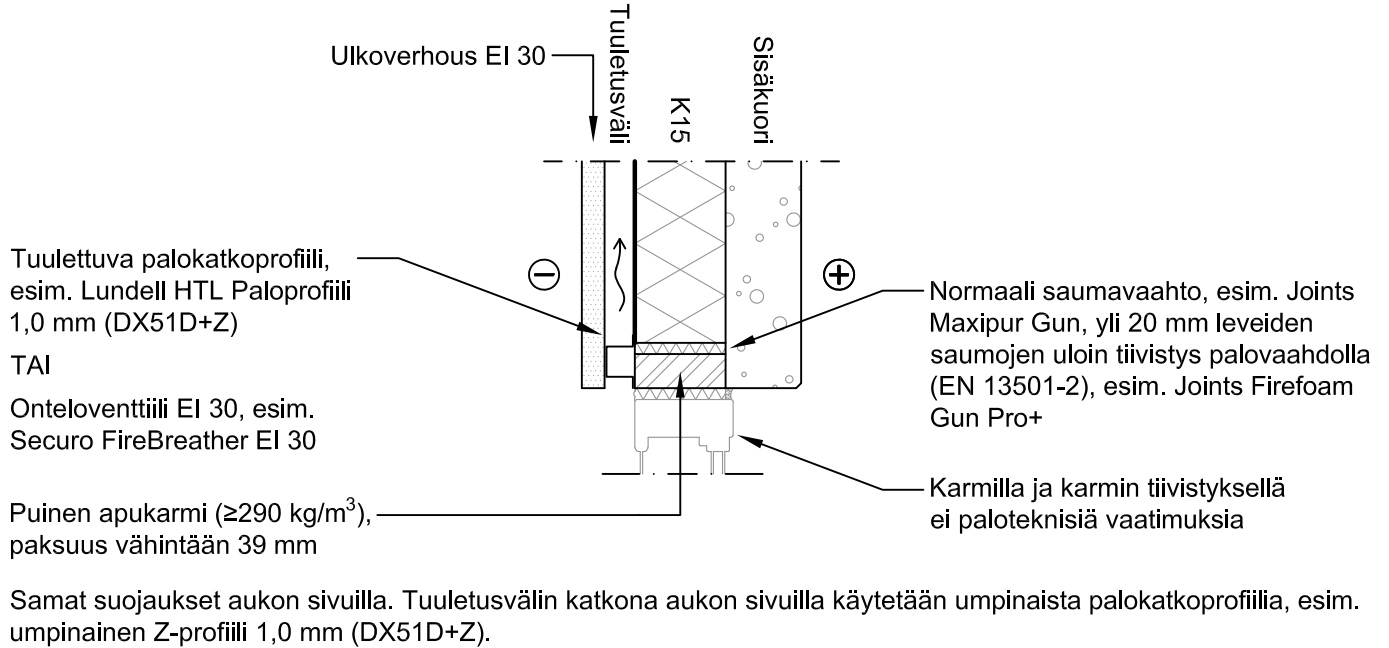
Soveltuu käytettäväksi kaikissa palokuormaryhmissä (alle  $600 \text{ MJ/m}^2$ ,  $600 - 1200 \text{ MJ/m}^2$  ja yli  $1200 \text{ MJ/m}^2$ ).

## BETONISANDWICH-ELEMENTTI



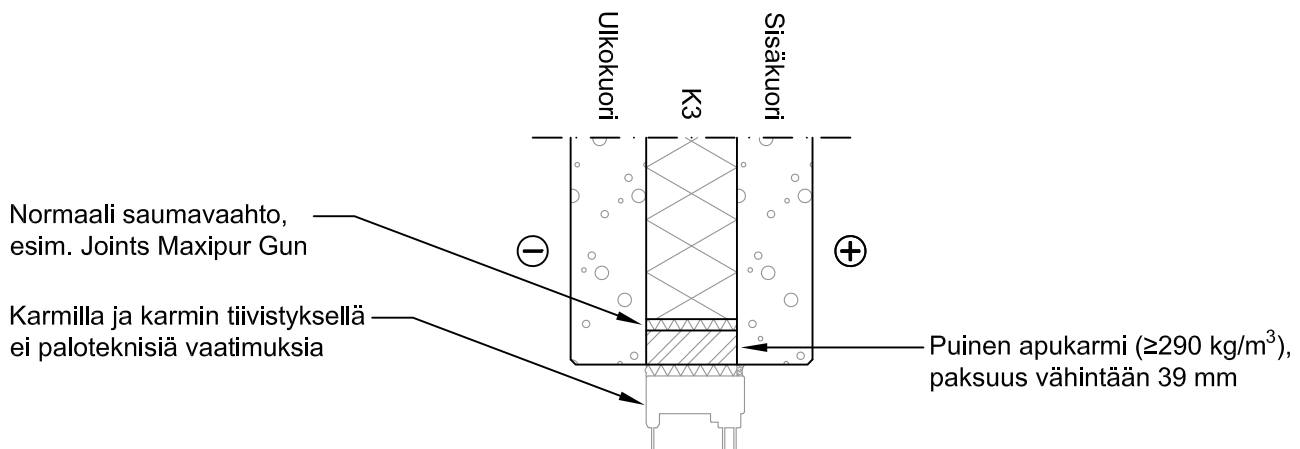
Soveltuu käytettäväksi kaikissa palokuormaryhmissä (alle  $600 \text{ MJ/m}^2$ ,  $600 - 1200 \text{ MJ/m}^2$  ja yli  $1200 \text{ MJ/m}^2$ ).

## SISÄKUORIBETONI-ELEMENTTI JA TUULETETTU ULKOVERHOUS



Soveltuu käytettäväksi kaikissa palokuormaryhmissä (alle  $600 \text{ MJ/m}^2$ ,  $600 - 1200 \text{ MJ/m}^2$  ja yli  $1200 \text{ MJ/m}^2$ ).

## BETONISANDWICH-ELEMENTTI



Samat suojaukset aukon sivuilla ja alareunassa.

Soveltuu käytettäväksi kaikissa palokuormaryhmissä (alle  $600 \text{ MJ/m}^2$ ,  $600 - 1200 \text{ MJ/m}^2$  ja yli  $1200 \text{ MJ/m}^2$ ).



Puisen karmin ja eristeen välinen tiivistys:

- Joints Fire Acryflex Pro+
- Joints Firefoam Gun Pro+ (EN 13501-2)

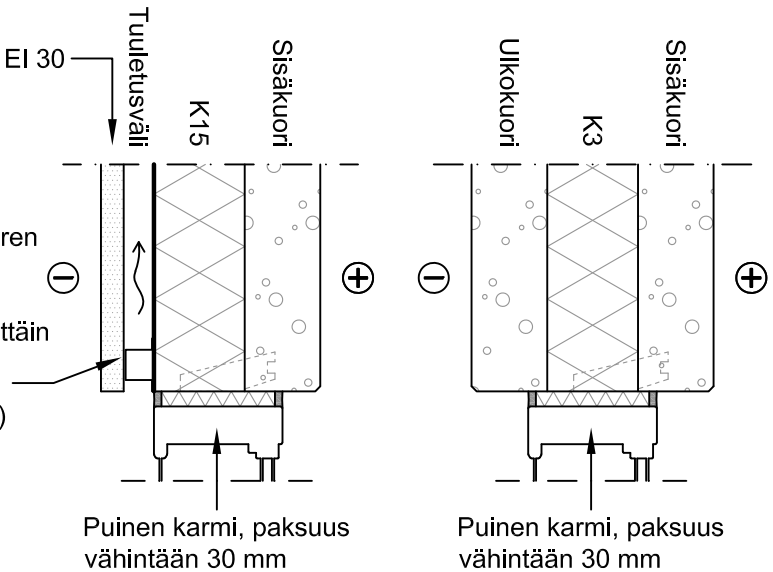
Kittaukset tulee olla koko syvyydeltään betonikuoren kohdalla.

Tiivistyksen mittakuvat alhaalla palokuormaryhmittäin

Tuulettuva palokatkoprofiili, esim. Lundell HTL Paloprofiili 1,0 mm (DX51D+Z)

TAI

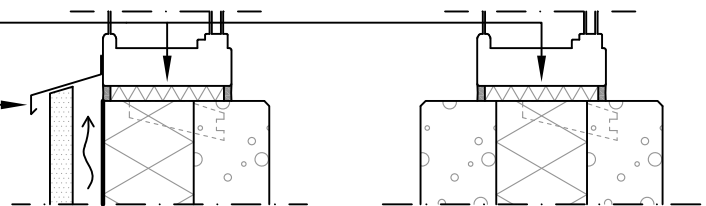
Ontelovenktiili EI 30, esim. Securo FireBreather EI 30



Samat suojaukset aukon sivuilla. Tuuletusvälin katkona aukon sivuilla käytetään umpinaista palokatkoprofiilia, esim. umpinainen Z-profiili 1,0 mm (DX51D+Z).

Puisen karmi ja tiivisteet kuten aukon yläreunassa

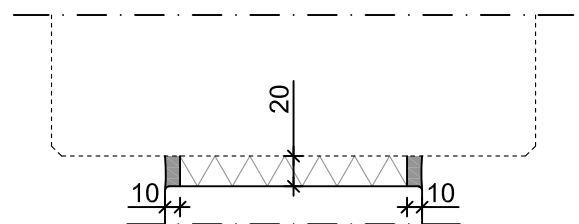
Vesipelti



PALOKUORMARYHMÄ: alle 600 MJ/m<sup>2</sup>

Tiivistysten mitat

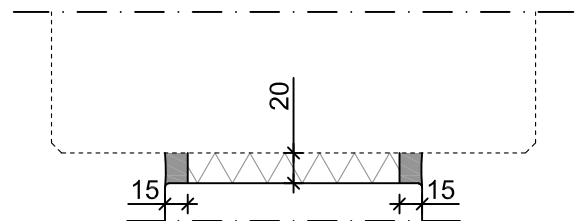
- 10 mm syvät kittaukset molemmin puolin (Acryflex)
- 20 mm leveä palovaahdotäyttö (Firefoam)



PALOKUORMARYHMÄ: 600 - 1200 MJ/m<sup>2</sup>

Tiivistysten mitat

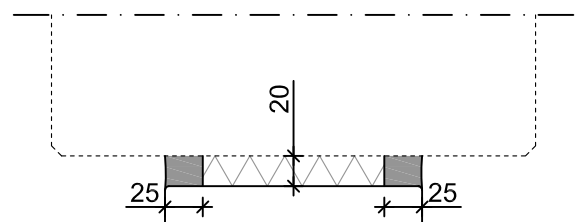
- 15 mm syvät kittaukset molemmin puolin (Acryflex)
- 20 mm leveä palovaahdotäyttö (Firefoam)



PALOKUORMARYHMÄ: yli 1200 MJ/m<sup>2</sup>

Tiivistysten mitat

- 25 mm syvät kittaukset molemmin puolin (Acryflex)
- 20 mm leveä palovaahdotäyttö (Firefoam)



## SISÄKUORIBETONI-ELEMENTTI JA TUULETETTU ULKOVERHOUS

PALOKUORMARYHMÄ: alle 600 MJ/m<sup>2</sup>

- Kivivillakaista K<sub>2</sub>30: kova tuulensuojakivivilla 50 mm

PALOKUORMARYHMÄ: 600 - 1200 MJ/m<sup>2</sup>

- Kivivillakaista K<sub>2</sub>60: kova palokivivilla 60 mm

PALOKUORMARYHMÄ: yli 1200 MJ/m<sup>2</sup>

- Kivivillakaista K<sub>2</sub>60: kova palokivivilla 60 mm

Tuulettuva palokatkoprofiili,  
esim. Lundell HTL Paloprofiili 1,0 mm (DX51D+Z)

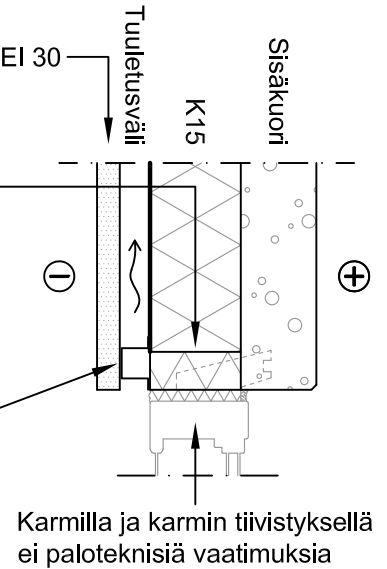
TAI

Onteloventtiili EI 30, esim. Securo FireBreather EI 30

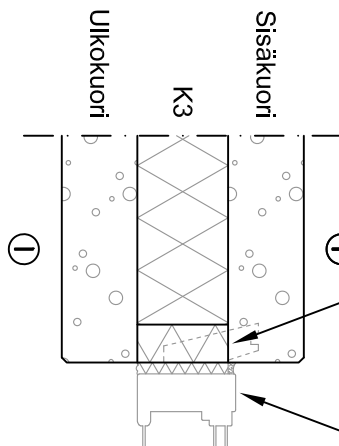
Samat suojaukset aukon sivuilla. Tuuletusvälin katkona käytetään aukon sivuilla umpinaista palokatkoprofiilia, esim. umpinaisella Z-profiililla 1,0 mm (DX51D+Z).

Kivivillakaista kuten aukon yläreunassa

Vesipelti



## BETONISANDWICH-ELEMENTTI



PALOKUORMARYHMÄ: alle 600 MJ/m<sup>2</sup>

- Kivivillakaista K<sub>2</sub>30: kova tuulensuojakivivilla 50 mm

PALOKUORMARYHMÄ: 600 - 1200 MJ/m<sup>2</sup>

- Kivivillakaista K<sub>2</sub>60: kova palokivivilla 60 mm

PALOKUORMARYHMÄ: yli 1200 MJ/m<sup>2</sup>

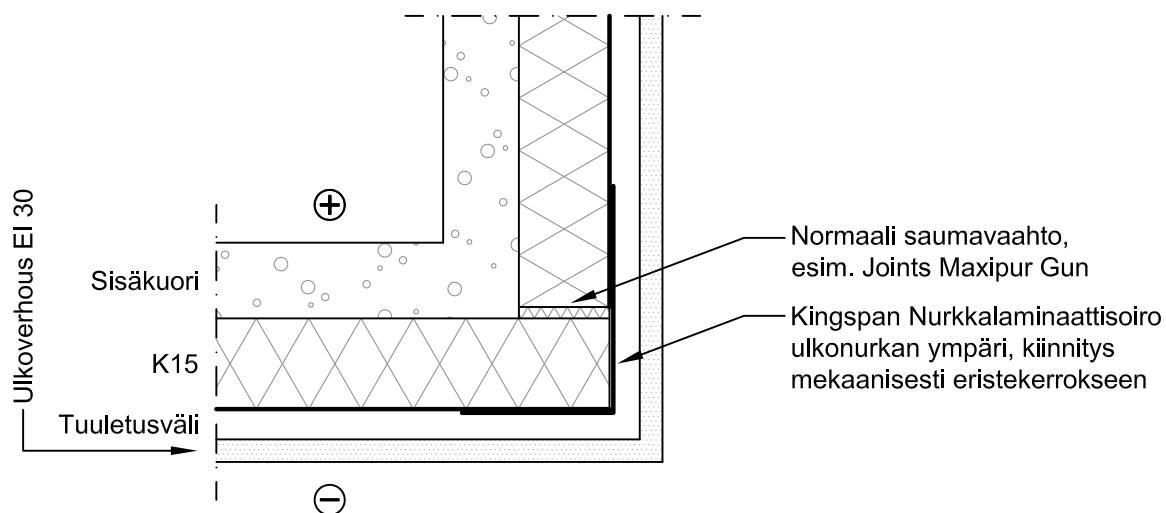
- Kivivillakaista K<sub>2</sub>60: kova palokivivilla 60 mm

Karmilla ja karmin tiivistyksellä ei paloteknisiä vaatimuksia

Samat suojaukset aukon sivuilla ja alareunassa.

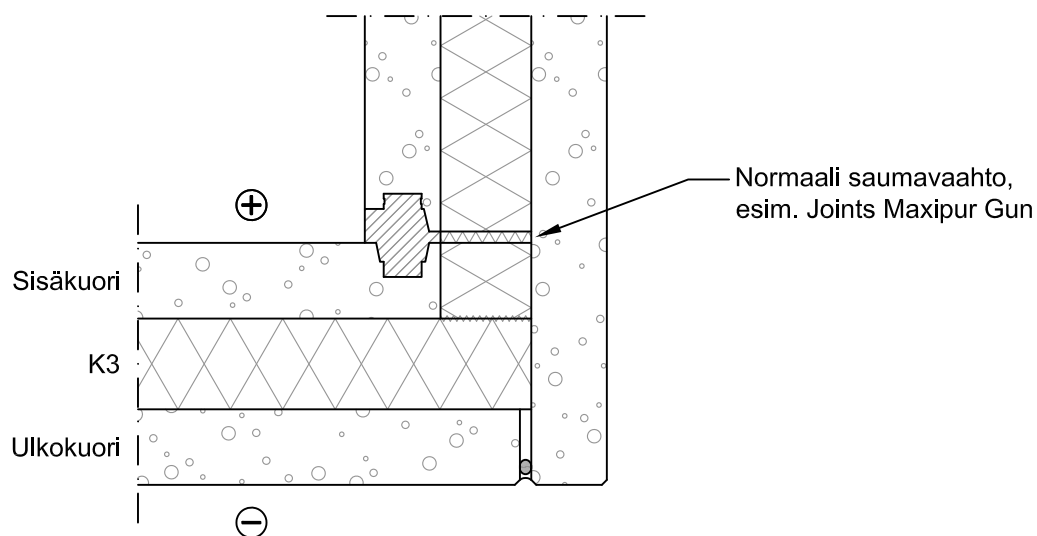
Soveltuu käytettäväksi kaikissa palokuormaryhmissä (alle 600 MJ/m<sup>2</sup>, 600 - 1200 MJ/m<sup>2</sup> ja yli 1200 MJ/m<sup>2</sup>).

## SISÄKUORIBETONI-ELEMENTTI JA TUULETETTU ULKOVERHOUS



Soveltuu käytettäväksi kaikissa palokuormaryhmissä (alle 600 MJ/m<sup>2</sup>, 600 - 1200 MJ/m<sup>2</sup> ja yli 1200 MJ/m<sup>2</sup>).

## BETONISANDWICH-ELEMENTTI



Soveltuu käytettäväksi kaikissa palokuormaryhmissä (alle 600 MJ/m<sup>2</sup>, 600 - 1200 MJ/m<sup>2</sup> ja yli 1200 MJ/m<sup>2</sup>).

## LÄPIVIENTI

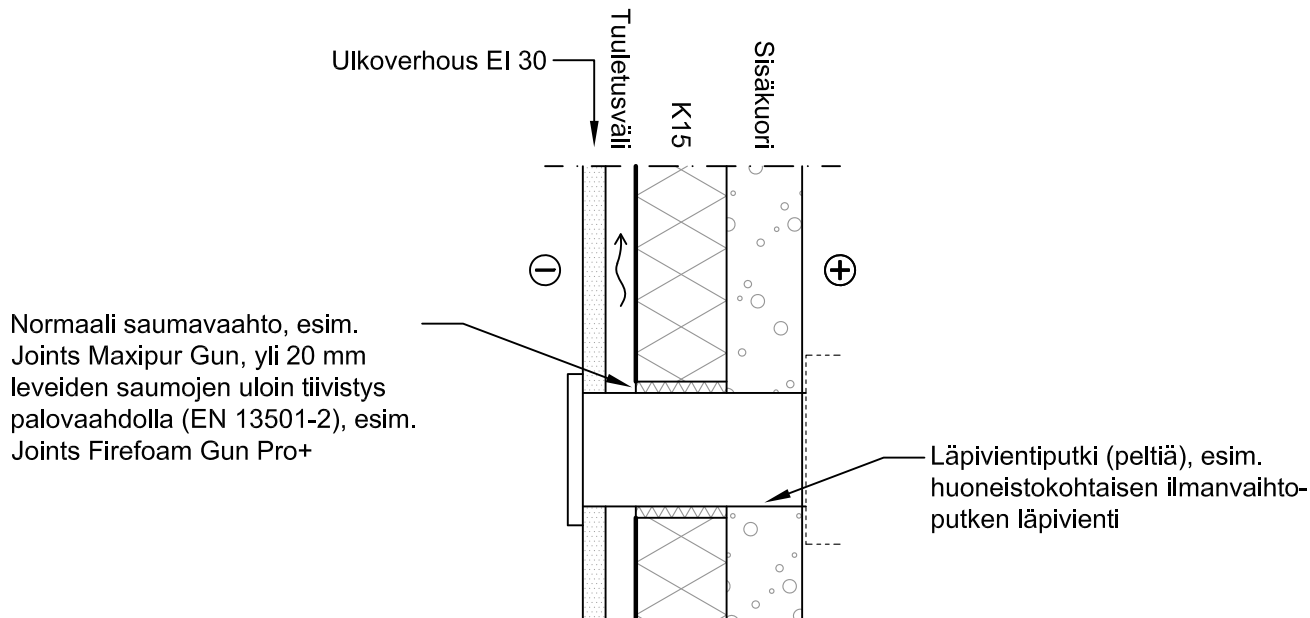
Paloturvallisuusasetuksen (848/2017) mukaiset palosuojaukset

P1-paloluokan rakennus, ei käyttötarkoituusrajoitusta, korkeus enintään 56 metriä

Kuvan numero

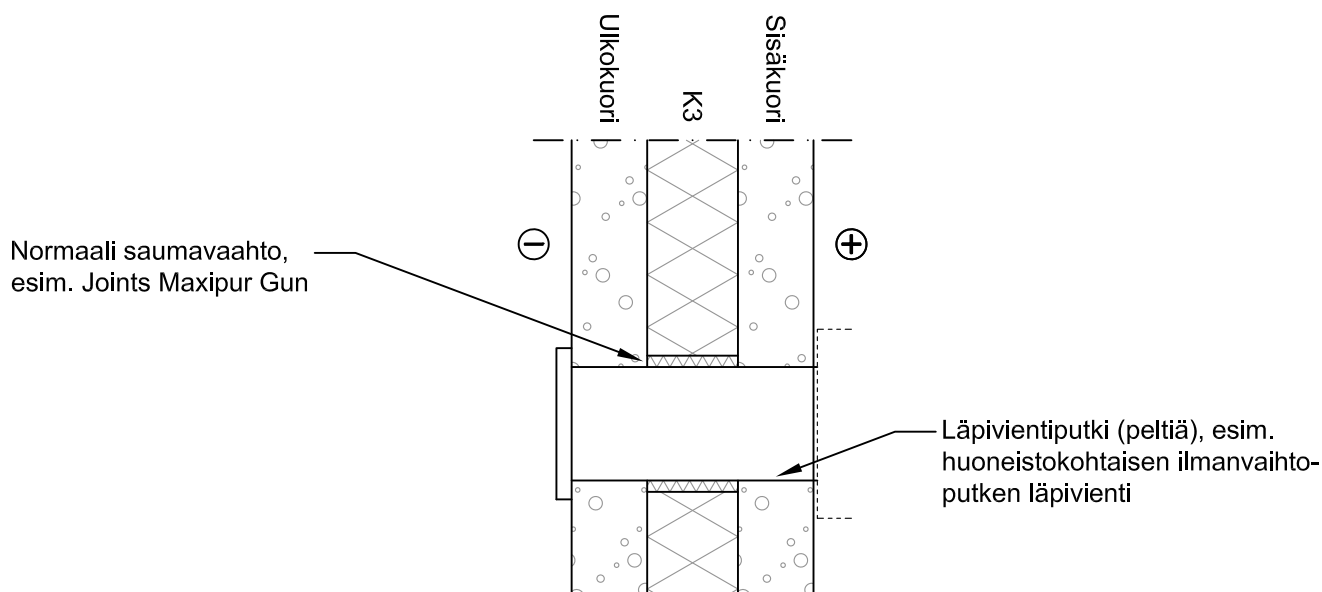
# C6

### SISÄKUORIBETONI-ELEMENTTI JA TUULETETTU ULKOVERHOUS



Soveltuu käytettäväksi kaikissa palokuormaryhmissä (alle 600 MJ/m<sup>2</sup>, 600 - 1200 MJ/m<sup>2</sup> ja yli 1200 MJ/m<sup>2</sup>).

### BETONISANDWICH-ELEMENTTI

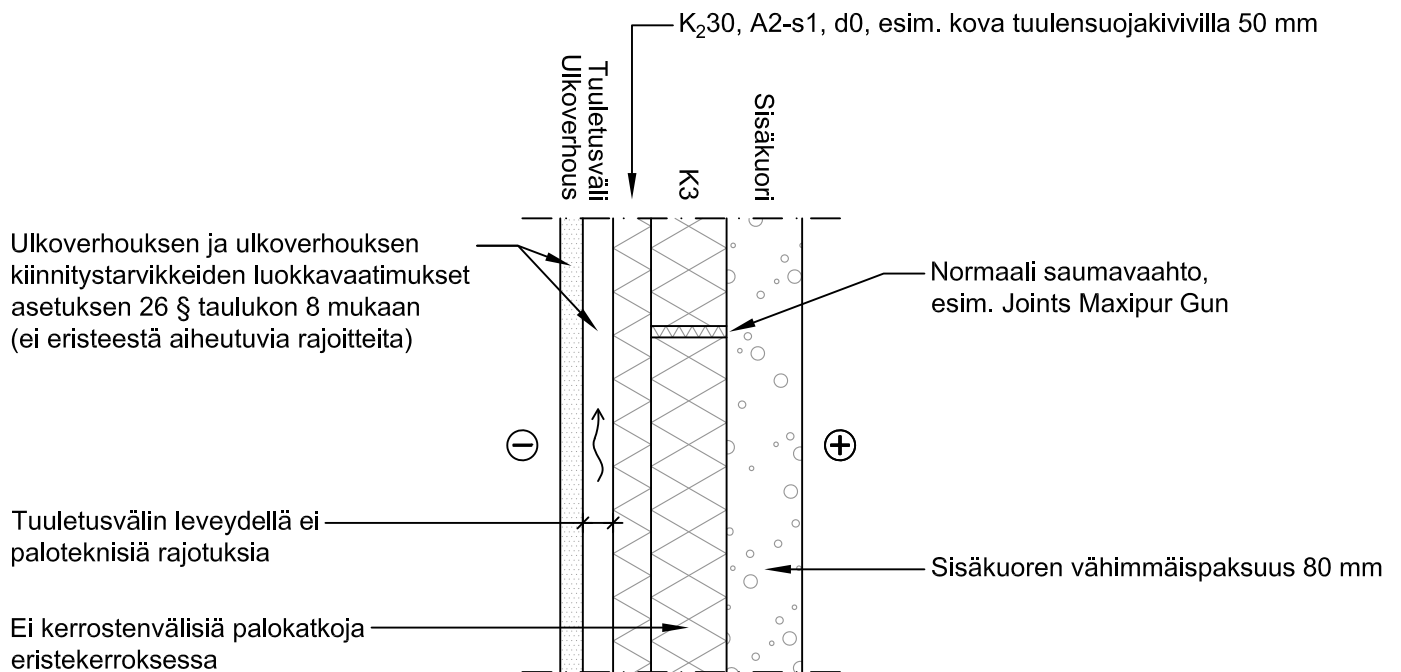


Soveltuu käytettäväksi kaikissa palokuormaryhmissä (alle 600 MJ/m<sup>2</sup>, 600 - 1200 MJ/m<sup>2</sup> ja yli 1200 MJ/m<sup>2</sup>).

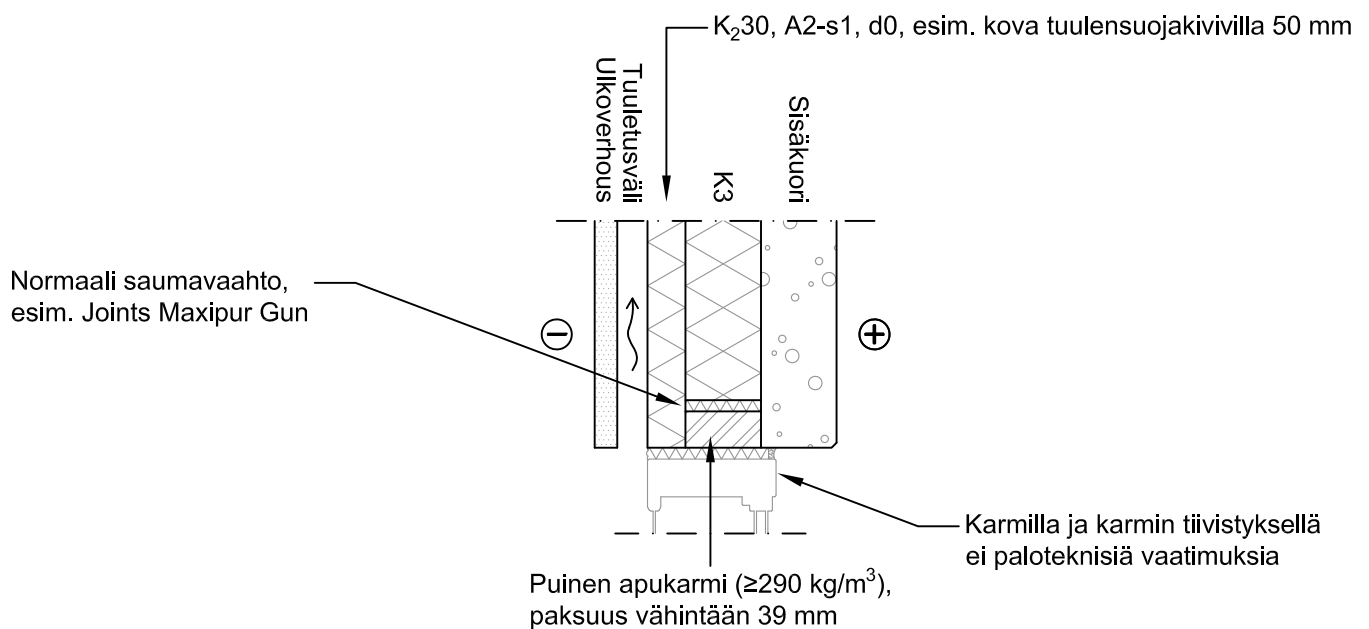
RAKENNELEIKKAUS, BETONIRUNKO JA K<sub>2</sub>30 SUOJAJAVERHOUS TUULETUSVÄLISSÄ  
Paloturvallisuusasetuksen (848/2017) mukaiset palosuojaukset  
P1-paloluokan rakennus, ei käyttötarkoituusrajoitusta, korkeus enintään 56 metriä

Kuvan numero

D1



Soveltuu käytettäväksi kaikissa palokuormaryhmissä (alle 600 MJ/m<sup>2</sup>, 600 - 1200 MJ/m<sup>2</sup> ja yli 1200 MJ/m<sup>2</sup>).



Samat suojaukset aukon sivuilla ja alareunassa.

Soveltuu käytettäväksi kaikissa palokuormaryhmissä (alle 600 MJ/m<sup>2</sup>, 600 - 1200 MJ/m<sup>2</sup> ja yli 1200 MJ/m<sup>2</sup>).

K<sub>2</sub>30, A2-s1, d0, esim. kova tuulensuojakivivilla 50 mm

Puisen karmin ja eristeen välinen tiivistys:

- Joints Firefoam Gun Pro+ (EN 13501-2)

Sisäpuolinen tiivistys:

- Joints Fire Acryflex Pro+

Ulkopuolinen tiivistys:

- Kivivillasullonta

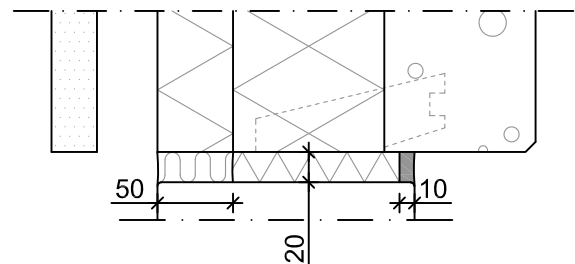
Tiivistyksen mittakuvat alhaalla palokuormaryhmittäin

Samat suojaukset aukon sivuilla ja alareunassa.

PALOKUORMARYHMÄ: alle 600 MJ/m<sup>2</sup>

Tiivistysten mitat

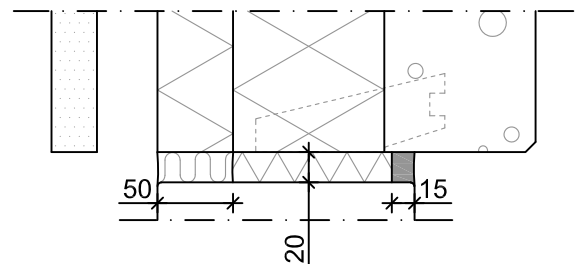
- 10 mm syvä kittaus sisäpuolella (Acryflex)
- 20 mm leveä palovaahdotäyttö (Firefoam)
- 50 mm syvä kivivillasullonta ulkopuolella



PALOKUORMARYHMÄ: 600 - 1200 MJ/m<sup>2</sup>

Tiivistysten mitat

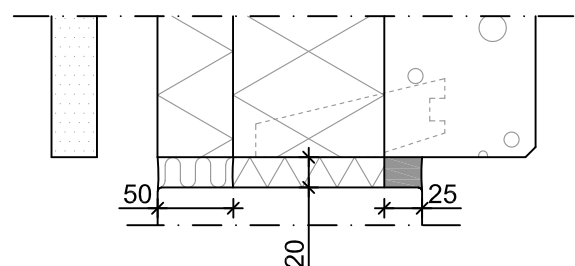
- 15 mm syvä kittaus sisäpuolella (Acryflex)
- 20 mm leveä palovaahdotäyttö (Firefoam)
- 50 mm syvä kivivillasullonta ulkopuolella



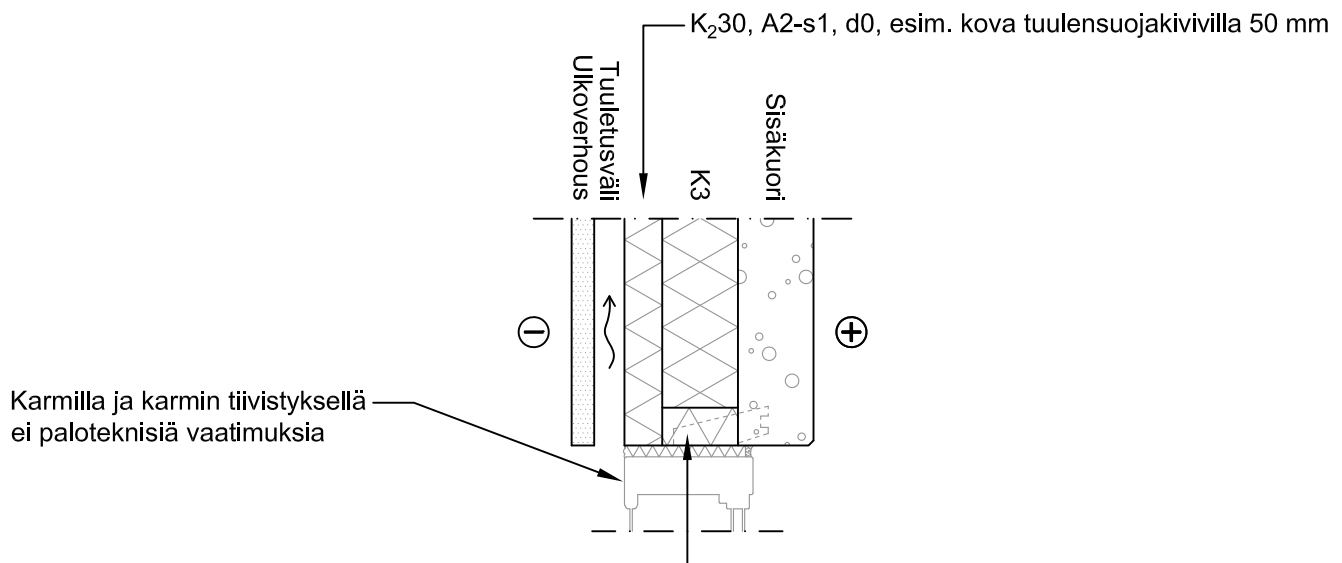
PALOKUORMARYHMÄ: yli 1200 MJ/m<sup>2</sup>

Tiivistysten mitat

- 25 mm syvä kittaus sisäpuolella (Acryflex)
- 20 mm leveä palovaahdotäyttö (Firefoam)
- 50 mm syvä kivivillasullonta ulkopuolella







PALOKUORMARYHMÄ: alle 600 MJ/m<sup>2</sup>

- Kivivillakaista K<sub>2</sub>30: kova tuulensuojakivivilla 50 mm

PALOKUORMARYHMÄ: 600 - 1200 MJ/m<sup>2</sup>

- Kivivillakaista K<sub>2</sub>60: kova palokivivilla 60 mm

PALOKUORMARYHMÄ: yli 1200 MJ/m<sup>2</sup>

- Kivivillakaista K<sub>2</sub>60: kova palokivivilla 60 mm

Samat suojaukset aukon sivuilla ja alareunassa.

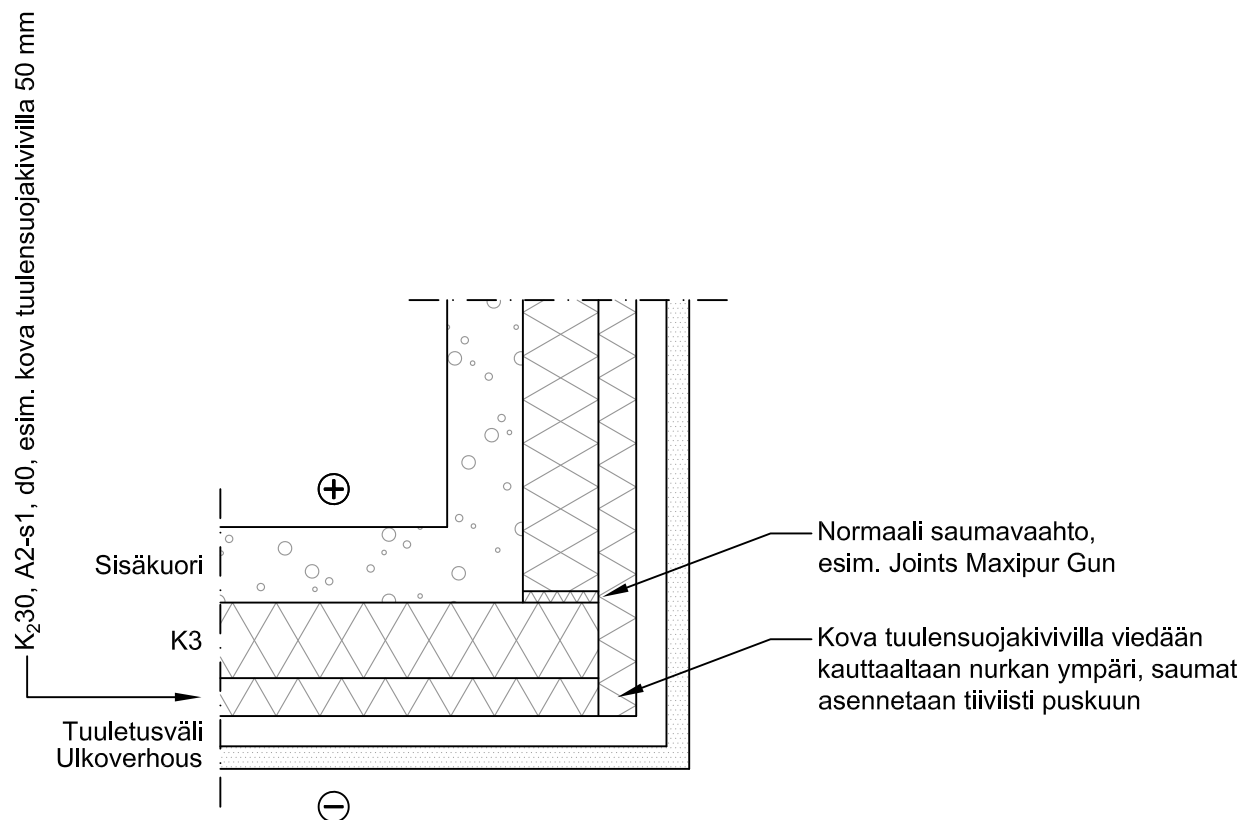
# ULKONURKKALIITOS

Paloturvallisuusasetuksen (848/2017) mukaiset palosuojaukset

P1-paloluokan rakennus, ei käyttötarkoituusrajoitusta, korkeus enintään 56 metriä

Kuvan numero

# D5



Soveltuu käytettäväksi kaikissa palokuormaryhmissä (alle 600 MJ/m<sup>2</sup>, 600 - 1200 MJ/m<sup>2</sup> ja yli 1200 MJ/m<sup>2</sup>).

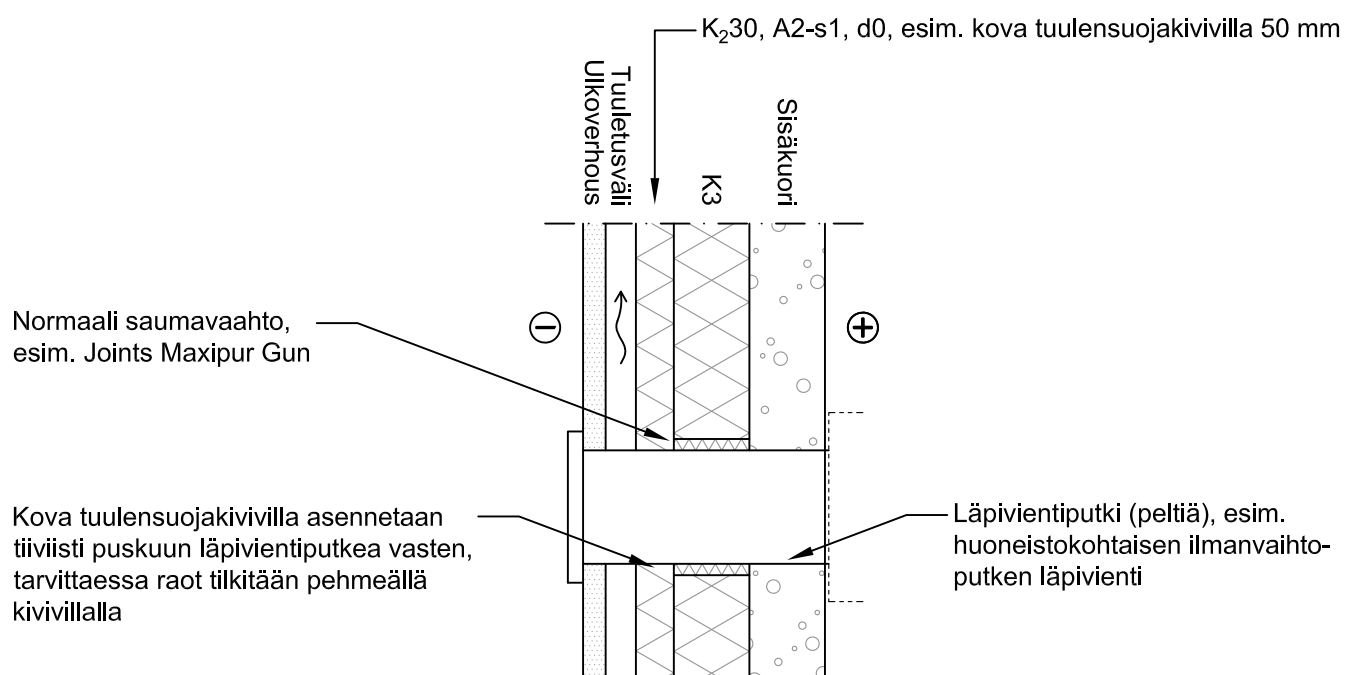
# LÄPIVIENTI

Paloturvallisuusasetuksen (848/2017) mukaiset palosuojaukset

P1-paloluokan rakennus, ei käyttötarkoituusrajoitusta, korkeus enintään 56 metriä

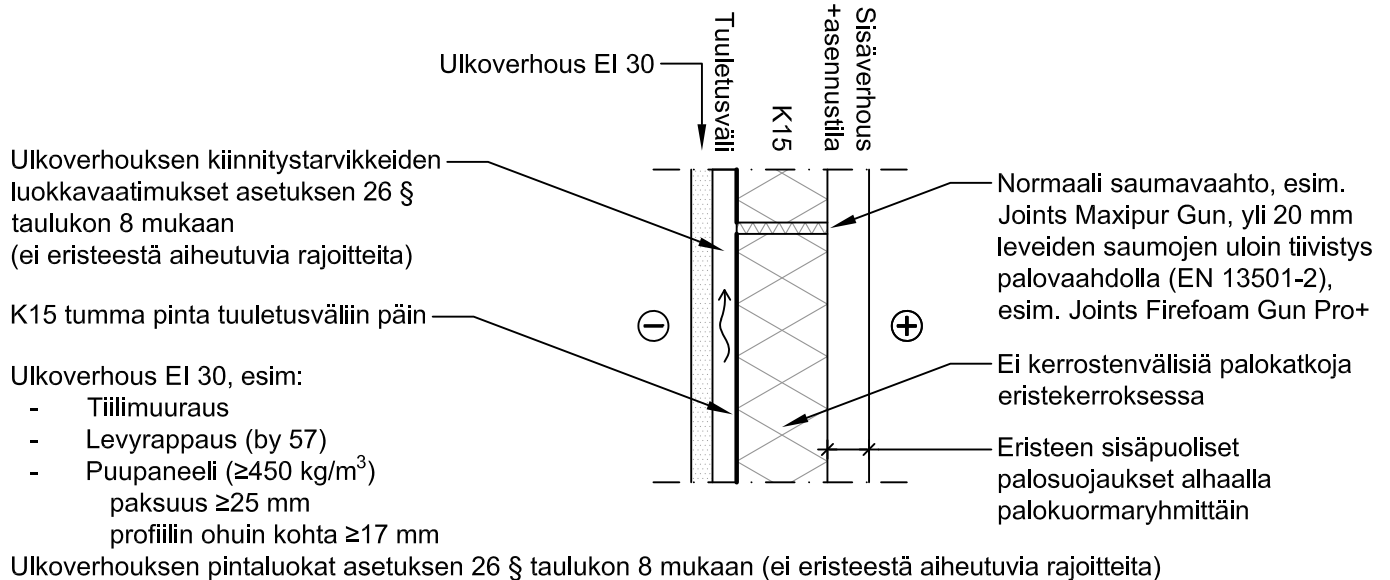
Kuvan numero

# D6

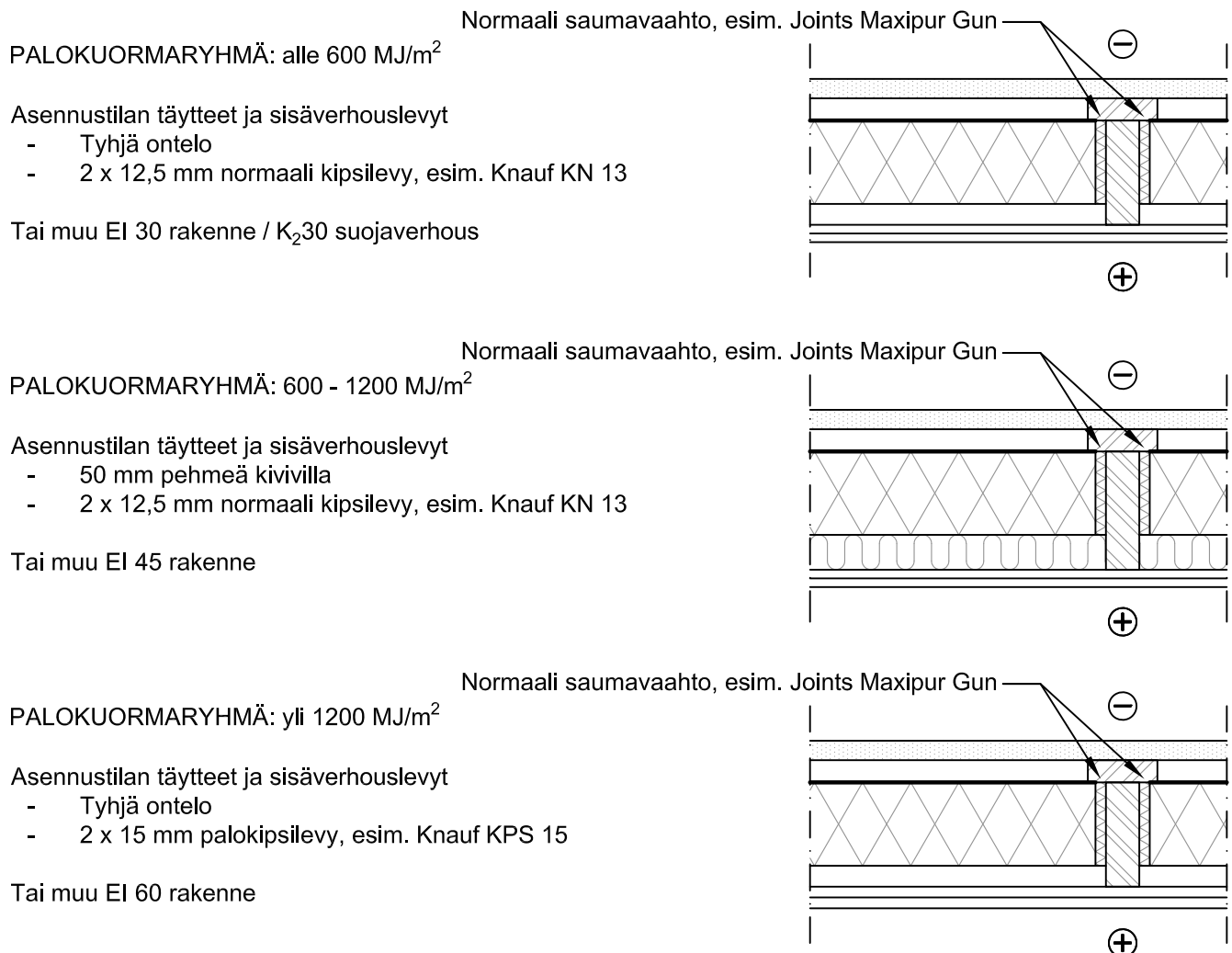


Soveltuu käytettäväksi kaikissa palokuormaryhmissä (alle 600 MJ/m<sup>2</sup>, 600 - 1200 MJ/m<sup>2</sup> ja yli 1200 MJ/m<sup>2</sup>).

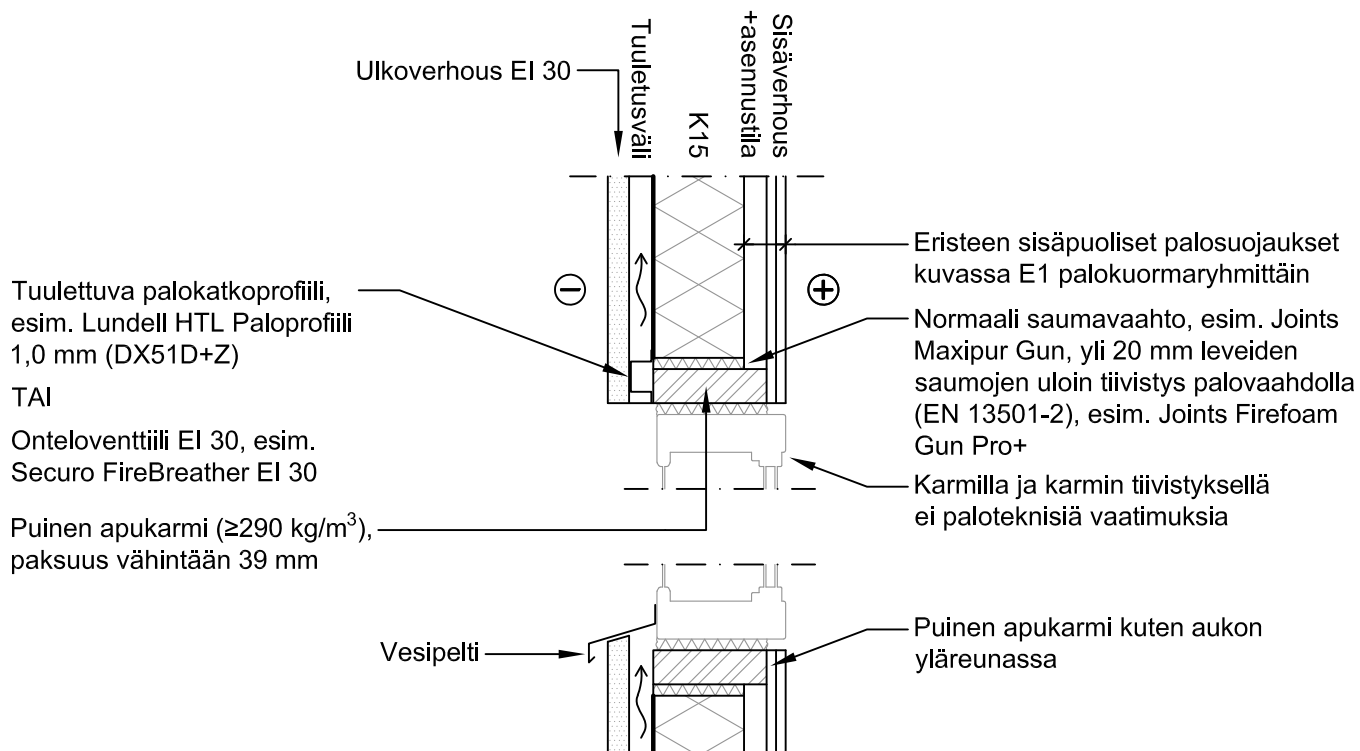
## PYSTYLEIKKAUS



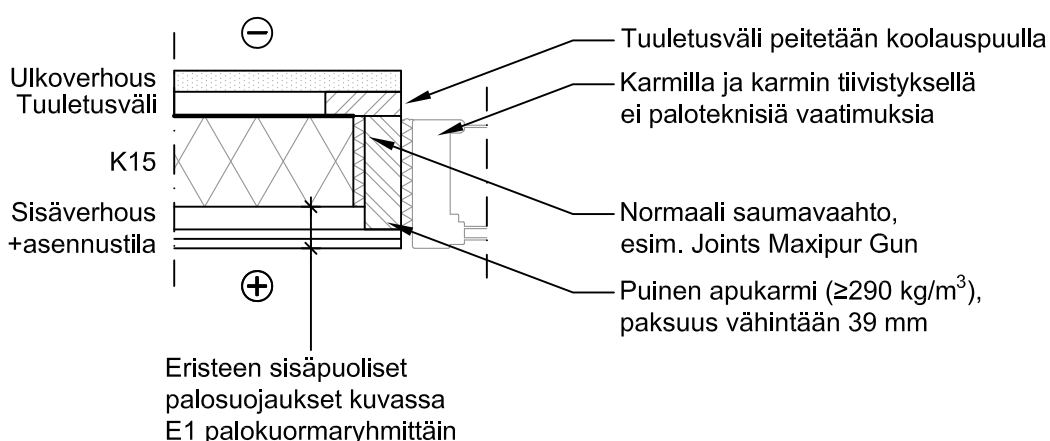
## VAAKALEIKKAUKSET



## PYSTYLEIKKAUS



## VAAKALEIKKAUS



Soveltuu käytettäväksi kaikissa palokuormaryhmissä (alle  $600 \text{ MJ/m}^2$ ,  $600 - 1200 \text{ MJ/m}^2$  ja yli  $1200 \text{ MJ/m}^2$ ).

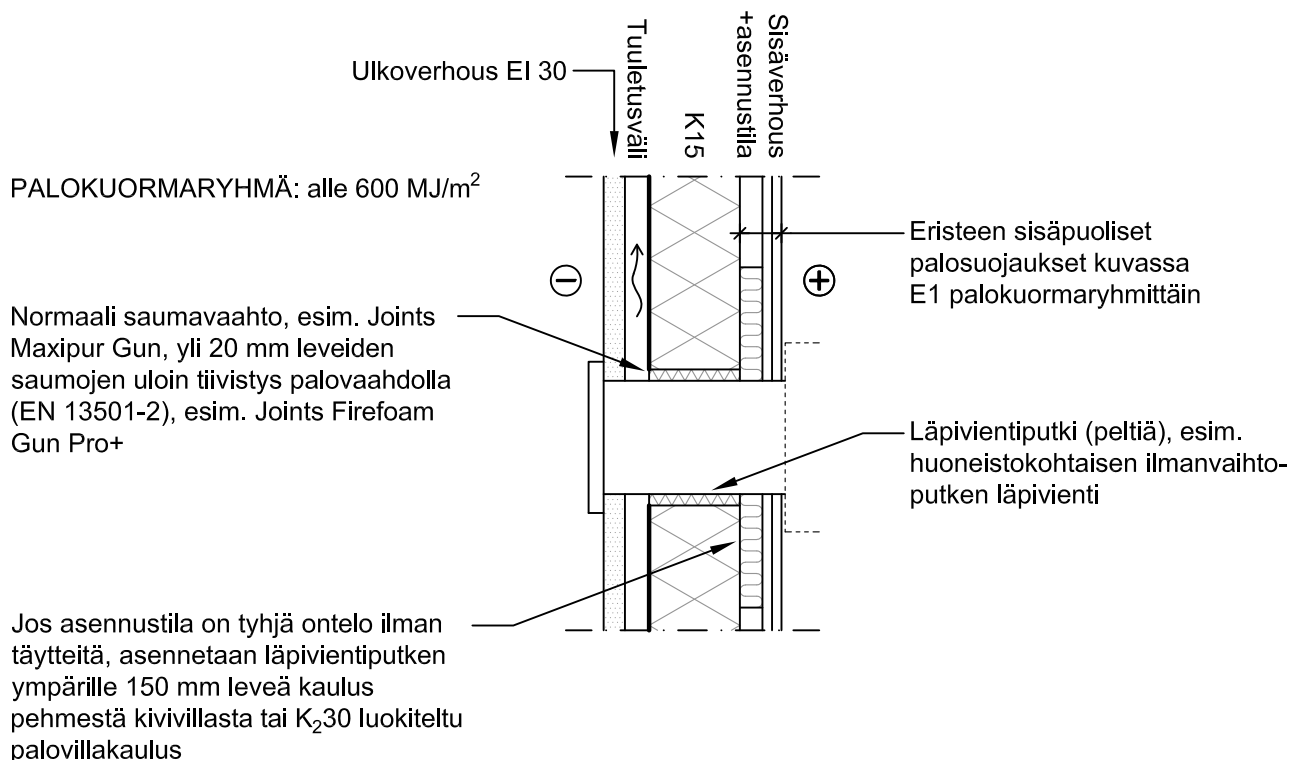
# LÄPIVIENTI

Paloturvallisuusasetuksen (848/2017) mukaiset palosuojaukset

P1-paloluokan rakennus, ei käyttötarkoituusrajoitusta, korkeus enintään 56 metriä

Kuvan numero

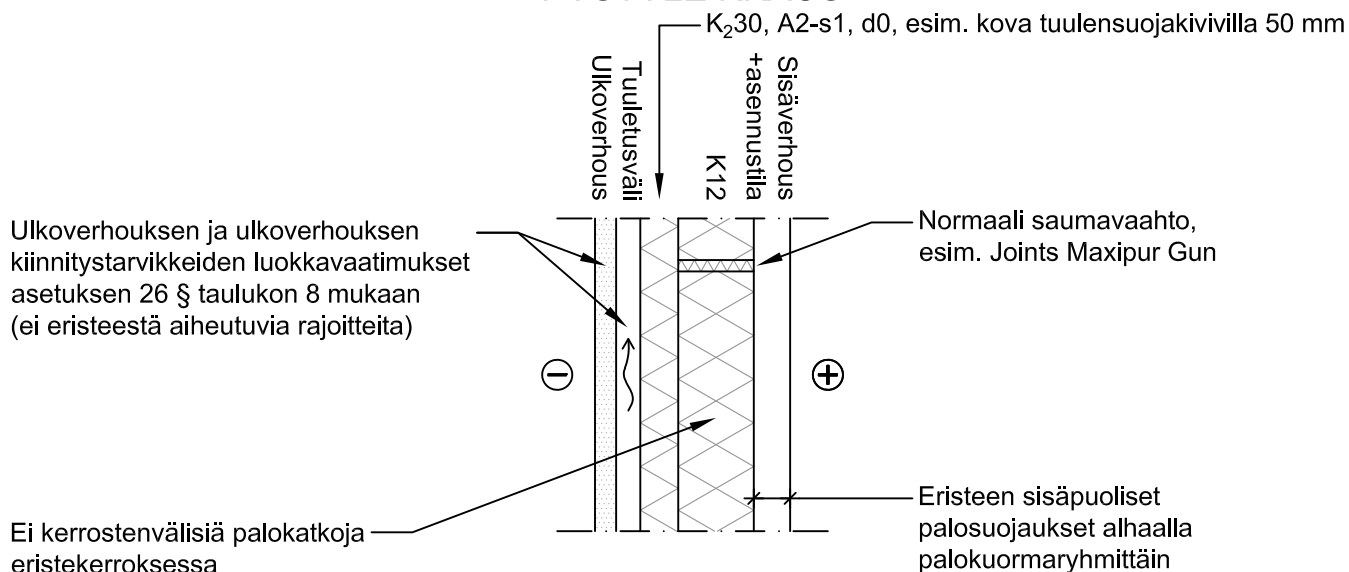
# E3



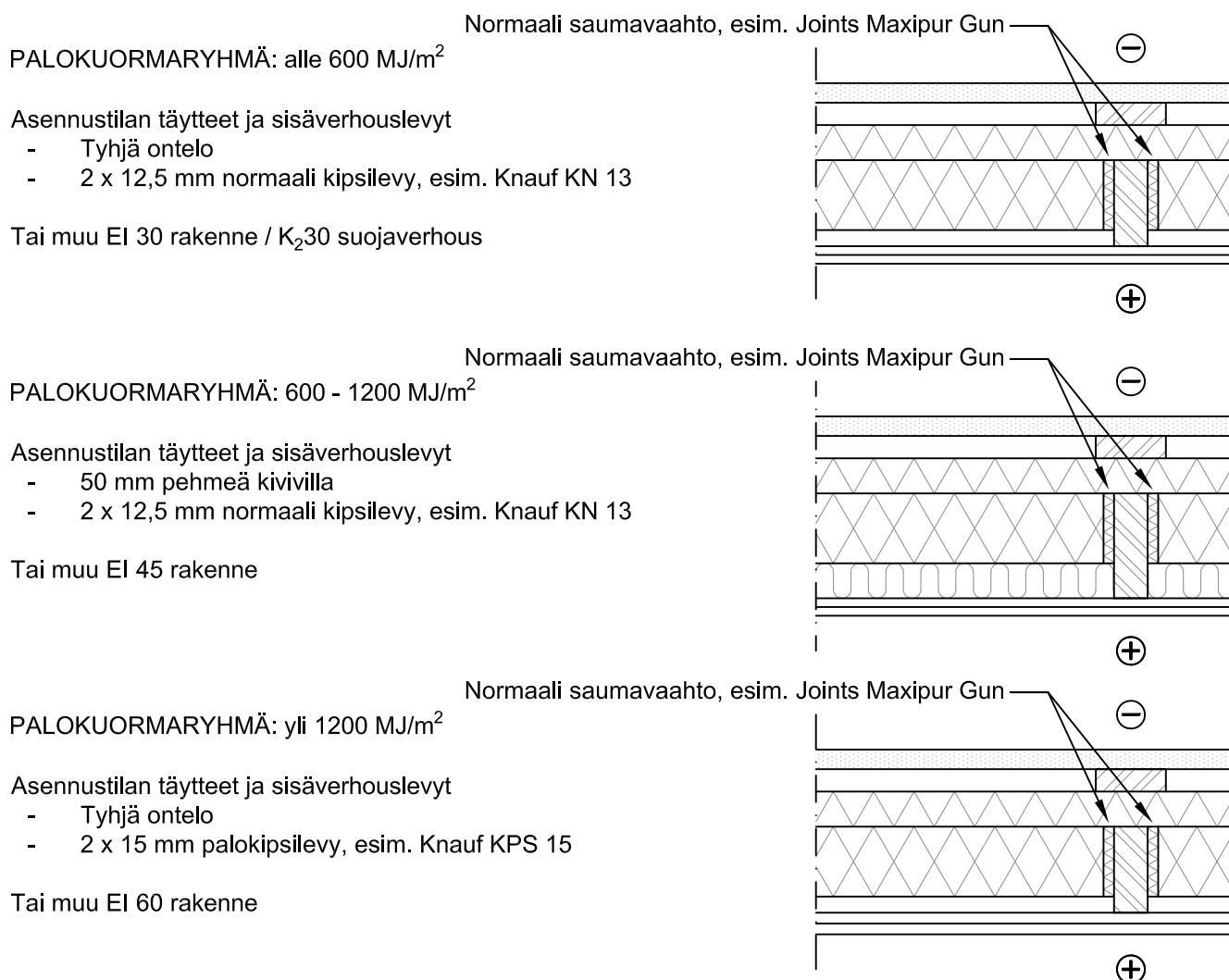
PALOKUORMARYHMÄ: 600 - 1200 MJ/m<sup>2</sup> Asennustilan tyhjässä ontelossa läpiviennin ympärillä tulee käyttää vähintään EI 45 tai K<sub>2</sub>60 luokiteltua palovillakaulusta, esim. 60 mm leveä kova palokivivilla.

PALOKUORMARYHMÄ: yli 1200 MJ/m<sup>2</sup> Asennustilan tyhjässä ontelossa läpiviennin ympärillä tulee käyttää vähintään EI 60 tai K<sub>2</sub>60 luokiteltua palovillakaulusta, esim. 60 mm leveä kova palokivivilla.

## PYSTYLEIKKAUS

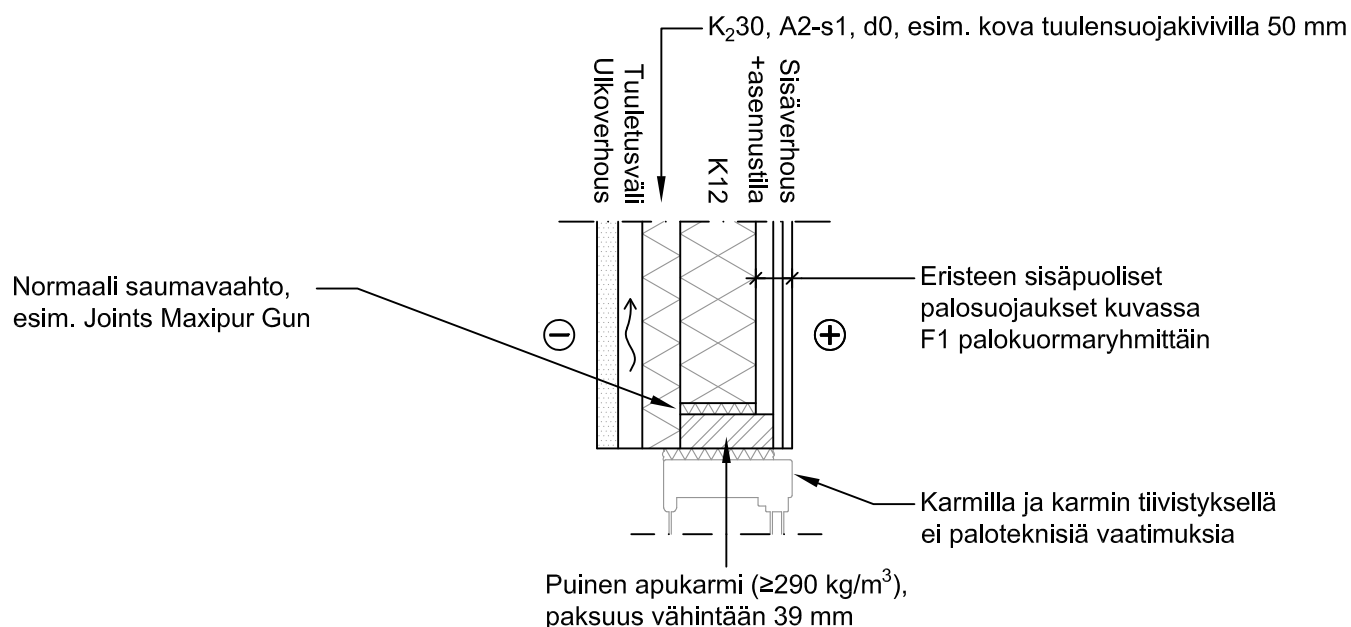


## VAAKALEIKKAUKSET



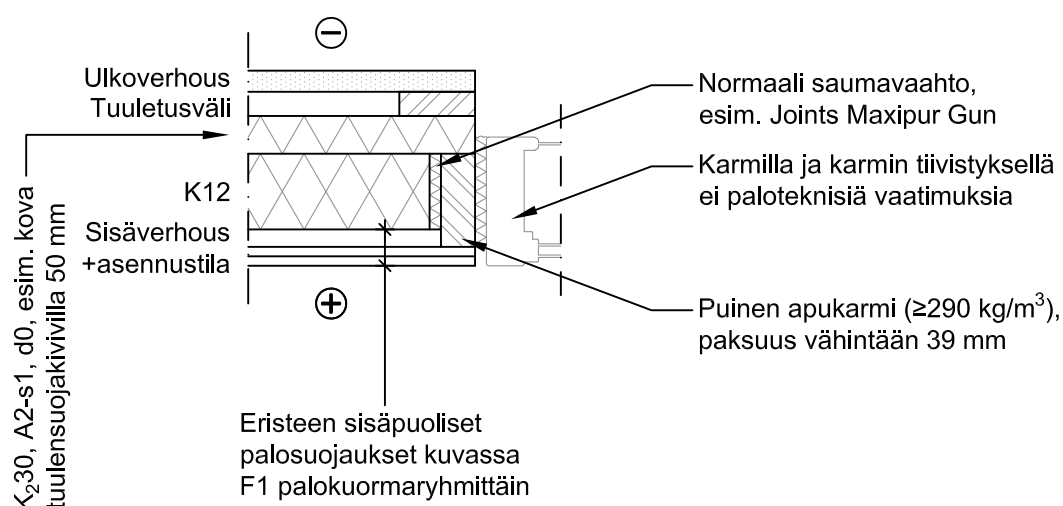


## PYSTYLEIKKAUS



Samat suojaukset aukon alareunassa.

## VAAKALEIKKAUS



Soveltuu käytettäväksi kaikissa palokuormaryhmissä (alle 600 MJ/m<sup>2</sup>, 600 - 1200 MJ/m<sup>2</sup> ja yli 1200 MJ/m<sup>2</sup>).

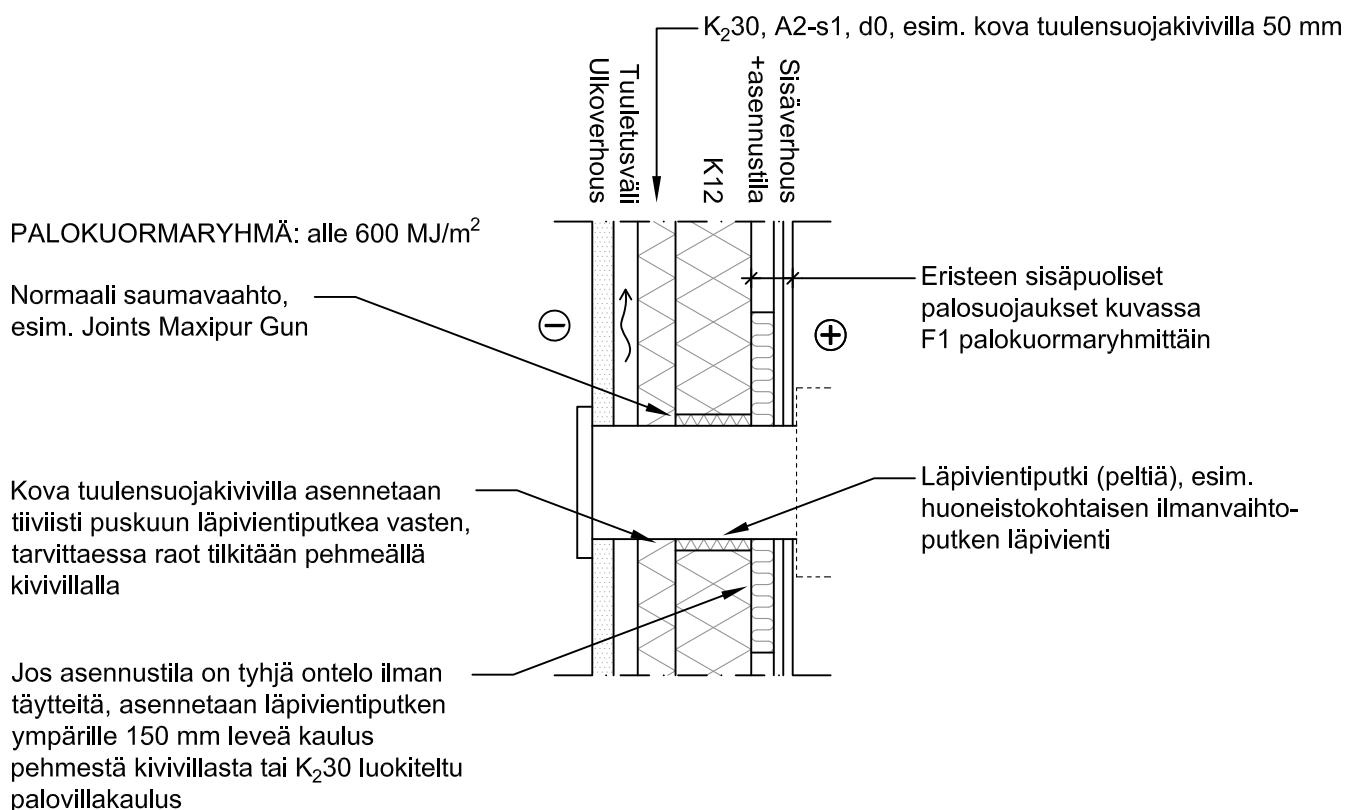
# LÄPIVIENTI

Paloturvallisuusasetuksen (848/2017) mukaiset palosuojaukset

P1-paloluokan rakennus, ei käyttötarkoituusrajoitusta, korkeus enintään 56 metriä

Kuvan numero

# F3



**PALOKUORMARYHMÄ: 600 - 1200 MJ/m<sup>2</sup>** Asennustilan tyhjässä ontelossa läpiviennin ympärillä tulee käyttää vähintään EI 45 tai K<sub>2</sub>60 luokiteltua palovillakaulusta, esim. 60 mm leveä kova palokivivilla.

**PALOKUORMARYHMÄ: yli 1200 MJ/m<sup>2</sup>** Asennustilan tyhjässä ontelossa läpiviennin ympärillä tulee käyttää vähintään EI 60 tai K<sub>2</sub>60 luokiteltua palovillakaulusta, esim. 60 mm leveä kova palokivivilla.