

# Kahi-talot, -väliseinät ja Facade -harkkojulkisivut

Suunnittelu- ja työohje,  
Eurocode 6 mukainen  
(EN 1996-1)

**we  
care**



# Sisältö

|       |                                                                                             |    |                                                                                       |    |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | YLEISTÄ                                                                                     | 3  | 6.3 Väliseinät                                                                        | 29 |
| 1.1   | Rakennusprosessi                                                                            |    | 6.3.1 Väliseinien mitoittaminen                                                       | 29 |
| 1.2   | Rajoitukset                                                                                 |    | 6.3.2 Pystykuormakestävyys                                                            | 29 |
| 1.3   | Vastuuvapauslauseke                                                                         |    | 6.3.3 Paikallinen puristuskestävyys                                                   | 29 |
| 2     | KAHI-JÄRJESTELMÄ                                                                            | 5  | 6.3.4 Jäykistävän seinän leikkauskestävyys                                            | 30 |
| 2.1   | Kahi-harkot                                                                                 | 5  | 6.3.5 Seinien korkeuden ja pituuden raja-arvot suhteessa paksuuteen käyttörajatilassa | 32 |
| 2.2   | Kahi-väliseinätiilet                                                                        | 7  | 6.4 Ulkoseinät                                                                        | 33 |
| 2.3   | Kahi-runkopalkit ja -tiilipalkit                                                            | 7  | 6.4.1 Ulkoseinien mitoittaminen                                                       | 33 |
| 3     | MUURAUS JA PINNOITUS                                                                        | 8  | 6.4.2 Pystykuorma yhdessä tuulikuorman kanssa                                         | 33 |
| 3.1   | Tiiliseinät                                                                                 | 8  | 6.4.3 Tuulikuorma ilman pystykuormaa                                                  | 33 |
| 3.2   | Harkkoseinät                                                                                | 8  | 6.4.4 Kuorimuurin suunnittelu                                                         | 36 |
| 3.3   | Viisteharkkoseinät                                                                          | 12 | 6.5 Raudoitettujen seinien mitottaminen vaakakuormille                                | 37 |
| 3.3.1 | Viisteharkkopalkit                                                                          | 12 | 6.6 Liikuntasamat                                                                     | 38 |
| 3.3.2 | Kahi-viisteharkkojen ja -tiilien muuraus                                                    | 13 | 6.7 Lämmönläpäisykerroin U                                                            | 39 |
| 3.4   | Kalkkikiiekkatiilien ja -harkkojen mittojen sallitut mittapoikkeamat ja ulkonäkövaatimukset | 14 | 6.8 Käyttöikä ja materiaalivalinnat                                                   | 41 |
| 4     | SEINÄRAKENTEET                                                                              | 15 | 7 KAHİ FACADE -HARKKOJULKISIVU                                                        | 42 |
| 4.1   | Huoneistojen sisäiset seinät                                                                | 15 | 7.1 Yleistä                                                                           | 42 |
| 4.2   | Huoneistojen väliset seinät                                                                 | 16 | 7.2 Ominaisuudet                                                                      | 43 |
| 4.3   | Palotekninen mitoitus                                                                       | 17 | 7.3 Kutistumateräksiset                                                               | 43 |
| 4.4   | Äänitekkinen mitoitus                                                                       | 15 | 7.4 Muuraussiteet                                                                     | 43 |
| 5     | MODUULIMITOITUS                                                                             | 22 | 7.5 Liikuntasamat                                                                     | 44 |
| 6     | RAKENTEIDEN MITOITUS                                                                        | 23 | 7.6 Kahi Facade -julkisivun rappaaminen                                               | 45 |
| 6.1   | Aukkojen ylitykset                                                                          | 23 | 7.7 Kahi Facade -työohje                                                              | 46 |
| 6.1.1 | Kantavat seinät                                                                             | 23 | 7.8 Kahi Facade -julkisivun tarvikkeet                                                | 50 |
| 6.1.2 | Ei-kantavat seinät (myös Kahi Facade -harkkojulkisivut)                                     | 23 | 8 SÄHKÖ- JA LVI-ASENNUKSET                                                            | 51 |
| 6.2   | Mitotusmenetelmät ja suunnitteluperusteet                                                   | 23 | 9 KIINNITYKSET                                                                        | 52 |
| 6.2.1 | Yleiset mitotusperusteet                                                                    | 26 | 10 JULKISIVUT                                                                         | 54 |
| 6.2.2 | Laskentaperusteet                                                                           | 26 | 10.1 Kahi Facade -harkkojulkisivu                                                     | 54 |
| 6.2.3 | Tarkempi Eurocode 6 mitoitus                                                                | 26 | 10.2 Eristerapattu julkisivu                                                          | 54 |
| 6.2.4 | Materiaaliominaisuudet                                                                      | 27 | 11 SISÄPINNAT                                                                         | 55 |
| 6.2.5 | Rakenneanalyysi                                                                             | 27 | 12 VÄLISEINIEN RAKENNEDETALJEJA                                                       | 56 |
| 6.2.6 | Epäkeskisyyden laskenta                                                                     | 27 | 13 KAHİ FACADE -RAKENNEDETALJEJA                                                      | 68 |
|       |                                                                                             | 28 | 14 KAHİ-KIVITALOT TIIVISTYSOHJEET                                                     | 76 |

# 1 Yleistä

Tämä suunnittelu- ja työohje perustuu standardin EN 1996-1-1 + AC (Eurocode 6) mukaiseen mitoitukseen. Ohjeessa käsitellyt muurauskappaleet ovat standardin EN 771-2 mukaisia kalkkihiekkatiiliä ja -harkkoja, jotka kuuluvat kategoriaan I.

Kahi-tuotteista löytyy ratkaisut kantaviin ja ei-kantaviin väliseiniin sekä ratkaisut puhtaaksi muurattuihin ja rapattuihin julkisivuihin. Kahi-väliseinätiiliä voidaan muurata perinteisin muuraustyömenetelmin sekä puhtaaksi muurattavia että tasoitettavia väliseiniä. Kahi-ponttiharkot on tarkoitettu pääsääntöisesti tasoitettaviin väli- ja ulkoseiniin. Kahi-viisteharkoilla ja viistetiilillä voidaan ohutsaumamuuraamalla tehdä myös puhtaaksi muurattavia väliseiniä. Järjestelmää täydentävät valmiit aukkopalkit ja laastin levitykseen sopivat muurauskelkat.

Kahi-talo voidaan toteuttaa täystiilitalona, jossa Kahi-harkkoista muuratun rungon ulkopuolelle asennetaan lämmön-eristeet ja muurataan julkisivut, tai eristerapattuna. Eristerappauksessa rungon päälle tehdään esim. SerpoTherm-eristerappaus.

## 1.1 Rakennusprosessi

Rakentamisessa on tärkeää saavuttaa halutut toiminnalliset vaatimukset alhaisin kustannuksin. Tämä edellyttää yhteensopivia ja laadukkaita komponentteja sekä läheistä yhteistyötä kaikkien osapuolten kesken koko prosessin ajan aina suunnittelusta ja rakennusmateriaalituotannosta itse rakennuksen toteuttamiseen asti. Näin voidaan optimoida toiminnallisuus, kustannukset ja laatu.

## 1.2 Rajoitukset

Koko toimintansa ajan Weber on kehittänyt suomalaisen rakentamiseen soveltuvia tuotteita ja järjestelmiä. Tässä ohjeessa ja internetsivulla [www.fi.weber](http://www.fi.weber) kuvatut ratkaisut varmistavat, että rakenteet täyttävät vaatimukset mm. paloluokan, ääneneristyksen ja rungon jäykistyksen suhteen. Esitetyt järjestelmät, luokitukset ja menetelmät perustuvat testeihin, asiantuntijoiden lausuntoihin ja tyyppihyväksyntöihin sekä sertifikaatteihin. Voimassaolevat tyyppihyväksynnot ja sertifikaatit löytyvät kokonaisuudessaan osoitteesta [www.fi.weber](http://www.fi.weber). Toimintaamme tukevat sertifioit SFS-EN ISO 9001:2008 -laatuja-järjestelmä, SFS-EN ISO 14001:2004 -ympäristöjärjestelmä, SFS-EN ISO 50001:2011 -energiahallinnanjärjestelmä sekä OHSAS 18001:2007 -työterveys- ja työturvallisuusjärjestelmä.

As Oy Kuopion Timantti





Tämä ohje on tarkoitettu avuksi valittaessa rakennuskohteen vaatimukset täyttäviä rakenteita ja detaljeja. Tässä ohjeessa esitetyt ratkaisut kuvaavat tavallisimmin eteen tulevia tilanteita. Rakentamisessa valinnat tehdään kuitenkin aina hankekohtaisesti ja hankkeen osapuolten päätöksellä. Siten mitään tässä ohjeessa esitettyä ratkaisua ei voi sellaisenaan ottaa osaksi suunnitelmaa, vaan sitä edeltää aina harkinta sen hankekohtaisesta soveltuvuudesta. Kokonaisuuden toimivuuden varmistamiseksi tulee huomioida seuraavat seikat:

- Tässä ohjeessa on esitetty Weber-tuotteiden ja niistä valmistettujen rakenteiden tekniset ominaisuudet. Kaikkien ratkaisujen perustana on kattava kehitystyö ja dokumentoitu ominaisuuksien varmennus Saint-Gobain Finland Oy:n osalta.
- Järjestelmien ominaisuudet perustuvat kaikkien tuotesien kehitystyöhön ja varmennettuun laadunvalvontaan. Siten tässä ohjeessa esitetyt järjestelmien ja detaljien ominaisuuksia ei voida soveltaa ratkaisuihin, joissa ei ole kaikilta osin käytetty Saint-Gobain Finland Oy:n tuotteita ohjeessa esitetyllä tavalla.
- Olennaisen teknisen vaatimuksen toteutuminen ja vaatimuksenmukaisuuden osoittaminen on varmennettu tässä ohjeessa rakennetyypeille sekä ratkaisuille laboratoriomittauksin, kenttämittauksin rakentamisen aikana tai sen jälkeen. Vaatimuksenmukaisuuden osoittamisessa on hyödynnetty laskentamenetelmiin perustuvaa toimivuuden määrittystä sekä aikaisemmin hyväksyttyjä rakenneratkaisuja EN-standardien mukaisesti. Vaatimuksenmukaisuuden osoittamista varten tässä ohjeessa on dokumentoitu, huomioiden menetelmien käytön perusteet ja rajoitukset. Tämä ohje sisältää dokumentoinnissa saadut tulokset, jonka perusteella on esitetty rakennejärjestelmät sekä detaljit.

### 1.3 Vastuuvapauslauseke

Koska olosuhteet ja edellytykset eri tilanteissa vaihtelevat, rajoittuu Saint-Gobain Finland Oy:n vastuu aina tuotekortin tai suunnittelu- ja työohjeiden otsikon "Tuotekuvaus" alla annettujen tietojen oikeellisuuteen. Saint-Gobain Finland Oy vastuun ulkopuolella olevat tiedot ja seikat käsittävät (riippumatta siitä, onko asiasta erikseen huomautettu) esimerkiksi rakenteet, varastoinnin ja työstön, yhteisvaikutuksen muiden tuotteiden kanssa, työsuorituksen sekä tuotteen kulloisessakin käyttökohteessa vallitsevat olosuhteet.

Tuotekortissa ja suunnittelu- ja työohjeissa esitetyt käyttöalueet kuvaavat tavallisimmin eteen tulevia tilanteita. Rakentamisessa valinnat tehdään kuitenkin aina hankekohtaisesti ja hankkeen osapuolten päätöksellä.

Siten mitään tuotekorteissa tai suunnittelu- ja työohjeissa esitettyjä ratkaisuja ei voida sellaisenaan ottaa osaksi suunnitelmaa, vaan sitä edeltää aina harkinta sen hankekohtaisesta soveltuvuudesta.

#### Viittaus järjestelmäohjeistuksiin

Jos tuotetta käytetään osana Weberin järjestelmää tai ratkaisua, tulee työ tehdä ko. järjestelmän tai ratkaisun ohjeistuksen mukaisesti. Käyttäjän on tarvittaessa osoitettava, että järjestelmä- ja suunnitteluohjeistuksia on noudatettu. Suunnittelu- ja työohjeet, järjestelmäkuvaukset ja lisätiedot ovat saatavissa osoitteesta [www.fi.weber](http://www.fi.weber)

Tarvittaessa ota yhteys Weberin tekniseen tukeen.

#### Tuotekohtaiset käyttöohjeet

Tarkemmat tiedot tuotteista, kuten mallisuunnitelmat, työohjeet, tuotekortit ja käyttöturvallisuustiedotteet löytyvät osoitteesta [www.fi.weber](http://www.fi.weber).

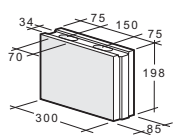
# 2 Kahi-järjestelmä

## 2.1 Kahi-harkot

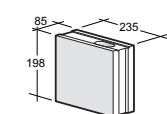
Kahi-järjestelmään kuuluvien harkkojen leveydet ovat käyttötarkoituksen mukaan 85, 130 tai 240 mm. Leveydeltään 85 mm:n Kahi-väliseinäharkko on tarkoitettu kantamattomiin seiniin, 130 mm leveä Kahi-runkopontti kantaviin ulko- ja väliseiniin ja 240 mm leveä Kahi-desibelipontti huoneistojen välisiin ääntä eristäviin seiniin. Pituusmitoiltaan ne soveltuvat 300 mm:n moduulimittaan ja korkeusmitoitukseltaan 200 mm:n moduulimittaan. Matalia 98 mm korkeita harkkoja käyttämällä saadaan korkeusmitoitus sovitettua esim. 2100 mm:n ovikorkeuteen sopivaksi. Harkkojen päissä on pontit, jotka ohjaavat harkot asennettaessa paikalleen ja pystysaumot voidaan jättää ilman laastia. Poikkeuksena viisteharkko ja viistetiili, joissa laastia käytetään myös pystysaumoissa.

Pystysuuntaiset sähkö- LVI-putket sijoitetaan harkkojen pystyreikiin tai railoharkkoihin. Palkkiharkkojen uriin voidaan asettaa rauditus esimerkiksi kapeiden ovi- ja ikkuna-aukkojen ylityspalkeissa ja niissä voidaan viedä vaakasuuntaisia putkivetöjä.

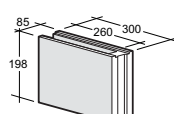
### KAHI-VÄLISEINÄPONTTIHARKOT



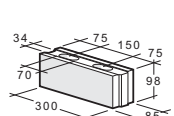
Väliseinäponti 300



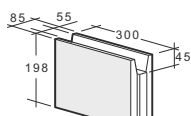
Väliseinäponti Pääty 235



Väliseinäponti Roilo

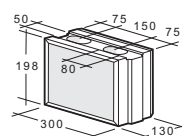


Väliseinäponti H=98

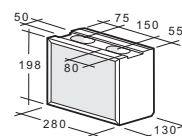


Väliseinäponti Palkki

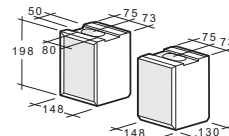
### KAHI-VIISTEHARKOT JA -VIISTETIILET



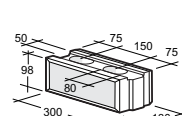
Viisteharkko



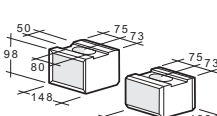
Viistepäätyharkko



Viiste Puolikasharkko

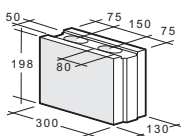


Viistetiili

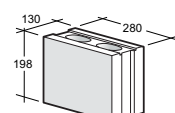


Viiste Puolikastiili

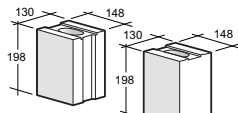
### KAHI-RUNKOPONTTIHARKOT



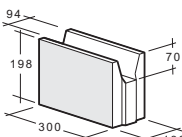
Runkoponti



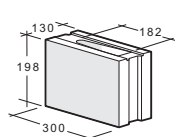
Runkoponti Pääty



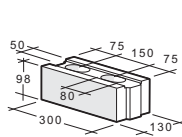
Runkoponti Puolikas



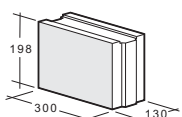
Runkoponti Palkki



Runkoponti Roilo

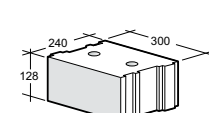


Runkoponti H=98

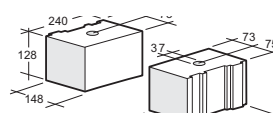


Runkoponti Umpinainen

### KAHI-DESIBELIPONTTIHARKOT

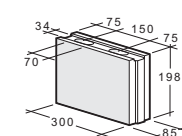


Desibeliponti

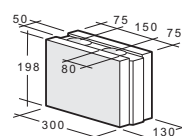


Desibeliponti L=148

### KAHI FACADE -HARKOT



Facade 85



Facade 130

**TAULUKKO 1.** Kahi-harkot

| KAHI-HARKOT                | MITAT PIT. x LEV. x KORK.<br>(mm) | MENEKKI SAUMOINEEN<br>kpl/m <sup>2</sup> | KESKIPAINO<br>kg/kpl | LAASTIMENEKKI<br>kg/kpl <sup>1)</sup> |
|----------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|
| <b>VÄLISEINÄPONTTI 300</b> | 300x85x198                        | 17                                       | 8,0                  | 0,10                                  |
| Väliseinäponti Päätty 235  | 235x85x198                        | 5 kpl/m                                  | 5,4                  | 0,10                                  |
| Väliseinäponti Roilo       | 300x85x198                        | 5 kpl/m                                  | 6,3                  | 0,10                                  |
| Väliseinäponti H=98        | 300x85x98                         | 34                                       | 3,9                  | 0,10                                  |
| Väliseinäponti Palkki      | 300x85x198                        | 3,33 kpl/m                               | 8,5                  | 0,10                                  |
| <b>RUNKOPONTTI</b>         | 300x130x198                       | 17                                       | 12,2                 | 0,20                                  |
| Runkoponti Päätty          | 280x130x198                       |                                          | 11,7                 | 0,20                                  |
| Runkoponti Puolikas        | 148x130x198                       |                                          | 6,0                  | 0,10                                  |
| Runkoponti Palkki          | 300x130x198                       | 3,33 kpl/m                               | 12,1                 | 0,20                                  |
| Runkoponti Roilo           | 300x130x198                       | 5 kpl/m                                  | 11,9                 | 0,20                                  |
| Runkoponti H=98            | 300x130x98                        | 34                                       | 6,2                  | 0,20                                  |
| Runkoponti Umpinainen      | 300x130x198                       | 17                                       | 14,4                 | 0,20                                  |
| <b>VIISTEHARKKO</b>        | 300x130x198                       | 17                                       | 12,1                 | 0,23                                  |
| Viistepäättyharkko         | 280x130x198                       | 5 kpl/m                                  | 11,2                 | 0,23                                  |
| Viiste Puolikasharkko      | 148x130x198                       |                                          | 6,0                  | 0,12                                  |
| <b>VIISTETIILI</b>         | 300x130x98                        | 34                                       | 6,2                  | 0,20                                  |
| Viiste Puolikastiili       | 148x130x198                       |                                          | 3,1                  | 0,10                                  |
| <b>DESIBELIPONTTI</b>      | 300x240x128                       | 26                                       | 15,9                 | 0,25                                  |
| Desibeliponti L=148        | 148x240x128                       | 52                                       | 7,9                  | 0,13                                  |
| <b>FACADE 85</b>           | 300x85x198                        | 17                                       | 8,0                  | 0,10                                  |
| <b>FACADE 130</b>          | 300x130x198                       | 17                                       | 12,2                 | 0,20                                  |

<sup>1)</sup> weber OL 15 Ohutsaumalaasti, talviolosuhteissa weber OL 15 P Pakkasohutsaumalaasti

**TAULUKKO 2.** Kahi-väliseinätiilet ja Kahi-muototiilet

| KAHI-VÄLISEINÄTIILET      | MITAT PIT. x LEV. x KORK.<br>(mm) | MENEKKI SAUMOINEEN<br>kpl/m <sup>2</sup> | KESKIPAINO<br>kg/kpl | LAASTIMENEKKI<br>kg/kpl |
|---------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------|----------------------|-------------------------|
| <b>NKH VÄLISEINÄTIILI</b> | 270x130x75                        | 42                                       | 4,9                  | 1,4                     |
| NKH Palkkitiili           | 270x130x75                        | 3,5 kpl/m                                | 3,3                  | 1,4                     |
| NKH Roilotiili            | 270x130x75                        | 11,1 kpl/m                               | 4,0                  | 1,4                     |
| NKH Osatiili 35           | 270x130x35                        | 74                                       | 2,3                  | 1,2                     |
| <b>KH VÄLISEINÄTIILI</b>  | 270x198x75                        | 42                                       | 7,5                  | 2,1                     |
| <b>MKH VÄLISEINÄTIILI</b> | 285x85x85                         | 35                                       | 3,9                  | 1,0                     |
| MKH Palkkitiili           | 285x85x85                         | 3,33 kpl/m                               | 2,7                  | 1,0                     |
| MKH Roilotiili            | 285x85x85                         | 10 kpl/m                                 | 3,1                  | 1,0                     |

## 2.2 Kahi-väliseinätiilet

Kahi-väliseinät voidaan muurata myös Kahi-tiilistä. Muurattavia väliseinätiiliä voidaan käyttää myös harkkojen sovituskappaleina, korkeusmitoituksen sovittamiseksi aukko- tai huonekorkeuteen sopivaksi. Muurattavia Kahi-väliseinätiiliä ovat:

### 1. MKH Moduulitiilet

Moduulitiili MKH on 3M-moduulimitoitukseen perustuva tiili, jossa yhden tiilen pituus saumoineen on 300 mm. Korkeusmoduuli on 100 mm.

### 2. NKH Normaalikokoinen kalkkiahiekkatiili

Normaalikokoista kalkkiahiekkatiiltä käytetään yleensä välinien ja kantavien runkorakenteiden muurauksissa.

### 3. Roilotiilet

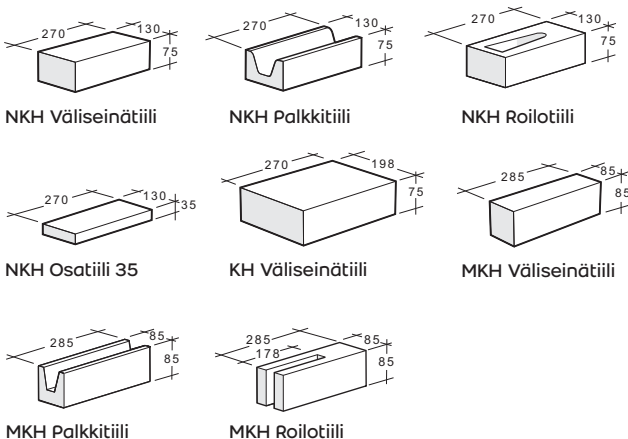
Roilotiilillä saadaan seinään kanavat esim. sähköjohtoja varten.

### 4. Kahi-palkkitiilet

Kätevimmin kantamattomien seinien aukot ylitetään valmiiden esijännitettyjen Kahi-tiilipalkkien avulla. Haluttaessa seinien aukkojen ylitykset voidaan myös muurata työmaalla käyttämällä palkkitiiliä, joiden uriin tulee tarvittava rauditus.

Kahi-tiilien ja -harkkojen olennaiset ominaisuudet (esim. vesihöyrynläpäisevyys, kosteusmuodonmuutos yms.) on esitetty tuotekohtaisissa suositustasoilmoituksissa, jotka löytyvät osoitteesta [www.fi.weber](http://www.fi.weber).

## KAHI-VÄLISEINÄTIILET



## 2.3 Kahi-runkopalkit ja -tiilipalkit

Valmispalkki on kätevä ratkaisu ikkuna- ja oviaukkojen ylityksiin. Niiden avulla vältetään hankalat muotitus- ja valutyöt ja muuraus voi jatkua keskeytyksittä.

### Kantavissa seinissä käytetään Kahi-runkopalkkia, lyhenne RH

Kahi-runkopalkki on runkoponttiharkkojen mittoihin sovitettu palkki, joka valmistetaan valamalla harkkokuorten keskelle betoniydin. Palkin korkeus on 198 mm, leveys 130 mm ja pituus 1200–3600 mm.

### Kantamattomissa seinissä voidaan käyttää:

- Väliseinäponttiharkkoista valmistettua Väliseinäpalkkia VHR tai VH. Palkin korkeus on 198 mm, leveys 85 mm ja pituudet, 1200, 1800 ja 2400 mm. VHR-palkeista löytyy myös 98 mm korkea palkki, jonka pituus on 1500 mm.
- Runkoponttiharkkoista valmistettuja putkitusreiällisiä Kahi-runkopalkkeja, lyhenne RRH. Palkin korkeus on 198 mm, leveys 130 mm ja pituudet 1200–2100 mm, 300 mm:n portain. RRH-palkeista löytyy myös 98 mm korkea palkki, jonka pituus on 1500 mm.
- Modulikkokoisista tiilistä valmistettuja 85 mm leveitä ja korkeita MKH-tiilipalkkeja (pituudet 1185–2985 mm)
- Normaalikokoisista tiilistä valmistettuja 130 mm leveitä ja 75 mm korkeita NKH-tiilipalkkeja (pituudet 1125–2835 mm)

Kahi-tiilipalkki on esijännitetty palkki, jolla voidaan ylittää aukkoja kätevästi. Tiilipalkki ei ole sellaisenaan kantava rakenneos, mutta muodostaa yhdessä päälle muurattavien tiilivarvien kanssa kantavan tiilipalkin. Muurausvaiheessa palkki tuetaan enintään 1 metrin välein. Tiilipalkkeja käytettäessä on yläpuolella olevien harkkojen/tiilien pystysaumoissa käytettävä pystysaumalaastia.

Sovitus runkopontti- tai väliseinäponttiharkkokerroksen 200 mm:n korkeusmittaan tehdään tarvittaessa muuratulla tiilellä.

# 3 Muuraus ja pinnoitus

## 3.1 Tiiliseinät

Kahi-väliseinätiilet on tarkoitettu puhtaaksimuurattaviin ja tasoitettaviin seiniin. Puhtaaksimuurattaviin seiniin käytettävissä tiilissä vähintään yksi syrjä ja pää ovat ilman sellaisia virheitä, jotka saattavat heikentää muuratun rakenteen ulkonäköä (vrt. valmiin muurin laatuluokitus). Kahi-väliseinätiilet muurataan limitykseen kulmissa.

Toisiinsa tai ulkoseiniin T-liitoksella liittyvät seinät ankkuroidaan terässiitein tai esim. Amutek Väliseinäohjaimen avulla. Urat ja roilot esimerkiksi sähköputkia varten tehdään kätevimmin roilotiilien avulla. Seinän alle asennetaan yleensä vaakasuuntaisena liikuntasaumana toimiva bitumikermikaista, joka minimoi alustan lämpö- ja kosteusliikkeistä seinään aiheutuvan halkeamariskin.

Normaalikokoiset kalkkiahiekkatiilet NKH (270x130x75)mm muurataan yleensä 1/2-tiilen ja moduulikokoiset tiilet MKH (285x85x85)mm yleensä 1/3-tiilen pituuslimityksellä.

Muuraus suoritetaan weber ML 5 Muurauslaastilla M100/600 (lujuusluokka M5).

Laastien sideaineena on muuraussementti, runkoaineena luonnonhiekkia ja lisäaineina on käytetty säänkestävyyttä ja työskytettävyyttä parantavia lisäaineita.

Rakenteet muurataan täysin, enintään 3 mm sisään painetuvin saumoin ja vaaka- ja pystysaumojen nimellispaksuus on 12...15 mm, ellei suunnitelmissa toisin mainita. Täydeksi saumaksi katsotaan sauma joka on painettu sisään enintään 3 mm. Yleislaastilla tehtyjen vaaka- ja pystysaumojen todellinen paksuus on vähintään 6 mm ja enintään 15 mm.

Juoksulimitetyksi katsotaan muuri, jossa päällekkäisten tiilien porrastus on vähintään 1/4-tiilen pituudesta ja 1/2-tiilen korkeudesta.

Valmiin muurauksen mittatarkkuusluokat sekä valmiin pinnan laatuluokituksia on käsitelty Rakennustöiden Yleisissä Laatuvaatimuksissa RunkoRYL 2010 / SisäRYL 2013.

Puhtaaksi muurattavat rakenteet saumataan normaalisti muuraustyön yhteydessä. Saumaus suoritetaan muutamien minuuttien kuluttua muurauksesta.

Saumausajankohtaan vaikuttavat ilman, laastin, ja tiilien lämpötila sekä tiilen vedenimunopeus. Sauma voidaan viimeistellä saumaraudalla, muoviputkella tai puisella saumausvälineellä.

## 3.2 Harkkoseinät

Ohutsaumamuuraus on menetelmä, missä mittatarkat Kahi-harkot muurataan noin 2 mm:n saumapaksuudella. Ohutsaumalaastilla tehtyjen vaaka- ja pystysaumojen todellinen paksuus on vähintään 1 mm ja enintään 3 mm. Kaikki tässä ohjeessa annetut suunnittelu- ja lähtöarvot ovat laskettu 2 mm:n saumapaksuudella. Laastina käytetään tähän tarkoitukseen kehitettyä weber OL 15 Ohutsaumalaastia tai talviolosuhteissa OL 15 P Pakkasohutsaumalaastia. Laastia kuluu, harkkotyyppistä riippuen vain 2–6,5 kg/m<sup>2</sup> ja se voidaan sekoittaa työpaikalla porakonevispilällä. Näin aputyöt laastin valmistuksessa ja siirroissa ovat vähäisiä.



Muuraus aloitetaan merkitsemällä seinän paikka ja asentamalla muurausjohteet, joihin saadaan kiristettyä linjalanka. Seinän alle asennetaan yleensä vaakasuuntaisena liikuntasaumana toimiva bitumikermikaista, joka minimoi alustan lämpö- ja kosteusliikkeistä seinään aiheutuvan halkeamariskin. Ensimmäisen harkkokerroksen vakasauma muurataan yleensä weber ML 5 Muurauslaastilla M100/600 tai weber ML Leca-laastilla siten, että se saadaan oikeaan korkeuteen täysin suoraksi. Muurauksen annetaan jäykistyä riittävästi ennen ohutsaumamuurauksen alkamista.

Tarvittaessa muuraus tehdään matalalla H=98 mm harkolla tai tiilellä korkeusmitoituksen sovittamiseksi huone- tai ovikorkeuteen sopivaksi.



Seinä saadaan oikealle paikalle ja suoraksi normaaliin tapaan muurausjohteiden, linjalankojen ja vesivaa'an avulla. Ohutsaumalaasti sekoitetaan porakonevispilällä puhtaaseen veteen pakkauksen ohjeen mukaisesti ja levitetään tähän tarkoitukseen kehitetyllä muurauskelkalla, kastelukannulla tai hammastetulla laastikauhalla.



Harkot asennetaan yleensä puolen harkon limitykseen ja pontatuissa pystysaumoiissa ei käytetä laastia ellei suunnitelmissa erikseen mainita. Viisteharkkoseiniä ohutsaumamuurattaessa laastia käytetään myös pystysaumoiissa. Kohdassa 5 on esitetty tarkemmin Kahi-rakenteiden moduulimitoitus.

Mahdolliset linjavirheet oikaistaan varovasti naputtamalla tai muurauslaastisauman avulla. Saumoista ylitse pursunut laasti poistetaan. Talviolosuhteissa ohutsaumamuurausta voidaan tehdä, kun käytetään weber OL 15 P Pakkasohutsaumalaastia tai lämmintä laastia ja lämpimiä harkkoja.

Lisää ohjeita pakkasohutsaumalaastin käytöstä löytyy osoitteesta [www.fi.weber](http://www.fi.weber).

Harkot katkaistaan tiilileikkurilla, tiili-sahalla tai kulmahiomakoneella. Tiili-sahalla tai kulmahiomakoneella katkais-tujen harkkojen päissä käytetään ohut-saumalaastia.



Tiilileikkurilla katkaistujen harkkojen pystysaumot täytetään muurauslaastilla. Laasti saadaan tarttumaan lujasti hark-koihin kun harkkojen katkaistuihin päihin on levitetty kerros Ohutsaumalaastia juuri ennen muurauslaastitäyttöä.

Limittämättömät seinät sidotaan toisiinsa saumoihin asennettavilla 0,7...0,8 mm:n ns. reikänauhoilla, kanta-vissa seinissä vähintään joka toisessa saumassa ja kantamattomissa seinissä vähintään joka kolmannessa saumassa. Reikänauhoja käytetään vahvikkeena myös muiden limittämättömien pysty-saumojen kohdalla. Pystysuuntaiset sähkö- ja LVI-putket sijoitetaan harkkojen pystyreikiin tai roiloharkkoihin. Vaakasuuntaiset putkivedot voidaan viedä palkkiharkkojen urassa.

Ovi- ja ikkuna-aukot ylitetään kätevimmin Kahi-palkeilla. 130 mm leveissä harkkoseinissä käytetään Kahi-runkopalkkia. 85 mm leveissä ei kantavissa harkkoväliseinissä

käytetään Kahi-väliseinäpalkkia. Muu-rattua rakennetta ei tule kuormittaa ennen kuin se on saavuttanut riittävän lujuuden niin, et-tä se kestää kuormat vaurioitumatta.



Pystysuuntaiset sähkö- ja LVI-putket sijoitetaan harkkojen pystyreikiin tai roilo-harkkoihin. Vaakasuuntaiset putkivedot voidaan viedä palkkiharkkojen urassa.



Rasian kolot täytetään esimerkiksi weber ML 5 Muurauslaastilla, lisätartuntana käytetään weber OL 15 Ohutsaumamuurauslaastia. Kuivissa tiloissa voidaan käyttää weber KL Kipsilaastia, pohjusteena weber MD 16 Dispersio.





Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää jälkiasennusrasiaa (ns. "mokamuki").

Kojerasiaa varten porataan Ø 75 mm kruunuporalla reikä.



Siitä suunnasta, josta asennusputki on tulossa, lyödään esimerkiksi taltalla pois pala harkon sisäpinnasta, jotta asennusputkeen ei tule jyrkkää mutkaa.



Asennusputki kiinnitetään kojerasiaan suoraan ilman nysää. Ylimääräinen rasiaan tuleva asennusputki leikataan pois, ja putki kiinnitetään kojerasiaan tiivistysmassalla.



Kojerasia kiinnitetään harkkoon tiivistysmassalla kiiloja apuna käyttäen.



Mikäli rasian läpi halutaan viedä johdotus alempana sijaitsevalle sähköpisteeseen, asennetaan päällekkäin kaksi kojerasiaa. Vaihtoehtoisesti kahden pystysuunnassa päällekkäin olevan rasian sähköt voidaan viedä eri suunnista (toinen ylhäältä ja toinen alhaalta). Jotta kojerasiat saadaan ongelmitta oikeaan korkeuteen, tulee runkoponttiharkkoseinässä käyttää kojerasian kanssa 30 mm korotusrengasta ja väliseinäponttiharkkoseinässä 12 mm korotusrengasta.

Erityistä huomiota kiinnitetään seiniin, jotka ovat rakennustyön aikana tilapäisesti ilman tuentaa, mutta joihin voi kohdistua tuuli- tai rakennustyön aikaisia kuormia. Tarvittaessa seinät tuetaan tilapäisesti stabiiliuden säilyttämiseksi.

Ohutsaumamuuratut seinät tasoitetaan maalauksen, tapetoinnin tai laatoituksen alustaksi. Tasoitteet valitaan seinäpintojen tasaisuuden, tilan käyttötarkoituksen ja lopullisen pinnan mukaan Kahi-alustalla testatuista Weber-tuotteista.

Kuivien tilojen tasoitteita: weber L Pohjatasoite ja LR+ Pintatasoite käytetään kuivissa sisätiloissa seinien ja kattojen pohja- ja pintatasoitukseen.

Pinnat voidaan maalata tai tapetoida pintamateriaalin valmistajan ohjeiden mukaisesti. Katot voidaan jättää myös ruiskupintaisiksi.

Kosteutta kestävä weber V+ Hienotasoitetta voidaan käyttää niin kuivissa kuin märissä tiloissa seinien ja kattojen pohja- ja pintatasoitukseen. weber MT Märkätilatasoiteella tasoitetaan vedeneristettävät laatoituslустat.

Paksummat oikaisut (mahdollisesti aukkojen pielet, katkaistut harkkosaumat) voidaan tarvittaessa tehdä weber 410 Ohutrappauslaastilla tai PTM Pikatäyttömällä.

Liitoksiin, joissa voi tapahtua pientä liikettä, kuten seinän ja katon liitokseen, väliseinien ja ulkoseinien liitoksiin sekä ulkoseinien nurkkasaumoihin suositellaan tehtäväksi "joustava liitos". Tasoitetyön jälkeen avataan joustaviksi suunnitellut liitoslinjat leikkaamalla tasoitteen tarvittavat varjosaumat tai urat elastista kittausta varten.

Palkin pään ja tuen kohdalla suositellaan käytettäväksi ensimmäisen ja toisen tasoitekerroksen väliin levitettävää pintavahvistuskangasta. Mikäli maalattavissa pinnoissa käytetään lasikuitukangasta tai lasikuituhuopaa, voidaan pintavahvistuskangas jättää pois.

## Maalattavat tai tapetoitavat seinät

Huolellisesti muuratun Kahi-harkko-seinän tasoituskäsittelyksi ennen maalausta tai tapetointia riittää yleensä:



1. Osittain tasoitus pohjatasoitteella
2. Kokonaan tasoitus pohjatasoitteella
3. Kokonaan tasoitus pintatasoitteella

Katso tarkemmat ohjeet seinärakenteiden tasoituksista osoitteessa [www.fi.weber](http://www.fi.weber).

## Märkätilan seinät

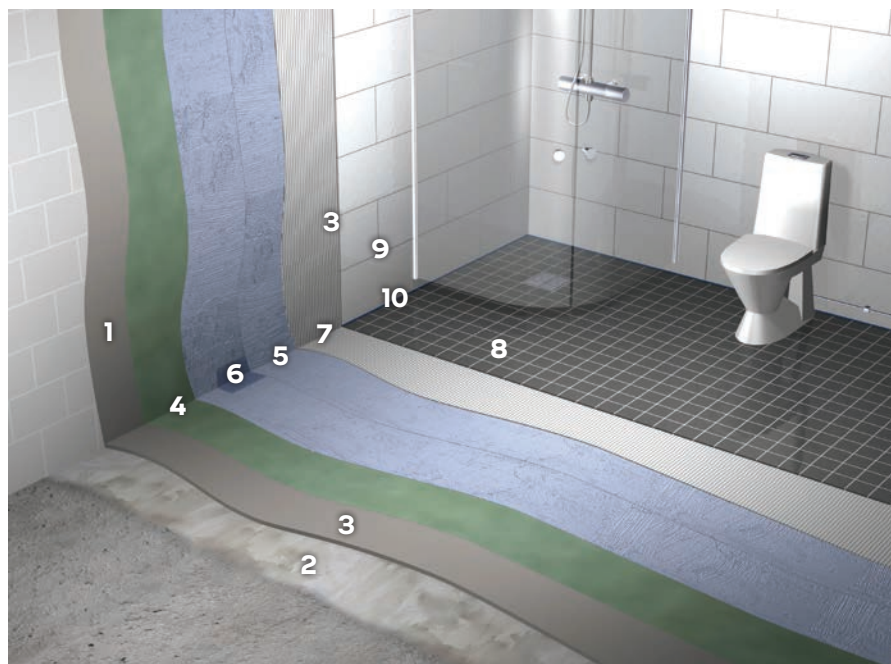
Märkätilan seinien vedeneristys voidaan tehdä käyttämällä weberin Vedeneristysjärjestelmiä kuten esim. weberSafe Vedeneristysjärjestelmä. Kiviaineinen ja lahoamaton Kahi-harkkoista ohutsaumamuurattu seinä muodostaa kustannustehokkaan ja lujan perustan pitkäikäiselle pesutilalle.

### Järjestelmän edut:

- Kahi-harkkoseinä nousee nopeasti, laastityöt on minimoitu
- Tutkitusti yhteensopivat ja käyttöturvalliset tuotteet
- ETA-12/0115 hyväksyntä
- Eurofins-sertifikaatti 142/00 (ent. VTT)
- CE-merkintä
- Kahi on tukeva kiinnitysalusta ja helppo korjata

Lisätietoa weber Vedeneristysjärjestelmästä osoitteessa [www.fi.weber](http://www.fi.weber).

## weberSafe Vedeneristysjärjestelmä



1. weber MT
2. weber MDI6
3. weber5400
4. weber MS+
5. weber WP
6. weber ST 120mm
7. weber rex fix
8. weber rapid grout
9. weber classic grout
10. weber neutral silicone

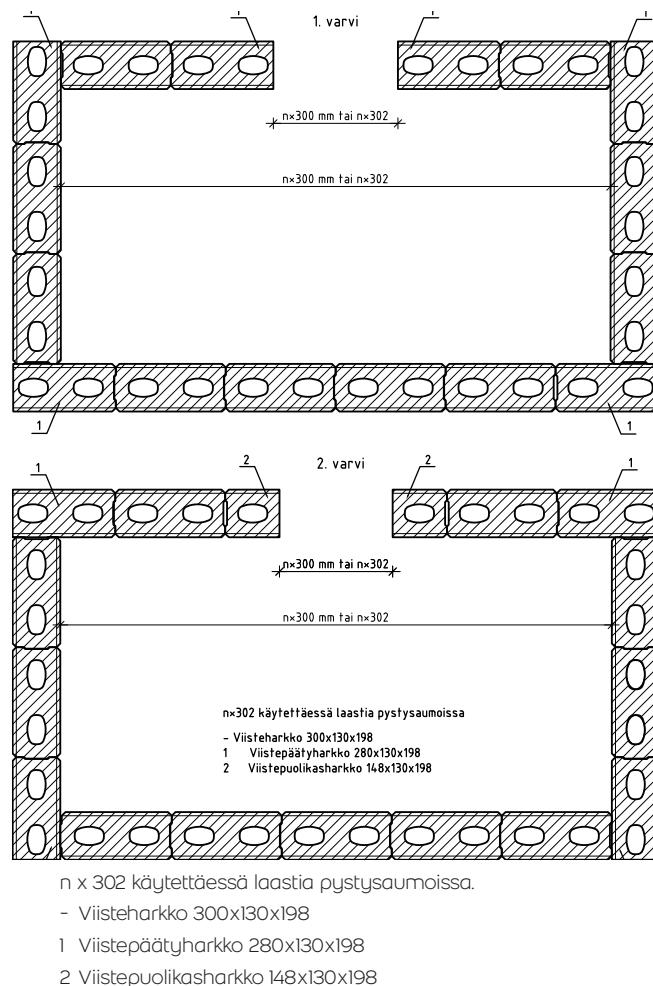
### 3.3 Viisteharkkoseinät

Kahi-viisteharkoista voidaan ohutsaumamuurata näyttäviä, puhtaaksi muurattavia seiniä. Harkon viistetyt särmät korostavat valon- ja varjon kontrastia antaen seinälle harmonisen, muurimaisen ilmeen. Kahi-viisteharkkojen ja -viistetiilien yhteiskäyttö, sekä lukuisat limitys- ja pintakäsittelyvaihtoehdot tarjoavat runsaasti arkkitehtonisia mahdollisuuksia.

Puhtaaksi ohutsaumamuuratut viisteharkko- ja viistetiili-seinät ovat kulutuskestävyydeltään sekä ääneneristys- ja palonkesto-ominaisuuksiltaan korkealuokkaisia. Tyypillisiä käyttökohteita ovatkin esimerkiksi toimisto-, koulu- ja julkisten rakennusten kantavat ja kantamattomat väliseinät.

Kahi-viisteharkkoseinät ovat lisäksi kustannuksiltaan kilpailukykyisiä.

Kahi-viisteharkkojärjestelmä koostuu Kahi-viisteharkoista ja -tiilistä, harkkojen ohutsaumamuuraukseen tarkoitettua weber OL 15 Ohutsaumalaastista, sekä aukkojen ylitykseen käytettävistä Kahi-viisteharkkopalkeista.



Kahi-viisteharkkoseinän mitoitus

Kahi-viisteharkkoilla (300x130x198)mm tai -viistetiilillä (300x130x98) mm voidaan tehdä ohutsaumamuuramalla puhtaaksi muurattavia seiniä. Harkon/tiilen näkyviin jäävät särmät on viistetty noin 6 x 6 mm verran.

Harkkojen mitoituksessa käytetään vaakasuunnassa (300 mm + 2 mm) etenemää ja -harkon limitystä. Pystysuunnassa harkkojen moduulijako on 2M (200 mm). Sovitus oviaukkokorkeuteen 21M (2100 mm) tehdään tarvittaessa muuraamalla lähtökerros 98 mm korkealla viistetiilillä.

Ylimmän harkkokerroksen harkot leikataan tarvittaessa tiilisahalla tai -leikkurilla sopivan korkuiseksi korkeusmitoituksen sovittamiseksi huonekorkeuteen sopivaksi.

Viisteharkot ja -tiilet ohutsaumamuurataan weber OL 15 Ohutsaumalaastilla puolen harkon limityksellä ja laastia käytetään myös pontatuissa pystysaumoissa. Ulkokulmassa muuraus aloitetaan 280 mm pitkällä viistepäätyharkolla, jolloin muuraus etenee puolen kiven limityksellä. Limittämättömät seinät sidotaan toisiinsa ns. reikänauhoilla. Saumat viimeistellään muuraustyön yhteydessä esimerkiksi putsikauhan terävällä kulmalla leikkaamalla ja jäykällä harjalla harjaten. Sisäseinät maalataan esim. akrylaattilateksimaalilla.

Viisteharkkoseiniin valmistetaan tilauksesta viistettyjä runkopalkkeja.

#### 3.3.1 Viisteharkkopalkit

Viistetty valmisharkkopalkki on kätevä ratkaisu ikkuna- ja oviaukkojen ylityksiin. Viisteharkon mittoihin sovitettut palkit nostetaan paikalleen ja muuraus jatkuu keskeytyksittä, ilman hankalia muotitusja valutöitä.

Viisteharkkopalkkeja voidaan käyttää kantamattomissa seinissä. Lyhenteellä RRHVII olevien palkkien molemmissa päädyissä on putkitusreiät, joissa voidaan viedä ovenpielen sähköputkitukset. Palkin minimi tukipinta on 150 mm.

Tarkemmat tiedot palkeista on esitetty kappaleessa 6.1.

### 3.3.2 Kahi-viisteharkkojen ja -tiilien muuraus

Kahi-viisteharkot ja -tiilet muurataan noin 2 mm:n saumapaksuudella tähän tarkoitukseen kehitetyllä weber OL 15 Ohutsaumalaastilla.

Laastia kuluu vain noin 4 kg/m<sup>2</sup> (viisteharkkoseinä) tai noin 6,8 kg/m<sup>2</sup> (viistetiliiseinä) ja se voidaan sekoittaa työpisteessä porakonevispilällä.



Ensimmäinen viistetili- tai viisteharkkokerros muurataan bitumihuopakaistan päälle yleensä weber ML 5 Muurauslaastilla M100/600, jotta lähtö saadaan oikeaan korkeuteen ja täysin suoraksi.



Muut harkkokerrokset ohutsauma-muurataan OL 15 Ohutsaumalaastilla. Tarvittaessa muuraus aloitetaan tai päätetään tiilileikkurilla sopivan korkuiseksi leikatuilla harkoilla korkeusmitoituksen sovittamiseksi huonekorkeuteen sopivaksi.

Mahdolliset linjavirheet ohutsauma-muurattavassa seinärakenteessa oikaistaan tarvittaessa paksummalla laastisaumalla.

Seinä saadaan oikealle paikalle ja suoraksi normaaliin tapaan muuraus-johteiden, linjalankojen ja vesivaa'an avulla. Ohutsaumalaasti levitetään tähän tarkoitukseen kehitetyllä laastikelkalla, hammastetulla laastikauhalla tai nokallisella kannulla.



Pystysaumassa käytetään laastia saman vahvuisen sauman aikaansaamiseksi kuin vaakasaumassa.

Laastisaumojen tulee olla täysinäisiä siistin ulkonäön, maalauskelpoisuuden ja ääneneristysvaatimuksen vuoksi.



Saumoista ylitse pursunut laasti poistetaan. Saumat viimeistellään muuraustyön yhteydessä laastin hieman jäykistyttyä, esimerkiksi putsikauhan terävällä kulmalla leikkaamalla ja jäykällä harjalla harjaten.

Ulkokulmassa muuraus aloitetaan 280 mm mittaisilla päätyharkoilla jolloin muuraus etenee puolen harkon limityksellä. Puolikasharkkoa 148 mm, käytetään aukkojen pielissä yhdessä päätyharkkojen kanssa. Puolikasharkkoa käytetään lisäksi limityskappaleena aukkojen pielissä. (katso sivu 9 Viisteharkkoseinän mitoitus).

Haluttaessa pääty- ja puolikaskappaleita voidaan tehdä myös työmaalla katkaisemalla viisteharkkoja tiilisahalla kohdekohtaisiin mittoihin sopiviksi.



Limittymättömissä seinäliitoksissa (esimerkiksi T-liitokset) käytetään joka 3..4 saumaan sijoitettavia 0,7..0,8 mm paksuja ns. reikänauhoja, rakenne-suunnitelmien mukaan tai liitoksessa käytetään valmista väliseinäohjainta.

Aukot voidaan ylittää valmiiden Kahi-viisteharkkopalkkien avulla.



Viistetty runkopalkki on kätevä ratkaisu ikkuna- ja oviaukkojen ylityksiin. Palkki nostetaan paikalleen ja muuraus jatkuu keskeytyksittä, ilman hankalia muotitus- ja valutöitä. Palkkien päissä olevissa rei'issä voidaan haluttaessa viedä ovenpielen sähköputkitukset.

Pystysuuntaiset sähkö- ja LVI -putket voidaan sijoittaa harkkojen pystyreikiin.

Sähkorasioiden reiät tehdään rasiaporalla. Levyseinäkojerasia, jossa on 28 mm:n korotusrenkas, sopii 130 mm leveään viisteharkkoseinään. Käytettäessä Ø 75 mm:n porakruunua, kiinnitetään kojerasia esimerkiksi liimamassalla. Mikäli poraus tehdään suuremmalla porakruunulla, kiinnitetään kojerasia esim. weber KL Kipsilaastilla (vain kuivissa tiloissa) tai weber PTM Pikatäyttömässä (kuivat ja kosteat tilat).

Sisäseinät maalataan suunnittelijan työselityksen mukaan esimerkiksi akrylaattilateksimaalilla.

### 3.4 Kalkkiahiekkatiilien ja -harkkojen mittojen sallitut mittapoikkeamat ja ulkonäkövaatimukset

Kalkkiahiekkatiilien- ja harkkojen mittojen sallitut mittapoikkeamat (mm) standardin SFS-EN 771-2 mukaisesti.

| MITAT                        | KALKKIAHIEKKATIILIEN JA -HARKKOJEN MITTAPOIKKEAMALUOKAT |                                      |                         |                                                          |
|------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------|
|                              | T1                                                      | T2                                   | T3                      | Tm                                                       |
| Näytteen korkeuden keskiarvo | nimelliskorkeus $\pm 2$                                 | nimelliskorkeus $\pm 1$              | -                       | Valmistajan ilmoittama mittapoikkeama millimetreinä      |
| Näytteen pituuden keskiarvo  | nimellispituus $\pm 2$                                  | nimellispituus $\pm 2$               | nimellispituus $\pm 2$  | (se voi olla suurempi tai pienempi kuin muissa luokissa) |
| Näytteen leveyden keskiarvo  | nimellisleveys $\pm 2$                                  | nimellisleveys $\pm 2$               | nimellisleveys $\pm 2$  |                                                          |
| Yksittäinen korkeus          | näytteen korkeuden keskiarvo $\pm 2$                    | näytteen korkeuden keskiarvo $\pm 1$ | nimelliskorkeus $\pm 1$ |                                                          |
| Yksittäinen pituus           | näytteen pituuden keskiarvo $\pm 2$                     | näytteen pituuden keskiarvo $\pm 2$  | nimellispituus $\pm 3$  |                                                          |
| Yksittäinen leveys           | näytteen leveyden keskiarvo $\pm 2$                     | näytteen leveyden keskiarvo $\pm 2$  | nimellisleveys $\pm 3$  |                                                          |
| Lappeiden tasaisuus          | -                                                       | -                                    | 1,0                     |                                                          |
| Lappeiden yhdensuuntaisuus   | -                                                       | -                                    | 1,0                     |                                                          |

Keskiarvojen todelliset mittapoikkeamat ovat ilmoitettujen nimellismittojen ja mitattujen mittojen keskiarvojen erotuksia.  
Yksittäisten arvojen todelliset mittapoikkeamat ovat mitattujen mittojen keskiarvojen ja mitattujen yksittäisten arvojen erotuksia.

Näkyviin jäävien, sileäpintaisten tiilistä puhtaaksimuurattujen väliseinien ulkonäkö (Lähde: SisäRYL Taulukko 512:T7)

| LAATUTEKIJÄT                                          | SUURIN SALLITTU MITTAPOIKKEAMA               |                                              |                                               |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|                                                       | LUOKKA 1                                     | LUOKKA 2                                     | LUOKKA 3                                      |
| Sallittu hammastus                                    | 2 mm                                         | 4 mm                                         | 6 mm                                          |
| Lohkeamat keskimäärin enintään                        |                                              |                                              |                                               |
| - syvyys $\leq 3$ mm<br>- ala 0,5–2 cm <sup>2</sup>   | 3 kpl/m <sup>2</sup><br>6 kpl/m <sup>2</sup> | 5 kpl/m <sup>2</sup><br>8 kpl/m <sup>2</sup> | 8 kpl/m <sup>2</sup><br>12 kpl/m <sup>2</sup> |
| Muurauskiven pintaviat<br>- ala 0,5–2 cm <sup>2</sup> | 4 kpl/m <sup>2</sup>                         | 6 kpl/m <sup>2</sup>                         | 8 kpl/m <sup>2</sup>                          |
| Rikkoreuna<br>- syvyys $\leq 3$ mm<br>- leveys 2–4 mm | 4 m/m <sup>2</sup>                           | 6 m/m <sup>2</sup>                           | 8 kpl/m <sup>2</sup>                          |

Valmistajan määrittelemät tasoitettavien kalkkiahiekkaharkkojen ulkonäkövaatimukset \*

| LAATUTEKIJÄT                                          | SUURIN SALLITTU MITTAPOIKKEAMA               |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Lohkeamat keskimäärin enintään                        |                                              |
| - syvyys $\leq 10$ mm<br>- ala 2–4 cm <sup>2</sup>    | 5 kpl/m <sup>2</sup><br>8 kpl/m <sup>2</sup> |
| Muurauskiven pintaviat<br>- ala 0,5–2 cm <sup>2</sup> | 6 kpl/m <sup>2</sup>                         |
| Rikkoreuna<br>- syvyys $\leq 3$ mm<br>- leveys 2–4 mm | 6 m/m <sup>2</sup>                           |

\* SisäRYL tai muut laatumääritelmät eivät ota kantaa tasoitettavien muurattujen rakentiedien ulkonäkövaatimuksiin.

## 4 Seinärakenteet

### 4.1 Huoneistojen sisäiset seinät

Kantavat väliseinät ohutsaumamuurataan 130 mm leveistä Kahi-runkoponttihakkoista.

Märkien tilojen seinät tehdään kosteusvaurioriskien välttämiseksi kivirakenteisina. Tähän tarkoitukseen on kehitetty Kahi-järjestelmä, jonka muodostavat 85 mm leveät väliseinäponttihakot ja erikoiskappaleina roilotiilet ja palkkiharkot. Myös muut huoneiden väliset seinät kannattaa tehdä Kahi-väliseinäponttihakkoista, kun halutaan levyrakenteita vankeempaa ja paremmin ääntä eristävää seinää.

### 4.2 Huoneistojen väliset seinät

Asuinhuoneistojen välillä edellytetään vähintään äänitasoeroluvuksi  $D_{nT,w} = 55$  dB.

Kätevimmin seinä tehdään ohutsaumamuurattavilla Kahi-desibeliponttihakkoilla, jolloin seinän paksuus on 240 mm.

Vaatus tilojen väliselle ilmaääneneristykselle määritellään äänitehon siirtymisenä tilasta toiseen tai vastaanotto- ja lähetystilojen äänenpainetasojen erona. Ääniympäristöasetuksessa ilmaääneneristyksen vaatimukset perustuvat tiloissa mitattujen äänenpainetasojen erotukseen. Koska tilaan siirtyneen äänenpainetaso suuruus riippuu tilan koosta ja kalustuksesta, mittaustulokset on tehty vertailukelpoisiksi

standardisoimalla ne vastaanottotilan jälkikaiuntaaikaan 0,5 sekuntia. Tilojen välinen ääneneristävyys on sitä parempi, mitä suurempi on äänitasoero  $D_{nT}$  tai äänitasoeroluku  $D_{nT,w}$ . Ilmaääneneristävyys  $R$  kuvaa äänitehon siirtymistä tilasta toiseen. Laboratoriossa mitattavaa ilmaääneneristyslukua  $R_w$  käytetään ilmaisemaan yksittäisen rakennusosan, esimerkiksi väliseinän tai ikkunan, kykyä eristää ilmaääntä. Rakennusosan kyky eristää ääntä on sitä parempi, mitä suurempi on ilmaääneneristävyys  $R$  tai ilmaääneneristysluku  $R_w$ . Rakennusosien ilmaääneneristysluvuista  $R_w$  ja rakennusosien välisten liitosten liitoseristävyyksistä voidaan laskea tilojen välinen äänitasoeroluku  $D_{nT,w}$ .

Ääni siirtyy tilojen välillä tiloja erottavan rakennusosan lisäksi sivutiesiirtymänä myös kaikkien muiden tilat toisiinsa kytkevien rakennusosien kautta. Sivutiesiirtymä voidaan estää tekemällä sivuavat rakenteet riittävän massiivisiksi tai kaksinkertaisiksi, suunnittelemalla rakenneliitokset oikein ja käyttämällä tarvittaessa sivuavan rakenteen katkaisua.

Jos halutaan selvästi vaatimustasoa parempaa äänen-eristystä, seinä tehdään kaksinkertaisena väliseinä- tai runkoponttihakkoista.

Väliseinärakenteiden rakennetyypit ja niiden tekniset ominaisuudet on esitetty Kahi-tiilien ja -harkkorakenteiden mallidetaljeissa (Kahi-väliseinät, rakennetyypit) osoitteessa [www.fi.weber](http://www.fi.weber).

**TAULUKKO 3.** Muuratun Kahi-seinän minimipaksuudet eri palonkestävyysluokissa EI (osastoiva ei-kantava rakenne), REI (osastoiva kantava rakenne), R (kantava osastoimaton rakenne), kantavat ja ei-kantavat palomuurit (REI-M ja EI-M). Seinän pituus on vähintään 1,0 metriä. Paloluokat täyttyvät ilman seinän pinnoitusta ja harkkoseinien paloluokat laastittomin pystysaumoin. Laastittoman pystysaumaraon leveys enintään 2 mm.

|                                                  | KANTAMATON<br>OSASTOIVA SEINÄ | KANTAVA SEINÄ |                  | ISKUNKESTÄVYYS-<br>LUOKKA |
|--------------------------------------------------|-------------------------------|---------------|------------------|---------------------------|
|                                                  |                               | OSASTOIVA     | OSASTON SISÄINEN |                           |
| Väliseinäponti 85 mm<br>MKH-tiili 85 mm          | EI 60                         | -             | -                | -                         |
| Runkoponti 130 mm                                | EI 180                        | REI 90        | R 60             | -                         |
| Viisteharkko 130 mm                              | EI 180                        | REI 90        | R 60             | -                         |
| Runkoponti Umpinainen 130 mm<br>NKH-tiili 130 mm | EI 180                        | REI 120       | R 60             | -                         |
| Desibeliponti 240 mm                             | EI 240                        | REI 240       | R 180            | REI-M 90, EI-M 90 *       |
| KH 270x198x75                                    | EI 240                        | REI 180       | R 90             | -                         |

\* REI-M 180 luokkaan tarvitaan kaksi Kahi-seinää, jotka on sidottu toisiinsa rakennesuunnittelijan ohjeiden mukaisesti.

**TAULUKKO 4.** Kalkkihiekkatiilistä ja -harkkoista tehtyjen osastoimattomien kantavien (kriteeri R) yksinkertaisten alle 1 m pituisten seinien minimipituus eri palonkestävyysluokissa.

| SEINÄN<br>PAKSUUS (mm) | MUURATUN PILARIN PIENIN SIVUMITTA (mm) |     |     |      |      |      |
|------------------------|----------------------------------------|-----|-----|------|------|------|
|                        | R30                                    | R60 | R90 | R120 | R180 | R240 |
| 130                    | 490                                    | 900 | -   | -    | -    | -    |
| 200                    | 365                                    | 490 | 600 | 1000 | -    | -    |
| 235                    | 300                                    | 365 | 490 | 600  | 1000 | -    |
| 300                    | 235                                    | 300 | 365 | 490  | 600  | 1000 |
| 365                    | 200                                    | 235 | 300 | 365  | 490  | 600  |

## 4.3 Palotekninen mitoitus

Kahi-seinien palomitoitus voidaan tehdä taulukoiden 3 ja 4 avulla.

Ulkoseinien palonkestävyysluokka määräytyy yleensä sisäkuoren palonkestävyysluokan perusteella. Poikkeuksena on REI-paloluokka, jossa palonkestävyysluokkaa määritettäessä voidaan haluttaessa hyödyntää myös rakoseinän ulkokuoren paksuutta, mikäli Kahi-kuorien välissä käytetty eriste on palamatonta. Ulkoseinää jäykistävän väliseinän paloluokan tulee normaalisti olla vähintään yhtä hyvä kuin on ulkoseinälle asetettu paloluokkavaatimus.

Muurattujen pilareiden tulee täyttää eri palonkestävyysluokissa taulukossa 4 esitetty pienintä sivumittaa koskeva vaatimus.

Jäykistävän seinän paloluokan tulee olla vähintään yhtä hyvä, kuin on jäykistettävälle seinärakenteelle asetettu paloluokkavaatimus. Umpinaisilla tiili- ja harkkokappaleilla saavutetaan parempi REI-paloluokka kuin vastaavan paksuisilla reiällisillä kappaleilla. Taulukkojen 3 ja 4 arvot saavutetaan Kahi-harkkoseinien normaalilla 0–2 mm pystysaumaleveydellä ilman pystysaumalaastia ja tasoittamista. Suosittelemme kuitenkin laastittomin pystysaumoin ohutsaumamuura- tuissa Kahi-harkkoseinissä ainakin toispuolista tasoittamista ulkonäkö, ilmatiiviy- ja ääneneristävyyssyistä.

Muuratuille seinille, joissa on käytetty mittatarkkoja muurauskappaleita muurattuna laastittomilla pystysaumoilla, joiden raon leveys on yli 2 mm, mutta alle 5 mm, voidaan käyttää taulukkomitoitusta edellyttäen, että ainakin yhdellä puolella on käytetty vähintään 1 mm paksuista rappauserrosta. Tällaisissa tapauksissa käytetään palonkestävyyttä, joka on annettu ilman pinnoitetta oleville seinille. Seinille, joiden pystysaumojen raon leveys on enintään 2 mm, ei vaadita lisäpinnoitetta käytettäessä taulukkoarvoja (EN 1996-1-2), jotka on annettu ilman pinnoitetta oleville seinille. Muuratuille seinille, joissa on käytetty pontattuja muurauskappaleita muurattuna laastittomilla pystysaumoilla, joiden raon leveys on alle 5 mm, voidaan käyttää taulukkoarvoja, jotka on annettu ilman pinnoitetta oleville seinille.

Leveät seinät voidaan toteuttaa käyttämällä vierekkäin kahta toisiinsa sidottua tiiltä tai harkkoa, taikka asentamalla kappaleet niin että seinän paksuudeksi muodostuu kappaleen pituus.

Jos seinien palonkestävyys suunnitellaan toimivaksi standardin EN 1996-1-2 Eurocode 6 – Muurattujen rakenteiden suunnittelu – Osa 1–2: Yleiset säännöt – Rakenteiden palomitoitus mukaisesti, saavutetaan Kahi Desibeliponttiharkkoseinillä luokat REI-M90 ja EI-M90.

REI-M120 ja EI-M120-luokkiin päästään kahdesta tiilestä tai harkosta muuratulla vähintään 300 mm paksulla Kahi-seinällä. REI-M180 ja EI-M180 luokissa vaaditaan vähintään 350 mm paksuinen Kahi-seinä.

### Rakoseinät ja seinät, joiden seinäpuoliskoja ei ole sidottu toisiinsa

Kun molemmat rakoseinän seinäpuoliskot ovat kantavia, niillä on suunnilleen sama kuorma ja seinäpuoliskot ovat suunnilleen yhtä paksut, rakoseinän palonkestävyys määritetään samanarvoisen yksinkertaisen seinän palonkestävyytenä, jonka paksuus on molempien seinäpuoliskojen paksuuksien summa, edellyttäen, että raossa ei ole palavaa materiaalia.

Kun vain toinen rakoseinän seinäpuoliskoista on kantava, rakoseinän palonkestävyys on tavallisesti parempi kuin jos vain kantavan seinäpuoliskon oletetaan toimivan yksinkertaisena seinänä.

Kun rakoseinän molemmat seinäpuoliskot ovat ei-kantavia, voidaan palonkestävyys määrittää seinäpuoliskojen palonkestävyyksien summana. Palonkestävyys on kuitenkin enintään 240 min, kun määritys tapahtuu tämän standardin EN 1996-1-2 mukaisesti.

Kahdesta toisistaan riippumattomasta seinäpuoliskosta koostuvan seinän, jonka seinäpuoliskoja ei ole sidottu toisiinsa, palonkestävyys määritetään standardin EN 1996-1-2 liitteen B taulukoiden avulla kuten jos palo kohdistuisi yksinkertaiseen kantavaan tai ei-kantavaan seinään.

Tarkemmat tiedot muurattujen rakenteiden palomitoituksesta löytyvät standardista EN 1996-1-2.

### Liitokset ja saumat

Ala-, väli- tai yläpohjan tulee toimia seinän ala- ja yläpäässä vaakasuuntaisena tukena, ellei seinän stabiiliutta normaalioloissa varmisteta muilla tavoin kuten esimerkiksi tukipilarein tai erikoissitein.

Seinissä olevat saumat, liikuntasauamat mukaan lukien, tai seinän ja muun paloa erottavan rakenneosan väliset saumat tulee suunnitella ja rakentaa siten, että seinälle asetetut palonkestävyysvaatimukset saavutetaan.

Kun liikuntasaumoissa vaaditaan paloeristäviä kerroksia, niiden tulee koostua mineraalipohjaisista materiaaleista, joiden sulamispiste on vähintään +1000 °C. Kaikkien saumojen tulee olla tiiviitä niin, että seinän liike ei vaikuta heikentävästi palonkestävyyteen. Jos käytetään muita materiaaleja, tulee kokein osoittaa, että ne täyttävät kriteerit E ja I (ks. EN 1366: osa 4).

Muurattujen ei-kantavien seinien väliset liitokset tehdään standardin EN 1996-2 tai muiden soveltuvien ohjeiden mukaisesti.

Muurattujen kantavien seinien väliset liitokset tehdään standardin EN 1996-1-1 tai muiden soveltuvien ohjeiden mukaisesti.

Palomuurien liitokset raudoitettuun tai raudoittamattomaan betoniin ja muurattuihin rakenteisiin, kun liitokselta edellytetään mekaanista iskunkestävyyttä (ts. liitokset, joilta edellytetään standardin EN 1363-2 mukaista mekaanisen iskun kestävyyttä), tehdään täysinäisin laasti- tai betonisaumoin tai niissä käytetään asianmukaisesti suojattuja mekaanisia liittimiä.

### Kiinnikkeet, putket ja kaapelit

Ei-kantavissa seinissä pystysuorien roilojen ja syvennysten kohdalla jätetään jäljelle vähintään 2/3 vaaditusta seinän minimipaksuudesta, kuitenkin vähintään 60 mm mukaan lukien kiinteästi liittyvät palosuojapinnoitteet kuten rappaus.

Vaakasuurien ja vinojen roilojen ja syvennysten kohdalla jätetään jäljelle vähintään 5/6 vaaditusta seinän minimipaksuudesta, kuitenkin vähintään 60 mm mukaan lukien kiinteästi liittyvät palosuojapinnoitteet kuten rappaus. Vaakasuuria ja vinoja roiloja ja syvennyksiä ei sijoiteta seinän korkeuden keskimmaiselle kolmannekselle. Ei-kantavassa seinässä yksittäisten roilojen ja syvennysten leveys on enintään kaksi kertaa vaadittu seinän minimipaksuus mukaan lukien kiinteästi liittyvät palosuojapinnoitteet kuten rappaus.

Kappaleessa 8 on käsitelty pysty- ja vaakasuorien railojen ja syvennyksien enimmäismitat.

Ei-kantavien seinien, joissa railot ja syvennykset eivät täytä em. kohtien ehtoja, palonkestävyys määritetään standardin EN 1364 mukaisin kokein.

Yksittäiset kaapelit voivat mennä seinän läpi rei'issä, jotka on tukittu laastilla. Lisäksi palamattomat putket aina 100 mm läpimittaan saakka voivat mennä seinän läpi rei'issä, jotka on putken ympäriltä täytetty palamattomalla materiaalilla, kunhan putkien kautta läpimenevä lämpö ei estä lämpötilavaatimusten E ja I toteutumista eikä laajeneminen vaikuta haitallisesti palonkestävyyteen.

Muita materiaaleja kuin laastia voidaan käyttää edellyttäen, että ne ovat EN-standardien mukaisia.

Palavasta materiaalista tehty kaapeli- tai putkiryhmiä, tai yksittäiset kaapelit rei'issä, joita ei ole tukittu laastilla, voivat mennä seinän läpi vain, jos joko: läpivientien tiivistysmenetelmä on todettu standardin EN 1366 osan 3 mukaisin testein tai kun noudatetaan riittävän kokemukseen perustuvia ohjeita.

## 4.4 Äänitekninen mitoitus

Rakenteiden akustiset ominaisuudet tulee suunnitella Ympäristöministeriön asetuksen rakennuksen ääniympäristöstä (796/2017) mukaisesti.

Asetuksessa säädetään rakennusten ääneneristyksestä, melun- ja värinäntorjunnasta ja ääniolosuhteista sekä rakennusten piha- ja oleskelualueiden ja oleskeluun käytettävien par-vekkeiden meluntorjunnasta ja ääniolosuhteista.

Asetusta sovelletaan rakennuksiin, joissa on asuntoja, maajoitus- tai potilashuoneita, taikka opetus-, kokous-, ruokailu-, hoito-, harrastus-, liikunta- tai toimistotiloja.

Asetusta sovelletaan uuden rakennuksen rakentamiseen, rakennuksen korjaus- ja muu-tostyöhön sekä rakennuksen käyttötarkoituksen muuttamiseen maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) mukaisessa rakentamisen suunnittelussa, lupamenettelyssä ja valvonnassa. Asetuksessa on määritetty vaatimukset uuden rakennuksen ääneneristykselle – esim. pienin sallittu äänitasoeroluku  $D_{nT,W}$  on 55 dB.

Tilaaja voi asettaa muitakin äänitekniisiä vaatimuksia. Kahi-väliseinärakenteiden  $R_w$ -arvot on esitetty taulukossa 5.

**TAULUKKO 5. Kahi-harkko- ja tiiliseinien  $R_w$ -arvot (laskennalliset arvot perustuvat standardiin DIN 4109-32 ja EN 12354)**

| SEINÄTYYPPI                                                                                                                                                                                                  | ILMAÄÄNENERISTYSLUKU                              | SEINÄN PAKSUUS (mm) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------|
| Väliseinäponti 300x85x198 mm + 5 mm tasoite <sup>1)</sup> molemmin puolin                                                                                                                                    | $R_w=43$ dB                                       | 95                  |
| Väliseinäponti 300x85x198 mm + 10 mm tasoite <sup>1)</sup> molemmin puolin                                                                                                                                   | $R_w=45$ dB                                       | 105                 |
| Runkoponti 300x130x198 mm + 5 mm tasoite <sup>1)</sup> molemmin puolin                                                                                                                                       | $R_w(C_{50-3150}; C_{tr50-3150}) = 50$ (-1;-5) dB | 140                 |
| Runkoponti 300x130x198 mm + 10 mm tasoite <sup>1)</sup> molemmin puolin                                                                                                                                      | $R_w(C_{50-3150}; C_{tr50-3150}) = 51$ (-1;-5) dB | 150                 |
| Runkoponti Umpinainen 300x130x198 mm + 5 mm tasoite <sup>1)</sup> molemmin puolin                                                                                                                            | $R_w=51$ dB                                       | 140                 |
| Runkoponti Umpinainen 300x130x198 mm + 10 mm tasoite <sup>1)</sup> molemmin puolin                                                                                                                           | $R_w=51$ dB                                       | 150                 |
| Viisteharkko 300x130x198 mm puhtaaksimuurattu                                                                                                                                                                | $R_w=47$ dB                                       | 130                 |
| Desibeliponti 300x240x128 mm + 5 mm tasoite <sup>1)</sup> molemmin puolin                                                                                                                                    | $R_w(C_{50-3150}; C_{tr50-3150}) = 58$ (-1;-5) dB | 250                 |
| Desibeliponti 300x240x128 mm + 10 mm tasoite <sup>1)</sup> molemmin puolin                                                                                                                                   | $R_w(C_{50-3150}; C_{tr50-3150}) = 59$ (-1;-5) dB | 260                 |
| Kaksinkertainen seinärakenne: Väliseinäponttiharkko + ilmapäli, jossa pehmeää mineraalivillaa 40 mm (50 mm raon suuruus) + Väliseinäponti harkko + 5 mm tasoite <sup>1)</sup> molemmin puolin <sup>2)</sup>  | $R_w(C_{50-3150}; C_{tr50-3150}) = 79$ (-2;-7) dB | 230                 |
| Kaksinkertainen seinärakenne: Väliseinäponti harkko + ilmapäli, jossa pehmeää mineraalivillaa 40 mm (50 mm raon suuruus) + Väliseinäponti harkko + 10 mm tasoite <sup>1)</sup> molemmin puolin <sup>2)</sup> | $R_w(C_{50-3150}; C_{tr50-3150}) = 78$ (-3;-7) dB | 240                 |
| NKH 270x130x75 mm puhtaaksimuurattu                                                                                                                                                                          | $R_w=50$ dB                                       | 130                 |
| NKH 270x130x75 mm + 5 mm tasoite <sup>1)</sup> molemmin puolin                                                                                                                                               | $R_w=51$ dB                                       | 140                 |
| NKH 270x130x75 mm + 10 mm tasoite <sup>1)</sup> molemmin puolin                                                                                                                                              | $R_w=51$ dB                                       | 150                 |
| KH 270x198x75 mm puhtaaksimuurattu                                                                                                                                                                           | $R_w= 55$ dB                                      | 198                 |
| KH 270x198x75 mm + 5 mm tasoite <sup>1)</sup> molemmin puolin                                                                                                                                                | $R_w= 56$ dB                                      | 208                 |
| KH 270x198x75 mm + 10 mm tasoite <sup>1)</sup> molemmin puolin                                                                                                                                               | $R_w= 56$ dB                                      | 218                 |
| MKH 285x85x85 mm puhtaaksimuuraus                                                                                                                                                                            | $R_w=44$ dB                                       | 85                  |
| MKH 285x85x85 mm + 5 mm tasoite <sup>1)</sup> molemmin puolin                                                                                                                                                | $R_w= 45$ dB                                      | 95                  |
| MKH 285x85x85 mm + 10 mm tasoite <sup>1)</sup> molemmin puolin                                                                                                                                               | $R_w= 46$ dB                                      | 105                 |

<sup>1)</sup> Tasoite: sementtipohjainen (tiheys=1700 kg/m<sup>3</sup>).

<sup>2)</sup> Kaksinkertainen rakenne: rakenteellinen kytkentä yhteisen perustuksen/väli-pohjan kautta vaikuttaa ilmaääneneristävyyteen. Tämä huomioitava sivutietytymälaskelmissa. Kaksinkertaisten seinien arvot ilman sidelankoja – käytettäessä sidelankoja 4 kpl/m<sup>2</sup> alenee ääneneristävyys 2–3 dB taulukon arvoista. Tasoitettuna halkaistua perustusta käyttäen (syvyys ≥ 400 mm). Lopulliseen tilanteeseen kentällä vaikuttaa erottavan rakenteen lisäksi myös tilojen sivuavat rakenteet, jotka puolestaan muuttavat erottavan rakenteen värähtelykäyttäytymistä, mutta toimivat myös äänen sivutietytymäläreitteinä. Sivutietytymillä on tilojen välistä ääneneristystä heikentävä vaikutus. Erottavan rakenteen tuennan muutoksilla on vaihteleva vaikutus tilojen väliseen ääneneristykseen. Esitetyt arvot kuvaavat ilmapäillisen rakenteen ääneneristystä ilman rakenteellisia kytkentöjä, jolloin ääni kulkee vain ilmapälin kautta ja erotus on täydellinen. Käytännössä jokin kytkentä tai sivutietytymäläreitti syntyy riippuen liitosten toteutustavasta esim. yhteisestä lattiasta/perustuksesta. Tämä näkyy sivutietytymälaskelmissa siten, että saavutettavat tasot eivät ole em. esitettyjä pelkän rakenteen arvoja.

Rakenteita suunniteltaessa tulee myös huomioida etteivät käytetyt liittymäratkaisut ja liittyvät rakenteet merkittävästi huononna seinän ääneneristävyyttä.

## Laskentaperusteet

Lopulliseen tilanteeseen kentällä vaikuttaa erottavan rakenteen lisäksi myös tiloja sivuavat rakenteet, jotka puolestaan muuttavat erottavan rakenteen värähtelykäyttäytymistä, mutta toimivat myös äänen sivutiesiirtymäreitteinä. Sivutiesiirtymillä on tilojen välistä ääneneristystä heikentävä vaikutus. Erottavan rakenteen tuennan muutoksilla on vaihteleva vaikutus tilojen väliseen ääneneristykseen.

Laskenta suoritetaan standardin ISO 12354-1 mukaan. Laskentamenetelmä ei ota huomioon tilojen mitat, erottavan ja sivuavien rakenteiden ääneneristävyydet, pinta-alat, pinta-massat, liitostavat ja rakennekohtaiset verhoilurakenteet/päällysteet.

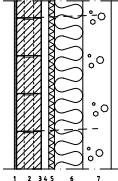
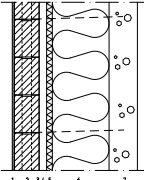
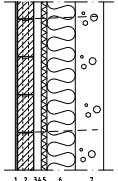
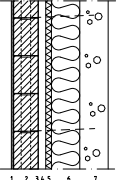
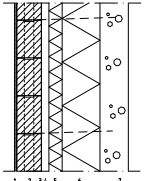
Rakennuksen ulkoseinämaterialilta vaadittava ääneneristävyyden määräytyy koko rakennusvaipalta vaadittavan keskimääräisen ääneneristävyyden perusteella. Yleisimmin ulkovaipan ääneneristävyyden laskennassa käytetään Ympäristöministeriön julkaisemaa "Rakennuksen julkisivun ääneneristävyyden mitoittaminen" -opasta.

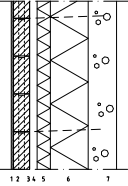
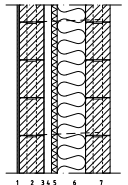
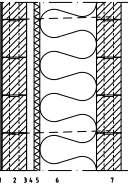
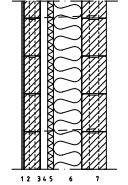
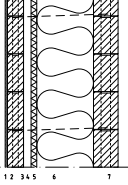
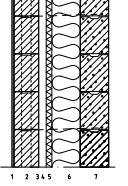
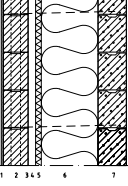
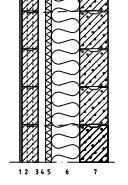
Vaadittava äänitasoero  $\Delta L$  annetaan kaavoituksen tai rakennusluvan myöntämisen yhteydessä. Vaaditun äänitasoeron perusteella lasketaan oppaan kaavoilla mikä tulee olla ulkoseinärakenteelta vaadittu  $R_w + C_{tr}$ -arvo.

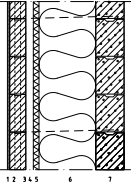
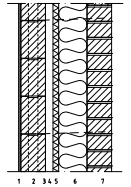
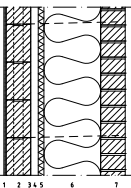
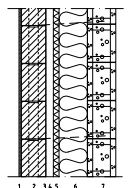
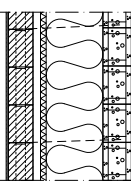
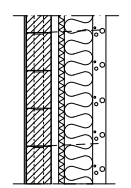
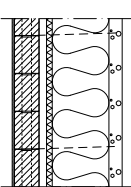
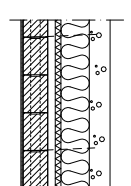
Taulukossa 6 on esitetty ilmaääneneristysluvun  $R_w$ - ja liikennemelun ilmaääneneristysluvun  $R_w + C_{tr}$ -arvot. Kahi-Facade- ja täystiiliulko-seinäarkenteita voidaan käyttää kaikilla Suomessa asuin- tai toimistokäyttöön sallituilla alueilla.

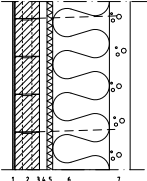
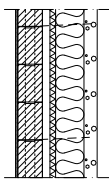
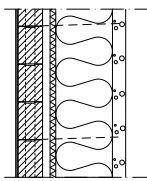
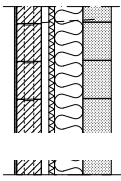
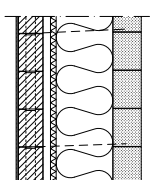
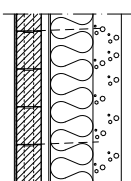
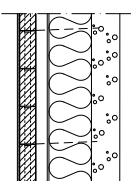
Käyttämällä erinomaisen ääneneristävyyden omaavia Kahi-ulkoseiniä voidaan usein korvata esimerkiksi lentomelualueilla muuten tarpeellisia kalliita vaimennusrakenteita ja erikoisikkunoita.

**TAULUKKO 6.** Ilmaääneneristysluvut  $R_w$ -, raide- ja lentomelua vastaan  $R_w + C$  sekä tieliikennemelua vastaan  $R_w + C_{tr}$

| SEINÄN RAKENNE                                                                      |        |   |                                                    | $R_w$ | $R_w + C$ | $R_w + C_{tr}$ |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|---|----------------------------------------------------|-------|-----------|----------------|
|   | 12 mm  | 1 | Weber kaksikerrosrappaus                           | 64    | 62        | 56             |
|                                                                                     | 130 mm | 2 | Kahi Facade -harkko                                |       |           |                |
|                                                                                     |        | 3 | Muuraussiteet d=4 mm, 4 kpl/m <sup>2</sup>         |       |           |                |
|                                                                                     | 40 mm  | 4 | Tuuletusväli                                       |       |           |                |
|                                                                                     | 30 mm  | 5 | Tuulensuojariste, esim. ISOVER FACADE              |       |           |                |
|                                                                                     | 150 mm | 6 | Mineraalivilla, esim. ISOVER PREMIUM 33/EXTREME 32 |       |           |                |
|                                                                                     | 150 mm | 7 | Teräsbetoni                                        |       |           |                |
|  | 12 mm  | 1 | Weber kaksikerrosrappaus                           | 65    | 63        | 57             |
|                                                                                     | 130 mm | 2 | Kahi Facade -harkko                                |       |           |                |
|                                                                                     |        | 3 | Muuraussiteet d=4 mm, 4 kpl/m <sup>2</sup>         |       |           |                |
|                                                                                     | 40 mm  | 4 | Tuuletusväli                                       |       |           |                |
|                                                                                     | 30 mm  | 5 | Tuulensuojariste, esim. ISOVER FACADE              |       |           |                |
|                                                                                     | 300 mm | 6 | Mineraalivilla, esim. ISOVER PREMIUM 33/EXTREME 32 |       |           |                |
|                                                                                     | 150 mm | 7 | Teräsbetoni                                        |       |           |                |
|  | 12 mm  | 1 | Weber kaksikerrosrappaus                           | 63    | 61        | 55             |
|                                                                                     | 85 mm  | 2 | Kahi Facade -harkko                                |       |           |                |
|                                                                                     |        | 3 | Muuraussiteet d=4 mm, 4 kpl/m <sup>2</sup>         |       |           |                |
|                                                                                     | 40 mm  | 4 | Tuuletusväli                                       |       |           |                |
|                                                                                     | 30 mm  | 5 | Tuulensuojariste, esim. ISOVER FACADE              |       |           |                |
|                                                                                     | 150 mm | 6 | Mineraalivilla, esim. ISOVER PREMIUM 33/EXTREME 32 |       |           |                |
|                                                                                     | 150 mm | 7 | Teräsbetoni                                        |       |           |                |
|  | 12 mm  | 1 | Weber kaksikerrosrappaus                           | 64    | 62        | 56             |
|                                                                                     | 130 mm | 2 | Kahi Facade -harkko                                |       |           |                |
|                                                                                     |        | 3 | Muuraussiteet d=4 mm, 4 kpl/m <sup>2</sup>         |       |           |                |
|                                                                                     | 40 mm  | 4 | Tuuletusväli                                       |       |           |                |
|                                                                                     | 30 mm  | 5 | Tuulensuojariste, esim. ISOVER FACADE              |       |           |                |
|                                                                                     | 150 mm | 6 | Mineraalivilla, esim. ISOVER PREMIUM 33/EXTREME 32 |       |           |                |
|                                                                                     | 150 mm | 7 | Teräsbetoni                                        |       |           |                |
|  | 12 mm  | 1 | Weber kaksikerrosrappaus                           | 64    | 62        | 57             |
|                                                                                     | 130 mm | 2 | Kahi Facade -harkko                                |       |           |                |
|                                                                                     |        | 3 | Muuraussiteet d=4 mm, 4 kpl/m <sup>2</sup>         |       |           |                |
|                                                                                     | 40 mm  | 4 | Tuuletusväli                                       |       |           |                |
|                                                                                     | 70 mm  | 5 | Polyuretaanieristelevy Kingspan Therma TW50        |       |           |                |
|                                                                                     | 200 mm | 6 | Polyuretaanieristelevy kingspan Therma TW50        |       |           |                |
|                                                                                     | 150 mm | 7 | Teräsbetoni                                        |       |           |                |

| SEINÄN RAKENNE                                                                      |                                                       |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                       | $R_w$ | $R_w + C$ | $R_w + C_{tr}$ |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------|----------------|
|    | 12 mm<br>85 mm<br>40 mm<br>70 mm<br>200 mm<br>150 mm  | 1<br>2<br>3<br>4<br>5<br>6<br>7 | Weber kaksikerrosrappaus<br>Kahi Facade -harkko<br>Muuraussiteet d=4 mm, 4 kpl/m <sup>2</sup><br>Tuuletusväli<br>Polyuretaanieristelevy Kingspan Therma TW50<br>Polyuretaanieristelevy kingspan Therma TW50<br>Teräsbetoni                            | 63    | 62        | 56             |
|    | 12 mm<br>130 mm<br>40 mm<br>30 mm<br>150 mm<br>130 mm | 1<br>2<br>3<br>4<br>5<br>6<br>7 | Weber kaksikerrosrappaus<br>Kahi Facade -harkko<br>Muuraussiteet d=4 mm, 4 kpl/m <sup>2</sup><br>Tuuletusväli<br>Tuulensuojaeriste, esim. ISOVER FACADE<br>Mineraalivilla, esim. ISOVER PREMIUM 33/EXTREME 32<br>Kahi Runkopontti                     | 59    | 57        | 53             |
|    | 12 mm<br>130 mm<br>40 mm<br>30 mm<br>300 mm<br>130 mm | 1<br>2<br>3<br>4<br>5<br>6<br>7 | Weber kaksikerrosrappaus<br>Kahi Facade -harkko<br>Muuraussiteet d=4 mm, 4 kpl/m <sup>2</sup><br>Tuuletusväli<br>Tuulensuojaeriste, esim. ISOVER FACADE<br>Mineraalivilla, esim. ISOVER PREMIUM 33/EXTREME 32<br>Kahi Runkopontti                     | 60    | 58        | 54             |
|   | 12 mm<br>85 mm<br>40 mm<br>30 mm<br>150 mm<br>130 mm  | 1<br>2<br>3<br>4<br>5<br>6<br>7 | Weber kaksikerrosrappaus<br>Kahi Facade -harkko<br>Muuraussiteet d=4 mm, 4 kpl/m <sup>2</sup><br>Tuuletusväli<br>Tuulensuojaeriste, esim. ISOVER FACADE<br>Mineraalivilla, esim. ISOVER PREMIUM 33/EXTREME 32<br>Kahi Runkopontti                     | 57    | 56        | 52             |
|  | 12 mm<br>85 mm<br>40 mm<br>30 mm<br>300 mm<br>130 mm  | 1<br>2<br>3<br>4<br>5<br>6<br>7 | Weber kaksikerrosrappaus<br>Kahi Facade -harkko<br>Muuraussiteet d=4 mm, 4 kpl/m <sup>2</sup><br>Tuuletusväli<br>Tuulensuojaeriste, esim. ISOVER FACADE<br>Mineraalivilla, esim. ISOVER PREMIUM 33/EXTREME 32<br>Kahi Runkopontti                     | 58    | 57        | 53             |
|  | 12 mm<br>130 mm<br>40 mm<br>30 mm<br>150 mm<br>150 mm | 1<br>2<br>3<br>4<br>5<br>6<br>7 | Weber kaksikerrosrappaus<br>Kahi Facade -harkko<br>Muuraussiteet d=4 mm, 4 kpl/m <sup>2</sup><br>Tuuletusväli<br>Tuulensuojaeriste, esim. ISOVER FACADE<br>Mineraalivilla, esim. ISOVER PREMIUM 33/EXTREME 32<br>Leca-harkko (900 kg/m <sup>3</sup> ) | 56    | 54        | 50             |
|  | 12 mm<br>130 mm<br>40 mm<br>30 mm<br>300 mm<br>150 mm | 1<br>2<br>3<br>4<br>5<br>6<br>7 | Weber kaksikerrosrappaus<br>Kahi Facade -harkko<br>Muuraussiteet d=4 mm, 4 kpl/m <sup>2</sup><br>Tuuletusväli<br>Tuulensuojaeriste, esim. ISOVER FACADE<br>Mineraalivilla, esim. ISOVER PREMIUM 33/EXTREME 32<br>Leca-harkko (900 kg/m <sup>3</sup> ) | 57    | 55        | 51             |
|  | 12 mm<br>85 mm<br>40 mm<br>30 mm<br>150 mm<br>150 mm  | 1<br>2<br>3<br>4<br>5<br>6<br>7 | Weber kaksikerrosrappaus<br>Kahi Facade -harkko<br>Muuraussiteet d=4 mm, 4 kpl/m <sup>2</sup><br>Tuuletusväli<br>Tuulensuojaeriste, esim. ISOVER FACADE<br>Mineraalivilla, esim. ISOVER PREMIUM 33/EXTREME 32<br>Leca-harkko (900 kg/m <sup>3</sup> ) | 54    | 53        | 49             |

| SEINÄN RAKENNE                                                                      |                                                       |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                  | $R_w$ | $R_w + C$ | $R_w + C_{tr}$ |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------|----------------|
|    | 12 mm<br>85 mm<br>40 mm<br>30 mm<br>300 mm<br>150 mm  | 1<br>2<br>3<br>4<br>5<br>6<br>7 | Weber kaksikerrosrappaus<br>Kahi Facade -harkko<br>Muuraussiteet d=4 mm, 4 kpl/m <sup>2</sup><br>Tuuletusväli<br>Tuulensuojaeriste, esim. ISOVER FACADE<br>Mineraalivilla, esim. ISOVER PREMIUM 33/EXTREME 32<br>Leca-harkko (900 kg/m <sup>3</sup> )            | 56    | 54        | 50             |
|    | 12 mm<br>130 mm<br>40 mm<br>30 mm<br>150 mm<br>130 mm | 1<br>2<br>3<br>4<br>5<br>6<br>7 | Weber kaksikerrosrappaus<br>Kahi Facade -harkko<br>Muuraussiteet d=4 mm, 4 kpl/m <sup>2</sup><br>Tuuletusväli<br>Tuulensuojaeriste, esim. ISOVER FACADE<br>Mineraalivilla, esim. ISOVER PREMIUM 33/EXTREME 32<br>Poltettu tiili NRT                              | 57    | 55        | 50             |
|    | 12 mm<br>130 mm<br>40 mm<br>30 mm<br>300 mm<br>130 mm | 1<br>2<br>3<br>4<br>5<br>6<br>7 | Weber kaksikerrosrappaus<br>Kahi Facade -harkko<br>Muuraussiteet d=4 mm, 4 kpl/m <sup>2</sup><br>Tuuletusväli<br>Tuulensuojaeriste, esim. ISOVER FACADE<br>Mineraalivilla, esim. ISOVER PREMIUM 33/EXTREME 32<br>Poltettu tiili NRT                              | 58    | 56        | 51             |
|   | 12 mm<br>130 mm<br>40 mm<br>30 mm<br>150 mm<br>150 mm | 1<br>2<br>3<br>4<br>5<br>6<br>7 | Weber kaksikerrosrappaus<br>Kahi Facade -harkko<br>Muuraussiteet d=4 mm, 4 kpl/m <sup>2</sup><br>Tuuletusväli<br>Tuulensuojaeriste, esim. ISOVER FACADE<br>Mineraalivilla, esim. ISOVER PREMIUM 33/EXTREME 32<br>Betonimuottiharkko (≈2200kg kg/m <sup>3</sup> ) | 62    | 61        | 55             |
|  | 12 mm<br>130 mm<br>40 mm<br>30 mm<br>300 mm<br>150 mm | 1<br>2<br>3<br>4<br>5<br>6<br>7 | Weber kaksikerrosrappaus<br>Kahi Facade -harkko<br>Muuraussiteet d=4 mm, 4 kpl/m <sup>2</sup><br>Tuuletusväli<br>Tuulensuojaeriste, esim. ISOVER FACADE<br>Mineraalivilla, esim. ISOVER PREMIUM 33/EXTREME 32<br>Betonimuottiharkko (≈2200kg kg/m <sup>3</sup> ) | 63    | 62        | 56             |
|  | 12 mm<br>130 mm<br>40 mm<br>30 mm<br>150 mm<br>70 mm  | 1<br>2<br>3<br>4<br>5<br>6<br>7 | Weber kaksikerrosrappaus<br>Kahi Facade -harkko<br>Muuraussiteet d=4 mm, 4 kpl/m <sup>2</sup><br>Tuuletusväli<br>Tuulensuojaeriste, esim. ISOVER FACADE<br>Mineraalivilla, esim. ISOVER PREMIUM 33/EXTREME 32<br>Teräsbetoni                                     | 58    | 56        | 52             |
|  | 12 mm<br>130 mm<br>40 mm<br>30 mm<br>300 mm<br>70 mm  | 1<br>2<br>3<br>4<br>5<br>6<br>7 | Weber kaksikerrosrappaus<br>Kahi Facade -harkko<br>Muuraussiteet d=4 mm, 4 kpl/m <sup>2</sup><br>Tuuletusväli<br>Tuulensuojaeriste, esim. ISOVER FACADE<br>Mineraalivilla, esim. ISOVER PREMIUM 33/EXTREME 32<br>Teräsbetoni                                     | 59    | 57        | 53             |
|  | 12 mm<br>130 mm<br>40 mm<br>30 mm<br>150 mm<br>110 mm | 1<br>2<br>3<br>4<br>5<br>6<br>7 | Weber kaksikerrosrappaus<br>Kahi Facade -harkko<br>Muuraussiteet d=4 mm, 4 kpl/m <sup>2</sup><br>Tuuletusväli<br>Tuulensuojaeriste, esim. ISOVER FACADE<br>Mineraalivilla, esim. ISOVER PREMIUM 33/EXTREME 32<br>Vanha Sandwich-elementin sisäkuori              | 60    | 58        | 54             |

| SEINÄN RAKENNE                                                                      |                                                           |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                     | $R_w$ | $R_w + C$ | $R_w + C_{tr}$ |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------|----------------|
|    | 12 mm<br>130 mm<br><br>40 mm<br>30 mm<br>300 mm<br>110 mm | 1<br>2<br>3<br>4<br>5<br>6<br>7 | Weber kaksikerrosrappaus<br>Kahi Facade -harkko<br>Muuraussiteet d=4 mm, 4 kpl/m <sup>2</sup><br>Tuuletusväli<br>Tuulensuojaeriste, esim. ISOVER FACADE<br>Mineraalivilla, esim. ISOVER PREMIUM 33/EXTREME 32<br>Vanha Sandwich-elementin sisäkuori | 62    | 60        | 55             |
|    | 12 mm<br>130 mm<br><br>40 mm<br>30 mm<br>150 mm<br>70 mm  | 1<br>2<br>3<br>4<br>5<br>6<br>7 | Weber kaksikerrosrappaus<br>Kahi Facade -harkko<br>Muuraussiteet d=4 mm, 4 kpl/m <sup>2</sup><br>Tuuletusväli<br>Tuulensuojaeriste, esim. ISOVER FACADE<br>Mineraalivilla, esim. ISOVER PREMIUM 33/EXTREME 32<br>Vanha Sandwich-elementin sisäkuori | 58    | 56        | 52             |
|    | 12 mm<br>130 mm<br><br>40 mm<br>30 mm<br>300 mm<br>70 mm  | 1<br>2<br>3<br>4<br>5<br>6<br>7 | Weber kaksikerrosrappaus<br>Kahi Facade -harkko<br>Muuraussiteet d=4 mm, 4 kpl/m <sup>2</sup><br>Tuuletusväli<br>Tuulensuojaeriste, esim. ISOVER FACADE<br>Mineraalivilla, esim. ISOVER PREMIUM 33/EXTREME 32<br>Vanha Sandwich-elementin sisäkuori | 59    | 57        | 53             |
|   | 12 mm<br>130 mm<br><br>40 mm<br>30 mm<br>150 mm<br>150 mm | 1<br>2<br>3<br>4<br>5<br>6<br>7 | Weber kaksikerrosrappaus<br>Kahi Facade -harkko<br>Muuraussiteet d=4 mm, 4 kpl/m <sup>2</sup><br>Tuuletusväli<br>Tuulensuojaeriste, esim. ISOVER FACADE<br>Mineraalivilla, esim. ISOVER PREMIUM 33/EXTREME 32<br>Kevytbetoni                        | 53    | 52        | 48             |
|  | 12 mm<br>130 mm<br><br>40 mm<br>30 mm<br>300 mm<br>150 mm | 1<br>2<br>3<br>4<br>5<br>6<br>7 | Weber kaksikerrosrappaus<br>Kahi Facade -harkko<br>Muuraussiteet d=4 mm, 4 kpl/m <sup>2</sup><br>Tuuletusväli<br>Tuulensuojaeriste, esim. ISOVER FACADE<br>Mineraalivilla, esim. ISOVER PREMIUM 33/EXTREME 32<br>Kevytbetoni                        | 54    | 53        | 48             |
|  | 12 mm<br>130 mm<br><br>40 mm<br>9 mm<br>255 mm<br>150 mm  | 1<br>2<br>3<br>4<br>5<br>6<br>7 | Weber kaksikerrosrappaus<br>Kahi Facade -harkko<br>Muuraussiteet d=4 mm, 4 kpl/m <sup>2</sup><br>Tuuletusväli<br>Tuulensuojakipsilevy Cembrit Windstopper Basic<br>Puu-/teräsranka k600, välissä mineraalivilla<br>Teräsbetoni                      | 61    | 59        | 55             |
|  | 12 mm<br>85 mm<br><br>40 mm<br>9 mm<br>225 mm<br>150 mm   | 1<br>2<br>3<br>4<br>5<br>6<br>7 | Weber kaksikerrosrappaus<br>Kahi Facade -harkko<br>Muuraussiteet d=4 mm, 4 kpl/m <sup>2</sup><br>Tuuletusväli<br>Tuulensuojakipsilevy Cembrit Windstopper Basic<br>Puu-/teräsranka k600, välissä mineraalivilla<br>Teräsbetoni                      | 60    | 59        | 54             |
| Kahi Täystiiliseinä                                                                 |                                                           |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                     | 62    | 60        | 55             |
| Kahi Facade -verhottu puuelementtiseinä                                             |                                                           |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                     | 56    | 55        | 51             |
| SerpoTherm eristerapattu Kahi-seinä                                                 |                                                           |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                     | 47    | 44        | 41             |

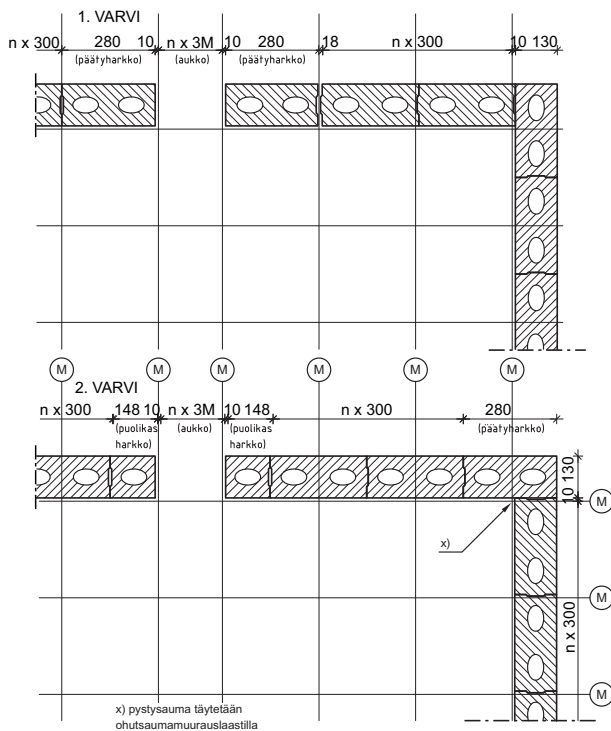
# 5 Moduulimitoitus

Moduulimitoitus helpottaa kokonaisuuden suunnittelua karsimalla tarpeettomia mittavaihteluita ja varmistaa, että esivalmisteiset osat sopivat niille varattuihin tiloihin ja aukkoihin. Moduulimitat ovat liittymismittoja ja ne ilmoittavat paikalleen asennettujen rakennustarvikkeiden mitat sauman keskeltä keskelle. Kahi-harkot ovat moduulimitoitettuja ja rakenteiden mittojen huolellinen suunnittelu vähentää oleellisesti harkkojen paloitustarvetta.

Kahi-harkkojen mitoituksessa käytetään vaakasuunnassa 3M-moduulijakoa (300 mm) ja 1/2-harkon limitystä.

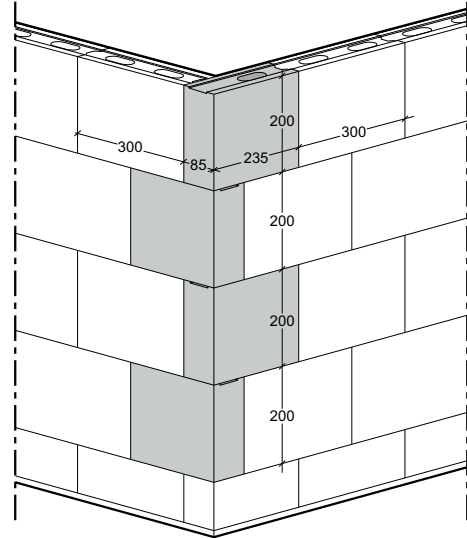
Runkopontti-harkkojen mitoituksessa aukkojen pielissä käytetään Runkopontti-harkkojen pääty- ja puolikasharkkoja, jotka on mitoitettu siten, että aukkojen pieliin jää 10 mm:n asennusvara moduuliviivaan nähden. Seinän sisäpinta sijoitetaan 10 mm moduuliviivan ulkopuolelle ja muuraus aloitetaan nurkassa päätyharkolla.

## MODUULIMITOITUS, NURKKALIMITYS



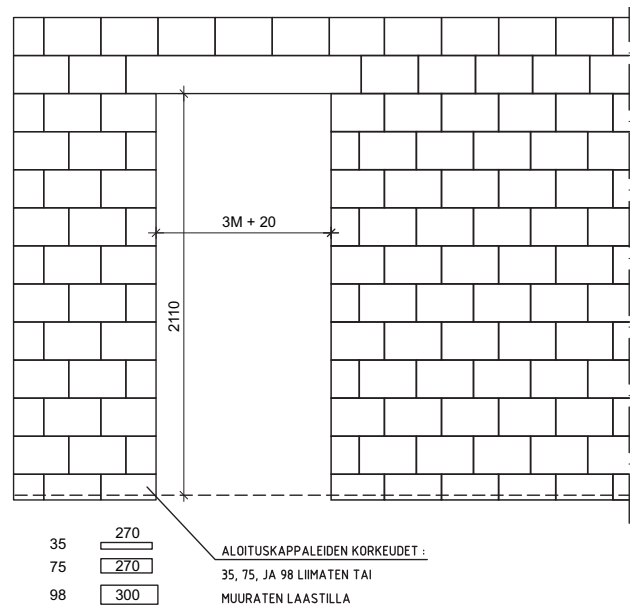
Väliseinäponti-harkkomuurauksessa ulkokulmassa käytetään 235 mm pituisia väliseinäponti päätyharkkoja, jolloin seinä etenee 1/2-harkon vaakalimityksellä.

## VÄLISEINÄPONTTIHARKKOJEN MITOITUS



Pystysuunnassa Kahi-harkkojen moduulijako on 2M (200 mm). Ensimmäinen harkkokerros muurataan yleensä weber ML 5 Muurauslaastilla tai weber Leca® Laastilla siten, että se saadaan täysin suoraksi. Jos rungon muuraus lähtee lattiaan yläpinnan tasolta, voidaan aloitus muurata 98 mm korkealla harkolla korkeusmitoituksen sovittamiseksi esimerkiksi 2100 mm:n ovikorkeuteen sopivaksi. Myös 75 mm korkeaa NKH (270x130x75) mm väliseinätiiltä tai 35 mm korkeaa NKH (270x130x35) osatiiltä voidaan käyttää aloituskappaleina, lattiapinnan tasosta riippuen.

## MODUULIMITOITUS, PYSTYMITOITUS



Väliseinäponti-harkkoseinässä voidaan aloitus muurata 98 mm korkealla harkolla, työmaalla sopivan korkuiseksi leikatulla harkolla tai MKH (285x85x85) mm tiilellä.

# 6 Rakenteiden mitoitus

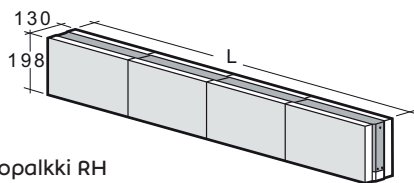
Tässä ohjeessa on esitetty Eurocode 6:n mukainen mitoitus-tapa, jossa rakenteet mitoitetaan rajatilamenetellyllä.

Rajatilamenetelmän rajatilat ovat murtorajatila ja käyttö-rajatila. Murtorajatilassa osoitetaan, että laskentalujuuksien avulla laskettu rakenteen tai poikkileikkauksen kestävyys on vähintään laskentakuormista määritetyn rasituksen suurui-nen. Käyttörajatilassa tarkistetaan, että ominaislujuuksien ja ominaiskuormien mukaan lasketut rakenteen halkeamat ja muodonmuutokset ovat hyväksyttävissä rajoissa.

## 6.1 Aukkojen ylitykset

### 6.1.1 Kantavat seinät (myös Kahi Facade -harkkojulkisivut)

Kantavissa Kahi-harkko- ja -tiiliseinissä olevat aukot voidaan ylittää Kahi Runkopalkkeilla, rakennesuunnittelijan mitoittamilla betonipalkkeilla sekä teräsprofiileilla. Taulukossa 7 on esitetty Kahi-runkopalkkien tasaisen kuorman kestävyysmitoi-tusarvot.

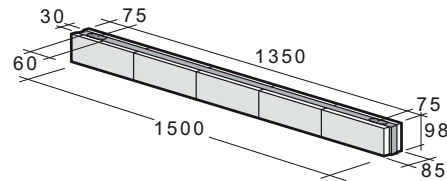


Runkopalkki RH

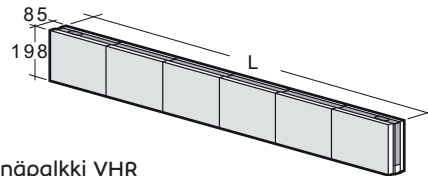
### 6.1.2 Ei-kantavat seinät (myös Kahi Facade -harkkojulkisivut)

Ei-kantavissa Kahi-väliseinissä ja kuorimuurauksissa olevat aukot voidaan ylittää Kahi-valmispalkkeilla sekä työmaalla tiilistä ja harkoista muurattavilla palkkeilla.

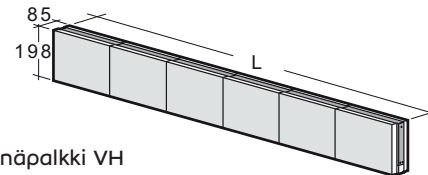
Kahi-väliseinäpalkit (seinän leveys 85 mm) ja RRH-runko-palkit (seinän leveys 130 mm) riittävät sellaisinaan kannatta-maan aukkojen yläpuolisen muurauksen.



Väliseinäpalkki VHR 1500x85x98



Väliseinäpalkki VHR



Väliseinäpalkki VH

**TAULUKKO 7.** Kahi-runkopalkkien tasaisen kuorman kuormitus-kestävyys  $p_{rd}$  (kN/m). Huom.  $p_{ed}$ :tä laskettaessa, on palkin oma paino otettava huomioon (käytettävä standardin EN 1990 mukaisia kuormitusosavarmuuskertoimia).

| PALKIN<br>TUNNUS | PALKIN<br>PITUUS<br>(mm) | AUKON<br>SUURIN<br>LEVEYS<br>(mm) | KUORMITUSKESTÄVYYS $q_d$ (kN/m) |                          |                          | PAINO/<br>PALKKI<br>(kg) |
|------------------|--------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                  |                          |                                   | 1 PALKKI                        | 2 PALKKIA<br>PÄÄLLEKKÄIN | 3 PALKKIA<br>PÄÄLLEKKÄIN |                          |
| RH4              | 1200                     | 900                               | 51,3                            | 96,7 <sup>1)</sup>       | 98,9 <sup>1)</sup>       | 64                       |
| RH5              | 1500                     | 1200                              | 31,7                            | 72,1                     | 79,8 <sup>1)</sup>       | 80                       |
| RH6              | 1800                     | 1500                              | 21,4                            | 47,4                     | 60,5                     | 96                       |
| RH7              | 2100                     | 1800                              | 15,3                            | 33,5                     | 42,5                     | 112                      |
| RH8              | 2400                     | 2100                              | 11,5                            | 25,0                     | 31,5                     | 128                      |
| RH10             | 3000                     | 2700                              | 5,7                             | 15,4                     | 19,3                     | 160                      |
| RH12             | 3600                     | 3300                              | 3,2                             | 5,4                      | 13,0                     | 192                      |

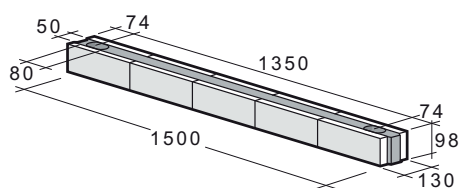
<sup>1)</sup> Merkityt palkin kuormituskestävyysarvot voivat edellyttää alapuolisen harkkoseinän vahvistamista tai tukipinnan pidentämistä.

Minimitukipinta 150 mm, jos ei osoiteta laskelmin toisin (paikallinen puristus-kestävyys). Tarvittaessa aukkojen yläpuolella käytetään kahta tai kolmea palkkielementtiä päällekkäin.

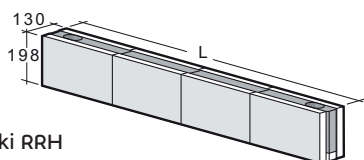
**TAULUKKO 8.** Väliseinäpalkki ei-kantaviin seiniin. VHR Palkin kummassakin päässä on reikä putkituksia varten.

| PALKIN<br>TUNNUS  | PIT. x LEV. x KORK.<br>(mm) | AUKON<br>SUURIN<br>LEVEYS<br>(mm) | PAINO/<br>PALKKI<br>(kg) |
|-------------------|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| VHR<br>1500x85x98 | 1500x85x98                  | 1200                              | 27                       |
| VHR4              | 1200x85x198                 | 1000                              | 41                       |
| VHR6              | 1800x85x198                 | 1600                              | 62                       |
| VH8               | 2400x85x198                 | 2200                              | 84                       |

Minimitukipinta on 100 mm 198 mm korkeille palkkeille, jos ei osoiteta laskelmin toisin (paikallinen puristuskestävyys) ja 150 mm 98 mm korkeille palkkeille.



Runkopalkki RRH 1500x130x98

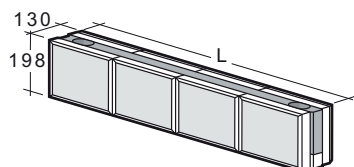


Runkopalkki RRH

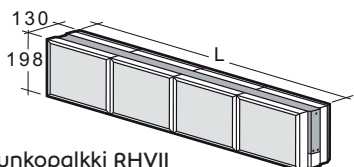
**TAULUKKO 9.** Runkopalkki RRH ei-kantaviin seiiniin. Palkin kummassakin päässä reikä putkituksia varten.

| PALKIN TUNNUS   | PIT. x LEV. x KORK. (mm) | AUKON SUURIN LEVEYS (mm) | PAINO/ PALKKI (kg) |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| RRH 1500x130x98 | 1500x130x98              | 1200                     | 38                 |
| RRH4            | 1200x130x198             | 900                      | 59                 |
| RRH5            | 1500x130x198             | 1200                     | 75                 |
| RRH6            | 1800x130x198             | 1500                     | 91                 |
| RRH7            | 2100x130x198             | 1800                     | 107                |

Minimitukipinta 150 mm



Viistetty Runkopalkki RRHVII



Viistetty Runkopalkki RHVII

**TAULUKKO 10.** Runkopalkki viistetty RRHVII ei-kantaviin seiiniin. Palkin kummassakin päässä reikä putkitusta varten.

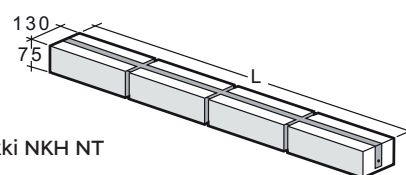
| PALKIN TUNNUS   | PIT. x LEV. x KORK. (mm) | AUKON SUURIN LEVEYS (mm) | PAINO/ PALKKI (kg) |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| RRH4VII 1200 mm | 1200x130x198             | 900                      | 64                 |
| RRH5VII 1500 mm | 1500x130x198             | 1200                     | 80                 |
| RRH6VII 1800 mm | 1800x130x198             | 1500                     | 96                 |
| RH8VII 2400 mm  | 2400x130x198             | 2100                     | 128                |

Minimitukipinta 150 mm. Puhtaaksi muurattavissa seinissä voidaan limityksellisistä syistä tarvita taulukon antamaa aukkomitoitusta pidempää palkkia.

Ei-kantavissa (myös ei-kantavat Kahi Facade -harkkojulkisivut) rakenteissa voidaan käyttää Kahi NT- ja MT-palkkeja. Kahi NT- ja MT-tiilipalkit eivät ole sellaisenaan kantavia rakenneosia, mutta yhdessä yläpuolisen muurauksen kanssa ne riittävät kannattamaan ei-kantavissa seinissä aukkojen yläpuolisen muurauksen.

Alla olevissa taulukoissa on esitetty kullakin aukkopituudella tiilipalkkeja käytettäessä vaaditut muurauksen kokonaiskorkeudet.

Mikäli aukon ylityksissä käytetään harkkopalkin sijasta esim. NKH NT- tai MKH MT -Tiilipalkkia on palkin yläpuolisten harkkojen tai tiilien pystysaumoissa käytettävä laastia alla olevien taulukoiden mukaisesti. Tiilipalkki on tuettava noin metrin välein kunnes aukon yläpuolisessa muurauksessa käytettävä laasti on kovettunut.

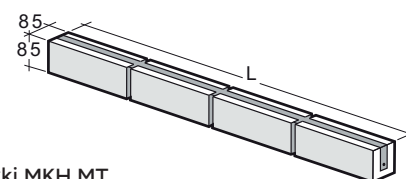


Tiilipalkki NKH NT

**TAULUKKO 11.** Esijännitetyistä 75 x 130 Kahi-tiilipalkeista ja NKH-tiilistä muurattujen palkkien jännevälit ja korkeudet.

| PALKIN TUNNUS | PALKIN PITUUS (mm) | AUKON SUURIN LEVEYS * (mm) | PIENIN MUURAUKSEN KOKONAISKORKEUS (mm) | PAINO/ PALKKI (kg) |
|---------------|--------------------|----------------------------|----------------------------------------|--------------------|
| NT 4          | 1125               | 900                        | 165                                    | 23                 |
| NT 6          | 1695               | 1400                       | 255                                    | 34                 |
| NT 8          | 2265               | 2000                       | 345                                    | 46                 |
| NT 10         | 2835               | 2550                       | 435                                    | 57                 |

Aukkomitta on ilmoitettu rakenteellisen toiminnan mukaan. Puhtaaksi muurattavissa seinissä voidaan limityksellisistä syistä tarvita taulukon antamaa aukkomitoitusta pidempää palkkia.



Tiilipalkki MKH MT

**TAULUKKO 12.** Esijännitetyistä 85 x 85 Kahi-tiilipalkeista ja MKH-tiilistä muurattujen palkkien jännevälit ja korkeudet.

| PALKIN TUNNUS | PALKIN PITUUS (mm) | AUKON SUURIN LEVEYS * (mm) | PIENIN MUURAUKSEN KOKONAISKORKEUS (mm) | PAINO/ PALKKI (kg) |
|---------------|--------------------|----------------------------|----------------------------------------|--------------------|
| MT 4          | 1185               | 900                        | 185                                    | 18                 |
| MT 6          | 1785               | 1500                       | 285                                    | 27                 |
| MT 10         | 2985               | 2700                       | 485                                    | 45                 |

Aukkomitta on ilmoitettu rakenteellisen toiminnan mukaan. Puhtaaksi muurattavissa seinissä voidaan limityksellisistä syistä tarvita taulukon antamaa aukkomitoitusta pidempää palkkia.

Valmispalkkien lisäksi ei-kantavien seinien aukot voidaan ylittää Kahi-tiilistä tai -harkoista muurattavilla palkeilla.

Seinämaiset muuratut palkit ovat pystykuormitettuja seiniä tai niiden osia, jotka ylittävät aukkoja ja joissa aukon yläpuolisen seinäosan kokonaiskorkeuden suhde aukon teholliseen jännemittaan on vähintään 0,5.

Muurattavia palkkeja käytettäessä on noudatettava taulukoissa 13–15 esitettyjä arvoja ja ohjeita. Harkkopalkkien alueella on käytettävä laastia myös harkkojen pystysaumissa taulukoiden 13–14 ohjeiden mukaisesti.

Ulkona sijaitsevista raudoitettavista rakenteista tulee käyttää lujuudeltaan vähintään luokkaan M7,5 kuuluvaa laastia ja sisätiloissa vähintään luokkaan M5 kuuluvaa laastia.

Rasitusluokka määrittää teräslaadun. MX1-luokassa voidaan käyttää suojaamatonta tavallista terästä. Muissa rasitusluokissa tulee käyttää standardin EN 1996-1-1 kohdan 4.3.3:n mukaisesti esim. B600KX-teräslaadua.

Raudoitustankojen välisen etäisyyden tulee olla riittävän suuri, jotta betonivalutäyte tai laasti voidaan sijoittaa paikalleen ja tiivistää.

Vierekkäisten samansuuntaisten tankojen vapaa väli on vähintään suurin seuraavista: 5 mm suurempi kuin runko-aineen suurin raekoko, tai tangon läpimitta, tai 10 mm.

Vetorausoituksen jakoväli ei saa ylittää 600 mm.

Kun pääraudoitus on sijoitettu reikäharkkojen reikään tai muuraukspalkkeista muodostettuihin valutaskuihin, pääraudoituksen kokonaisala ei saa ylittää 4 % reiässä olevan valutäyteen bruttopinta-alasta, paitsi jatkosten kohdalla, missä ei saa ylittää 8 %.

Mahdolliset raudoituksen alapuoliset tiilet on sidottava yläpuoliseen rakenteeseen.

**TAULUKKO 13. Raudoitettujen Runkopontti 300x130x198 -harkkojen muurattujen palkkien tasaisen kuorman kuormituskestävyys  $p_{rd}$  (kN/m).** Huom.  $p_{ed}$ :tä laskettaessa, on palkin oma paino otettava huomioon (käytettävä standardin EN 1990 mukaisia kuormitusosavarmuuskertoimia).

| AUKON<br>LEVEYS<br>(mm) | MUURAUKSEN KOKONAISKORKEUS (mm) |         |         |          |
|-------------------------|---------------------------------|---------|---------|----------|
|                         | 400x130                         | 600x130 | 800x130 | 1000x130 |
| 900                     | 5,6                             | 9,9     | 14,3    | 18,6     |
| 1200                    | 4,2                             | 7,4     | 10,7    | 13,9     |
| 1500                    | 3,4                             | 6,0     | 8,6     | 11,2     |
| 1800                    | 2,8                             | 5,0     | 7,1     | 9,3      |
| 2100                    | 2,4                             | 4,3     | 6,1     | 8,0      |
| 2400                    | 2,1                             | 3,7     | 5,3     | 7,0      |
| 2700                    | 1,9                             | 3,3     | 4,8     | 6,2      |
| 3000                    | 1,7                             | 3,0     | 4,3     | 5,6      |
| 3300                    | 1,5                             | 2,7     | 3,9     | 5,1      |
| 3600                    | 1,4                             | 2,5     | 3,6     | 4,6      |

Harkon normalisoitu puristuslujuus 20

Laastin lujuusluokka 15

Teräset 2T8 A 500 HW (viedään tuelle vähintään 150 mm)

Esim. 400x130 tarkoittaa palkkia, joka koostuu yhdestä raudoitettusta palkkiharkosta (alin) ja yhdestä ohutsaumamuuratusta runkoponttiharkosta, jossa on käytetty pystysaumoissa laastia)

**TAULUKKO 14. Raudoitettujen NKH 270x130x75 -tiilien muurattujen palkkien tasaisen kuorman kuormituskestävyys  $p_{rd}$  (kN/m).** Huom.  $p_{ed}$ :tä laskettaessa, on palkin oma paino otettava huomioon (käytettävä standardin EN 1990 mukaisia kuormitusosavarmuuskertoimia).

| AUKON<br>LEVEYS (mm) | MUURAUKSEN KOKONAISKORKEUS (mm) |         |         |         |
|----------------------|---------------------------------|---------|---------|---------|
|                      | 345x130                         | 525x130 | 705x130 | 885x130 |
| 900                  | 6,6                             | 10,5    | 14,4    | 18,3    |
| 1200                 | 5,0                             | 7,9     | 10,8    | 13,7    |
| 1500                 | 4,0                             | 6,3     | 8,6     | 11,0    |
| 1800                 | 3,3                             | 5,3     | 7,2     | 9,2     |
| 2100                 | 2,8                             | 4,5     | 6,2     | 7,8     |
| 2400                 | 2,5                             | 3,9     | 5,4     | 6,9     |
| 2700                 | 2,2                             | 3,5     | 4,8     | 6,1     |
| 3000                 | 2,0                             | 3,2     | 4,3     | 5,5     |
| 3300                 | 1,8                             | 2,9     | 3,9     | 5,0     |
| 3600                 | 1,7                             | 2,6     | 3,6     | 4,6     |

Tiilen normalisoitu puristuslujuus 20

Laastin lujuusluokka 5

Teräset 2T8 A 500 HW (viedään tuelle vähintään 150 mm)

Esim. 345x130 tarkoittaa palkkia, joka koostuu yhdestä raudoitettusta palkkitiilestä (alin) ja kolmesta 15 mm:n saumalla muuratusta NKH-tiilestä (pystysaumoissa laastia).

**TAULUKKO 15. Vaatimukset ei-kantaviin seiniin Kahi-harkoista työmaalla tehtäville harkkopalkkeille.**

| AUKON<br>LEVEYS<br>(mm) | HARKKOPALKIN<br>KORKEUS<br>(mm) | VAADITTU<br>VAAKARAUDOITUS | VAADITTU<br>PYSTYRAUDOITUS |
|-------------------------|---------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1200                    | 400                             | 2Ø5 tai 1xBI 37R           | Ei tarvita                 |
| 1700                    | 400                             | 2Ø5 tai 1xBI 37R           | Tarvitaan                  |
| 3200                    | 600                             | 2Ø5 tai 1xBI 37R           | Tarvitaan                  |
| 4200                    | 800                             | 2Ø5 tai 1xBI 37R           | Tarvitaan                  |
| 4700                    | 1000                            | 3Ø5 tai 2xBI 37R           | Tarvitaan                  |
| 5200                    | 1200                            | 3Ø5 tai 2xBI 37R           | Tarvitaan                  |

Pystyraudoituksena voidaan käyttää yläpuolisesta muurauksesta ankkuroitavia, harkkojen pystyreikiin juotettavia esim. 8 mm paksumia ankkuritankoja. Katso tarkemmat ohjeet detaljista F31 10 07.

Katso tarkemmat ohjeet detaljista F31 10 07.

## 6.2 Mitotusmenetelmät ja suunnitteluperusteet

### 6.2.1 Yleiset mitoitusperusteet

Tämä ohje on yksinkertaistettu tapa mitoittaa Kahi-seinät Eurocode 6:n, sen kansallisten liitteiden, RakMk B6:n ja RYL 2010:n mukaisesti. Laskentakuormat voidaan määrittää EN 1990 ja EN 1991 standardeista tai julkaisussa RIL 201-1 2008, suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat annettujen ohjeiden avulla. Kuorman osavarmuusluvut tulee määrittää standardin EN 1990 mukaisesti.

Rakennuksen runko ja siihen kuuluvat muuratut rakenteet suunnitellaan siten, että saavutetaan riittävä kokonaisvakavuus. Tiili- ja harkkorunkoisissa rakennuksessa kantavia pystyrakenteita ovat muurattujen ulkoseinien sisäkuoret sekä tarvittaessa myös kantavat väliseinät ja pilarit. Jäykistävinä rakenteina käytetään levyinä toimivia väli- ja yläpohjia sekä poikittaisia väliseiniä.

Käytettävät kalkkiahiekkatiilet ja -harkot täyttävät eurooppalaisen harmonisoidun standardin EN 771-2 vaatimukset ja muuraus- ja ohutsaumamuurauslaastit standardin EN 998-2 vaatimukset ja tuotteilla on voimassaoleva CE-merkintä.

Hyvän puristuslujuuden ansiosta muuratut seinät ja pilarit voivat kantaa suuria pystykuormia. Vaakavoimat aiheuttavat tiiliseinään leikkausrasitusta. Rakenteet mitoitetetaan pääosin pitkäaikaista vetorasitusta kestävämmäin. Muuratun rakenteen vetolujuutta käytetään hyväksi vain mitoitettaessa rakennetta tuuli- ja kaidekuormille.

Myös työn aikaisesta rakenteiden vakavuudesta on huolehdittava ja mahdollinen tuulen aiheuttama seinien kaatuminen on estettävä käyttämällä tarvittaessa vinotukia.

### 6.2.2 Laskentaperusteet

#### Pääasiassa pystykuormitetut seinät

Seinän kestävyyttä laskettaessa on otettu huomioon muurin puristuslujuuden lisäksi kuorman epäkeskisyys ja rakenteen hoikkuus. Tarkastelu on tehty seinän ylä- ja alapäässä ja korkeussuunnassa seinän puolivälissä.

Muuratun seinän hoikkuusluku saadaan jakamalla tehollinen korkeus tehollisella paksuudella. Taulukoissa esitetyt pystysuoran kestävyuden mitoitusarvot on laskettu nivelellistä rakennemallia käyttäen. Nivelellisessä mallissa seinän tehollinen korkeus on sen vapaa korkeus ja tukipinnalle voidaan tällöin olettaa tasainen jännitysjakautuma, jolloin kuorman vaikutuspiste on tukipinnan keskellä. Tarkemmilla mitoitusmenetelmillä seinän ylä- ja alapään liitosten momentti voidaan laskea ja kiinnitysaste ottaa huomioon myös tehollisen korkeuden pienennyskertoimessa. Tehollista korkeutta voidaan myös tarvittaessa pienentää käyttämällä sivutukina jäykistäviä seiniä. Seinän tehollista paksuutta kasvattavat mahdolliset pilasterit tai rakoseinillä toisen kuoren jäykistävä vaikutus.

Eurocode 6:ssa käytetty laskentaepäkeskisyys muodostuu seinän ylä- ja alapäiden momenttien aiheuttamasta epäkeskisyydestä, mahdollisen vaakakuorman aiheuttamasta epäkeskisyydestä ja rakennustyön epätarkkuuden huomioon ottavasta alkuepäkeskisyydestä. Viruman aiheuttama epä-

keskisyys ei oteta huomioon, kun hoikkuusluku on enintään 27. Hoikilla Kahi-seinärakenteilla seinän puolivälissä tehtävä tarkastelu on mitoituksen kannalta määrävää.

### Vaakakuormitetut seinät

Kun seinään kohdistuu sen tasoa vastaan kohtisuora vaakakuorma, seinä mitoitetaan siten, etteivät rakennetta rasittavan taivutusmomentin mitoitusarvo ylitä seinän momentti-kestävyyden mitoitusarvoa. Muuratun rakenteen erisuuruinen momentti-kestävyys vaak- ja pystysuuntaan otetaan tarkastelussa huomioon niiden välisellä ortogonaalisuhteella. Kuvissa 4–9 on laskettu ulkoseinien enimmäismittoja laskentatuulikuormalle  $0,8 \text{ kN/m}^2$ . Rakoseinillä molemmat kuoret on oletettu sidotun muuraussiteillä toisiinsa siten, että tuulikuorma voidaan jakaa kuorille niiden jäykkyyksien suhteessa. Seinien tuenta on kuvissa oletettu vapaaksi. Jatkuvilla rakenteilla tukimomentit voidaan tarvittaessa ottaa huomioon, jolloin enimmäismitat kasvavat. Pystykuorman taivutuslujuutta lisäävää vaikutusta ei myöskään ole otettu kuvien 4–9 enimmäismitoissa huomioon.

Kolmelta tai neljältä sivulta tuetussa seinässä taivutusmomenttien jakaantuminen pysty- ja vaakasuuntaan voidaan laskea myötöviivateorian perusteella. Mitoituskuormasta aiheutuvan tukireaktion seinän reunassa voidaan olettaa olevan tasaisesti jakautunut. Tukiehdossa ja jatkuvuudessa otetaan huomioon mahdollisten liikuntasauvojen ja kapillaarikatkojen vaikutus.

Vaakakuormitetut seinät voidaan mitoittaa onnettomuuskuormaa vastaan standardin EN 1996-1-1 ohjeen mukaisesti. Onnettomuuskuormat, joista voi aiheutua kantavien rakenneosien sortuminen, tulee tarvittaessa ottaa huomioon. Tällaisia voivat olla esim. työmaa-ajoneuvojen, nostureiden, rakennuslaitteiden tai siirrettävien materiaalien (esim. betonin nostoastia) aiheuttamat iskut, samoin kuin lopullisten tai tilapäisten tukien paikallisesta pettämisestä aiheutuva kuormat dynaamisine vaikutuksineen.

Ihmisen törmäyksestä aiheutuva kuorma otetaan tarvittaessa huomioon onnettomuuskuormana, joka mallinnetaan kvasistaattisena pystykuormana.

Onnettomuuskuorman suunnitteluperusteet on käsitelty tarkemmin standardeissa EN 1996-1-1 ja EN 1991-1-7. Normaalissa tapauksissa käytetään tämän ohjeen mukaisia taulukoita.

Lisäksi, kun ehdot täyttyvät, rakenteiden ja rakenneosien tuulikuormat tulee määrittää ottamalla huomioon sekä ulkopuoliset että sisäpuoliset tuulenpaineet. Tuulenpaineita ja siitä laskettavia painekuormia käytetään mitoittaessa rakenteen osia. Paine kertomien avulla laskettuja eri rakenneosien tuulenpaineita voidaan myös käyttää kokonaisvoiman laskentaan. Standardissa 1991-1-1 kohdassa 5 on esitetty ulkopintoihin ja sisäpintoihin vaikuttavan tuulenpaineen laskentatapoja. Sisäpuolinen paine kerroin riippuu rakennuksen vaipassa olevien aukkojen koosta ja jakautumasta. Sisäisten ja ulkoisten paineiden katsotaan vaikuttavan samanaikaisesti.

Rakennuksen seinää tai kattoa pidetään määrävänä, kun kyseisellä sivulla olevien aukkojen pinta-ala on vähintään kaksinkertainen tarkasteltavan rakennuksen muilla sivuilla yhteensä olevien aukkojen ja ilmavuotojen alaan verrattuna.

## Leikkausvoiman kuormittamat seinät

Jäykistäviä seiniä kuormittaa vaakakuormien aiheuttama seinän tason suuntainen leikkausvoima ja yleensä myös samanaikainen pystykuorma, pienimmillään oma paino. Suunnittelussa tarkistetaan, ettei leikkausvoiman mitoitusarvo ylitä leikkauskestävyyden mitoitusarvoa. Leikkauskestävyydessä otetaan huomioon seinän puristettu pituus, joka lasketaan olettamalla jännitysten jakaantuminen lineaarisesti. Leikkajännitysten voidaan katsoa jakautuvan tasaisesti seinän puristetulle osalle. Puristusjännitys otetaan huomioon leikkauslujuutta kasvattavana tekijänä ja mitoitusarvona käytetään rakenneseosan puristetun osan keskimääräistä jännitystä. Kun väli- tai yläpohjat voidaan olettaa jäykiksi levyiksi, vaakavoimat jaetaan jäykistäville seinille niiden kimmoisten jäykkyyksien suhteessa. Jos jäykistävien seinien sijainti tai vaakakuorma on epäsymmetrinen, väännön vaikutus tulee ottaa huomioon. Jäykistävien seinien laippoina toimivat risteävät seinät voidaan ottaa huomioon, jos niiden välinen liitos mitoitetaan vaikuttavalle pystysuoralle leikkausvoimalle. Leikkajännitysten voidaan katsoa jakautuvan tasaisesti seinän puristetulle osalle.

### 6.2.3 Tarkempi Eurocode 6 mitoitus

Haluttaessa Kahi-seinien mitoitus voidaan tehdä tarkemmin noudattaen seuraavia standardeja:

#### 1. Kuormien laskenta: standardit EN 1990 ja EN 1991

#### 2. Mitoituksen alkuarvot: materiaalistandardit SFS-EN 771-2

#### 3. Mitoitus:

- EN 1996-1-1: Eurocode 6: Muurattujen rakenteiden suunnittelu – Osa 1-1: Raudoitettuja ja raudoittamattomia muurattuja rakenteita koskevat yleiset säännöt

- EN 1996-1-2: Eurocode 6: Muurattujen rakenteiden suunnittelun perusteet. Osa 1-2: Rakenteellinen palomitoitus
- EN 1996-2: Eurocode 6: Muurattujen rakenteiden suunnittelu – Osa 2: Muurattujen rakenteiden suunnittelu, materiaalien valinta ja työnsuoritus
- Em. standardien kansalliset liitteet, ladattavissa ympäristöministeriön ja [www.eurocodes.fi](http://www.eurocodes.fi) -nettisivuilta.

### 6.2.4 Materiaaliominaisuudet

Muurin lujuuteen vaikuttavat tiilien ja harkkojen sekä laastin lujuusluokat ja limitystapa, sauman paksuus ja etenkin työn suoritus. Luonteensa vuoksi muuratulla rakenteella on erilaiset lujuusominaisuudet eri suuntiin.

Taulukossa 16 on esitetty Kahi-rakenteiden lujuusominaisuudet.

Laskentalujuudet saadaan jakamalla ominaisarvot materiaalin osavarmuusluvulla. Kahi- tiilet ja -harkot ovat kategorian I muurauskappaleita ja käytettävät laastit standardoituja ominaisuuslaasteja, jolloin murtorajatilamitoituksessa käytettävä muuratun rakenteen osavarmuusluku on 1,8.

### 6.2.5 Rakennepuolue

#### Yleistä

Muurattujen rakenteiden mitoitus perustuu laskentamalliin, joka voidaan laatia rakennusosittain edellyttäen, että rakenteen kokonaisuuden ja eri rakenneseosien keskinäinen toiminta ja liitokset on suunniteltu hyväksyttävästi. Laskentamallin avulla saadaan kaikille seinille pysty- ja vaakakuormien aiheuttamat normaalivoimat, leikkausvoimat ja taivutusmomentit sekä mahdolliset vääntömomentit.

TAULUKKO 16. Kahi-rakenteiden lujuusominaisuudet

|                                                                 | KAHI-TIILET<br>ML 5 MUURAUSLAASTI               | KAHI-HARKOT<br>OL 15 OHUTSUMALAASTI                          |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Muurauskappaleen normalisoitu puristuslujuus, MN/m <sup>2</sup> | 15/20 <sup>1)</sup>                             | 15/20 <sup>1)</sup>                                          |
| Muurin puristuslujuuden ominaisarvo, MN/m <sup>2</sup>          | 6,3 Tiilliseinä 130 mm<br>5,2 Tiilliseinä 85 mm | Runkopontti 7<br>Desibelipontti 7,4<br>(Väliseinäpontti 5,5) |
| Normalisoitu puristuslujuus                                     | 15/20 <sup>1)</sup>                             | 15/20 <sup>1)</sup>                                          |

<sup>1)</sup> Tarkemmat tiedot Kahi-muurauskappaleiden lujuuksista on esitetty tuotekohtaisissa suoritustasilmoituksissa

Kantavat rakenteet mitoitetaan murto- ja käyttöraja-tiloissa käyttäen laskennan tuloksena saatavia voimasuureita. Tavanomaisille raudtoittamattomille muuratuille rakenteille, jotka täyttävät murtorajatilan vaatimukset, ei tarvitse yleensä tehdä halkeama- ja taipumarajatilatarkastelua.

## Pystykuormitetut seinät

Pystykuormitettua seinää mitoitettaessa otetaan huomioon:

- seinään kohdistuvat välittömät pystysuorat kuormat
- seinän taipumisesta aiheutuvat toisen kertaluvun vaikutukset
- epäkeskisyydet, jotka lasketaan seinien tuentatilanteen perusteella
- epäkeskisyydet, jotka aiheutuvat rakenteen mittapoikkeamista sekä yksittäisissä rakennusosissa olevista materiaalin eroista.

Muuratut seinät ja pilarit mitoitetaan puristukselle homogeenisinä ja vetoa kestävämmäin. Kantavien muurattujen seinärakenteiden pystykuormitukset eivät yleensä ole keskeisiä, koska esim. väli- ja yläpohjat toimivat pystyrakenteiden kanssa kehärakenteen tavoin. Tällöin pystyrakenteisiin syntyy taivutusta, joka laskennallisesti voidaan tulkita epäkeskisyydeksi. Puristetun rakenteen kantavuuteen vaikuttaa kuormien epäkeskisyyden ja rakenteen hoikkuus.

Muuratun seinän pystysuoran kestävyuden mitoitusarvo riippuu hoikkuusluvusta, joka saadaan jakamalla tehollinen korkeus tehollisella paksuudella. Tehollista korkeutta pienentää sivutukena toimivat seinät ja ylä- ja alapään kiinnitysaste. Yksinkertaistetussa mitoitusmenetelmässä seinien päihin oletetaan nivel, jolloin pienennyskerroin on 1,0. Tarkempi pienennyskerroimen laskenta on esitetty standardissa EN 1996-1-1 kohdassa 5.5.1.2. Seinän tehollista paksuutta kasvattavat mahdolliset pilasterit tai rakoseinillä toisen kuoren jäykistävä

vaikutus. Kun seinän pääasiallisena kuormana on pystysuora kuorma, seinän hoikkuusluku rajoitetaan arvoon 27.

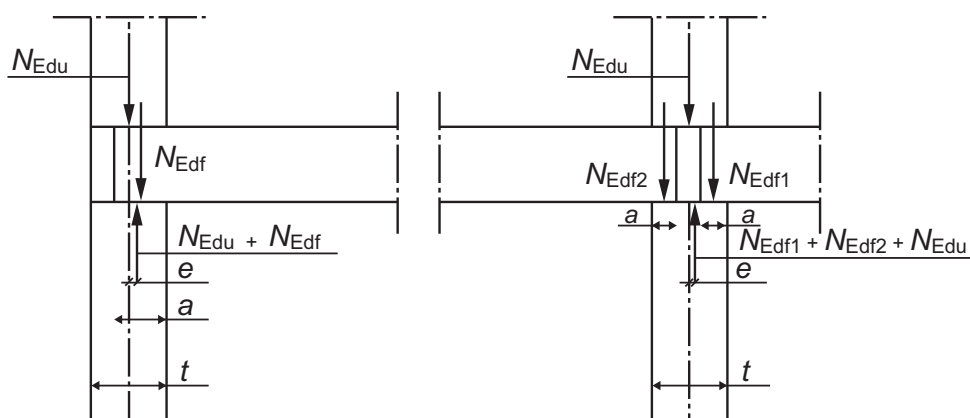
Eurocodessa ei ole hoikkuusrajaa ei-kantaville seinille (myös paloseinät). Ei-kantavat seinät tulee mitoittaa paloluokkavaatimuksien ja ääniteknisten vaatimuksien perusteella sekä mm. kaatumista vastaan, jolloin huomioidaan paine-erot ja mahdolliset viivakuormat. Eurocodessa on lukuarvoja yli- ja alipaineelle sekä viivakuormille (RIL 201-1-2008).

## 6.2.6 Epäkeskisyyden laskenta

Muuratun seinän pystykuorman kestävyyttä laskettaessa otetaan huomioon muurin puristuslujuuden lisäksi kuorman epäkeskisyyden ja rakenteen hoikkuus. Tarkastelu tehdään seinän ylä- ja alapäässä ja korkeussuunnassa seinän puolivälissä. Hoikilla rakenteilla seinän puolivälissä tehtävä tarkastelu on mitoituksen kannalta määrävä.

Laskentaepäkeskisyyden muodostuu seinän ylä- ja alapäiden momenttien aiheuttamasta epäkeskisyydestä, mahdollisen vaakakuorman aiheuttamasta epäkeskisyydestä ja rakennustyön epätarkkuuden huomioon ottavasta alkuepäkeskisyydestä. Viruman aiheuttama epäkeskisyyttä ei oteta huomioon, kun hoikkuusluku on enintään 27.

Kuorman  $N_{Ed}$  epäkeskisyyden e lasketaan kunkin tarkasteltavan seinäosan yläpäässä. Epäkeskisyyden e lasketaan yläpuolisista kerroksista tarkasteltavaan seinän osaan kohdistuvan kuorman  $N_{Edu}$  epäkeskisyyden, sekä välipohjalta tulevan kuorman  $N_{Edf}$  epäkeskisyyden resultanttina. Yleensä kuorma  $N_{Edu}$  on keskeistä, jolloin e saadaan kuvan 1 kaavoilla. Kuvan 1 vasemman puoleisessa tapauksessa  $e = 0$ , kun laatta tukeutuu koko seinän poikkipinta-alalle. Kuvan 1 oikean puoleisessa tapauksessa  $e = 0$ , kun laatta jatkuu yhtenäisenä seinän yli tai kun molemmilta seinään tukeutuvilta laatoilta tulee seinälle yhtä paljon kuormaa.



$$e = (t - a) \times N_{Edf} / (2 \times (N_{Edu} + N_{Edf}))$$

$$e = (t - a) \times (N_{Edf2} - N_{Edf1}) / (2 \times (N_{Edf1} + N_{Edf2} + N_{Edu}))$$

**KUVA 1.** Ohjeen laskelmissa esitetyn epäkeskisyyden e laskenta.

### Laskentaesimerkki 1:

Välipohja tukeutuu 2 800 mm korkealle runkoponttiharkkoseinälle 80 mm verran.

Välipohjalta tulee seinän yläpäähän laskentakuormaa 30 kN/m.

Seinän yläpäähän kohdistuu lisäksi keskeistä kuormaa ylemmistä kerroksista 50 kN/m.

Epäkeskisyyden  $e = (130 - 80) \times 30 / (2 \times (30 + 50)) \text{ mm} = 9,375 \text{ mm} = 0,072t$ .

## 6.3 Väliseinät

### 6.3.1 Väliseinien mitoittaminen

**Kantavissa väliseinissä** varmistetaan seinän pysty-kuormien mitoituskestävyyden ja suurten pistekuormien kohdalla myös paikallisen puristuskestävyyden riittävyys.

**Jäykistävien väliseinien** mitoitus noudattaa kantavien väliseinien mitoitusta, mutta lisäksi tarkistetaan seinän leikkauskestävyyden riittävyys. Jäykistävän seinän palonkestävyyden tulee olla vähintään yhtä hyvä kuin on jäykistettävälle seinälle asetettu palonkestoluokkavaatimus.

**Ei-kantavan väliseinän** aukkojen ylityspalkit valitaan tau-lukoissa esitettyistä valmispalkeista taikka mitoitetaan paikan päällä tehtyinä.

### 6.3.2 Pystykuormakestävyys

Murtorajatilassa seinän yläpään kohdistuvan pystysuoran kuorman mitoitusarvo  $N_{Ed} = N_{Edf} + N_{Edu}$  tulee olla pienempi kuin on seinän pystysuoran kestävyden mitoitusarvon  $N_{Rd}$ . Voima  $N_{Ed}$  ja sen epäkeskisyyden  $e$  lasketaan kuvassa 1 annettujen ohjeiden mukaisesti.

**TAULUKKO 17.** Kahi-väliseinien pystysuoran kestävyden mitoitusarvot  $N_{Rd}$ , kN/m, kun seinään ei kohdistu samanaikaista vaakakuormaa. Taulukossa  $h_{ef} = h$  on seinän vapaa korkeus ja  $e$  on seinän yläpään mitoitusvoiman  $N_{Ed}$  epäkeskisyyden.

| SEINÄN KORKEUS | RUNKOPONTTIHARKKO $t = 130$ mm<br>OHUTSAUMAMUURAUUS |             |             | DESIBELIPONTTIHARKKO $t = 240$ mm<br>OHUTSAUMAMUURAUUS |             |             | NKH-TIILI $t = 130$ mm<br>MUURAUSLAASTI |             |             |
|----------------|-----------------------------------------------------|-------------|-------------|--------------------------------------------------------|-------------|-------------|-----------------------------------------|-------------|-------------|
| mm             | $e = 0$                                             | $e = 0,1 t$ | $e = 0,2 t$ | $e = 0$                                                | $e = 0,1 t$ | $e = 0,2 t$ | $e = 0$                                 | $e = 0,1 t$ | $e = 0,2 t$ |
| 2400           | 198                                                 | 157         | 111         | 713                                                    | 666         | 560         | 177                                     | 140         | 99          |
| 2500           | 183                                                 | 142         | 98          | 698                                                    | 649         | 542         | 164                                     | 127         | 88          |
| 2600           | 169                                                 | 128         | 86          | 683                                                    | 631         | 525         | 151                                     | 114         | 77          |
| 2700           | 155                                                 | 114         | 75          | 667                                                    | 614         | 507         | 139                                     | 102         | 67          |
| 2800           | 142                                                 | 101         | 65          | 651                                                    | 596         | 489         | 127                                     | 91          | 58          |
| 2900           | 130                                                 | 90          | 55          | 635                                                    | 578         | 471         | 116                                     | 80          | 49          |
| 3000           | 117                                                 | 79          | 47          | 619                                                    | 559         | 453         | 105                                     | 70          | 42          |
| 3100           | 105                                                 | 68          | 39          | 602                                                    | 541         | 435         | 93                                      | 61          | 35          |
| 3200           | 93                                                  | 59          | 32          | 586                                                    | 522         | 417         | 83                                      | 53          | 29          |
| 3300           | 82                                                  | 51          | 26          | 569                                                    | 503         | 399         | 73                                      | 45          | 23          |
| 3400           | 72                                                  | 43          | 21          | 552                                                    | 485         | 381         | 64                                      | 38          | 19          |
| 3500           | 63                                                  | 36          | 17          | 535                                                    | 466         | 363         | 56                                      | 32          | 15          |
| 3600           | 1)                                                  | 1)          | 1)          | 518                                                    | 448         | 345         | 1)                                      | 27          | 1)          |
| 3700           | 1)                                                  | 1)          | 1)          | 501                                                    | 429         | 328         | 1)                                      | 1)          | 1)          |
| 3800           | 1)                                                  | 1)          | 1)          | 484                                                    | 411         | 311         | 1)                                      | 1)          | 1)          |
| 3900           | 1)                                                  | 1)          | 1)          | 467                                                    | 393         | 294         | 1)                                      | 1)          | 1)          |
| 4000           | 1)                                                  | 1)          | 1)          | 451                                                    | 375         | 278         | 1)                                      | 1)          | 1)          |
| 4200           | 1)                                                  | 1)          | 1)          | 418                                                    | 340         | 246         | 1)                                      | 1)          | 1)          |
| 4400           | 1)                                                  | 1)          | 1)          | 386                                                    | 307         | 217         | 1)                                      | 1)          | 1)          |
| 4600           | 1)                                                  | 1)          | 1)          | 355                                                    | 274         | 189         | 1)                                      | 1)          | 1)          |
| 4800           | 1)                                                  | 1)          | 1)          | 324                                                    | 244         | 163         | 1)                                      | 1)          | 1)          |

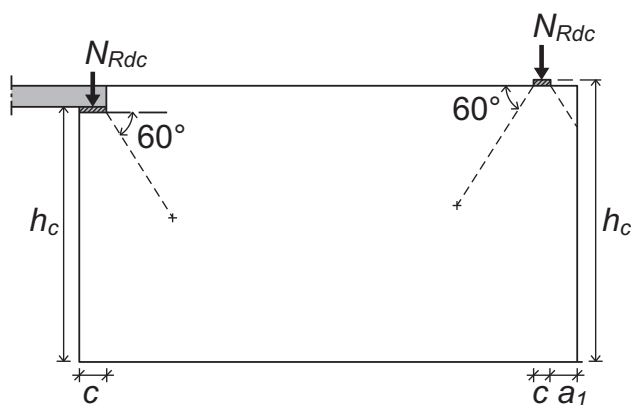
1) Korkeat hoikat seinät voidaan toteuttaa käyttämällä sivutukina jäykistäviä seiniä standardin EN 1996-1-1 kappaleen 5.5.1.2 mukaisesti. Tällöin seinien mitoituskestävyydet tulee selvittää tapauskohtaisesti.

### 6.3.3 Paikallinen puristuskestävyys

Kun seinää kuormittaa paikallinen pystykuorma esimerkiksi palkkirakenteiden tuella, tarkistetaan, ettei paikallinen voima ylitä seinän paikallisen puristuskestävyyden mitoitusarvoa. Paikallista kestävyttä laskettaessa voidaan käyttää korotettua puristuslujuuden arvoa. Korotuskerroin riippuu kuormituspinnan etäisyydestä seinän päästä, kuormitusalueesta ja kuorman alapuolisen seinän korkeudesta. Korotuskerroin on enintään 1,5.

Taulukkoon 18 on laskettu 130 mm paksujen muurattujen Kahi-tiili- ja harkkoseinien pystysuoran kuorman paikallisia

kestävyyden mitoitusarvoja  $N_{Rdc}$ , kun seinän korkeus kuorman vaikutustason alla  $h_c$  on 2,0...3,0 m. Muilla  $h_c$ :n arvoilla  $N_{Rdc}$  voidaan laskea standardin EN 1996-1-1 kohdan 6.1.3 mukaisesti. Rakenteen pystysuoran kuorman paikallisen kestävyden mitoitusarvo  $N_{Rdc}$  tulee olla suurempi tai yhtä suuri kuin seinää paikallisesti kuormittavan pystysuoran paikallisen kuorman mitoitusarvo  $N_{Edc}$ . Paikallinen puristuskestävyys tulee tarkistaa esimerkiksi kun käytetään tässä ohjeissa suositeltua pienempää tukipintaa aukkopalkin pään alla, sekä suurten pistekuormien, kuten kattopalkkien kohdalla.



**KUVA 2.** Pystysuoran paikallisen puristuskestävyyden mitoitusarvo  $N_{Rdc}$ . Kuormitusalan pituus =  $c$  ja etäisyys seinän päästä =  $a_1$ .

### 6.3.4 Jäykistävän seinän leikkauskestävyys

Pientaloissa rakennuksen rungon jäykistämiseen riittävät yleensä normaalit rakenneratkaisut ilman erityistoimenpiteitä. Ulkoseinien rauditus jatketaan nurkissa poikittaisille seinille ja yleensä jäykistävät väliseinät sidotaan ulkoseiniin jokaiseen saumaan asennettavalla siteellä. Seinän jäykkyytenä käytetään seinien kimmoista jäykkyyttä. Seinissä, joiden korkeus on yli kaksi kertaa niiden pituus, leikkausjäykkyyden vaikutusta kokonaisjäykkyyteen ei tarvitse ottaa huomioon. Mikäli välipohjat voidaan olettaa jäykiksi levyiksi, vaakavoimat jaetaan jäykistävälle seinille niiden jäykkyyksien suhteessa. Jos jäykistävien seinien sijainti on epäsymmetrinen tai vaakavoima on epäsymmetrinen rakenteen jäykkyyssainopisteen suhteen, tulee rakennesysteemin kiertymisen vaikutus ottaa huomioon tarkasteltaessa yksittäisiä seiniä.

**TAULUKKO 18.** Kahi-seinärakenteiden pystysuoran kuorman paikallisen kestävyyden mitoitusarvot  $N_{Rdc}$ .

| c<br>mm | a <sub>1</sub><br>mm | KOROTUS-<br>KERROIN | NKH 130 mm     |                     | RUNKOPONTTI 130 mm |                     | DESIBELIPONTTI 240 mm |                     |
|---------|----------------------|---------------------|----------------|---------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
|         |                      |                     | f <sub>d</sub> | N <sub>Rdc</sub> kN | f <sub>d</sub>     | N <sub>Rdc</sub> kN | f <sub>d</sub>        | N <sub>Rdc</sub> kN |
| 50      | 0                    | 1,25                | 3,49           | 28                  | 3,90               | 32                  | 4,11                  | 62                  |
| 50      | 100                  | 1,27                | 3,49           | 29                  | 3,90               | 32                  | 4,11                  | 63                  |
| 50      | 300                  | 1,30                | 3,49           | 30                  | 3,90               | 33                  | 4,11                  | 64                  |
| 50      | 500                  | 1,33                | 3,49           | 30                  | 3,90               | 34                  | 4,11                  | 66                  |
| 50      | 700                  | 1,37                | 3,49           | 31                  | 3,90               | 35                  | 4,11                  | 68                  |
| 50      | 900                  | 1,40                | 3,49           | 32                  | 3,90               | 35                  | 4,11                  | 69                  |
| 50      | 1100                 | 1,43                | 3,49           | 32                  | 3,90               | 36                  | 4,11                  | 71                  |
| 50      | 1300                 | 1,47                | 3,49           | 33                  | 3,90               | 37                  | 4,11                  | 73                  |
| 50      | 1500                 | 1,50                | 3,49           | 34                  | 3,90               | 38                  | 4,11                  | 74                  |
| 100     | 0                    | 1,25                | 3,49           | 57                  | 3,90               | 63                  | 4,11                  | 123                 |
| 100     | 100                  | 1,27                | 3,49           | 58                  | 3,90               | 64                  | 4,11                  | 125                 |
| 100     | 300                  | 1,30                | 3,49           | 59                  | 3,90               | 66                  | 4,11                  | 128                 |
| 100     | 500                  | 1,33                | 3,49           | 60                  | 3,90               | 67                  | 4,11                  | 131                 |
| 100     | 700                  | 1,37                | 3,49           | 62                  | 3,90               | 69                  | 4,11                  | 135                 |
| 100     | 900                  | 1,40                | 3,49           | 64                  | 3,90               | 71                  | 4,11                  | 138                 |
| 100     | 1100                 | 1,43                | 3,49           | 65                  | 3,90               | 72                  | 4,11                  | 141                 |
| 100     | 1300                 | 1,47                | 3,49           | 67                  | 3,90               | 75                  | 4,11                  | 145                 |
| 100     | 1500                 | 1,50                | 3,49           | 68                  | 3,90               | 76                  | 4,11                  | 148                 |
| 150     | 0                    | 1,25                | 3,49           | 85                  | 3,90               | 95                  | 4,11                  | 185                 |
| 150     | 100                  | 1,27                | 3,49           | 87                  | 3,90               | 97                  | 4,11                  | 188                 |
| 150     | 300                  | 1,30                | 3,49           | 89                  | 3,90               | 99                  | 4,11                  | 192                 |
| 150     | 500                  | 1,33                | 3,49           | 91                  | 3,90               | 101                 | 4,11                  | 197                 |
| 150     | 700                  | 1,37                | 3,49           | 93                  | 3,90               | 104                 | 4,11                  | 203                 |
| 150     | 900                  | 1,40                | 3,49           | 95                  | 3,90               | 106                 | 4,11                  | 207                 |
| 150     | 1100                 | 1,43                | 3,49           | 97                  | 3,90               | 109                 | 4,11                  | 212                 |
| 150     | 1300                 | 1,47                | 3,49           | 100                 | 3,90               | 112                 | 4,11                  | 218                 |
| 150     | 1500                 | 1,50                | 3,49           | 102                 | 3,90               | 114                 | 4,11                  | 222                 |
| 200     | 0                    | 1,25                | 3,49           | 114                 | 3,90               | 127                 | 4,11                  | 247                 |
| 200     | 100                  | 1,27                | 3,49           | 115                 | 3,90               | 129                 | 4,11                  | 251                 |
| 200     | 300                  | 1,30                | 3,49           | 118                 | 3,90               | 132                 | 4,11                  | 257                 |
| 200     | 500                  | 1,33                | 3,49           | 121                 | 3,90               | 135                 | 4,11                  | 262                 |
| 200     | 700                  | 1,37                | 3,49           | 124                 | 3,90               | 139                 | 4,11                  | 270                 |
| 200     | 900                  | 1,40                | 3,49           | 127                 | 3,90               | 142                 | 4,11                  | 276                 |
| 200     | 1100                 | 1,43                | 3,49           | 130                 | 3,90               | 145                 | 4,11                  | 282                 |
| 200     | 1300                 | 1,47                | 3,49           | 134                 | 3,90               | 149                 | 4,11                  | 290                 |
| 200     | 1500                 | 1,50                | 3,49           | 136                 | 3,90               | 152                 | 4,11                  | 296                 |

Jos jäykistävien seinien sijainti on epäsymmetrinen tai vaakavoima on epäsymmetrinen rakenteen jäykkyyspainopisteen suhteen, tulee rakennesysteemin kiertymisen vaikutus ottaa huomioon tarkasteltaessa yksittäisiä seinä.

Jos vaakarakenne ei ole riittävän jäykkä toimiakseen levynä, vaakavoimien oletetaan kohdistuvan niihin jäykistäviin seiniin, joihin kyseiset välipohjien osat on suoraan kiinnitetty.

Suurinta jäykistävään seinään kohdistuvaa vaakasuoraa kuormaa voidaan pienentää enintään 15 % edellyttäen, että samansuuntaisten jäykistävien seinien kuormaa vastaavasti lisätään.

Vaakakuormien aiheuttamien leikkausjännitysten katsotaan jakautuvan tasaisesti seinän puristetulle osalle. Seinän puristetun osan pituus lasketaan olettamalla puristusjännitysten jakauma lineaariseksi. Mahdolliset aukot, roilot tai syvennykset on otettava laskennassa huomioon.

Leikkauskestävyyden tarkastelu tehdään jäykistävässä suunnassa käyttäen minimipystykuormaa. Leikkauskestävyys tarkastetaan seinän ylä- ja alareunoissa. Seinän leikkauskestävyyden mitoitusarvo saadaan seinän leikkauksen lujuuden mitoitusarvon, puristetun osan pituuden ja seinän paksuuden tulona.

Seinän puristetun osan puristuskestävyyden tarkastelu tehdään hoikemmassa suunnassa sekä minimi- että maksimipystykuormilla joihin lisätään vaakakuormista syntyvän taivutusmomentin aiheuttama lisäpuristus.

Rakennuksen runkoa jäykistäviä seinä kuormittaa vaakakuormien aiheuttama seinän tason suuntainen leikkausvoima ja yleensä myös samanaikainen pystykuorma. Jäykistävien seinien laippoina toimivat risteävät seinät voidaan ottaa huomioon, jos niiden välinen liitos mitoitetaan vaikuttavalle pystysuoralle leikkausvoimalle. Suunnittelussa tarkistetaan, ettei leikkausvoiman mitoitusarvo ylitä seinän leikkauskestävyyttä. Leikkauskestävyydessä otetaan huomioon seinän puristettu pituus, joka lasketaan olettamalla jännitysten jakaantuminen lineaariseksi. Puristusjännitys otetaan huomioon leikkauksen lujuutta kasvattavana tekijänä ja mitoitusarvona käytetään rakenneosan puristetun osan keskimääräistä jännitystä.

Taulukossa 19 on esitetty sellaisten seinärakenteiden lujuusarvot, joissa käytetään laastia pystysaumoissa ja koko vaakasaumassa (ohutsaumamuurattavat tuotteet rakosaumalla).

Taulukossa on myös esitetty laastittomien pystysaumoin muuratun rakenteen leikkauksen lujuuden ominaisarvo, joka on määritetty standardin EN 1996-1-1 yhtälöstä 3.6 ja kahdella tai useammalla yhtä leveällä vähintään 30 mm:n laastikarheella muuratun rakosaumamuurin rakenteen leikkauksen lujuuden mitoitusarvo  $f_{vd}$ , joka on määritetty standardin EN 1996-1-1 yhtälön 3.7 mukaisesti.

**TAULUKKO 19.** Seinän leikkauskestävyyden mitoitusarvon  $V_{Rd}$  määrittäminen.

a) Tiili NKH

| $N_d$ kN/m | $f_{vko}$ | $f_{vd}$ | $V_{Rd}$ kN/m |
|------------|-----------|----------|---------------|
| 0          | 0,17      | 0,09     | 12,3          |
| 10         | 0,17      | 0,11     | 14,5          |
| 20         | 0,17      | 0,13     | 16,7          |
| 30         | 0,17      | 0,15     | 18,9          |
| 40         | 0,17      | 0,16     | 21,2          |
| 50         | 0,17      | 0,18     | 23,4          |
| 60         | 0,17      | 0,20     | 25,6          |
| 70         | 0,17      | 0,21     | 27,8          |
| 80         | 0,17      | 0,23     | 30,1          |
| 90         | 0,17      | 0,25     | 32,3          |
| 100        | 0,17      | 0,27     | 34,5          |

b) Runkopontti, ei pystysaumalaastia

| $N_d$ kN/m | $f_{vko}$ | $f_{vd}$ | $V_{Rd}$ kN/m |
|------------|-----------|----------|---------------|
| 0          | 0,145     | 0,08     | 10,5          |
| 10         | 0,145     | 0,10     | 12,7          |
| 20         | 0,145     | 0,11     | 14,9          |
| 30         | 0,145     | 0,13     | 17,1          |
| 40         | 0,145     | 0,15     | 19,4          |
| 50         | 0,145     | 0,17     | 21,6          |
| 60         | 0,145     | 0,18     | 23,8          |
| 70         | 0,145     | 0,20     | 26,0          |
| 80         | 0,145     | 0,22     | 28,3          |
| 90         | 0,145     | 0,23     | 30,5          |
| 100        | 0,145     | 0,25     | 32,7          |

c) Runkopontti, pystysaumalaasti

| $N_d$ kN/m | $f_{vko}$ | $f_{vd}$ | $V_{Rd}$ kN/m |
|------------|-----------|----------|---------------|
| 0          | 0,29      | 0,16     | 20,9          |
| 10         | 0,29      | 0,18     | 23,2          |
| 20         | 0,29      | 0,20     | 25,4          |
| 30         | 0,29      | 0,21     | 27,6          |
| 40         | 0,29      | 0,23     | 29,8          |
| 50         | 0,29      | 0,25     | 32,1          |
| 60         | 0,29      | 0,26     | 34,3          |
| 70         | 0,29      | 0,28     | 36,5          |
| 80         | 0,29      | 0,30     | 38,7          |
| 90         | 0,29      | 0,31     | 40,9          |
| 100        | 0,29      | 0,33     | 43,2          |

d) Desibelipontti, ei pystysaumalaastia

| $N_d$ kN/m | $f_{vko}$ | $f_{vd}$ | $V_{Rd}$ kN/m |
|------------|-----------|----------|---------------|
| 0          | 0,157     | 0,09     | 20,9          |
| 10         | 0,157     | 0,10     | 23,2          |
| 20         | 0,157     | 0,11     | 25,4          |
| 30         | 0,157     | 0,12     | 27,6          |
| 40         | 0,157     | 0,12     | 29,8          |
| 50         | 0,157     | 0,13     | 32,0          |
| 60         | 0,157     | 0,14     | 34,3          |
| 70         | 0,157     | 0,15     | 36,5          |
| 80         | 0,157     | 0,16     | 38,7          |
| 90         | 0,157     | 0,17     | 40,9          |
| 100        | 0,157     | 0,18     | 43,2          |

e) Desibelipontti, pystysaumalaasti

| $N_d$ kN/m | $f_{vko}$ | $f_{vd}$ | $V_{Rd}$ kN/m |
|------------|-----------|----------|---------------|
| 0          | 0,313     | 0,17     | 41,7          |
| 10         | 0,313     | 0,18     | 44,0          |
| 20         | 0,313     | 0,19     | 46,2          |
| 30         | 0,313     | 0,20     | 48,4          |
| 40         | 0,313     | 0,21     | 50,6          |
| 50         | 0,313     | 0,22     | 52,8          |
| 60         | 0,313     | 0,23     | 55,1          |
| 70         | 0,313     | 0,24     | 57,3          |
| 80         | 0,313     | 0,25     | 59,5          |
| 90         | 0,313     | 0,26     | 61,7          |
| 100        | 0,313     | 0,27     | 64,0          |

### 6.3.5 Seinien korkeuden ja pituuden raja-arvot suhteessa paksuuteen käyttörajatilassa

Eurocoden (standardi EN 1996-1-1) opastavassa Liitteessä F on annettu ohjeita seinien käyttörajatilamitoitukseen. Seinälle ei tarvitse tehdä käyttörajatilatarkastelua, jos se täyttää em. standardin liitteessä F esitetyt ehdot. Liitteessä esitetyt kuvaajat rajoittavat seinän kokoa tuentatavasta riippuen. Kuvassa 3 on esitetty kolmelta tai neljältä sivulta tuettujen seinien korkeuden ja pituuden raja-arvoja suhteessa seinän paksuuteen. Tarvittaessa kantamattomat väliseinät mitoitetaan murto-tilassa tilojen käyttötarkoituksen mukaisille vaakakuormille.

Seinien ollessa tuettu ylhäältä, mutta ei sivuilta, rajoitetaan korkeus  $h$  arvoon 30 t. Kuva 3 on voimassa seinille tai rako-seinän puoliskoille, joiden paksuus on vähintään 100 mm.

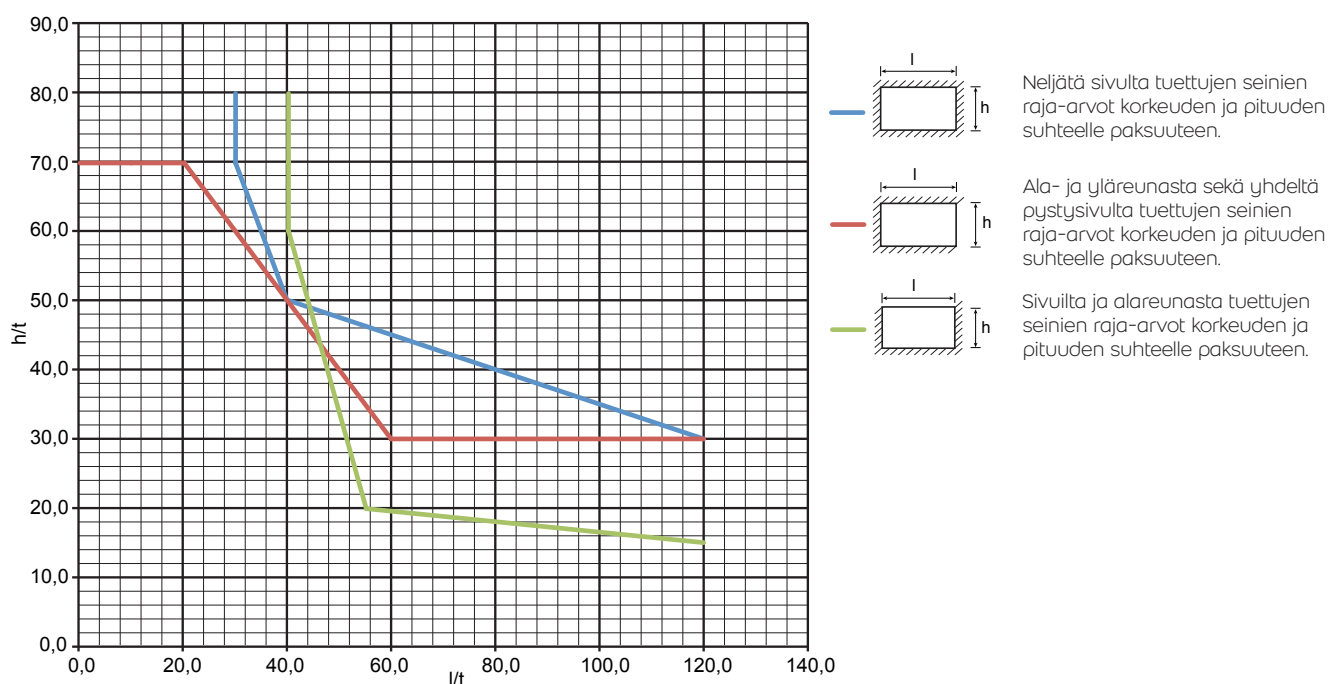
Mikäli halutaan päästä edellä esitettyjä pidempiin tukiväleihin, voidaan Kahi-seinät raudoittaa. Rauditus voidaan sijoittaa harkkojen pystysuuntaisiin reikiin tai palkki- sekä

Facade-harkkoihin vaakasuuntaisiin uriin. Kahi-rakenteiden raudoitusta käsitellään kappaleessa 6.5.

Raudoitusta voidaan tarvita myös suurten pistekuormien kohdalla. Jos Kahi-tiilimuurin lyhytaikaiselle kuormitukselle sallittu arvo 0,42 kNm/m ylittyy, on seinää vahvistettava raudoituksella. Esimerkiksi invalidi-wc:ssä käytettävä, seinään kiinnitettävä 800 mm seinäpinnasta ulos tuleva käsituki, johon kohdistuu 1 kN suuruinen rasitus alaspäin, aiheuttaa 1,26 kNm/m suuruisen paikallisen taivutusrasituksen seinän pysty akselin ympäri.

Sijoittamalla kiinnityspisteen ylä- sekä alapuolelle 3 kappaletta 1000 mm mittaisia T4-teräksiä saadaan seinän taivutuskestävyydeksi riittävä 1,29 kNm/m.

Kuormituksen perusteella määritettyjen enimmäismittojen lisäksi on huomioitava seinien liikuntasauvojen tarve. Kantamattomien seinien minimipaksuuden määräävät yleensä palonkestävyys ja ääneneristävyyksivaatimukset, jotka on käsitelty omissa kappaleissaan.



KUVA 3. Kahi-väliseinien korkeuden ja pituuden raja-arvoja suhteessa seinän paksuuteen käyttörajatilassa

## 6.4 Ulkoseinät

### 6.4.1 Ulkoseinien mitoittaminen

Kahi-ulkoseinärakenteen minimipaksuus määräytyy seinältä vaaditun puristus- ja vaakakuormakestävyyksien, sekä sille asetettujen palonkesto- sekä lämmön- ja ääneneristävyyksivaatimusten perusteella. Aukkojen ylityspalkit valitaan kuormituksen perusteella taulukoista tai mitoitetaan ne Eurocoden standardien mukaisesti. Suurten pistekuormien osalta tarkistetaan myös paikallisen puristuskestävyyden riittävyys. Kuorimuurin paksuus, muuraussiteet, kutistuma-raudoitus sekä liikuntasaumavälit valitaan kappaleen 6.6.4 ohjeiden mukaan. Ohjeita lämmönläpäisykertoimen  $U$  laskentaan on esitetty kappaleessa 6.9.

### 6.4.2 Pystykuorma yhdessä tuulikuorman kanssa

Kantaviin ulkoseiniin vaikuttaa pystykuorman lisäksi samanaikainen tuulikuorma. Taulukon 20 pystysuoran kestävyysmitoitussarvot on laskettu tuulikuorman laskenta-arvolla  $0,8 \text{ kN/m}^2$ .

Seinä on oletettu vain pystysuuntaan toimivaksi ja osittain kiinnitetyksi siten, että epäkeskisyyttä lisäävä taivutusmomentti seinän keskellä on yhtä suuri kuin tukimomentit seinän päissä. Rakoseinällä molemmat kuoret on oletettu sidotun muuraussiteillä toisiinsa siten, että yhteistoiminta voidaan ottaa huomioon kantavan seinän tehollisessa paksuudessa ja tuulikuorma voidaan jakaa kuorille niiden jäykkyyksien suhteessa. Kohdekohtaisessa suunnittelussa käytettävät tuulikuormat voidaan määrittää rakenteiden kuormista annetuista ohjeista ja sivutukina toimivien seinien vaikutus voidaan ottaa huomioon kantavan seinän tehollisessa korkeudessa ja tuulikuorman aiheuttaman momentin jakautumisessa.

Murtorajatilassa seinän yläpäähän kohdistuvan pystysuoran kuorman mitoitussarvon  $N_{Ed} = N_{Edf} + N_{Edu}$  tulee olla pienempi kuin on seinän pystysuoran kestävyysmitoitussarvo  $N_{Rd}$ . Taulukossa 20 esitetyt  $N_{Rd}$ -arvot on laskettu tuulikuorman laskenta-arvolla  $q_{wd} = 0,8 \text{ kN/m}^2$ . Haluttaessa tarkastelu voidaan tehdä myös muilla tuulikuorman arvoilla standardin EN 1996-1-1 kappaleen 6.1 ohjeiden mukaisesti. Rakoseinän kuoret on oletettu sidotun muuraussiteillä toisiinsa siten, että muuraussiteiden määrä on vähintään 4 kpl/m<sup>2</sup>. Jos siteitä on tätä vähemmän tai esimerkiksi rakoseinän

**TAULUKKO 20.** Kahi-ulkoseinien pystysuoran kestävyysmitoitussarvot  $N_{Rd}$  (kN/m), kun samanaikainen tuulikuorma  $q_{wd}$  on  $0,8 \text{ kN/m}^2$ . Taulukossa  $h_{ef} = h$  on seinän vapaa korkeus ja  $e$  on seinän yläpään mitoitusvoiman  $N_{Ed}$  epäkeskisyyys.

| SEINÄN<br>TEHOLLINEN<br>KORKEUS $h_{ef}$ | RUNKOPONTTIHARKKO<br>t = 130 mm<br>KAHI-FACADE 85 mm |       |           | RUNKOPONTTIHARKKO<br>t = 130 mm<br>ERISTERAPPAUS |       |           |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------|-----------|--------------------------------------------------|-------|-----------|
|                                          | mm                                                   | e = 0 | e = 0,1 t | e = 0,2 t                                        | e = 0 | e = 0,1 t |
| 2400                                     | 226                                                  | 177   | 126       | 198                                              | 148   | 99        |
| 2500                                     | 212                                                  | 161   | 112       | 181                                              | 131   | 83        |
| 2600                                     | 197                                                  | 146   | 98        | 164                                              | 114   | 67        |
| 2700                                     | 181                                                  | 130   | 84        | 147                                              | 99    | 52        |
| 2800                                     | 165                                                  | 116   | 70        | 131                                              | 83    | 1)        |
| 2900                                     | 149                                                  | 101   | 57        | 115                                              | 67    | 1)        |
| 3000                                     | 134                                                  | 87    | 42        | 99                                               | 50    | 1)        |
| 3100                                     | 119                                                  | 73    | 1)        | 83                                               | 1)    | 1)        |
| 3200                                     | 105                                                  | 60    | 1)        | 66                                               | 1)    | 1)        |
| 3300                                     | 91                                                   | 45    | 1)        | 48                                               | 1)    | 1)        |
| 3400                                     | 77                                                   | 1)    | 1)        | 1)                                               | 1)    | 1)        |
| 3500                                     | 63                                                   | 1)    | 1)        | 1)                                               | 1)    | 1)        |
| 3600                                     | 48                                                   | 1)    | 1)        | 1)                                               | 1)    | 1)        |

1) Korkeat hoikat seinät voidaan toteuttaa käyttämällä sivutukina jäykistäviä seinä EN 1996-1-1 kappaleen 5.5.12 mukaisesti. Tällöin seinien mitoituskestävyydet tulee selvittää tapauskohtaisesti.

ulkokuoren purettavuus ilman tukitoimenpiteitä halutaan varmistaa, tulee rakoseinä mitoitaa kuvan 7 eristerapattun seinän arvoilla.

### 6.4.3 Tuulikuorma ilman pystykuormaa

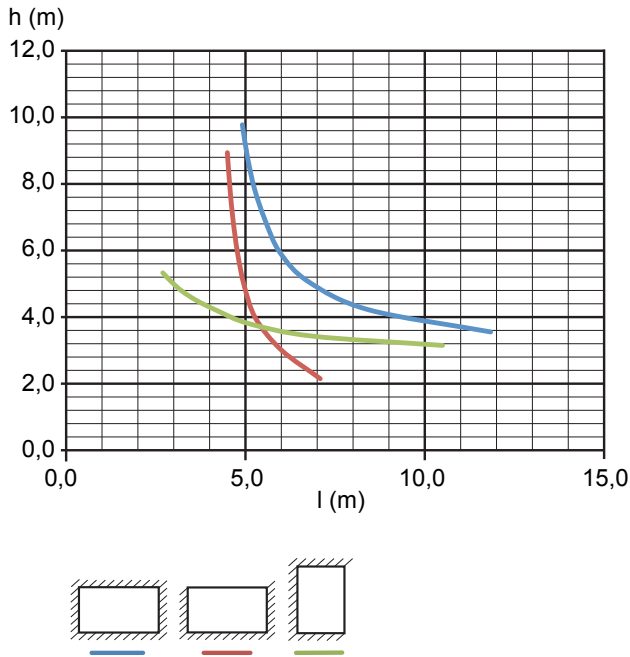
Kun ulkoseinään kohdistuu vain sen tasoa vastaan kohtisuora vaakakuorma kuten tuulikuorma, seinä mitoitetaan siten etteivät laskentakuormien aiheuttamat taivutusmomentit ylitä seinän momenttikestävyyden mitoitussarvoa. Muuratun rakenteen erisuuruinen momenttikestävyys vaak- ja pystysuuntaan otetaan tarkastelussa huomioon niiden välisellä ortogonaalisuhteella.

### TAULUKKO 21.

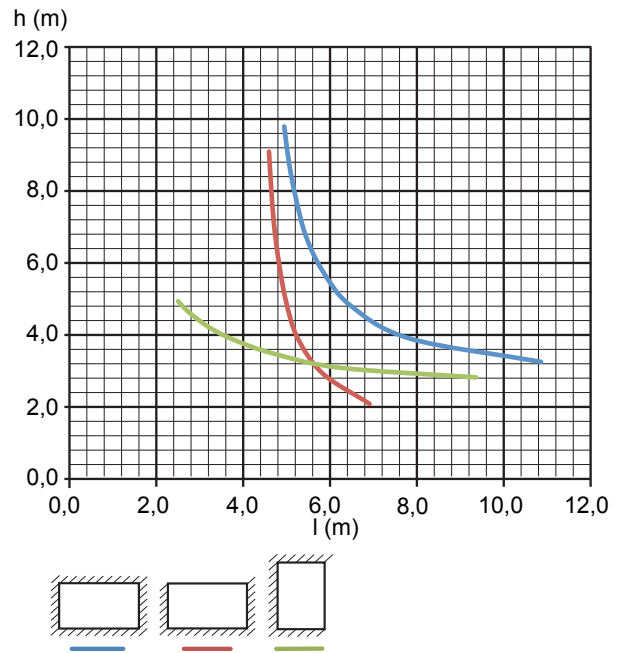
Seinärakenteen momenttikestävyyden mitoitussarvo  $M_{Rd}$

|                                                         | MUURIN MOMENTTIKESTÄVYYDEN MITOITUSSARVO |                                                 | ORTOGONAALISUHDE |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------|
|                                                         | VAAKASAUMOJEN SUUNTAISESSA MURTOTASOSSA  | VAAKASAUMOJA VASTAAN KOHTISUORASSA MURTOTASOSSA |                  |
| NKH tiili, muurauslaasti $5 \text{ N/mm}^2$             | 0,23                                     | 0,70                                            | 0,33             |
| Runkoponttiharkko, ohutsaumalaasti                      | 0,31                                     | 0,94                                            | 0,33             |
| Runkoponttiharkko, ohutsaumalaasti, ei pystysaumlaastia | 0,31                                     | 0,66                                            | 0,47             |

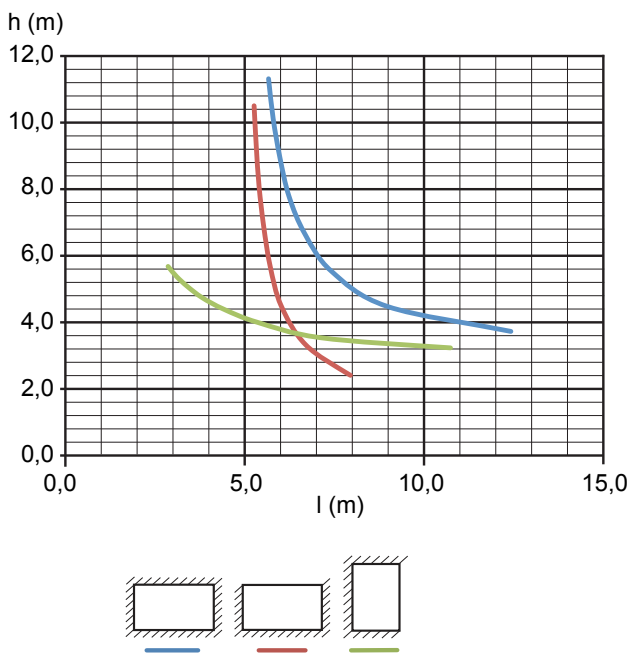
Kuvissa 4–9 on esitetty vaakakuormitettujen ulkoseinien enimmäistukivälejä Kahi-runkoisille ulkoseinille laskenta-tuulikuorman ollessa  $0,32/0,8 \text{ kN/m}^2$ . Seinien enimmäismitat muille  $q_{\text{wd}}$ -arvoille saadaan muuntamalla kuvissa 4–9 esitetyt seinän pituus- ja korkeusmitat vaakakuorman redusointi-kertoimella ( $k$ ) standardin SFS-EN 1996-1-1 Liite I:n mukaisesti.



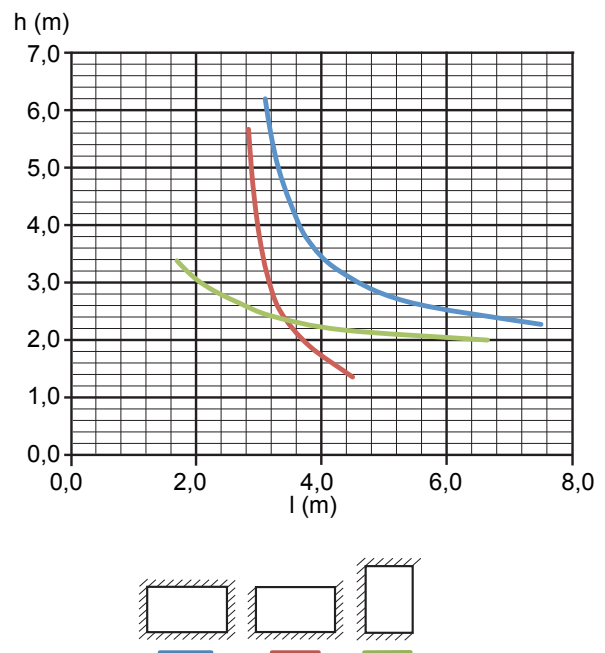
**KUVA 4.** Vaakakuormitettujen Runkopontti-harkkoseinien enimmäistukivälejä laskentatuulikuorman ollessa  $0,32 \text{ kN/m}^2$  (ilman pystykuormaa) – ei pystysaumalaastia.



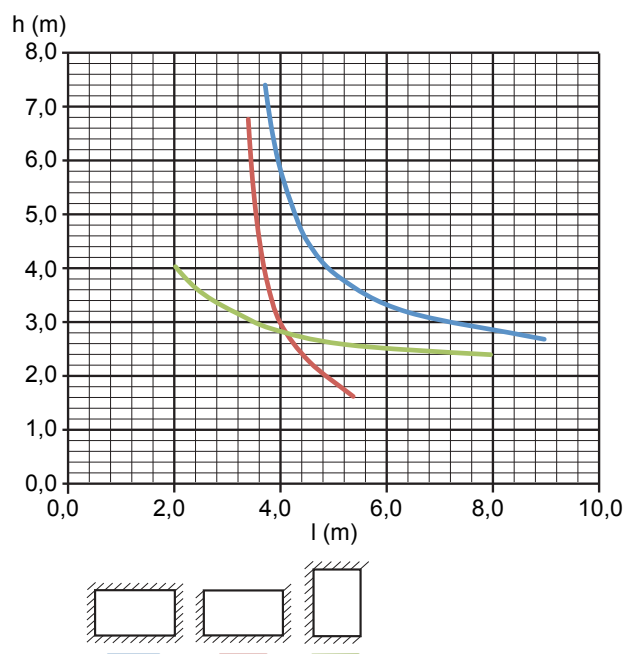
**KUVA 6.** Vaakakuormitettujen NKH-väliseinätiliseinien enimmäistukivälejä laskentatuulikuorman ollessa  $0,32 \text{ kN/m}^2$  (ilman pystykuormaa).



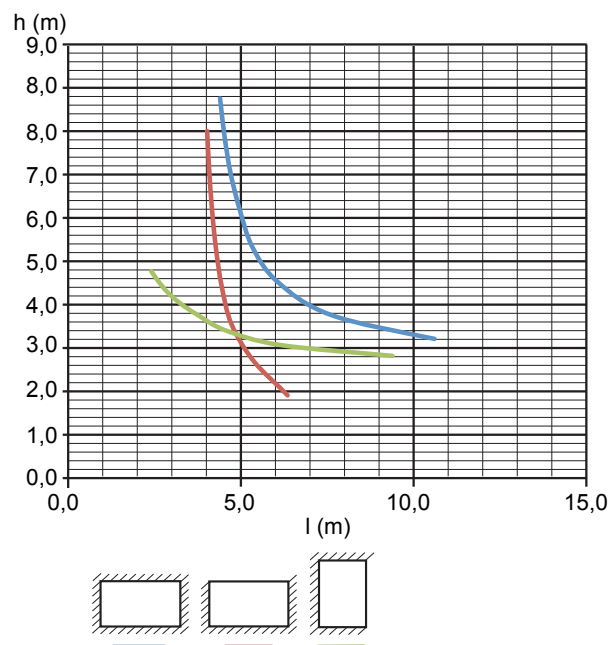
**KUVA 5.** Vaakakuormitettujen Runkopontti-harkkoseinien enimmäistukivälejä laskentatuulikuorman ollessa  $0,32 \text{ kN/m}^2$  (ilman pystykuormaa) – pystysaumalaastilla



**KUVA 7.** Vaakakuormitettujen eristerapattujen runkopontti-harkkoseinien enimmäistukivälejä laskentatuulikuorman ollessa  $0,8 \text{ kN/m}^2$  (ilman pystykuormaa) – ei pystysaumalaastia.



**KUVA 8.** Vaakakuormitettujen seinien enimmäistukivälejä laskentatuulikuorman ollessa  $0,8 \text{ kN/m}^2$ . Kahi-runkopontti-harkko + kuorimuuuri 85 mm (ilman pystykuormaa) – ei pystysaumalaastia.



**KUVA 9.** Vaakakuormitettujen seinien enimmäistukivälejä laskentatuulikuorman ollessa  $0,8 \text{ kN/m}^2$ . Kahi-runkopontti-harkko + kuorimuuuri 130 mm (ilman pystykuormaa) – ei pystysaumalaastia.

## 6.4.4 Kuorimuurin suunnittelu

### Kuorimuurin paksuus

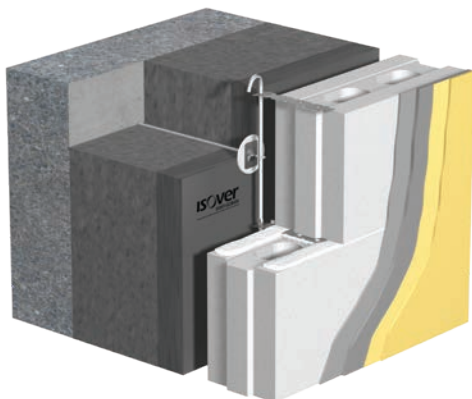
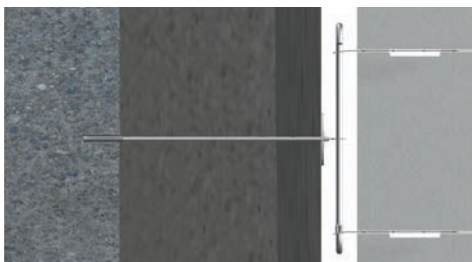
Runko RYL 2010 ohjeiden mukaisesti seinän kosteusteknisen toiminnan varmistaminen edellyttää että pinnoittamattomissa korkeissa, tuulelle ja sateelle alttiiden rakennusten kuorimuureissa käytetään 130 mm leveitä Kahi-tiiliä, muualla riittää 85 mm Kahi-tiilipaksuus. Paksulla läpäisemättömällä sementtilaastikerroksella suojatun Kahi Facade -harkkoulkokuoren sateen- ja pakkasrasituksen kestävyys perustuu rappauserroksen suojaavaan vaikutukseen. Tämän vuoksi 85 mm paksuista Kahi Facade -kuorimuuria voidaan käyttää kaiken korkuisissa rapatuissa julkisivuissa. Paksumman 130 mm leveän Kahi Facade -kuorimuurin etuina ovat parempi seinärakenteen ääneneristävyyden ja vähäisempi jäykistävien seinien tarve.

### Kuorimuurin kutistumaraudoitus

Kuorimuurin kutistumaraudoitus valitaan yleensä kokemusperäisesti. Normaalisti alimman ja toiseksi ylimmän tiili- tai harkkokerroksen uraan sijoitetaan yhtenäinen rauditus, joka jatkuu liikuntasaumasta liikuntasumaan. Ikkunoiden ala- ja yläpuolelle sekä ovien yläpuolelle tulee kutistumaraudoitus, jonka tartuntapituus on vähintään 500 mm. Kutistumaraudointina käytetään joko tikasrautoja BI 37R tai rst harjateräksiä.

### Muuraussiteet

Muuraussiteillä yhdistetään rakoseinän kuorimuurin (julkisivumuuraus, ulkokuori) sisäkuoreen (runkoon). Muuraussiteiden tehtävänä on veto- ja puristusvoimien siirtäminen kuorien välillä ja samalla sallia kuorien välinen rajattu liike. Muuraussiteillä kiinnitetään useimmiten myös rakennuksen lämmöneristeet. Eurocoden mukaisessa suunnittelussa muuraussidemäärä tulee aina laskea. Sidemäärä voidaan laskea tässä esitetyllä menetelmällä tai esimerkiksi sidevalmistajien, kuten Amutek Oy:n tuotteilleen räätälöimillä tietokoneohjelmilla.



Muuraussiteet mitoitetaan sekä tuulenpaineen ja imun aiheuttamalle puristukselle että vedolle. Muuraussiteiden vähimmäismäärä neliometriä kohden saadaan yhtälöstä:

$$n_t \geq \frac{W_{Ed}}{F_d} \quad (1)$$

jossa

$n_t$  on muuraussiteiden vähimmäismäärä neliometriä kohden:  $n_t \geq 2 \text{ kpl/m}^2$  aina.

$n_t \geq 4 \text{ kpl/m}^2$ , jos halutaan että ulko- ja sisäkuori toimivat mitoituslaskennassa yhdessä.

$W_{Ed}$  on vaakakuorman mitoitusarvo pinta-alayksikköä  $\text{m}^2$  kohden

$F_d$  on muuraussiteen puristus- tai vetolujuuden mitoitusarvo.

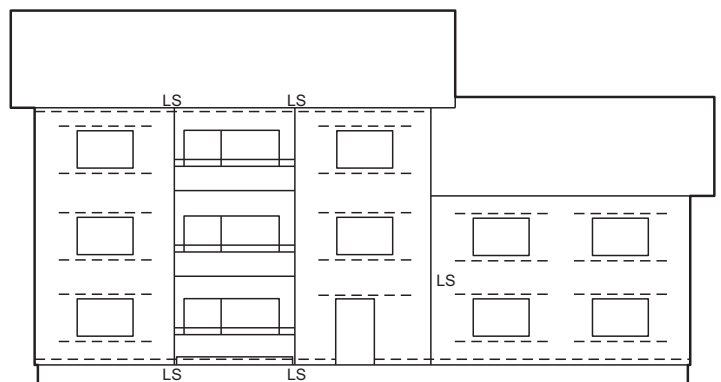
Muuraussiteen suoritustasoilmoituksessa (DoP) ilmoitetuista arvoista ( $F_{m1}$ ) lasketaan muuraussiteen kansalliset (FI) mitoitusarvot ( $F_d$ ).

Osavarmuuslukuina käytetään sekä murtorajatilan materiaalin osavarmuusluvun  $\gamma_M$  arvoja että materiaalin (FI) osavarmuuslukuja  $\gamma_{M1}$ .

Jos murtotapaa ei ole ilmoitettu, on osavarmuusluku 3,2. Muuraussiteen kansalliset (FI) mitoitusarvot lasketaan sekä puristuskestävyydelle ( $F_{d1}$ ) että vetokestävyydelle ( $F_{d2}$ ).

Kiinteitä muuraussiteitä, jotka on testattu liikettä sallimattomina voidaan käyttää vain alle kuusi metriä korkeissa kuorimuureissa, sekä kuorimuureissa jotka on vaakasuuntaisilla liikuntasaumoilla jaettu alle kuusi metriä korkeisiin osiin. Tätä korkeimmissa kuorimuureissa on tarvittaessa laskettava seinäpuoliskojen välinen liike kosteus- ja lämpötilavaihtelusta sekä käytettävä sellaista sidetyyppiä, kuten esim. Amutek Oy:n valmistamat Kahi Facade -harkkojulkisivuille tarkoitettut muuraussiteet (kts. kuvat vasemmalla), jolla on riittävä liikevara (pystysuuntaisen liikkeen sallivia siteitä).

Muuraussiteet sijoitetaan rakenteisiin suunnitelmassa merkittyihin kohtiin siten, että raudituksen suojakerrokselle ja seinän taivutuskestävyydelle tuulen aiheuttamia kuormia vastaan asetetut vaatimukset täyttyvät. On suositeltavaa lisätä siteiden määrä kohdissa, joissa muurin jatkuvuus katkeaa, kuten aukkojen pielissä ja liikuntasaumojen läheisyydessä.



**KUVA 10.** Kutistumaraudoituksen sijoitteluperiaatteita.  
LS = Liikuntasäuma

Muuratun rakenteen mahdolliset liikkeet tulee suunnitelmassa ottaa huomioon, jotta tällainen liike ei vaikuta haitallisesti muuratun rakenteen toimintaan.

Jos risteävien seinien muodonmuutokset eivät ole samanlaisia, tehdään liitos niin, että seinien välinen liike on mahdollinen.

Kahden muuratun seinän tai muuratun seinän ja muun rakenteen, johon muurattu seinä on kiinnitetty, välillä käytetään liikkeen sallivia siteitä, kun halutaan, että seinän tasossa tapahtuva rakenneosien välinen muodonmuutos on mahdollinen.

Käytettäessä liikettä sallimattomia muuraussiteitä rajoitetaan ulkoseinässä olevien vaakasuorien liikuntasaumojen välistä etäisyyttä, jotta muuraussiteet eivät löysty.

Liikuntasauvoja tai raudoitusta käytetään muuratussa rakenteessa vähentämään laajenemisesta, kutistumisesta, liike-eroista tai virumasta aiheutuvaa halkeilua, kaareutumista tai kiertymistä.

### Kuorimuurin liikuntasaumat

Kolme metriä korkeiden raudoittamattomien Kahi-harkko- ja tiilikuurien pystysuuntaisten liikuntasaumojen suositeltu maksimiväli on kymmenen metriä. Muilla pientalon seinäkorkeuksilla pystysuuntaisten liikuntasaumojen maksimiväli voidaan arvioida kaavalla maksimiväli =  $2 \times \text{harkkokuoren korkeus} + 4$  metriä. Aukkojen vaikutus liikuntasaumaväliin selvitetään tapauskohtaisesti. Liikuntasaumavälejä voidaan pidentää käyttämällä raudoitusta.

## 6.5 Raudoitettujen seinien mitottaminen vaakakuormille

Kahi-väliseinät ja kantava runko suunnitellaan normaalisti toimimaan raudoittamattomana.

Kaikki muuratut Kahi-seinärakenteet voidaan toteuttaa myös raudoitettuina. Raudoituksella voidaan parantaa seinän taivutus, leikkaus ja vetokestävyyttä, pidentää tarvittavia tuki- ja liikuntasaumavälejä sekä estää rakenteen hauraan murtumisen.

Raudoitettujen Kahi-seinien suunnittelu tehdään standardin EN 1996-1-1 raudoitettuja rakenteita koskevien määräysten ja ohjeiden mukaisesti. Kahi-tiiliseinissä vaakaraudoitus voidaan sijoittaa muurauslaastisaumoihin ja palkkitiiliin uriin. Kahi-harkkoseinissä vaakaraudoitus voidaan sijoittaa Facade tai palkkiharkkojen yläpinnan uraan, taikka seinään voidaan tehdä normaalia paksumpi laastisauma, johon raudoitus sijoitetaan. Pystysuuntaista, harkkojen pystysuuntaisiin onkaloihin juotettavaa raudoitusta käytetään erityisesti suurten pistekuormien kohdalla, kun halutaan parantaa raudoittamattoman Kahi-seinän kestävyyttä.

Kahi-kuorimuuraukseen sijoitetaan kutistumaraudoitus kappaleen 6.6.4 mukaisesti.

Haluttaessa kaikki Kahi-rakenteet voidaan suunnitella toimimaan myös raudoitettuina. Raudoituksella voidaan lisätä muuratun rakenteen taivutus- ja vetokestävyyttä sekä estää hauras murtuminen. Syitä raudoituksen käyttöön voi olla myös halu pidempiin liikuntasaumaväleihin sekä suurten

pistekuormien ja momenttien aiheuttama tilanne, jossa lyhytaikainen taivutusrasitus voi ylittää Kahi-muurin sallittuun vetolujuuteen perustuvan arvon 0,42 kNm/m.

Raudoitteet voidaan sijoittaa tiiliseinien muuraussaumoihin ja ohutsaumamuurattavissa harkkoseinissä Kahi Facade sekä -palkkiharkkojen vaakauriin. Suurten pistekuormien ympäristössä raudoitus voidaan haluttaessa myös juottaa kuormaa ympäröiviin pystyroiloihin.

Raudoitteet sijoitetaan saumoihin tai palkkitiilistä muodostettuihin kouruihin. Raudoitetuissa muurauksissa sauman paksuuden tulee olla vähintään 1,5-kertainen raudoitteen paksuuteen verrattuna.

Vaikeissa ympäristöolosuhteissa käytetään ruostumaton terästä tai tavanomaiset teräkset asennetaan palkkitiilien muodostamaan kouruun siten, että raudoitusta ympäröivän laastikerroksen paksuus on vähintään 15 mm.

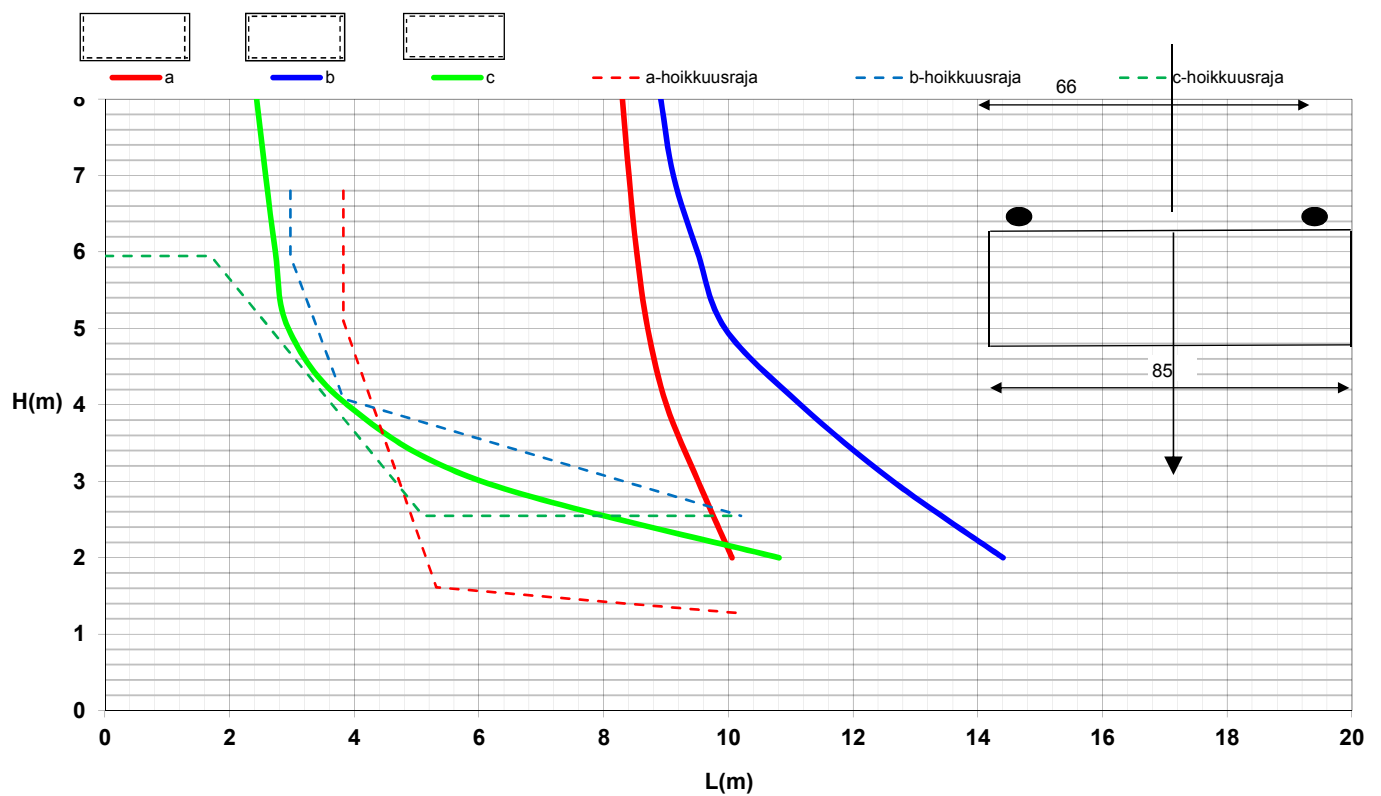
Raudoitustankojen vapaan välin tulee olla vähintään 20 mm.

Tiilistä muurattujen palkkien hyödyllinen korkeus  $\leq 1/2$  jännemitasta ja  $\leq 10$  kertaa palkin leveys.

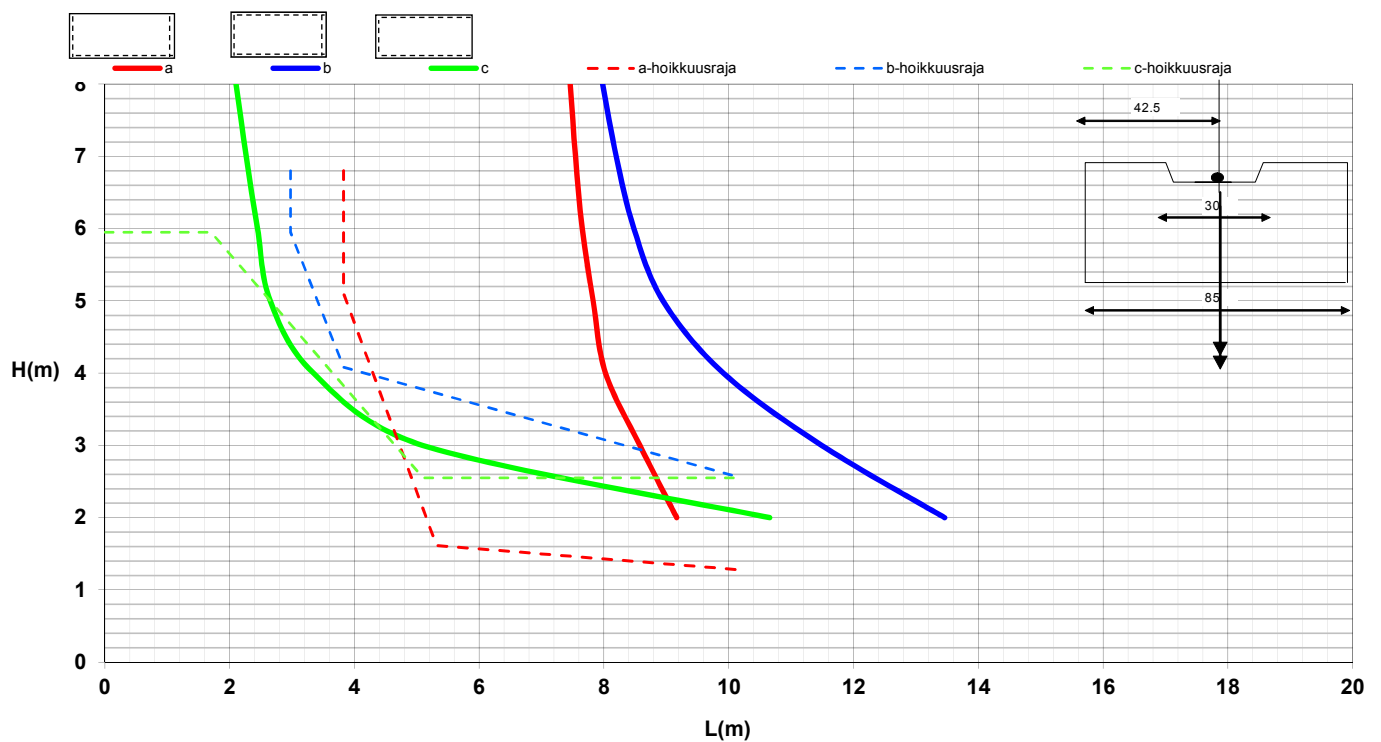
Raudoituksen alapuoliset tiilet on sidottava yläpuoliseen rakenteeseen.

Seuraavissa kuvissa on esitetty vaakaraudoitettujen Kahi-harkko ja -tiiliväliseinien tukivälit vaakakuormalle  $q_d = 0,32 \text{ kN/m}^2$ . Tiiliseinien kapasiteetit on laskettu joka toiseen muuraussaumaan vaakasuunnassa 15 mm etäisyydelle muuraussauoman molemmista reunoista sijoitetulle (1+1)  $\emptyset 8$  raudoitukselle. Harkkoseinien kapasiteetit saavutetaan joka toiseen harkkosaumaan vaakasuunnassa harkon keskelle sijoitetulla 1  $\emptyset 8$  tai 2  $\emptyset 5$  raudoituksella. Seinien tukivälit on laskettu kolmella eri tuentavaihtoehdolla. Seuraavissa kuvissa on esitetty raudoitettujen Kahi-seinärakenteiden kapasiteetteja. Katkoviivat esittävät rakenteiden hoikkurajat, jotka on määritetty standardin EN 1996-1-1 kohdan 5.5.2.5:n mukaisesti (taivutettujen raudoitettujen muurattujen rakenneosien jännemittojen raja-arvot). Hoikkurajoja määrittäessä on käytetty vapaastu tuetun ja jatkuvan rakenteen tehollisen jännemitan suhdetta teholliseen paksuuteen (35 ja 45). Katkoviivalla olevat käyrät esittävät taivutettujen raudoitettujen muurattujen rakenneosien jännemittojen raja-arvot. Raja-arvot on sovellettu käyttäen standardin EN 1996-1-1 taulukon 5.2 jännemitan ja tehollisen korkeuden suhteen raja-arvoja taivutetuille seinille ja standardin EN 1996-1-1 Liite F:n käyriä. Soveltamisessa on käytetty vapaasti tuetun ja jatkuvan rakenteen tuentatavan kertoimia (yhteen suuntaan raudoitettu rakenne). Muut tuentatavat on esitetty standardin EN 1996-1-1 taulukossa 5.2.

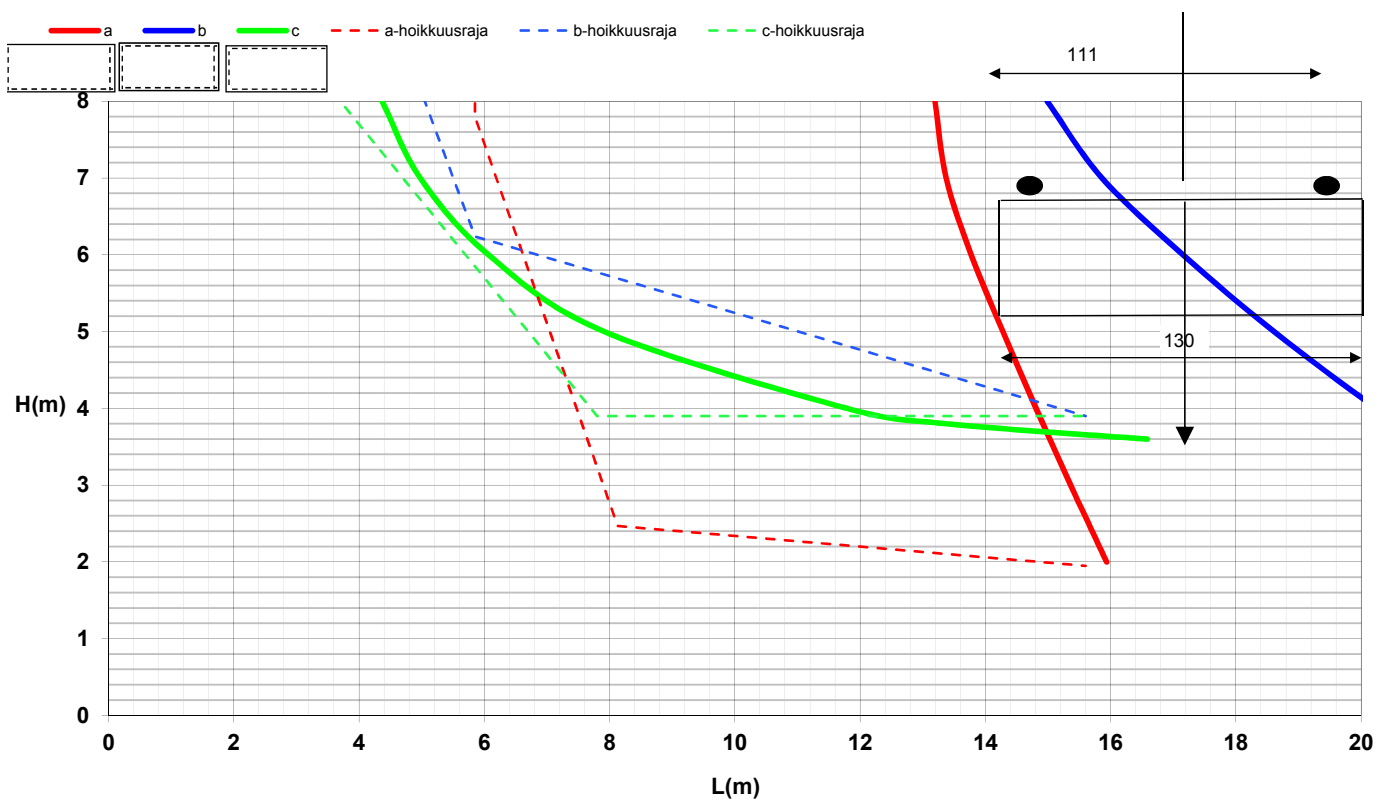
Tuulikuormien määrittämisen tukivälien lisäksi tulee väli-seinien liikuntasaumojen maksimivälien määrittämisessä noudattaa liikuntasaumaohjeita (kts. myöhemmänä oleva kappale).



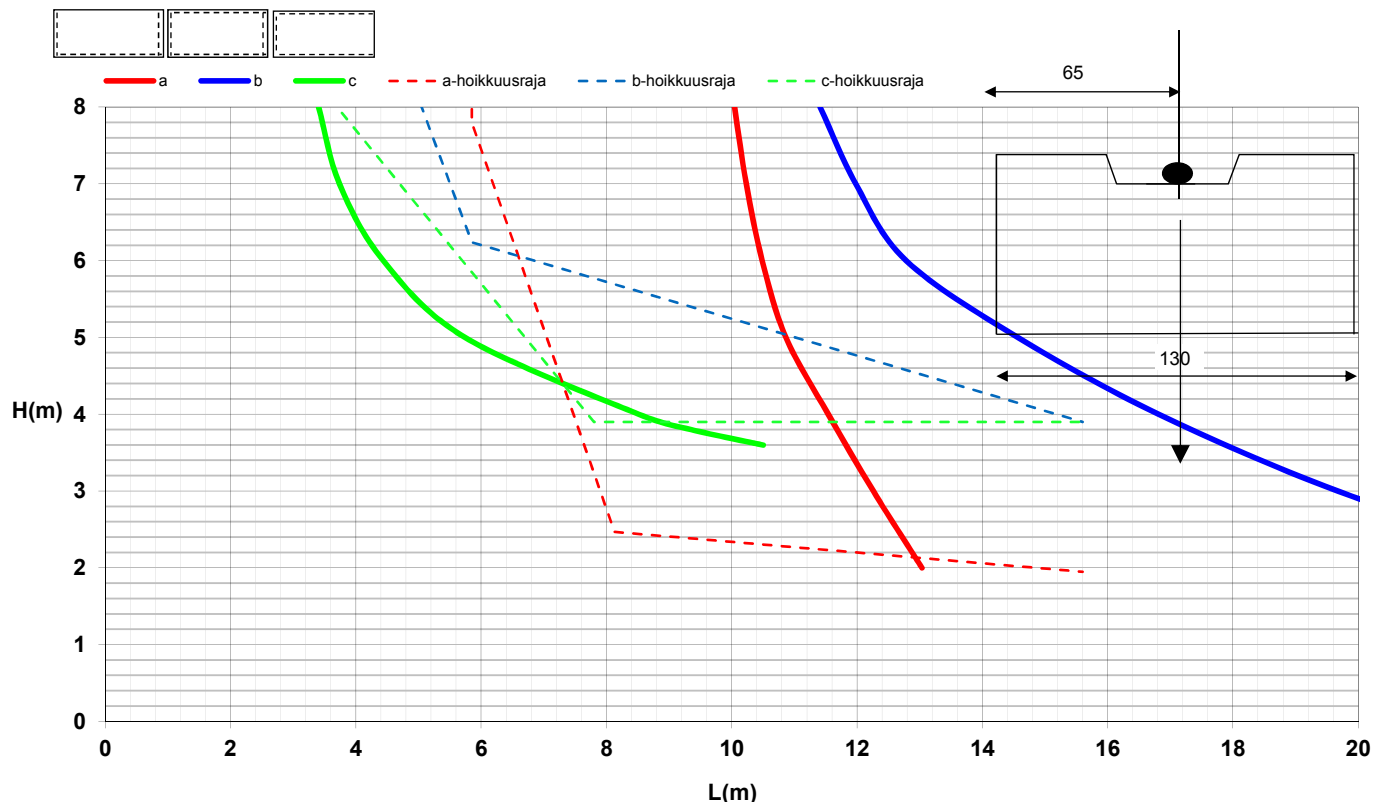
KUVA 11. Kapasiteetti: Kahi-tiiliseinä 85 mm, 2  $\varnothing$  8 mm teräs joka toisessa vaakasaumassa  $q_d = 0,32 \text{ KN/m}^2$



KUVA 12. Kapasiteetti: Kahi-harkkoseinä 85 mm, 1  $\varnothing$  8 mm teräs joka toisessa vaakasaumassa  $q_d = 0,32 \text{ KN/m}^2$



KUVA 13. Kapasiteetti: Kahi-tiilliseinä 130 mm, 2  $\varnothing$  8 mm teräs joka toisessa vaakasaumassa  $q_d = 0,32 \text{ KN/m}^2$



KUVA 14. Kapasiteetti: Kahi-harkkoseinä 130 mm, 1  $\varnothing$  8 mm teräs joka toisessa vaakasaumassa  $q_d = 0,32 \text{ KN/m}^2$

## 6.6 Liikuntasaumat

Tiili-/harkkorakenteen mitoista ja epäjatkuvuuskohdista johtuen yhtenäinen muuri voi saada fysikaalisista rasituksista ja taipuvista kannatusrakenteista pakkomuodonmuutoksia ja niistä aiheutuvat jännitykset aiheuttaa muuratun rakenteen vaurioitumista.

Muodonmuutoksista aiheutuva halkeilu johtuu yleensä kiven ja laastin välisen leikkaus- ja tartuntalujuuden sekä joskus myös kiven leikkaus- tai vetolujuuden ylittymisestä.

Ei-kantavat Kahi-väliseinät tehdään usein taipuvalle alustalle kuten ontelolaatalle. Tämä lisää liikuntasaumojen tarvetta. Esimerkiksi taipumattomalla alustalla olevan yhtenäisen Kahi-väliseinän liikuntasaumaväli on rajattu lämpö- ja kosteusliikkeiden vuoksi korkeintaan 20 metriksi.

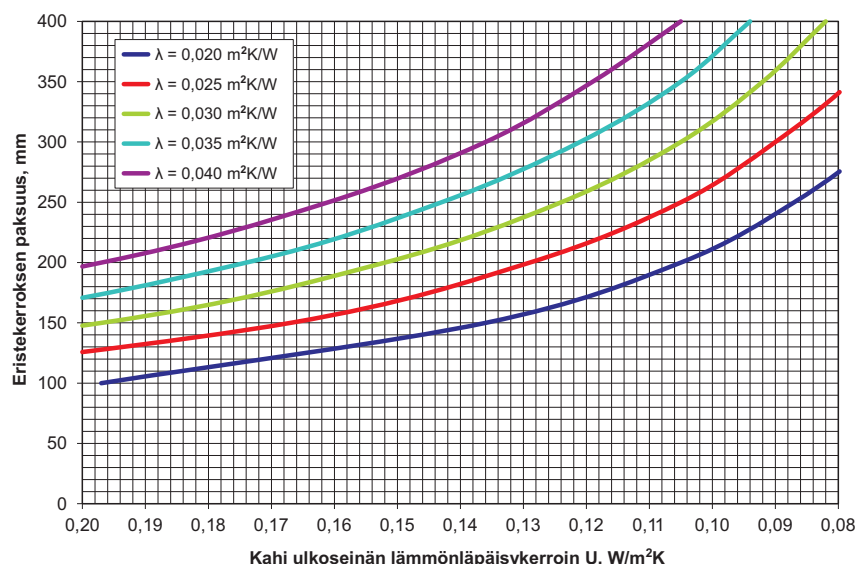
Taipuvalla alustalla (taipuma muurauksen jälkeen korkeintaan  $L/500$ ) Kahi-seinien liikuntasaumaväli on korkeintaan 10 metriä (ei-kantava ulkoseinät - arvot koskevat 3 m korkeaa yhtenäistä aukotonta rakennetta - matalammissa seinissä liikuntasaumaväliä tulee pienentää, yli 3 metriä korkeilla seinillä voidaan liikuntasaumaväliä suurentaa - aukkojen vaikutus liikuntasaumaväliin on selvitetävä tapauskohtaisesti). Tätä enemmän taipuvien alustojen päällä oleviin laatan suuntaisiin väliseiniin on tehtävä edellisen lisäksi liikuntasaumoja kriittisiin kohtiin kuten laatan jännevälin keskialueelle. Liikuntasaumat sijoitetaan myös kohtiin, joissa perustustapa muuttuu esimerkiksi maanvaraisesta perustuksesta kantavaksi laataksi.

Raudoittamattoman Kahi-väliseinien liikuntasaumat tehdään vähintään:

- Tasalämpöisissä sisätiloissa taipumattomilla alustoilla kun yhtenäisen seinän pituus on yli 20 m
- Noin 10 m:n välein enintään  $L/500$  taipuvien alustojen päällä sekä taipumattomilla alustoilla tiloissa, joissa tapahtuu lämpötilan muutoksia ja niistä aiheutuvia lämpöliikkeitä
- Yli  $L/500$  taipuvilla alustoilla yli 7,2 m pituisten ontelolaattojen tai 4,8 m pitkien paikalla valettujen massiivilaattojen päältä lähteviin laatan suuntaisiin seiiniin jännevälin keski-alueelle.
- Kun maanvarainen perustus muuttuu kantavaksi laataksi tai palkiksi.

Seinän ja perustuksen tai laatan väliin sijoitetaan irrotuskaistaksi esim. bitumikermi. Irrotuskaista toimii samalla vaakasuuntaisena liikuntasaumana. Laataston ja seinän yläreunan väliin jätetään painumavara ja liitoksesta tehdään joustava. Tässä esitettyjä liikuntasaumavälejä voidaan tarvittaessa pidentää raudoittamalla Kahi-seinät.

Taipumille herkkien rakenteiden, kuten muuratut väliseinät, toiminnan varmistamiseksi tulee rajoittaa niiden rakentamisen jälkeen tapahtuva taipuma arvoon jännemitta jaetuna luvulla 500. Tähän taipumaan ei tarvitse laskea ennen taipumalle herkkien rakennneosien rakentamista aiheutunutta kimmoista taipumaa, mutta viruman vaikutus taipumaan tulee huomioida kaikelle pitkäaikaiselle kuormitukselle.



**KUVA 15.** Kahi-ulkoseinän lämmönläpäisykerroin U eristepaksuuden funktiona viidellä eri eristemateriaalin lämmönjohtavuuden  $\gamma$  arvolla.

### Laskentaesimerkki 2:

Kahi-rakoseinän rakenne on 130 mm runkopontti-harkko, eristekerros, ilmarako ja 85 mm kuorimuuraus. Seinälle halutaan lämmönläpäisykerroimen U-arvo, joka on vähintään  $U = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Seinän kokonaisleveydeksi on päätetty 435 mm, joka johtaa ilmarako huomioiden eristepaksuuteen 180–190 mm. Muuraussiteitä tarvitaan tällä eristepaksuudella kohteessa keskimäärin  $rst \approx 4,4 \text{ kpl/m}^2$ . Muuraussiteiden vaikutus U-arvoon  $\Delta U_f = 4 \times 12,56 / (73,45 \times 180) = 0,004$ . Kuvasta saatavan seinän lämmönläpäisykerroimen tulee siten olla vähintään  $0,15 - 0,004 = 0,146 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Eristeen keskimääräinen lämmönjohtavuus  $\gamma$  saa olla korkeintaan 0,026, jotta päästään haluttuun 180 mm eristepaksuuteen.

## 6.7 Lämmönläpäisykerroin U

Kahi-ulkoseinien eristepaksuus voidaan valita joustavasti kulloistakin lämmöneristystarvetta vastaavaksi. Kahi-ulko-seinärakenteiden lämpö- ja kosteustekninen toimivuus on varmistettu aina U-arvo tasolle  $U = 0,08 \text{ W/m}^2\text{K}$  asti. Kuvassa 15 on esitetty Kahi-ulkoseinärakenteilla saavutettavia U-arvoja viidellä eri eristeen lämmönjohtavuuden arvolla. Kuvan arvoissa ei ole huomioitu muuraussiteiden vaikutusta.

Normaalit rst-muuraussiteiden vaikutus Kahi-seinän lämmönläpäisykertoimeen saadaan kaavasta 3:

$$\Delta U_f = n_f \times A_f / (73,45 \times d_o) \quad (2)$$

jossa

$\Delta U_f$  on muuraussiteiden vaikutus Kahi-seinän U-arvoon

$n_f$  on muuraussiteiden lukumäärä/m<sup>2</sup> seinää

$A_f$  on muuraussiteiden poikkipinta-ala, mm<sup>2</sup>

$d_o$  on eristekerroksen paksuus, mm

## 6.8 Käyttöikä ja materiaalivalinnat

### Käyttöikämitoitus

Eurocode-mitoituksessa määritellään rakenteiden suunniteltu käyttöikäluokka. Normaleja seinien käyttöikäluokkia ovat luokka 3 (suunniteltu käyttöikä 15–30 vuotta, esim. maatalousrakennukset), luokka 4 (käyttöikä 50 vuotta, tavanomaiset rakenteet) ja luokka 5 (käyttöikä 100 vuotta, esimerkiksi monumentaaliset rakennukset). Normaalista 50 vuodesta poikkeava käyttöikä huomioidaan muuttamalla ajasta riippuvat kuormitukset kuten tuuli- ja lumikuorma valitun käyttöiän suuruiseksi muunnoskertoimilla sekä huomioimalla käyttöikä mahdollisissa väsymiseen liittyvissä laskelmissa. Tarkemmin asiaa on esitelty oppaassa RIL 201-1-2008.

Kahi-tiilistä ja -harkkoista on mahdollista toteuttaa kaikkien käyttöikäluokkien 3–5 mukaisia seinä- ja rakennuksia. Kuten yleisesti rakennusmateriaalien osalta, myös Kahi-rakenteiden osalta pitkä käyttöikä edellyttää rakennusvaipeaan kohdistuvien ulkoisten rasitusten minimointia rakenteen suunnittelulla ja rakenteeseen soveltuvien osakomponenttien, esim. rappauksien, valinnalla, sekä rakenteen elinkaaren aikaista normaalia huolto- ja kunnossapitoa.

Kalkkiahiekkatiilien ja -harkkojen käyttöikätaavoite on sama kuin sen rakenteen tai rakenneosan, jossa sitä käytetään. Olemassa olevista rakennuksista ja rakenteista voidaan päätellä, että oikein valmistetun ja käytetyn kalkkiahiekkatiilen käyttöikä on useiden vuosikymmenten mittainen. Tiilien kestoikä on monissa tapauksissa huomattavasti pidempi kuin niiden rakenteiden käyttöikä, joissa tiiliä on käytetty.

### Muurattujen seinien vauriomekanismit

Kalkkiahiekkaharkko- ja -tiiliseinien pääturmeltumismekanismit ovat raudoituksen vaurioituminen, kosteus- ja lämpöliikkeiden aiheuttamat vauriot, tiilen ja laastin tai laastin tartunnan peittämisestä aiheutuneet vauriot sekä säävauriot. Raudoitusterästen ja muuraussiteiden suojauksen valinta tehdään muuratun rakenteen rasiitusluokan perusteella. Tarvittaessa raudoitusta ympäröivän betonin ja laastin normaaleja suojapaksuuksia voidaan kasvattaa ja valita normaalia suojaavampi laasti. Kosteus- ja lämpöliikkeiden aiheuttamat vauriot voidaan välttää jakamalla seinä riittävän pieniin kenttiin liikuntasauvoilla ja raudoittamalla ulkoseinät vaakasaumoihin sijoitetuilla kutistumateräksillä. Tiilen ja laastin välisen tartunnan vauriot johtuvat pääosin Kahi-tiilen tiivistä ja sileästä pinnasta, joka asettaa laastille ja rappaukselle normaalia kovempia vaatimuksia. Ongelma vältetään valitsemalla tuotteet, joiden yhteistoiminta Kahi-tiilen ja -harkkojen kanssa on varmistettu. Yleisin tiilirakenteiden säävaurioiden syy on liian suuri vesipitoisuus. Seinärakenteen sisään imeytyvän kosteuden määrä tulisi minimoida työnaikaisella suojauksella, muuraus- ja mahdollisen rappauslaastin valinnalla, räystäs-, ikkunapelti ja sokkeli-suunnittelulla sekä varmistamalla että rakenteeseen imeytynyt kosteus johdetaan pois rakenteesta.

### Testatut toimivat ratkaisut

Weber on testannut kaikki Kahi-tiilien ja -harkkojen kanssa käytettäviksi suunnitellut tuotteensa pitkällä ja kattavalla säädäkökeillä. Erityisesti suunniteltaessa pitkäikäisiä rakenteita suosittelemme käytettäväksi seuraavia ratkaisuja:

- Kahi-väliseinätiilien muuraukseen weber ML 5 Muurauslaasti M100/600.
- Kahi-julkisivutiilien muuraukseen weber ML 5 T Tiivislaasti. Voimakkailla viistosateilla alttiiden tiilijulkisivujen muuraukseen kehitetty erikoismuurauslaasti, joka vähentää kuorimuurin vedenläpäisyyä ja suolahärmeen muodostumista. Rakenteeseen imeytyvän veden määrään vähentyessä pakkasrasitus rakenteessa pienenee.
- Kahi-harkkojen muuraukseen weber OL15 Ohutsaumalaasti. Tämä laasti on kalkkiahiekkaharkkojen ohutsaumamuuraukseen kehitetty säänkestävä laasti, jolla on korkeat puristus- leikkaus- ja tartuntalujuusominaisuudet ja hyvä työstettävyyttä. Kahi Facade harkkojulkisivun pinnoitukseen on valittavana kaksi säänkestäväksi todettua rappausjärjestelmää:
- Pohja- ja täyttölaastina weber 410 Ohutrappauslaasti, sekä pinnoitteena silikonihartsipohjaiset weber SilcoMaali ja -SilcoPinnoite. Järjestelmän etuna on tasavärisyyttä ja hämehtimättömyys.
- Sementtipohjainen, läpivärjätty weber 432 Kahi Facade Pinnoite, jossa koko kaksikerrosrappaus tehdään samalla 432 Facade Pinnoitteella.

## 7 Kahi Facade -harkkojulkisivu

Kahi Facade -harkot + kaksikerrosrappaus on kustannus-  
tehokas tapa toteuttaa rapattava, kiviaineinen julkisivu niin  
kerros- kuin pientaloonkin. Ratkaisu soveltuu myös vaativiin  
kohteisiin, joissa julkisivuun kohdistuu voimakas viistosade-  
rasitus.

### 7.1 Yleistä

Kahi Facade -harkot ovat päistään pontattuja, ohutsauma-  
muurattavia kalkkiehkekaharkkoja. Isot muurauskappaleet,  
ohutsaumamuuraus ja valmiit aukonylityspalkit nopeuttavat  
työtä.

Harkkoja valmistetaan 85 mm ja 130 mm levyisinä. Kum-  
mankin harkon yläpinnassa on n. 6 mm syvä vaakaura  
muuraussiteiden ja raudoitteiden asentamista varten.

Julkisivumuurausten suunnittelussa on otettava huomioon  
sään vaikutukset sekä rakenteellinen kokonaisuus. Voimak-  
kaalle viistosateelle alttiille seinälle 130 mm leveä harkko  
soveltuu paremman vedenpitävyytensä ansiosta paremmin  
kuin 85 mm leveä harkko.

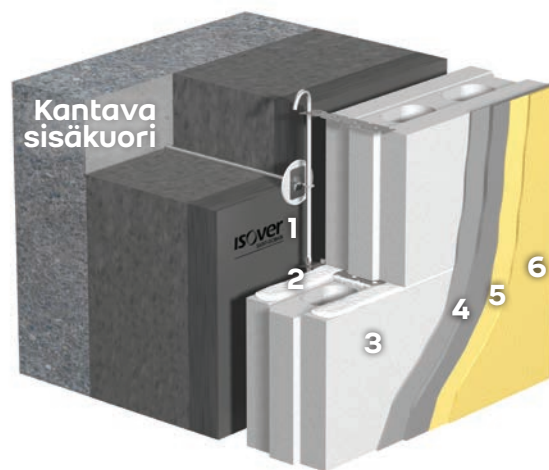
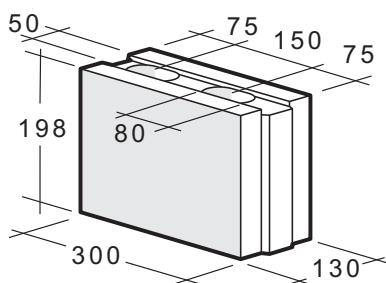
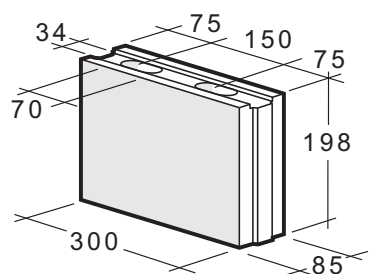
Ohutsaumamuurauksessa tarvittavan laastin määrä on  
alle kymmenesosa perinteisessä muurauksessa tarvittavas-  
ta laastimäärästä. Ohutsaumamuuraustekniikan ansiosta  
myös laastipurseet ilmaraossa jäävät hyvin vähäisiksi,  
jolloin kosteusongelmat myöskin vähenevät. Tämä tietää  
selvää säästöä niin laastin sekoitukseen tarvittavan työn,  
laastin siirtojen, kuin kuljetuskustannustenkin osalta.

Kahi Facade -harkot muurataan yleensä ½-harkon  
limityksellä. Laastina käytetään weber OL 15 Ohutsauma-  
laastia (talviolosuhteissa OL 15 P Pakkasohutsaumalaastia),  
joka levitetään harkkoihin muurauskelkalla tai lastalla.

Harkkojen pontatuissa pystysaumoissa ei käytetä laastia,  
poikkeuksena aukkojen yläpuoliset harkkokerrokset, joissa  
laastia käytetään tietyissä tapauksissa (katso Kahi Facade  
-detaljit).

Weber on laatinut kehittämilleen ratkaisuille mallityöselos-  
tuksia suunnittelun pohjaksi. Mallityöselostuksia voi hakea  
osoitteesta [www.fi.weber](http://www.fi.weber) ja niistä voi tallentaa muokattavan  
version liitettäväksi kohdekohtaiseen työselostukseen. Malli-  
työselostuksen soveltumisesta rakennuskohteeseen vastaa  
suunnittelija.

Kahi Facade -harkoista muuratun ja kaksikerrosrappauk-  
sella pinnoitetun julkisivun säänkestävyys on erinomainen.



KUVA 16. Kahi Facade 85 ja Kahi Facade 130 -harkko

- 1 Liikkeen salliva muurausside
- 2 weber OL 15 Ohutsaumalaasti  
(talviolosuhteissa weber OL 15 P  
Pakkasohutsaumalaasti)
- 3 Kahi Facade -harkko (85/130 mm)
- 4 weber 410 Ohutrappauslaasti
- 5 weber SilcoMaali
- 6 weber SilcoPinnoite

## 7.2 Ominaisuudet

### Lämmöneristävyyys

Kahi Facade -ratkaisu on joustava rakenteen eristepaksuuden suhteen. Eristepaksuutta muuttamalla päästään määräysten mukaisesta U-arvosta ( $U=0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) aina passiivitalon U-arvotasolle asti.

Lämmöneristeen ja tuuletusraon ulkopuolinen, massiivinen Kahi-julkisivu pienentää merkittävästi rakennuksen julkisivun energiankulutusta.

Kahi Facade -ratkaisun lämpö- ja kosteustekninen toimivuus on varmistettu U-arvotasolle  $0,08 \text{ W/m}^2\text{K}$  asti.

### Ääneneristävyyys

Katso kappale 4.4.

### Palonkestävyyys

Kahi Facade -ratkaisun palonkestoluokka määräytyy sisäpuolisen rungon palonkeston mukaan. Korkeissa rakenteissa tarvittavat palokatkot on helppo toteuttaa kaksikuorirakenteen eristekerrokseen. Tarkemmat ohjeet löytyvät kappaleesta 4.3.

## 7.3 Kutistumateräket

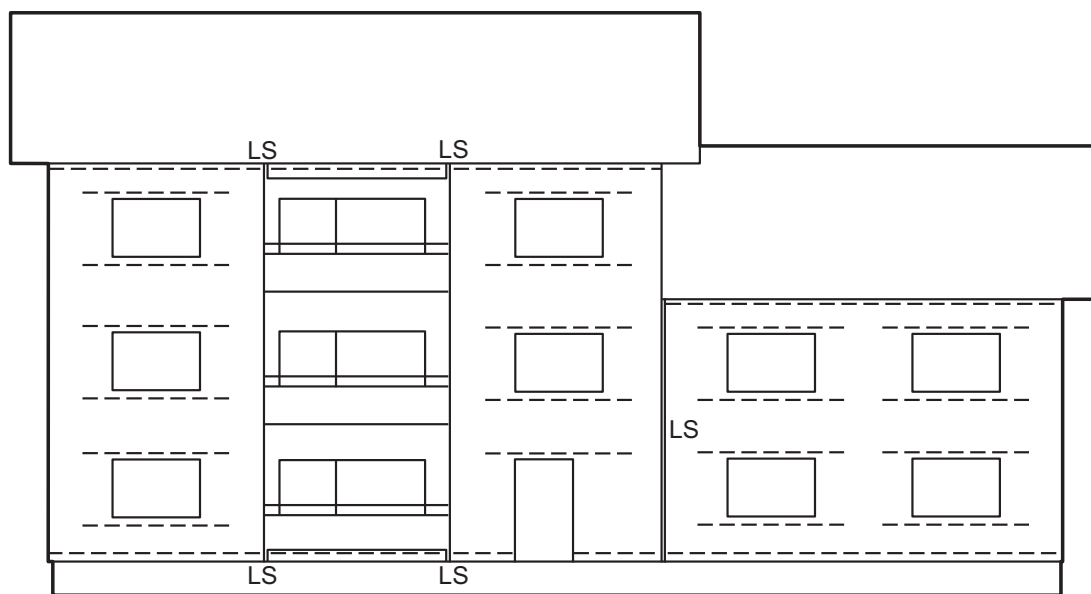
Kutistumateräksinä käytetään joko tikasrautoja BI 37R rst tai harjateräksiä  $\varnothing 5 \text{ rst}$ , jotka sopivat suoraan harkkojen raudoitusuraan.

Alimman ja toiseksi ylimmän harkkokerroksen yläpinnan uraan sijoitetaan yhtenäinen raudoitus, joka jatkuu liikunta- saumasta liikuntasauamaan.

Ikkunoiden ala- ja yläpuolelle tulee kutistumaraudoitus, jonka tartuntapituus on vähintään 500 mm.

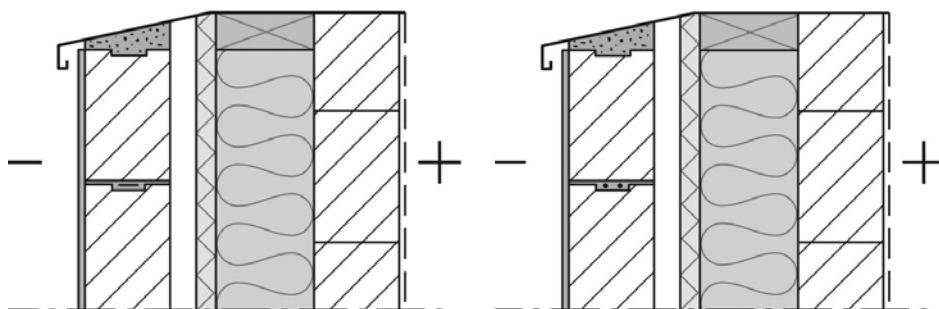
## 7.4 Muuraussiteet

Kuorimuurin muuraussidesuunnitteluun liittyvät asiat käsitellään kappaleessa 6.4.4.

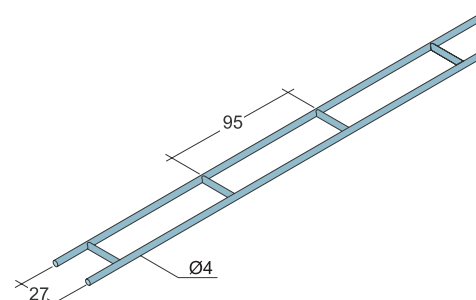


KUVA 17. Kutistumaterästen sijainti kuorimuurauksessa

LS = Liikuntasauama



KUVA 18. Ikkunan alapuolisen kutistumaraudoituksen toteuttaminen tikasraudoitteella (vasemmalla) tai harjateräsraudoitteella (oikealla).



KUVA 19. Tikasraudoite

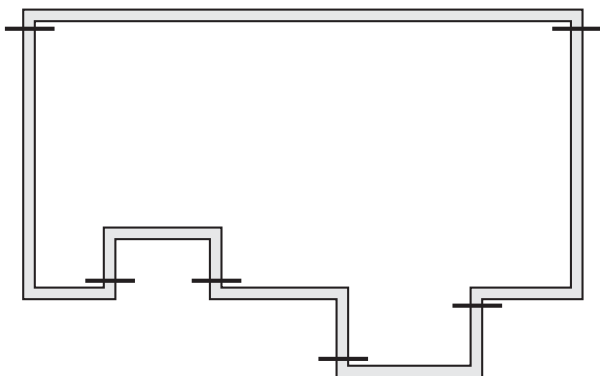
## 7.5 Liikuntasaumat

Tiili-/harkkorakenteen mitoista ja epäjatkuvuuskohdista johtuen yhtenäinen muuri voi saada fysikaalisista rasituksista ja taipuvista kannatusrakenteista pakkomuodonmuutoksia ja niistä aiheutuvat jännitykset aiheuttaa muuratun rakenteen vaurioitumista. Muodonmuutoksista aiheutuva halkeilu johtuu yleensä kiven ja laastin välisen leikkaus- ja tartuntalujuuden sekä joskus myös kiven leikkaus- tai vetolujuuden ylittymisestä.

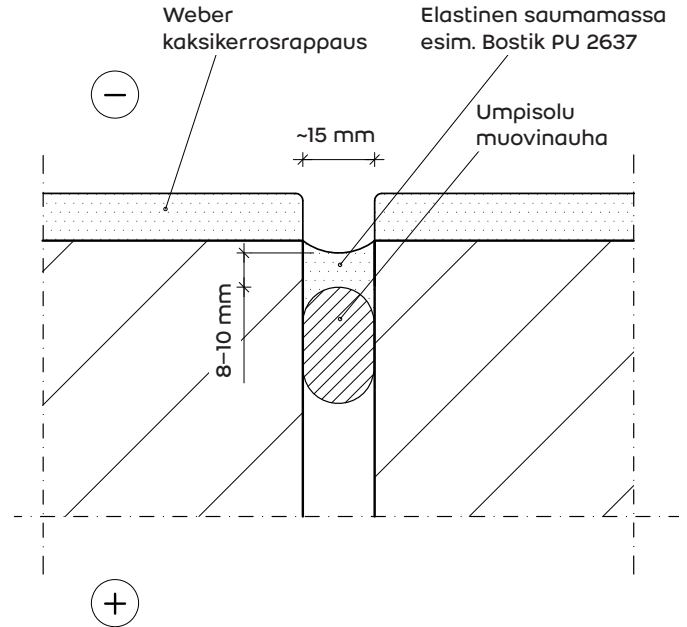
Ei-kantavat Kahi-väliseinät tehdään usein taipuvalle alustalle kuten ontelolaatalle. Tämä lisää liikuntasaumojen tarvetta. Esimerkiksi taipumattomalla alustalla olevan yhtenäisen Kahi-väliseinän liikuntasaumaväli on rajattu lämpö- ja kosteusliikkeiden vuoksi korkeintaan 20 metriksi. Taipuvien alustojen päällä oleviin laatan suuntaisiin väliseiniin on tehtävä edellisen lisäksi liikuntasaumojä kriittisiin kohtiin kuten laatan jännevälin keskialueelle. Liikuntasaumat sijoitetaan myös kohtiin, joissa perustustapa muuttuu esimerkiksi maanvaraisesta perustuksesta kantavaksi laataksi. Raudoittamattoman Kahiväliseinien liikuntasaumat tehdään vähintään:

- Tasalämpöisissä sisätiloissa taipumattomilla alustoilla kun yhtenäisen seinän pituus on yli 20 m.
- Noin 10 m:n välein tiloissa, joissa tapahtuu lämpötilan muutoksia ja niistä aiheutuvia lämpöliikkeitä.
- Yli 7,2 m pituisten ontelolaattojen tai 4,8 m pitkien paikalla valettujen massiivilaattojen päältä lähteviin laatan suuntaisiin seiniin jännevälin keskialueelle.
- Kun maanvarainen perustus muuttuu kantavaksi laataksi tai palkiksi.
- Muilla pientalon seinäkorkeuksilla pystysuuntaisten liikuntasaumojen maksimiväli voidaan arvioida kaavalla maksimiväli =  $2 \times \text{harkkokuoren korkeus} + 4$  metriä. Aukkojen vaikutus liikuntasaumaväliin selvitetään tapauskohtaisesti.

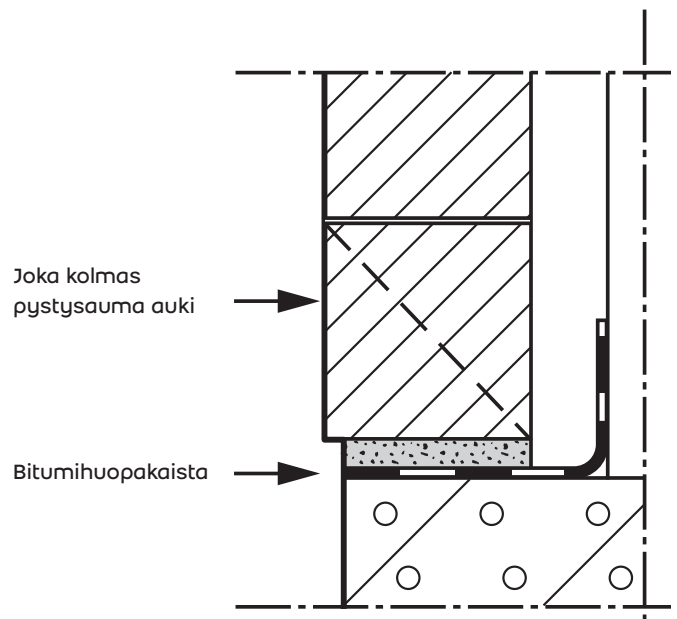
Seinän ja perustuksen tai laatan väliin sijoitetaan irrotuskais-taksi esim. bitumikermi. Irroitustaista toimii samalla vaaka-suuntaisena liikuntasaumana. Laataston ja seinän yläreunan väliin jätetään painumavara ja liitoksesta tehdään joustava. Tässä esitettyjä liikuntasaumavälejä voidaan tarvittaessa pidentää raudoittamalla Kahi-seinät.



KUVA 20. Liikuntasaumojen sijoitus



KUVA 21. Liikuntasauman rakenne



KUVA 22. Kuorimuurin liitos sokkeliin



KUVA 23. Kuorimuurin liitos sokkeliin

## 7.6 Kahi Facade -julkisivun rappaaminen

Kahi Facade -harkkojulkisivu pinnoitetaan kaksikerrosrap-pauksella.

Rappaus tehdään silikonihartsipohjaisilla rappausratkai-sulla. Silikonihartsipohjaisen tuotteen etuna on tasavärisyyys, härmeyttämättömyys, vedenhylkyominaisuus, mutta hyvä vesihöyryn läpäisevyys, joka mahdollistaa rakenteen tehok-kaan kuivumisen.

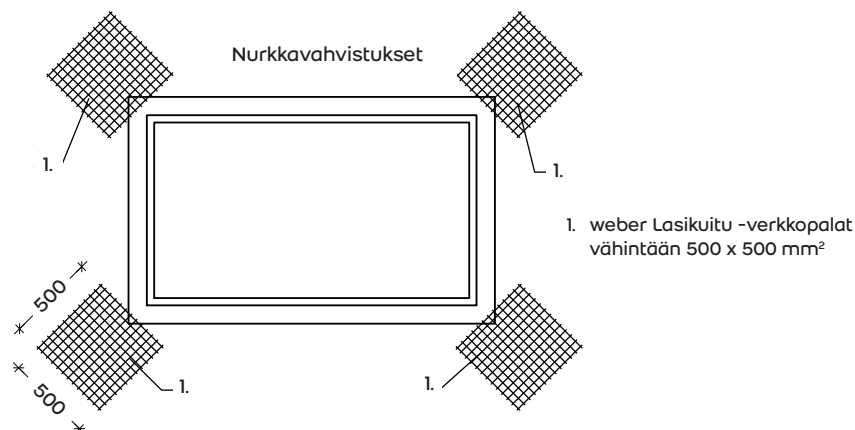
Aukkojen ylityksissä käytettävien palkkien päiden kohdalle asennetaan weber Lasikuituverkko 6 mm:sta leikatut vahvik-keet. Vahvikkeet asennetaan ensimmäiseen tuoreeseen rap-pauskerrokseen siten että verkko jää kokonaan laastin ympär-röimäksi. Vahvikkeiden kooksi suositellaan 500 mm x 500 mm ja vahvikkeet asennetaan niin että ne peittävät koko palkin pään (kuva 26). Lopuksi tehdään värillinen pintarappaus.



**KUVA 24.** Kahi Facade -julkisivurakenteen toimivuus on testattu taulukossa 24 mainituilla laasteilla. Rakenne on läpäissyt vaativan 100 kierroksen jäädytys-sulatustestin.



**KUVA 25.** Kaksikerrosrappaus, rakennekerrokset



**KUVA 26.** Weber Lasikuituverkkovahvikkeiden asentaminen palkkien tukialueille.

## 7.7 Kahi Facade -työohje



1. Ensimmäisen harkkokerroksen vaakasauma muurataan yleensä muurauslaastilla, (weber ML 5 M100/600 Muurauslaastilla) tai weber ML Leca-laastilla bitumikermikaistan päältä, jotta lähtö saadaan oikeaan korkeuteen ja täysin suoraksi. Tarvittaessa muuraus tehdään matalalla H=98 mm harkolla tai tiilellä korkeusmitoituksen sovittamiseksi huone- tai ovikorkeuteen sopivaksi.



2. Alimmasta harkko-/tiilikerroksesta jätetään vähintään joka kolmas pystysauma auki. Tuuletusrakojen leveytenä on käytettävä vähintään 15 mm ja korkeutena 75/85 mm.



3. Seinä saadaan oikealle paikalle ja suoraksi normaaliin tapaan murausjohteiden, linjalankojen ja vesivaa'an avulla. Ohutsaumalaasti levitetään tähän tarkoitukseen kehitettyä muurauskelkalla, kastelukannulla tai hammastetulla laastikauhalla.



4. Aukkojen pielet ja ulkonurkat saadaan suoriksi kääntämällä harkon naaraspontti-puolta aukkoon tai ulkonurkkaan päin. Tarvittava tasaussauma tehdään jättämällä 15–20 mm:n pystysauma auki, joka täytetään muuraustyön yhteydessä esim. weber ML 5 M100/600 Muurauslaastilla. Näkyviin jäävä naaraspontti voidaan täyttää muuraustyön yhteydessä esim. weber OL 15 Ohutsaumalaastilla.



5. Harkot muurataan noin 2 mm:n saumapaksuudella. Laastina käytetään tähän tarkoitukseen kehitettyä weber OL 15 Ohutsaumalaastia tai talviolosuhteissa OL 15 P Pakkasohutsaumalaastia.



6. Kutistumarautoina käytetään joko tikasrautoja BI 37R tai rst harjateräksiä.



7. Kahi Facade -kuorimuuraus sidotaan runkoon muuraussiteiden avulla. Muuraussiteinä voidaan käyttää normaaleja 4 mm paksuja rst-siteitä. Kiinnitys runkoon voidaan tehdä joko ennen kuorimuurausta tai sen aikana.



8. Side kiinnitetään kuorimuuraukseen poistamalla Kahi Facade -harkon yläpinnassa oleva ohut kannas siteen kohdalta esim. muurarinvasaralla tai kulmahiomakoneella.

Tämän jälkeen siteen pää taivutetaan harkon keskellä olevaan, pituussuuntaiseen uraan. Ura peitetään siteen kohdalta laastilla.

Muuraussiteitä asennetaan seinäpinnalle rakennesuunnittelijan ohjeiden mukaisesti.



9. Muovinen aluslevy asennetaan villaprikan aluslevynä antamaan villaprikalle lisää pinta-alaa. Muovinen aluslevy estää villapinnan rikkoontumisen käytettäessä kantikasta villaprikkaa.



10. Kuusi metriä korkeimmissa kuorimuurissa on käytettävä sellaista sidetyyppiä, jolla on riittävä liikevara (pystysuuntaisen liikkeen sallivia siteitä). Muuraussiteet sijoitetaan rakenteisiin suunnitelmissa merkittyihin kohtiin siten, että raudituksen suojakerrokselle ja seinän taivutuskestävyydelle tuulen aiheuttamia kuormia vastaan asetetut vaatimukset täyttyvät. Läheisyydessä. Muuraussiteet asennetaan ulospäin kalteviksi siten, etteivät ne johda vettä



sisään seinärakenteeseen.

11. Aukon ylitys käy kätevästi valmiin aukonylityspalkin avulla. Kun aukot ylitetään Kahi-väliseinäpalkilla VHR/VH tai -runkopalkilla RH, ei tarvita väliaikaisia tukia. Jos aukot ylitetään Kahi MKH MT tai NKH NT -tiilipalkilla, on tiilipalkki tuettava noin metrin välein kunnes aukon yläpuolisessa muurauksessa käytettävä laasti on kovettunut.

Aukonylitys voidaan tehdä myös palkkiharkoilla tai -tiilillä. Mikäli aukon ylityksissä käytetään harkkopalkin sijasta esim. NKH NT tai MKH MT -tiilipalkkia on palkin yläpuolisten harkkojen tai tiilien pystysaumoissa käytettävä laastia.



12. Liikuntasaumot sijoitetaan kohtiin joissa halkeaman syntyminen on todennäköistä, kuten nurkkiin, erkkereihin, julkisivujen suurien korkeus-/jäykkyyserojen kohdalle, aukkojen kohdalle, erilaisten kannatustapojen kohdalle, perustusten porrastuksiin ja perustusten liikuntasaumojen kohdille. Liikuntasaumojen tarpeen määrittää kohteen rakennesuunnittelija.



13. Pohjarappaus tehdään vähintään kahtena kerroksena samalla laastilla. Lämpimissä ja kuivissa olosuhteissa alusta kostutetaan sumuttamalla vettä alustaan muutamia tunteja ennen rappaustyön aloittamista. Alusta ei saa olla märkä vaan imevä. Pohjarappauslaasti sekoitetaan tuotteen ohjeiden mukaisesti ja levitetään harkkopinnalle laastiruiskulla tai käsin teräslastalla 4–10 mm kerrokseksi. Tuore pohjarappauspinta tasataan. Toinen rappauserkerros tehdään kun edellinen kerros on riittävästi sitoutunut. Laastin sitoutuminen riippuu sääolosuhteista sekä laastin kerrospaksuudesta. Toinen rappauserkerros levitetään 3–5 mm kerrokseksi ja tasataan sokaa tai teräslastaa käyttäen. Verkotus- ja tasoituslaastikerrosten yhteenlaskettu paksuus on keskimäärin 8–15 mm.

Jos julkisivu maalataan, toinen rappauserkerros voidaan 0,5–2 tunnin kuluttua viimeistellä pehmeällä superloni- tai solukumilatalla ja pienellä määrällä painepullosta annosteltua vettä.

14. Liipin jäljet tai laastipurseet on helpointa poistaa samana päivänä, kun oikaisurappaus on tehty esim. teräslipin reunalla leikkaamalla. Myöhemmin laastipurseet poistetaan hiomakivellä.



15. Laastille arat pinnat kuten lasi-, alumiini-, ja maalatut pinnat tulee suojata laastiroiskeilta. Suojauksissa on lisäksi otettava huomioon viranomais määräykset ja paikalliset järjestyssäännöt. Alusta puhdistetaan pölystä ja liasta esim. harjaamalla.

16. Rappaustyötä helpottamaan voidaan käyttää lisätarvikkeina ohjureita, jotka kiinnitetään alustaan laastilla tai mekaanisesti ennen pohjarappausta. Aloitustalista kiinnitetään weber 410 Ohutrappauslaastilla. Kiinnityksessä voi käyttää apuna navoja, ruuveja tai esim. lyöntitulppia. Kulmaprofilin asennetaan samalla tavalla kuin aloitustalista. Jos ulkokulma on vinossa ja epätasainen, käytetään profiilin kiinnittämiseksi riittävän paksua laastipetiä.

Aukkojen ylityksissä käytettävien palkkien päiden kohdalle asennetaan weber Lasikuituverkko 6 mm:stä leikatut vahvikkeet. Vahvikkeet asennetaan ensimmäiseen tuoreeseen rappauserkerrokseen siten että verkko jää kokonaan laastin ympäröimäksi. Vahvikkeiden kooksi suositellaan 500 mm x 500 mm ja vahvikkeet asennetaan niin että ne peittävät koko palkin pään.



17. Tasaisen värisävyn varmistamiseksi ja sadeveden kulkeutumisen estämiseksi alusta pohjustetaan weber SilcoMaalilla ennen pintarappausta. Maalin kuivumisaika ennen pinnoitusta on vähintään 12 tuntia, mutta roiskepintainen pinnoitus voidaan tehdä heti pohjustuksen jälkeen.

SilcoMaali levitetään alustaan tuuhealla julkisivupensselillä, rappausalustalle sopivalla julkisivutelalla tai korkeapainerveiskulla levittämällä ja telalla tasaamalla.



18. SilcoPinnoitetta levitetään runko-aineen vahvuinen kerros teräslipillä tai leveällä tasoituslastalla. Vaihtoehtoisesti pinnoite levitetään koneellisesti ruiskuttamalla. Kaikki ylimääräinen pinnoite alustasta poistetaan.



19. Pinta viimeistellään hiertämällä 2 mm:n vahvuisella leikkaavalla muovii- tai teräshiertimellä. Ylimääräisen laastin voi poistaa vetämällä muovii- / teräshiertintä teräslippiä vasten. Työsaumat tehdään teipillä rajaamalla ja puskuumaan jatkamalla.

## 7.8 Kahi Facade -julkisivun tarvikkeet

Kahi Facade -julkisivuissa suositellaan käytettäväksi taulukoiden 22–24 mukaisia tarvikkeita.

Nämä tuotteet on valittu siten että saadaan aikaan teknisesti mahdollisimman hyvin toimiva seinärakenne.

**TAULUKKO 22.** Tarvittavat Kahi-harkot

| HARKOT                                                                                | 85 MM LEVEÄ KUORIMUURI                                                                                                                                                               | 130 MM LEVEÄ KUORIMUURI                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Yleensä:                                                                              | FACADE 85                                                                                                                                                                            | FACADE 130                                                                                                                                                                                                         |
| Nurkissa ja aukkojen pielissä                                                         | FACADE 85<br>TAI nurkissa<br>Väliseinäpöntti 235 (235x85x198) mm                                                                                                                     | Runkopöntti Umpinainen (300x130x198) mm<br>(reiätön harkko)                                                                                                                                                        |
| Aloitusharkko- tai -tiilikerrok (tarvittaessa aukkojen korkeusmitoituksesta riippuen) | Väliseinäpöntti H=98 (300x85x98) mm<br>TAI<br>MKH 85 (285x85x85) mm                                                                                                                  | Runkopöntti H=98 (300x130x98) mm<br>TAI<br>NKH (270x130x75) mm                                                                                                                                                     |
| Aukkojen ylitys (vaihtoehtoisesti)                                                    | 1. Kahi-Väliseinäpalkki VHR/VH (pituudet 1200 mm, 1800 mm ja 2400 mm)<br>2. MKH MT -Tiilipalkki (pituudet 1185 mm, 1785 mm ja 2985 mm)<br>3. FACADE 85 + Rauditus<br>4. Betonipalkki | 1. Kahi-Runkopalkki RH (pituudet 1200 mm – 2400 mm, 300 mm välein, sekä 3000 mm ja 3600 mm)<br>2. NKH NT -Tiilipalkki (pituudet 1125 mm, 1695 mm, 2265 mm, 2835 mm)<br>3. FACADE 130 + Rauditus<br>4. Betonipalkki |

**TAULUKKO 23.** Tarvittavat muurauslaastit ja raudotteet

| LAASTIT JA RAUDOITTEET           | 85 MM JA 130 MM LEVEÄ KUORIMUURI                                                                                           |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Muurauslaasti yleensä            | weber OL 15 Ohutsaumalaasti<br>TAI<br>weber OL 15 P Pakkasohutsaumalaasti                                                  |
| Muurauslaasti alimmassa saumassa | weber ML 5 Muurauslaasti M100/600<br>TAI<br>weber ML 5 P Pakkasmuurauslaasti M100/600<br>weber ML 10 P Pakkasmuurauslaasti |
| Kutistumaraudoitus               | Tikasrauta BI 37R<br>TAI<br>harjateräs Ø5 rst                                                                              |

**TAULUKKO 24.** Kahi Facade -harkkojulkisivun kaksikerrosrappauksessa käytettävät weber tuotteet

| RAPPAUS       | TUOTTEET                               |
|---------------|----------------------------------------|
| Pohjarappaus  | weber 410 Ohutrappauslaasti            |
| Täyttörappaus | weber 410 Ohutrappauslaasti            |
| Pintarappaus  | weber SilcoMaali + weber SilcoPinnoite |

## 8 Sähkö- ja LVI-asennukset

Kahi-väliseinäjärjestelmään on kehitetty omat erikoiskappaleensa pysty- ja vaakasuuntaisia sähkö- ja vesijohtojen suojaputkivetoja varten.

Hyvällä suunnittelulla seiniin tulevaa johdotusta ja putkitusta voidaan vähentää:

- vaakasuoria putkivetoja kannattaa välttää ja tehdä ne ala-, väli-, ja ylä-pohjarakenteissa
  - lattian rajassa olevat pistorasia kannattaa syöttää alhaalta
  - hyödyntää oven karmeja ja listoja
- Putkitus ja johdotus voidaan tehdä jälkikäteen käyttäen hyväksi harkoissa olevia pystyreikiä. Tällöin harkot muurataan huolellisesti puolen kiven limityksellä.

Väliseinäpönttiharkossa 300 x 85 x 198 on kaksi 30 mm x 60 mm kokoista reikää ja runkopönttiharkossa



300 x 130 x 198 kaksi 50 mm x 80 mm kokoista reikää. Mikäli putkia tulee useampi rinnakkain, voidaan käyttää railoharkkoja.

Rasiat eivät saa olla kohdakkain seinän vastakkaisilla puolilla dB-seinissä, ääniteknisistä syistä johtuen.

Vaakasuuntaiset putkivedot voidaan viedä palkkiharkkojen urassa. Uriä, roi-

loja, syvennyksiä ja reikiä saa yleensä tehdä vain suunnitelmien mukaan. Ilman rakenteellisia selvityksiä kantavien tiilirakenteiden pintaan saa tehdä pystysuoria uria, joiden syvyys on enintään 25 mm ja leveys enintään 50 mm. Vaakasuuntaisten railojen ja urien vaikutus on aina tutkittava erikseen.

Railojen ja syvennysten ei tule heikentää seinän stabiiliutta. Railoja ja syvennyksiä ei tehdä ylityspalkkeihin tai muihin vastaaviin seinässä oleviin kantaviin rakenneseisiin eikä niitä sallita raudoitettussa muuratussa rakenteessa ilman rakennesuunnittelijan erityistä lupaa. Rakoseinissä railoja ja syvennyksiä koskevia sääntöjä sovelletaan kumpaankin seinäpuoliskoon erikseen. Pysty- ja vaakasuorien tai vinojen railojen ja syvennysten sallitut mitat on esitetty taulukoissa 25 ja 26.

**TAULUKKO 25.** Muuriin ilman laskelmia tehtävien pystysuorien railojen ja syvennysten sallitut mitat.

| SEINÄN PAKSUUS<br>mm | SEINÄN PINTAAN TEHTÄVÄT ROILOT |                     | SEINÄN SISÄÄN TEHTÄVÄT ROILOT                 |                     |
|----------------------|--------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------|---------------------|
|                      | SUURIN SYVYYS<br>mm            | SUURIN LEVEYS<br>mm | JÄLJELLE JÄÄVÄN SEINÄN VÄHIMMÄISPAKSUUS<br>mm | SUURIN LEVEYS<br>mm |
| 85                   | 30                             | 100                 | 55                                            | 300                 |
| 115                  | 30                             | 125                 | 75                                            | 300                 |
| 175                  | 30                             | 150                 | 115                                           | 300                 |
| 225                  | 30                             | 175                 | 150                                           | 300                 |
| ≥ 300                | 30                             | 200                 | 200                                           | 300                 |

### HUOM.

1. Raudoitettuihin rakenteisiin sekä kuormakeskittymien (esimerkiksi palkkien tukipinnat) alapuolelle tehtävien sekä vaakakuormalle ristiinkantavina mitoitettuihin seiniin tehtävien railojen vaikutus seinän kantokykyyn on tarkistettava
2. Väliarvot eri seinäpaksuuksille interpoloidaan.
3. Syvennyksen tai railon enimmäissyvyys sisältää syvennystä tai railoa tehtäessä esiin tulevan aukon syvyyden.
4. Seiniin voidaan tehdä sähköasennusrasioille ja LVLasennuksia varten syvennyksiä, joiden korkeus x leveys on korkeintaan 300 mm x 120 mm.
5. Pystysuorien railojen, jotka eivät ulotu välipohjan yläpuolelle yli kolmannelta kerroskorkeudesta, syvyys voi olla enintään 80 mm ja leveys enintään 120 mm, jos seinän paksuus on vähintään 225 mm.
6. Viereisten railojen tai railon ja syvennyksen tai aukon välinen vaakasuora etäisyys on vähintään 225 mm.
7. Minkä tahansa viereisten railojen, riippumatta siitä ovatko ne seinän samalla puolella vai vastakkaisilla puolilla, tai railon ja aukon välinen vaakasuora etäisyys on vähintään kaksi kertaa leveämmän railon leveys.
8. Pystysuorien railojen ja syvennyksen yhteenlaskettu leveys on enintään 0,13 kertaa seinän pituus.

**TAULUKKO 26.** Muuriin ilman laskelmia tehtävien vaakasuorien tai vinojen railojen sallitut mitat.

| SEINÄN PAKSUUS<br>mm | SUURIN SYVYYS, mm |
|----------------------|-------------------|
|                      | PITUUS ≥ 500 mm   |
| 85-115               | 0                 |
| 116-175              | 30                |
| 176-225              | 30                |
| 226-300              | 30                |
| yli 300              | 30                |

### HUOM.

1. Raudoitettuihin rakenteisiin sekä kuormakeskittymien (esimerkiksi palkkien tukipinnat) alapuolelle tehtävien railojen vaikutus seinän kantokykyyn on tarkistettava
2. Railoa tehtäessä esiin tulevan aukon mitta lasketaan mukaan railon suurimpaan syvyyteen.
3. Seiniin voidaan tehdä sähköasennusrasioille ja LVLasennuksia varten syvennyksiä, joiden korkeus x leveys on korkeintaan 120 mm x 300 mm.
4. Railon tai syvennyksen pään ja aukon välinen vaakasuora etäisyys on vähintään 500 mm.
5. Minkä tahansa viereisten tietyn pituisten railojen tai syvennyksen vaakasuora etäisyys toisistaan riippumatta siitä ovatko ne seinän samalla puolella vai vastakkaisilla puolilla on vähintään kaksi kertaa pitemmän railon tai syvennyksen pituus.
6. Seinissä, joiden paksuus on yli 175 mm, sallitaan railon syvyyttä lisättävän 10 mm, jos railo tehdään koneellisesti tarkasti vaaditun syvyydenä. Jos käytetään koneellista jyrsintää, voidaan vähintään 225 mm levyisen seinän vastakkaisille puolille tehdä enintään 10 mm syvät railot.
7. Railon tai syvennyksen leveys on enintään puolet jäljelle jäävän seinäosan paksuudesta.

## 9 Kiinnitykset

Lujuutensa ja tiheydensä ansiosta Kahi-tiili- ja harkkoseinät ovat hyviä alustoja erilaisille kiinnityksille.

Kevyissä kiinnityksissä voidaan käyttää nylontulppia ja puuruuveja tai metalliankkureita (messinki ankkurit, betoni-ruuvit). Raskaissa kiinnityksissä käytetään suuria nylontulppia, kemiallisia ankkureita tai tarvittaessa läpipulttausta.

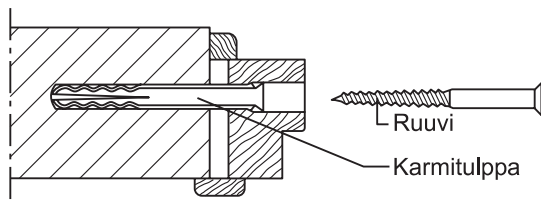
Kiinnikkeet mitoitetaan valmistajien antamien leikkaus- lujus- ja ulosvetoarvojen perusteella. Lisäksi on noudatettava kiinniketoimittajien ohjeita reunaetäisyyksistä, poraus- syvyyksistä, reiän halkaisijoista ja kiinnikkeiden keskinäisistä väleistä.

Porattaessa reikää Kahi-harkkoihin on vältettävä iskun käyttöä reiän takapuolella olevan seinämän lohkeamis- vaaran vuoksi.

Suurempien kiinnityskuormien ollessa kyseessä on tarkis- tettava seinän kuormituskapasiteetti ja tarvittaessa suunnitel- tava lisätuennat. Lisätietoa kiinnikkeistä löytyy Kahi-harkkojen kiinnitysoppaasta osoitteessa [www.fi.weber](http://www.fi.weber).

### Ovikarmin kiinnitys

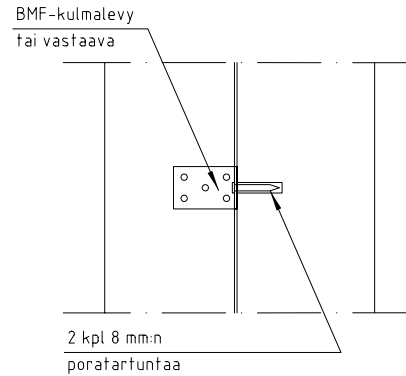
Tavanomaiset puukarmit kiinnitetään harkkoseiniin karmi- tulppien ja puuruuvien avulla.



KUVA 28. Ovikarmin kiinnitys

### Ikkunakarmin kiinnitys

Ikkunakarmit asennetaan ulkoseinään kestopuisten apusoiro- jen avulla. Nämä kiinnitetään Kahi-runkoon nylontulpilla ja ruuveilla kiinnitettyjen kulmalevyjen avulla.

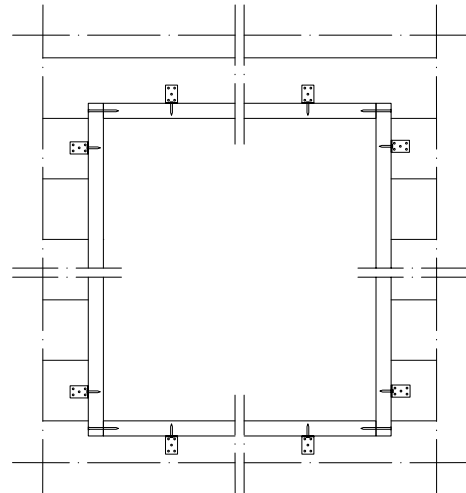


KUVA 29. Ikkunakarmin kiinnitys

Huom! Jotta karmeille jää riittävästi sovitustilaa pysty- suunnassa kannattaa karmien korkeudeksi valita ikkunoita tilatessa moduulimitta – 20 mm.

Esimerkiksi suunniteltu aukon mitta 1400 => karmien ulkomitta 1370 mm.

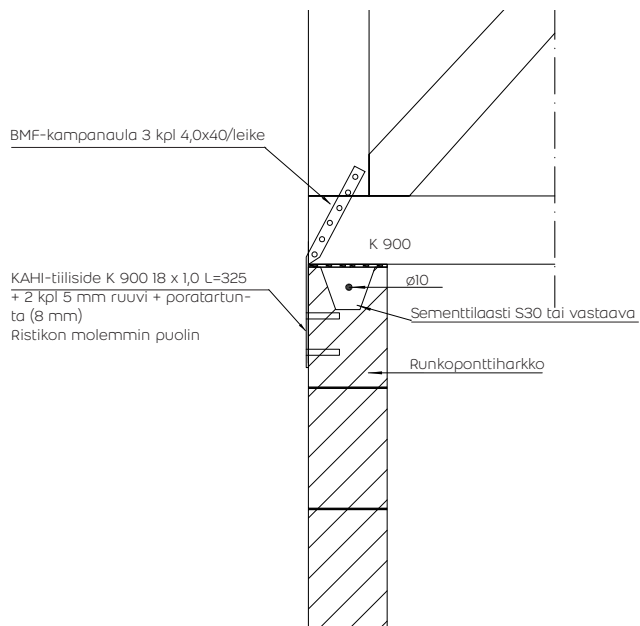
### Ikkunan apukarmien kiinnitys



KUVA 30. Ikkunan apukarmien kiinnitys

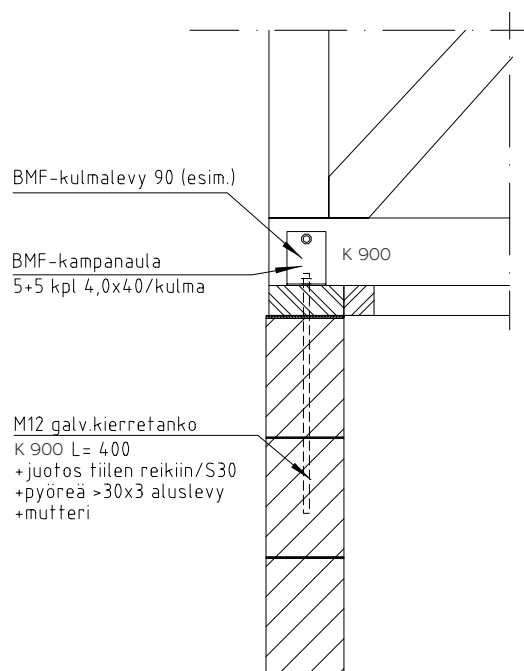
### Kattotuolien kiinnitys

Kattotuolit kiinnitetään Kahi-runkoon galvanoidulla reikä-nauhalla tai harkkojen reikiin juotettavalla kierretangolla. Runkoponttiharkkoseinän ylin kerros suositellaan tehtäväk-si palkkiharkkoilla. Palkkiharkon betonilla valettavaan uraan asennetaan rengasteräkseksi 10 mm:n harjatanko. Tällöin kattotuolit kiinnitetään seinän ulkopintaan reikänauhalla. Toinen vaihtoehto on asentaa seinän päälle puujuoksu, johon kattotuolit naulataan kulmalevyjen avulla.



**KUVA 31.** Kattotuolien kiinnitys

### Kattoristikoiden kiinnitys

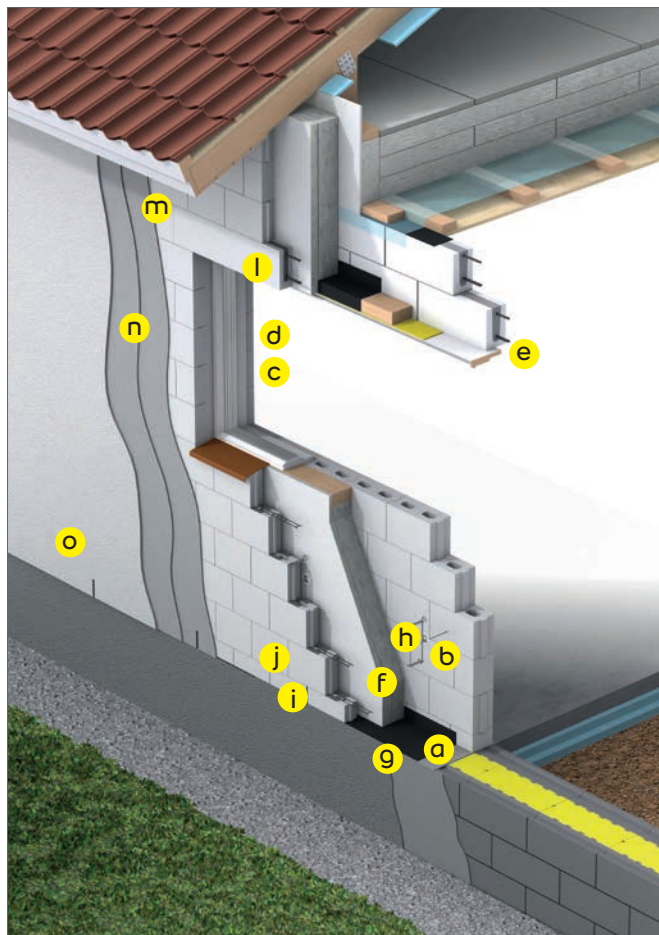


**KUVA 32.** Kattoristikoiden kiinnitys

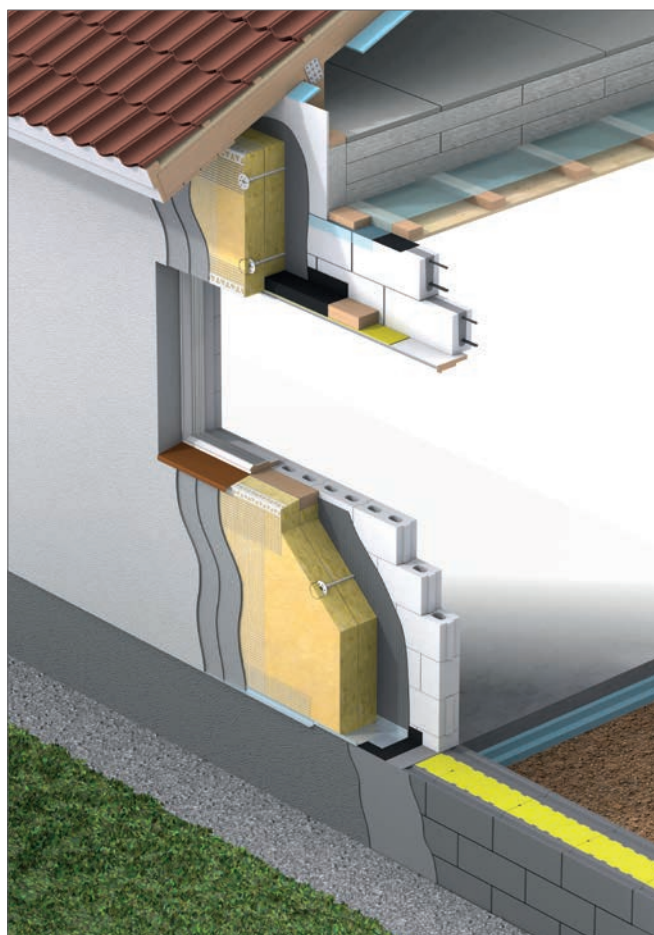
# 10 Julkisivut

Julkisivumuurauksen liikuntasaumat, raudoitukset ja muita yksityiskohtia on esitetty osoitteessa [www.fi.weber](http://www.fi.weber)

## 10.1 Kahi Facade -Harkkojulkisivu



## 10.2 Eristerapattu julkisivu



- a Kapillaarikatko, esim. bitumihuopa
- b Kahi-runkoponttihakko
- c Kahi-runkopontti -päätyharkko
- d Kahi-runkopontti -puolikasharkko
- e Kahi-runkopalkki RH
- f Mineraalivilla ja tuulensuojavilla
- g Ilmarako  $\geq 30$  mm
- h Muurausside
- i MKH/NKH-tiili, joka kolmas pystysauma auki
- j Ohutsaumamuuraus, Kahi Facade 85/130 -harkko
- k Tikasrauta BI 37R
- l Kahi-palkki RH/RRH/VHR/VH/NT/MT
- m weber Lasikuituverkko 6 mm
- n weber 410 Ohutrappauslaasti
- o weber SilcoMaali + weber SilcoPinnoite

SerpoTherm-eristerappauksessa Kahi-ponttihakkorunkoon kiinnitetään palosuojaikäsitelty Thermisol EPS 60S Seinä tai Thermisol Platina Rappari -eristelevy.

Levyn päälle tehdään muovipinnoitetulla lasikuituverkolla vahvistettu kaksikerrosrappaus. Eristeen kiinnitykseen ja rappaukseen käytetään weber 408 Liimalaastia. Tarvittaessa käytetään myös mekaanisia kiinnikkeitä ja ainakin silloin, kun julkisivun korkeus ylittää 7 m. Eristelevyt kiinnitetään laastin kovetuttua, eristeen läpi runkoon porattavilla weber STR U 2G Kiinnikkeillä.

Tarkemmat ohjeet, mallisuunnitelmat ja detaljit on esitetty osoitteessa [www.fi.weber](http://www.fi.weber) (Julkisivut – Tuotteet – Eristerappausratkaisut – Serpo Therm -eristerappaus).

# 11 Sisäpinnat



Koska harkot ovat mittatarkkoja ja sileitä sekä saumat ohuita, eivät huolellisesti muuratut seinäpinnat vaadi paksuja tasoitekerroksia.

Tasoitteet jaetaan kosteutta kestäviin ja kuivan tilan tasoitteisiin. Kosteutta kestävässä tasoitteissa sideaineena käytetään sementtiä, kuivan tilan tasoitteissa polymeerejä.

## Kuivien tilojen tasoitteita:

weber L Pohjatasoite ja LR+ Pintatasoite käytetään kuivissa sisätiloissa seinien ja kattojen pohja- ja pintatasoitukseen.

Pinnat voidaan maalata tai tapetoida pintamateriaalin valmistajan ohjeiden mukaisesti. Katot voidaan jättää myös ruiskupintaisiksi.

## Kosteutta kestäviä tasoitteita:

weber V+ Hienotasoite voidaan käyttää niin kuivissa kuin märissä tiloissa seinien ja kattojen pohja- ja pintatasoitukseen. weber MT Märkätilatasoiteella tasoitetaan vedeneristettävät laatoitusalueet.

Paksummat oikaisut (mahdollisesti aukkojen pielet, katkaiset harkkosaumat) voidaan tarvittaessa tehdä 410 Ohutrappauslaastilla, MT Märkätilatasoiteella tai PTM Pikatäyttömällä.

## Maalattavat ja tapetoitavat seinät

Huolellisesti muuratun Kahi-harkkoseinän tasoitus- ja kiinnityskäsittelyksi maalausta tai tapetointia varten riittää yleensä:

- osittain tasoitus pohjatasoiteella
- kokonaan tasoitus pohjatasoiteella
- kokonaan tasoitus pintatasoiteella

Liitoksiin, joissa voi tapahtua pientä liikettä, kuten seinän ja katon liitokseen, väliseinien ja ulkoseinien liitoksiin sekä ulkoseinien nurkka- ja saumoihin suositellaan tehtäväksi "joustava liitos".

Tällöin tasoitus- ja kiinnityksen jälkeen avataan joustaviksi suunnitellut liitoslinjat leikkaamalla tasoitteen tarvittavat varjosaumat tai urat elastista kittiä varten.

Kahi-palkkien mahdollinen viruma voi aiheuttaa palkin pään ja tuen kohdalla hiushalkeaman. Tämän välttämiseksi palkin pään ja tuen kohdalla suositellaan käytettäväksi ensimmäisen ja toisen tasoitekerroksen väliin levitettävää weber Tasoiteverkkoa.

Mikäli maalattavissa pinnoissa käytetään lasikuitutapettia, voidaan Tasoiteverkko jättää pois.

## Märkätilan seinät

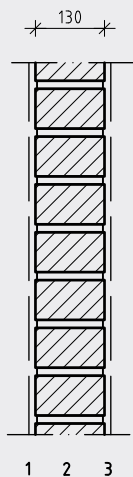
Tarkemmat ohjeet Kahi-märkätilaseinistä osoitteessa [www.fi.weber](http://www.fi.weber)

# 12 Väliseinien rakennedetaljeja

## Kahi-väliseinien rakennetyypit

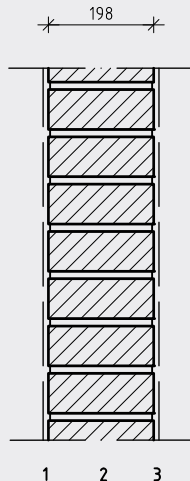
### F520101

Väliseinät, Normaalkalkkikiekkatiili, NKH 270x130x75



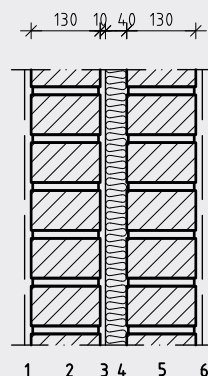
### F520102

Väliseinät, Kalkkikiekkatiili 270x198x75



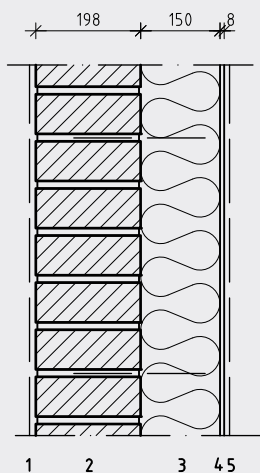
### F520103

Väliseinät, 2-kertainen, ääneneriste



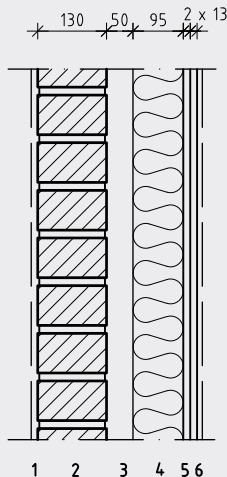
### F520104

Väliseinät, Mineraalivillaeriste, Lujalevyverhoaus, toispuolinen



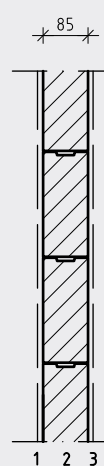
### F520105

Väliseinät, 2-kertainen kipsilevyverhoaus, mineraalivillaeriste, toispuolinen



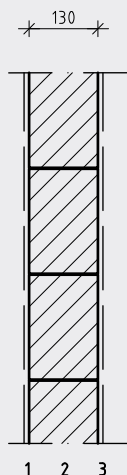
### F520106

Väliseinät, kantamaton, Väliseinäpöntti 300x85x198



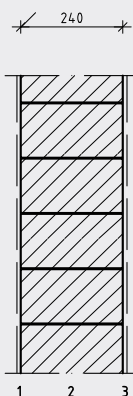
### F520107

Väliseinät, Runkopöntti 300x130x198 TAI Runkopöntti umpinainen 300x130x198



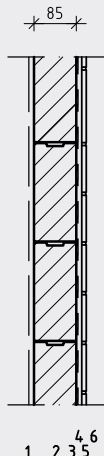
### F520108

Väliseinät, Desibelipöntti-harkko 300x240x128



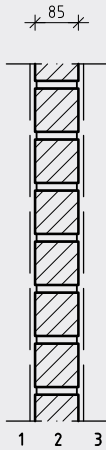
### F520109

Väliseinät, Kahi-harkko 85 mm, ohutsaumamuurattu, Vesieriste, laatoitus

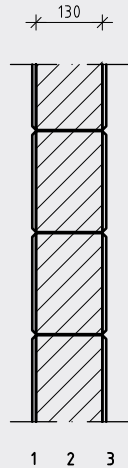


**F520110**

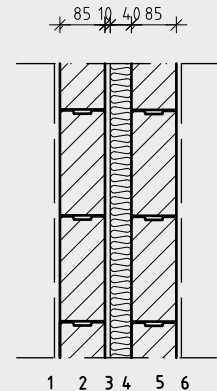
Väliseinät, kantamaton  
Moduulikalkkiahkatiili, MKH 285x85x85

**F520111**

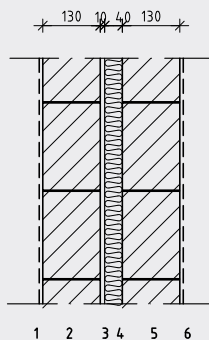
Väliseinät, Viisteharkko 300x130x198

**F520112**

Väliseinät, 2-kertainen, ääneneriste,  
Kahi Väliseinäpöntti 300x85x198

**F520113**

Kahi-runkoponttihakko -kaksoisseinä,  
Huoneistojen välinen seinä



## Kahi-väliseinien rakennetyypit

- F520101** Väliseinät, Normaalikalkkiahkatiili, NKH 270x130x75
- F520102** Väliseinät, Kalkkiahkatiili 270x198x75
- F520103** Väliseinät, 2-kertainen, ääneneriste
- F520104** Väliseinät, Mineraalivillaeriste, Lujalevyverhous, toispuolinen
- F520105** Väliseinät, 2-kertainen kipsilevyverhous, mineraalivillaeriste, toispuolinen
- F520106** Väliseinät, kantamaton, Väliseinäpöntti 300x85x198
- F520107** Väliseinät, Runkopöntti 300x130x198 TAI Runkopöntti umpinainen 300x130x198
- F520108** Väliseinät, Desibelipönttihakko 300x240x128
- F520109** Väliseinät, Kahi-harkko 85 mm, ohutsaumamuurattu, Vesieriste, laatoitus
- F520110** Väliseinät/kantamaton, Moduulikalkkiahkatiili, MKH 285x85x85
- F520111** Väliseinät, Viisteharkko 300x130x198
- F520112** Väliseinät, 2-kertainen, ääneneriste, Kahi Väliseinäpöntti 300x85x198
- F520113** Kahi-runkoponttihakko -kaksoisseinä, Huoneistojen välinen seinä

Detaljit (pdf- ja  
dwg-muodossa) sekä  
mallityöselostukset  
on ladattavissa  
osoitteesta  
[www.fi.weber](http://www.fi.weber)

# Kahi-väliseinien rakenneyksityiskohdat

F520201

Tiiliseinä, Ei-kantava aukkopalkki, Esijännitetty palkkielementti



1

Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan

2

Kalkkisekkaillimuuraus 130 mm

3

Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan kts. www.fi.web

TOTEUTUS- JA SUUNNITTELUOHJEET:

-

raudoitus, liikutasaumat, liittymien vaaka- ja pystyrakenteisiin rakennesuunnittelijan ohjeen mukaan

-

seinän maksimikorkeus ja tuenta kts. suunnittelu- ja työohje

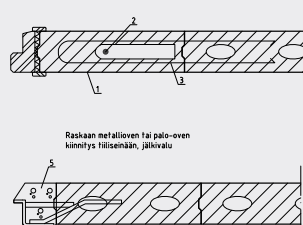
ÄÄNERISTÄVYYS:

Rw

= 50 dB, puhtaaksi muraattu

F520202

Harkkoseinä, Ovikarmin kiinnitys



1

Rollitili/rolliharkko

2

Pystyheräs rakennesuunnittelijan ohjeen mukaan ja juotosvalu

3

Rauditus, ohutsaumamurallun seinään esim. vanneräsenkki rakennesuunnittelijan mukaan

4

Tartunnat vaakasauhin K500, esim. Palkko TR-kiinnitysoja (TR23) vakioituneissa TR23 rakennesuunnittelijan mukaan

5

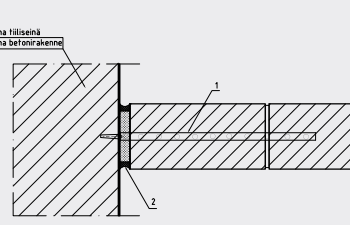
Jälkivalu ja sen mahdollinen rauditus harkitaan tapauskohtaisesti

-

kts. suunnittelu- ja työohje

F520203

Tiiliseinä, Vaakaliitos



1

Tartunnat yleensä K400-600 esim. reikänauha 0.7-0.8 x 18-20 mm kiinnitys muovitulppa + ruuvi Ø 6 mm

2

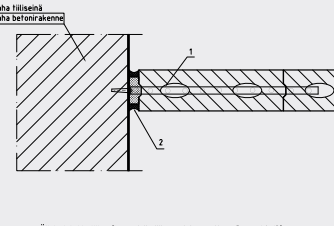
elastinen saumassa, esim. Akustoseal

-

kts. suunnittelu- ja työohje

F520204

Harkkoseinä, Vaakaliitos



1

Tartunnat yleensä K400-600 esim. reikänauha 0.7-0.8 x 18-20 mm kiinnitys muovitulppa + ruuvi Ø 6 mm

2

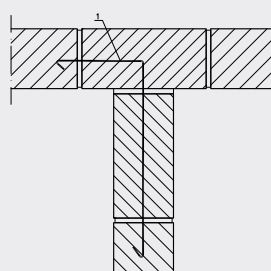
elastinen saumassa, esim. Akustoseal

-

kts. suunnittelu- ja työohje

F520205

Tiiliseinä, Vaakaliitos, T-liitos

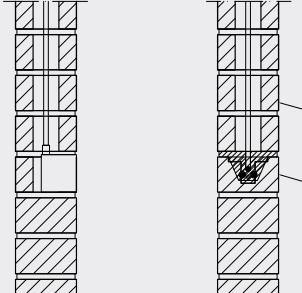


-

kts. suunnittelu- ja työohje

F520206

Tiiliseinä, Johdotukset, Sähköasiat



1

Palkkiliiti

2

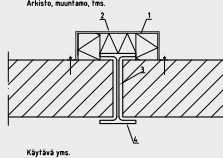
Rollitili

-

kts. suunnittelu- ja työohje

F520207

Tiiliseinä, pystytuki, Palosuojaus



1

Paroc FPS 16, 56 mm

2

Suojapelttiys 0.7 mm

3

IPCB

4

Palosuojajamalaus tason R60

-

Palosuojaus vain palo-osastoissa seinissä

-

Huom! Jos osastoven seinän molemmilla puolilla olevat titat kuuluvat palosuojama ryhmään > 1200 KJ/m², palosuojaus rakennetaan ohjeen (1) mukaan molemmilla puolilla

Arkisto, muuntamo, tms. (Palokuurna > 1200 KJ/m²)

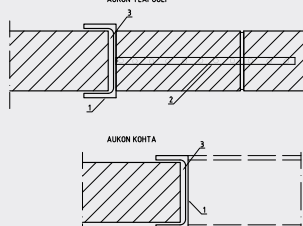
Käytävä yms. (Palokuurna > 600 KJ/m²)

-

kts. suunnittelu- ja työohje

F520208

Tiiliseinä, pystytuki, Aukonpieli



1

UPEN60

2

Tartunnat K400 esim. reikänauha 0.7-0.8 x 18-20 mm

3

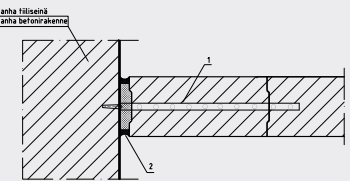
Liikutasauma

-

kts. suunnittelu- ja työohje

F520209

Runkoponttiharikko, Vaakaliitos



1

Tartunnat yleensä K400-600 esim. reikänauha 0.7-0.8 x 18-20 mm kiinnitys muovitulppa + ruuvi Ø 6 mm

2

elastinen saumassa, esim. Akustoseal

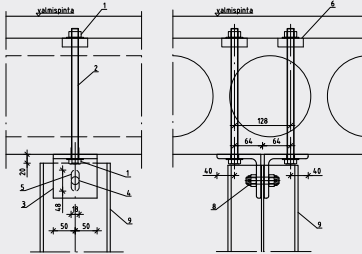
-

kts. suunnittelu- ja työohje

58

## F520210

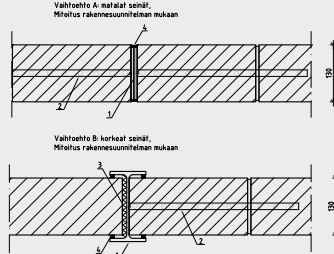
Tiiliseinä, pystytuki,  
välipohja läpipulttaus



- 1 Mutteri M16 - aluslevy
- 2 Silitys isotermilevy 20x16 (8.8), (piti. OL:n mukaan)
- 3 L 100x100x10-100 molemmilla puollilla
- 4 Reikä Ø18 seinänruudossa
- 5 Solkea reikä Ø18-48 profiilissa
- 6 Tarvittaessa syvennys laatan yläpinnassa 20 mm
- 7 Pulttien, mutterien ja aluslevyjen lujuusluokka 8.8
- 8 Lukkomutteri M12x60, väli ja kiristys
- 9 Muutelleräs rakennesuunnitelman mukaan esim. IPE160 tai HEA160

## F520211

Tiiliseinä, pystytuki, Liikuntasäuma

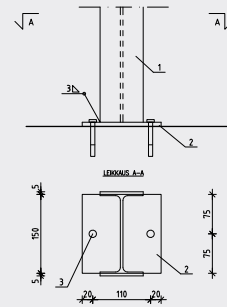


- 1 Vahloehje A: lattatärsä, rakennesuunnittelijan mukaan, tarttumatt esim. reikärauha (2)
- 2 Vahloehje B: IPE 160 (HE160A)
- 3 Tarttumatt K400 esim. reikärauha 1x20mm, kiinnitetään anopuudella teräseen
- 3 Irrotuskaista, esim. keveillä 10 mm
- 4 elastinen saumassa, esim. Akustoseal

- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520212

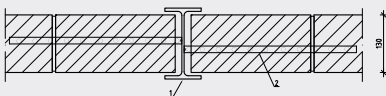
Tiiliseinä, pystytuki, Tukipilari,  
alapääliitos



- 1 IPE 160
- 2 -10x150-150, reiät 2014 Tarvittaessa päätylevy upotetaan (Esim. oven kohdalla)
- 3 Kiila-ankkurit 2 kpl HSA-F M12 tai läpipultit 2 M12

## F520213

Tiiliseinä, pystytuki

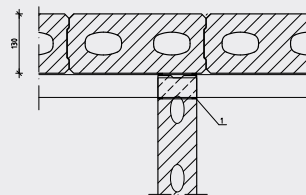


- 1 IPE 160 (HE160A)
- 2 Tarttumatt K400 esim. reikärauha 1x20mm

- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520214

Harkkoseinä, Putkiläpivistys

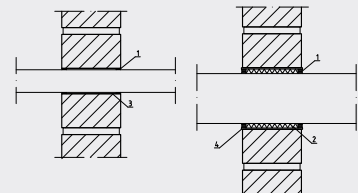


- 1 elastinen saumassa kahilla sivulla esim. Cascon Akustoseal

- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520215

Tiiliseinä, Putkiläpivistys

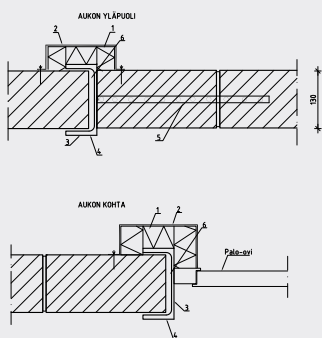


- 1 elastinen saumassa esim. Cascon Akustoseal
- 2 mineraalivillaläily
- 3 seinään porattu reikä
- 4 metallinen läpivientiputki, harkkia käytetään työntö- ja ulkonäkö-, ääneneristys- ja lämpöeristysnäköistä

- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520216

Tiiliseinä, Pystytuet, palosuojaus, Aukon pieli

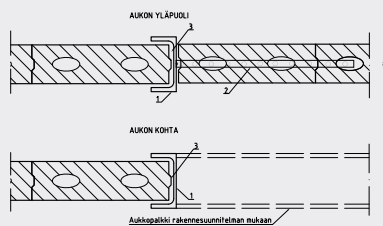


- 1 Paroc FPS 16, 50 mm
- 2 Suojapeilitus 0.7 mm
- 3 UPE160
- 4 Palosuojausjälkeen tason R60
- 5 Tarttumatt K300 esim. reikärauha 1x20 mm
- 6 Liikuntasäuma

- Palosuojaus vain palo-esteivissä seinissä  
- Huom! Jos on korkeampi esteiväisyys, niin suojaus rakennetaan molemmilla puollilla  
- Oviaukon yläpuolinen UPE160-palkki hitsataan pystytukiin  
- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520217

Harkkoseinä, Pystytuet, Aukon pieli

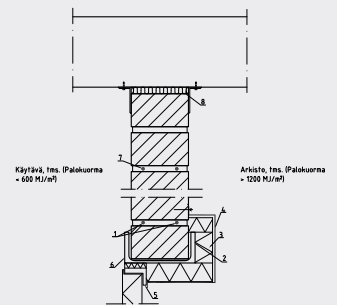


- 1 UPE100
- 2 Tarttumatt K400 esim. reikärauha 0.7-0.8 x 18-20 mm
- 3 Liikuntasäuma

- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520218

Tiiliseinä, Palo-ovi, Aukon palkki



Käytävä, lms. (Palo-ovikornea  
- 600 M2/m2)

Arkisto, lms. (Palo-ovikornea  
- 1200 M2/m2)

- 1 Teräksiset mitoituksen mukaan vähintään 2T8
- 2 UPE 160
- 3 Paroc FPS 16, 50mm
- 4 Suojapeilitus 0.7 mm
- 5 Palo-oven karmien muotoilu palo-ovi toimituksen mukaan
- 6 Palosuojausjälkeen tason R60
- 7 2T8 läpi toteutuu tiimessä ja tiivistei alimmissa vaakasuissa

- palkkiterästen pituus L ≥ aukonmitta + 2x300 mm

Palosuojaus vain palo-esteväisissä seinissä

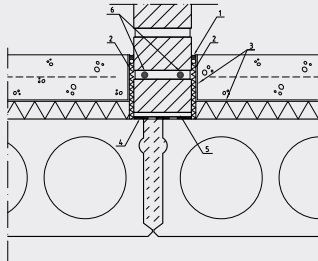
8 Villatäyte, pohjanauhalla!

- kts. suunnittelu- ja työohje



## F520228

Tiiliseinä, Väliopohjaliitos, Kelluva laatta



- 1 Elastinen saumausmassa + saumanauha
- 2 Reunainnostuskaista, ThermiSol Step Reunakaista 12 mm tai vastaava
- 3 Sundalinkangas
- 4 Bitumermikaista

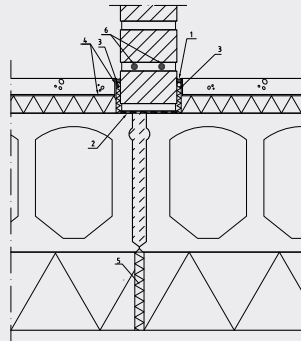
- lattian pintarakenteen tulee olla irti vastaavasti pystyrakenteista

- 5 Muuraväliaines
- 6 Rauditus 2 T 8

- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520229

Tiiliseinä, Alapohjaliitos, Kantava alapohja

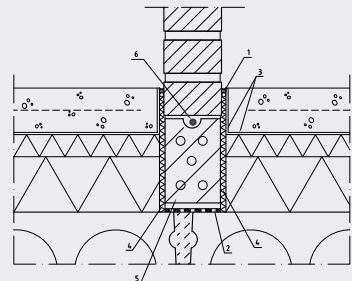


- 1 Elastinen saumausmassa + saumanauha
- 2 Bitumermikaista + muuraväliaines
- 3 Reunainnostuskaista, ThermiSol Step Reunakaista 12 mm tai vastaava
- 4 Sundalinkangas
- 5 Saunat liivivälikäen PU-saumavaahdolla
- 6 Rauditus 2 T 8

- lattian pintarakenteen tulee olla irti vastaavasti pystyrakenteista

## F520230

Tiiliseinä, Alapohjaliitos, Kantava alapohja



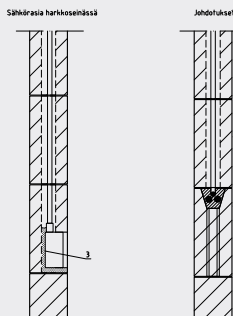
- 1 Elastinen saumausmassa + saumanauha
- 2 Bitumermikaista + muuraväliaines
- 3 Sundalinkangas
- 4 Reunainnostuskaista, ThermiSol Step Reunakaista 12 mm tai vastaava
- 5 Tiiliseinän alla kevytsoraharkkonurautus h=200
- 6 Rauditus 1 Ø 8

- lattian pintarakenteen tulee olla irti vastaavasti pystyrakenteista

- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520231

Harkkoseinä, Johdotus, Sähköasiat



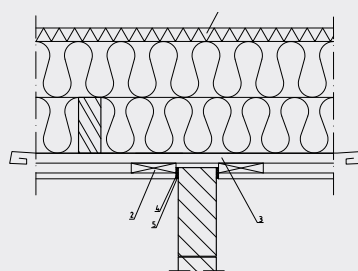
Vaaka ja pystyveto harkkoseinässä

- 1 Palkkiharkko
- 2 Ristikankas, vaihtoehtoisesti pystyveto normaaliharkon pystyreissä
- 3 Laastitöyttö

- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520232

Harkkoseinä, Yläopohjaliitos, Puu yläpohja

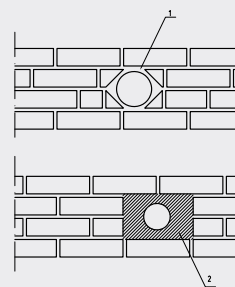


- 1 kalforakenne rakennusmateriaalin mukaan
- 2 22x100 k400
- 3 22x100 k400
- 4 umpeutunauha
- 5 elastinen saumas, esim. Cascon Akustoseal

- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520233

Ilmanvaihtoputken läpivienti, Tavanomainen läpivienti, Sähkö- tai putkiläpivistus paloseinässä

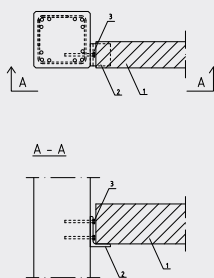


- 1 Tiivistys laastilla
- 2 Läpiväytys esim. Thorstop sähköväylä, johon reiät porataan ja kaapeli vedetään läpi

- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520234

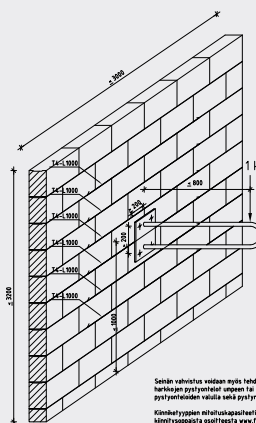
Harkkoseinä, Väliseinäpalkki RRH Aukkopalkin kannatus teräsbetonipilarista kulmaraudalla



- 1 Väliseinäpalkki RRH
- 2 Kulmarauta rakennusmateriaalin ohjeen mukaan
- 3 Kinnitysankuri rakennusmateriaalin ohjeen mukaan, esim. 20x12-200 - HELTI HT HY 200A

## F5202035

Kahi väliseinä 130 mm, Seinä tuettu ylhäältä ja sivulta, Ulokkeellinen tukikaide, seinän lisäraudoitus



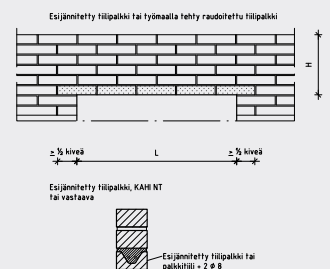
Seinän vahvistus voidaan myös tehdä vaimalla harkkeen pystysuuntaisella tai pystysuuntaisella vaimalla ja pystysuuntaisella vaimalla.

Kuvasta nähdään vaimon vahvistuksen sijainnin.

Kuvasta nähdään vaimon vahvistuksen sijainnin.

## F520236

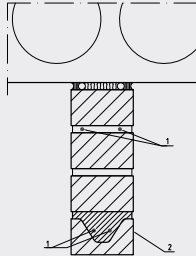
Tiiliseinä, aukko, Esijännitetty tiilipalkki



- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520237

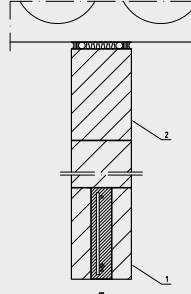
Tiiliseinä, Ei kantava aukkopalkki, Muurattu palkki



- 1 Teräksel mitoituksen mukaan vähintään 2 x 2T8
- 2 Palkkiliiti:
  - palkkiliitteen pituus  $L \geq$  aukonlata + 2x300 mm
  - kts. suunnittelu- ja työohje

## F520238

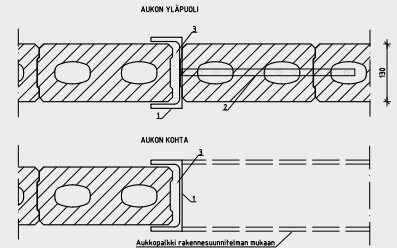
Harkkoseinä, Runkoponttipalkki, Runkopalkki



- 1 Runkopalkki: RH (minim. tukipinta 150mm)
- 2 Runkoponttipalkki 300 x 130 x 198 (kantava tai kevyt väliseinä)
- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520239

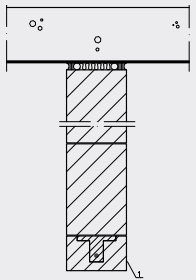
Harkkoseinä, Pielituenta, UPEI60



- 1 UPEI60
- 2 Tartumat K400 esim. rekinauha 1x20 mm
- 3 Liikuntasauna
- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520240

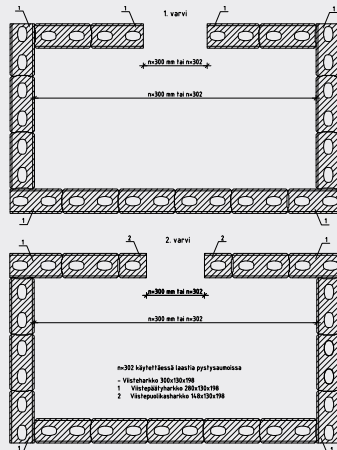
Harkkoseinä, Aukon ylitys, Ei kantavat rakenteet



- 1 Esijännitetty Kahi-palkkilementti NT tai MT
- 2 - korkeuden sovitus ohutsaumauksen korkeusmittaan (200 mm) tehdään tarvittaessa muuratulla tiilillä
- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520241

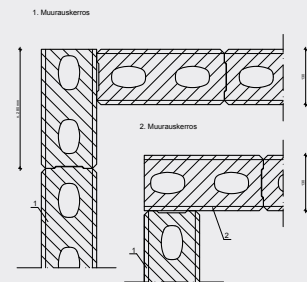
Kahi-viisteharkkoseinän mitoitus



- 1 Viisteharkko 300x130x198
- 2 Viistepäätyharkko 280x130x198
- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520242

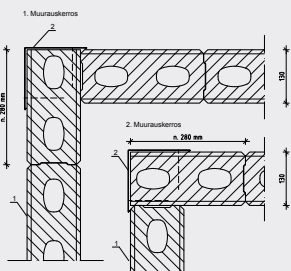
Viisteharkkoseinä, Ulkokulman muuraus



- 1 Viisteharkko 300x130x198
- 2 Viistepäätyharkko 280x130x198
- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520243

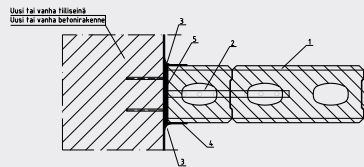
Viisteharkkoseinä, Ulkokulman muuraus L-profiilin avulla



- 1 Viisteharkko 300x130x198
- 2 L-profiili 150x150x6,6 kiinnitys nykintavalla ja ruuvilla
- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520244

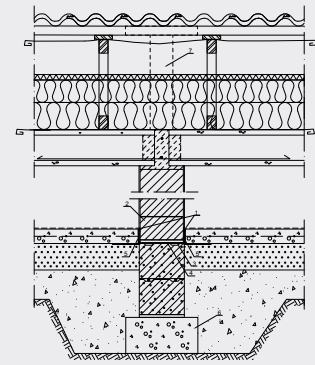
Viisteharkkoseinä, Vaakaliitos, jossa U-profiili



- 1 Viisteharkko
- 2 tarvittaessa, tartumat jleensä K400-600 esim. rekinauha 0,7-0,8 x 18-20 mm kiinnitys muovituppa + ruuvi Ø 6 mm
- 3 elastinen saumausmassa seinän molemmat puolet, äänieristetty liitos (kun seinän ääneneristysvaatimus  $R_w \geq 42$  dB), esim. Akustaseal
- 4 U-profiili, esim. 150x150x15, suunasoinnilla muovipinnatettu peili
- 5 10 mm mineraalvilla liikuntasaunassa
- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520251

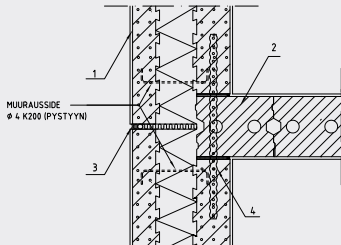
dB-harkkoseinä, betonirakenteinen yläpohja, Huoneistojen välinen seinä, Kantavat rakenteet



- 1 Elastinen saumausmassa, esim. Akustaseal
- 2 Kahi-vaakaliitosvaakko 300x130x198, laatuva molemmat puolet
- 3 Irrotettava, esim. iluukarmi
- 4 Muurattukalusteina
- 5 Ruuvattukalusteina, Thermofix Deep Ruuvattukaluste 12 mm la vaki
- 6 Akustiseal
- 7 Yläpohjan seinän seinä
- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520252

dB-harkkoseinä liitos Leca-runkoon, Huoneistojen välisen seinän liittyminen Leca Design -ulkoseinään, LTH-Eristeharkko, Kahi dB -Ponttihakko

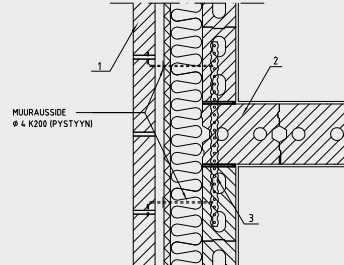


- 1 Ulkoseinä LTH
- 2 Kahi-desibeliponttihakko, tasotus molemmin puolin (pötee myös runkopontti)
- 3 Liikuntasärmä, mineraalivillatäyte, saumasaaha, elastinen saumasassa
- 4 Tartunnat rst-reikänauha 18x1,0 L=800 k=400

- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520253

dB-harkkoseinän liitos Kahi-ulkoseinään, Vaakaleikkaus

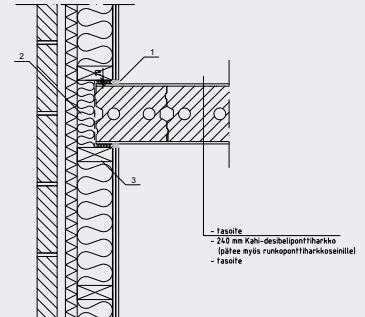


- 1 Ulkoseinä
- 2 Kahi-desibeliponttihakko, tasotus molemmin puolin (pötee myös runkopontti)
- 3 Tartunnat rst-reikänauha 18x1,0 L=800 k=400

- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520255

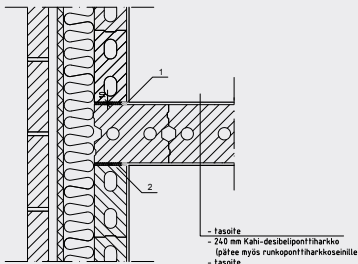
Kahi-desibeliponttihakko Liitos puurunkoiseen ulkoseinään



- 1 Väli- ja ulkoseinän liittymään jätetään n. 10 mm liitusaavara. Tiivistys villalla ja elastisella saumasauksella
- 2 Liitoksen lämmeneristyksessä käytetään pehmeää villaa
- 3 Ulkoseinän runko ei saa liittää jäykästi väliseinään

## F520256

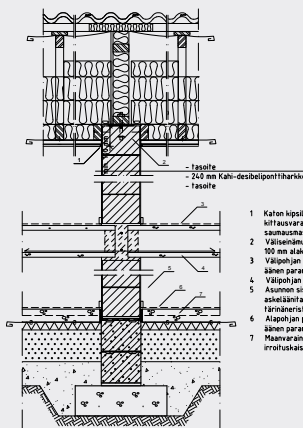
Kahi-desibeliponttihakko Liitos runkoponttihakko-ulkoseinään



- 1 Väli- ja ulkoseinän liittymään jätetään n. 10 mm liitusaavara. Tiivistys villalla ja elastisella saumasauksella
- 2 Ulkoseinän runko ei saa liittää jäykästi väliseinään

## F520257

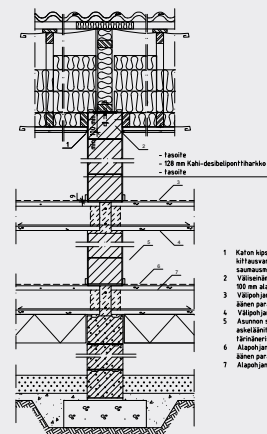
Kahi-desibeliponttihakko Pystyleikkaus Maanvarainen laatta



- 1 Katon kipsilevytyksen reunalle n. 10 mm liitusaavara. Tiivistys villalla ja elastisella saumasauksella
- 2 Väliseinämääräus ulottuu vähintään 100 mm alakattotopon yläpuolelle
- 3 Väliseinän pinnomateriaalin asettamisen parannuskuilu ΔL.v väh. 18 dB
- 4 Väliseinän kantava laatta väh. OL270
- 5 Asunon sisäpuolelta täytettävä esteitäntäsuojakärsä kiinnitys lämmeneristetyllä
- 6 Alapohjan pinnomateriaalin asettamisen parannuskuilu ΔL.v väh. 18 dB
- 7 Maanvarainen laatta, reunoilla irrotuskaita

## F520258

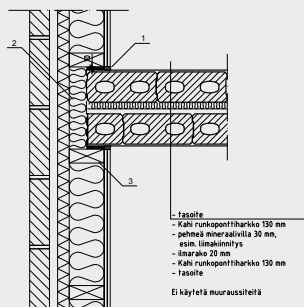
Kahi-desibeliponttihakko Pystyleikkaus Tuuletuva alapohja



- 1 Katon kipsilevytyksen reunalle n. 10 mm liitusaavara. Tiivistys villalla ja elastisella saumasauksella
- 2 Väliseinämääräus ulottuu vähintään 100 mm alakattotopon yläpuolelle
- 3 Väliseinän pinnomateriaalin asettamisen parannuskuilu ΔL.v väh. 18 dB
- 4 Väliseinän kantava laatta väh. OL270
- 5 Asunon sisäpuolelta täytettävä esteitäntäsuojakärsä kiinnitys lämmeneristetyllä
- 6 Alapohjan pinnomateriaalin asettamisen parannuskuilu ΔL.v väh. 18 dB
- 7 Alapohjan kantava laatta väh. OL270

## F520259

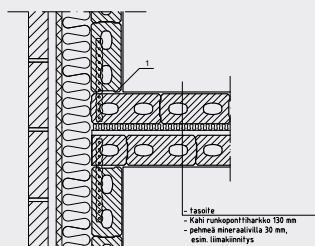
Kahi-runkoponttihakko, kaksinkertainen seinärakenne Liitos puurunkoiseen ulkoseinään



- 1 Väli- ja ulkoseinän liittymään jätetään n. 10 mm liitusaavara. Tiivistys villalla ja elastisella saumasauksella
- 2 Liitoksen lämmeneristyksessä käytetään pehmeää villaa
- 3 Ulkoseinän rungon saa kiinnittää jäykästi väliseinään saman puolen muurausleikkauksella

## F5202060

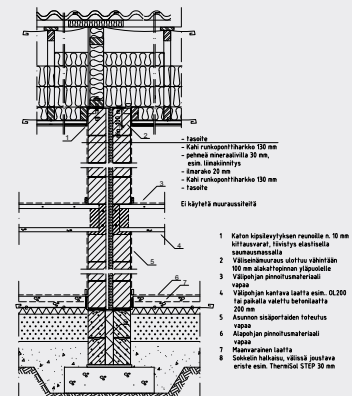
Kahi-runkoponttihakko, kaksinkertainen seinärakenne Liitos runkopontti-ulkoseinään



- 1 Ulkoseinän sisäpuolelta kiinnitettävä mahdollisimman tiivisti ja jäykästi väliseinään. Liitoksessa käytettävä saumauudolusta. Esim. reikänauha.

## F520261

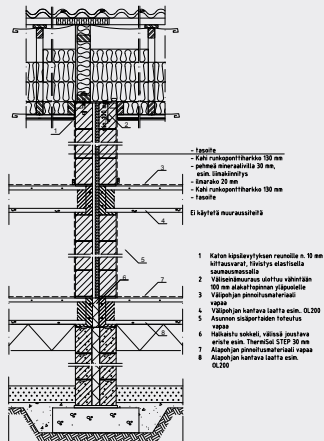
Kahi-runkoponttihakko, kaksinkertainen seinärakenne Pystyleikkaus maanvarainen laatta



- 1 Katon kipsilevytyksen reunalle n. 10 mm liitusaavara. Tiivistys villalla ja elastisella saumasauksella
- 2 Väliseinämääräus ulottuu vähintään 100 mm alakattotopon yläpuolelle
- 3 Väliseinän pinnomateriaalin asettamisen parannuskuilu ΔL.v väh. 18 dB
- 4 Väliseinän kantava laatta esim. OL200 tai paikalla valittu betonilaatta 200 mm
- 5 Asunon sisäpuolelta täytettävä esteitäntäsuojakärsä kiinnitys lämmeneristetyllä
- 6 Maanvarainen laatta
- 7 Suojan laatu, vähintään joustava este esim. Thermal STEP 30 mm

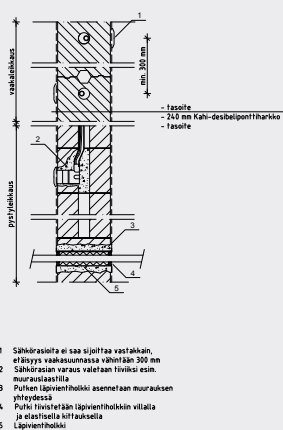
## F520262

Kahi-runkoponttihakko, kaksinkertainen seinä-rakenne Pystyleikkaus Tuulettuva alapohja



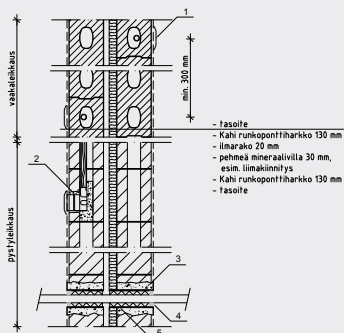
## F520263

Kahi-desibeliponttihakko Läpiviennit



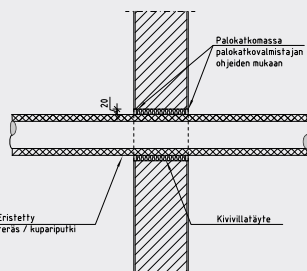
## F520264

Kahi-runkoponttihakko, kaksinkertainen seinärakenne Läpiviennit



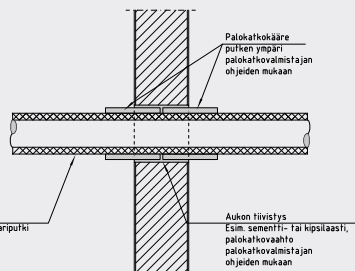
## F520271

Palokatko, Putkiläpiviennit Kahi- ja Leca-seinässä Metalliputket, kivivillaeriste EI 60



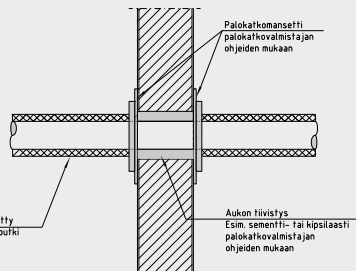
## F520272

Palokatko, Putkiläpiviennit Kahi- ja Leca-seinässä, Metalliputket, palava eriste, EI 60



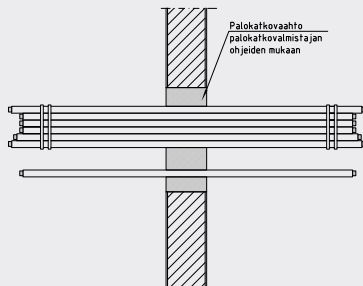
## F520273

Palokatko, Putkiläpiviennit Kahi- ja Leca-seinässä, Muoviputket, palava eriste, EI 60



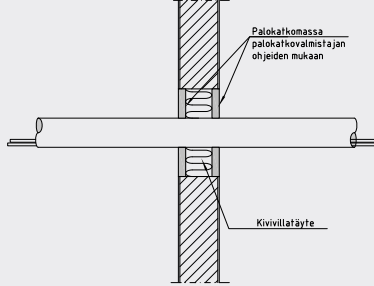
## F520274

Palokatko, Sähköläpiviennit Kahi- ja Leca-seinässä, Kaapeli / kaapelinippu, EI 60



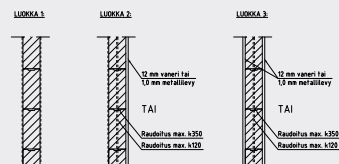
## F520275

Palokatko, Sähköläpiviennit Kahi- ja Leca-seinässä, Muovinen suojaputki EI 60



## F520280

Kahi- ja Leca-seinät, Vähimmäisvaatimukset seinien rakenteelliseen suojaukseen murtosuojeluissa 1,2 ja 3



### VÄLISEINÄ MURTOSUOJELUOSASTO 1

Muuri rakenne

### VÄLISEINÄ MURTOSUOJELUOSASTO 2

Kerrosrakenteelliset ja Kahi-väliseinät on vahvistettava säätölaipan avulla 12 mm varrella tai 10 mm metallilevyillä 4 metriä korkeuteen lattiasta tai muusta seinäalasta. Tai muurattu rakenne raudellaan. Vaakaraudoitus max.  $\leq 350$  ja pystyraudoitus max.  $\leq 120$

### VÄLISEINÄ MURTOSUOJELUOSASTO 3

Kerrosrakenteelliset ja Kahi-väliseinät on vahvistettava säätölaipan avulla 12 mm varrella tai 10 mm metallilevyillä 4 metriä korkeuteen lattiasta tai muusta seinäalasta. Tai muurattu rakenne on raudellaan. Vaakaraudoitus max.  $\leq 350$  ja pystyraudoitus max.  $\leq 120$

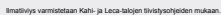
### YLEISÖT

Säätölaipan on oltava lujuudeltaan ja rakennustavallaan sellainen, että tällöin rakennuksen ei ole mahdollista ilman työkautta rapautua rakenteiden rakenteesta.

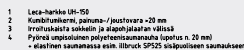
Väliseinärakenteen tulee ulottua lattialta kattoon.

Aikakaus joulukuun suojat myös näillä.

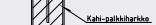
Kahi-runkoponttiharkko, kantava  
väliseinä, Kahi-palkkiharkko, Puuvälipohja,  
Ala- ja välipohjaliitos



Kahi-runkoponttiharkko, kantava väliseinä, Radon-ratkaisu, Puuvälipohja, Ala- ja välipohjaliitos



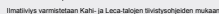
Kahi-runkopontti-harkko, kantava väliseinä,  
Kahi-palkkiharkko, Puuyläpohja, Yläpohjajaliitos



Kahi-desibeliponttiharkko, Puuyläpohja, huoneistojen välinen seinä, Ala- ja yläpohjaliitos



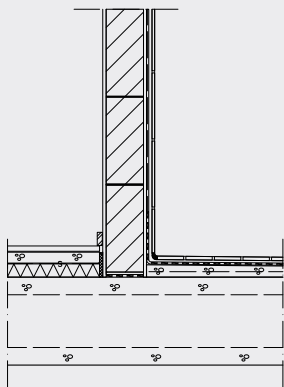
Kahi-väliseinäponttiharkko, kantamaton väliseinä,  
Puuvälipohja, painumavara, Ala- ja yläpohjaliitos



Kahi-väliseinäponttiharkko, saunan ja pesuhuoneen välinen seinä, Puuyläpohja, painumavara, Ala- ja yläpohjaliitos



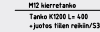
Kahi-väliseinäponttiharkko, Väliseinä,  
märkätila, Lattialiitos



Kattoristikoiden kiinnitys, Kahi-runkopontti-harkkoseinään, Kahi-palkkiharkko

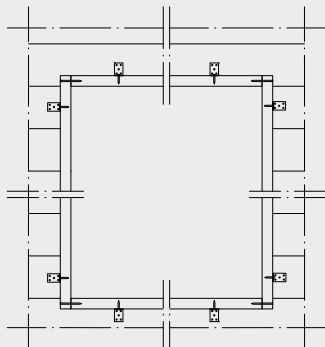


Kattoristikoiden kiinnitys Kahi-runkopontti-harkkoseinään, Puuyläpohja

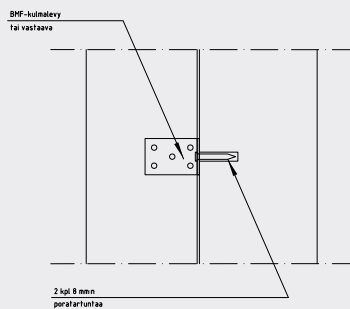


**F520290**

Ikkunan apukarmin kiinnitys Kahi-runkopontti-harkkoon, teräskiinnikkeet

**F520291**

Ikkunan apukarmin kiinnitys Kahi-runkopontti-harkkoon, teräskiinnitys, detalji



## Kahi-väliseinien rakenneyksityiskohdat

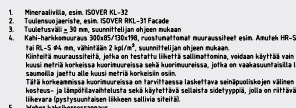
- F520201** Tiiliseinä, Ei-kantava aukkopalkki, Esijännitetty palkkielementti
- F520202** Harkkoseinä, Ovikarmin kiinnitys
- F520203** Tiiliseinä, Vaakaliitos
- F520204** Harkkoseinä, Vaakaliitos
- F520205** Tiiliseinä, Vaakaliitos, T-liitos
- F520206** Tiiliseinä, Johdotukset, Sähkörsiat
- F520207** Tiiliseinä, pystytuki, Palosuojaus
- F520208** Tiiliseinä, pystytuki, Aukonpieli
- F520209** Runkopontti-harkko, Vaakaliitos
- F520210** Tiiliseinä, pystytuki, Välipohja läpipulttaus
- F520211** Tiiliseinä, pystytuki, Liikuntasäuma
- F520212** Tiiliseinä, pystytuki, Tukipilari, alapääliitos
- F520213** Tiiliseinä, pystytuki,
- F520214** Harkkoseinä, Putkilävistys
- F520215** Tiiliseinä, Putkilävistyksiä
- F520216** Tiiliseinä, Pystytuet, palosuojaus, Aukon pieli
- F520217** Harkkoseinä, Pystytuet, Aukon pieli
- F520218** Tiiliseinä, Palo-ovi, Aukon palkki
- F520219** Harkkoseinä, Väliseinäpönttipalkki, Väliseinäpalkki
- F520220** Harkkoseinä, Vaakaliitos, T-liitos
- F520221** Osastoiva tiiliseinä, Liikuntasäuma
- F520222** Tiiliseinä, liikuntasäuma, Äänieristys
- F520223** 1.) Kiinnitykset tiiliseinään 2.) Keskiraskaat kiinnitykset tiiliseinään 3.) Raskaat kiinnitykset tiiliseinään
- F520224** Harkkoseinä, kantamaton, Välipohjaliitos, Paloeristetty
- F520225** Harkkoseinä, kantamaton, Välipohjaliitos, Sivuttaistuenta
- F520226** Harkkoseinä, kantava, Välipohjaliitos, Äänieristetty
- F520227** Harkkoseinä/Tiiliseinä, Ala- ja yläpohjaliitos, Ei-kantava seinä

Detaljit (pdf- ja  
dwg-muodossa) sekä  
mallityöselostukset  
on ladattavissa  
osoitteesta  
[www.fi.weber](http://www.fi.weber)

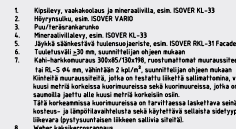
- F520228** Tiiliseinä, Välipohjaliitos, Kelluva laatta
- F520229** Tiiliseinä, Alapohjaliitos, Kantava alapohja
- F520230** Tiiliseinä, Alapohjaliitos, Kantava alapohja
- F520231** Harkkoseinä, Johdotus, Sähköasiat
- F520232** Harkkoseinä, Yläpohjaliitos, Puu yläpohja
- F520233** Ilmanvaihtoputken läpivienti, Tavanomainen läpivienti, Sähkö- tai putkilävistys paloseinässä
- F520234** Harkkoseinä, Väliseinäpalkki RRH Aukkopalkin kannatus teräsbetonipilarista kulmaraudalla
- F520235** Kahi väliseinä 130 mm, Seinä tuettu ylhäältä ja sivulta, Ulokkeellinen tukikaide, seinän lisäraudoitus
- F520236** Tiiliseinä, aukko, Esijännitetty tiilipalkki
- F520237** Tiiliseinä, Ei kantava aukkopalkki, Muurattu palkki
- F520238** Harkkoseinä, Runkoponttipalkki, Runkopalkki
- F520239** Harkkoseinä, Pielituenta, UPEI60
- F520240** Harkkoseinä, Aukon ylitys, Ei kantavat rakenteet
- F520241** Kahi-viisteharkkoseinän mitoitus
- F520242** Viisteharkkoseinä, Ulkokulman muuraus
- F520243** Viisteharkkoseinä, Ulkokulman muuraus L-profiilin avulla
- F520244** Viisteharkkoseinä, Vaakaliitos, jossa U-profiili
- F520251** dB-harkkoseinä, betonirakenteinen yläpohja, Huoneistojen välinen seinä, Kantavat rakenteet
- F520252** dB-harkkoseinä liitos Leca-runkoon, Huoneistojen välisen seinän liittyminen Leca Design -ulkoseinään, LTH-Eristeharkko, Kahi dB -Ponttiharkko
- F520253** dB-harkkoseinän liitos Kahi-ulkoseinään, Vaakaleikkaus
- F520255** Kahi-desibeliponttiharkko Liitos puurunkoiseen ulkoseinään
- F520256** Kahi-desibeliponttiharkko Liitos runkoponttiharkko-ulkoseinään
- F520257** Kahi-desibeliponttiharkko Pystyleikkaus Maanvarainen laatta
- F520258** Kahi-desibeliponttiharkko Pystyleikkaus Tuuletuva alapohja
- F520259** Kahi-runkoponttiharkko, kaksinkertainen seinärakenne Liitos puurunkoiseen ulkoseinään
- F520260** Kahi-runkoponttiharkko, kaksinkertainen seinärakenne Liitos runkopontti-ulkoseinään
- F520261** Kahi-runkoponttiharkko, kaksinkertainen seinärakenne Pystyleikkaus maanvarainen laatta
- F520262** Kahi-runkoponttiharkko, kaksinkertainen seinärakenne Pystyleikkaus Tuulettuva alapohja
- F520263** Kahi-desibeliponttiharkko Läpiviennit
- F520264** Kahi-runkoponttiharkko, kaksinkertainen seinärakenne Läpiviennit
- F520271** Palokatko, Putkiläpivienti Kahi- ja Leca-seinässä Metalliputket, kivivillaeriste EI 60
- F520272** Palokatko, Putkiläpivienti Kahi- ja Leca-seinässä, Metalliputket, palava eriste, EI 60
- F520273** Palokatko, Putkiläpivienti Kahi- ja Leca-seinässä, Muoviputket, palava eriste, EI 60
- F520274** Palokatko, Sähköläpivienti Kahi- ja Leca-seinässä, Kaapeli / kaapelinippu, EI 60
- F520275** Palokatko, Sähköläpivienti Kahi- ja Leca-seinässä, Muovinen suoja-putki EI 60
- F520280** Kahi- ja Leca-seinät, Vähimmäisvaatimukset seinien rakenteelliselle suojaukselle murtosuojeluluokissa 1,2 ja 3
- F520281** Kahi-runkoponttiharkko, kantava väliseinä, Kahi-palkkiharkko, Puuvälipohja, Ala- ja välipohjaliitos
- F520282** Kahi-runkoponttiharkko, kantava väliseinä, Radon-ratkaisu, Puuvälipohja, Ala- ja välipohjaliitos
- F520283** Kahi-runkoponttiharkko, kantava väliseinä, Kahi-palkkiharkko, Puuyläpohja, Yläpohjaliitos
- F520284** Kahi-desibeliponttiharkko, Puuyläpohja, huoneistojen välinen seinä, Ala- ja yläpohjaliitos
- F520285** Kahi-väliseinäponttiharkko, kantamaton väliseinä, Puuvälipohja, painumavara, Ala- ja yläpohjaliitos
- F520286** Kahi-väliseinäponttiharkko, saunan ja pesuhuoneen välinen seinä, Puuyläpohja, painumavara, Ala- ja yläpohjaliitos
- F520287** Kahi-väliseinäponttiharkko, Väliseinä, märkätila, Lattialiitos
- F520288** Kattoristikoiden kiinnitys, Kahi-runkoponttiharkkoseinään, Kahi-palkkiharkko
- F520289** Kattoristikoiden kiinnitys Kahi-runkoponttiharkkoseinään, Puuyläpohja
- F520290** Ikkunan apukarmin kiinnitys Kahi-runkoponttiharkkoon, teräskiinnikkeet
- F520291** Ikkunan apukarmin kiinnitys Kahi-runkoponttiharkkoon, teräskiinnitys, detajji

## Rakennetyypit

Kahi Facade -harkkojulkisivu  
Uudisrakentaminen Kivirunko

[illegible]

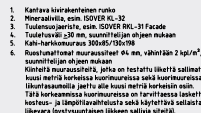
Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen  
Puurunko/teräsrankarunko



Verkkouksen suhteen noudatetaan myös markkivalvontalain ohjeita. Verkoitus vähentää alustan liikkeistä jatkuvaa rappausta hakijalla, joten se on suositeltavaa tehdä, erityisesti kun murausten ja rappausten välissä ei ole vielä vähennöksiä liikkeistä. Koko Factive rappaustien alustan on liikuttanut, jolloin verkkouksen tarvitta on otettava huomioon myös verkkouksen tarve.

Aukojen kulmin saat ylläpitäjän pään asennelman saa lisäksi verkkoasettelin, n. 500 x 500 mm. Yläosaan verkkokasettia asennetaan ja sen alustatelineitä liitetään ylös. Verkkokasetilla voidaan asennella jo ennen pohjapöytä tuoreella pohjalaitalla. Yliverkkoisuus voi painetta tuoreeseen laastin alle, jota vorkko ja laastilaiteiden verkkoilma. Verkkou ei saa paan laastin-

Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen  
Kivialusta (betoni, Leca-harkko, tiili, kevytbetoni)

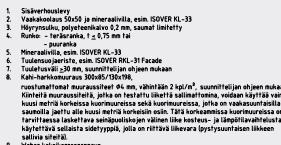


7. Weber kaksi kiersospaas

Verkoituksen suhteen noudatetaan myös harkkiovalmistajan ohjeita. Verkoitus vähentää alustan liikeistä johtuvaa rapaamisen häikeliä, joten se on suosittelavaa tehdä, erityisesti kun muurauksen ja rapaamisen välissä ei ole ollut rakennuksen lämmityskautta.

Aukkujen kulmin sekä ylityspalkkien päihin asennetaan aina lisäksi verkkokaistaleet, n. 500 x 500 mm. Ylimääräinen verkkokaistale asennetaan myös eri alusmateriaaliden liitisköihin yll. Verkkokaistaleet voidaan asentaa joko ennen pohjarappausa tuoreelle pohjajalustalle. Ylioverituksessa verkko painetaan tuoreeseen laastiin siten, että verkko jää laastikerrosten keskivahelle. Verkko ei saa painua laastikerroksen pohjaan alustaa vasten. Rappausverkon saumakohdat sinitetään 100 mm.

Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen  
Puu-/teräsrunko



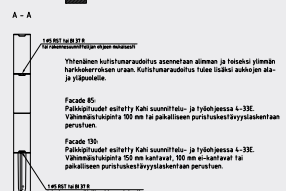
Verokausen suhteen noudatetaan myös harkintavalmistajan ohjeita. Verotus vähentää alustan liikkivästä johtuvaa rappausten häviöllä, joten se on suositeltavaa tehdä erityisesti kun muurauksen ja rappausten välissä ei ole ollut rakennuksen lämmityskautta.

Aiemmin huolimatta myös tyypilliseen päin asennetaan nyt lisäksi verkkoalustat. Ne on 50 cm:n korkuisia ja niiden avulla voidaan välttää myös verkkoalustien liikkohetkiä myöskin. Verkoalustat eivät voidaan asentaa jo ennen pohjapappusta tulohelelle pohjajalalla. Viiväruokassa verkko painetaan tuoreeseen laastiin siten, että verkko jää laastinrakenteen keskivälille. Verkko ei saa painaa lähtöruokien pohjan alustaa vasten. Rappausten suuntaohjeita

Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen  
Nurkkavahvistus aukkojen kulmissa



Kahi Facade -harkkojulkisivu  
Aukon ulitus valmisharkkopalkilla



Kahi Facade -harkkojulkisivu Aukon ylitys  
paikalla tehdellä harkkopalkilla



Raudituksen tartuntapituus  $\geq 500$  mm

**A - A**

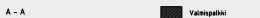
Yhdenm. kuitusnurautaus asennetaan alhaalta ylöspäin harkkikerroksen uraan. Kuitusnurautaus tulee lisäksii aukkoja alla ylipuolelle.

**Facade 85:**  
Harkkopuolen alueille käytetään reilistiä harkkoja.  
Vähimmäistulpa 100 m tai paikalliseen puristuskäytävällyskäsitteen perustuen.

**Facade 130:**  
Harkkopuolen alueille käytetään normaalia 130 m leveä Kahi-harkko.  
Vähimmäistulpa 150 m kantavalla, eli-antavalla 100 m tai paikalliseen puristuskäytävällyskäsitteen perustuen.

| Aukon leveys<br>(mm) | Hörkopolin<br>korkeus (mm) | Vaadittu<br>vaakaosuutus | Vaadittu<br>pystyosuutus |
|----------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1200                 | 400                        | 295 tai 1931 J           | 81 tai 1931              |
| 1700                 | 400                        | 295 tai 1931 J           | 1931                     |
| 3200                 | 600                        | 295 tai 1931 J           | 1931                     |
| 4200                 | 800                        | 295 tai 1931 J           | 1931                     |

Kahi Facade -harkkojulkisivu Aukon ylitys  
MKH-Kahi-Tiilipalkilla Kantamattomat seinät



1.05 PST to 01.37.00  
for reasons mentioned above.

Yhteinen kuitustunarauditto asennetaan alimman ja toiseksi ylännä harkkokerroksen uraan. Kuitustunarauditto tulee lisäksi aukojen ala- ja yläpuolelle.

**Facade 85:**  
Pakkaustuotteet esitellään kahdella suunnitelmalla ja työhöjessä 4–33E. Vähimmäiskulpiin 150 mm tai pakkaamiseen puristuksen lävyyssuuntaan perustuen.

Käsi- ja työsuojelu on nyt selvitettyäkin kätevämpää ja yksinkertaisempaa, mutta yhdessä ylipoliisien pöytätyön kanssa ne riittävät kannattamaan ei-kantavissa seinissä aukkojen ylipoliisien nostamista.

Käsi suojella: ja työtyössä 4-33E on esitetty kulkua alkuupolissa.

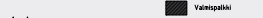
Ylipoliisi käytettävissä vaadittu suojauksen kokonaisuus.

Tällaisella on tuettava noin metrin välein kumien aukon ylipoliisissa.

suojauksessa laastin on kovernut.

Ylipoliisi olevien harkojen pystysuunnissa käytettävä pystysuunnasta.

Kahi Facade -harkkojulkisivu Aukon ylitys  
NKH-Kahi-Tiilipalkilla Kantamattomat seinät



1 65 557 tai 81 37 8  
tai raennessuuntit tai jn otteen mukaisesti

Yhteinen kutsutunsaudioitus asennetaan alinnan ja toiseksi ylinnän harkkoverroksen uraan. Kutsutunsaudioitus tulee lisäksi aukkojen alaja väliputelle.

Facade 13th  
 Paikkipituleudi esitelty Kahi suunnittelu- ja työhöjessä 4-33E.  
 Välinnäsäitukipinta 150 mm tai paikalliseen puristuskäsitälyyssiäskentän perustuen.

Kähi NKH-liipakiti eivät ole sellaisenaan kantavia rakenteissa, mutta yhdessä jällipöisen muurauksen kanssa ne riittävät kannattamaan ei-kantavissa seinissä aukkojen jällipöisen muurauksen.

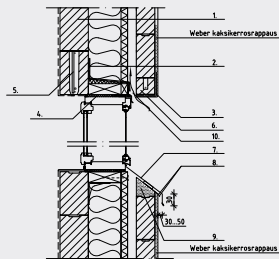
Kähi suunnitella: 4- työhjessään 4-330 on esitelty lullakin aukkojilluudella liipakitiä jällipöisessä vaadittu muurauksen kokonaisuukoride.

Tällaisiksi on tuettava noin metrin välein kunnos aukko jällipöisessä muurauksen tällain eränelvöillä.



### F311019

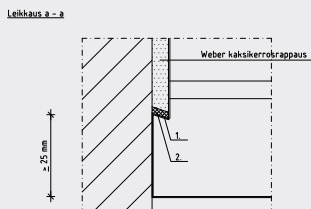
Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen  
Ikkunanpielet Pystyleikkaus



1. Kerros, ks. järjestelmäkuvaus
2. Brunnemuhopäistä
3. weber kulaputkiliitin
4. Itärock TP200 Paksu nauha
5. Kahi Runkopalkki RH
6. Mineraalilla n. 1/3 karmisyyrydestä, SPU-vaahfo n. 2/3 karmisyyrydestä, Etäisteen saumassa esim. Itärock SP200 ulkopuoliseen saumaamiseen tai SP205 sisäpuoliseen saumaamiseen
7. Kahi Runkopalkki RH
8. Kahi Runkopalkki RH, VII-/VHR-palkki, RH-/RRH-palkki, betonipalkki tai teräspalkkipalkki
9. Vesipelti, ks. RT 80-10632
10. -välihahto n. 15 m aukossa
11. Myrskyypelti ja tiivistysmassa
12. Kallistuskalvi
13. Seinärakenteen tuuletus rakennesuunnittelijan ohjeiden mukaan

### F311020

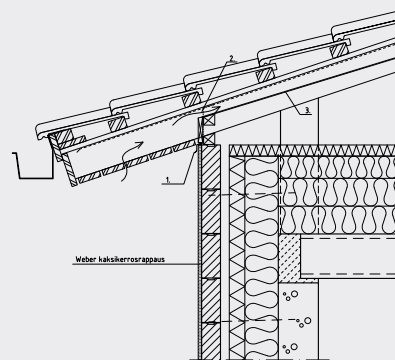
Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen  
Ikkunanpielet Leikkaus a-a Ikkunan vesipelti/  
vedenohjain



1. Vesipeltin vedenohjaimen rappauserä
2. weber tiivistysnauha

### F311021

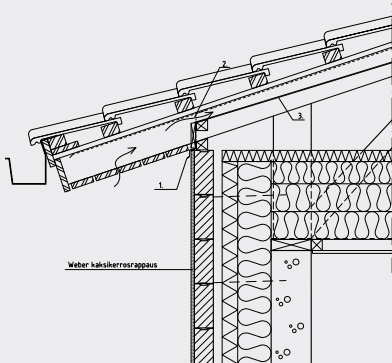
Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen  
Sivuräystä Kivialusta



1. Vastapelti
2. Tiivistysverkko
3. Tuulenohjan tarvittaessa

### F311022

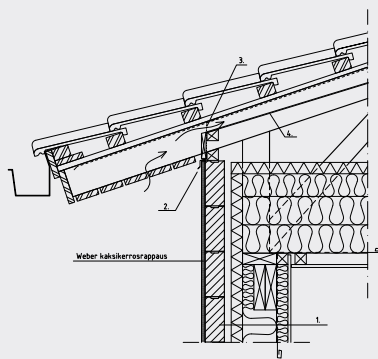
Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen  
Sivuräystä Puuyläpohja



1. Vastapelti
2. Tiivistysverkko
3. Tuulenohjan tarvittaessa

### F311023

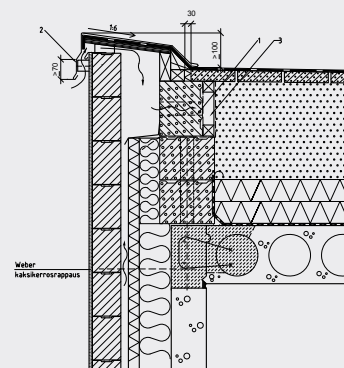
Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen  
Sivuräystä Puu-/teräsrunko



1. Kerros, ks. järjestelmäkuvaus
2. Vastapelti
3. Tiivistysverkko
4. Tuulenohjan tarvittaessa

### F311024

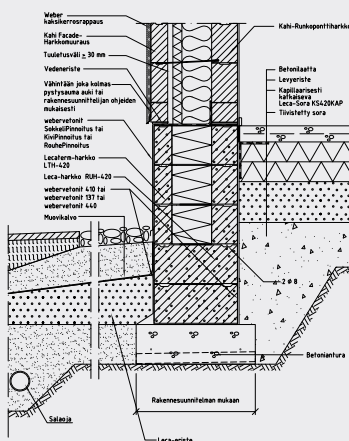
Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen  
Tuulettuva räystääs Muurattu julkisivu



1. Tuuletus pinta-ala harkossa 500-1000 cm<sup>2</sup>/m
2. Tuuletus aukojen ala 100-200 cm<sup>2</sup>/m
3. Aukujen suojana verkko, silmäkoko - 4mm
4. Kanava läpi räystään

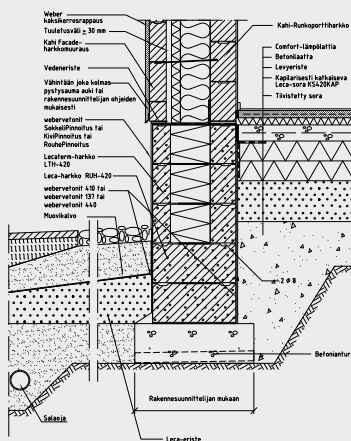
### F311025

Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen,  
matalaperustus ja maanvarainen alapohja,  
Leca-sora, EPS-eristys, LTH-420



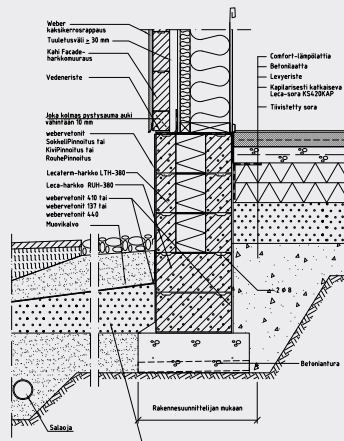
### F311026

Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen  
Matalaperustus ja maanvarainen alapohja  
Leca-sora, EPS-eristys, LTH-420



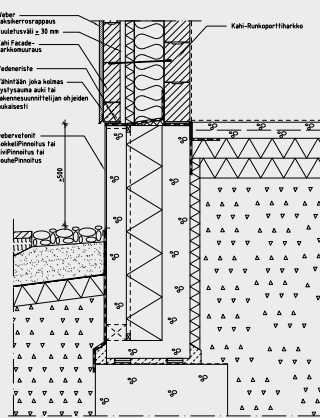
### F311027

Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen  
Matalaperustus ja maanvarainen alapohja  
Leca-sora, EPS-eristys, LTH-380



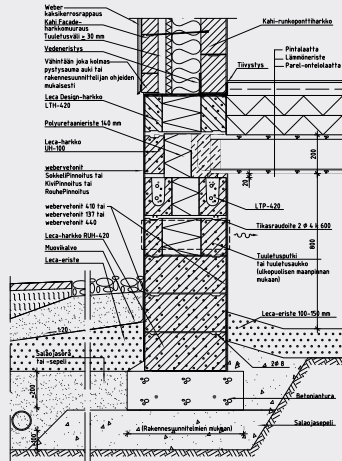
### F311028

Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen  
Matalaperustus ja maanvarainen alapohja  
Leca-sora, EPS-eristys, Sokkelelementti



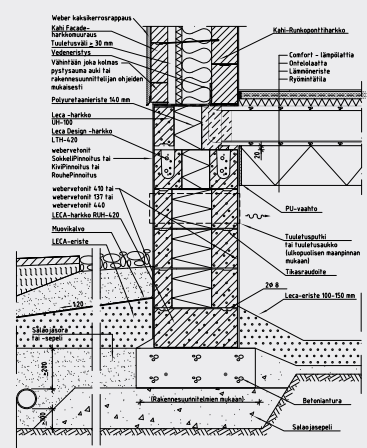
### F311029

Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen  
Ryömintätilainen perustus Ontelolaatta-alapohja



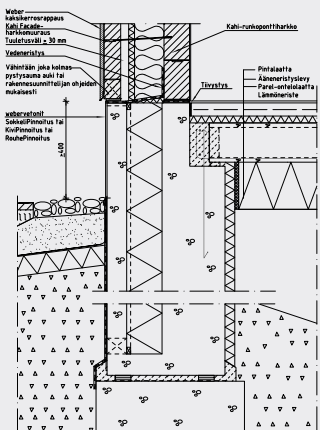
### F311030

Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen  
Ryömintätilainen perustus Ontelolaatta-alapohja



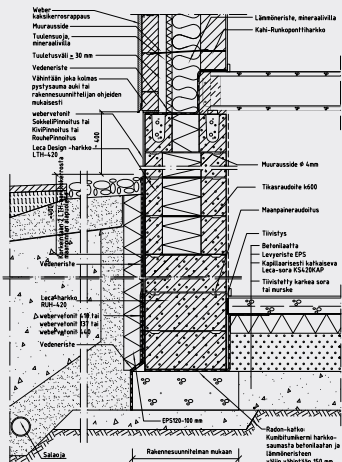
### F311031

Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen  
Ryömintätilainen perustus Ontelolaatta-alapohja  
Sokkelelementti



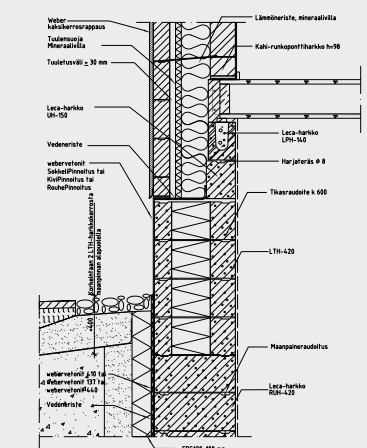
### F311032

Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen  
Kellarillinen perustus



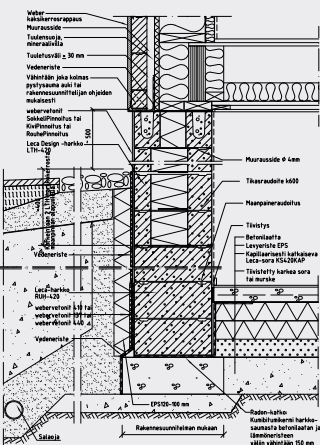
### F311033

Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen  
Kellarillinen seinä



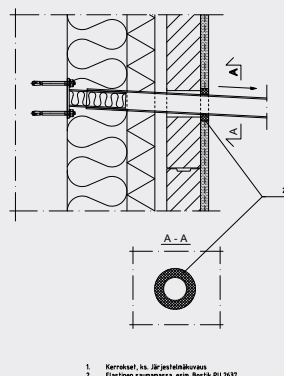
### F311034

Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen  
Kellarillinen perustus Puurunko Puuväli pohja



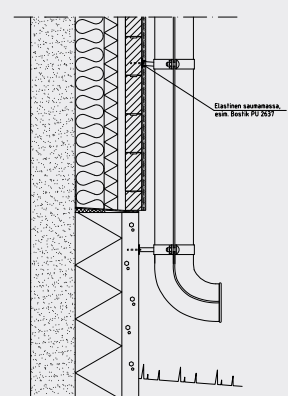
### F311035

Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen  
Tikkaiden kiinnitys



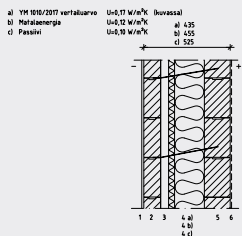
### F311036

Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen  
Syöksytorven kiinnitys



### F311037

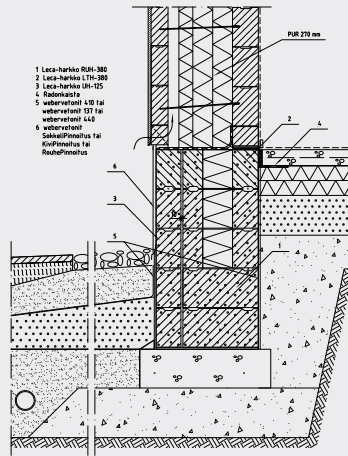
Kahi Facade -harkkojulkisivu Kahi-runkopontti-harkko Mineraalivillaeriste Julkisivumuuraus, ohutsaumamuurattu Kahi Facade-harkko



1. Vaher lakkausmenetelmä
  2. Ohutsaumamuuraus, Kahi Facade-harkko 85 mm, muurauksella RST al 64, väliä 20 mm, suuntatien ohjeen mukaan al 65, 6 kg/m<sup>2</sup>, c) 65, 10 kg/m<sup>2</sup>
  3. Tuulensuojaverkko ISOVER RVL-Facade 30 mm, lämmöneste ISOVER KL-32 50 mm
  4. SPUI-AL 200 mm
  5. Ohutsaumamuuraus, Kahi-runkopontti-harkko 150 mm
  6. Pintaohutlaakso ja -käsittely huoneistuksen mukaan
- TOTEUTUS- JA SUUNNITTELUOHEUKSET
- Ohjeiden valinta ja pintaohutlaaksojen rakennusmenetelmien ohjeen mukaan
- LÄMMÖ- JA ÄÄNIVÄRSIÖ: al 5,17, al 5,12, c) 5,10 W/m<sup>2</sup>K  
- laskennassa on käytetty lämmönjohtavuutta  $\lambda = 0,04$
- YHDEN KUOREN PALONESTOLUOKKA:
- |         |                                 |
|---------|---------------------------------|
| EI 100  | keuhkaton                       |
| REI 120 | keuhkaton keuhkaton runkopontti |
| REI 90  | keuhkaton keuhkaton runkopontti |
- ÄÄNENERISTÄVYYS:  $R_w = 62$  dB  $R_w + C_w = 56$  dB (x)  
x) Rakenne al 64 mukaan

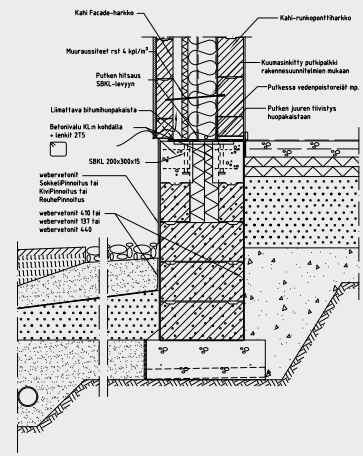
### F311038

Kahi Facade -harkkojulkisivu Matalaperustus Leca-harkkoista Matalaenergia-harkkoseinä mineraalivillalla, passiiviratkaisu polyuretaanilla



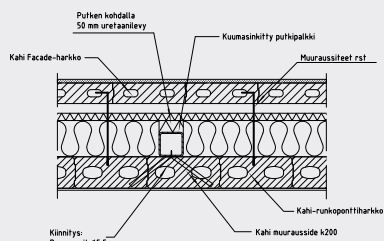
### F311039

Kahi Facade -harkkojulkisivu Seinää tukevan putkipalkin liitos perustukseen Kahi-harkko, Kahi Facade ulkoseinä



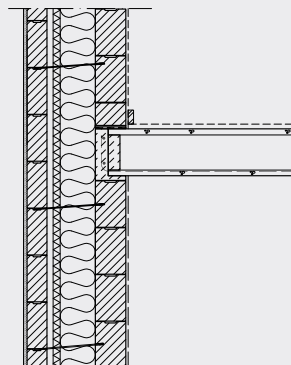
### F311040

Kahi Facade -harkkojulkisivu Seinää tukevan putkipalkin ja pontti-harkkoseinän liitos Kahi-harkko, Kahi Facade ulkoseinä



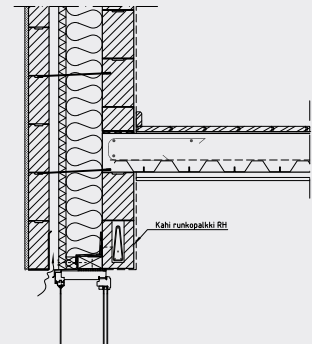
### F311041

Kahi Facade -harkkojulkisivu Kahi-runkopontti-harkko Ontelolaattaväli pohja Kahi Facade-harkkomuuraus



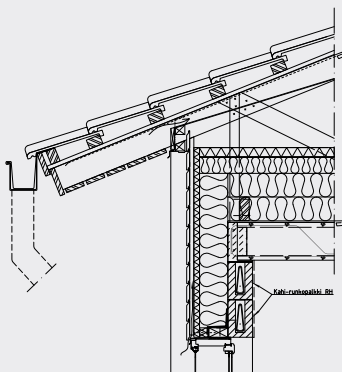
### F311042

Kahi Facade -harkkojulkisivu Kahi-runkopontti-harkko, Kahi-runkopalkki RH Liittolaattaväli pohja Kahi Facade-harkkomuuraus



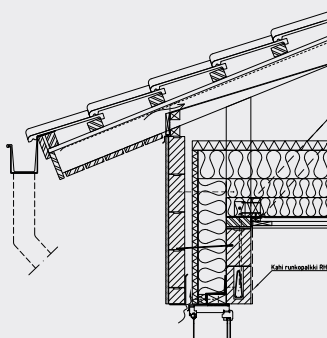
### F311043

Kahi Facade -harkkojulkisivu Kahi-runkopontti-harkko, Kahi-runkopalkki RH Ontelolaattaväli pohja, tiilikate, umpiräystäs Kahi Facade- / lautaverhous



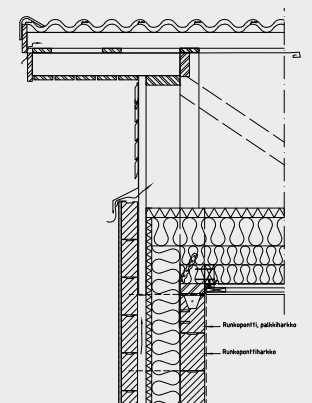
### F311044

Kahi Facade -harkkojulkisivu Kahi-runkopontti-harkko, Kahi-runkopalkki RH Puuyläpohja, tiilikate, avoräystäs Kahi Facade-harkkomuuraus



### F311045

Kahi Facade -harkkojulkisivu Kahi-runkopontti-harkko, Kahi-palkkiharkko Puuyläpohja, pääty, tiilikate Kahi Facade- / lautaverhous







- F311015** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Ikkunanpielet Vaakaleikkaus
- F311016** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Pystysuuntainen liikuntasäama Kivialusta
- F311017** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Pystysuuntainen liikuntasäama Kivialusta
- F311018** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Sokkeliikkaus Kivialusta
- F311019** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Ikkunanpielet Pystyleikkaus
- F311020** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Ikkunanpielet Leikkaus a-a Ikkunan vesipelti/vedenohjain
- F311021** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Sivuräystäs Kivialusta
- F311022** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Sivuräystäs Puuyläpohja
- F311023** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Sivuräystäs Puu-/teräsrankarunko
- F311024** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Tuulettuva räystäs Muurattu julkisivu
- F311025** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Matalaperustus ja maanvarainen alapohja, Leca-sora, EPS-eristys, LTH-420
- F311026** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Matalaperustus ja maanvarainen alapohja Leca-sora, EPS-eristys, LTH-420
- F311027** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Matalaperustus ja maanvarainen alapohja Leca-sora, EPS-eristys, LTH-380
- F311028** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Matalaperustus ja maanvarainen alapohja Leca-sora, EPS-eristys, Sokkelielementti
- F311029** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Ryömintätillainen perustus Ontelolaatta-alapohja
- F311030** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Ryömintätillainen perustus Ontelolaatta-alapohja
- F311031** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Ryömintätillainen perustus Ontelolaatta-alapohja Sokkelielementti
- F311032** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Kellarillinen perustus
- F311033** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Kellarillinen seinä
- F311034** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Kellarillinen perustus Puurunko Puuyläpohja
- F311035** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Tikkaiden kiinnitys
- F311036** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Syöksytörven kiinnitys
- F311037** Kahi Facade -harkkojulkisivu Kahi-runkoponttihakko Mineraalivillaeeriste Julkisivumuuraus, ohutsaumamuurattu Kahi Facade-harkko
- F311038** Kahi Facade -harkkojulkisivu Matalaperustus Leca-harkkoista Matalaenergia-harkkoseinä mineraalivillalla, passiiviratkaisu polyuretaanilla
- F311039** Kahi Facade -harkkojulkisivu Seinää tukevan putkipalkin liitos perustukseen Kahi-harkko, Kahi Facade ulkoseinä
- F311040** Kahi Facade -harkkojulkisivu Seinää tukevan putkipalkin ja ponttihakkoseinän liitos Kahi-harkko, Kahi Facade ulkoseinä
- F311041** Kahi Facade -harkkojulkisivu Kahi-runkoponttihakko Ontelolaattaväliäpohja Kahi Facade -harkkomuuraus
- F311042** Kahi Facade -harkkojulkisivu Kahi-runkoponttihakko, Kahi-runkopalkki RH Liittolaattaväliäpohja Kahi Facade -harkkomuuraus
- F311043** Kahi Facade -harkkojulkisivu Kahi-runkoponttihakko, Kahi-runkopalkki RH Ontelolaattaväliäpohja, tiilikate, umpiräystäs Kahi Facade- / lautaverhous
- F311044** Kahi Facade -harkkojulkisivu Kahi-runkoponttihakko, Kahi-runkopalkki RH Puuyläpohja, tiilikate, avoräystäs Kahi Facade-harkkomuuraus
- F311045** Kahi Facade -harkkojulkisivu Kahi-runkoponttihakko, Kahi-palkkiharkko Puuyläpohja, päätty, tiilikate Kahi Facade- / lautaverhous
- F311046** Kahi Facade -harkkojulkisivu Kahi-runkoponttihakko, Kahi-runkopalkki RH Puuyläpohja, tiilikate, umpiräystäs Kahi Facade-harkkomuuraus
- F311047** Kahi Facade -harkkojulkisivu Seinää tukevan putkipalkin ja aukkopalkin liitos Kahi-harkko, Kahi Facade ulkoseinä Kantavan sivun räystäs, vino yläpohja
- F311048** Kahi Facade -harkkojulkisivu Kattopalkin ja päättyseinän liitos Kahi-harkko, tiiliverhottu ulkoseinä Päättyräystäs, vino yläpohja
- F311049** Kahi Facade -harkkojulkisivu SPU eristetty ulkoseinä, palosuojaus Palokatko eristetilassa puulla, kivivillalla tai rakennuslevyllä Elementtien välinen pystyleikkaus
- F311050** Kahi Facade -harkkojulkisivu SPU eristetty ulkoseinä, palosuojaus Palokatko eristetilassa puulla, kivivillalla tai rakennuslevyllä Elementtien välinen vaakaleikkaus
- F311051** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Kivirunko, Kingspan Kooltherm -eriste
- F311052** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Puurunko/teräsrankarunko, Kingspan Kooltherm -eriste
- F311053** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Kivialusta (betoni, Leca-harkko, tiili, kevytbetoni), Kingspan-eriste
- F311054** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Puu-/ teräsrankarunko, Kingspan Kooltherm -eriste
- F311055** Kahi Facade-harkkojulkisivu Sisäänvedetty julkisivu Kingspan Kooltherm -eriste
- F311056** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Ilkonurkka Kivialusta, Kingspan Kooltherm -eriste
- F311057** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Ikkunanpielet Vaakaleikkaus, Kingspan Kooltherm -eriste
- F311058** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Ikkunanpielet Pystyleikkaus, Kingspan Kooltherm -eriste
- F311059** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Sivuräystäs Kivialusta, Kingspan eristeet
- F311060** Kahi Facade -harkkojulkisivu Kahi-runkoponttihakko Kingspan eristeet Julkisivumuuraus, ohutsaumamuurattu Kahi Facade-harkko
- F520280** Murtosuojeluohje Kahi- ja Leca-seinät Vähimmäisvaatimukset seinien rakenteelliselle suojaukselle murtosuojeluluokissa 1, 2 ja 3

Detaljit (pdf- ja dwg-muodossa) sekä mallityöselostukset on ladattavissa osoitteesta [www.fi.weber](http://www.fi.weber)

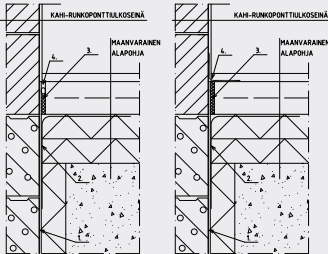
# 14 Kahi-kivitalot tiivistysohjeet

## Tiivistysohjeet

### F60201

Maanvaraisen alapohjan liittymä  
Kahi Runkopontti-ulkoseinään  
Radonsuojaus Lattiassa Styrofoam-eristys

PYSTYLEIKKAUS 15

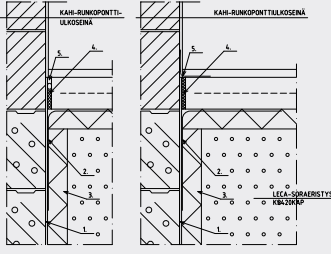


- Seinän pinnoitus antrasta lähtien vohverivahvi 150 Ohkaisuilla tai vohverivahvi 400 Ohkaisuilla tai vohverivahvi 440 Penttilästä
- Radoneristys Itälinnalla kummituennin luvusta T12 loppu Penttilästä Penttilästä 3-250-250mm
- Ilmaus 1/2 leveydeltä sokkeliin vasten, alustan kynäbittimäisellä, yleensä taitto lämmönjohtimen päällä
- Irrotuskäsitä sokkeliin ja alapohjaan välissä
- Pöytäsiipin ulospuolinen polyeteenisuunnauha, upotus n.20mm syyryhen + elastinen saumassa esim. Ilbruck SP25 sisäpuolelleen saumaan (saumapöytäsiipin kuvan)
- Ilbruck SP25 sisäpuolelleen saumaan (saumapöytäsiipin kuvan)
- Ilbruck SP25 sisäpuolelleen saumaan (saumapöytäsiipin kuvan)

### F60202

Maanvaraisen alapohjan liittymä  
Kahi Runkopontti-ulkoseinään  
Radonsuojaus Lattiassa Leca-soraeristys

PYSTYLEIKKAUS 15

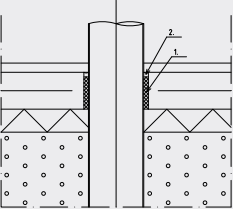


- Seinän pinnoitus antrasta lähtien vohverivahvi 150 Ohkaisuilla tai vohverivahvi 400 Ohkaisuilla tai vohverivahvi 440 Penttilästä
- Radoneristys Itälinnalla kummituennin luvusta T12 loppu Penttilästä Penttilästä 3-250-250mm
- Ilmaus 1/2 leveydeltä sokkeliin vasten, alustan kynäbittimäisellä, yleensä taitto lämmönjohtimen päällä
- Irrotuskäsitä sokkeliin ja alapohjaan välissä
- Pöytäsiipin ulospuolinen polyeteenisuunnauha, upotus n.20mm syyryhen + elastinen saumassa esim. Ilbruck SP25 sisäpuolelleen saumaan (saumapöytäsiipin kuvan)
- Ilbruck SP25 sisäpuolelleen saumaan (saumapöytäsiipin kuvan)
- Ilbruck SP25 sisäpuolelleen saumaan (saumapöytäsiipin kuvan)

### F60203

Putkiläpiviennin tiivitys  
Maanvarainen alapohja

PYSTYLEIKKAUS 15

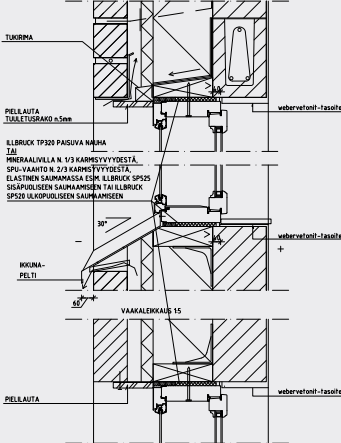


- Irrotuskäsitä pöytäsiipin ja alapohjaan välissä
- Elastinen saumassa esim. Ilbruck SP25 sisäpuolelleen saumaan

### F60204

Ikkunan ja oven tiivitys  
Kahi Runkopontti -ulkoseinää Tiiliverho

PYSTYLEIKKAUS 15

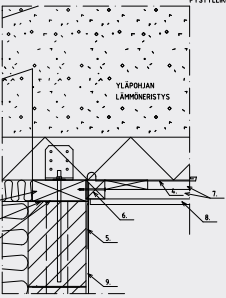


- Seinän pinnoitus antrasta lähtien vohverivahvi 150 Ohkaisuilla tai vohverivahvi 400 Ohkaisuilla tai vohverivahvi 440 Penttilästä
- Radoneristys Itälinnalla kummituennin luvusta T12 loppu Penttilästä Penttilästä 3-250-250mm
- Ilmaus 1/2 leveydeltä sokkeliin vasten, alustan kynäbittimäisellä, yleensä taitto lämmönjohtimen päällä
- Irrotuskäsitä sokkeliin ja alapohjaan välissä
- Pöytäsiipin ulospuolinen polyeteenisuunnauha, upotus n.20mm syyryhen + elastinen saumassa esim. Ilbruck SP25 sisäpuolelleen saumaan (saumapöytäsiipin kuvan)
- Ilbruck SP25 sisäpuolelleen saumaan (saumapöytäsiipin kuvan)
- Ilbruck SP25 sisäpuolelleen saumaan (saumapöytäsiipin kuvan)

### F60205

Katon höyrynsulun liitos ulkoseinään  
sivuseinällä Kahi Runkopontti -ulkoseinää  
Puurakenteinen yläpohja

PYSTYLEIKKAUS 15

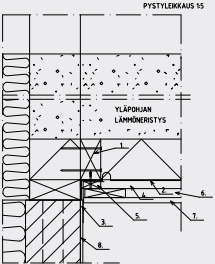


- Seinän pinnoitus antrasta lähtien vohverivahvi 150 Ohkaisuilla tai vohverivahvi 400 Ohkaisuilla tai vohverivahvi 440 Penttilästä
- Radoneristys Itälinnalla kummituennin luvusta T12 loppu Penttilästä Penttilästä 3-250-250mm
- Ilmaus 1/2 leveydeltä sokkeliin vasten, alustan kynäbittimäisellä, yleensä taitto lämmönjohtimen päällä
- Irrotuskäsitä sokkeliin ja alapohjaan välissä
- Pöytäsiipin ulospuolinen polyeteenisuunnauha, upotus n.20mm syyryhen + elastinen saumassa esim. Ilbruck SP25 sisäpuolelleen saumaan (saumapöytäsiipin kuvan)
- Ilbruck SP25 sisäpuolelleen saumaan (saumapöytäsiipin kuvan)
- Ilbruck SP25 sisäpuolelleen saumaan (saumapöytäsiipin kuvan)

### F60206

Katon höyrynsulun liitos ulkoseinään  
päädyssä Kahi Runkopontti -ulkoseinää  
Puurakenteinen yläpohja

PYSTYLEIKKAUS 15

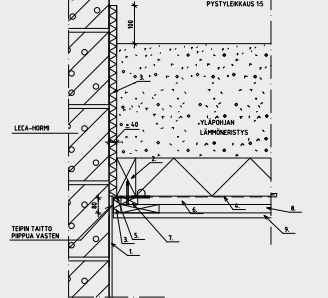


- Seinän pinnoitus antrasta lähtien vohverivahvi 150 Ohkaisuilla tai vohverivahvi 400 Ohkaisuilla tai vohverivahvi 440 Penttilästä
- Radoneristys Itälinnalla kummituennin luvusta T12 loppu Penttilästä Penttilästä 3-250-250mm
- Ilmaus 1/2 leveydeltä sokkeliin vasten, alustan kynäbittimäisellä, yleensä taitto lämmönjohtimen päällä
- Irrotuskäsitä sokkeliin ja alapohjaan välissä
- Pöytäsiipin ulospuolinen polyeteenisuunnauha, upotus n.20mm syyryhen + elastinen saumassa esim. Ilbruck SP25 sisäpuolelleen saumaan (saumapöytäsiipin kuvan)
- Ilbruck SP25 sisäpuolelleen saumaan (saumapöytäsiipin kuvan)
- Ilbruck SP25 sisäpuolelleen saumaan (saumapöytäsiipin kuvan)

### F60207

Leca-hormin läpiviennin tiivitys  
vähintään 20 mm, kun eristepaksuus < 350 mm  
Suojatäpisyysvaatimus vähintään 50 mm, kun eristepaksuus 350-600 mm

PYSTYLEIKKAUS 15

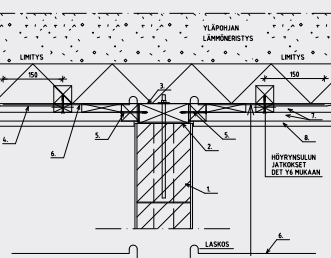


- Seinän pinnoitus antrasta lähtien vohverivahvi 150 Ohkaisuilla tai vohverivahvi 400 Ohkaisuilla tai vohverivahvi 440 Penttilästä
- Radoneristys Itälinnalla kummituennin luvusta T12 loppu Penttilästä Penttilästä 3-250-250mm
- Ilmaus 1/2 leveydeltä sokkeliin vasten, alustan kynäbittimäisellä, yleensä taitto lämmönjohtimen päällä
- Irrotuskäsitä sokkeliin ja alapohjaan välissä
- Pöytäsiipin ulospuolinen polyeteenisuunnauha, upotus n.20mm syyryhen + elastinen saumassa esim. Ilbruck SP25 sisäpuolelleen saumaan (saumapöytäsiipin kuvan)
- Ilbruck SP25 sisäpuolelleen saumaan (saumapöytäsiipin kuvan)
- Ilbruck SP25 sisäpuolelleen saumaan (saumapöytäsiipin kuvan)

### F60208

Katon höyrynsulku kantavan väliseinän ja puuyläpohjan liittymässä

PYSTYLEIKKAUS 15

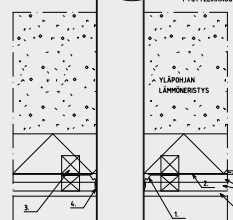


- Seinän pinnoitus antrasta lähtien vohverivahvi 150 Ohkaisuilla tai vohverivahvi 400 Ohkaisuilla tai vohverivahvi 440 Penttilästä
- Radoneristys Itälinnalla kummituennin luvusta T12 loppu Penttilästä Penttilästä 3-250-250mm
- Ilmaus 1/2 leveydeltä sokkeliin vasten, alustan kynäbittimäisellä, yleensä taitto lämmönjohtimen päällä
- Irrotuskäsitä sokkeliin ja alapohjaan välissä
- Pöytäsiipin ulospuolinen polyeteenisuunnauha, upotus n.20mm syyryhen + elastinen saumassa esim. Ilbruck SP25 sisäpuolelleen saumaan (saumapöytäsiipin kuvan)
- Ilbruck SP25 sisäpuolelleen saumaan (saumapöytäsiipin kuvan)
- Ilbruck SP25 sisäpuolelleen saumaan (saumapöytäsiipin kuvan)

### F60209

Katon höyrynsulun tiivisyys putkiläpiviennin

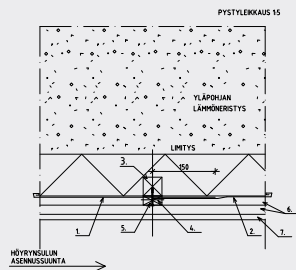
PYSTYLEIKKAUS 15



- Seinän pinnoitus antrasta lähtien vohverivahvi 150 Ohkaisuilla tai vohverivahvi 400 Ohkaisuilla tai vohverivahvi 440 Penttilästä
- Radoneristys Itälinnalla kummituennin luvusta T12 loppu Penttilästä Penttilästä 3-250-250mm
- Ilmaus 1/2 leveydeltä sokkeliin vasten, alustan kynäbittimäisellä, yleensä taitto lämmönjohtimen päällä
- Irrotuskäsitä sokkeliin ja alapohjaan välissä
- Pöytäsiipin ulospuolinen polyeteenisuunnauha, upotus n.20mm syyryhen + elastinen saumassa esim. Ilbruck SP25 sisäpuolelleen saumaan (saumapöytäsiipin kuvan)
- Ilbruck SP25 sisäpuolelleen saumaan (saumapöytäsiipin kuvan)
- Ilbruck SP25 sisäpuolelleen saumaan (saumapöytäsiipin kuvan)

**F60210**

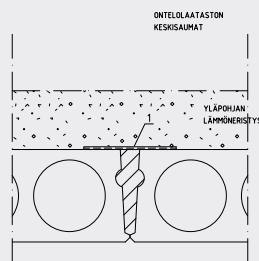
Katon höyrynsulun jatkoksen tiivistys



1. Höyrynsulku 0,2 mm (PEL E 200 SFS 4225), ota 1 siinätyä mittailua 1000, 1400 tai suuremman 3.
2. Höyrynsulku 0,2 mm (PEL E 200 SFS 4225), ota 2. leikkauksen tiivistysosa 1.
3. Tukirakenteen 44x44 tai vahvempi osuutta kattokehästä.
4. Pappi lasi katto 21 Tieson No.1 tai esim. ISOVER Multilaple SL.
5. Puhdistusaine 2200, tiivistysaine 1300.
6. Rakennusosa 2x 22x100h -400 rakennusosan mukaan.
7. Katon levytyksen (tai paneelin).

**F60211**

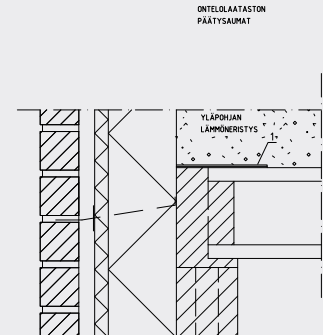
Elementtisaumojen tiivistys ontelolaatta-yläpohjassa Keskisauma



1. Tiivistyskaista kumibitumikermi ICOPAL PinPolar FireSmart, B-200, liimaus bitumilla alustaan

**F60212**

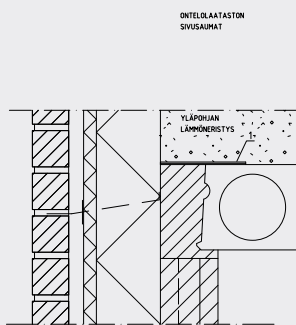
Elementtisaumojen tiivistys ontelolaatta-yläpohjassa Päätysauma



1. Tiivistyskaista kumibitumikermi ICOPAL PinPolar FireSmart, B-200, liimaus bitumilla alustaan

**F60213**

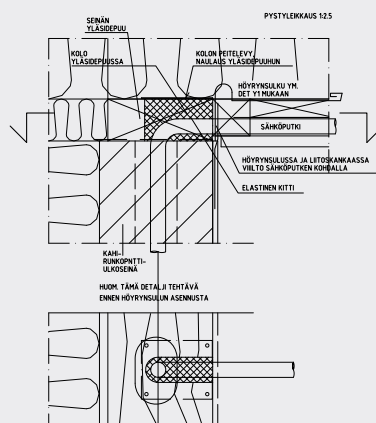
Elementtisaumojen tiivistys ontelolaatta-yläpohjassa Sivusauma



1. Tiivistyskaista kumibitumikermi ICOPAL PinPolar FireSmart, B-200, liimaus alustaan

**F60214**

Sähköputken vienti seinästä kattoon Kahi Runkopontti -ulkoseinä Puurakenteinen yläpohja



Detaljit (pdf- ja dwg-muodossa) sekä mallityöselostukset on ladattavissa osoitteesta [www.fi.weber](http://www.fi.weber)

## Kahi-kivitalot tiivistysohjeet

- F60201** Maanvaraisen alapohjan liittymä Kahi Runkopontti-ulkoseinään Radonsuojaus Lattiassa Styrofoam-eristys
- F60202** Maanvaraisen alapohjan liittymä Kahi Runkopontti-ulkoseinään Radonsuojaus Lattiassa Leca-soraeristys
- F60203** Putkiläpiviennin tiivistys Maanvarainen alapohja
- F60204** Ikkunan ja oven tiivistys Kahi Runkopontti -ulkoseinä Tiiliverhous
- F60205** Katon höyrynsulun liitos ulkoseinään sivuseinällä Kahi Runkopontti -ulkoseinä Puurakenteinen yläpohja
- F60206** Katon höyrynsulun liitos ulkoseinään päädyssä Kahi Runkopontti -ulkoseinä Puurakenteinen yläpohja
- F60207** Leca-hormin läpivienti Suojaetäisyysvaatimus vähintään 20 mm, kun eristepaksuus < 350 mm Suojaetäisyysvaatimus vähintään 50 mm, kun eristepaksuus 350-600 mm
- F60208** Katon höyrynsulku kantavan väliseinän ja puuyläpohjan liittymässä
- F60209** Katon höyrynsulun tiivistys putkiläpivientiin
- F60210** Katon höyrynsulun jatkoksen tiivistys
- F60211** Elementtisaumojen tiivistys ontelolaattayläpohjassa Keskisauma
- F60212** Elementtisaumojen tiivistys ontelolaattayläpohjassa Päätysauma
- F60213** Elementtisaumojen tiivistys ontelolaattayläpohjassa Sivusauma
- F60214** Sähköputken vienti seinästä kattoon Kahi Runkopontti -ulkoseinä Puurakenteinen yläpohja

[illegible]

## Rakennesuunnittelijoita sekä arkkitehtejä palvelevat

### **Tomi Rajala**

Julkisivurakenteet, lattiat, märkätilarakenteet, rakennesuunnittelu ja BIM

tomi.rajala@saint-gobain.com  
puh. 010 44 22 243, 040-561 3661

### **Timo Rautanen**

Erikoisbetonit, betonirakenteiden korjaus, julkisivurakenteet ja uimahallit

timo.j.rautanen@saint-gobain.com  
puh. 010 44 22 274, 0400 452 734

### **Vesa Räsänen**

Rakennusfysiikka, rakennesuunnittelu, sisäilmakorjaukset, julkisivurakenteet ja värisuunnittelu

vesa.rasanen@saint-gobain.com  
puh. 010 44 22 334, 050-4431498

## Rakennuttajia palvelevat

### **Kim Nylund**

Myyntijohtaja

kim.nylund@saint-gobain.com  
puh. 040 530 3355

### **Hassan Raad**

Tuote- ja kehityspäällikkö

hassan.raad@saint-gobain.com  
puh. 050 375 0819

## Rakentajia, urakoitsijoita sekä työmaita alueellisesti palvelevat

### **Mikko Palviainen (alueet 1, 4)**

mikko.palviainen@saint-gobain.com  
puh. 010 44 22 348, 0400 937 112

### **Andrei Iljin (alue 1)**

andrei.iljin@saint-gobain.com  
puh. 040 521 7044

### **Risto Moilanen (alue 8)**

risto.moilanen@saint-gobain.com  
puh. 010 44 22 851, 050 585 3515

### **Matti Lemmetti (alueet 1, 4)**

matti.lemmetti@saint-gobain.com  
puh. 040 938 1931

### **Mika Lammi (alueet 1, 2, 3, 7)**

mika.lammi@saint-gobain.com  
puh. 010 44 22 253, 0500 599 001

### **Nina Matero (alueet 1–8)**

nina.matero@saint-gobain.com  
puh. 010 44 22 237, 040 826 0829

### **Risto Markkanen (alueet 1, 3, 4)**

risto.markkanen@saint-gobain.com  
puh. 010 44 22 806, 0400 471 442

### **Pekka Tolvanen (alueet 1, 4, 5, 6)**

pekka.tolvanen@saint-gobain.com  
puh. 010 44 22 242, 040 672 2002

### **Jarmo Hosio (alueet 1–8)**

jarmo.hosio@saint-gobain.com  
puh. 010 44 22 292, 050 607 93

### **Marko Mäenpää (alueet 1, 2, 3, 4)**

marko.maenpaa@saint-gobain.com  
puh. 010 44 22 237, 040 5638 200

### **Veli-Matti Pölönen (alue 2)**

veli-matti.polonen@saint-gobain.com  
puh. 010 44 22 484, 040 544 9811

### **Sami Tuominen (alueet 1, 3, 4)**

sami.tuominen@saint-gobain.com  
puh. 010 44 22 00 (vaihte),  
0400 901 038

### **Reima Nieminen (alue 3)**

reima.nieminen@saint-gobain.com  
puh. 010 44 22 635, 040 725 7649

### **Kai Oksanen (alueet 1, 8)**

kai.oksanen@saint-gobain.com  
puh. 010 44 22 358, 040 577 3437

### **Sampo Linnaranta (alue 6)**

sampo.linnaranta@saint-gobain.com  
puh. 010 44 22 498, 050 365 9465

### **Sami Koivula (alue 7)**

sami.koivula@saint-gobain.com  
puh. 010 44 22 683, 0400 432 052





**SAINT-GOBAIN FINLAND OY  
WEBER**

Strömberginkuja 2 (PL 70)  
00380 Helsinki  
Puh. 010 44 22 00  
[www.fi.weber](http://www.fi.weber)

**Tilaukset ja toimituksia  
koskevat kysymykset**

**Asiakaspalvelukeskus**  
Jälleenmyyjät, puh. 010 44 22 11  
Rakennusliikkeet ja urakoitsijat,  
puh. 010 44 22 313  
[tilaukset@e-weber.fi](mailto:tilaukset@e-weber.fi)

**Myynti**  
Rautakaupat ja  
rakennustarvikeliikkeet

**Kahi®**