4-33E / 1.12.2023 (korvaa esitteen 4-33E / 17.1.2022)

weber
SAINT-GOBAIN

# KAHI-TALOT, -VÄLISEINÄT JA FACADE-HARKKOJULKISIVUT

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

www.fi.weber

SAINT-GOBAIN

# Sisältö


1 YLEISTÄ 3
1.1 Rakennusprosessi
1.2 Rajoitukset
1.3 Vastuuvapauslauseke
2 KAHI-JÄRJESTELMÄ 5
2.1 Kahi-harkot 5
2.2 Kahi-väliseinätiilet 7
2.3 Kahi-runkopalkit ja -tiilipalkit 7
3 MUURAUS JA PINNOITUS 8
3.1 Tiiliseinät 8
3.2 Harkkoseinät 8
3.3 Viisteharkkoseinät 12
3.3.1 Viisteharkkopalkit 12
3.3.2 Kahi-viisteharkkojen ja -tiilien muuraus 13
3.4 Kalkkihiekkatiilien ja -harkkojen mittojen sallitut mittapoikkeamat ja ulkonäkövaatimukset 14
4 SEINÄRAKENTEET 15
4.1 Huoneistojen sisäiset seinät 15
4.2 Huoneistojen väliset seinät 15
4.3 Palotekninen mitoitus 16
4.4 Äänitekninen mitoitus 17
5 MODUULIMITOITUS 24
6 RAKENTEIDEN MITOITUS 25
6.1 Aukkojen ylitykset 25
6.1.1 Kantavat seinät 25
6.1.2 Ei-kantavat seinät (myös Kahi Facade -harkkojulkisivut) 25
6.2 Mitotusmenetelmät ja suunnitteluperusteet 27
6.2.1 Yleiset mitoitusperusteet 27
6.2.2 Laskentaperusteet 27
6.2.3 Tarkempi Eurocode 6 mitoitus 29
6.2.4 Materiaaliominaisuudet 29
6.2.5 Rakenneanalyysi 29
6.2.6 Epäkeskisyyden laskenta 30
6.3 Väliseinät 31
6.3.1 Väliseinien mitoittaminen 31
6.3.2 Pystykuormakestävyys 31
6.3.3 Paikallinen puristuskestävyys 31
6.3.4 Jäykistävän seinän leikkauskestävyys 32
6.3.5 Seinien korkeuden ja pituuden raja-arvot suhteessa paksuuteen käyttörajatilassa 34
6.4 Ulkoseinät 35
6.4.1 Ulkoseinien mitoittaminen 35
6.4.2 Pystykuorma yhdessä tuulikuorman kanssa 35
6.4.3 Tuulikuorma ilman pystykuormaa 35
6.4.4 Kuorimuurin suunnittelu 38
6.5 Raudoitettujen seinien mitottaminen vaakakuormille 39
6.6 Liikuntasaumat 40
6.7 Lämmönläpäisykerroin U 41
6.8 Käyttöikä ja materiaalivalinnat 43
7 KAHI FACADE -HARKKOJULKISIVU 44
7.1 Yleistä 44
7.2 Ominaisuudet 45
7.3 Kutistumateräkset 45
7.4 Muuraussiteet 45
7.5 Liikuntasaumat 46
7.6 Kahi Facade -julkisivun rappaaminen 47
7.7 Kahi Facade -työohje 48
7.8 Kahi Facade -julkisivun tarvikkeet 52
8 SÄHKÖ- JA LVI-ASENNUKSET 53
9 KIINNITYKSET 54
10 JULKISIVUT 56
10.1 Kahi Facade -harkkojulkisivu 56
10.2 Eristerapattu julkisivu 56
11 SISÄPINNAT 57
12 VÄLISEINIEN RAKENNEDETALJEJA 58
13 KAHI FACADE -RAKENNEDETALJEJA 70
14 KAHI-KIVITALOT TIIVISTYSOHJEET 78


Tuote on luokiteltu Sisäilmayhdistys ry:n luokkaan M1, johon liittyvät tiedot on saatavissa osoitteesta www.fi.weber

Weberillä on standardien ISO 9001, 14001 ja 18001 mukaiset laatu-, ympäristö-, työterveys- ja työturvallisuusjärjestelmät

Tuotteella on CE-merkintä, johon liittyvät tiedot on saatavissa osoitteessa www.fi.weber

# 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-väliseinätiilistä 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-harkoista muuratun rungon ulkopuolelle asennetaan lämmöneristeet ja muurataan julkisivut, tai eristerapattuna. Eristerappauksessa rungon päälle tehdään esim. Serpo-Therm -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 suomalaiseen rakentamiseen soveltuvia tuotteita ja järjestelmiä. Tässä ohjeessa ja internetsivulla 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 tyyppihyväksynnät ja sertifikaatit löytyvät kokonaisuudessaan osoitteesta www.fi.weber. Toimintaamme tukevat sertifioidut SFS-EN ISO 9001:2008 -laatujärjestelmä, SFS-EN ISO 14001:2004 -ympäristöjärjestelmä, SFS-EN ISO 50001:2011 -energiahallinnanjärjestelmä sekä OHSAS 18001:2007 -työterveys- ja työturvallisuusjärjestelmä.

As Oy Kuopion Timantti

As Oy Helsingin Steevi

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 tuoteosien kehitystyöhön ja varmennettuun laadunvalvontaan. Siten tässä ohjeessa esitettyjä 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 määritystä 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 ohjeistuksien mukaisesti. Käyttäjän on tarvittaessa osoitettava, että järjestelmä- ja suunnitteluohjeistuksia on noudatettu. Suunnittelu- ja työohjeet, järjestelmäkuvaukset ja lisätiedot ovat saatavissa osoitteesta 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.

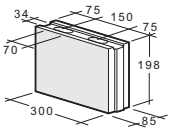
# 2 Kahi-järjestelmä

## 2.1 Kahi-harkot

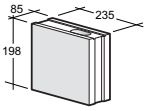
Kahi-järjestelmään kuuluvien harkkojen leveydet ovat käyttötarkoituksen mukaan 85, 130 tai 240 mm. Leveydeltään 85 mm:n Kahi-väliseinäharkko on tarkoitettu kantamattomiin seiniin, 130 mm leveä Kahi-runkopontti kantaviin ulko- ja väliseiniin ja 240 mm leveä Kahi-desibelipontti huoneistojen välisiin ääntä 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 pystysaumat voidaan jättää ilman laastia. Poikkeuksena viisteharkko ja viistetiili, joissa laastia käytetään myös pystysaumoissa.

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

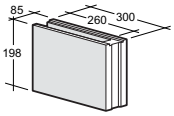
### KAHI-VÄLISEINÄPONTTIHARKOT



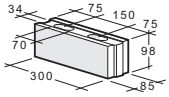
Väliseinäpontti 300



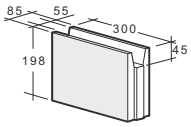
Väliseinäpontti Pääty 235



Väliseinäpontti Roilo

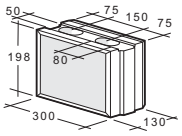


Väliseinäpontti H=98

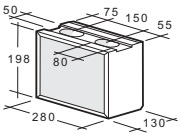


Väliseinäpontti Palkki

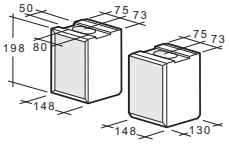
### KAHI-VIISTEHARKOT JA -VIISTETIILET



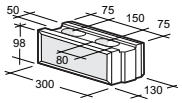
Viisteharkko



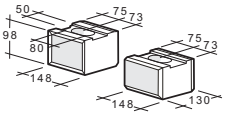
Viistepäätyharkko



Viiste Puolikasharkko

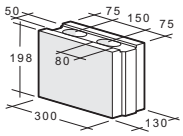


Viistetiili

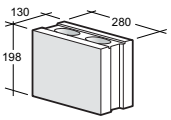


Viiste Puolikastiili

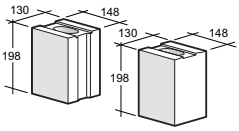
### KAHI-RUNKOPONTTIHARKOT



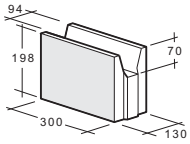
Runkopontti



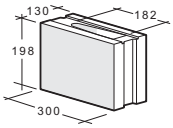
Runkopontti Pääty



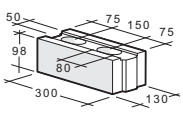
Runkopontti Puolikas



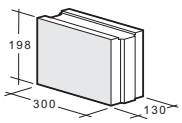
Runkopontti Palkki



Runkopontti Roilo

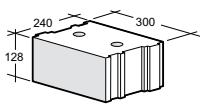


Runkopontti H=98

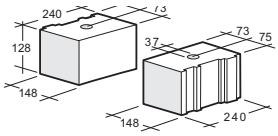


Runkopontti Umpinainen

### KAHI-DESIBELIPONTTIHARKOT

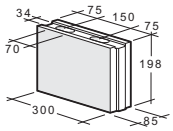


Desibelipontti

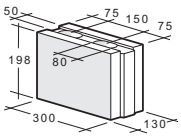


Desibelipontti L=148

### KAHI FACADE -HARKOT



Facade 85



Facade 130

**TAULUKKO 1.** Kahi-harkot

| KAHI-HARKOT | MITAT PIT. x LEV. x KORK. (mm) | MENEKKI SAUMOINEEN kpl/m² | KESKIPAINO kg/kpl | LAASTIMENEKKI kg/kpl [1] |
|---|---|---|---|---|
| **VÄLISEINÄPONTTI 300** | 300x85x198 | 17 | 8,0 | 0,10 |
| Väliseinäpontti Pääty 235 | 235x85x198 | 5 kpl/m | 5,4 | 0,10 |
| Väliseinäpontti Roilo | 300x85x198 | 5 kpl/m | 6,3 | 0,10 |
| Väliseinäpontti H=98 | 300x85x98 | 34 | 3,9 | 0,10 |
| Väliseinäpontti Palkki | 300x85x198 | 3,33 kpl/m | 8,5 | 0,10 |
| **RUNKOPONTTI** | 300x130x198 | 17 | 12,2 | 0,20 |
| Runkopontti Pääty | 280x130x198 | | 11,7 | 0,20 |
| Runkopontti Puolikas | 148x130x198 | | 6,0 | 0,10 |
| Runkopontti Palkki | 300x130x198 | 3,33 kpl/m | 12,1 | 0,20 |
| Runkopontti Roilo | 300x130x198 | 5 kpl/m | 11,9 | 0,20 |
| Runkopontti H=98 | 300x130x98 | 34 | 6,2 | 0,20 |
| Runkopontti Umpinainen | 300x130x198 | 17 | 14,4 | 0,20 |
| **VIISTEHARKKO** | 300x130x198 | 17 | 12,1 | 0,23 |
| Viistepäätyharkko | 280x130x198 | 5 kpl/m | 11,2 | 0,23 |
| Viiste Puolikasharkko | 148x130x198 | | 6,0 | 0,12 |
| **VIISTETIILI** | 300x130x98 | 34 | 6,2 | 0,20 |
| Viiste Puolikastiili | 148x130x198 | | 3,1 | 0,10 |
| **DESIBELIPONTTI** | 300x240x128 | 26 | 15,9 | 0,25 |
| Desibelipontti L=148 | 148x240x128 | 52 | 7,9 | 0,13 |
| **FACADE 85** | 300x85x198 | 17 | 8,0 | 0,10 |
| **FACADE 130** | 300x130x198 | 17 | 12,2 | 0,20 |

[1] 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. (mm) | MENEKKI SAUMOINEEN kpl/m² | KESKIPAINO kg/kpl | LAASTIMENEKKI kg/kpl |
|---|---|---|---|---|
| **NKH VÄLISEINÄTIILI** | 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 |
| **KH VÄLISEINÄTIILI** | 270x198x75 | 42 | 7,5 | 2,1 |
| **MKH VÄLISEINÄTIILI** | 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 kalkkihiekkatiili

Normaalikokoista kalkkihiekkatiiltä käytetään yleensä väliseinien ja kantavien runkorakenteiden muurauksissa.

### 3. Roilotiilet

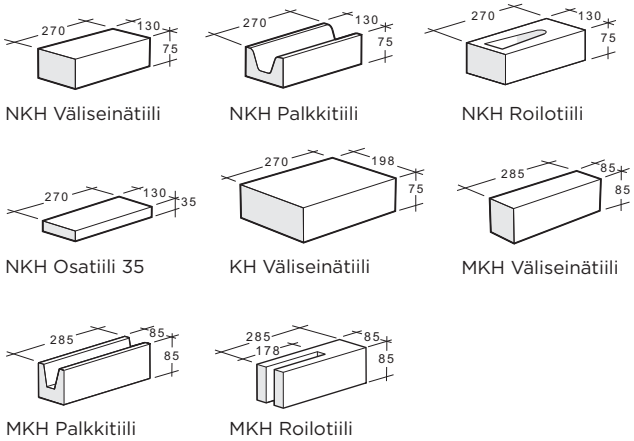
Roilotiililillä saadaan seinään kanavat esim. sähköjohtoja varten.

### 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 raudoitus.

Kahi-tiilien ja -harkkojen olennaiset ominaisuudet (esim. vesihöyrynläpäisevyys, kosteusmuodonmuutos yms.) on esitetty tuotekohtaisissa suoritustasoilmoituksissa, jotka löytyvät osoitteesta 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:

- Väliseinäponttiharkoista 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.
- Runkoponttiharkoista 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.
- Modulikokoisista 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 rakenneosa, 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 terässitein tai esim. Amutek Väliseinä-ohjaimen 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 kalkkihiekkatiilet 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 muurausementti, runkoaineena luonnonhiekka ja lisäaineina on käytetty säänkestävyyttä ja työstettävyyttä parantavia lisäaineita.

Rakenteet muurataan täysin,enintään 3 mm sisään painetuin 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 tiilten 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. Laasti na käytetään tähän tarkoitukseen kehitettyä weber OL 15 Ohutsaumalaastia tai talviolosuhteissa OL 15 P Pakkasohutsaumalaastia. Laastia kuluu, harkkotyypistä riippuen vain 2–6,5 kg/m$^2$ ja se voidaan sekoittaa työpisteessä 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 pystysaumoissa ei käytetä laastia ellei suunnitelmissa erikseen mainita. Viisteharkkoseiniä ohutsaumamuurattaessa laastia käytetään myös pystysaumoissa. 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.

Harkot katkaistaan tiilileikkurilla, tiilisahalla tai kulmahiomakoneella. Tiilisahalla tai kulmahiomakoneella katkaistujen harkkojen päissä käytetään ohutsaumalaastia.

Tiilileikkurilla katkaistujen harkkojen pystysaumat täytetään muurauslaastilla. Laasti saadaan tarttumaan lujasti harkkoihin 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, kantavissa seinissä vähintään joka toisessa saumassa ja kantamattomissa seinissä vähintään joka kolmannessa saumassa. Reikänauhoja käytetään vahvikkeena myös muiden limittämättömien pystysaumojen 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. Muurattua rakennetta ei tule kuormittaa ennen kuin se on saavuttanut riittävän lujuuden niin, että se kestää kuormat vaurioitumatta.

Pystysuuntaiset sähkö- ja LVI-putket sijoitetaan harkkojen pystyreikiin tai roiloharkkoihin. 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 tiivistemassalla 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 kestävää weber V+ Hienotasoitetta voidaan käyttää niin kuivissa kuin märissä tiloissa seinien ja kattojen pohja- ja pintatasoitukseen. weber MT Märkätilatasoitteella tasoitetaan vedeneristettävät laatoitusalustat.

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

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 tasoitteeseen 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-harkkoseinän 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.

## Märkätilan seinät

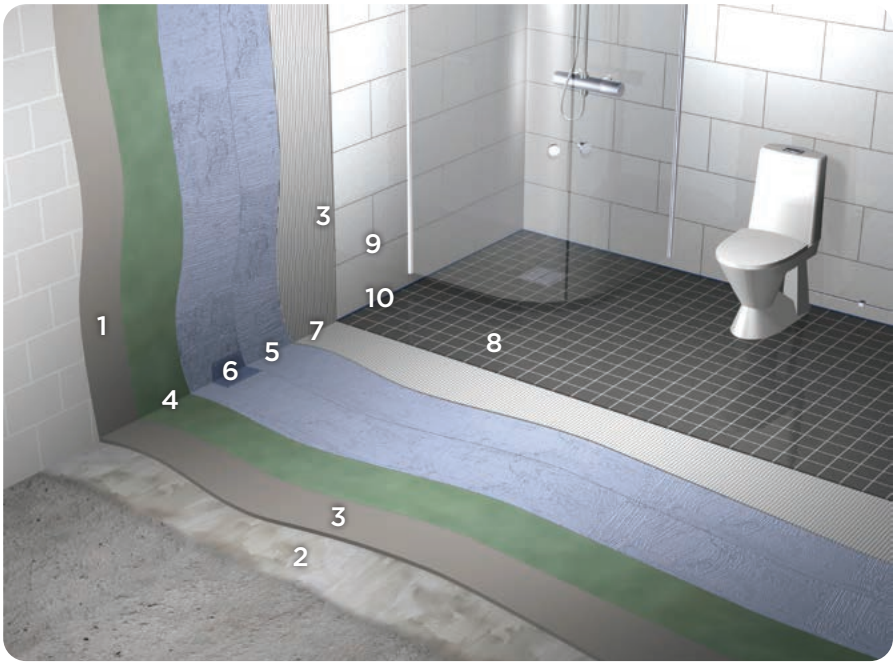
Märkätilan seinien vedeneristys voidaan tehdä käyttämällä weberin Vedeneristysjärjestelmiä kuten esim. weberSafe Vedeneristysjärjestelmä. Kiviaineinen ja lahoamaton Kahi-harkoista ohutsaumamuurattu seinä muodostaa kustannustehokkaan ja lujan perustan pitkäikäiselle pesutilalle.

**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 Vedeneristysjärjestelmistä osoitteessa www.fi.weber.

## weberSafe Vedeneristysjärjestelmä




**1.** weber MT
**2.** weber MD16
**3.** weber 5400
**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

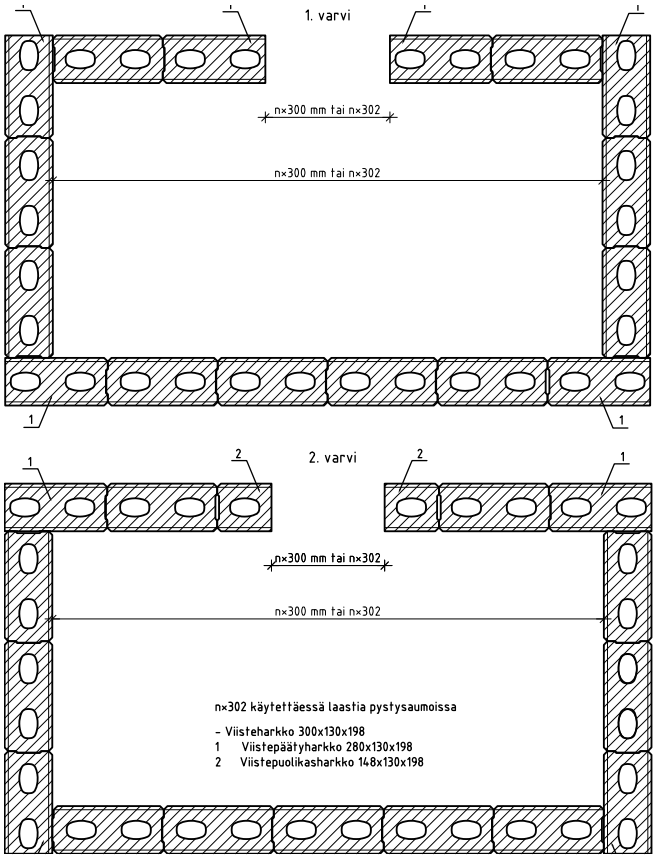
## 3.3 Viisteharkkoseinät

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 viistetiiliseinät 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 tarkoitetusta weber OL 15 Ohutsaumalaastista, sekä aukkojen ylitykseen käytettävistä Kahi-viisteharkkopalkeista.




n x 302 käytettäessä laastia pystysaumoissa.
- Viisteharkko 300x130x198
1 Viistepäätyharkko 280x130x198
2 Viistepuolikasharkko 148x130x198

Kahi-viisteharkkoseinän mitoitus

Kahi-viisteharkoilla (300x130x198) mm tai -viistetiilillä (300x130x98) mm voidaan tehdä ohutsaumamuuraamalla 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 viistetiilellä.

Ylimmän harkkokerroksen harkot leikataan tarvittaessa tiilisahalla tai -leikkurilla sopivan korkuisiksi 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 sovitetut 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$^2$ (viisteharkkoseinä) tai noin 6,8 kg/m$^2$ (viistetiiliseinä) ja se voidaan sekoittaa työpisteessä porakonevispilällä.

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

Muut harkkokerrokset ohutsaumamuurataan OL 15 Ohutsaumalaastilla. Tarvittaessa muuraus aloitetaan tai päätetään tiilileikkurilla sopivan korkuisiksi leikatuilla harkoilla korkeusmitoituksen sovittamiseksi huonekorkeuteen sopivaksi.

Mahdolliset linjavirheet ohutsaumamuurattavassa seinärakenteessa oikaistaan tarvittaessa paksummalla laastisaumalla.

Seinä saadaan oikealle paikalle ja suoraksi normaaliin tapaan muurausjohteiden, 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, rakennesuunnitelmien 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 korotusrengas, 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 Pikatäyttömassalla (kuivat ja kosteat tilat).

Sisäseinät maalataan suunnittelijan työselityksen mukaan esimerkiksi akrylaattilateksimaalilla.

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

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

| MITAT | KALKKIHIEKKATIILIEN JA -HARKKOJEN MITTAPOIKKEAMALUOKAT | | | |
|---|---|---|---|---|
| | T1 | T2 | T3 | Tm |
| Näytteen korkeuden keskiarvo | nimelliskorkeus ± 2 | nimelliskorkeus ± 1 | - | Valmistajan ilmoittama mittapoikkeama millimetreinä |
| Näytteen pituuden keskiarvo | nimellispituus ± 2 | nimellispituus ± 2 | nimellispituus ± 2 | (se voi olla suurempi tai pienempi kuin muissa luokissa) |
| Näytteen leveyden keskiarvo | nimellisleveys ± 2 | nimellisleveys ± 2 | nimellisleveys ± 2 | |
| Yksittäinen korkeus | näytteen korkeuden keskiarvo ± 2 | näytteen korkeuden keskiarvo ± 1 | nimelliskorkeus ± 1 | |
| Yksittäinen pituus | näytteen pituuden keskiarvo ± 2 | näytteen pituuden keskiarvo ± 2 | nimellispituus ± 3 | |
| Yksittäinen leveys | näytteen leveyden keskiarvo ± 2 | näytteen leveyden keskiarvo ± 2 | nimellisleveys ± 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, sileäpintaisista 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<br>- syvyys ≤ 3 mm<br>- ala 0,5–2 cm² | <br>3 kpl/m²<br>6 kpl/m² | <br>5 kpl/m²<br>8 kpl/m² | <br>8 kpl/m²<br>12 kpl/m² |
| Muurauskiven pintaviat<br>- ala 0,5–2 cm² | 4 kpl/m² | 6 kpl/m² | 8 kpl/m² |
| Rikkoreuna<br>- syvyys ≤ 3 mm<br>- leveys 2–4 mm | 4 m/m² | 6 m/m² | 8 kpl/m² |

Valmistajan määrittelemät tasoitettavien kalkkihiekkaharkkojen ulkonäkövaatimukset *

| LAATUTEKIJÄT | SUURIN SALLITTU MITTAPOIKKEAMA |
|---|---|
| Lohkeamat keskimäärin enintään<br>- syvyys ≤ 10 mm<br>- ala 2–4 cm² | <br>5 kpl/m²<br>8 kpl/m² |
| Muurauskiven pintaviat<br>- ala 0,5–2 cm² | 6 kpl/m² |
| Rikkoreuna<br>- syvyys ≤ 3 mm<br>- leveys 2–4 mm | 6 m/m² |

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

# 4 Seinärakenteet

## 4.1 Huoneistojen sisäiset seinät

Kantavat väliseinät ohutsaumamuurataan 130 mm leveistä Kahi-runkoponttiharkoista.

Märkien tilojen seinät tehdään kosteusvaurioriskien välttämiseksi kivirakenteisina. Tähän tarkoitukseen on kehitetty Kahi-järjestelmä, jonka muodostavat 85 mm leveät väliseinäponttiharkot ja erikoiskappaleina roilotiilet ja palkkiharkot. Myös muut huoneiden väliset seinät kannattaa tehdä Kahi-väliseinäponttiharkoista, kun halutaan levyrakenteita vankempaa 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-desibeliponttiharkoilla, jolloin seinän paksuus on 240 mm.

Vaatimus 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 äänenpainetason 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 ääneneristystä, seinä tehdään kaksinkertaisena väliseinä- tai runkoponttiharkoista.

Väliseinärakenteiden rakennetyypit ja niiden tekniset ominaisuudet on esitetty Kahi-tiilien ja -harkkorakenteiden mallidetaljeissa (Kahi-väliseinät, rakennetyypit) osoitteessa 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 OSASTOIVA SEINÄ | KANTAVA SEINÄ | | ISKUNKESTÄVYYS-LUOKKA |
|---|---|---|---|---|
| | | OSASTOIVA | OSASTON SISÄINEN | |
| Väliseinäpontti 85 mm<br>MKH-tiili 85 mm | EI 60 | - | - | - |
| Runkopontti 130 mm | EI 180 | REI 90 | R 60 | - |
| Viisteharkko 130 mm | EI 180 | REI 90 | R 60 | - |
| Runkopontti Umpinainen 130 mm<br>NKH-tiili 130 mm | EI 180 | REI 120 | R 60 | - |
| Desibelipontti 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 -harkoista tehtyjen osastoimattomien kantavien (kriteeri R) yksinkertaisten alle 1 m pituisten seinien minimipituus eri palonkestävyysluokissa.

| SEINÄN 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 ohutsaumamuuratuissa Kahi-harkkoseinissä ainakin toispuolista tasoittamista ulkonäkö, ilmatiiviys- 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 rappauskerrosta. 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 Desibelipontti-harkkoseinällä 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, liikuntasaumat 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.

Vaakasuorien 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. Vaakasuoria ja vinoja roiloja ja syvennyksiä ei sijoiteta seinän korkeuden keskimmäiselle 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 roilojen ja syvennysten enimmäismitat.

Ei-kantavien seinien, joissa roilot 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 tehdyt kaapeli- tai putkiryhmät, 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 tärinäntorjunnasta ja ääniolosuhteista sekä rakennusten piha- ja oleskelualueiden ja oleskeluun käytettävien parvekkeiden meluntorjunnasta ja ääniolosuhteista.

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

Asetusta sovelletaan uuden rakennuksen rakentamiseen, rakennuksen korjaus- ja muutostyöhön 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 ääniteknisiä vaatimuksia. Kahi-väliseinärakenteiden $R_W$ -arvot on esitetty taulukossa 5.

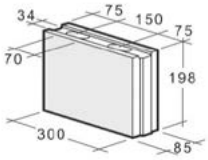
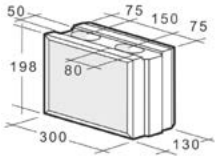
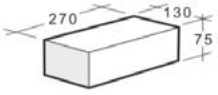
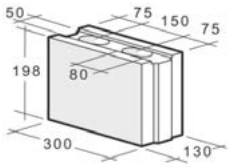
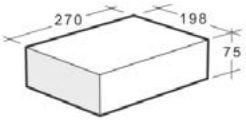
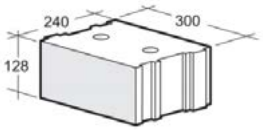
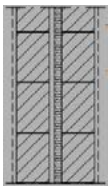
**TAULUKKO 5.** Kahi-harkko- ja tiiliseinien $R_w$-arvot jäykillä seinä- ja lattialiitoksilla (laskennalliset arvot perustuvat standardiin DIN 4109-32 ja EN 12354)

| SEINÄTYYPPI | ILMAÄÄNENERISTYSLUKU | SEINÄN PAKSUUS (mm) |
|---|---|---|
| Väliseinäpontti 300x85x198 mm + 5 mm tasoite [1] molemmin puolin | $R_W$=43 dB | 95 |
| Väliseinäpontti 300x85x198 mm + 10 mm tasoite [1] molemmin puolin | $R_W$=45 dB | 105 |
| Runkopontti 300x130x198 mm + 2 mm tasoite [1] molemmin puolin | $R_W$=50 dB | 134 |
| Runkopontti 300x130x198 mm + 5 mm tasoite [1] molemmin puolin | $R_W(C_{50\text{-}3150};C_{tr50\text{-}3150})$ = 50 (-1;-5) dB | 140 |
| Runkopontti 300x130x198 mm + 10 mm tasoite [1] molemmin puolin | $R_W(C_{50\text{-}3150};C_{tr50\text{-}3150})$ = 51 (-1;-5) dB | 150 |
| Runkopontti Umpinainen 300x130x198 mm + 2 mm tasoite [1] molemmin puolin | $R_W$=51 dB | 134 |
| Runkopontti Umpinainen 300x130x198 mm + 5 mm tasoite [1] molemmin puolin | $R_W$=51 dB | 140 |
| Runkopontti Umpinainen 300x130x198 mm + 10 mm tasoite [1] molemmin puolin | $R_W$=51 dB | 150 |
| Viisteharkko 300x130x198 mm puhtaaksimuurattu | $R_W$=47 dB | 130 |
| Desibelipontti 300x240x128 mm + 5 mm tasoite [1] molemmin puolin | $R_W(C_{50\text{-}3150};C_{tr50\text{-}3150})$ = 58 (-1;-5) dB | 250 |
| Desibelipontti 300x240x128 mm + 10 mm tasoite [1] molemmin puolin | $R_W(C_{50\text{-}3150};C_{tr50\text{-}3150})$ = 59 (-1;-5) dB | 260 |
| Kaksinkertainen seinärakenne: Väliseinäponttiharkko + ilmaväli, jossa pehmeää mineraalivillaa 40 mm (50 mm raon suuruus) + Väliseinäponttiharkko + 5 mm tasoite [1] molemmin puolin [2] | $R_W(C_{50\text{-}3150};C_{tr50\text{-}3150})$ = 79 (-2;-7) dB | 230 |
| Kaksinkertainen seinärakenne:Väliseinäponttiharkko + ilmaväli, jossa pehmeää mineraalivillaa 40 mm (50 mm raon suuruus) + Väliseinäponttiharkko + 10 mm tasoite [1] molemmin puolin [2] | $R_W(C_{50\text{-}3150};C_{tr50\text{-}3150})$ = 78 (-3;-7) dB | 240 |
| NKH 270x130x75 mm puhtaaksimuurattu | $R_W$=50 dB | 130 |
| NKH 270x130x75 mm + 5 mm tasoite [1] molemmin puolin | $R_W$=51 dB | 140 |
| NKH 270x130x75 mm + 10 mm tasoite [1] molemmin puolin | $R_W$=51 dB | 150 |
| KH 270x198x75 mm puhtaaksimuurattu | $R_W$= 55 dB | 198 |
| KH 270x198x75 mm + 2 mm tasoite [1] molemmin puolin | $R_W$= 56 dB | 202 |
| KH 270x198x75 mm + 5 mm tasoite [1] molemmin puolin | $R_W$= 56 dB | 208 |
| KH 270x198x75 mm + 10 mm tasoite [1] molemmin puolin | $R_W$= 56 dB | 218 |
| MKH 285x85x85 mm puhtaaksimuuraus | $R_W$=44 dB | 85 |
| MKH 285x85x85 mm + 5 mm tasoite [1] molemmin puolin | $R_W$= 45 dB | 95 |
| MKH 285x85x85 mm + 10 mm tasoite [1] molemmin puolin | $R_W$= 46 dB | 105 |

[1] Tasoite: sementtipohjainen (tiheys=1700 kg/m³).

[2] Kaksinkertainen rakenne: rakenteellinen kytkentä yhteisen perustuksen/välipohjan kautta vaikuttaa ilmaääneneristävyyteen. Tämä huomioitava sivutiesiirtymälaskelmissa. Kaksinke rtaisten seinien arvot ilman sidelankoja – käytettäessä sidelankoja 4 kpl/m² alenee ääneneristävyys 2–3 dB taulukon arvoista. Tasoitettuna halkaistua perustusta käyttäen (syvyys ≥ 400 mm). 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. Esitetyt arvot kuvaavat ilmavälillisen rakenteen ääneneristystä ilman rakenteellisia kytkentöjä, jolloin ääni kulkee vain ilmavälin kautta ja erotus on täydellinen. Käytännössä jokin kytkentä tai sivutiesiirtymäreitti syntyy riippuen liitosten toteutustavasta esim. yhteisestä lattiasta/perustuksesta. Tämä näkyy sivutiesiirtymälaskelmissa siten, että saavutettavat tasot eivät ole em. esitettyjä pelkän rakenteen arvoja.

**TAULUKKO 6.** Väliseinän valinta käyttötilan mukaan

| | KÄYTTÖTILA | Uloskäytävästä asuin-, majoitus- tai potilashuoneeseen | Toimistohuone [d)] | Opetustila [a)] | Varhaiskasvatuksen opetustila | Neuvottelutila | Sairaalan, terveysaseman tms. hoitotila [3) c) d)] | Sairaalan, terveysaseman tms. potilaspaikka [d)] | Toimistorakennuksessa kahden eri toimijan välillä | Asuntojen, majoitus- tai yhden hengen potilashuoneiden välillä | Liikuntatila | Musiikinopetustila | Seinän paksuus |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **OHJEARVO** DnT,W (db) | 39 | 40 | 44 | 44 | 48 | 48 | 48 | 52 | 55 | 57 | 60 | |
|   | **VÄLISEINÄPONTTI** 300x85x198 mm + 5 mm tasoite [1) 4)] | • | • | | | | | | | | | | **95 mm** |
|   | **VIISTEHARKKO** 300x130x198 mm puhtaaksimuurattu [4)] | • | • | • | • | | | | | | | | **130 mm** |
|   | **NKH** 270x130x75 mm + puhtaaksi muurattu tai tasoitettu [1) 4)] | • | • | • | • | • | • | • | | | | | **134 mm** |
|   | **RUNKOPONTTI** 300x130x198 mm + ≥2 mm tasoite [1) 4)] | • | • | • | • | • | • | • | | | | | **134 mm** |
|   | **KH** 270x198x75 mm + ≥2 mm tasoite [1) 4)] | • | • | • | • | • | • | • | • | • | | | **202 mm** |
|   | **DESIBELIPONTTI** 300x240x128 mm + ≥2 mm tasoite [1) 4)] | • | • | • | • | • | • | • | • | • | | | **244 mm** |
|  | KAKSINKERTAINEN SEINÄRAKENNE Väliseinä-ponttiharkko [2)] | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | **230 mm** |

Rakenteita suunniteltaessa tulee myös huomioida etteivät käytetyt liittymäratkaisut ja liittyvät rakenteet merkittävästi huononna seinän ääneneristävyyttä. Annetut arvot saavutetaan jäykillä lattia- ja seinäliitoksilla, sekä liittyvät rakenteet ovat ääneneristävyydeltään vähintään yhtä hyviä. Elastisia liitoksia käytettäessä seinän ilmaääneneristävyys voi heikentyä.

## 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, pintaalat, pintamassat, liitostavat ja rakennekohtaiset verhoilurakenteet/päällysteet.

Rakennuksen ulkoseinämateriaalilta vaadittava ääneneristävyys määräytyy koko rakennusvaipalta vaadittavan keskimääräisen ääneneristävyyden perusteella. Yleisimmin ulkovaipan ääneneristävyyden laskennassa käytetään Ympäristöministeriön julkaisemaa “Rakennuksen julkisivun ääneneristävyyden mitoittaminen” -opasta.

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

Taulukossa 7 on esitetty ilmaääneneristysluvun $R_w$- ja liikennemelun ilmaääneneristysluvun $R_w + C_{tr}$-arvot. Kahi-Facade- ja täystiiliul koseinärakenteita 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.

[1] molemmin puolin. Tasoite: sementtipohjainen (tiheys=1700 kg/m$^3$).

[2] + ilmaväli, jossa pehmeää mineraalivillaa 40 mm (50 mm raon suuruus) + Väliseinäponttiharkko + 10 mm tasoite 1) molemmin puolin.

[3] kuten tutkimus- ja toimenpidehuone, vastaanottohuone, hoito- ja terapiahuone, lepohuone, päivähuone.

[4] Edellyttää jäykkiä liitoksia sivuseiniin ja lattiaan sekä liittyvät rakenteet ovat ääneneristävyydeltään vähintään yhtä hyviä

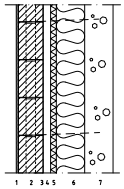
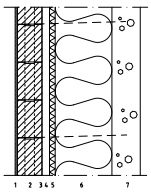
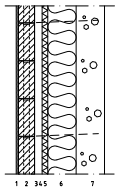
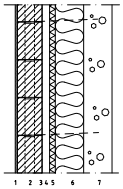
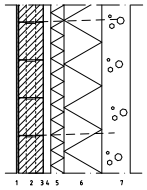
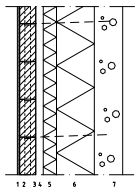
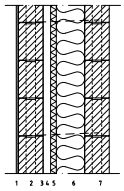
[a] Jos opetustilassa on äänekästä toimintaa tai äänekkäitä laitteita, kuten teknisen työn opetustilojen konesaleissa, ääneneristystarve on muita opetustiloja suurempi. Kerrosten välillä äänitasoeroluvun ohjearvo on 52 dB.

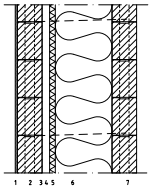
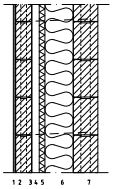
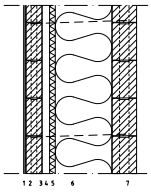
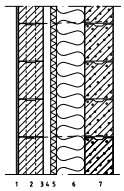
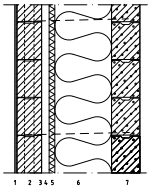
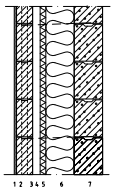
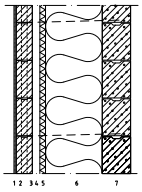
[b] Jos vierekkäin sijaitsevista tiloista toisessa on äänekästä toimintaa tai äänekkäitä laitteita, ääneneristystarve voi olla suurempi.

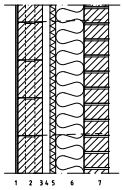
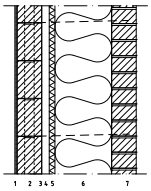
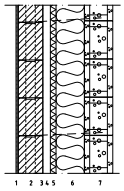
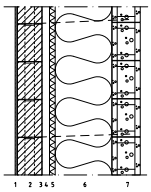
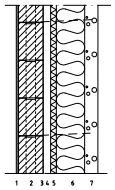
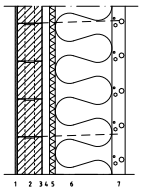
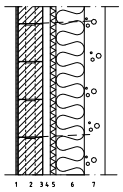
[c] Jos tilassa on äänekkäitä laitteita, ääneneristystarve voi olla suurempi.

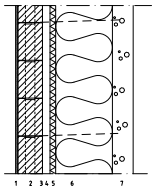
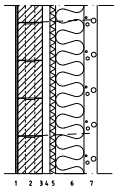
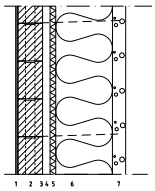
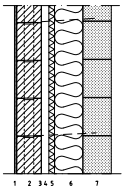
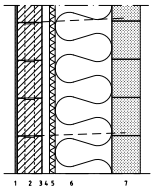
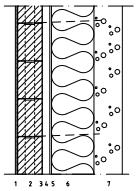
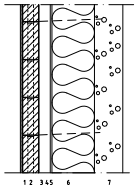
[d] Kerrosten välillä äänitasoeroluvun ohjearvo on 52 dB perustuen muuntojoustavuuteen ja suurempaan ääntä välittävään pinta-alaan. Koulukuraattorin, -psykologin ja -terveydenhoitajan sekä opinto-ohjaajan huoneen ja ympäröivien tilojen välillä voidaan soveltaa ohjearvoja, jotka taulukossa on annettu tutkimus-, vastaanotto-, toimenpide- ja terapiahuoneille.

**TAULUKKO 7.** 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<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/m²<br>Tuuletusväli<br>Tuulensuojaeriste, esim. ISOVER FACADE<br>Mineraalivilla,esim. ISOVER PREMIUM 33/EXTREME 32<br>Teräsbetoni | 64 | 62 | 56 |
|  | 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/m²<br>Tuuletusväli<br>Tuulensuojaeriste, esim. ISOVER FACADE<br>Mineraalivilla, esim. ISOVER PREMIUM 33/EXTREME 32<br>Teräsbetoni | 65 | 63 | 57 |
|  | 12 mm<br>85 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/m²<br>Tuuletusväli<br>Tuulensuojaeriste, esim. ISOVER FACADE<br>Mineraalivilla, esim. ISOVER PREMIUM 33/EXTREME 32<br>Teräsbetoni | 63 | 61 | 55 |
|  | 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/m²<br>Tuuletusväli<br>Tuulensuojaeriste, esim. ISOVER FACADE<br>Mineraalivilla, esim. ISOVER PREMIUM 33/EXTREME 32<br>Teräsbetoni | 64 | 62 | 56 |
|  | 12 mm<br>130 mm<br><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/m²<br>Tuuletusväli<br>Polyuretaanieristelevy Kingspan Therma TW50<br>Polyuretaanieristelevy kingspan Therma TW50<br>Teräsbetoni | 64 | 62 | 57 |
|  | 12 mm<br>85 mm<br><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/m²<br>Tuuletusväli<br>Polyuretaanieristelevy Kingspan Therma TW50<br>Polyuretaanieristelevy kingspan Therma TW50<br>Teräsbetoni | 63 | 62 | 56 |
|  | 12 mm<br>130 mm<br><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/m²<br>Tuuletusväli<br>Tuulensuojaeriste, esim. ISOVER FACADE<br>Mineraalivilla, esim. ISOVER PREMIUM 33/EXTREME 32<br>Kahi Runkopontti | 59 | 57 | 53 |

| 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>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/m²<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><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/m²<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><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/m²<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><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/m²<br>Tuuletusväli<br>Tuulensuojaeriste, esim. ISOVER FACADE<br>Mineraalivilla, esim. ISOVER PREMIUM 33/EXTREME 32<br>Leca-harkko (900 kg/m³) | 56 | 54 | 50 |
|  | 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/m²<br>Tuuletusväli<br>Tuulensuojaeriste, esim. ISOVER FACADE<br>Mineraalivilla, esim. ISOVER PREMIUM 33/EXTREME 32<br>Leca-harkko (900 kg/m³) | 57 | 55 | 51 |
|  | 12 mm<br>85 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/m²<br>Tuuletusväli<br>Tuulensuojaeriste, esim. ISOVER FACADE<br>Mineraalivilla, esim. ISOVER PREMIUM 33/EXTREME 32<br>Leca-harkko (900 kg/m³) | 54 | 53 | 49 |
|  | 12 mm<br>85 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/m²<br>Tuuletusväli<br>Tuulensuojaeriste, esim. ISOVER FACADE<br>Mineraalivilla, esim. ISOVER PREMIUM 33/EXTREME 32<br>Leca-harkko (900 kg/m³) | 56 | 54 | 50 |

| SEINÄN RAKENNE | | | | $R_w$ | $R_w + C$ | $R_w + C_{tr}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|  | 12 mm<br>130 mm<br><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/m²<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><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/m²<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><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/m²<br>Tuuletusväli<br>Tuulensuojaeriste, esim. ISOVER FACADE<br>Mineraalivilla, esim. ISOVER PREMIUM 33/EXTREME 32<br>Betonimuottiharkko (≥2200kg kg/m³) | 62 | 61 | 55 |
|  | 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/m²<br>Tuuletusväli<br>Tuulensuojaeriste, esim. ISOVER FACADE<br>Mineraalivilla, esim. ISOVER PREMIUM 33/EXTREME 32<br>Betonimuottiharkko (≥2200kg kg/m³) | 63 | 62 | 56 |
|  | 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/m²<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><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/m²<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><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/m²<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/m²<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/m²<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/m²<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/m²<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/m²<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/m²<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/m²<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 |

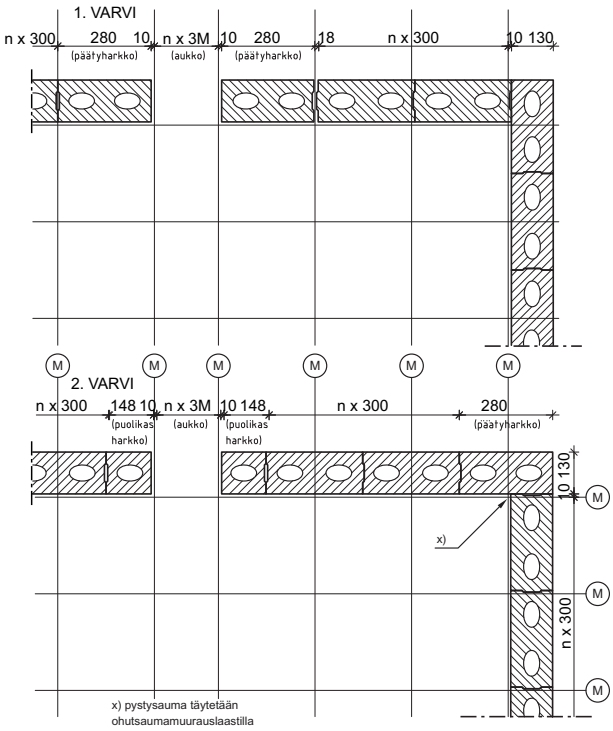
# 5 Moduulimitoitus

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.

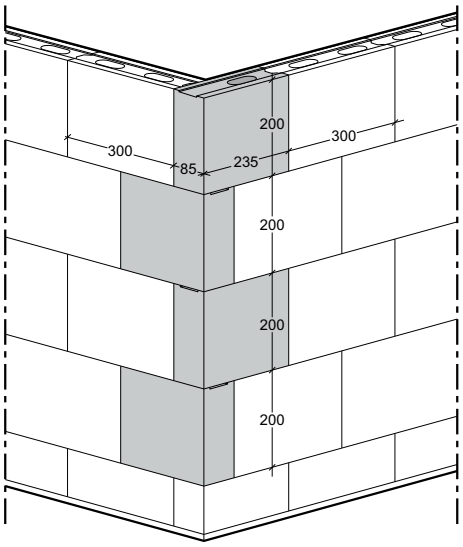
Runkoponttiharkkojen mitoituksessa aukkojen pielissä käytetään Runkoponttiharkkojen pääty- ja puolikasharkkoja, jotka on mitoitettu siten, että aukkojen pieliin jää 10 mm:n asennusvara moduuliviivaan nähden. Seinän sisäpinta sijoitetaan 10 mm moduuliviivan ulkopuolelle ja muuraus aloitetaan nurkassa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

### MODUULIMITOITUS, NURKKALIMITYS



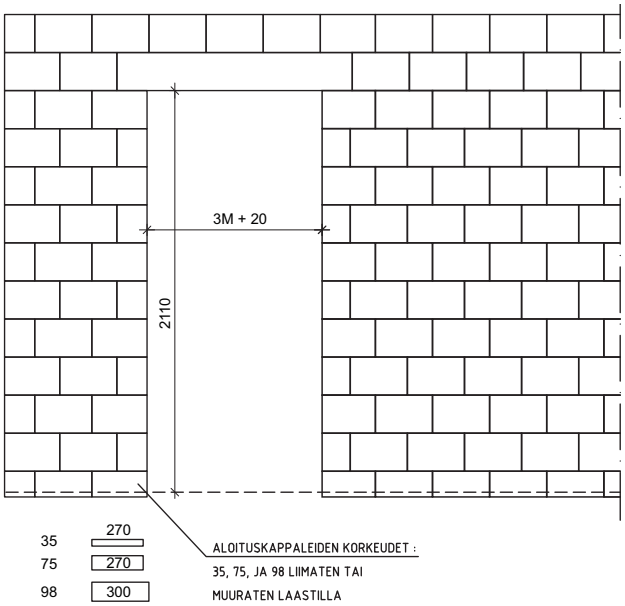

Väliseinäponttiharkkomuurauksessa ulkokulmassa käytetään 235 mm pituisia väliseinäpontti päätyharkkoja, jolloin seinä etenee 1/2-harkon vaakalimityksellä.

### 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 lattian 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




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

# 6 Rakenteiden mitoitus

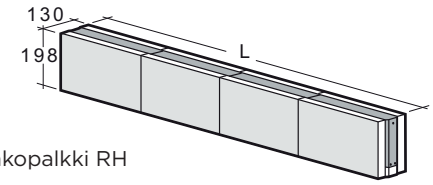
Tässä ohjeessa on esitetty Eurocode 6:n mukainen mitoitustapa, jossa rakenteet mitoitetaan rajatilamenettelyllä.

Rajatilamenetelmän rajatilat ovat murtorajatila ja käyttörajatila. Murtorajatilassa osoitetaan, että laskentalujuuksien avulla laskettu rakenteen tai poikkileikkauksen kestävyys on vähintään laskentakuormista määritetyn rasituksen suuruinen. 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 Runkopalkeilla, rakennesuunnittelijan mitoittamilla betonipalkeilla sekä teräsprofiileilla. Taulukossa 8 on esitetty Kahi-runkopalkkien tasaisen kuorman kestävyyden mitoitusarvot.

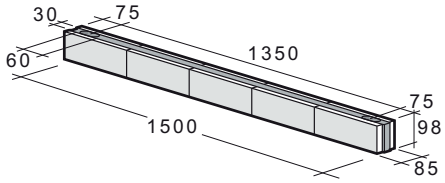



Runkopalkki RH

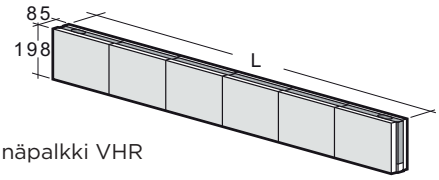
### 6.1.2 Ei-kantavat seinät (myös Kahi Facade -harkkojulkisivut)

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

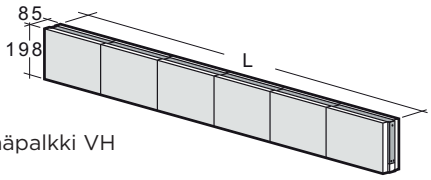
Kahi-väliseinäpalkit (seinän leveys 85 mm) ja RRH-runkopalkit (seinän leveys 130 mm) riittävät sellaisinaan kannattamaan aukkojen yläpuolisen muurauksen.




Väliseinäpalkki VHR 1500x85x98




Väliseinäpalkki VHR




Väliseinäpalkki VH

**TAULUKKO 8.** Kahi-runkopalkkien tasaisen kuorman kuormituskestävyys $p_{Rd}$ (kN/m). Huom. $p_{Ed}$:tä laskettaessa, on palkin oma paino otettava huomioon (käytettävä standardin EN 1990 mukaisia kuormitusosavarmuuskertoimia).

| PALKIN TUNNUS | PALKIN PITUUS (mm) | AUKON SUURIN LEVEYS (mm) | KUORMITUSKESTÄVYYS qd (kN/m) | | | PAINO/ PALKKI (Kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 PALKKI | 2 PALKKIA PÄÄLLEKKÄIN | 3 PALKKIA PÄÄLLEKKÄIN | |
| RH4 | 1200 | 900 | 51,3 | 96,7 [1)] | 98,9 [1)] | 64 |
| RH5 | 1500 | 1200 | 31,7 | 72,1 | 79,8 [1)] | 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 |

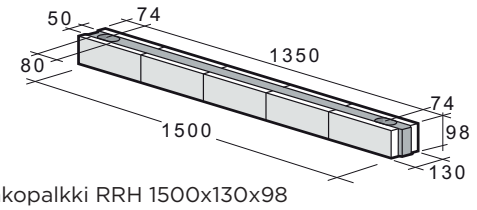
[1)] Merkityt palkin kuormituskestävyysarvot voivat edellyttää alapuolisen harkkoseinän vahvistamista tai tukipinnan pidentämistä.

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

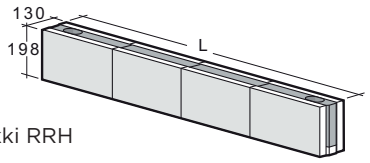
**TAULUKKO 9.** Väliseinäpalkki ei-kantaviin seiniin. VHR Palkin kummassakin päässä on reikä putkituksia varten.

| PALKIN TUNNUS | PIT. x LEV. x KORK. (mm) | AUKON SUURIN LEVEYS (mm) | PAINO/ PALKKI (kg) |
|---|---|---|---|
| VHR 1200x85x98 | 1200x85x98 | 900 | 22 |
| VHR 1500x85x98 | 1500x85x98 | 1200 | 27 |
| VHR4 | 1200x85x198 | 1000 | 41 |
| VHR6 | 1800x85x198 | 1600 | 62 |
| VH8 | 2400x85x198 | 2200 | 84 |

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




Runkopalkki RRH 1500x130x98

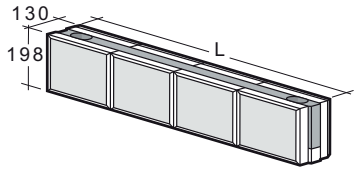



Runkopalkki RRH

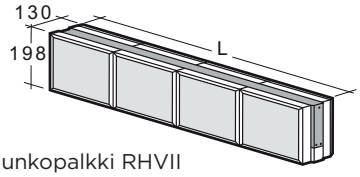
**TAULUKKO 10.** Runkopalkki RRH ei-kantaviin seiniin. Palkin kummassakin päässä reikä putkituksia varten.

| PALKIN TUNNUS | PIT. x LEV. x KORK. (mm) | AUKON SUURIN LEVEYS (mm) | PAINO/ PALKKI (kg) |
|---|---|---|---|
| RRH 1200x130x98 | 1200x130x98 | 900 | 31 |
| 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 11.** Runkopalkki viistetty RRHVII ei-kantaviin seiniin. Palkin kummassakin päässä reikä putkitusta varten.

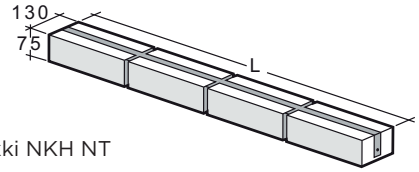
| PALKIN TUNNUS | PIT. x LEV. x KORK. (mm) | AUKON SUURIN LEVEYS (mm) | PAINO/ PALKKI (kg) |
|---|---|---|---|
| RRH4VII 1200 mm | 1200x130x198 | 900 | 64 |
| RRH5VII 1500 mm | 1500x130x198 | 1200 | 80 |
| RRH6VII 1800 mm | 1800x130x198 | 1500 | 96 |
| RH8VII 2400 mm | 2400x130x198 | 2100 | 128 |

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.

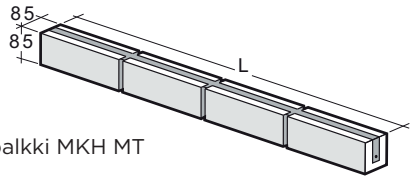



Tiilipalkki NKH NT

**TAULUKKO 12.** 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 13.** 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.

Seinämäiset 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 14–16 esitettyjä arvoja ja ohjeita. Harkkopalkkien alueella on käytettävä laastia myös harkkojen pystysaumoissa taulukoiden 14–15 ohjeiden mukaisesti.

Ulkona sijaitsevissa raudoitettavissa rakenteissa 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-teräslaatua.

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 runkoaineen suurin raekoko, tai tangon läpimitta, tai 10 mm.

Vetoraudoituksen jakoväli ei saa ylittää 600 mm.

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

Mahdolliset raudoituksen alapuoliset tiilet on sidottava yläpuoliseen rakenteeseen.

**TAULUKKO 14.** 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 LEVEYS (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

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

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

**TAULUKKO 15.** 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 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

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

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

**TAULUKKO 16.** Vaatimukset ei-kantaviin seiniin Kahi-harkoista työmaalla tehtäville harkkopalkeille.

| AUKON LEVEYS (mm) | HARKKOPALKIN KORKEUS (mm) | VAADITTU VAAKA-RAUDOITUS | VAADITTU PYSTY-RAUDOITUS |
|---|---|---|---|
| 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 paksuja 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 kalkkihiekkatiilet 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 mitoitetaan pääosin pitkäaikaista vetorasitusta kestämättöminä. 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 kestävyyden 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 aiheuttamaa epäkeskisyyttä ei oteta huomioon, kun hoikkuusluku on enintään 27. Hoikilla Kahi-seinärakenteilla seinän puolivälissä tehtävä tarkastelu on mitoituksen kannalta määräävä.

#### Vaakakuormitetut seinät

Kun seinään kohdistuu sen tasoa vastaan kohtisuora vaakakuorma, seinä mitoitetaan siten, etteivät rakennetta rasittavan taivutusmomentin mitoitusarvo ylitä seinän momenttikestävyyden mitoitusarvoa. Muuratun rakenteen erisuuruinen momenttikestävyys vaaka- ja pystysuuntaan otetaan tarkastelussa huomioon niiden välisellä ortogonaalisuhteella. Kuvissa 4–9 on laskettu ulkoseinien enimmäismittoja laskentatuulikuormalle 0,8 kN/m$^2$. Rakoseinällä 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. Tukiehdoissa ja jatkuvuudessa otetaan huomioon mahdollisten liikuntasaumojen 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 mitoitettaessa rakenteen osia. Painekertoimien 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 määräävänä, kun kyseisellä sivulla olevien aukkojen pinta-ala on vähin-

tään 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 tarkistetaa, ettei leikkausvoiman mitoitusarvo ylitä leikkauskestävyyden mitoitusarvoa. Leikkauskestävyydessä otetaan huomioon seinän puristettu pituus, joka lasketaan olettamalla jännitysten jakaantuminen lineaariseksi. Leikkausjännitysten voidaan katsoa jakautuvan tasaisesti seinän puristetulle osalle. Puristusjännitys otetaan huomioon leikkauslujuutta kasvattavana tekijänä ja mitoitusarvona käytetään rakenneosan 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. Leikkausjännitysten 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 -nettisivuilta.

### 6.2.4 Materiaaliominaisuudet

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

Taulukossa 17 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 Rakenneanalyysi

#### Yleistä

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

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

**TAULUKKO 17.** Kahi-rakenteiden lujuusominaisuudet

| | KAHI-TIILET<br>ML 5 MUURAUSLAASTI | KAHI-HARKOT<br>OL 15 OHUTSUMALAASTI |
|---|---|---|
| Muurauskappaleen normalisoitu puristuslujuus, MN/m² | 15/20 [1)] | 15/20 [1)] |
| Muurin puristuslujuuden ominaisarvo, MN/m² | 6,3 Tiiliseinä 130 mm<br>5,2 Tiiliseinä 85 mm | Runkopontti 7<br>Desibelipontti 7,4<br>(Väliseinäpontti 5,5) |
| Normalisoitu puristuslujuus | 15/20 [1)] | 15/20 [1)] |

[1)] Tarkemmat tiedot Kahi-muurauskappaleiden lujuuksista on esitetty tuotekohtaisissa suoritustasilmoituksissa

## 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 kestämättöminä. 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 epäkeskisyys ja rakenteen hoikkuus.

Muuratun seinän pystysuoran kestävyyden 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 pienennyskertoimen 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.

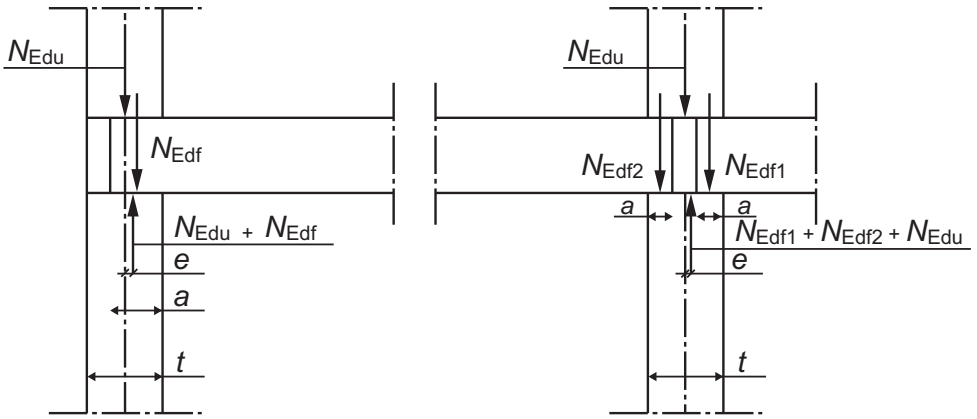
Eurocodessa ei ole hoikkuusrajaa ei-kantaville seinille (myös paloseinät). Ei-kantavat seinät tulee mitoittaa paloluokkavaatimuksien ja ääniteknisten vaatimuksien perusteella sekä mm. kaatumista vastaan, jolloin huomioidaan paine-erot ja mahdolliset viivakuormat. Eurocodessa on lukuarvoja yli- ja alipaineelle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

## 6.2.6 Epäkeskisyyden laskenta

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

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

Kuorman $N_{Ed}$ epäkeskisyys e lasketaan kunkin tarkasteltavan seinänosan yläpäässä. Epäkeskisyys 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.
Epäkeskisyys e = (130 - 80) x 30/(2 x (30+50)) mm = 9,375 mm = 0,072t.

## 6.3 Väliseinät

### 6.3.1 Väliseinien mitoittaminen

**Kantavissa väliseinissä** varmistetaan seinän pystykuormien 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 taulukoissa esitetyistä valmispalkeista taikka mitoitetaan paikan päällä tehtyinä.

### 6.3.2 Pystykuormakestävyys

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

**TAULUKKO 18.** Kahi-väliseinien pystysuoran kestävyyden 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 $N_{Ed}$ epäkeskisyys.

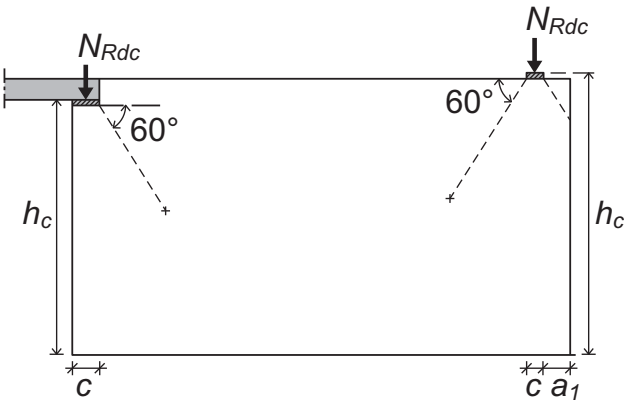
| SEINÄN KORKEUS | RUNKOPONTTIHARKKO t = 130 mm OHUTSAUMAMUURAUS | | | DESIBELIPONTTIHARKKO t = 240 mm OHUTSAUMAMUURAUS | | | NKH-TIILI t = 130 mm MUURAUSLAASTI | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| mm | e = 0 | e = 0,1 t | e = 0,2 t | e = 0 | e = 0,1 t | e = 0,2 t | e = 0 | e = 0,1 t | e = 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 kestävyyttä laskettaessa voidaan käyttää korotettua puristuslujuuden arvoa. Korotuskerroin riippuu kuormituspinnan etäisyydestä seinän päästä, kuormitusalasta ja kuorman alapuolisen seinän korkeudesta. Korotuskerroin on enintään 1,5.

Taulukkoon 19 on laskettu 130 mm paksujen muurattujen Kahi-tiili- ja harkkoseinien pystysuoran kuorman paikallisia kestävyyden mitoitusarvoja $N_{Rdc}$, kun seinän korkeus kuorman vaikutustason alla hc 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 kestävyyden 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 ohjeessa 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 raudoitus 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 jäykistäville seinille niiden jäykkyyksien suhteessa. Jos jäykistävien seinien sijainti on epäsymmetrinen tai vaakavoima on epäsymmetrinen rakenteen jäykkyyspainopisteen suhteen, tulee rakennesysteemin kiertymisen vaikutus ottaa huomioon tarkasteltaessa yksittäisiä seiniä.

**TAULUKKO 19.** Kahi-seinärakenteiden pystyruoran kuorman paikallisen kestävyyden mitoitusarvot $N_{Rdc}$.

| c mm | $a_1$ mm | KOROTUS-KERROIN | NKH 130 mm | | RUNKOPONTTI 130 mm | | DESIBELIPONTTI 240 mm | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $f_d$ | $N_{Rdc}$ kN | $f_d$ | $N_{Rdc}$ kN | $f_d$ | $N_{Rdc}$ 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 seiniä.

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 leikkauslujuuden 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 seiniä 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 leikkauslujuutta kasvattavana tekijänä ja mitoitusarvona käytetään rakenneosan puristetun osan keskimääräistä jännitystä.

Taulukossa 20 on esitetty sellaisten seinärakenteiden lujuusarvot, joissa käytetään laastia pystysaumoissa ja koko vaakasaumassa (ohutsaumamuurattavat tuotteet rakosaumalla).

Taulukossa on myös esitetty laastittomin pystysaumoin muuratun rakenteen leikkauslujuuden 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 leikkauslujuuden mitoitusarvo $f_{vd}$, joka on määritetty standardin EN 1996-1-1 yhtälön 3.7 mukaisesti.

**TAULUKKO 20.** 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 murtotilassa tilojen käyttötarkoituksen mukaisille vaakakuormille.

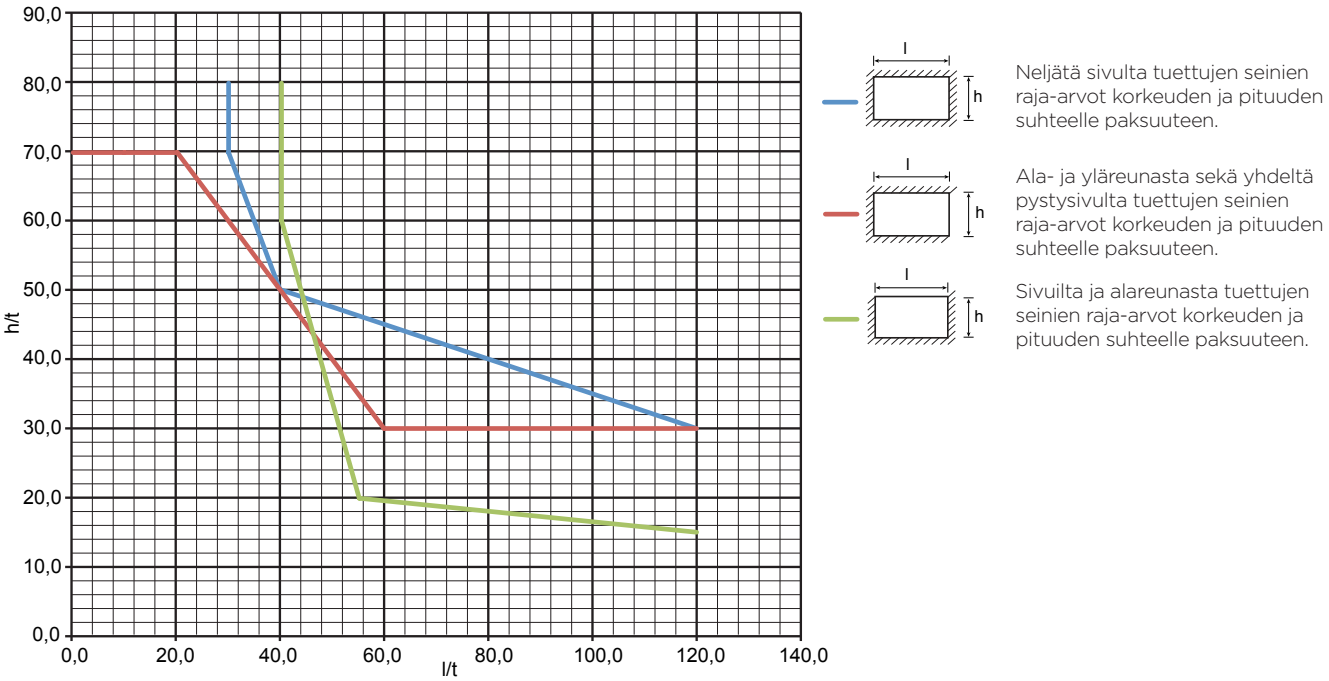
Seinien ollessa tuettu ylhäältä, mutta ei sivuilta, rajoitetaan korkeus h arvoon 30 t. Kuva 3 on voimassa seinille tai rakoseinän puoliskoille, joiden paksuus on vähintään 100 mm.

Mikäli halutaan päästä edellä esitettyjä pidempiin tukiväleihin, voidaan Kahi-seinät raudoittaa. Raudoitus 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 pystyakselin 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 liikuntasaumojen tarve. Kantamattomien seinien minimipaksuuden määräävät yleensä palonkestävyys ja ääneneristävyysvaatimukset, 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 äänieristävyysvaatimusten perusteella. Aukkojen ylityspalkit valitaan kuormituksen perusteella taulukoista tai mitoitetaan ne Eurocoden standardien mukaisesti. Suurten pistekuormien osalta tarkistetaan myös paikallisen puristuskestävyyden riittävyys. Kuorimuurin paksuus, muuraussiteet, kutistumaraudoitus 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 21 pystysuoran kestävyyden mitoitusarvot on laskettu tuulikuorman laskenta-arvolla 0,8 kN/m².

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 mitoitusarvon $N_{Ed} = N_{Edf} + N_{Edu}$ tulee olla pienempi kuin on seinän pystysuoran kestävyyden mitoitusarvo $N_{Rd}$. Taulukossa 21 esitetyt $N_{Rd}$ -arvot on laskettu tuulikuorman laskenta-arvolla $q_{wd}$ = 0,8 kN/m². 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/m². Jos siteitä on tätä vähemmän tai esimerkiksi rakoseinän ulkokuoren purettavuus ilman tukitoimenpiteitä halutaan varmistaa, tulee rakoseinä mitoittaa kuvan 7 eristerapatun seinän arvoilla.

**TAULUKKO 21.** Kahi-ulkoseinien pystysuoran kestävyyden mitoitusarvot $N_{Rd}$ (kN/m), kun samanaikainen tuulikuorma $q_{wd}$ on 0,8 kN/m². Taulukossa $h_{ef}$ = h on seinän vapaa korkeus ja e on seinän yläpään mitoitusvoiman $N_{Ed}$ epäkeskisyys.

| SEINÄN TEHOLLINEN KORKEUS $h_{ef}$ | RUNKOPONTTIHARKKO t = 130 mm KAHI-FACADE 85 mm | | | RUNKOPONTTIHARKKO t = 130 mm ERISTERAPPAUS | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| mm | e = 0 | e = 0,1 t | e = 0,2 t | e = 0 | e = 0,1 t | e = 0,2 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 seiniä EN 1996-1-1 kappaleen 5.5.1.2 mukaisesti. Tällöin seinien mitoituskestävyydet tulee selvittää tapauskohtaisesti.

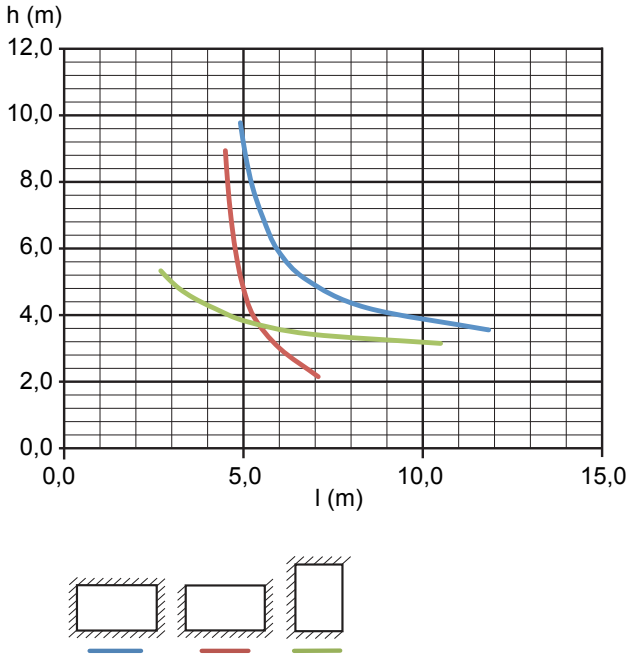
### 6.4.3 Tuulikuorma ilman pystykuormaa

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

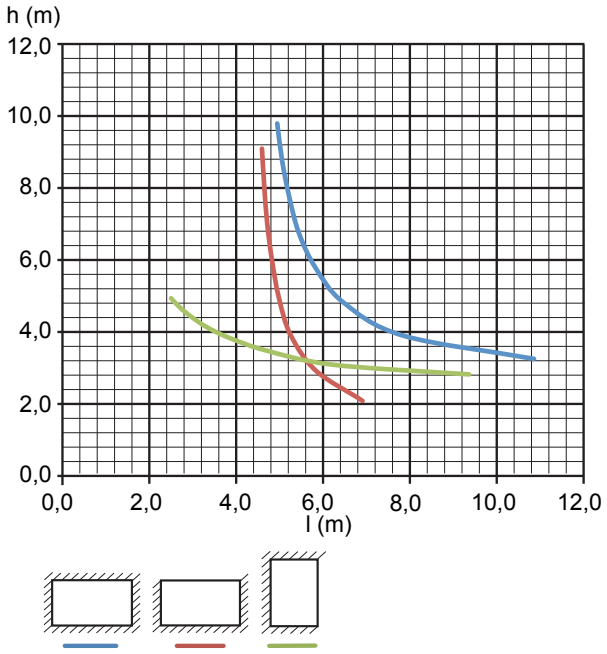
**TAULUKKO 22.** Seinärakenteen momenttikestävyyden mitoitusarvo $M_{Rd}$

| | MUURIN MOMENTTIKESTÄVYYDEN MITOITUSARVO | | ORTOGONAALISUHDE |
|---|---|---|---|
| | VAAKASAUMOJEN SUUNTAISESSA MURTOTASOSSA | VAAKASAUMOJA VASTAAN KOHTISUORASSA MURTOTASOSSA | |
| NKH tiili, muurauslaasti 5 N/mm² | 0,23 | 0,70 | 0,33 |
| Runkoponttiharkko, ohutsaumalaasti | 0,31 | 0,94 | 0,33 |
| Runkoponttiharkko, ohutsaumalaasti, ei pystysaumlaastia | 0,31 | 0,66 | 0,47 |

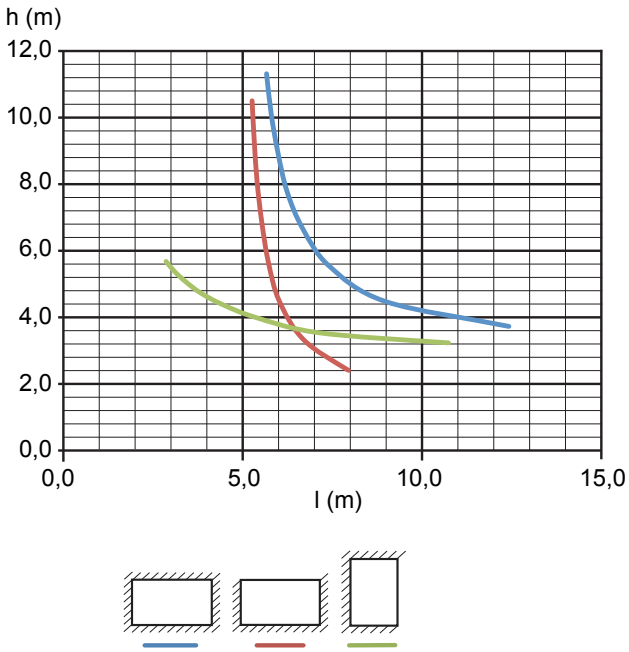
Kuvissa 4–9 on esitetty vaakakuormitettujen ulkoseinien enimmäistukivälejä Kahi-runkoisille ulkoseinille laskentatuulikuorman ollessa 0,32/0,8 kN/m². Seinien enimmäismitat muille $q_{wd}$-arvoille saadaan muuntamalla kuvissa 4–9 esitetyt seinän pituus- ja korkeusmitat vaakakuorman redusointikertoimella (k) standardin SFS-EN 1996-1-1 Liite I:n mukaisesti.



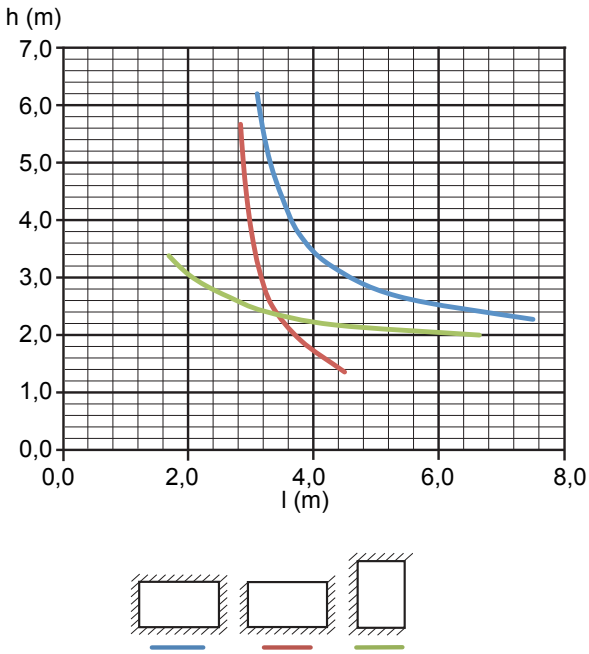

**KUVA 4.** Vaakakuormitettujen Runkoponttiharkkoseinien enimmäistukivälejä laskentatuulikuormaln ollessa 0,32 kN/m² (ilman pystykuormaa) – ei pystysaumalaastia.



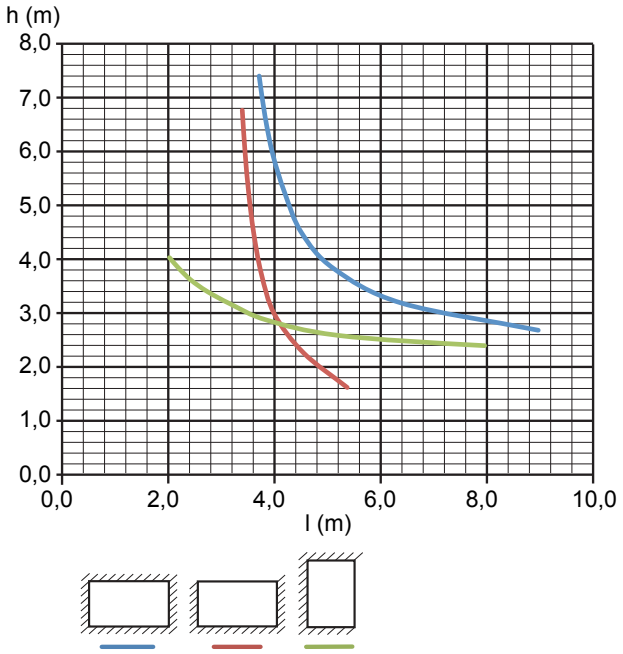

**KUVA 6.** Vaakakuormitettujen NKH-väliseinätiiliseinien enimmäistukivälejä laskentatuulikuorman ollessa 0,32 kN/m² (ilman pystykuormaa).



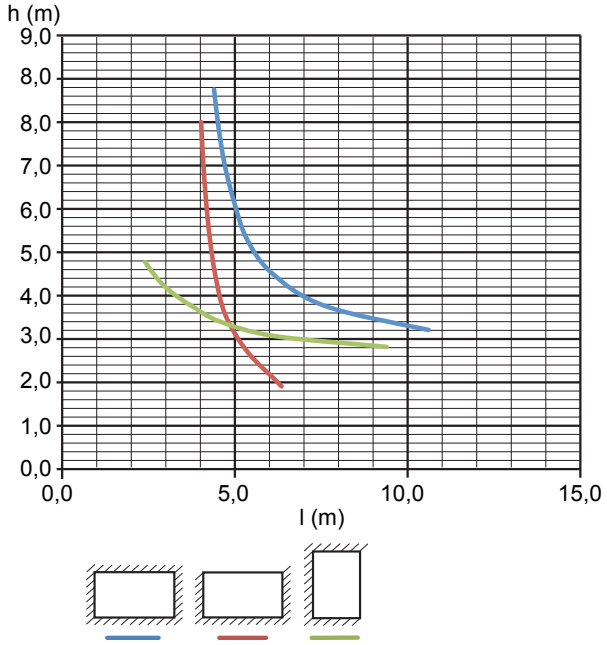

**KUVA 5.** Vaakakuormitettujen Runkoponttiharkkoseinien enimmäistukivälejä laskentatuulikuorman ollessa 0,32 kN/m² (ilman pystykuormaa) – pystysaumalaastilla




**KUVA 7.** Vaakakuormitettujen eristerapattujen runkoponttiharkkoseinien enimmäistukivälejä laskentatuulikuorman ollessa 0,8 kN/m² (ilman pystykuormaa) – ei pystysaumalaastia.




**KUVA 8.** Vaakakuormitettujen seinien enimmäistukivälejä laskentatuulikuorman ollessa 0,8 kN/m². Kahi-runkoponttiharkko + kuorimuuri 85 mm (ilman pystykuormaa) – ei pystysaumalaastia.




**KUVA 9.** Vaakakuormitettujen seinien enimmäistukivälejä laskentatuulikuorman ollessa 0,8 kN/m². Kahi-runkoponttiharkko + kuorimuuri 130 mm (ilman pystykuormaa) – ei pystysaumalaastia.

### 6.4.4 Kuorimuurin suunnittelu

#### Kuorimuurin paksuus

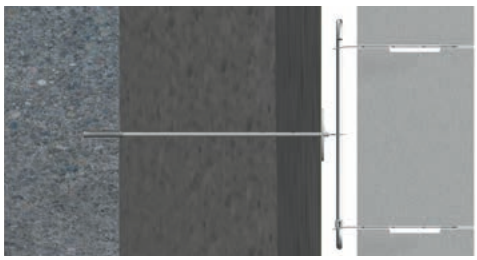
Runko RYL 2010 ohjeiden mukaisesti seinän kosteusteknisen toiminnan varmistaminen edellyttää että pinnoittamattomissa korkeissa, tuulelle ja sateelle alttiiden rakennusten kuorimuureissa käytetään 130 mm leveitä Kahi-tiiliä, muualla riittää 85 mm Kahi-tiilipaksuus. Paksulla läpäisemättömällä sementtilaastikerroksella suojatun Kahi Facade -harkkoulkokuoren sateen- ja pakkasrasituksen kestokyky perustuu rappauskerroksen 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 ääneneristävyys ja vähäisempi jäykistävien seinien tarve.

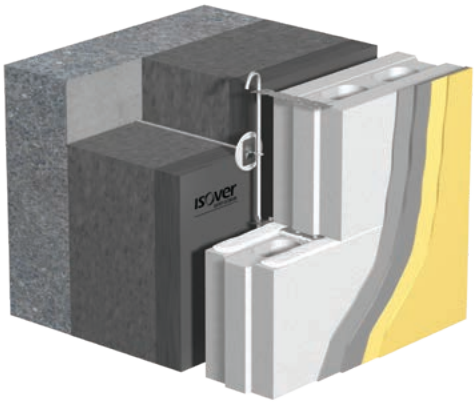
#### Kuorimuurin kutistumaraudoitus

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

#### Muuraussiteet

Muuraussiteillä yhdistetään rakoseinän kuorimuuri (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 neliömetriä kohden saadaan yhtälöstä:

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

jossa

$n_t$ on muuraussiteiden vähimmäismäärä neliömetriä kohden: nt ≥ 2 kpl/m² aina.

$n_t$ ≥ 4 kpl/m², jos halutaan että ulko- ja sisäkuori toimivat mitoituksellisesti yhdessä.

$W_{Ed}$ on vaakakuorman mitoitusarvo pinta-alayksikköä m² kohden

$F_d$ on muuraussiteen puristus- tai vetolujuuden mitoitusarvo.

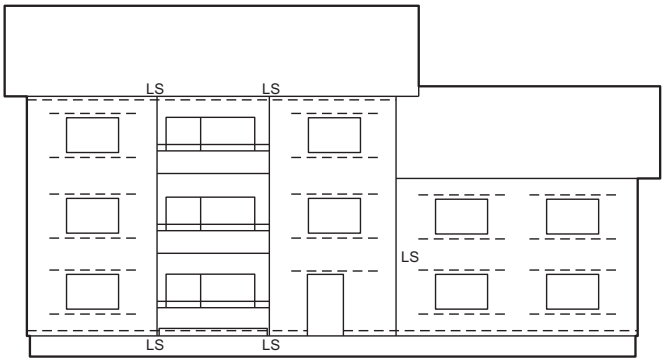
Muuraussiteen suoritustasoilmoituksessa (DoP) ilmoitetuista arvoista ($F_m$) lasketaan muuraussiteen kansalliset (FI) mitoitusarvot ($F_d$).

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

Jos murtotapaa ei ole ilmoitettu, on osavarmuusluku 3,2. Muuraussiteen kansalliset (FI) mitoitusarvot lasketaan sekä puristuskestävyydelle ($F_d$) että vetokestävyydelle ($F_d$).

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 tarkoitetut muuraussiteet (kts. kuvat vasemmalla), jolla on riittävä liikevara (pystysuuntaisen liikkeen sallivia siteitä).

Muuraussiteet sijoitetaan rakenteisiin suunnitelmissa merkittyihin kohtiin siten, että raudoituksen 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 = Liikuntasauma

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

Jos risteävien seinien muodonmuutokset eivät ole samansuuruisia, 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.

Liikuntasaumoja 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 tiilikuorien pystysuuntaisten liikuntasaumojen suositeltu maksimiväli on kymmenen metriä. Muilla pientalon seinäkorkeuksilla pystysuuntaisten liikuntasaumojen maksimiväli voidaan arvioida kaavalla maksimiväli = 2 x 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 palkkitiilien 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. Raudoitetussa muurauksessa sauman paksuuden tulee olla vähintään 1,5-kertainen raudoitteen paksuuteen verrattuna.

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

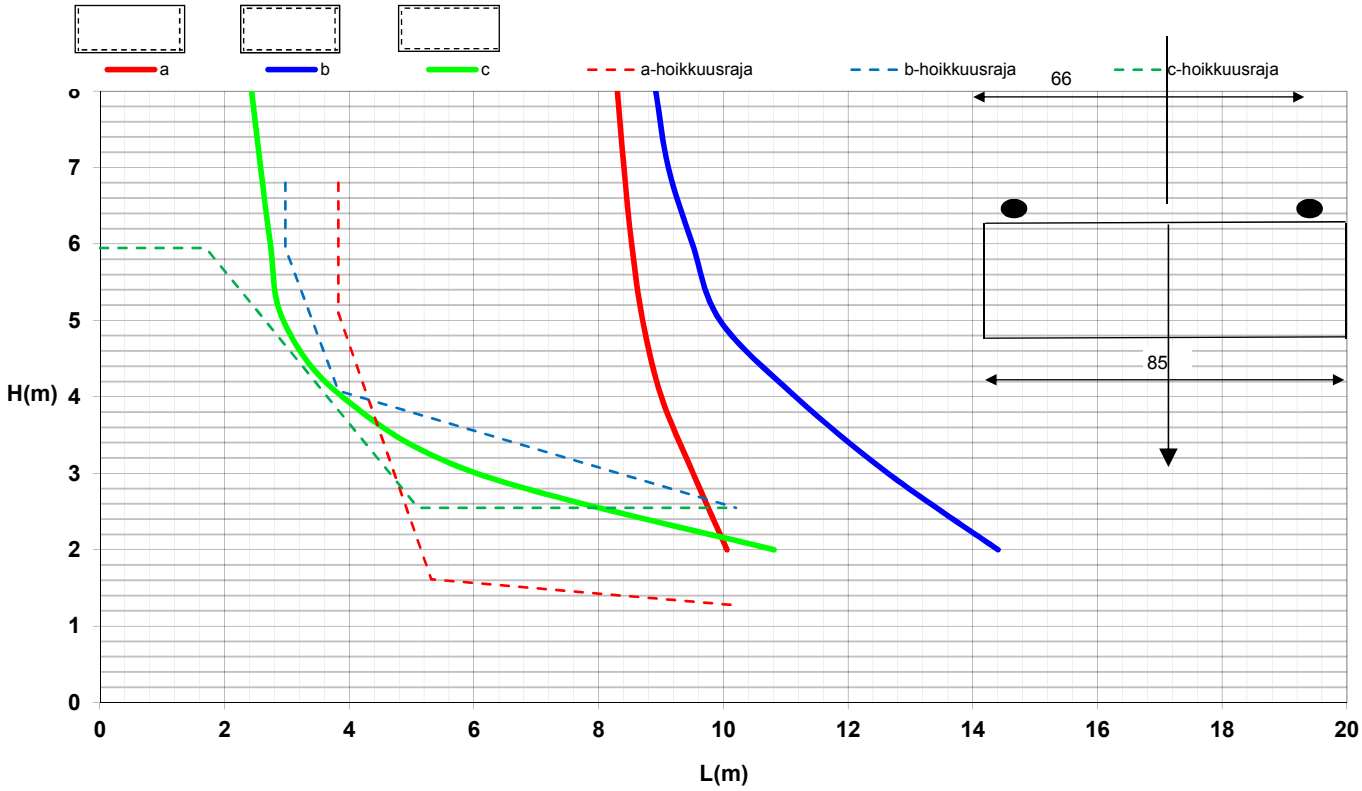
Raudoitustankojen vapaan välin tulee olla vähintään 20 mm.

Tiilistä muurattujen palkkien hyödyllinen korkeus ≤ 1/2 jännemitasta ja ≤ 10 kertaa palkin leveys.

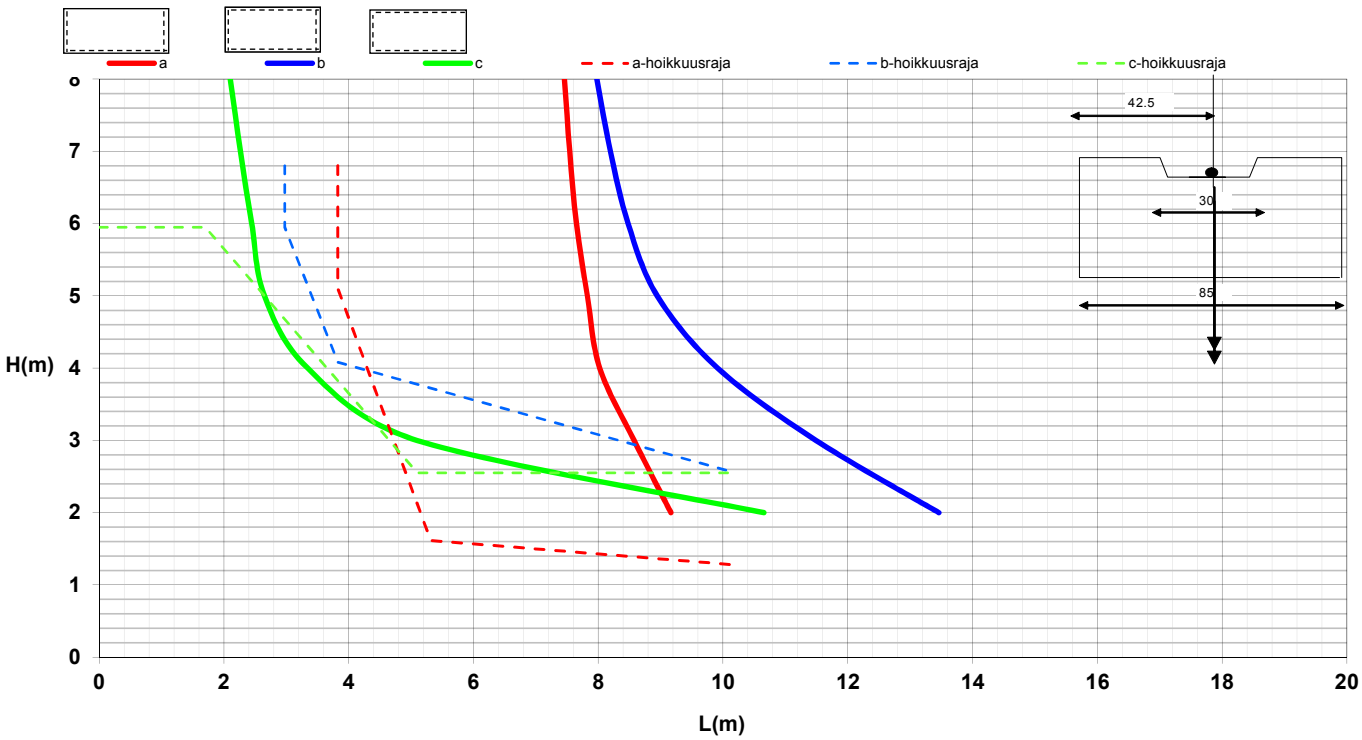
Raudoituksen alapuoliset tiilet on sidottava yläpuoliseen rakenteeseen.

Seuraavissa kuvissa on esitetty vaakaraudoitettujen Kahi-harkko ja -tiiliväliseinien tukivälit vaakakuormalle $q_d$ = 0,32 kN/m². Tiiliseinien kapasiteetit on laskettu joka toiseen muuraussaumaan vaakasuunnassa 15 mm etäisyydelle muuraussauman molemmista reunoista sijoitetulle (1+1) ø 8 raudoitukselle. Harkkoseinien kapasiteetit saavutetaan joka toiseen harkkosaumaan vaakasuunnassa harkon keskelle sijoitetulla 1 ø 8 tai 2 ø 5 raudoituksella. Seinien tukivälit on laskettu kolmella eri tuentavaihtoehdolla. Seuraavissa kuvissa on esitetty raudoitettujen Kahi-seinärakenteiden kapasiteetteja. Katkoviivat esittävät rakenteiden hoikkuusrajat, jotka on määritetty standardin EN 1996-1-1 kohdan 5.5.2.5:n mukaisesti (taivutettujen raudoitettujen muurattujen rakenneosien jännemittojen raja-arvot). Hoikkuusrajoja määritettäessä 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.

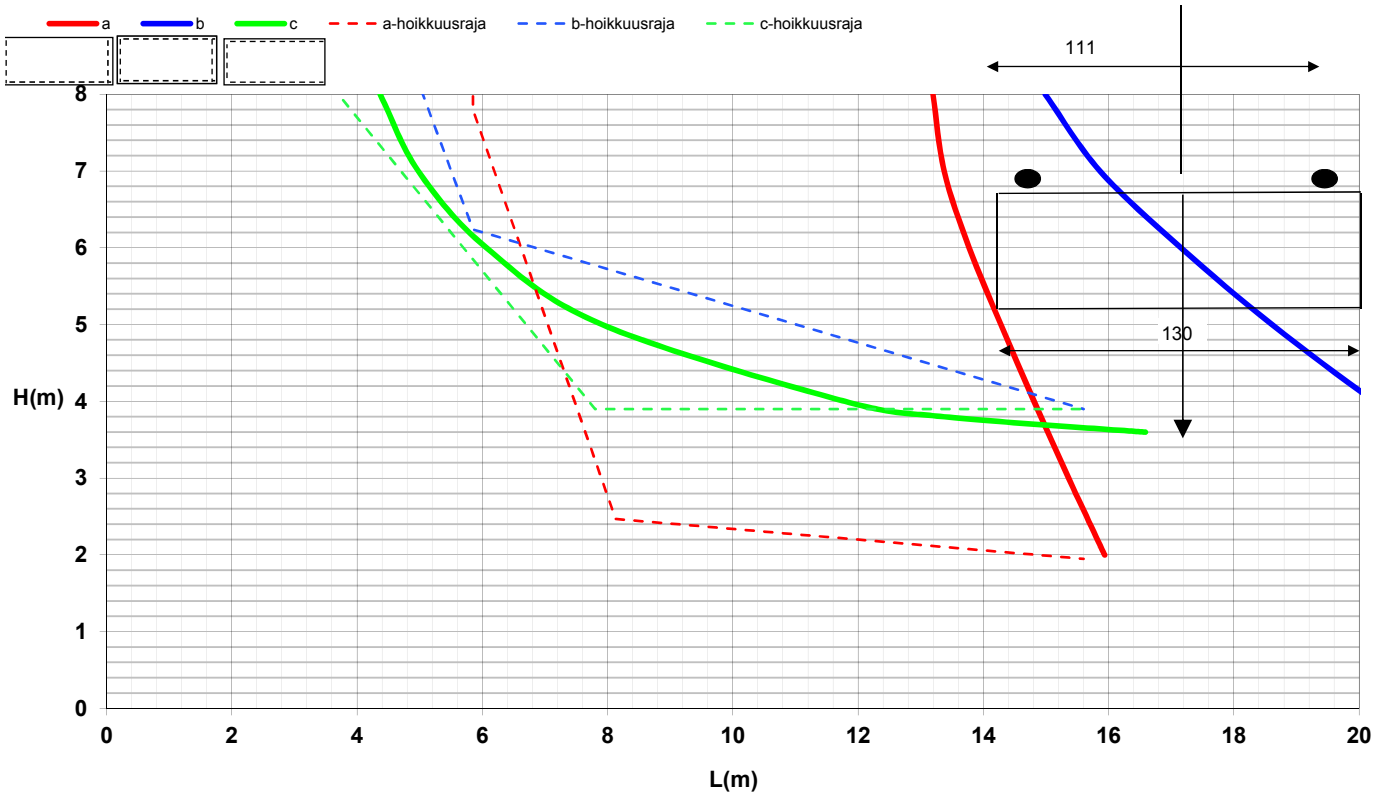
Tuulikuormien määräämien tukivälien lisäksi tulee väliseinien liikuntasaumojen maksimivälien määräämisessä noudattaa liikuntasaumaohjeita (kts. myöhempänä oleva kappale).



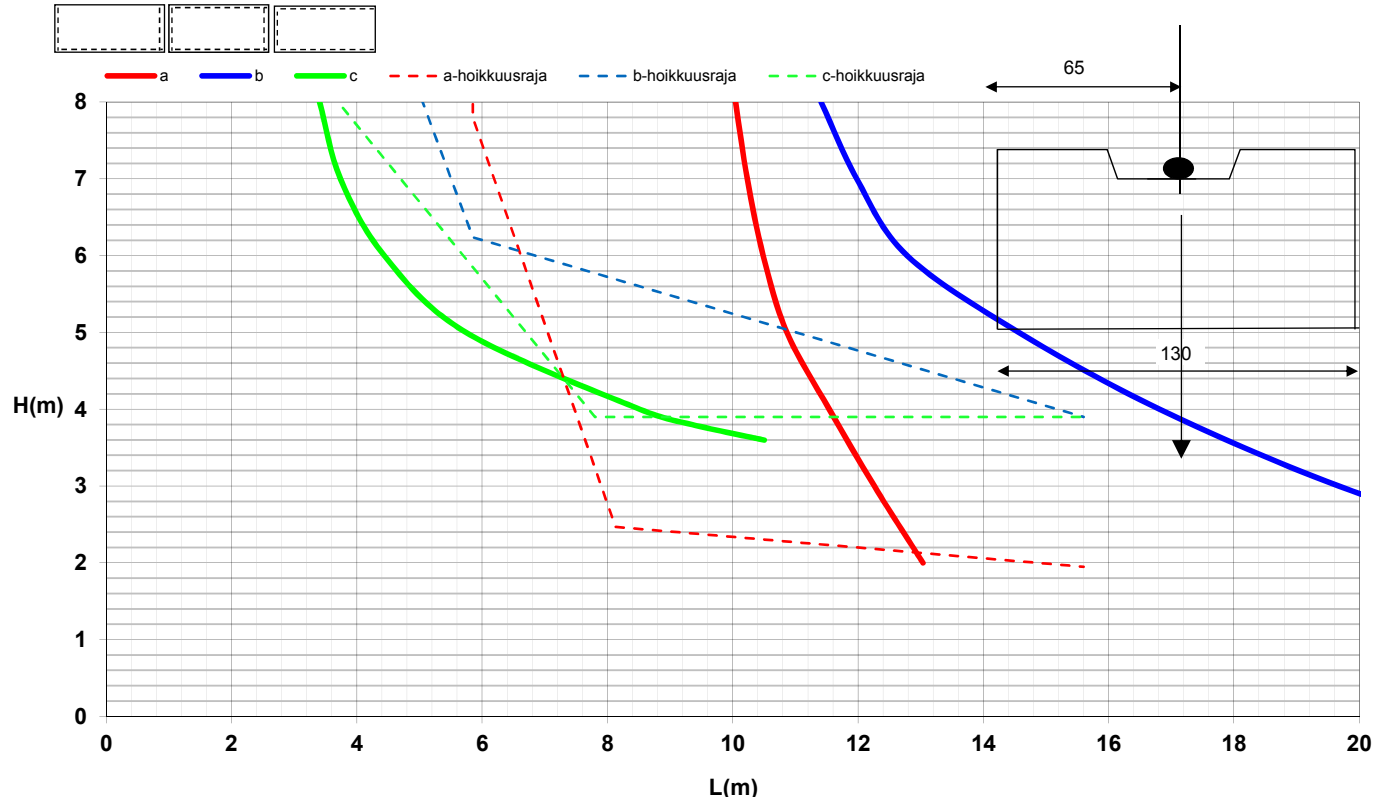

**KUVA 11.** Kapasiteetti: Kahi-tiiliseinä 85 mm, 2 ø 8 mm teräs joka toisessa vaakasaumassa $q_d$ = 0,32 KN/m²




**KUVA 12.** Kapasiteetti: Kahi-harkkoseinä 85 mm, 1 ø 8 mm teräs joka toisessa vaakasaumassa $q_d$ = 0,32 KN/m²




**KUVA 13.** Kapasiteetti: Kahi-tiiliseinä 130 mm, 2 ø 8 mm teräs joka toisessa vaakasaumassa qd = 0,32 KN/m²




**KUVA 14.** Kapasiteetti: Kahi-harkkoseinä 130 mm, 1 ø 8 mm teräs joka toisessa vaakasaumassa qd = 0,32 KN/m²

## 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.

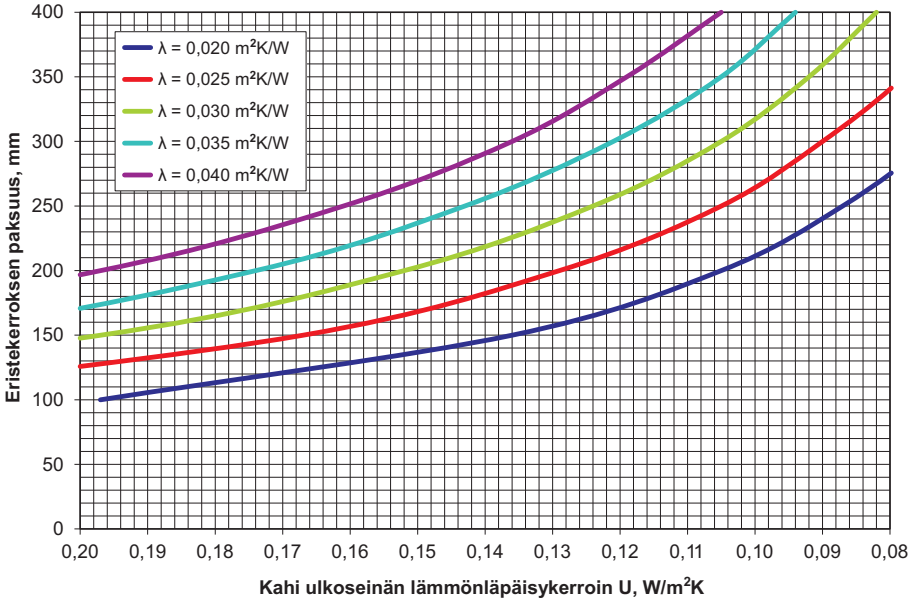
Taipuvalla alustalla (taipuma muurauksen jälkeen korkeintaan L/500) Kahi-seinien liikuntasaumaväli on korkeintaan 10 metriä (ei-kantava ulkoseinät – arvot koskevat 3 m korkeaa yhtenäistä aukotonta rakennetta – matalammissa seinissä liikuntasaumaväliä tulee pienentää, yli 3 metriä korkeilla seinillä voidaan liikuntasaumaväliä suurentaa – aukkojen vaikutus liikuntasaumaväliin on selvitettävä 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 seiniin jännevälin keskialueelle.
- Kun maanvarainen perustus muuttuu kantavaksi laataksi tai palkiksi.

Seinän ja perustuksen tai laatan väliin sijoitetaan irrotuskaistaksi esim. bitumikermi. Irroituskaista 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 jaettuna luvulla 500. Tähän taipumaan ei tarvitse laskea ennen taipumalle herkkien rakenneosien 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 γ arvolla.

**Laskentaesimerkki 2:**

Kahi-rakoseinän rakenne on 130 mm runkoponttiharkko, eristekerros, ilmarako ja 85 mm kuorimuuraus. Seinälle halutaan lämmönläpäisykertoimen U-arvo, joka on vähintään U = 0,15 W/m²K. Seinän kokonaisleveydeksi on päätetty 435 mm, joka johtaa ilmarako huomioiden eristepaksuuteen 180–190 mm. Muuraussiteitä tarvitaan tällä eristepaksuudella kohteessa keskimäärin rst ø4,4 kpl/m². Muuraussiteiden vaikutus U-arvoon ΔUf = 4 x 12,56/(73,45 x 180) = 0,004. Kuvasta saatavan seinän lämmönläpäisykertoimen tulee siten olla vähintään 0,15 - 0,004 = 0,146 W/m²K. Eristeen keskimääräinen lämmönjohtavuus γ 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-ulkoseinärakenteiden lämpö- ja kosteustekninen toimivuus on varmistettu aina U-arvo tasolle U = 0,08 W/m²K 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:

$$\Delta U_f = n_f \times A_f / (73{,}45 \times d_0) \qquad (2)$$

jossa
$\Delta U_f$ on muuraussiteiden vaikutus Kahi-seinän U-arvoon
$n_f$ on muuraussiteiden lukumäärä/m² seinää
$A_f$ on muuraussiteen poikkipinta-ala, mm²
$d_0$ on eristekerroksen paksuus, mm

## 6.8 Käyttöikä ja materiaalivalinnat

### Käyttöikämitoitus

Eurocode-mitoituksessa määritellään rakenteiden suunniteltu käyttöikäluokka. Normaaleja 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 suuruisiksi muunnoskertoimilla sekä huomioimalla käyttöikä mahdollisissa väsymiseen liittyvissä laskelmissa. Tarkemmin asiaa on esitelty oppaassa RIL 201-1-2008.

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

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

### Muurattujen seinien vauriomekanismit

Kalkkihiekkaharkko- ja -tiiliseinien pääturmeltumismekanismeja ovat raudoituksen vaurioituminen, kosteus- ja lämpöliikkeiden aiheuttamat vauriot, tiilen ja laastin tai laastin tartunnan pettämisestä aiheutuneet vauriot sekä säävauriot. Raudoitusterästen ja muuraussiteiden suojauksen valinta tehdään muuratun rakenteen rasitusluokan 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 liikuntasaumoilla ja raudoittamalla ulkoseinät vaakasaumoihin sijoitetuilla kutistumateräksillä. Tiilen ja laastin välisen tartunnan vauriot johtuvat pääosin Kahi-tiilen tiiviistä ja sileästä pinnasta, joka asettaa laastille ja rappaukselle normaalia kovempia vaatimuksia. Ongelma vältetään valitsemalla tuotteet, joiden yhteistoiminta Kahi-tiilten 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 sokkelisuunnittelulla sekä varmistamalla että rakenteeseen imeytynyt kosteus johdetaan pois rakenteesta.

### Testatut toimivat ratkaisut

Weber on testannut kaikki Kahi-tiilten ja -harkkojen kanssa käytettäviksi suunnitellut tuotteensa pitkillä ja kattavilla sääkokeilla. Erityisesti suunniteltaessa pitkäikäisiä rakenteita suosittelemme käytettäväksi seuraavia ratkaisuja:

- Kahi-väliseinätiilten muuraukseen weber ML 5 Muurauslaasti M100/600.
- Kahi-julkisivutiilten muuraukseen weber ML 5 T Tiivislaasti. Voimakkaille viistosateille alttiiden tiilijulkisivujen muuraukseen kehitetty erikoismuurauslaasti, joka vähentää kuorimuurin vedenläpäisyä ja suolahärmeen muodostumista. Rakenteeseen imeytyvän veden määrään vähentyessä pakkasrasitus rakenteessa pienenee.
- Kahi-harkkojen muuraukseen weber OL15 Ohutsaumalaasti. Tämä laasti on kalkkihiekkaharkkojen ohutsaumamuuraukseen kehitetty säänkestävä laasti, jolla on korkeat puristus- leikkaus- ja tartuntalujuusominaisuudet ja hyvä työstettävyys. 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 tasavärisyys ja härmehtimättömyys.
- Sementtipohjainen, läpivärjätty weber 432 Kahi Facade Pinnoite, jossa koko kaksikerrosrappaus tehdään samalla 432 Facade Pinnoitteella.

# 7 Kahi Facade -harkkojulkisivu

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

## 7.1 Yleistä

Kahi Facade -harkot ovat päistään pontattuja, ohutsaumamuurattavia kalkkihiekkaharkkoja. Isot muurauskappaleet, ohutsaumamuuraus ja valmiit aukonylityspalkit nopeuttavat työtä.

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

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

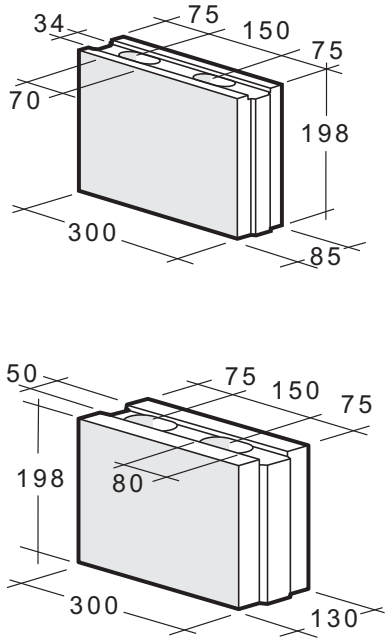
Ohutsaumamuurauksessa tarvittavan laastin määrä on alle kymmenesosa perinteisessä muurauksessa tarvittavasta laastimäärästä. Ohutsaumamuurausteknikan ansiosta myös laastipurseet ilmaraossa jäävät hyvin vähäisiksi, jolloin kosteusongelmat myöskin vähenevät. Tämä tietää selvää säästöä niin laastin sekoitukseen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

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

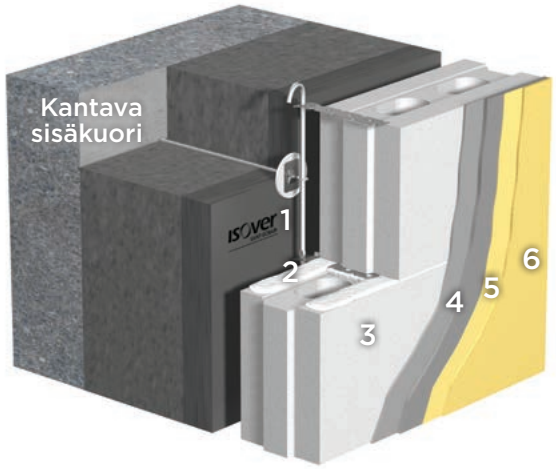
Harkkojen pontatuissa pystysaumoissa ei käytetä laastia, poikkeuksena aukkojen yläpuoliset harkkokerrokset, joissa laastia käytetään tietyissä tapauksissa (katso Kahi Facade -detaljit).

Weber on laatinut kehittämilleen ratkaisuille mallityöselostuksia suunnittelun pohjaksi. Mallityöselostuksia voi hakea osoitteesta www.fi.weber ja niistä voi tallentaa muokattavan version liitettäväksi kohdekohtaiseen työselostukseen. Mallityöselostuksen soveltumisesta rakennuskohteeseen vastaa suunnittelija.

Kahi Facade -harkoista muuratun ja kaksikerrosrappauksella 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

### Lämmöneristävyys

Kahi Facade -ratkaisu on joustava rakenteen eristepaksuuden suhteen. Eristepaksuutta muuttamalla päästään määräysten mukaisesta U-arvosta (U=0,17 W/m$^2$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 W/m$^2$K asti.

### Ääneneristävyys

Katso kappale 4.4.

### Palonkestävyys

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 Kutistumateräkset

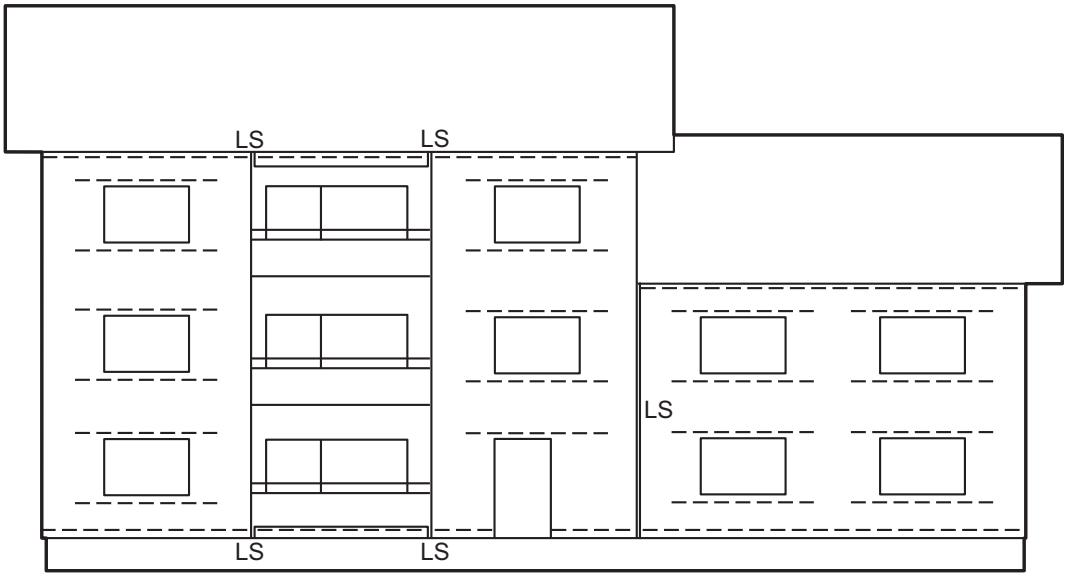
Kutistumateräksinä käytetään joko tikasrautoja BI 37R rst tai harjateräksiä ø 5 rst, jotka sopivat suoraan harkkojen raudoitusuraan.

Alimman ja toiseksi ylimmän harkkokerroksen yläpinnan uraan sijoitetaan yhtenäinen raudoitus, joka jatkuu liikuntasaumasta liikuntasaumaan.

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

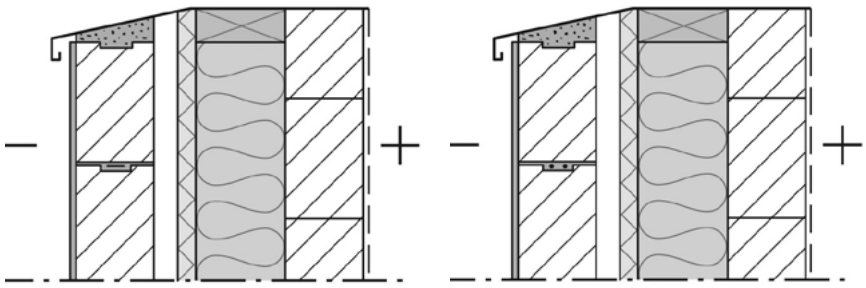
## 7.4 Muuraussiteet

Kuorimuurin muuraussidesuunnitteluun liittyvät asiat käsitellään kappaleessa 6.4.4.

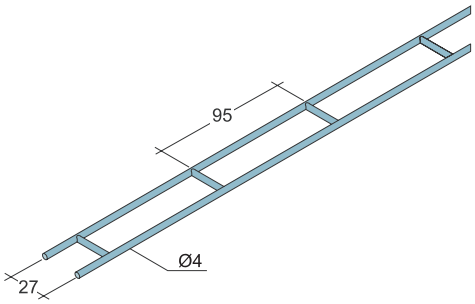



**KUVA 17.** Kutistumaterästen sijainti kuorimuurauksessa

LS = Liikuntasauma



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




**KUVA 19.** Tikasraudoite

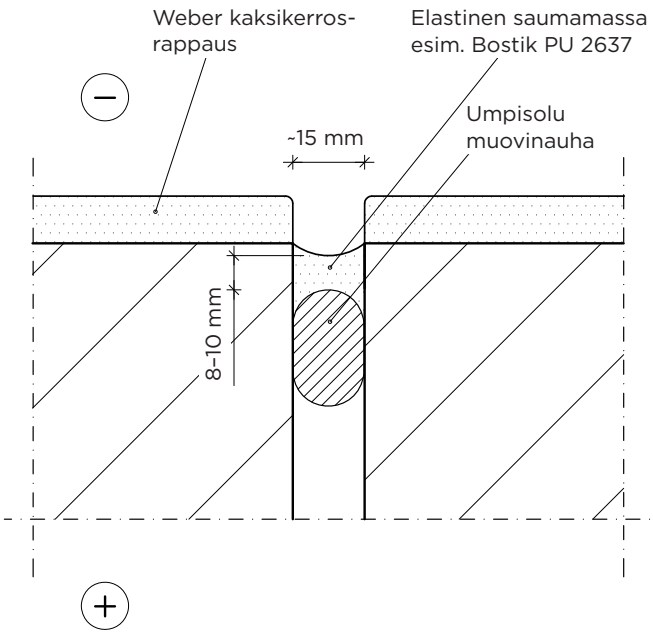
## 7.5 Liikuntasaumat

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.

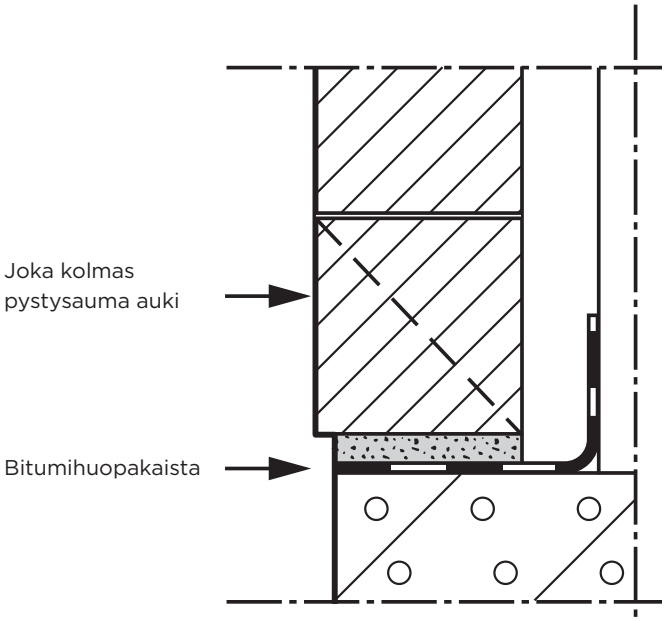
Ei-kantavat Kahi-väliseinät tehdään usein taipuvalle alustalle kuten ontelolaatalle. Tämä lisää liikuntasaumojen tarvetta. Esimerkiksi taipumattomalla alustalla olevan yhtenäisen Kahi-väliseinän liikuntasaumaväli on rajattu lämpö- ja kosteusliikkeiden vuoksi korkeintaan 20 metriksi. Taipuvien alustojen päällä oleviin laatan suuntaisiin väliseiniin on tehtävä edellisen lisäksi liikuntasaumoja 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 x harkkokuoren korkeus + 4 metriä. Aukkojen vaikutus liikuntasaumaväliin selvitetään tapauskohtaisesti.

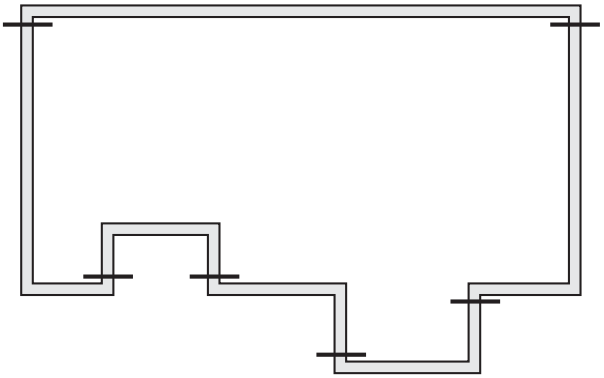
Seinän ja perustuksen tai laatan väliin sijoitetaan irrotuskaistaksi esim. bitumikermi. Irroituskaista toimii samalla vaakasuuntaisena liikuntasaumana. Laataston ja seinän yläreunan väliin jätetään painumavara ja liitoksesta tehdään joustava. Tässä esitettyjä liikuntasaumavälejä voidaan tarvittaessa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




**KUVA 21.** Liikuntasauman rakenne




**KUVA 22.** Kuorimuurin liitos sokkeliin



**KUVA 20.** Liikuntasaumojen sijoitus

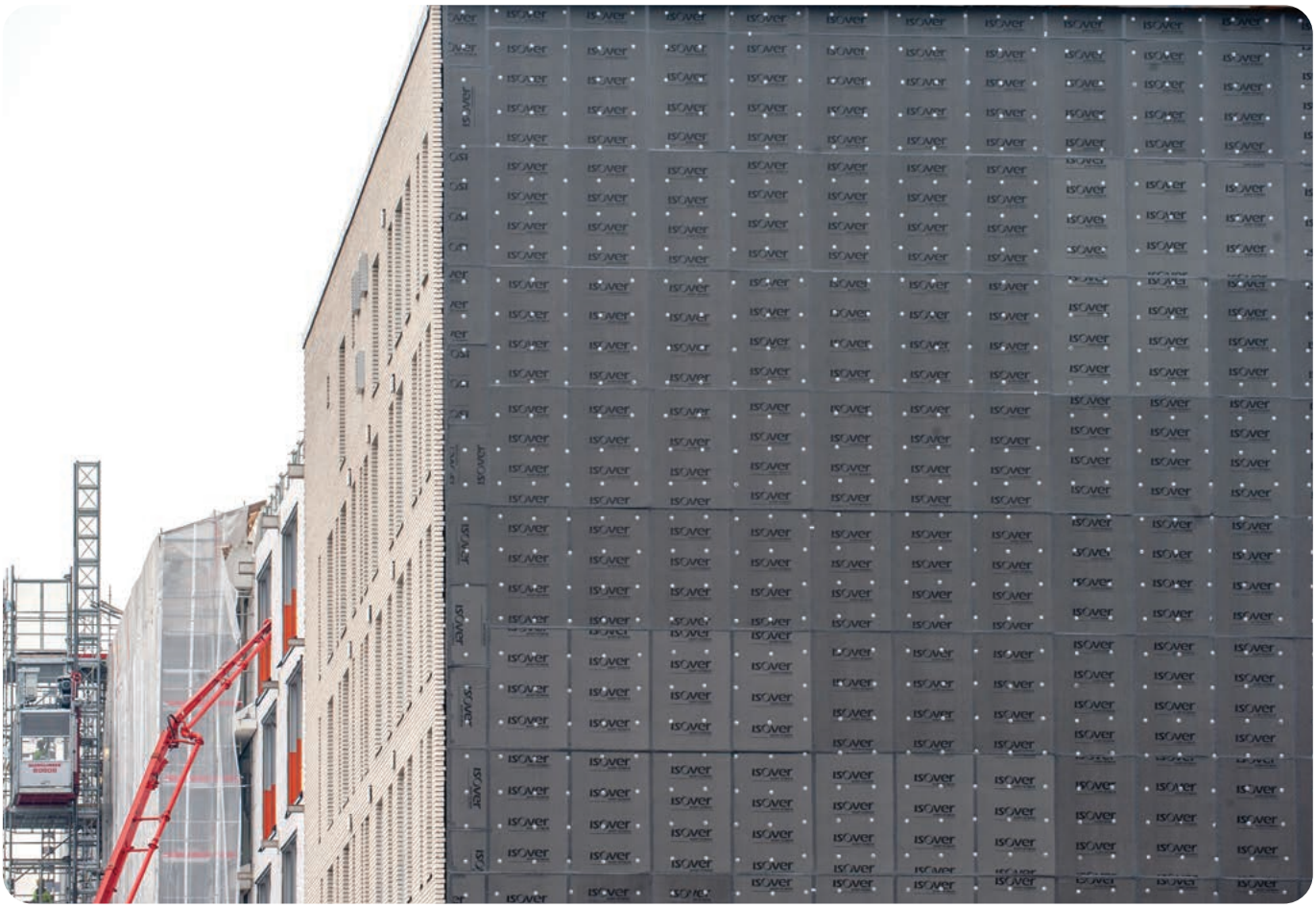
**KUVA 23.** Kuorimuurin liitos sokkeliin

## 7.6 Kahi Facade -julkisivun rappaaminen

Kahi Facade -harkkojulkisivu pinnoitetaan kaksikerrosrappauksella.

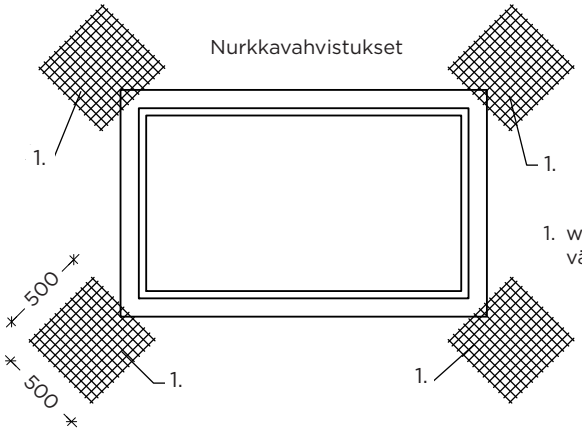
Rappaus tehdään silikonhartsipohjaisilla rappausratkaisulla. Silikonihartsipohjaisen tuotteen etuna on tasavärisyys, härmehtimättömyys, vedenhylkyominaisuus, mutta hyvä vesihöyryn läpäisevyys, joka mahdollistaa rakenteen tehokkaan kuivumisen.

Aukkojen ylityksissä käytettävien palkkien päiden kohdalle asennetaan weber Lasikuituverkko 6 mm:sta leikatut vahvikkeet. Vahvikkeet asennetaan ensimmäiseen tuoreeseen rappauskerrokseen 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 (kuva 26). Lopuksi tehdään värillinen pintarappaus.



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

**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 kehitetyllä 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 kuorimuureissa on käytettävä sellaista sidetyyppiä, jolla on riittävä liikevara (pystysuuntaisen liikkeen sallivia siteitä). Muuraussiteet sijoitetaan rakenteisiin suunnitelmissa merkittyihin kohtiin siten, että raudoituksen 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. Liikuntasaumat 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 rappauskerros tehdään kun edellinen kerros on riittävästi sitoutunut. Laastin sitoutuminen riippuu sääolosuhteista sekä laastin kerrospaksuudesta. Toinen rappauskerros 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 rappauskerros 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. teräsliipin reunalla leikkaamalla. Myöhemmin laastipurseet poistetaan hiomakivellä.

15. Laastille arat pinnat kuten lasi-, alumiini-, ja maalatut pinnat tulee suojata laastiroiskeilta. Suojauksissa on lisäksi otettava huomioon viranomaismääräykset 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. Aloituslista kiinnitetään weber 410 Ohutrappauslaastilla. Kiinnityksessä voi käyttää apuna nauloja, ruuveja tai esim. lyöntitulppia. Kulmaprofiili asennetaan samalla tavalla kuin aloituslista. 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 rappauskerrokseen 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 tuuheealla julkisivupensselillä, rappausalustalle sopivalla julkisivutelalla tai korkeapaineruiskulla levittämällä ja telalla tasaamalla.

18. Silcopinnoite+ levitetään runkoaineen vahvuinen kerros teräsliipillä tai leveällä tasoituslastalla. Vaihtoehtoisesti pinnoite levitetään koneellisesti ruiskuttamalla. Kaikki ylimääräinen pinnoite alustasta poistetaan.

19. Pinta viimeistellään hiertämällä 2 mm:n vahvuisella leikkaavalla muovi- tai teräshiertimellä. Ylimääräisen laastin voi poistaa vetämällä muovi-/teräshierrintä teräsliippiä vasten. Työsaumat tehdään teipillä rajaamalla ja puskusaumaan jatkamalla.

## 7.8 Kahi Facade -julkisivun tarvikkeet

Kahi Facade -julkisivuissa suositellaan käytettäväksi taulukoiden 23–25 mukaisia tarvikkeita.

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

**TAULUKKO 23.** 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>Väliseinäpontti 235 (235x85x198) mm | Runkopontti Umpinainen<br>(300x130x198) mm<br>(reiätön harkko) |
| Aloitusharkko- tai -tiilikerros (tarvittaessa aukkojen korkeus-mitoituksesta riippuen) | Väliseinäpontti H=98 (300x85x98) mm<br>TAI<br>MKH 85 (285x85x85) mm | Runkopontti 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 + Raudoitus<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 + Raudoitus<br>4. Betonipalkki |

**TAULUKKO 24.** Tarvittavat muurauslaastit ja raudoitteet

| 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 25.** Kahi Facade -harkkojulkisivun kaksikerrosrappauksessa käytettävät weber tuotteet

| RAPPAUS | TUOTTEET |
|---|---|
| Pohjarappaus | weber 410 Ohutrappauslaasti |
| Täyttörappaus | weber 410 Ohutrappauslaasti |
| Pintarappaus | weber Silcomaali ja 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 yläpohjarakenteissa
- 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.

Väliseinäponttiharkossa 300 x 85 x 198 on kaksi 30 mm x 60 mm kokoista reikää ja runkoponttiharkossa 300 x 130 x 198 kaksi 50 mm x 80 mm

kokoista reikää. Mikäli putkia tulee useampi rinnakkain, voidaan käyttää roiloharkkoja.

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

Vaakasuuntaiset putkivedot voidaan viedä palkkiharkkojen urassa.

Uria, roiloja, syvennyksiä ja reikiä saa yleensä tehdä vain suunnitelmien mukaan. Ilman rakenteellisia selvityksiä kantavientiilirakenteiden pintaan saa tehdä pystysuoria uria, joiden syvyys on enintään 25 mm ja leveys enintään 50 mm. Vaakasuuntaisten roilojen ja urien vaikutus on aina tutkittava erikseen.

Roilojen ja syvennysten ei tule heikentää seinän stabiiliutta. Roiloja ja syvennyksiä ei tehdä ylityspalkkeihin tai muihin vastaaviin seinässä oleviin kantaviin rakenneosiin eikä niitä sallita raudoitetussa muuratussa rakenteessa ilman rakennesuunnittelijan erityistä lupaa. Rakoseinissä roiloja ja syvennyksiä koskevia sääntöjä sovelletaan kumpaankin seinäpuoliskoon erikseen. Pysty- ja vaakasuorien tai vinojen roilojen ja syvennysten sallitut mitat on esitetty taulukoissa 26 ja 27.

**TAULUKKO 26.** Muuriin ilman laskelmia tehtävien pystysuorien roilojen ja syvennysten sallitut mitat.

| SEINÄN PAKSUUS mm | SEINÄN PINTAAN TEHTÄVÄT ROILOT | | SEINÄN SISÄÄN TEHTÄVÄT ROILOT | |
|---|---|---|---|---|
| | SUURIN SYVYYS mm | SUURIN LEVEYS mm | JÄLJELLE JÄÄVÄN SEINÄN VÄHIMMÄISPAKSUUS mm | SUURIN LEVEYS 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 roilojen vaikutus seinän kantokykyyn on tarkistettava
2. Väliarvot eri seinäpaksuuksille interpoloidaan.
3. Syvennyksen tai roilon enimmäissyvyys sisältää syvennystä tai roiloa tehtäessä esiin tulevan aukon syvyyden.
4. Seiniin voidaan tehdä sähköasennusrasioille ja LVI-asennuksia varten syvennyksiä, joiden korkeus x leveys on korkeintaan 300 mm x 120 mm.
5. Pystysuorien roilojen, jotka eivät ulotu välipohjan yläpuolelle yli kolmannesta kerroskorkeudesta, syvyys voi olla enintään 80 mm ja leveys enintään 120 mm, jos seinän paksuus on vähintään 225 mm.
6. Viereisten roilojen tai roilon ja syvennyksen tai aukon välinen vaakasuora etäisyys on vähintään 225 mm.
7. Minkä tahansa viereisten roilojen, riippumatta siitä ovatko ne seinän samalla puolella vai vastakkaisilla puolilla, tai roilon ja aukon välinen vaakasuora etäisyys on vähintään kaksi kertaa leveämmän roilon leveys.
8. Pystysuorien roilojen ja syvennysten yhteenlaskettu leveys on enintään 0,13 kertaa seinän pituus.

**TAULUKKO 27.** Muuriin ilman laskelmia tehtävien vaakasuorien tai vinojen roilojen sallitut mitat.

| SEINÄN PAKSUUS 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 roilojen vaikutus seinän kantokykyyn on tarkistettava
2. Roiloa tehtäessä esiin tulevan aukon mitta lasketaan mukaan roilon suurimpaan syvyyteen.
3. Seiniin voidaan tehdä sähköasennusrasioille ja LVI-asennuksia varten syvennyksiä, joiden korkeus x leveys on korkeintaan 120 mm x 300 mm.
4. Roilon tai syvennyksen pään ja aukon välinen vaakasuora etäisyys on vähintään 500 mm.
5. Minkä tahansa viereisten tietyn pituisten roilojen tai syvennyksen vaakasuora etäisyys toisistaan riippumatta siitä ovatko ne seinän samalla puolella vai vastakkaisilla puolilla on vähintään kaksi kertaa pitemmän roilon tai syvennyksen pituus.
6. Seinissä, joiden paksuus on yli 175 mm, sallitaan roilon syvyyttä lisättävän 10 mm, jos roilo tehdään koneellisesti tarkasti vaaditun syvyisenä. Jos käytetään koneellista jyrsintää, voidaan vähintään 225 mm levyisen seinän vastakkaisille puolille tehdä enintään 10 mm syvät roilot.
7. Roilon tai syvennyksen leveys on enintään puolet jäljelle jäävän seinäosan paksuudesta.

# 9 Kiinnitykset

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

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

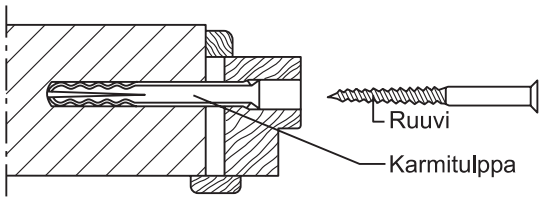
Kiinnikkeet mitoitetaan valmistajien antamien leikkauslujuus- ja ulosvetoarvojen perusteella. Lisäksi on noudatettava kiinniketoimittajien ohjeita reunaetäisyyksistä, poraussyvyyksistä, reiän halkaisijoista ja kiinnikkeiden keskinäisistä väleistä.

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

Suurempien kiinnityskuormien ollessa kyseessä on tarkistettava seinän kuormituskapasiteetti ja tarvittaessa suunniteltava lisätuennat. Lisätietoa kiinnikkeistä löytyy Kahi-harkkojen kiinnitysoppaasta osoitteessa www.fi.weber.

## Ovikarmin kiinnitys

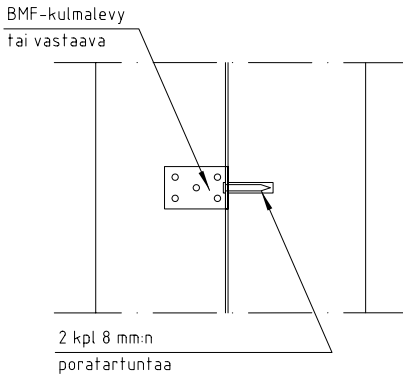
Tavanomaiset puukarmit kiinnitetään harkkoseiniin karmitulppien ja puuruuvien avulla.




**KUVA 28.** Ovikarmin kiinnitys

## Ikkunakarmin kiinnitys

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

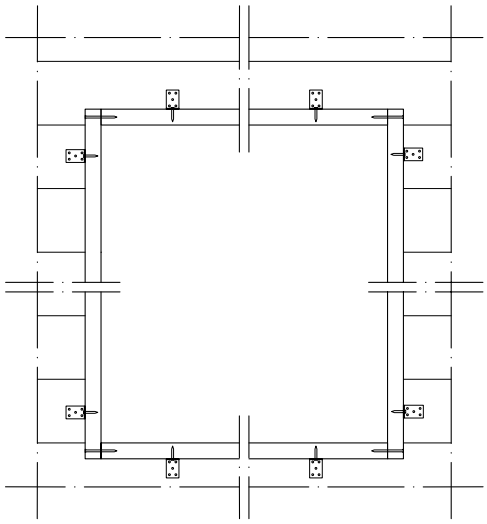



**KUVA 29.** Ikkunakarmin kiinnitys

Huom! Jotta karmeille jää riittävästi sovitusvaraa pystysuunnassa kannattaa karmin korkeudeksi valita ikkunoita tilatessa moduulimitta – 20 mm.

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

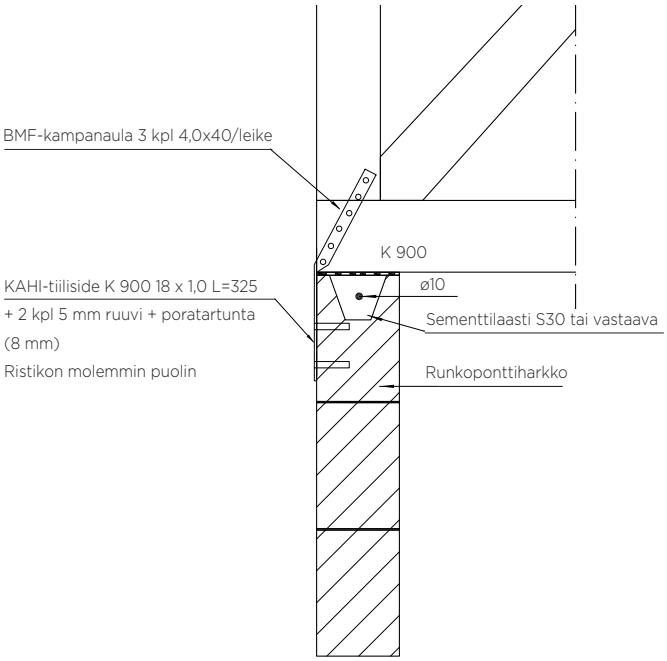
## Ikkunan apukarmien kiinnitys



**KUVA 30.** Ikkunan apukarmin kiinnitys

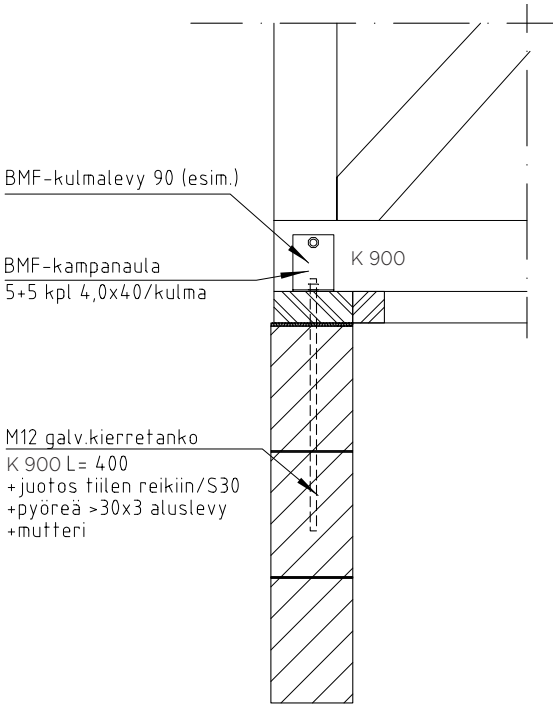
## Kattotuolien kiinnitys

Kattotuolit kiinnitetään Kahi-runkoon galvanoidulla reikänauhalla tai harkkojen reikiin juotettavalla kierretangolla. Runkoponttiharkkoseinän ylin kerros suositellaan tehtäväksi palkkiharkoilla. 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

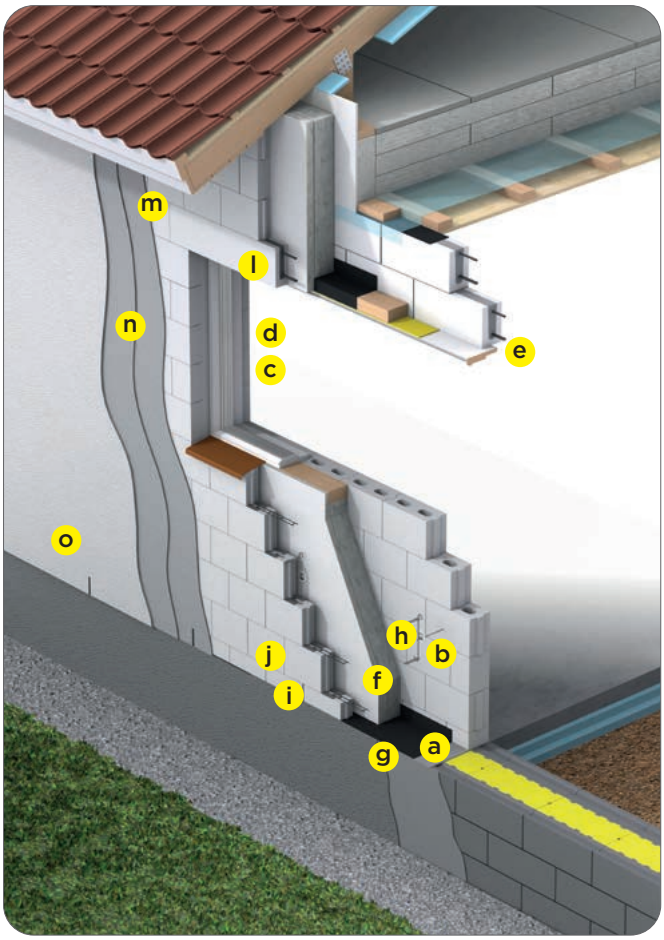



**KUVA 32.** Kattoristikoiden kiinnitys

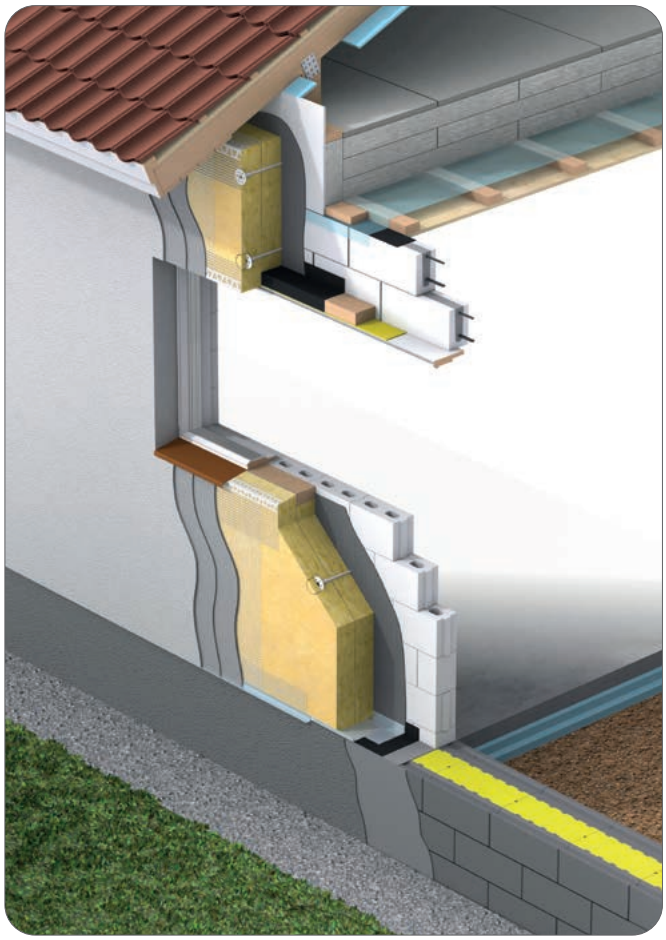
# 10 Julkisivut

Julkisivumuurauksen liikuntasaumat, raudoitukset ja muita yksityiskohtia on esitetty osoitteessa www.fi.weber

## 10.1 Kahi Facade -Harkkojulkisivu




## 10.2 Eristerapattu julkisivu



a Kapillaarikatko, esim. bitumihuopa
b Kahi-runkoponttiharkko
c Kahi-runkopontti -päätyharkko
d Kahi-runkopontti -puolikasharkko
e Kahi-runkopalkki RH
f Mineraalivilla ja tuulensuojavilla
g Ilmarako ≥ 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 ja weber Silcopinnoite+

SerpoTherm-eristerappauksessa Kahi-ponttiharkko-runkoon kiinnitetään palosuojakäsitelty 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 (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 kestävissä 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 Märkätilatasoitteella tasoitetaan vedeneristettävät laatoitusalustat.

Paksummat oikaisut (mahdollisesti aukkojen pielet, katkaistut harkkosaumat) voidaan tarvittaessa tehdä 410 Ohutrappauslaastilla, MT Märkätilatasoitteella tai PTM Pikatäyttömassalla.

### Maalattavat ja tapetoitavat seinät

Huolellisesti muuratun Kahi-harkkoseinän tasoituskäsittelyksi maalausta tai tapetointia varten riittää yleensä:

- osittain tasoitus pohjatasoitteella
- kokonaan tasoitus pohjatasoitteella
- kokonaan tasoitus pintatasoitteella

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

Tällöin tasoitetyön jälkeen avataan joustaviksi suunnitellut liitoslinjat leikkaamalla tasoitteeseen tarvittavat varjosaumat tai urat elastista kittausta varten.

Kahi-palkkien mahdollinen viruma voi aiheuttaa palkin pään ja tuen kohdalle 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.

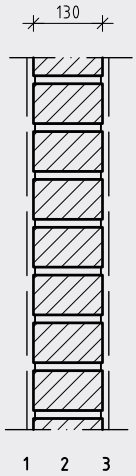
### Märkätilan seinät

Tarkemmat ohjeet Kahi-märkätilaseinistä osoitteessa www.fi.weber

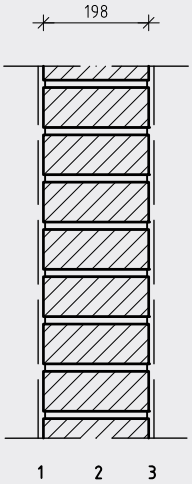
# 12 Väliseinien rakennedetaljeja

## Kahi-väliseinien rakennetyypit

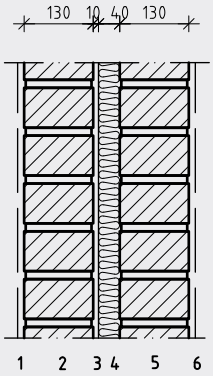
**F520101**
Väliseinät, Normaalikalkkihiekkatiili, NKH 270x130x75



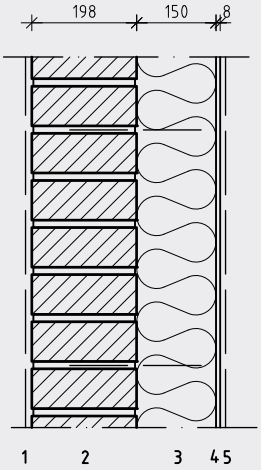

**F520102**
Väliseinät, Kalkkihiekkatiili 270x198x75



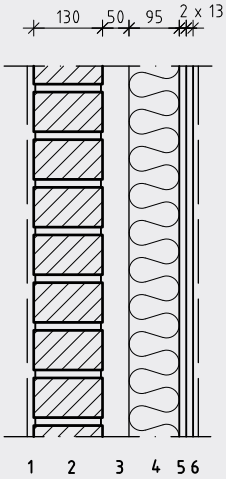

**F520103**
Väliseinät, 2-kertainen, ääneneriste



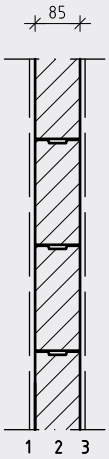

**F520104**
Väliseinät, Mineraalivillaeriste, Lujalevyverhous, toispuolinen



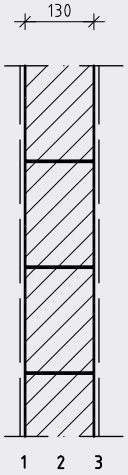

**F520105**
Väliseinät, 2-kertainen kipsilevyverhous, mineraalivillaeriste, toispuolinen



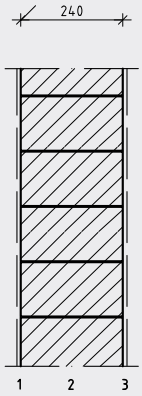

**F520106**
Väliseinät, kantamaton, Väliseinäpontti 300x85x198



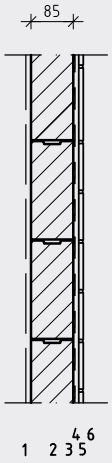

**F520107**
Väliseinät, Runkopontti 300x130x198 TAI Runkopontti umpinainen 300x130x198



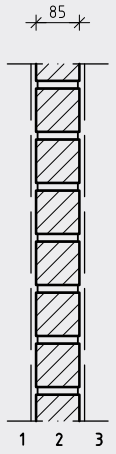

**F520108**
Väliseinät, Desibeliponttiharkko 300x240x128



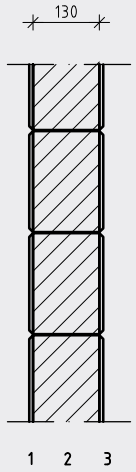

**F520109**
Väliseinät, Kahi-harkko 85 mm, ohutsaumamuurattu, Vesieriste, laatoitus



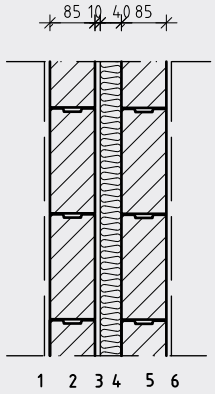
**F520110**
Väliseinät, kantamaton
Moduulikalkkihiekkatiili, MKH 285x85x85



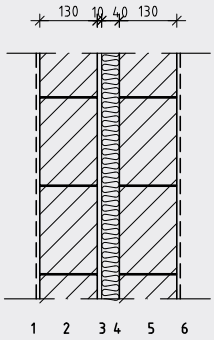

**F520111**
Väliseinät, Viisteharkko 300x130x198




**F520112**
Väliseinät, 2-kertainen, ääneneriste,
Kahi Väliseinäpontti 300x85x198




**F520113**
Kahi-runkoponttiharkko -kaksoisseinä,
Huoneistojen välinen seinä




Detaljit (pdf- ja dwg-muodossa) sekä mallityöselostukset on ladattavissa osoitteesta www.fi.weber

## Kahi-väliseinien rakennetyypit

**F520101** Väliseinät, Normaalikalkkihiekkatiili, NKH 270x130x75
**F520102** Väliseinät, Kalkkihiekkatiili 270x198x75
**F520103** Väliseinät, 2-kertainen, ääneneriste
**F520104** Väliseinät, Mineraalivillaeriste, Lujalevyverhous, toispuolinen
**F520105** Väliseinät, 2-kertainen kipsilevyverhous, mineraalivillaeriste, toispuolinen
**F520106** Väliseinät, kantamaton, Väliseinäpontti 300x85x198
**F520107** Väliseinät, Runkopontti 300x130x198 TAI Runkopontti umpinainen 300x130x198
**F520108** Väliseinät, Desibeliponttiharkko 300x240x128
**F520109** Väliseinät, Kahi-harkko 85 mm, ohutsaumamuurattu, Vesieriste, laatoitus
**F520110** Väliseinät/kantamaton, Moduulikalkkihiekkatiili, MKH 285x85x85
**F520111** Väliseinät, Viisteharkko 300x130x198
**F520112** Väliseinät, 2-kertainen, ääneneriste, Kahi Väliseinäpontti 300x85x198
**F520113** Kahi-runkoponttiharkko -kaksoisseinä, Huoneistojen välinen seinä

# Kahi-väliseinien rakenneyksityiskohdat

## F520201
Tiiliseinä, Ei-kantava aukkopalkki, Esijännitetty palkkielementti

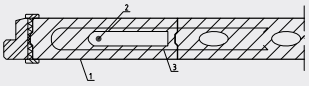
1 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan
2 Kalkkihiekkatiilimuuraus 130 mm
3 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan kts. www.fi.web

TOTEUTUS- JA SUUNNITTELUOHJEET:
- raudoitus, liikuntasaumat, liittyminen vaaka- ja pystyrakenteisiin rakennesuunnittelijan ohjeen mukaan
- seinän maksimikorkeus ja tuenta kts. suunnittelu- ja työohje

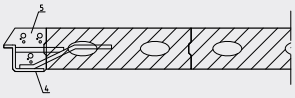
ÄÄNENERISTÄVYYS: Rw = 50 dB, puhtaaksi muurattu

## F520202
Harkkoseinä, Ovikarmin kiinnitys

Usein avattavat ja raskaat ovet, ilman jälkivalua




Raskaan metallioven tai palo-oven kiinnitys tiiliseinään, jälkivalu

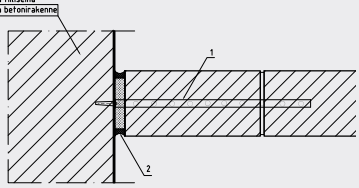



1 Roilotiili/roiloharkko
2 Pystyterä rakennesuunnittelijan ohjeen mukaan ja juotosvalu
3 Raudoitus, ohutsaumamuurattuun seinään esim. vanteräsleikki rakennesuunnittelijan mukaan
4 Tartunnat vaakasaumoihin K300, esim. Peikko TR-kiinnitysosa (TR23) vahioterässosa TR23 rakennesuunnittelijan mukaan
5 Jälkivalu ja sen mahdollinen raudoitus harkitaan tapauskohtaisesti

- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520203
Tiiliseinä, Vaakaliitos

Uusi tai vanha tiiliseinä
Uusi tai vanha betonirakenne




Äänieristetty liitos (kun seinän $D_{nT,w} \geq 44$ dB)

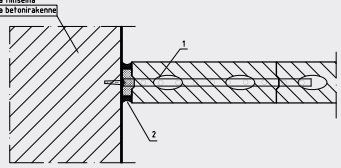
1 tartunnat yleensä K400-600 esim. reikänauha 0.7-0.8 x 18-20 mm kiinnitys muovitulppa + ruuvi Ø 6 mm

2 elastinen saumamassa, esim. Akustoseal

- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520204
Harkkoseinä, Vaakaliitos

Uusi tai vanha tiiliseinä
Uusi tai vanha betonirakenne



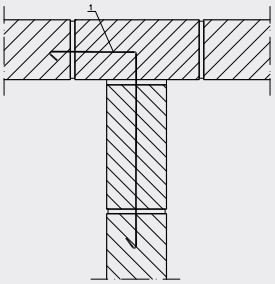

Äänieristetty liitos (kun seinän ääneneristysvaatimus $D_{nT,w} \geq 42$ dB)

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

2 elastinen saumamassa, esim. Akustoseal

- kts. suunnittelu- ja työohje

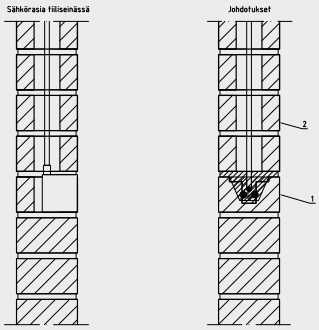
## F520205
Tiiliseinä, Vaakaliitos, T-liitos




1 Tartunta Ø 4 mm, joka kolmas vaakasauma, mikäli tiiliä ei limitetä

- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520206
Tiiliseinä, Johdotukset, Sähkörasiat



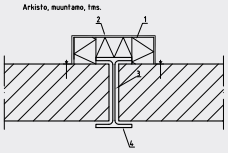

Vaaka ja pystyvedot tiiliseinässä

1 Palkkitiili
2 Roilotiili

- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520207
Tiiliseinä, pystytuki, Palosuojaus

Arkisto, muuntamo, tms.




Käytävä yms.

1 Paroc FPS 14, 50 mm
2 Suojapelitys 0.7 mm
3 IPE160
4 Palonsuojamaalaus tasoon R60

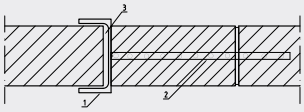
- Palosuojaus vain palo-osastoivissa seinissä
- Huom! Jos osastoivan seinän molemmilla puolilla olevat tilat kuuluvat palokuorma ryhmään > 1200 MJ/m², palosuojaus rakennetaan ohjeen (1) mukaan molemmille puolille.

Arkisto, muuntamo, tms. (Palokuorma > 1200 MJ/m²)
Käytävä yms. (Palokuorma < 600 MJ/m²)

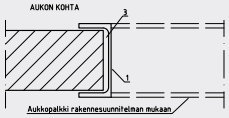
- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520208
Tiiliseinä, pystytuki, Aukonpieli

AUKON YLÄPUOLI




AUKON KOHTA

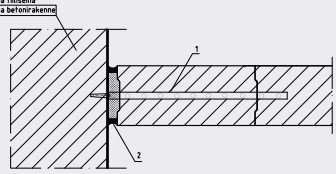



1 UPE160
2 Tartunnat K400 esim. reikänauha 0.7-0.8 x 18-20 mm
3 Liikuntasauma

- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520209
Runkoponttiharkko, Vaakaliitos

Uusi tai vanha tiiliseinä
Uusi tai vanha betonirakenne



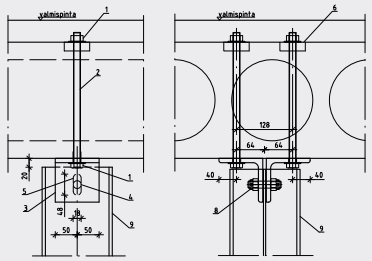

Äänieristetty liitos (kun seinän $D_{nT,w} \geq 48$ dB)

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

2 elastinen saumamassa, esim. Akustoseal

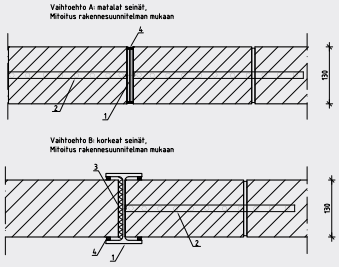
- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520210
Tiiliseinä, pystytuki,
Välipohja läpipulttaus




1 Mutteri M16 + aluslevy
2 Sinkitty kierretanko 2M16 (8.8), (pit. OL.n mukaan)
3 L 100x100x10-100 molemmilla puolilla
4 Reikä Ø18 kulmaraudassa
5 Soikea reikä Ø18-48 profiilissa
6 Tarvittaessa syvennys laatan yläpinnassa 20 mm
7 Pulttien, mutterien ja aluslevyjen lujuusluokka 8.8
8 Lukkomutteri M12x60, väljä kiristys
9 Muoto-erän rakennussuunnitelman mukaan (esim. IPE160 tai HEA160)

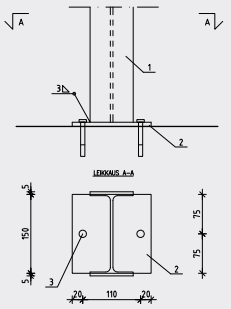
## F520211
Tiiliseinä, pystytuki, Liikuntasauma




1 Vaihtoehto A: lattaterä, rakennesuunnittelijan mukaan, tartunnat esim. reikänauha (2)
Vaihtoehto B: IPE 160 (HE160A)
2 Tartunnat K400 esim. reikänauha 1x20mm, kiinnitetään ampunauloilla teräkseen
3 Irrotuskaista, esim. kovavilla 10 mm
4 elastinen saumamassa, esim. Akustoseal

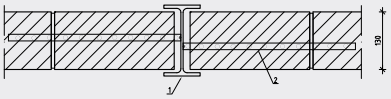
- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520212
Tiiliseinä, pystytuki, Tukipilari,
alapääliitos




1 IPE 160
2 -10x150-150, reiät 2Ø14 Tarvittaessa päätylevy upotetaan (Esim. oven kohdalla)
3 Kiila-ankkurit 2 kpl HSA-F M12 tai läpipultit 2 M12

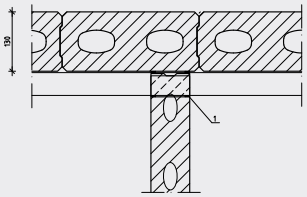
## F520213
Tiiliseinä, pystytuki




1 IPE 160 (HE160A)
2 Tartunnat K400 esim. reikänauha 1x20mm

- kts. suunnittelu- ja työohje

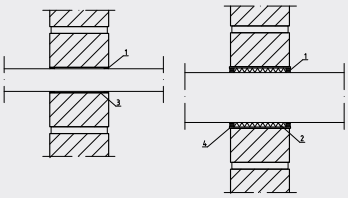
## F520214
Harkkoseinä, Putkilävistys




1 elastinen saumamassa kaikilla sivuilla esim. Cascon Akustoseal

- kts. suunnittelu- ja työohje

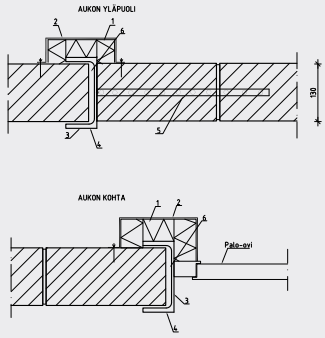
## F520215
Tiiliseinä, Putkilävistyksiä



1 elastinen saumamassa esim. Cascon Akustoseal
2 mineraalivillatiike
3 seinään porattu reikä
4 metallinen läpivientiputki, holkkia käytetään työjärjestys-, ulkonäkö-, ääneneristys- ja lämpölaajenemissyistä

- kts. suunnittelu- ja työohje

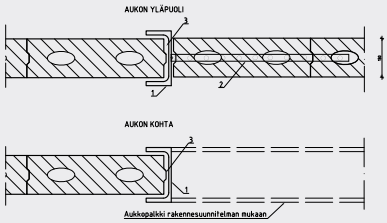
## F520216
Tiiliseinä, Pystytuet, palosuojaus, Aukon pieli




1 Paroc FPS 14, 50 mm
2 Suojapellitys 0.7 mm
3 UPE160
4 Palonsuojamaalaus tasoon R60
5 Tartunnat K300 esim. reikänauha 1x20 mm
6 Liikuntasauma

- Palosuojaus vain palo-osastoivissa seinissä
- Huom! Jos on korkeampi osastointivaatimus, niin suojaus rakennetaan molemmille puolille
- Oviaukon yläpuolinen UPE160-palkki hitsataan pystytukiin
- kts. suunnittelu- ja työohje

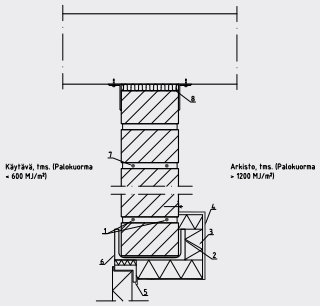
## F5202017
Harkkoseinä, Pystytuet, Aukon pieli




1 UPE120
2 Tartunnat K400 esim. reikänauha 0.7-0.8 x 18-20 mm
3 Liikuntasauma

- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520218
Tiiliseinä, Palo-ovi, Aukon palkki



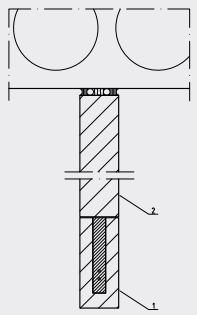

1 Teräset mitoituksen mukaan vähintään 2T8
2 UPE 160
3 Paroc FPS 14, 50mm
4 Suojapellitys 0.7mm
5 Palo-oven karmin muotoilu palo-ovi toimituksen mukaan
6 Palonsuojamaalaus tasoon R60
7 2T8 läpi toiseksi ylimmässä ja toiseksi alimmassa vaakasaumassa

- palkkiterästen pituus L ≥ aukkomitta + 2x300 mm

Palosuojaus vain palo-osastoivissa seinissä
8 Villalitke, pohjanauhakitti

- kts. suunnittelu- ja työohje

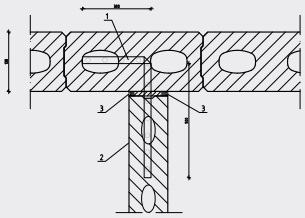
## F520219
Harkkoseinä, Väliseinäponttipalkki, Väliseinäpalkki




1 Väliseinäpalkkielementti VH/VHR (minimi tukipinta 100 mm)
2 Väliseinäponttiharkko 300 x 85 x 198/98 (kevyt väliseinä)

- kts. suunnittelu- ja työohje

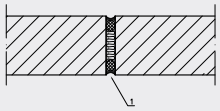
## F520220
Harkkoseinä, Vaakaliitos, T-liitos




1 Vanneteräs, 0,7...0,8mm, limittämättömät seinät sidotaan toisinsa saunoihin asennettavilla vanneteräksillä, kantavissa seinissä K400 ja kantamattomissa K600
2 Harkot katkaistaan oikeaan pituuteen kulmahiomakoneella tai Tiilileikkurilla (Tiilileikkurilla katkaistujen harkkojen päissä käytetään muurausaastisaumaa)
3 Elastinen saumamassa, esim. Akustoseal

- kts. suunnittelu- ja työohje

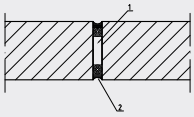
## F520221
Osastoiva tiiliseinä, Liikuntasauma




1 Elastinen palonkestävä saumamassa + umpisolunauha + mineraalivillatilke

- liikuntasaumaa käytetään:
1) rakennusrungon liikuntasauman kohdalla
2) maanvaraisen lattian liikuntasauman kohdalla
3) ontelolaatan suuntaisessa tiiliseinässä, kun jännemitta > 7.2 m, rajaus ei koske ontelolaattaan nähden kohtisuorassa olevia seiniä paikallavalatuissa massiivilaatoissa, kun jännemitta >4.8 m,
4) suoran tiiliseinän pituus ≥ 20 m, kyllmissä tiloissa ≥ 10 m
5) seinässä odotettavissa pytysuoria siirtymiä esim. maanvaraisen/kantava alapohja
- tiiliseinän tuenta rakennesuunnitelmien mukaan (tarvittaessa teräspilarit)

## F520222
Tiiliseinä, liikuntasauma, Äänieristys



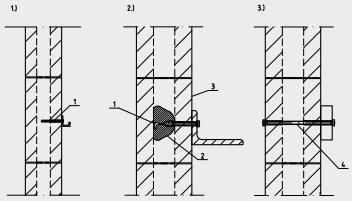

1 Ávosauma
2 Elastinen saumamassa, esim. Casco Akustoseal + umpisolunauha

- esim. seinän epäjatkuvuuskohta (aukko tai korkea/matala seinä)

- sauman leveys ja joustovaran riittävyys määritetään erikseen rakennesuunnitelmissa

- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520223
1.) Kiinnitykset tiiliseinään
2.) Keskiraskaat kiinnitykset tiiliseinään
3.) Raskaat kiinnitykset tiiliseinään




Kevyet kiinnitykset (<50 kg), kuten taulut, peilit, vaatekoukut, jatkalistat
(1) Naulontulppa Φ 6 mm + puuruuvi 4 x 40 esim. Fisher S 4...8, ruuvi 3..6

Hyvin kevyet kiinnitykset teräsnaulalla

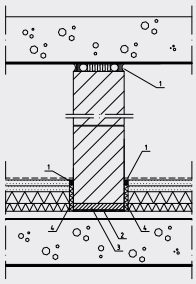
Keskiraskaat kiinnitykset (~260 kg), kuten lautasantenni
(1) esim. Fisher injektioankkuri FI M 8...12,
(2) mineraalipohjainen injektoinfiiaasfi
(3) täystiiliile, reikätiiliile, kalkkihiekkareikätiiliile

Raskaat kiinnitykset, kuten harausvajerit, hoitotasot, portaat, tasanteet, katokset, markiisit
(4) Pultti rakenteen läpi, rakennesuunnittelijan mukaan
Vaihtoehto: Naulontulppa Φ16, pituus valittava siten, että jännitetty alue tulee tiilen takapintaan tai:
Kemialliset ankkurit M8 - M30

Kiinnikkeet ja seinän kestävyys tarkistetaan tapauskohtaisesti

- kts. suunnittelu- ja työohje

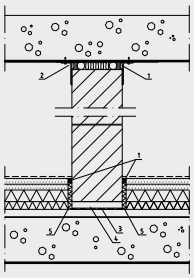
## F520224
Harkkoseinä, kantamaton, Välipohjaliitos, Paloeristetty




1 Palamaton mineraalivillatilke (tiheys > 100 kg/m³) umpisolunauha, elastinen saumamassa Tremco Nullfire FS705 tai vastaava
2 Irrotuskaista, bitumikerni
3 Muurausaastisauma
4 Reunairrotuskaista; ThermiSol Step Reunakaista 12 mm tai vastaava

- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520225
Harkkoseinä, kantamaton, Välipohjaliitos, Sivuttaistuenta

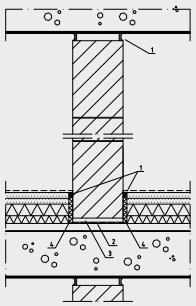



1 Palamaton mineraalivillatilke (tiheys >100 kg/m), umpisolunauha, elastinen saumamassa Tremco Nullfire FS705 tai vastaava
2 L-teräs 30x60x2 mm, kiinnitys muovituppa + puuruuvi Φ4 mm K600
3 Irrotuskaista, esim. bitumikerni
4 Muurausaastisauma
5 Reunairrotuskaista; ThermiSol Step Reunakaista 12 mm tai vastaava

- Alakohtelisissa tiloissa voidaan L-teräs korvata puusoirella 50x50 mm (vastaava ruuvikiinnitys)

- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520226
Harkkoseinä, kantava, Välipohjaliitos, Äänieristetty

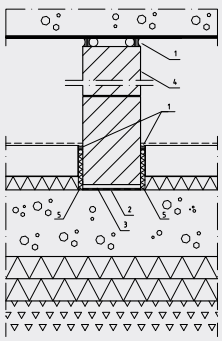



1 Elastinen saumamassa esim. Akustoseal tai vastaava

- kittausta käytetään varmistuksena tavanomaiselle laastisaumalle äänieristysyistä vaativissa kohteissa

2 Irrotuskaista, esim. bitumikerni
3 Muurausaastisauma
4 Reunairrotuskaista; ThermiSol Step Reunakaista 12 mm tai vastaava
- kts. suunnittelu- ja työohje

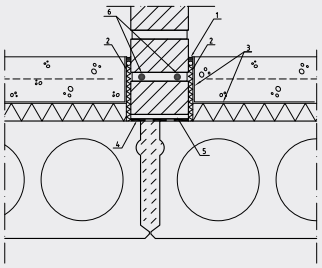
## F520227
Harkkoseinä/Tiiliseinä, Ala- ja yläpohjaliitos, Ei-kantava seinä




1 Umpisolunauha+elastinen saumamassa, esim. Akustoseal
2 Bitumikerni
3 Muurausaastisauma
4 Kahi-Tiili tai -harkko
5 Reunairrotuskaista; ThermiSol Step Reunakaista 12 mm tai vastaava

- laatta mitoitetaan seinän painolle (tarvittaessa paksunnos)

## F520228
Tiiliseinä, Välipohjaliitos, Kelluva laatta



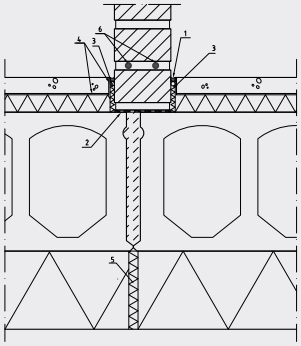
1 Elastinen saumausmassa + saumanauha
2 Reunairroituskaista; ThermiSol Step Reunakaista 12 mm tai vastaava
3 Suodatinkangas
4 Bitumikermikaista

- lattian pintarakenteen tulee olla irti vastaavasti pystyrakenteista

5 Muurauslaastisauma
6 Raudoitus 2 T 8

- kts. suunnittelu- ja työohje

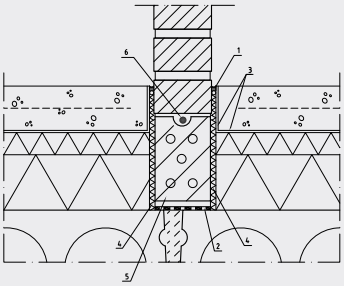
## F520229
Tiiliseinä, Alapohjaliitos,
Kantava alapohja



1 Elastinen saumausmassa + saumanauha
2 Bitumikermikaista + muurauslaastisauma
3 Reunairroituskaista; ThermiSol Step Reunakaista 12 mm tai vastaava
4 Suodatinkangas
5 Saumat tiivistetään PU-saumavaahdolla
6 Raudoitus 2 T 8

- lattian pintarakenteen tulee olla irti vastaavasti pystyrakenteista

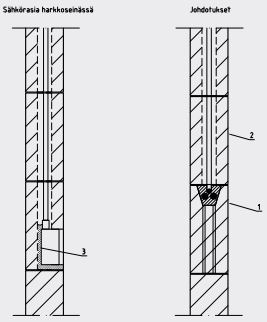
## F520230
Tiiliseinä, Alapohjaliitos,
Kantava alapohja



1 Elastinen saumausmassa + saumanauha
2 Bitumikermikaista + muurauslaastisauma
3 Suodatinkangas
4 Reunairroituskaista; ThermiSol Step Reunakaista 12 mm tai vastaava
5 Tiiliseinän alla kevytsoraharkkomuuraus h=200
6 Raudoitus T 8

- lattian pintarakenteen tulee olla irti vastaavasti pystyrakenteista
- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520231
Harkkoseinä, Johdotus, Sähkörasiat

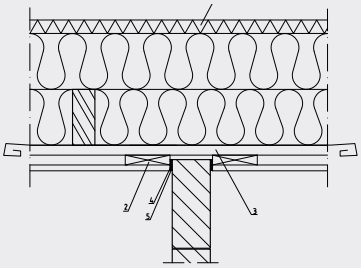



Vaaka ja pystyvedot harkkoseinässä

1 Palkkiharkko
2 Rollaharkko, vaihtoehtoisesti pystyveto normaaliharkon pystyreiässä.
3 Laastitäyttö

- kts. suunnittelu- ja työohje

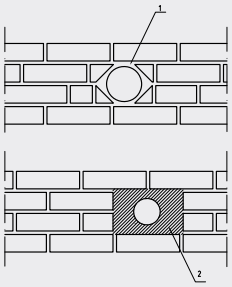
## F520232
Harkkoseinä, Yläpohjaliitos,
Puu yläpohja



1 kattorakenne rakennesuunnittelijan mukaan
2 22x100 k400
3 22x100 k400
4 umpisolunauha
5 elastinen saumaus, esim. Cascon Akustoseal

- kts. suunnittelu- ja työohje

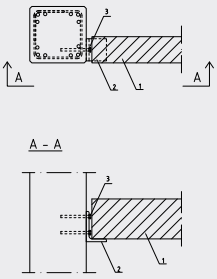
## F520233
Ilmanvaihtoputken läpivienti,
Tavanomainen läpivienti, Sähkö- tai putkilävistys paloseinässä



1 Tiivistys laastilla
2 Lävistys: esim. Thorstop silikonivaahto, johon reiät porataan ja kaapelit vedetään läpi

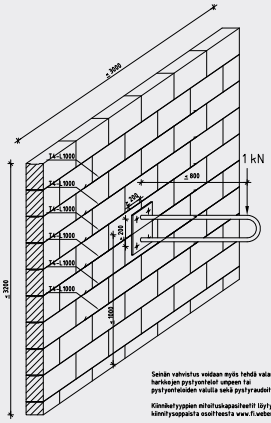
- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520234
Harkkoseinä, Väliseinäpalkki RRH
Aukkopalkin kannatus teräsbetonipilarista kulmaraudalla




1 Väliseinäpalkki RRH
2 Kulmarauta rakennesuunnittelijan ohjeen mukaan
3 Kiinnityssankkurit rakennesuunnittelijan ohjeen mukaan, esim. 2M12-200 + HILTI HIT HY 200A

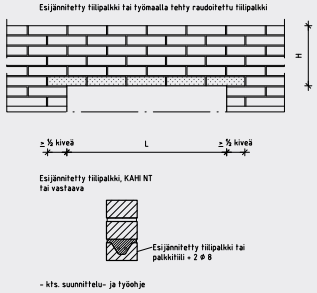
## F5202035
Kahi väliseinä 130 mm, Seinä tuettu ylhäältä ja sivulta, Ulokkeellinen tukikaide, seinän lisäraudoitus




Seinän vahvistus voidaan myös tehdä valamalla harkkojen pystyonteloit unpeen tai pystyonteloiden väliilä sekä pystyraudoituksella.

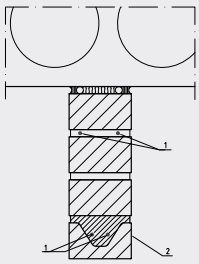
Kiinnityttyjen niteilluskapaiseetit löytyvät kiinnitysoppaista osoitteesta www.fi.weber

## F520236
Tiiliseinä, aukko, Esijännitetty tiilipalkki




- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520237
Tiiliseinä, Ei kantava aukkopalkki, Muurattu palkki



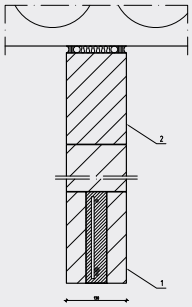
1 Teräkset mitoituksen mukaan vähintään 2 + 2T8

2 Palkkitiili

- palkkiterästen pituus L ≥ aukkomitta + 2x300 mm

- kts. suunnittelu- ja työohje

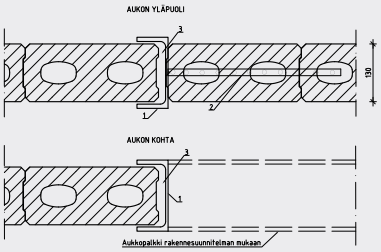
## F520238
Harkkoseinä, Runkoponttipalkki, Runkopalkki



1 Runkopalkki RH (minimi tukipinta 150mm)
2 Runkoponttiharkko 300 x 130 x 198 (kantava tai kevyt väliseinä)

- kts. suunnittelu- ja työohje

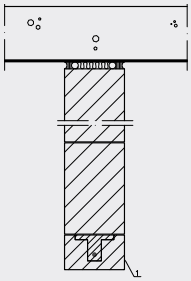
## F520239
Harkkoseinä, Pielituenta, UPE160




1 UPE160
2 Tartunnat K400 esim. reikänauha 1x20 mm
3 Liikuntasauma

- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520240
Harkkoseinä, Aukon ylitys,
Ei kantavat rakenteet

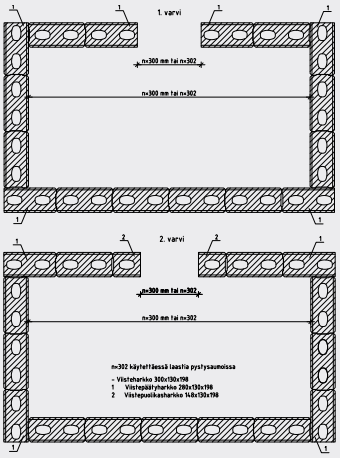


1 Esijännitetty Kahi-palkkielementti NT tai MT

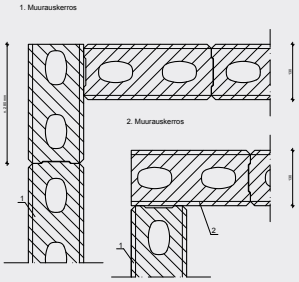
- korkeuden sovitus ohutsaumanuurauksen korkeusmittaan (200 mm) tehdään tarvittaessa muuratulla tiilellä

- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520241
Kahi-viisteharkkoseinän mitoitus



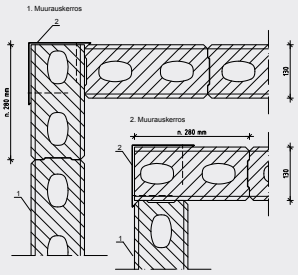

## F520242
Viisteharkkoseinä,
Ulkokulman muuraus




1 Viisteharkko 300x130x198
2 Viistepäätyharkko 280x130x198

- kts. suunnittelu- ja työohje

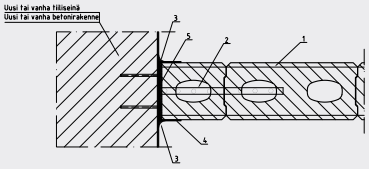
## F520243
Viisteharkkoseinä,
Ulkokulman muuraus L-profiilin avulla




1 Viisteharkko 300x130x198
2 L-profiili 150x150x0,6 kiinnitys nylontulpilla ja ruuvella

- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520244
Viisteharkkoseinä, Vaakaliitos,
jossa U-profiili

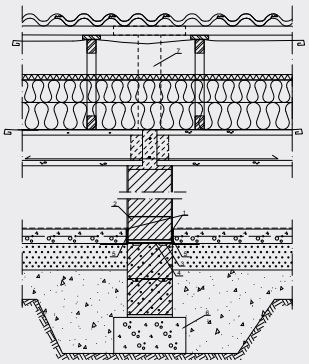



Tavanomainen liitos (kun seinän ääneneristysvaatimus $D_{nT,w}$ < 42 dB)

1 viisteharkko
2 tarvittaessa, tartunnat yleensä K400–600 esim. reikänauha 0.7–0.8 x 18–20 mm kiinnitys muovitulppa + ruuvi Φ 6 mm
3 elastinen saumamassa seinän molemmin puolin, ääneristety liitos (kun seinän ääneneristysvaatimus R'w ≥ 42 dB), esim. Akustoseal
4 U-profiili, esim. 132x35x1.5, kuumasinkitty muovipinnoitettu pelti
5 10 mm mineraalivilla liikuntasaumassa

- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520251
dB-harkkoseinä, betonirakenteinen yläpohja,
Huoneistojen välinen seinä, Kantavat rakenteet

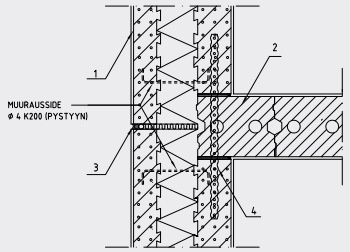


1 Elastinen saumamassa, esim. Akustoseal
2 Kahi desibelipontiharkko 300x240x128, tasoitus molemmin puolin
3 Irrotuskaista, esim. bitumikarmi
4 Muurausliaatiosauma
5 Reunaeristuskaista; ThermiSol Step Reunakaista 12 mm tai vastaava
6 Antura mitoituksen mukaan
7 Yläpohjan palokatko tarvittaessa.

- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520252

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

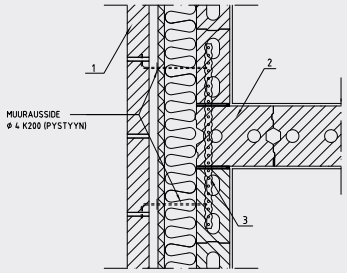



1 Ulkoseinä LTH
2 Kahi-desibeliponttiseinä, tasoitus molemmin puolin (pätee myös runkopo
3 Liikuntasauma, mineraalivillatilke, saumanauha, elastinen saumamassa
4 Tartunnat rst-reikänauha 18x1,0 L=800 k400

- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520253

dB-harkkoseinän liitos Kahi-ulkoseinään, Vaakaleikkaus

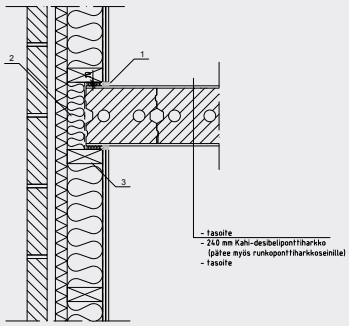



1 Ulkoseinä
2 Kahi-desibeliponttiseinä, tasoitus molemmin puolin (pätee myös runkopontt
3 Tartunnat rst-reikänauha 18x1,0 L=800 k400

- kts. suunnittelu- ja työohje

## F520255

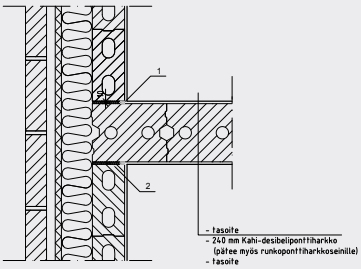
Kahi-desibeliponttiharkko
Liitos puurunkoiseen ulkoseinään




1 Väli- ja ulkoseinän liittymään jätetään n. 10 mm kittausvarat, tiivistys villalla ja elastisella saumausmassalla
2 Liitoksen lämmöneristyksessä käytetään pehmeätä villaa
3 Ulkoseinän runkoa ei saa liittää jäykästi väliseinään

## F520256

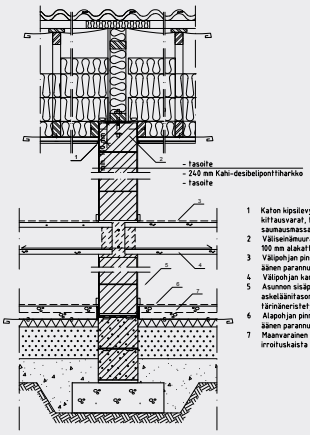
Kahi-desibeliponttiharkko
Liitos runkoponttiharkko-ulkoseinään




1 Väli- ja ulkoseinän liittymään jätetään n. 10 mm kittausvarat, tiivistys villalla ja elastisella saumausmassalla
2 Ulkoseinän runkoa ei saa liittää jäykästi väliseinään

## F520257

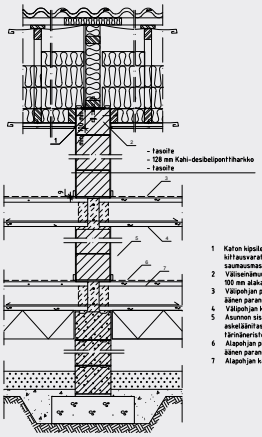
Kahi-desibeliponttiharkko
Pystyleikkaus Maanvarainen laatta




1 Katon kipsilevytyksen reunoille n. 10 mm kittausvarat, tiivistys elastisella saumausmassalla
2 Väliseinämuuraus ulottuu vähintään 100 mm alakattopinnan yläpuolelle
3 Välipohjan pinnoitusmateriaalin askel-äänen parannusluku ΔLw väh. 18 dB
4 Välipohjan kantava laatta väh. OL270
5 Asunnon sisäportaiden täytettävä askeläänitasonääräys (kiinnitys tärinäneristetysti)
6 Alapohjan pinnoitusmateriaalin askel-äänen parannusluku ΔLw väh. 18 dB
7 Maanvarainen laatta, reinoilla irroituskaista

## F520258

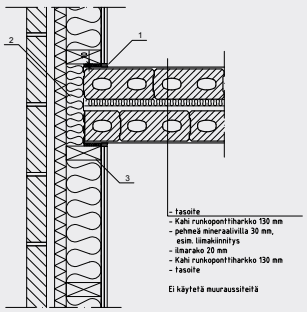
Kahi-desibeliponttiharkko
Pystyleikkaus Tuuletuva alapohja




1 Katon kipsilevytyksen reunoille n. 10 mm kittausvarat, tiivistys elastisella saumausmassalla
2 Väliseinämuuraus ulottuu vähintään 100 mm alakattopinnan yläpuolelle
3 Välipohjan pinnoitusmateriaalin askel-äänen parannusluku ΔLw väh. 18 dB
4 Välipohjan kantava laatta väh. OL270
5 Asunnon sisäportaiden täytettävä askeläänitasonääräys (kiinnitys tärinäneristetysti)
6 Alapohjan pinnoitusmateriaalin askel-äänen parannusluku ΔLw väh. 18 dB
7 Alapohjan kantava laatt väh. OL270

## F520259

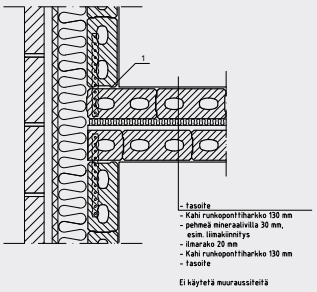
Kahi-runkoponttiharkko, kaksinkertainen seinärakenne Liitos puurunkoiseen ulkoseinään




1 Väli- ja ulkoseinän liittymään jätetään n. 10 mm kittausvarat, tiivistys villalla ja elastisella saumausmassalla
2 Liitoksen lämmöneristyksessä käytetään pehmeätä villaa
3 Ulkoseinän rungon saa kiinnittää jäykästi väliseinään saman puolen muuraukseen

## F5202060

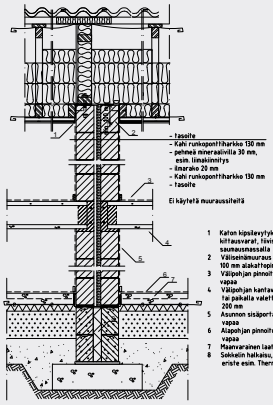
Kahi-runkoponttiharkko, kaksinkertainen seinärakenne Liitos runkopontti-ulkoseinään




1 Ulkoseinän sisäkuori kiinnitetään mahdollisimman tiiviisti ja jäykästi väliseinään. Liitoksessa käytettävä saumaraudoitusta. Esim. reikänauhoja.

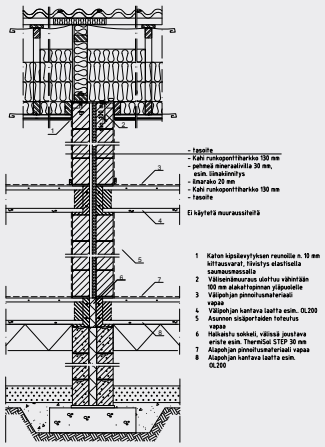
## F520261

Kahi-runkoponttiharkko, kaksinkertainen seinärakenne Pystyleikkaus maanvarainen laatta

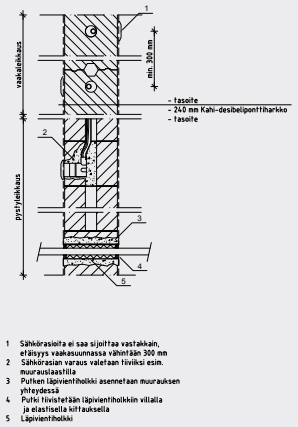



1 Katon kipsilevytyksen reunoille n. 10 mm kittausvarat, tiivistys elastisella saumausmassalla
2 Väliseinämuuraus ulottuu vähintään 100 mm alakattopinnan yläpuolelle
3 Välipohjan pinnoitusmateriaali vapaa
4 Välipohjan kantava laatta esim. OL200 tai paikalla valettu betonilaatta 200 mm
5 Asunnon sisäportaiden toteutus vapaa
6 Alapohjan pinnoitusmateriaali vapaa
7 Maanvarainen laatta
8 Sokkelin halkaisu, väliksä joustava eriste esim. ThermiSol STEP 30 mm

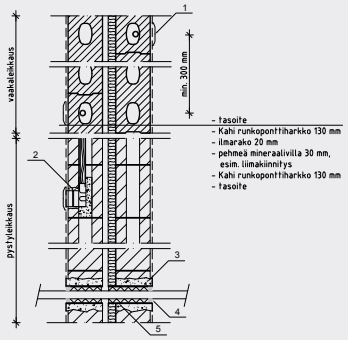
## F520262
Kahi-runkoponttiharkko, kaksinkertainen seinärakenne Pystyleikkaus Tuulettuva alapohja



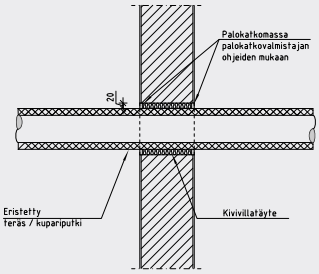

## F520263
Kahi-desibelipnttiharkko Läpiviennit



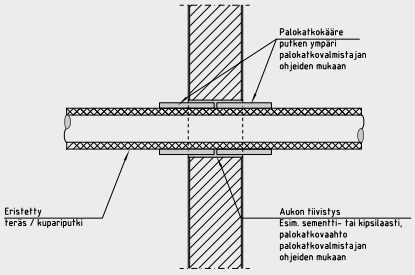

## F520264
Kahi-runkoponttiharkko, kaksinkertainen seinärakenne Läpiviennit



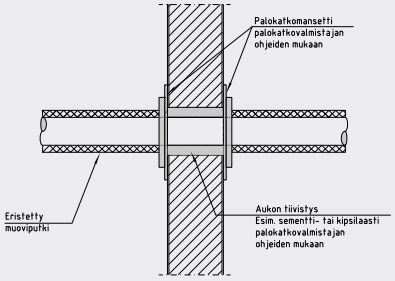

## F520271
Palokatko, Putkiläpivienti Kahi- ja Leca-seinässä Metalliputket, kivivillaeriste EI 60



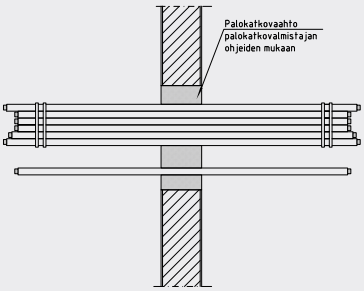

## F520272
Palokatko, Putkiläpivienti Kahi- ja Leca-seinässä, Metalliputket, palava eriste, EI 60



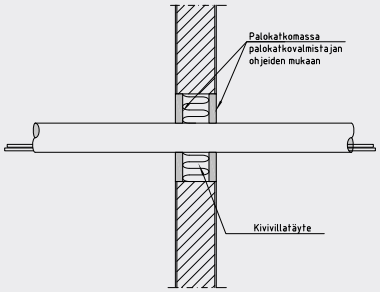

## F520273
Palokatko, Putkiläpivienti Kahi- ja Leca-seinässä, Muoviputket, palava eriste, EI 60



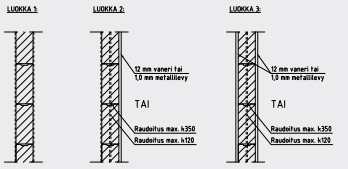

## F520274
Palokatko, Sähköläpivienti Kahi- ja Leca-seinässä, Kaapeli / kaapelinippu, EI 60




## F520275
Palokatko, Sähköläpivienti Kahi- ja Leca-seinässä, Muovinen suojaputki EI 60




## F520280
Kahi- ja Leca-seinät, Vähimmmäisvaatimukset seinien rakenteelliselle suojaukselle murto-suojeluluokissa 1, 2 ja 3




VÄLISEINÄ MURTOSUOJELULUOKASSA 1:

Muurattu rakenne

VÄLISEINÄ MURTOSUOJELULUOKASSA 2:

Kevytsoraharkkoväliseinät ja Kahi-väliseinät on vahvistettava säilytysrilan puolella
12 mm vanerilla tai 1,0 mmn metallilevyllä 4 metrin korkeuteen lattia- tai muusta seisomatasosta.
Tai muurattu rakenne raudoitetaan. Vaakaraudoitus max. k 350 ja pystyraudoitus max. k 120

VÄLISEINÄ MURTOSUOJELULUOKASSA 3:

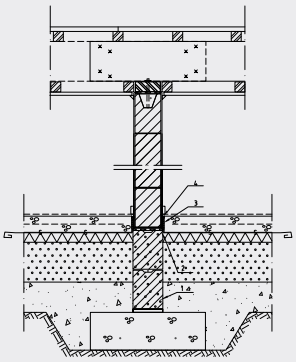
Kevytsoraharkkoväliseinät ja Kahi-väliseinät on vahvistettava molemmin puolin
12 mm vanerilla tai 1,0 mmn metallilevyllä 4 metrin korkeuteen lattia- tai muusta seisomatasosta.
Tai muurattu rakenne on raudoitetaan. Vaakaraudoitus max. k 350 ja pystyraudoitus max. k 120

YLEISOHJE:
Rakenteiden on oltava lujuudeltaan ja rakennustavaltaan sellaisia, että tilaan tunkeutuminen ei ole mahdollista ilman työkalulla tapahtuvaa rakenteiden rikkomista.

Väliseinärakenteen tulee ulottua lattiasta kattoon.
Alakaton yläpuoli voidaan suojata myös ristikolla.

## F520281

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

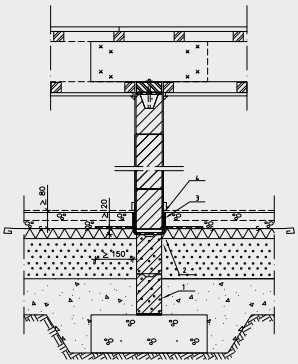


1 Leca-harkko UH-150
2 Bitumihuopa
3 Irroituskaista sokkelin ja alapohjalaatan välissä
4 Pyöreä umpisoluinen polyeteenisaumanauha (uporus n. 20 mm) +elastinen saumamassa esim. ilbruck SP525 sisäpuoliseen saumaukseen

Ilmatiiviys varmistetaan Kahi- ja Leca-talojen tiivistysohjeiden mukaan.

## F520282

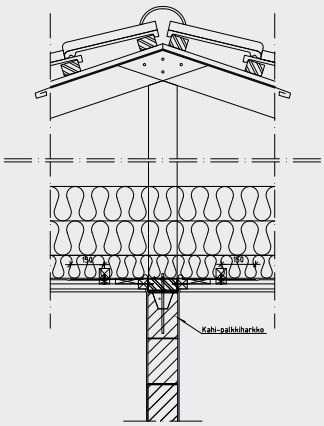
Kahi-runkoponttiharkko, kantava väliseinä, Radon-ratkaisu, Puuvälipohja, Ala- ja välipohjaliitos



1 Leca-harkko UH-150
2 Kumibitumikerni, painuma-/joustovara ≥20 mm
3 Irroituskaista sokkelin ja alapohjalaatan välissä
4 Pyöreä umpisoluinen polyeteenisaumanauha (uporus n. 20 mm) + elastinen saumamassa esim. ilbruck SP525 sisäpuoliseen saumaukseen

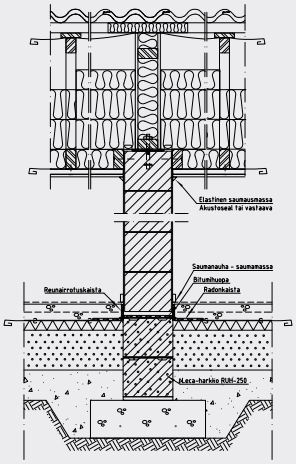
## F520283

Kahi-runkoponttiharkko, kantava väliseinä, Kahi-palkkiharkko, Puuyläpohja, Yläpohjaliitos



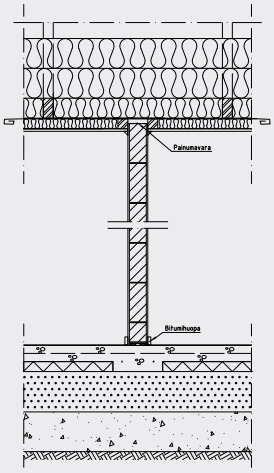

## F520284

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




## F520285

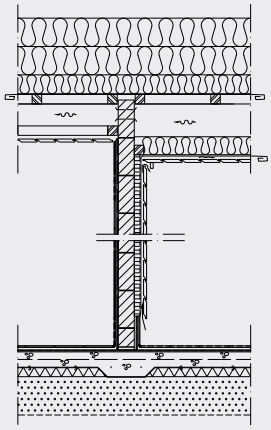
Kahi-väliseinäponttiharkko, kantamaton väliseinä, Puuvälipohja, painumavara, Ala- ja yläpohjaliitos




Ilmatiiviys varmistetaan Kahi- ja Leca-talojen tiivistysohjeiden mukaan.

## F520286

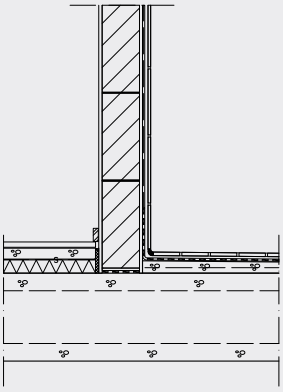
Kahi-väliseinäponttiharkko, saunan ja pesuhuoneen välinen seinä, Puuyläpoh ja, painumavara, Ala- ja yläpohjaliitos



tiiviys varmistetaan Kahi- ja Leca-talojen tiivistysohjeiden mukaan.

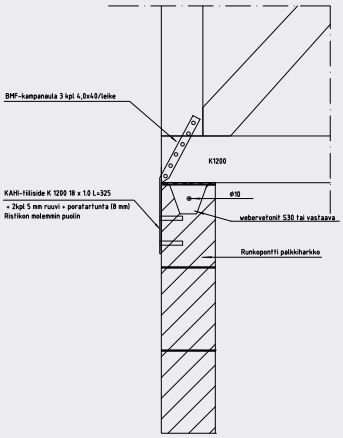
## F520287

Kahi-väliseinäponttiharkko, Väliseinä, märkätila, Lattialiitos



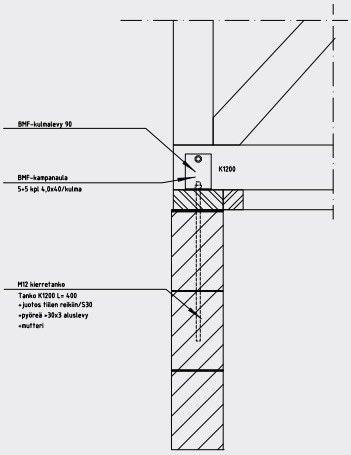
## F5202088

Kattoristikoiden kiinnitys, Kahi-runkoponttiharkkoseinään, Kahi-palkkiharkko

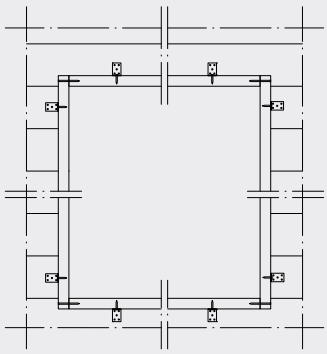



## F520289

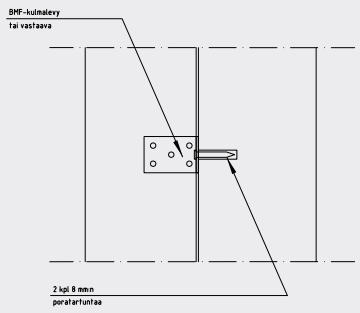
Kattoristikoiden kiinnitys Kahi-runkoponttiharkkoseinään, Puuyläpohja



**F520290**
Ikkunan apukarmin kiinnitys Kahi-runkoponttiharkkoon, teräskiinnikkeet



**F520291**
Ikkunan apukarmin kiinnitys Kahi-runkoponttiharkkoon, teräskiinnitys, detalji




Detaljit (pdf- ja dwg-muodossa) sekä mallityöselostukset on ladattavissa osoitteesta www.fi.weber

## Kahi-väliseinien rakenneyksityiskohdat

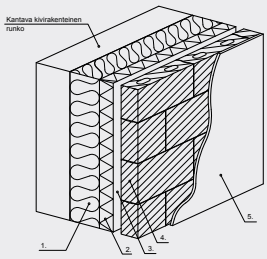
**F520201** Tiiliseinä, Ei-kantava aukkopalkki, Esijännitetty palkkielementti
**F520202** Harkkoseinä, Ovikarmin kiinnitys
**F520203** Tiiliseinä, Vaakaliitos
**F520204** Harkkoseinä, Vaakaliitos
**F520205** Tiiliseinä, Vaakaliitos, T-liitos
**F520206** Tiiliseinä, Johdotukset, Sähkörasiat
**F520207** Tiiliseinä, pystytuki, Palosuojaus
**F520208** Tiiliseinä, pystytuki, Aukonpieli
**F520209** Runkoponttiharkko, Vaakaliitos
**F520210** Tiiliseinä, pystytuki, Välipohja läpipulttaus
**F520211** Tiiliseinä, pystytuki, Liikuntasauma
**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, Väliseinäponttipalkki, Väliseinäpalkki
**F520220** Harkkoseinä, Vaakaliitos, T-liitos
**F520221** Osastoiva tiiliseinä, Liikuntasauma
**F520222** Tiiliseinä, liikuntasauma, 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

**F520228** Tiiliseinä, Välipohjaliitos, Kelluva laatta
**F520229** Tiiliseinä, Alapohjaliitos, Kantava alapohja
**F520230** Tiiliseinä, Alapohjaliitos, Kantava alapohja
**F520231** Harkkoseinä, Johdotus, Sähkörasiat
**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, UPE160
**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-desibelipnttiharkko 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 suojaputki EI 60
**F520280** Kahi- ja Leca-seinät, Vähimmmäisvaatimukset 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, detalji

# 13 Kahi Facade -rakennedetaljeja

## Rakennetyypit

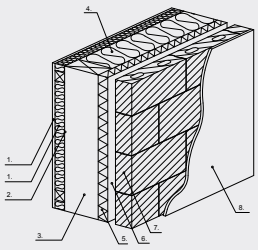
### F311001
Kahi Facade -harkkojulkisivu
Uudisrakentaminen Kivirunko




1. Mineraalivilla, esim. ISOVER KL-32
2. Tuulensuojaeriste, esim. ISOVER RKL-31 Facade
3. Tuuletusväli ≥ 30 mm, suunnittelijan ohjeen mukaan
4. Kahi-harkkomuuraus 300x85/130x198, ruostumattomat muraussiteet esim. Amutek HR-S tai RL-S Ø4 mm, vähintään 2 kpl/m², suunnittelijan ohjeen mukaan.
   Kiinteitä muraussiteitä, jotka on testattu liikettä sallimattomina, voidaan käyttää vain alle kuusi metriä korkeissa kuurimuureissa sekä kuurimuureissa, jotka on vaakasuuntaisilla liikuntasaumoilla jaettu alle kuusi metriä korkeisiin osiin.
   Tätä korkeammissa kuurimuureissa on tarvittaessa laskettava seinäpuoliskojen välinen liike kosteus- ja lämpötilavaihtelusta sekä käytettävä sellaista sidetyyppiä, jolla on riittävä liikevara (pystysuuntaisen liikkeen salliva siteitä).
5. Weber kaksikerrosrappaus

Verkotuksen suhteen noudatetaan myös harkkovalmistajan ohjeita. Verkotus vähentää alustan liikkeistä johtuvaa rappauksen halkeilua, joten se on suositeltavaa tehdä, erityisesti kun muurauksen ja rappauksen välissä ei ole ollut rakennuksen lämmityskautta. Kahi Facade rappausratkaisun alusta on liikumaton, joiloin verkotusta ei tarvita (oletetaan, että perustukset ovat kunnossa).
Aukkojen kulmin sekä ylityspalkkien päihin asennetaan aina lisäksi verkkokaistaleet, n. 500 x 500 mm. Ylimäärinen verkkokaistale asennetaan myös eri alusmateriaalien liitoskohtien yli. Verkkokaistaleet voidaan asentaa jo ennen pohjarappausta tuoreella pohjiaasttilla. Yliverkotuksessa verkko painetaan tuoreeseen laastiin siten, että verkko jää laastikerrosten keskivaiheille. Verkko ei saa painua laastikerroksen pohjaan alustaa vasten. Rappausverkon saumakohdat limitetään 100 mm.

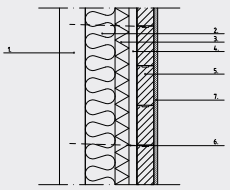
### F311002
Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen
Puurunko/teräsrankarunko




1. Kipsilevy, vaakakoolaus ja mineraalivilla, esim. ISOVER KL-33
2. Höyrynsulku, esim. ISOVER VARIO
3. Puu/teräsrankarunko
4. Mineraalivillalevy, esim. ISOVER KL-33
5. Jäykkä sähköestävä tuulensuojaeriste, esim. ISOVER RKL-31 Facade
6. Tuuletusväli ≥30 mm, suunnittelijan ohjeen mukaan
7. Kahi-harkkomuuraus 300x85/130x198, ruostumattomat muraussiteet esim. Amutek HR-S tai RL-S Ø4 mm, vähintään 2 kpl/m², suunnittelijan ohjeen mukaan
   Kiinteitä muraussiteitä, jotka on testattu liikettä sallimattomina, voidaan käyttää vain alle kuusi metriä korkeissa kuurimuureissa sekä kuurimuureissa, jotka on vaakasuuntaisilla liikuntasaumoilla jaettu alle kuusi metriä korkeisiin osiin.
   Tätä korkeammissa kuurimuureissa on tarvittaessa laskettava seinäpuoliskojen välinen liike kosteus- ja lämpötilavaihtelusta sekä käytettävä sellaista sidetyyppiä, jolla on riittävä liikevara (pystysuuntaisen liikkeen salliva siteitä).
8. Weber kaksikerrosrappaus

Verkotuksen suhteen noudatetaan myös harkkovalmistajan ohjeita. Verkotus vähentää alustan liikkeistä johtuvaa rappauksen halkeilua, joten se on suositeltavaa tehdä, erityisesti kun muurauksen ja rappauksen välissä ei ole ollut rakennuksen lämmityskautta. Kahi Facade rappausratkaisun alusta on liikumaton, joiloin verkotusta ei tarvita (oletetaan, että perustukset ovat kunnossa).
Aukkojen kulmin sekä ylityspalkkien päihin asennetaan aina lisäksi verkkokaistaleet, n. 500 x 500 mm. Ylimäärinen verkkokaistale asennetaan myös eri alusmateriaalien liitoskohtien yli. Verkkokaistaleet voidaan asentaa jo ennen pohjarappausta tuoreella pohjiaasttilla. Yliverkotuksessa verkko painetaan tuoreeseen laastiin siten, että verkko jää laastikerrosten keskivaiheille. Verkko ei saa painua laastikerroksen pohjaan alustaa vasten. Rappausverkon saumakohdat limitetään 100 mm.

### F311003
Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen
Kivialusta (betoni, Leca-harkko, tiili, kevytbetoni)

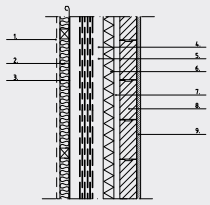



1. Kantava kivirakenteinen runko
2. Mineraalivilla, esim. ISOVER KL-32
3. Tuulensuojaeriste, esim. ISOVER RKL-31 Facade
4. Tuuletusväli ≥30 mm, suunnittelijan ohjeen mukaan
5. Kahi-harkkomuuraus 300x85/130x198
6. Ruostumattomat muraussiteet Ø4 mm, vähintään 2 kpl/m², suunnittelijan ohjeen mukaan
   Kiinteitä muraussiteitä, jotka on testattu liikettä sallimattomina, voidaan käyttää vain alle kuusi metriä korkeissa kuurimuureissa sekä kuurimuureissa, jotka on vaakasuuntaisilla liikuntasaumoilla jaettu alle kuusi metriä korkeisiin osiin.
   Tätä korkeammissa kuurimuureissa on tarvittaessa laskettava seinäpuoliskojen välinen liike kosteus- ja lämpötilavaihtelusta sekä käytettävä sellaista sidetyyppiä, jolla on riittävä liikevara (pystysuuntaisen liikkeen salliva siteitä).
7. Weber kaksikerrosrappaus

Verkotuksen suhteen noudatetaan myös harkkovalmistajan ohjeita. Verkotus vähentää alustan liikkeistä johtuvaa rappauksen halkeilua, joten se on suositeltavaa tehdä, erityisesti kun muurauksen ja rappauksen välissä ei ole ollut rakennuksen lämmityskautta.

Aukkojen kulmin sekä ylityspalkkien päihin asennetaan aina lisäksi verkkokaistaleet, n. 500 x 500 mm. Ylimäärinen verkkokaistale asennetaan myös eri alusmateriaalien liitoskohtien yli. Verkkokaistaleet voidaan asentaa jo ennen pohjarappausta tuoreella pohjiaasttilla. Yliverkotuksessa verkko painetaan tuoreeseen laastiin siten, että verkko jää laastikerrosten keskivaiheille. Verkko ei saa painua laastikerroksen pohjaan alustaa vasten. Rappausverkon saumakohdat limitetään 100 mm.

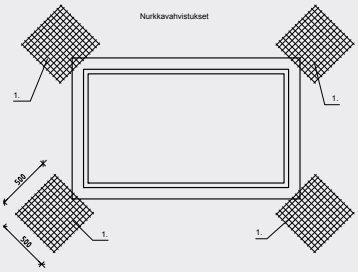
### F311004
Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen
Puu-/teräsrankarunko




1. Sisäverhouslevy
2. Vaakakoolaus 50x50 ja mineraalivilla, esim. ISOVER KL-33
3. Höyrynsulku, polyeteenikalvo 0,2 mm, saunat limitetty
4. Runko: - teräsuraa, t ≥ 0,75 mm tai
   - puuranka
5. Mineraalivilla, esim. ISOVER KL-33
6. Tuulensuojaeriste, esim. ISOVER RKL-31 Facade
7. Tuuletusväli ≥30 mm, suunnittelijan ohjeen mukaan
8. Kahi-harkkomuuraus 300x85/130x198,
   ruostumattomat muraussiteet Ø4 mm, vähintään 2 kpl/m², suunnittelijan ohjeen mukaan.
   Kiinteitä muraussiteitä, jotka on testattu liikettä sallimattomina, voidaan käyttää vain alle kuusi metriä korkeissa kuurimuureissa sekä kuurimuureissa, jotka on vaakasuuntaisilla liikuntasaumoilla jaettu alle kuusi metriä korkeisiin osiin. Tätä korkeammissa kuurimuureissa on tarvittaessa laskettava seinäpuoliskojen välinen liike kosteus- ja lämpötilavaihtelusta sekä käytettävä sellaista sidetyyppiä, jolla on riittävä liikevara (pystysuuntaisen liikkeen salliva siteitä).
9. Weber kaksikerrosrappaus

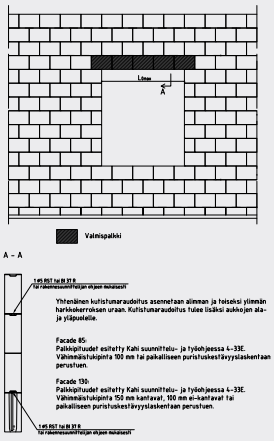
Verkotuksen suhteen noudatetaan myös harkkovalmistajan ohjeita.
Verkotus vähentää alustan liikkeistä johtuvaa rappauksen halkeilua, joten se on suositeltavaa tehdä, erityisesti kun muurauksen ja rappauksen välissä ei ole ollut rakennuksen lämmityskautta.
Aukkojen kulmin sekä ylityspalkkien päihin asennetaan aina lisäksi verkkokaistaleet, n. 500 x 500 mm. Ylimäärinen verkkokaistale asennetaan myös eri alusmateriaalien liitoskohtien yli. Verkkokaistaleet voidaan asentaa jo ennen pohjarappausta tuoreella pohjiaasttilla. Yliverkotuksessa verkko painetaan tuoreeseen laastiin siten, että verkko jää laastikerrosten keskivaiheille. Verkko ei saa painua laastikerroksen pohjaan alustaa vasten. Rappausverkon saumakohdat limitetään 100 mm.

### F311005
Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen
Nurkkavahvistus aukkojen kulmissa

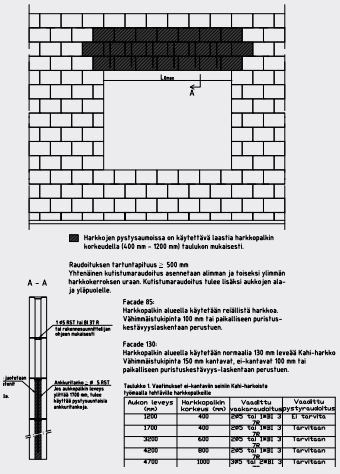



1. weber Lasikulta -verkkopalat vähintään 500 x 500 mm²

### F311006
Kahi Facade -harkkojulkisivu
Aukon ylitys valmisharkkopalkilla

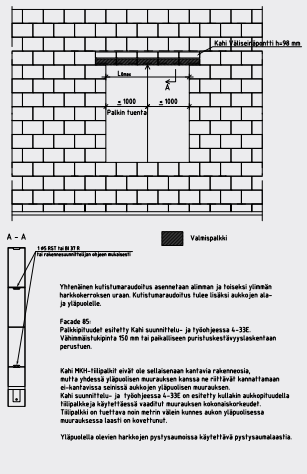



### F311007
Kahi Facade -harkkojulkisivu Aukon ylitys
paikalla tehdyllä harkkopalkilla

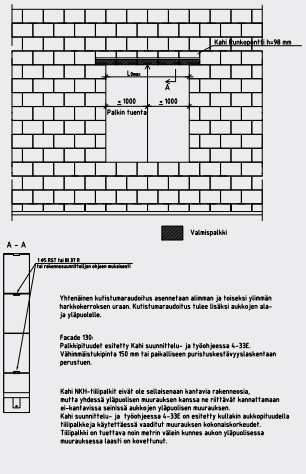



| Aukon leveys (mm) | Harkkopalkin korkeus (mm) | Vaadittu wuokrauudoituksen | Vaadittu pystysuudoitus |
|---|---|---|---|
| 1200 | 400 | 2Ø5 tai 1Ø8 | Ei tarvitse |
| 1700 | 400 | 2Ø5 tai 1Ø8 | Tarvitsen |
| 3000 | 600 | 2Ø5 tai 1Ø8 | Tarvitsen |
| 4200 | 800 | 2Ø5 tai 1Ø8 | Tarvitsen |
| 4700 | 1000 | 2Ø5 tai 2Ø8 | Tarvitsen |

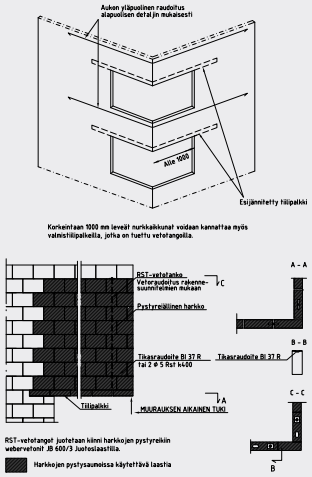
### F311008
Kahi Facade -harkkojulkisivu Aukon ylitys
MKH-Kahi-Tiilipalkilla Kantamattomat seinät



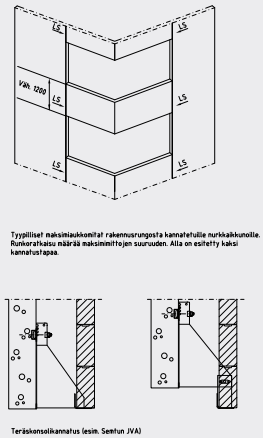

### F311009
Kahi Facade -harkkojulkisivu Aukon ylitys
NKH-Kahi-Tiilipalkilla Kantamattomat seinät



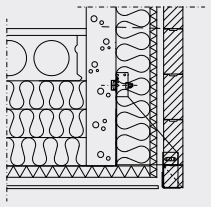
## F311010
Kahi Facade -harkkojulkisivu Pienten nurkka-ikkunoiden kannatus Ei liikuntasaumaa



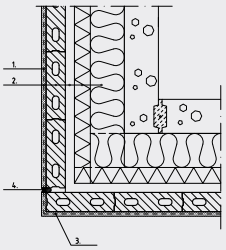

## F311011
Kahi Facade -harkkojulkisivu Suurten nurkka-ikkunoiden kannatus Liikuntasauma molemmin puolin




## F311012
Kahi Facade -harkkojulkisivu Sisäänvedetty julkisivu

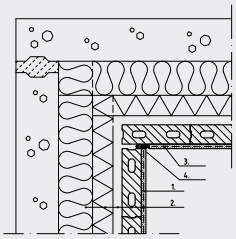



## F311013
Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Ulkonurkka Kivialusta



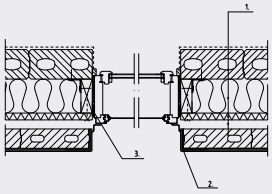

1. Weber kaksikerrosrappaus
2. Kerrokset ks. Järjestelmäkuvaus
3. weber Kulma
4. Liikuntasauma suunnittelijan ohjeiden mukaisesti, Liikuntasaumavälit on esitetty Kahi-rakenteiden suunnittelu- ja työohjeessa

## F311014
Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Sisänurkka Kivialusta



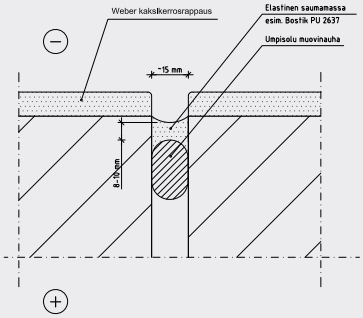

1. Weber kaksikerrosrappaus
2. Kerrokset ks. Järjestelmäkuvaus
3. weber Kulma
4. Liikuntasauma suunnittelijan ohjeiden mukaisesti, Liikuntasaumavälit on esitetty Kahi-rakenteiden suunnittelu- ja työohjeessa

## F311015
Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Ikkunanpielet Vaakaleikkaus

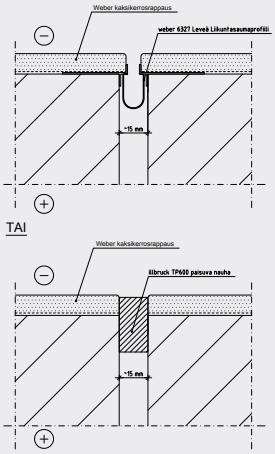



1. Kerrokset ks. Järjestelmäkuvaus
2. weber Kulma
3. ilibruck TP320 Paisuva nauha
   TAI
   Mineraalivilla n. 1/3 karmisyvyydestä
   SPU-vaahto n. 2/3 karmisyvyydestä
   Elastinen saumamassa esim. ilibruck SP520 ulkopuoliseen saumaamiseen
   tai SP525 sisäpuoliseen saumaamiseen

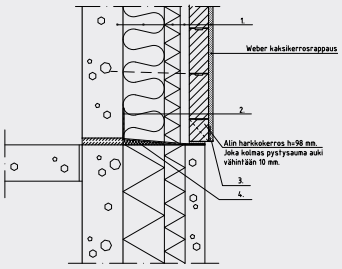
## F311016
Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Pystysuuntainen liikuntasauma Kivialusta




## F311017
Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Pystysuuntainen liikuntasauma Kivialusta




## F311018
Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Sokkelileikkaus Kivialusta

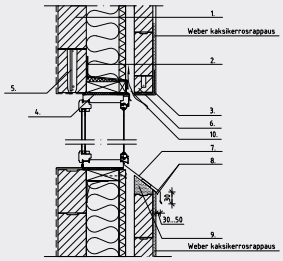



1. Kerrokset, ks. Järjestelmäkuvaus
2. Bitumikermihuopakaista
3. weber 3032 Aloituslista ja weber 3052 Kulmaprofiili ja weber 3305 Kulmaprofiili
4. Kova ja vino mineraalivilla

HUom. Muuraus alkaa alenpaa kuin muu seinärakenne.

## F311019

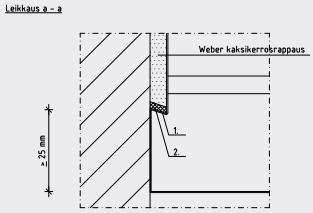
Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen
Ikkunanpielet Pystyleikkaus




1. Kerrokset, ks. Järjestelmäkuvaus
2. Bitumikermihuopakaista
3. weber Kulmaprofiili
4. illbruck TP320 Paisuva nauha
   TAI
   Mineraalivilla n. 1/3 karnisyvyydestä,
   SPU-vaahto n. 2/3 karnisyvyydestä,
   Elastinen saumamassa esim. illbruck SP520 ulkopuoliseen saumaamiseen
   tai SP525 sisäpuoliseen saumaamiseen
5. Kahi Runkopalkki RH
6. Kahi Tiilipalkki NKH, VH-/VHR-palkki, RH-/RRH-palkki, betonipalkki
   tai teräsprofiilipalkki
7. Vesipelti, ks. RT 80-10632
   - kaltevuus vähintään 1 : 2,5
   - väliluenta > 1,5 m aukoissa
8. Myrskypelti ja tiivistysnauha
9. Kallistuslaasti
10. Seinärakenteen tuuletus rakennesuunnittelijan ohjeiden mukaan

## F311020

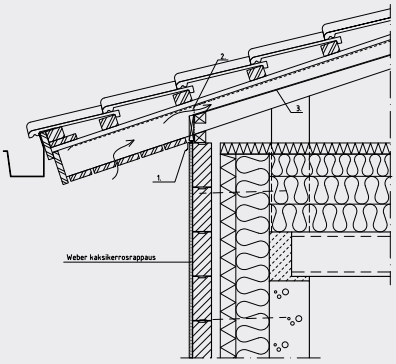
Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen
Ikkunanpielet Leikkaus a–a Ikkunan vesipelti/
vedenohjain




1. Vesipellin vedenohjaimen rappausreuna
2. weber Tiivistenauha

## F311021

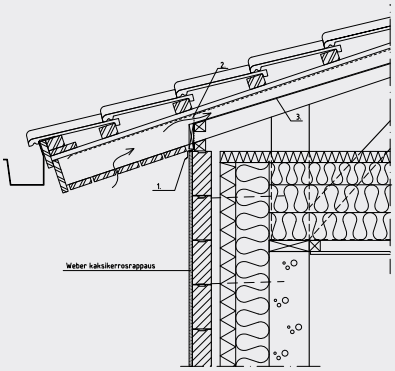
Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen
Sivuräystäs Kivialusta




1. Vastapelti
2. Tiheäsiimäinen verkko
3. Tuulenohjain tarvittaessa

## F311022

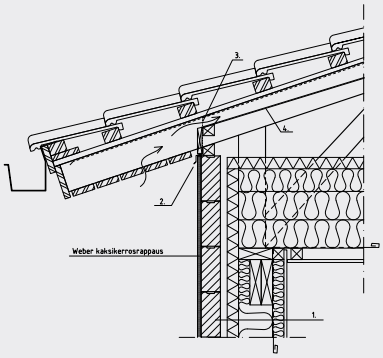
Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen
Sivuräystäs Puuyläpohja




1. Vastapelti
2. Tiheäsiimäinen verkko
3. Tuulenohjain tarvittaessa

## F311023

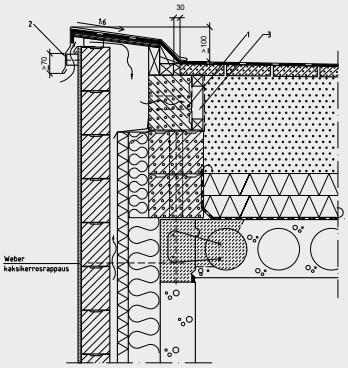
Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen
Sivuräystäs Puu-/teräsrankarunko




1. Kerrokset, ks. Järjestelmäkuvaus
2. Vastapelti
3. Tiheäsiimäinen verkko
4. Tuulenohjain tarvittaessa

## F311024

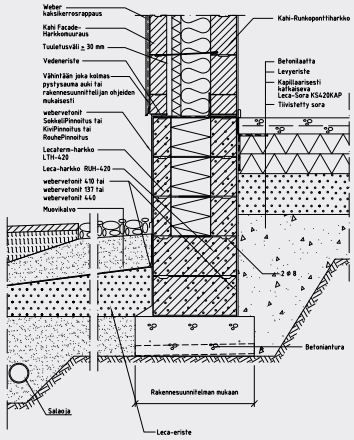
Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen
Tuulettuva räystäs Muurattu julkisivu




1 Tuuletus pinta-ala harkossa 500...1000 cm²/m
2 Tuuletus aukkojen ala 100...200 cm²/m
   Aukon suojana verkko, silmäkoko ~ 4mm
3 Kanava läpi räystään

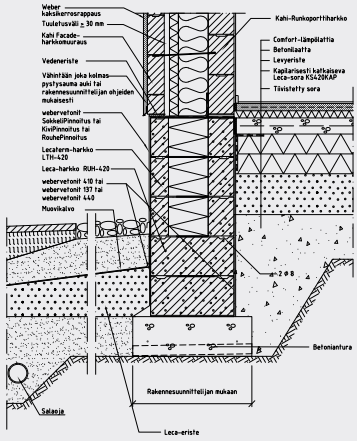
## F311025

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



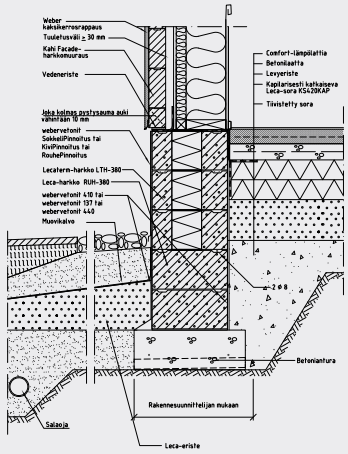

## F311026

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



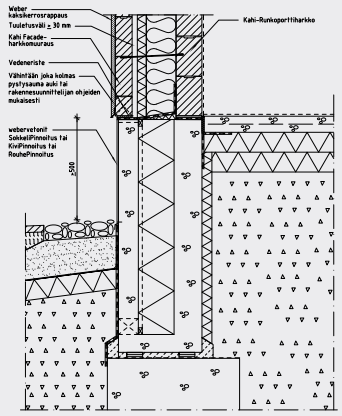

## F311027

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



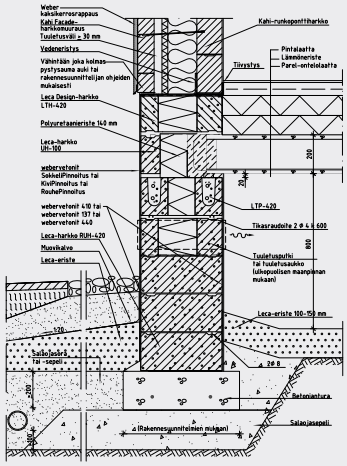
## F311028

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



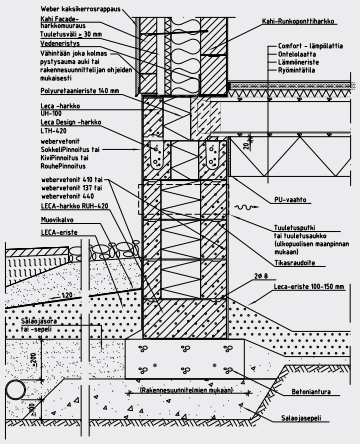

## F311029

Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen
Ryömintätilainen perustus Ontelolaatta-alapohja



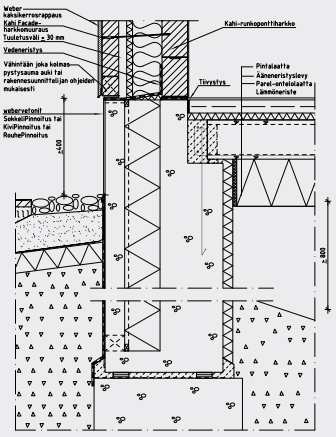

## F311030

Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen
Ryömintätilainen perustus Ontelolaatta-alapohja



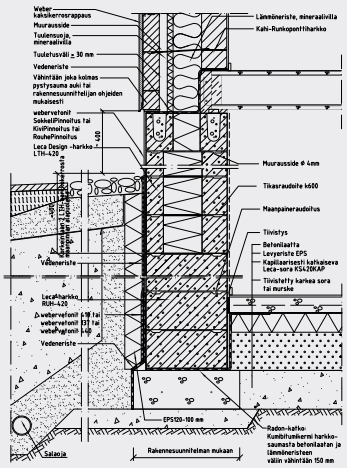

## F311031

Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen
Ryömintätilainen perustus Ontelolaatta-alapohja
Sokkelielementti



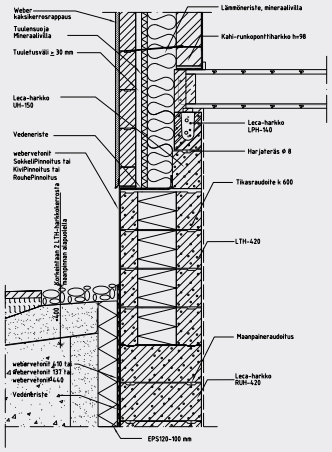

## F311032

Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen
Kellarillinen perustus



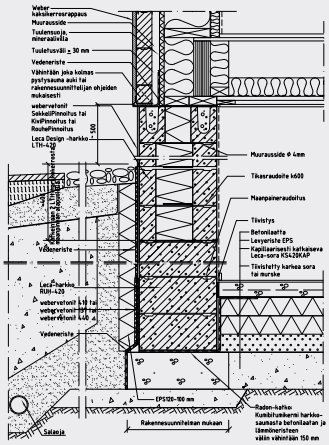

## F311033

Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen
Kellarillinen seinä



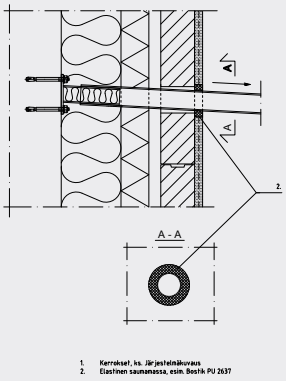

## F311034

Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen
Kellarillinen perustus  Puurunko Puuvälipohja



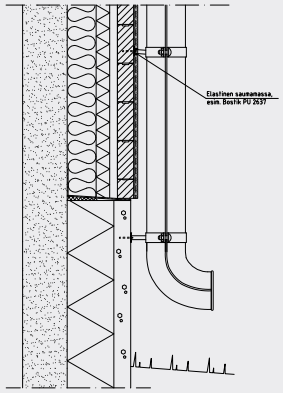

## F311035

Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen
Tikkaiden kiinnitys




## F311036

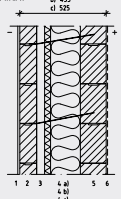
Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen
Syöksytorven kiinnitys



## F311037

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

a) YM 1010/2017 vertailuarvo U=0,17 W/m²K (huvassa)
b) Matalaenergia U=0,12 W/m²K a) 435
c) Passiivi U=0,10 W/m²K b) 455
c) 525




1 Weber kaksikerrosrappaus
2 Ohutsaumamuuraus, Kahi Facade-harkko 85 mm, muurausiteet RST
a) #4 vähintään 2 kpl/m², suunnittelijan ohjeen mukaan
b) #5 6 kpl/m², c) #5 11 kpl/m²
3 Ilmarako ≥ 40 mm
4 a) Tuulensuojeriste ISOVER RKL-Facade 30 mm,
Lämmöneriste ISOVER KL-32 150 mm
4 b) SPU-AL 200 mm
4 c) SPU-AL 270 mm
5 Ohutsaumamuuraus, Kahi-runkoponttiharkko 130 mm
6 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan

TOTEUTUS- JA SUUNNITTELUOHJEET:
- liittyminen vaaka- ja pystyrakenteisiin rakennesuunnittelijan ohjeen mukaan

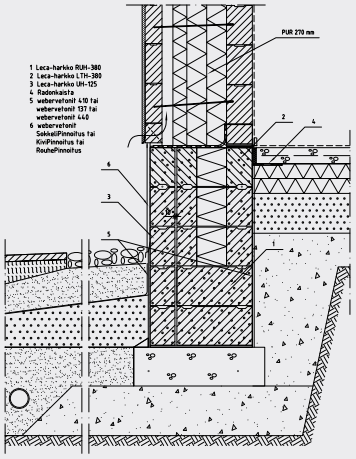
LÄMMÖNLÄPÄISYKERROIN: a) 0,17, b) 0,12, c) 0,10 W/m²K,
- laskennassa on käytetty lämmönjohtavuutta λ-a

YHDEN KUOREN PALONKESTOLUOKKA:
EI 180 kantamaton
REI 120 kantava (umpinainen runkoponttiharkko)
REI 90 kantava (reiällinen runkoponttiharkko)

ÄÄNENERISTÄVYYS: $R_w$= 62 dB $R_w+C_{tr}$ = 56 dB *)
*) Ratkaisun ai mukaan

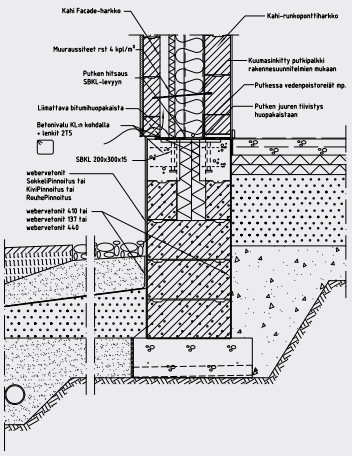
## F311038

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



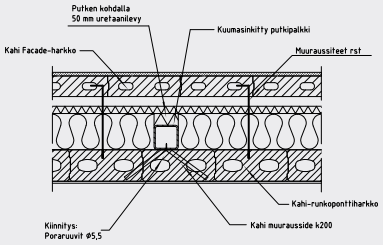

## F311039

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



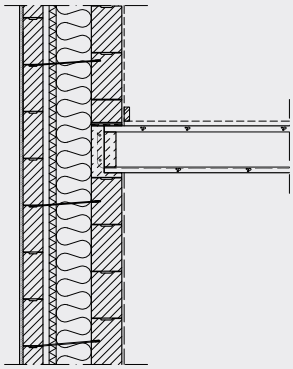

## F311040

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



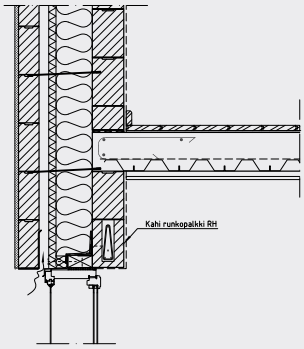

## F311041

Kahi Facade -harkkojulkisivu Kahi-runkoponttiharkko Ontelolaattavälipohja Kahi Facade-harkkomuuraus



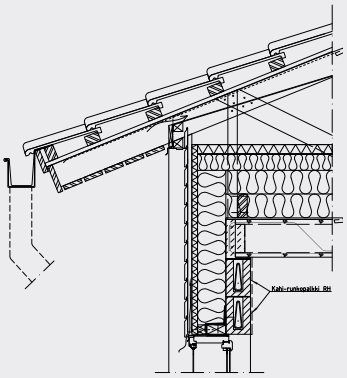
## F311042

Kahi Facade -harkkojulkisivu Kahi-runkoponttiharkko, Kahi-runkopalkki RH Liittolaattavälipohja Kahi Facade-harkkomuuraus



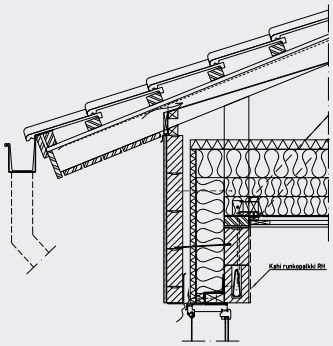

## F311043

Kahi Facade -harkkojulkisivu Kahi-runkoponttiharkko, Kahi-runkopalkki RH Ontelolaattayläpohja, tiilikate, umpiräystäs Kahi Facade- / lautaverhous



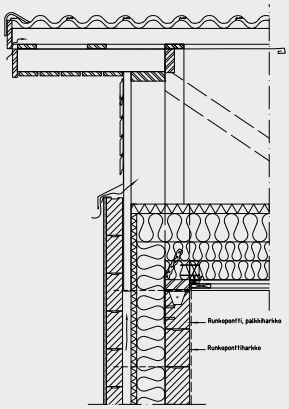

## F311044

Kahi Facade -harkkojulkisivu Kahi-runkoponttiharkko, Kahi-runkopalkki RH Puuyläpohja, tiilikate, avoräystäs Kahi Facade-harkkomuuraus



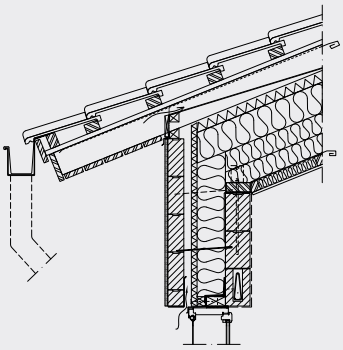

## F311045

Kahi Facade -harkkojulkisivu Kahi-runkoponttiharkko, Kahi-palkkiharkko Puuyläpohja, pääty, tiilikate Kahi Facade- / lautaverhous



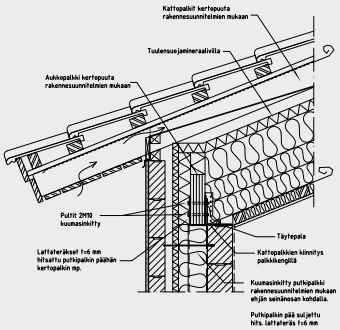
## F311046

Kahi Facade -harkkojulkisivu Kahi-runkoponttiharkko, Kahi-runkopalkki RH Puuyläpohja, tiilikate, umpiräystäs Kahi Facade-harkkomuuraus



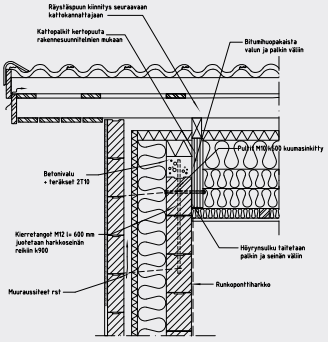
## F311047

Kahi Facade -harkkojulkisivu Seinää tukevan putkipalkin ja aukkopalkin liitos Kahi-harkko, Kahi Facade ulkoseinä Kantavan sivun räystäs, vino yläpohja



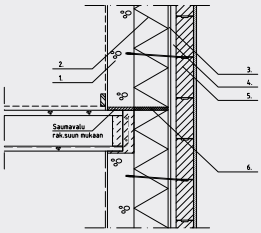

## F311048

Kahi Facade -harkkojulkisivu Kattopalkin ja päätyseinän liitos Kahi-harkko, tiiliverhottu ulkoseinä Päätyräystäs, vino yläpohja




## F311049

Kahi Facade -harkkojulkisivu SPU eristetty ulkoseinä, palosuojaus Palokatko eristetilassa puulla, kivivillalla tai rakennuslevyllä Elementtien välinen pystyleikkaus.

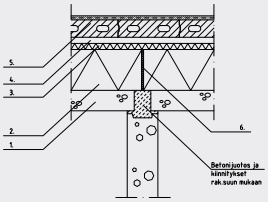



1. Sisäkuori rakennesuunnitelmien mukaan
2. SPU eriste
3. Levy tai eriste ulonmaisena
4. Tuuletusväli
5. Kahi Facade -harkko + Weber-rappaus
6. Polyureaanivaahdotus max. 100 mm kerroksilla

Soveltuu käytettäväksi enintään kehdeksankerroksisen P1-luokan rakennuksen ulkoseinän lämmöneristämiseen ja tiivistämiseen.

## F311050

Kahi Facade -harkkojulkisivu SPU eristetty ulkoseinä, palosuojaus Palokatko eristetilassa puulla, kivivillalla tai rakennuslevyllä Elementtien välinen vaakaleikkaus.

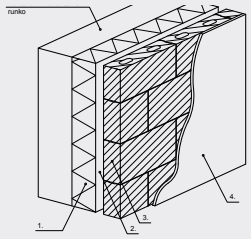



1. Sisäkuori rakennesuunnitelmien mukaan
2. SPU eriste
3. Levy tai eriste ulonmaisena
4. Tuuletusväli
5. Kahi Facade -harkko + Weber-rappaus
6. Polyureaanivaahdotus max. 100 mm kerroksilla

Soveltuu käytettäväksi enintään kehdeksankerroksisen P1-luokan rakennuksen ulkoseinän lämmöneristämiseen ja tiivistämiseen.

## F311051

Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Kivirunko, Kingspan Kooltherm -eriste

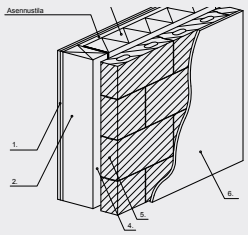



1. Kingspan Kooltherm K15 C / K15
   - K15 C: max. 28 m, asuin- ja työpaikkarakennukset
   - K15 : max. 56 m, ei käyttötarkoituksrajoitusta
2. Tuuletusväli ≥ 30 mm, suunnittelijan ohjeen mukaan
3. Kahi-harkkomuuraus 300x85/130x198, ruostumattomat muuraussiteet esim. Amutek HR-S
   tai RL-S Φ4 mm, vähintään 2 kpl/m², suunnittelijan ohjeen mukaan.
   Kiinteilä muuraussiteilä, 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 korkeamnissa kuorimureissa on tarvittaessa laskettava seinäpuoliskojen välinen liike kosteus- ja lämpötilavaihtelusta sekä käytettävä sellaista sidetyyppiä, jolla on riittävä liikevara (pystysuuntaisen liikkeen salliva siteitä).
4. Weber kaksikerrosrappaus

Verkotuksen suhteen noudatetaan myös harkkovalmistajan ohjeita. Verkotus vähentää alustan liikkeistä johtuvaa rappauksen halkeilua, joten se on suositeltavaa tehdä, erityisesti kun muurauksen ja rappauksen välissä ei ole ollut rakennuksen lämmityskautta. Kahi Facade rappausrakaisun alusta on liikkumaton, jolloi verkotusta ei tarvita (oletteen, että perustukset ovat kunnossa).
Aukkojen kulmin sekä yläryspalkkien pähin asennetaan aina lisäksi verkokaistaleet, n. 500 x 500 mm. Ylimäärinen verkokaistale asennetaan myös eri alusmateriaalien liitoskohtien yli. Verkokaistaleet voidaan asentaa jo ennen pohjarappausta tuoreella pohjalaastilla. Ylierkotuksessa verkko painetaan tuoreeseen laastiin siten, että verkko jää laastikerrosten keskivaiheille. Verkko ei saa painua laastiin siten, että verkko jää laastikerrosten keskivaiheille. Verkko ei saa painua laastikerroksen pohjaan alustaa vasten. Rappausverkon saumakohdat limitetään 100 mm.

## F311052

Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Puurunko/teräsrankarunko, Kingspan Kooltherm -eriste

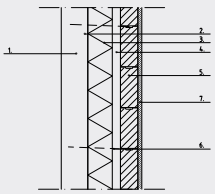



1. 2x kipsilevy
2. Teräsrankarunko / ei-kantava puurunko
3. Kingspan Kooltherm K15 C / K15
4. Tuuletusväli ≥30 mm, suunnittelijan ohjeen mukaan
5. Kahi-harkkomuuraus 300x85/130x198, ruostumattomat muuraussiteet esim. Amutek HR-S
   tai RL-S Φ4 mm, vähintään 2 kpl/m², suunnittelijan ohjeen mukaan
   Kiinteilä muuraussiteilä, 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 korkeamnissa kuorimureissa on tarvittaessa laskettava seinäpuoliskojen välinen liike kosteus- ja lämpötilavaihtelusta sekä käytettävä sellaista sidetyyppiä, jolla on riittävä liikevara (pystysuuntaisen liikkeen salliva siteitä).
6. Weber kaksikerrosrappaus

Verkotuksen suhteen noudatetaan myös harkkovalmistajan ohjeita. Verkotus vähentää alustan liikkeistä johtuvaa rappauksen halkeilua, joten se on suositeltavaa tehdä, erityisesti kun muurauksen ja rappauksen välissä ei ole ollut rakennuksen lämmityskautta. Kahi Facade rappausrakaisun alusta on liikkumaton, jolloi verkotusta ei tarvita (oletteen, että perustukset ovat kunnossa).
Aukkojen kulmin sekä yläryspalkkien pähin asennetaan aina lisäksi verkokaistaleet, n. 500 x 500 mm. Ylimäärinen verkokaistale asennetaan myös eri alusmateriaalien liitoskohtien yli. Verkokaistaleet voidaan asentaa jo ennen pohjarappausta tuoreella pohjalaastilla. Ylierkotuksessa verkko painetaan tuoreeseen laastiin siten, että verkko jää laastikerrosten keskivaiheille. Verkko ei saa

## F311053

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



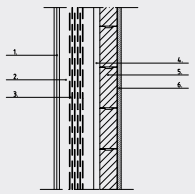
1. Kantava kivirakenteinen runko
2. Kingspan Kooltherm K15 C / K15
3. Tuuletusväli ≥30 mm, suunnittelijan ohjeen mukaan
4. Kahi-harkkomuuraus 300x85/130x198
5. Ruostumattomat muuraussiteet Φ4 mm, vähintään 2 kpl/m²,
   suunnittelijan ohjeen mukaan
   Kiinteilä muuraussiteilä, jotka on testattu liikettä sallimattomina, voidaan käyttää vain alle kuusi metriä korkeissa kuorimuureissa sekä kuorimuureissa, jotka on vaakasuuntaisilla liikuntasaumoilla jaettu alle kuusi metriä korkeisiin osiin.
   Tätä korkeamnissa kuorimureissa on tarvittaessa laskettava seinäpuoliskojen välinen liike kosteus- ja lämpötilavaihtelusta sekä käytettävä sellaista sidetyyppiä, jolla on riittävä liikevara (pystysuuntaisen liikkeen salliva siteitä).
6. Weber kaksikerrosrappaus

Verkotuksen suhteen noudatetaan myös harkkovalmistajan ohjeita. Verkotus vähentää alustan liikkeistä johtuvaa rappauksen halkeilua, joten se on suositeltavaa tehdä, erityisesti kun muurauksen ja rappauksen välissä ei ole ollut rakennuksen lämmityskautta.

Aukkojen kulmin sekä yläryspalkkien pähin asennetaan aina lisäksi verkokaistaleet, n. 500 x 500 mm. Ylimäärinen verkokaistale asennetaan myös eri alusmateriaalien liitoskohtien yli. Verkokaistaleet voidaan asentaa jo ennen pohjarappausta tuoreella pohjalaastilla. Ylierkotuksessa verkko painetaan tuoreeseen laastiin siten, että verkko jää laastikerrosten keskivaiheille. Verkko ei saa painua laastikerroksen pohjaan alustaa vasten. Rappausverkon saumakohdat

## F311054

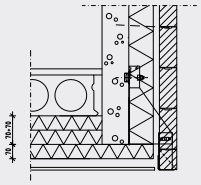
Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Puu-/ teräsrankarunko, Kingspan Kooltherm -eriste



1. 2x kipsilevy
2. Runko: - teräsranka, t = 0,75 mm tai
   - puuranka, ei-kantava
3. Kingspan Kooltherm K15 C / K15
4. Tuuletusväli ≥30 mm, suunnittelijan ohjeen mukaan
5. Kahi-harkkomuuraus 300x85/130x198,
   ruostumattomat muuraussiteet Φ4 mm, vähintään 2 kpl/m², suunnittelijan ohjeen mukaan.
   Kiinteilä muuraussiteilä, 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 korkeamnissa kuorimureissa on tarvittaessa laskettava seinäpuoliskojen välinen liike kosteus- ja lämpötilavaihtelusta sekä käytettävä sellaista sidetyyppiä, jolla on riittävä liikevara (pystysuuntaisen liikkeen salliva siteitä).
6. Weber kaksikerrosrappaus

Verkotuksen suhteen noudatetaan myös harkkovalmistajan ohjeita. Verkotus vähentää alustan liikkeistä johtuvaa rappauksen halkeilua, joten se on suositeltavaa tehdä, erityisesti kun muurauksen ja rappauksen välissä ei ole ollut rakennuksen lämmityskautta.
Aukkojen kulmin sekä yläryspalkkien pähin asennetaan aina lisäksi verkokaistaleet, n. 500 x 500 mm. Ylimäärinen verkokaistale asennetaan myös eri alusmateriaalien liitoskohtien yli. Verkokaistaleet voidaan asentaa jo ennen pohjarappausta tuoreella pohjalaastilla. Ylierkotuksessa verkko painetaan tuoreeseen laastiin siten, että verkko jää laastikerrosten keskivaiheille. Verkko ei saa painua laastikerroksen pohjaan alustaa vasten. Rappausverkon saumakohdat limitetään 100 mm.

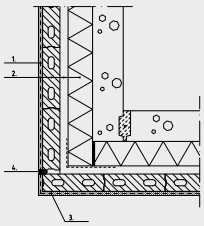
## F311055
Kahi Facade-harkkojulkisivu Sisäänvedetty julkisivu Kingspan Kooltherm -eriste




-Alapohjan ja seinän eristeet Kingspan Kooltherm K15 C / K15
-Teräskonsolikannatus (esim. Sanitun JVA)
-Tuuletus ja vedenpoisto rakennesuunnitelmien mukaisesti

Alapohjan U-arvo 0,09 W/m²K

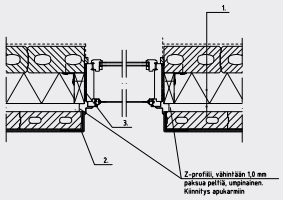
## F311056
Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Ulkonurkka Kivialusta, Kingspan Kooltherm -eriste




1. Weber kaksikerrosrappaus
2. Kerrokset ks. Järjesteimäkuvaus
3. weber Kulma
4. Liikuntasauma suunnittelijan ohjeiden mukaisesti, Liikuntasaumavälit on esitetty Kahi-rakenteiden suunnittelu- ja työohjeessa

- K15 C eristettä käytettäessä ulkonurkan vaahtoydin jätetään paljaaksi
- K15 eristeellä paljas vaahtoydin peitetään Kingspan Nurkkaalumnaalilla

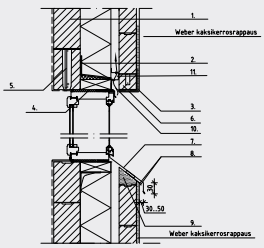
## F311057
Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Ikkunanpielet Vaakaleikkaus, Kingspan Kooltherm -eriste




1. Kerrokset ks. Järjesteimäkuvaus
2. weber Kulma
3. Illbruck TP320 Paisuva nauha
   TAI
   Mineraalivilla n. 1/3 karnisyvyydestä
   SPU-vaahto n. 2/3 karnisyvyydestä
   Elastinen saumamassa esim. Illbruck SP520 ulkopuoliseen saumaamiseen
   tai SP525 sisäpuoliseen saumaamiseen

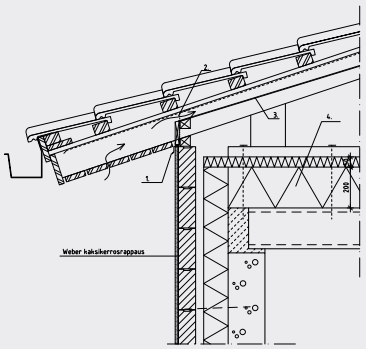
- 0 – 28 m korkeat asuin- tai työpaikkarakennukset
  tuuletusvälin suojausta ei tarvita
- 0 – 56 m korkeat rakennukset, ei käyttötarkoitusrajoitusta
  tuuletusvälin suojaus teräsverkolla esim. Z-profiililla

## F311058
Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Ikkunanpielet Pystyleikkaus, Kingspan Kooltherm -eriste



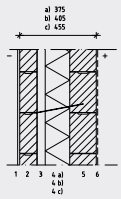

1. Kerrokset, ks. Järjesteimäkuvaus
2. Bitumikerroshuopakaista
3. weber Kulmaprofiili
4. Illbruck TP320 Paisuva nauha
   TAI
   Mineraalivilla n. 1/3 karnisyvyydestä,
   SPU-vaahto n. 2/3 karnisyvyydestä.
   Elastinen saumamassa esim. Illbruck SP520 ulkopuoliseen saumaamiseen
   tai SP525 sisäpuoliseen saumaamiseen
5. Kahi Runkopalkki RH
6. Kahi Tiilipalkki MKH, VH-/VHR-palkki, RH-/RRH-palkki, betonipalkki
   tai teräsprofiilipalkki
7. Vesipeili, ks. RT 80-10632
   - kaltevuus vähintään 1 : 2,5
   - välihuonta = 1,5 m aukossa
8. Myrskypeili ja tiivistysnauha
9. Kalliistuslaasti
10. Seinärakenteen tuuletus rakennesuunnittelijan ohjeiden mukaan
11. 0 – 56 m korkeissa rakennuksissa (ei käyttötarkoitusrajoitusta) aukon yläreunaan limittän reliitetty palokatkoprofiili

## F311059
Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Sivuräystäs Kivialusta, Kingspan eristeet




1. Vastapeili
2. Tiheäsiinäinen verkko
3. Tuuletuksen tarvittaessa
4. Kingspan Therma -eristeet yhtenäisenä levynä ontelolaattojen päälle, Alajuoksu eristelevyjen päälle, kiinnitys ontelolaatastoon.

## F311060
Kahi Facade -harkkojulkisivu Kahi-runkoponttiharkko Kingspan eristeet Julkisivumuuraus, ohutsaumamuurattu Kahi Facade-harkko




1 Weber kaksikerrosrappaus
2 Ohutsaumamuuraus, Kahi Facade-harkko 85 mm, muuraussiteet RST
  a) Φ4 vähintään 2 kpl/m², suunnittelijan ohjeen mukaan
  b) Φ5 6 kpl/m², c) Φ5 11 kpl/m²
3 limaräkö ≥ 40 mm
4 a) Kingspan Kooltherm K15 C / K15 120 mm
4 b) Kingspan Kooltherm K15 C / K15 150 mm
4 c) Kingspan Kooltherm K15 C / K15 100+100 mm
5 Ohutsaumamuuraus, Kahi-runkoponttiharkko 130 mm
6 Pintamateriaali ja -käsittely huoneesiltyksen mukaan

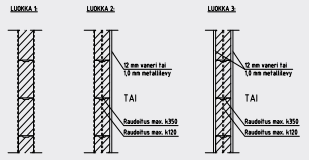
TOTEUTUS- JA SUUNNITTELUOHJEET:
- liittyminen vaaka- ja pystyrakenteisiin rakennesuunnittelijan ohjeen mukaan

LÄMMÖNLÄPÄISYKERROIN: a) 0,17, b) 0,14, c) 0,10 W/m²K.
- laskennassa on käytetty lämmönjohtavuutta λ=4

YHDEN KUOREN PALONKESTOLUOKKA:

| | | |
|---|---|---|
| | EI 180 | kantamaton |
| | REI 120 | kantava (umpinainen runkoponttiä) |
| | REI 90 | kantava (reiäliinen runkoponttiä) |

## F520280
Murtosuojeluohje Kahi- ja Leca-seinät Vähimmäisvaatimukset seinien rakenteelliselle suojaukselle murtosuojeluluokissa 1, 2 ja 3




VÄLISEINÄ MURTOSUOJELULUOKASSA 1:

Muurattu rakenne

VÄLISEINÄ MURTOSUOJELULUOKASSA 2:

Kerrysharharkkoväliseinät ja Kahi-väliseinät on vahvistettava sälytystilan puolella
12 mm vanerilla tai 1,0 mm metallikeville 4 metrin korkeuteen lattia-
tai muusta seismalaussta.
Tai muurattu rakenne raudoitetaan. Vaakaraudoitus max. k 350 ja pystyraudoitus
max. k 120

VÄLISEINÄ MURTOSUOJELULUOKASSA 3:

Kerrysharharkkoväliseinät ja Kahi-väliseinät on vahvistettava molemmin puolin
12 mm vanerilla tai 1,0 mm metallikeville 4 metrin korkeuteen lattia-
tai muusta seismalaussta.
Tai muurattu rakenne on raudoitettaan. Vaakaraudoitus max. k 350 ja pystyraudoitus
max. k 120

YLEISOHJE:
Rakenteiden on oltava lujuudeltaan ja rakennustavaltaan sellaisia, että
Hiaan tunkeutuminen ei ole mahdollista ilman työkalulla tapahtuvaa
rakenteiden rikkomista.

Väliseinärakenteen tulee ulottua lattiasta kattoon.
Alakaton yläpuoli voidaan suojata myös ristikolla.

# Rakennetyypit

| | |
|---|---|
| **F311001** | Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Kivirunko |
| **F311002** | Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Puurunko/teräsrankarunko |
| **F311003** | Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Kivialusta (betoni, Leca-harkko, tiili, kevytbetoni) |
| **F311004** | Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Puu-/teräsrankarunko |
| **F311005** | Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Nurkkavahvistus aukkojen kulmissa |
| **F311006** | Kahi Facade -harkkojulkisivu Aukon ylitys valmisharkkopalkilla |
| **F311007** | Kahi Facade -harkkojulkisivu Aukon ylitys paikalla tehdyllä harkkopalkilla |
| **F311008** | Kahi Facade -harkkojulkisivu Aukon ylitys MKH-Kahi-Tiilipalkilla Kantamattomat seinät |
| **F311009** | Kahi Facade -harkkojulkisivu Aukon ylitys NKH-Kahi-Tiilipalkilla Kantamattomat seinät |
| **F311010** | Kahi Facade -harkkojulkisivu Pienten nurkkaikkunoiden kannatus Ei liikuntasaumaa |
| **F311011** | Kahi Facade -harkkojulkisivu Suurten nurkkaikkunoiden kannatus Liikuntasauma molemmin puolin |

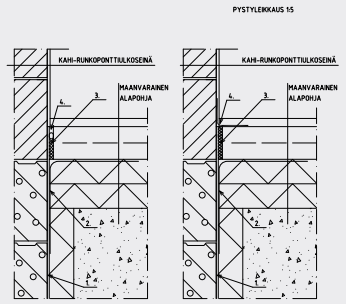
Detaljit (pdf- ja dwg-muodossa) sekä mallityöselostukset on ladattavissa osoitteesta www.fi.weber

**F311012** Kahi Facade -harkkojulkisivu Sisäänvedetty julkisivu
**F311013** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Ulkonurkka Kivialusta
**F311014** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Sisänurkka Kivialusta
**F311015** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Ikkunanpielet Vaakaleikkaus
**F311016** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Pystysuuntainen liikuntasauma Kivialusta
**F311017** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Pystysuuntainen liikuntasauma Kivialusta
**F311018** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Sokkelileikkaus 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 Ryömintätilainen perustus Ontelolaatta-alapohja
**F311030** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Ryömintätilainen perustus Ontelolaatta-alapohja
**F311031** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Ryömintätilainen 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 Puuvälipohja
**F311035** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Tikkaiden kiinnitys
**F311036** Kahi Facade -harkkojulkisivu Uudisrakentaminen Syöksytorven kiinnitys
**F311037** Kahi Facade -harkkojulkisivu Kahi-runkoponttiharkko Mineraalivillaeriste Julkisivumuuraus, ohutsaumamuurattu Kahi Facade-harkko
**F311038** Kahi Facade -harkkojulkisivu Matalaperustus Leca-harkoista 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 ponttiharkkoseinän liitos Kahi-harkko, Kahi Facade ulkoseinä
**F311041** Kahi Facade -harkkojulkisivu Kahi-runkoponttiharkko Ontelolaattavälipohja Kahi Facade -harkkomuuraus
**F311042** Kahi Facade -harkkojulkisivu Kahi-runkoponttiharkko, Kahi-runkopalkki RH Liittolaattavälipohja Kahi Facade -harkkomuuraus
**F311043** Kahi Facade -harkkojulkisivu Kahi-runkoponttiharkko, Kahi-runkopalkki RH Ontelolaattayläpohja, tiilikate, umpiräystäs Kahi Facade- / lautaverhous
**F311044** Kahi Facade -harkkojulkisivu Kahi-runkoponttiharkko, Kahi-runkopalkki RH Puuyläpohja, tiilikate, avoräystäs Kahi Facade-harkkomuuraus
**F311045** Kahi Facade -harkkojulkisivu Kahi-runkoponttiharkko, Kahi-palkkiharkko Puuyläpohja, pääty, tiilikate Kahi Facade- / lautaverhous
**F311046** Kahi Facade -harkkojulkisivu Kahi-runkoponttiharkko, 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 päätyseinän liitos Kahi-harkko, tiiliverhottu ulkoseinä Päätyräystäs, 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 Ulkonurkka 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-runkoponttiharkko Kingspan eristeet Julkisivumuuraus, ohutsaumamuurattu Kahi Facade-harkko
**F520280** Murtosuojeluohje Kahi- ja Leca-seinät Vähimmäisvaatimukset seinien rakenteelliselle suojaukselle murtosuojeluluokissa 1, 2 ja 3

# 14 Kahi-kivitalot tiivistysohjeet

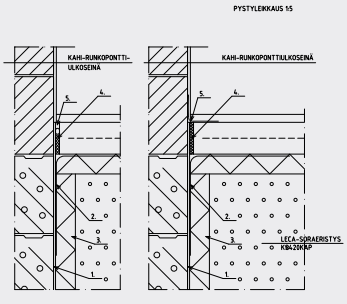
## Tiivistysohjeet

### F60201
Maanvaraisen alapohjan liittymä
Kahi Runkopontti-ulkoseinään
Radonsuojaus Lattiassa Styrofoam-eristys



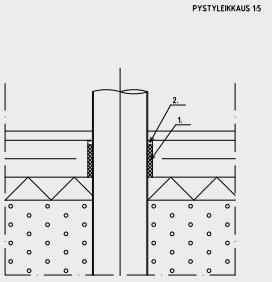

1. Sokkelin pinnoitus anturasta lähtien webervetonit 137 Oikaisulaastilla tai webervetonit 410 Ohutrappauslaasti tai webervetonit 440 Pientalolaasti
2. Radoneriste itseliimautuva kumibitumikerni luokka TL2
   kopal PintaPolar FireSmart b=250-250mm
   limaus 1/2 leveydellä sokkelia vasten, alustaan kylmäbitumisively, yläosan taitto lämmöneristeen päälle
3. Irroituskaista sokkelin ja alapohjalaatan välissä
4. Pyöreä umpisoluinen polyeteenisauvanauha, upotus n.20mm syvyyteen + elastinen saumamassa esim. ilbruck SP525 sisäpuoliseen saumaamiseen (vasemmanpuoleinen kuva)
   tai ISOVER VarioBond Tiivistysnauha tai Contega Solido -liitosnauha lattian ja seinän saumaan (oikeanpuoleinen kuva)

### F60202
Maanvaraisen alapohjan liittymä
Kahi Runkopontti-ulkoseinään
Radonsuojaus Lattiassa Leca-soraeristys



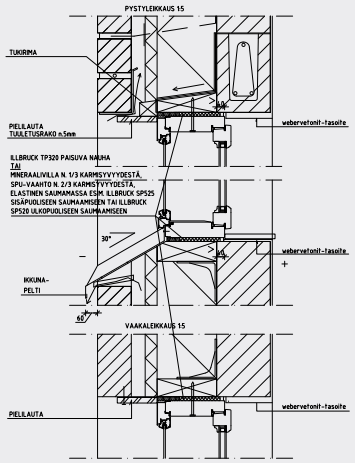

1. Sokkelin pinnoitus anturasta lähtien webervetonit 137 Oikaisulaastilla tai webervetonit 410 Ohutrappauslaasti tai webervetonit 440 Pientalolaasti
2. Radoneriste itseliimautuva kumibitumikerni luokka TL2
   kopal PintaPolar FireSmart b=250-250mm
   limaus 1/2 leveydellä sokkelia vasten, alustaan kylmäbitumisively, yläosan taitto lämmöneristeen päälle
3. Mahdollinen lämmöneristyslevy läpausloohtaisesti rakennesuunnitelmien mukaan
4. Irroituskaista sokkelin ja alapohjalaatan välissä
5. Pyöreä umpisoluinen polyeteenisauvanauha, upotus n.20mm syvyyteen + elastinen saumamassa esim. ilbruck SP525 sisäpuoliseen saumaamiseen (vasemmanpuoleinen kuva)
   tai ISOVER VarioBond Tiivistysnauha tai Contega Solido -liitosnauha lattian ja seinän saumaan (oikeanpuoleinen kuva)

### F60203
Putkiläpiviennin tiivitys
Maanvarainen alapohja

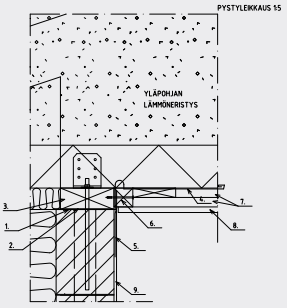



1. Irroituskaista putken ja alapohjalaatan välissä
   umpisoluinen polyeteeninauha
2. Elastinen saumamassa esim. ilbruck SP525 sisäpuoliseen saumaamiseen

### F60204
Ikkunnan ja oven tiivistys
Kahi Runkopontti -ulkoseinä Tiiliverhous

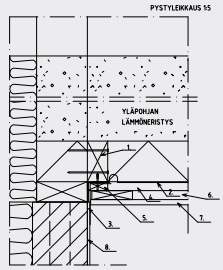



### F60205
Katon höyrynsulun liitos ulkoseinään sivuseinällä Kahi Runkopontti -ulkoseinä Puurakenteinen yläpohja



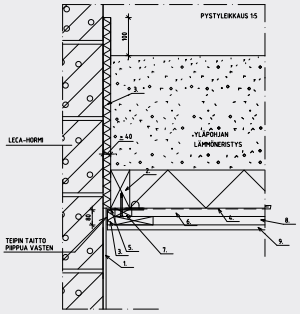

1. Seinän yläpinta oikaistu ja tasoitettu
2. Kahi-harkon ja yläjuoksupuun väliin tiivistyskaista, esim. polyeteeni-kaista
3. Seinän yläjuoksupuu, kiinnitys ra1 kierretangoin M8k600
4. Höyrynsulku 0.2 mm (PEL E 200 SFS 4225), reunan laskostus ja taitto yläjuoksupuuta vasten ja kiinnitys niitomalla n. k100..k150
5. Contega Solido -liitosnauha tai ISOVER VarioBond Tiivistysnauha. Kiinnitetään suojapaperia purkaen ensiksi yläpohjan höyrynsulkukalvon reunaan. Toinen suojapaperi irroitetaan ja liitosnauha kiinnitetään seinään. Liitosnauhan alle ei saa jäädä ilmataskuja. Ennen liitosnauhan asennusta ulkosenän alle jäävä vastepinta tasoitetaan ja tarvittaessa primeroidaan webervetonil MD 16 Dispersiolla.
6. Puristusrima 44x44, tiheä ruuvikiinnitys k300
7. Ristikkoelaus 2x 22x100k =400 rakennetyypin mukaan
8. Katon levytys tai paneeli
9. Tasoitus tai rappaus

### F60206
Katon höyrynsulun liitos ulkoseinään päädyssä Kahi Runkopontti -ulkoseinä Puurakenteinen yläpohja



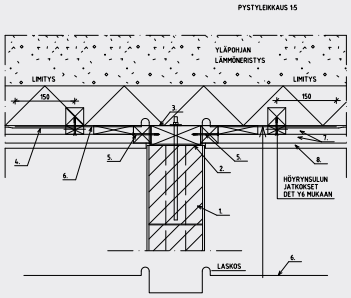

1. Tukipuu 100x50, kiinnitys seinään tulpparuuvein k400
2. Höyrynsulku 0.2 mm (PEL E 200 SFS 4225), reunan laskostus ja taitto yläjuoksupuuta vasten ja kiinnitys niitomalla n. k100..k150
3. Contega Solido -liitosnauha tai ISOVER VarioBond Tiivistysnauha. Kiinnitetään suojapaperia purkaen ensiksi yläpohjan höyrynsulkukalvon reunaan. Toinen suojapaperi irroitetaan ja liitosnauha kiinnitetään seinään. Liitosnauhan alle ei saa jäädä ilmataskuja. Ennen liitosnauhan asennusta ulkosenän alle jäävä vastepinta tasoitetaan ja tarvittaessa primeroidaan webervetonil MD 16 Dispersiolla.
4. Ristikkoelaus 22x100k=400, 1. kerros
5. Puristusrima 22x50 pähkinä koolausvälein, tiheä ruuvikiinnitys k300
6. Ristikkoelaus 22x100k =400, 2. kerros
7. Katon levytys tai paneeli
8. Tasoitus tai rappaus

### F60207
Leca-hormin läpivienti Suojaetäisyysvaatimus vähintään 20 mm, kun eristepaksuus < 350 mm
Suojaetäisyysvaatimus vähintään 50 mm, kun eristepaksuus 350-600 mm



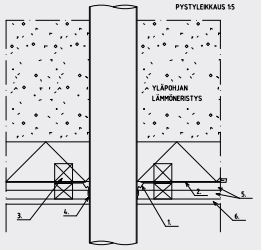

1. Sementtisideainenen webervetonit tasoite
2. Apukoolaus 50x100 tai kattoristikko
3. Palevilla (esim. Leca-hormin läpivienteriste tai ULTIMATE Palonsuojakeev SPS 4.0 Alu 1)
4. Höyrynsulku 0.2 mm (PEL E 200 SFS 4225), reunan laskostus ja kiinnitys apukoolauksen niitomalla n. k100..k150.
5. Tiivistys Tescon no.1-teipillä, leveys 150 mm
6. Ristikkoelaus 22x100 k=400, 1. kerros
7. Puristusrima ( 22x50 koolausvälein), tiheä ruuvikiinnitys k300
8. Ristikkoelaus 22x100 k=400, 2. kerros
9. Katon levytys tai paneeli

### F60208
Katon höyrynsulku kantavan väliseinän ja puuyläpohjan liittymässä



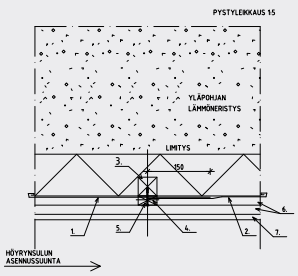

1. Kantava väliseinä, seinän yläpinta oikaistu ja tasoitettu
2. Harkon ja yläjuoksupuun väliin tiivistyskaista, esim. polyeteeni-kaista
3. Seinän yläjuoksupuu
4. Varsinainen höyrynsulku 0.2 mm (PEL E 200 SFS 4225), jatkos ks. det Y6 Erillinen höyrynsulukukaista
5. Puristusrima 44x44, tiheä ruuvikiinnitys k300
6. Erillinen höyrynsulukukaista 0.2 mm (PEL E 200 SFS 4225) harkon ja yläjuoksupuun väliin
7. Ristikkoelaus 2x 22x100k=400 rakennetyypin mukaan
8. Katon levytys tai paneeli

### F60209
Katon höyrynsulun tiivisys putkiläpivientiin



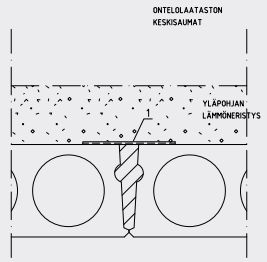

1. Roflex-läpivientimansetti, liitetään Tescon no. 1-teipillä höyrynsulkuun valmistajan ohjeiden mukaan putkityhmän läpivienniissä voidaan vastaavasti käyttää Kaflex multi-läpivientiappa
2. Höyrynsulku 0.2 mm (PEL E 200 SFS 4225)
3. Tukimaa/ ja puristusrima
4. Teippaus Tescon no. 1-teipillä
5. Ristikkoelaus rakennetyypin mukaan
6. Katon levytys tai paneeli

## F60210
Katon höyrynsulun jatkoksen tiivistys



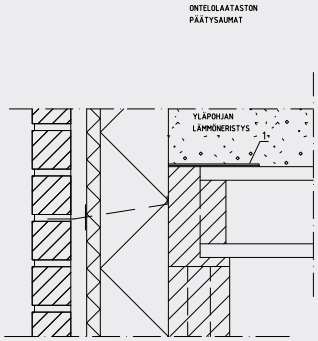

1. Höyrynsulku 0.2 mm (PEL E 200 SFS 4225), osa 1, kiinnitys nitomalla k300 .k150 tukirimaan 3.
2. Höyrynsulku 0.2 mm (PEL E 200 SFS 4225), osa 2, teipataan tiiviisti osaan 1
3. Tukirima 44x44 tai kohdalle osuva kattokannattaja
4. Teippi (ks. kohta 2) Tescon No.1 tai esim. ISOVER MultiTape SL
5. Puristusrima n.22x50, tiheä ruuvikiinnitys n. k300
6. Rislinkoolaus 2x 22x100k -400 rakennetyypin mukaan
7. Katon levytys tai paneeli

## F60211
Elementtisaumojen tiivistys ontelolaatta-yläpohjassa Keskisauma



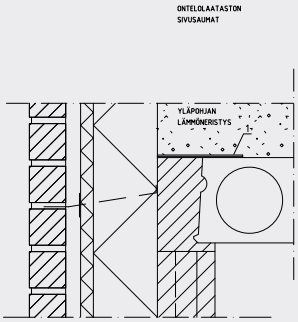

1. Tiivistyskaista kumibitumikerni ICOPAL PintaPolar FireSmart, B=200, liimaus bitumilla alustaan

## F60212
Elementtisaumojen tiivistys ontelolaatta-yläpohjassa Päätysauma



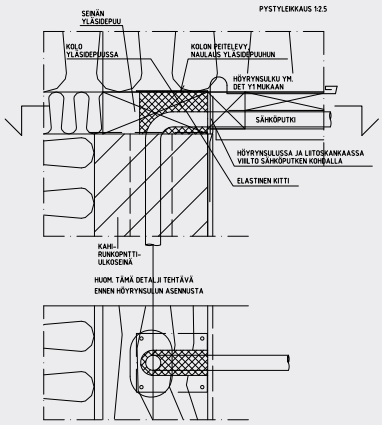

1. Tiivistyskaista kumibitumikerni ICOPAL PintaPolar FireSmart, B=200, liimaus bitumilla alustaan

## F60213
Elementtisaumojen tiivistys ontelolaatta-yläpohjassa Sivusauma




1. Tiivistyskaista kumibitumikerni icopal PintaPolar 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

# 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 tiivitys Maanvarainen alapohja
**F60204** Ikkunnan 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 tiivisys 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

**SAINT-GOBAIN FINLAND OY**
Strömberginkuja 2 (PL 70)
00380 Helsinki
(+358) 10 44 22 00

Tarkemmat yhteystiedot:
**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

**MYYNTI**
Rautakaupat ja
rakennustarvikeliikkeet