

Kahi-talot ja väliseinät

Suunnitteluohje, RakMk B8 mukainen

SISÄLTÖ

1	YLEISTÄ	3	6.9 KORKEIDEN ULKOSEINIEN MITOITTAMINEN	24
2	KAHI-JÄRJESTELMÄ	3	6.10 JÄYKISTÄVIEN SEINIEN MITOITUS	25
	2.1 KAHI-HARKOT	3	6.11 LIIKUNTA SAUMAT	25
	2.2 KAHI-VÄLISEINÄTIILET	5	6.12 LÄMMÖNLÄPÄISYKEROIN U	26
	2.3 KAHI-RUNKOPALKIT JA -TIILIPALKIT	5	6.13 KÄYTTÖIKÄ JA MATERIAALIVALINNAT	27
3	MUURAUS JA PINNOITUS	6	6.13.1 Käyttöikämitoitus	27
	3.1 TIILISEINÄT	6	6.13.2 Muurattujen seinien vauriomekanismit	27
	3.2 HARKKOSEINÄT	6	6.13.3 Testatut toimivat ratkaisut	27
	3.3 VIISTEHARKKOSEINÄT	7	7 SÄHKÖ- JA LVI-ASENNUKSET	28
4	SEINÄRAKENTEET	8	8 KIINNITYKSET	28
	4.1 ULKOSEINÄT	8	9 JULKISIVUT	30
	4.2 HUONEISTOJEN SISÄISET SEINÄT	9	9.1 KAHI-TIILIJULKISIVU	30
	4.3 HUONEISTOJEN VÄLISÄT SEINÄT	9	9.2 KAHI FACADE –HARKKOJULKISIVU	30
5	MODUULIMITOITUS	10	9.3 ERISTERAPATTU JULKISIVU	31
6	RAKENTEIDEN MITOITUS	11	10 SISÄPINNAT	32
	MITOITUSMENETELMÄT JA SUUNNITTELUPERUSTEET	11	11 TÄYSTIILITALON RAKENNEDETALJEJA	33
	6.1 AUKKOJEN YLITYKSET	11	12 ERISTERAPATTUN TALON RAKENNEDETALJEJA	37
	6.1.1 Kantavat seinät	11	13 VÄLISEINIEN RAKENNEDETALJEJA	39
	6.1.2 Ei-kantavat seinät	11		
	6.2 PALOTEKNINEN MITOITUS	13		
	6.3 ÄÄNITEKNINEN MITOITUS	15		
	6.4 YLEISET SUUNNITTELUPERUSTEET	16		
	6.5 OMINAISUUDET	16		
	6.5.1 Lujusluokat	16		
	6.5.2 Ominaislujuudet	16		
	6.5.3 Muodonmuutosominaisuudet	16		
	6.5.4 Rakenteiden varmuus	16		
	6.6 PURISTUSKESTÄVYYS	17		
	6.7 PAIKALLINEN PURISTUSKESTÄVYYS	18		
	6.8 MITOITUS VAAKAUORMILLE	19		
	6.8.1 Väliseiniä mitoitetaan vaakakuormilla	19		
	6.8.2 Kuorimuurin mitoitetaan vaakakuormilla	21		
	6.8.3 Raudoitettujen seinien mitoitaminen vaakakuormilla	21		



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



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



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

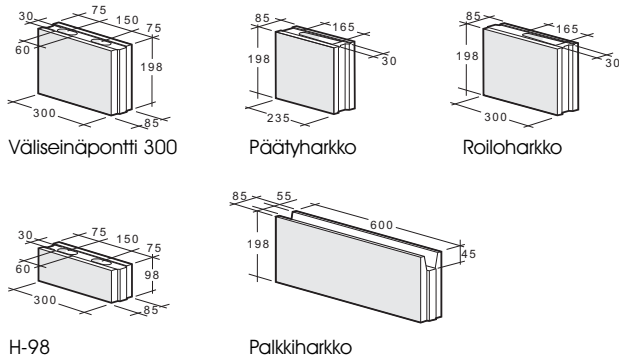
1 YLEISTÄ

Muuratut Kahi-seinät voidaan suunnitella Eurokoodi 6:n tai RakMk osa B8 Tiilirakenteet ja Ohjeet 2007 mukaan. Tämä ohje perustuu RakMk osion B8 mukaiseen rajatilamenettely- mitoitukseen, joka virallisesti poistuu heinä- kuun 2013 alussa, mutta jota voidaan sen jälkeenkin käyttää Kahi-rakenteiden suunnit- telussa rakennusvalvonnan salliessa.

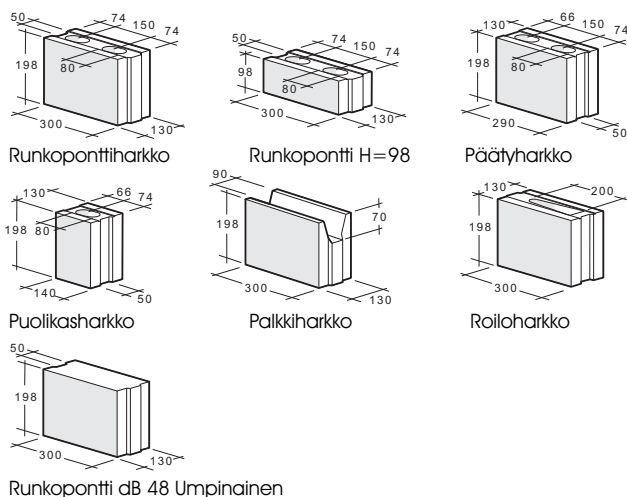
Kahi-tuotteista löytyy ratkaisut kantaviin ja ei-kantaviin väli- seiiniin sekä ratkaisut puhtaaksi muurattuihin ja rapattuihin julkisivuihin. Kahi-väliseinätiilistä voidaan muurata perinteis- in muuraustyömenetelmin sekä puhtaaksi muurattavia että tasoitettavia väliseiniä. Kahi-ponttiharkot ovat tarkoitettu pääsääntöisesti tasoitettaviin väli- ja ulkoseiniin. Kahi-viis- teharkoilla ja viistetiiilillä voidaan ohutsaumamuuraamalla tehdä myös puhtaaksi muurattavia väliseiniä. Järjestelmää täydentävät valmiit aukkopalkit ja laastin levitykseen sopi- vat muurauskelkat.

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

KAHI-VÄLISEINÄPONTTIHARKOT



KAHI-RUNKOPONTTIHARKOT



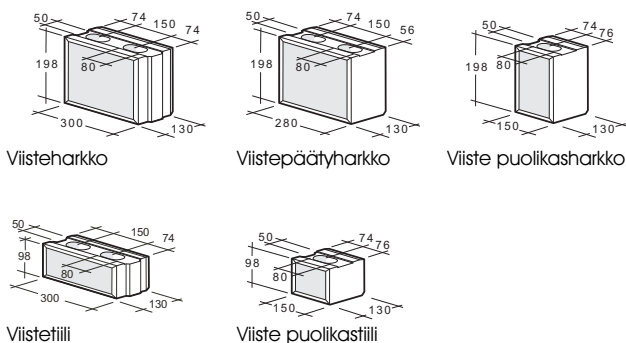
2 KAHI-JÄRJESTELMÄ

2.1 KAHI-HARKOT

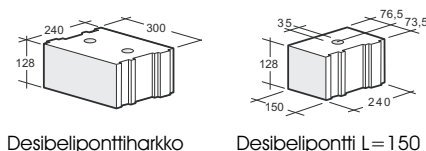
Kahi-järjestelmään kuuluvien harkkojen leveydet ovat käyt- tötarkoituksen mukaan 85, 130 tai 240 mm. Leveydeltään 85 mm:n Kahi-väliseinääharkko on tarkoitettu kantamatto- miin seiiniin, 130 mm leveä Kahi-runkopontti kantaviin ulko- ja väliseiniin ja 240 mm leveä Kahi-desibelipontti huoneis- tojen välisiin ääntä eristäviin seiiniin. Pituusmitoiltaan ne soveltuvat 300 mm:n moduulimitaan ja korkeusmitoituk- seltaan 200 mm:n moduulimitaan. Matalia 98 mm korkeita harkkoja käyttämällä saadaan korkeusmitoitukset sovitettua esim. 2100 mm:n ovikorkeuteen sopivaksi. Harkkojen päissä on pontit, jotka ohjaavat harkot asennettaessa paikalleen ja pystysaumot voidaan jättää ilman laastia. Poikkeuksena viisteharkko ja viistetiiili, joissa laastia käytetään myös pysty- saumoissa.

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

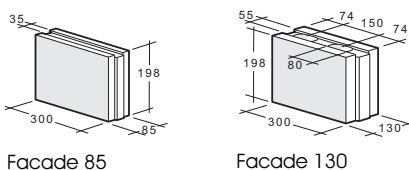
KAHI-VIISTEHARKOT JA -VIISTETIILET



KAHI-DESIBELIPONTTIHARKOT



KAHI-JULKISIVUHARKOT



Taulukko 1. Kahi-harkot.

KAHI-HARKOT	MITAT PIT. x LEV. x KORK. (mm)	MENEKKI SAUMOINEEN kpl / m ²	KESKIPAINO kg/kpl	LAASTIMENEKKI kg/kpl
VÄLISEINÄPONTTI 300	300x85x198	17	8,0	0,10 ¹⁾
Pääty 235	235x85x198	5 kpl / m	5,4	0,10 ¹⁾
Roilo	300x85x198	5 kpl / m	7,5	0,10 ¹⁾
H=98	300x85x98	34	4,0	0,10 ¹⁾
Palkki	600x85x198	1,67 kpl / m	17,0	0,20 ¹⁾
RUNKOPONTTI	300x130x198	17	12,3	0,20 ¹⁾
H=98	300x130x98	34	6,2	0,20 ¹⁾
Pääty	290x130x198		11,7	0,20 ¹⁾
Puolikas	140x130x198		5,5	0,10 ¹⁾
Palkki	300x130x198	3,33 kpl / m	12,1	0,20 ¹⁾
Roilo	300x130x198	5 kpl / m	12,0	0,20 ¹⁾
dB48 Umpi	300x130x198	17	14,8	0,20 ¹⁾
VIISTEHARKKO	300x130x198	17	12,1	0,23 ¹⁾
Päätyharkko	280x130x198	5 kpl / m	11,2	0,23 ¹⁾
Puolikasharkko	150x130x198		6,0	0,12 ¹⁾
VIISTETIILI	300x130x98	34	6,1	0,20 ¹⁾
Puolikastiili	150x130x98		3,1	0,10 ¹⁾
DESIBELIPONTTI	300x240x128	26	16,2	0,25 ¹⁾
L=150	150x240x128	52	7,9	0,13 ¹⁾
FACADE 85	300x85x198	17	9,7	0,10 ¹⁾
FACADE 130	300x130x198	17	12,3	0,20 ¹⁾

¹⁾ weber.vetonit OL 15 Ohutsaumalaasti, talviolosuhteissa weber.vetonit OL 15 P Pakkasohutsaumalaasti

Taulukko 2. Kahi-väliseinätiilet ja Kahi-muototiilet.

KAHI-VÄLISEINÄTIILET	MITAT PIT. x LEV. x KORK. (mm)	MENEKKI SAUMOINEEN kpl / m ²	KESKIPAINO kg/kpl	LAASTIMENEKKI kg/kpl
NKH	270x130x75	42	4,9	1,4
Palkkitiili	270x130x75	3,5 kpl / m	3,3	1,4
Roilotiili	270x130x75	11,1 kpl / m	4,0	1,4
Osatiili 35	270x130x35	74	2,3	1,2
Osatiili 50	270x130x50	56	3,2	1,3
KH dB 52	270x198x75	42	7,5	2,1
MKH	285x85x85	35	3,9	1,0
Palkkitiili	285x85x85	3,33 kpl / m	2,7	1,0
Roilotiili	285x85x85	10 kpl / m	3,1	1,0

2.2 KAHI-VÄLISEINÄTIILET

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

1. MKH Moduulitiilet

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

2. NKH Normaalikokoinen kalkkihiekkatiili

Normaalikokoista kalkkihiekkatiiltä käytetään yleensä väliseinien ja kantavien runkorakenteiden muurauksissa.

3. Roilotiilet

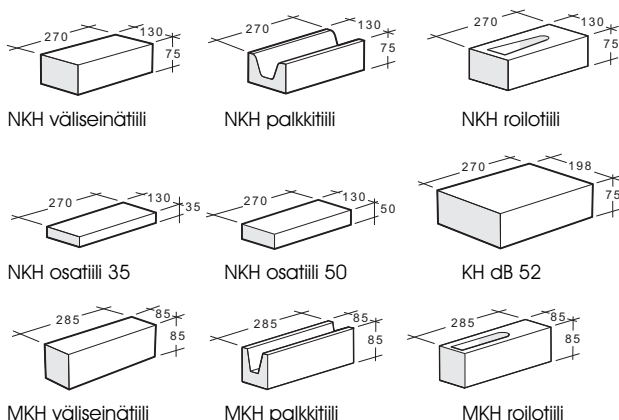
Roilotiilillä saadaan seinään kanavat esim. sähköjohtoja varten.

4. Kahi-palkkitiilet

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

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

KAHI-VÄLISEINÄTIILET



2.3 KAHI-RUNKOPALKIT JA -TIILIPALKIT

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

Kantavissa seinissä käytetään Kahi-runkopalkkia, lyhenne RH

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

Kantamattomissa seinissä voidaan käyttää:

- Väliseinäponttiharkkoista valmistettua **Väliseinäpalkkia VHR tai VH**. Palkin korkeus on 198 mm, leveys 85 mm ja pituudet, 1200, 1800 ja 2400 mm. VHR-palkeista löytyy myös 98 mm korkea palkki, jonka pituus on 1500 mm.
- Runkoponttiharkkoista valmistettuja putkitusreiällisiä **Kahi-runkopalkkeja, lyhenne RRH**. Palkin korkeus on 198 mm, leveys 130 mm ja pituudet 1200–2100 mm, 300 mm:n portain. RRH-palkeista löytyy myös 98 mm korkea palkki, jonka pituus on 1500 mm.
- 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 rakenneos, mutta muodostaa yhdessä päälle muurattavien tiilivarvien kanssa kantavan tiilipalkin. Muurausvaiheessa palkki tuetaan enintään 1 metrin välein. Tiilipalkkeja käytettäessä on yläpuolella olevien harkkojen/tiilien pystysaumoiissa 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 puhtaaksi muurattaviin ja tasoitettaviin seiniin. Kahi-väliseinätiilet muurataan limitykseen kulmissa. Toisiinsa tai ulkoseiniin T-liitoksella liittyvät seinät ankkuroidaan terässitein tai esim. Amutek Väli-seinäohjaimen 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.vetonit ML 5 Muurauslaastilla M100/600 (lujuusluokka M5).

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

Rakenteet muurataan täysin, enintään 3 mm sisään painetuina 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.

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

Valmiin muurauksen mittatarkkuusluokat sekä valmiin pinnan laatuluokitukset 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 vedenimuneus. Sauma voidaan viimeistellä saumaraudalla, muoviputkella tai puisella saumaussälellä.

3.2 HARKKOSEINÄT

Ohutsaumamuuraus on menetelmä, missä mittatarkat Kahi-harkot muurataan noin 2 mm:n saumapaksuudella. Laastina käytetään tähän tarkoitukseen kehitettyä weber.vetonit OL 15 Ohutsaumalaastia tai talviolosuhteissa OL 15 P Pakkasohutsaumalaastia. Laastia kuluu, harkkotyypistä riippuen vain 2–6,5 kg/m² ja se voidaan sekoittaa työpisteessä porakonevispilillä. Näin aputyöt laastin valmistuksessa ja siirroissa ovat vähäisiä.

Seinän alle asennetaan yleensä vaakasuuntaisena liikuntasaumana toimiva bitumikermikaista, joka minimoi alustan lämpö- ja kosteusliikkeistä seinään aiheutuvan halkeamariskin. Ensimmäisen harkkokerroksen vaakasauma muurataan yleensä muurauslaastilla, jotta lähtö saadaan oikeaan korkeuteen ja täysin suoraksi. 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. Ohutsaumamuurauslaasti levitetään tähän tarkoitukseen kehitetyllä muurauskelkalla, kastelukannalla tai hammastetulla laastikauhalla.

Harkot asennetaan yleensä puolen harkon limitykseen ja pontatuissa pystysaumoissa ei normaalisti käytetä laastia ellei suunnitelmissa erikseen mainita. Viisteharkkoseiniä ohutsaumamuurattaessa laastia käytetään myös pystysaumoissa.

Mahdolliset linjavirheet oikaistaan varovasti naputtamalla tai muurauslaastisauman avulla. Saumoista ylitse pursunut laasti poistetaan. Talviolosuhteissa ohutsaumamuurauksista voidaan tehdä, kun käytetään weber.vetonit OL 15 P Pakkasohutsaumalaastia tai lämmintä laastia ja lämpimiä harkkoja. Lisää ohjeita pakkasohutsaumalaastin käytöstä löytyy osoitteesta www.e-weber.fi.

Harkot katkaistaan tiilileikkurilla, tiilisahalla tai kulmahiomakoneella. Tiilileikkurilla katkaistujen harkkojen päissä käytetään muurauslaastisaumaa. 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.

Muurattua rakennetta ei tule kuormittaa ennen kuin se on saavuttanut riittävän lujuuden niin, että se kestää kuormat vaurioitumatta. 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.vetonit L Pohjatasoite ja LR+ Pintatasoite käytetään kuivissa sisätiloissa seinien ja katujen pohja- ja pintatasoitukseen.

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

Kosteutta kestävää weber.vetonit V+ Hienotasoitetta voidaan käyttää niin kuivissa kuin märissä tiloissa seinien ja katujen pohja- ja pintatasoitukseen. weber.vetonit MT Märkätilatasoitteella tasoitetaan vedeneristettävät laatoitusalueet.

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

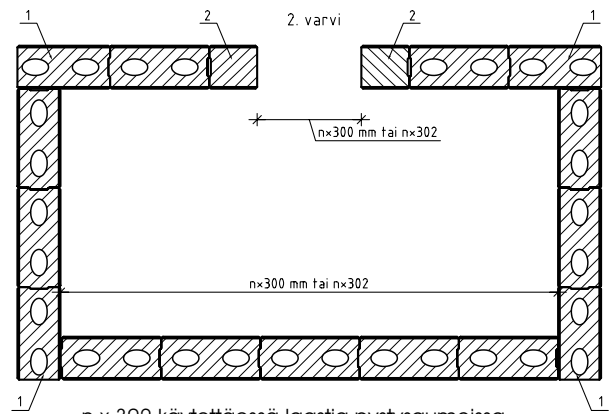
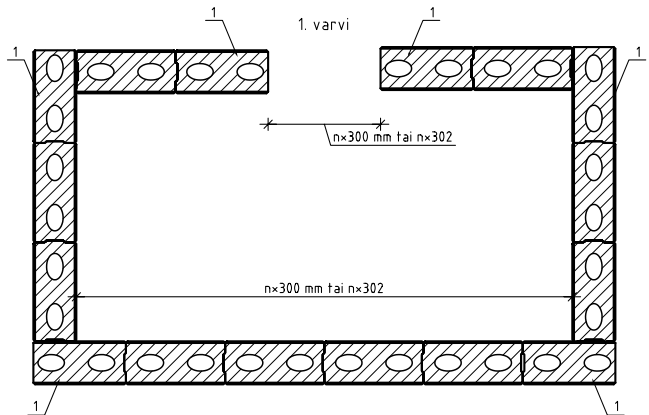
3.3 VIISTEHARKKOSEINÄT



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

Viisteharkot ja -tiilet ohutsaumamuurataan webervetonit OL 15 Ohutsaumalaastilla puolen harkon limityksellä ja laastia käytetään myös pontatuissa pystysaumoissa. Ulkokulmassa muuraus aloitetaan 280 mm pitkällä viistepäätäharkolla, 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. akrylaattilateksi-maalilla.

Viisteharkkoseiniin valmistetaan tilauksesta viistettyjä runkopalkkeja.



n x 302 käytettäessä laastia pystysaumoissa.

- Viisteharkko 300x130x198

1 Viistepäätäharkko 280x130x198

2 Viistepuolikasharkko 150x130x198

Kahi-viisteharkkoseinän mitoitus.

4 SEINÄRAKENTEET

4.1 ULKOSEINÄT

US 1

Tiiliverhottu

Kahi-seinä (F24 04 01)

a) RakMK C3 (2010)

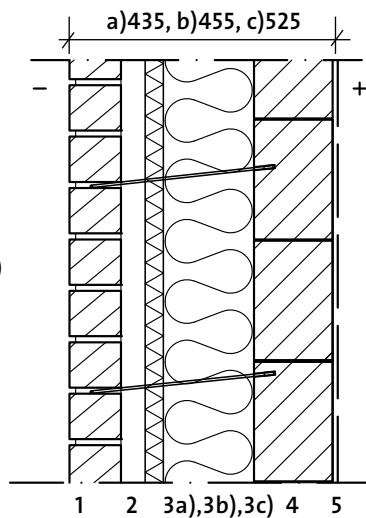
$U=0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$ (kuvassa)

b) Matalaenergia

$U=0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$

c) Passiivi

$U=0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$



- 1 Julkisivumuuraus, 85 mm, muuraussiteet RST, a) $\phi 4$ vähintään 2 kpl/m², suunnittelijan ohjeen mukaan b) $\phi 5$ 6 kpl/m², c) $\phi 5$ 11 kpl/m²
- 2 Ilmarako ≥ 40 mm
- 3 a) Tuulensuojaeriste RKL-Facade 30 mm Mineraalivilla KL-32-150 mm b) SPU-AL 200 mm c) SPU-AL 270 mm
- 4 Ohutsaumamuuraus, Kahi-runkoponttihakko 130 mm
- 5 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan

Lämmönläpäisykerroin: a) 0,17, b) 0,12, c) 0,10 W/m²K
- laskennassa käytetty lämmönjohtavuutta λ_d

Palonkestoluokka:

RakMk	EN 1996-1-2	
REI120	REI90	kantava
EI180	EI180	kantamaton

Ääneneristävyys: $R_w = 62 \text{ dB}$ $R_w + C_{tr} = 55 \text{ dB}^*$
* Ratkaisun a) mukaan

US 2

Rapattu Kahi Facade -harkoin verhottu

Kahi-seinä (F 24 04 00)

a) RakMK C3 (2010)

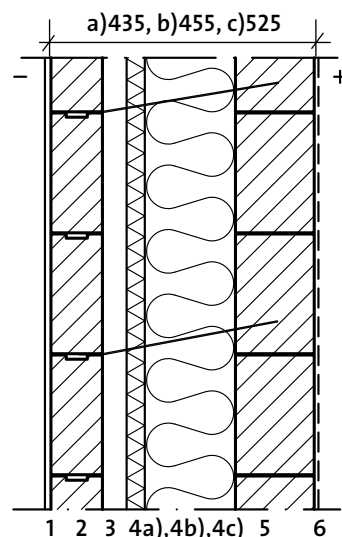
$U=0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$ (kuvassa)

b) Matalaenergia

$U=0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$

c) Passiivi

$U=0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$



- 1 2x webervetonit 410 Ohutrappauslaasti + webervetonit SilcoMaali + webervetonit SilcoPinnoite tai 3 x webervetonit Kahi FacadePinnoite
- 2 Ohutsaumamuuraus, KahiFacade -harkko 85 mm, muuraussiteet RST, a) $\phi 4$ vähintään 2 kpl/m², suunnittelijan ohjeen mukaan b) $\phi 5$ 6 kpl/m², c) $\phi 5$ 11 kpl/m²
- 3 Ilmarako ≥ 40 mm
- 4 a) Tuulensuojaeriste RKL-Facade 30 mm Mineraalivilla KL-32-150 mm b) SPU-AL 200 mm c) SPU-AL 270 mm
- 5 Ohutsaumamuuraus, Kahi-runkoponttihakko 130 mm
- 6 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan

Lämmönläpäisykerroin: a) 0,17, b) 0,12, c) 0,10 W/m²K
- laskennassa käytetty lämmönjohtavuutta λ_d

Palonkestoluokka:

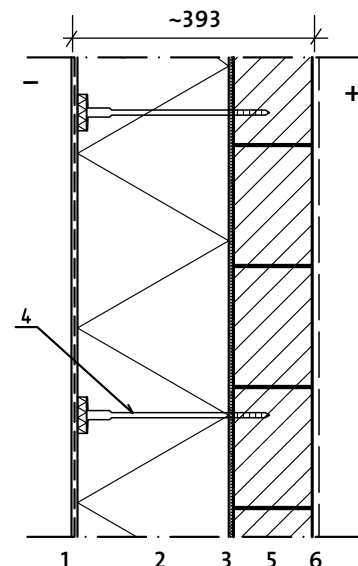
RakMk	EN 1996-1-2	
REI120	REI90	kantava
EI180	EI180	kantamaton

Ääneneristävyys: $R_w = 62 \text{ dB}$ $R_w + C_{tr} = 56 \text{ dB}^*$
* Ratkaisun a) mukaan

US 3

SerpoTherm- eristerapattu

Kahi-seinä (F24 06 12)



- 6-12 mm 1 weber-rappaus (ks. F24 06 11)
- 250 mm 2 EPS-levy, Thermisol EPS 60S Seinä tai Thermisol Platina Rappari
- n. 3 mm 3 Liimalaasti, webervetonit 410 Ohutrappauslaasti
- weber STRU Kiinnike + weber STR Kiekkö EPS, 6 kpl/m² tarvittaessa, ks. suunnitteluohje
- 130 mm 5 Kahi-harkko
- 6 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan

Lämmönläpäisykerroin: a) 0,16 W/m²K (EPS 60 S Seinä 250 mm)
b) 0,13 W/m²K (Platina Rappari 250 mm)

Sisäkuoren palonkestoluokka:

RakMk	EN 1996-1-2	
REI120	REI90	kantava
EI180	EI180	kantamaton

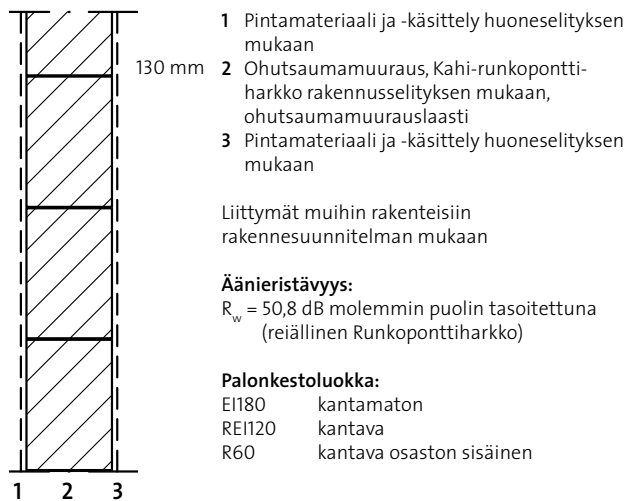
Ääneneristävyys: $R_w = 47 \text{ dB}$
 $R_w + C_{tr} = 41 \text{ dB}$

4.2 HUONEISTOJEN SISÄISET SEINÄT

Kantavat väliseinät ohutsaumamuurataan 130 mm leveistä Kahi-runkoponttihakkoista (rakennetyyppi VS 1).

Märkien tilojen seinät tehdään kosteusvaurioriskien välttämiseksi kivirakenteisina. Tähän tarkoitukseen on kehitetty Kahi-järjestelmä, jonka muodostavat 85 mm leveät väliseinäponttihakot ja erikoiskappaleina roilotiilet ja palkkiharkot. Myös muut huoneiden väliset seinät kannattaa tehdä Kahi-väliseinäponttihakkoista, kun halutaan levyrakenteita vankempaa ja paremmin ääntä eristävää seinää (rakennetyyppi VS 2).

VS 1



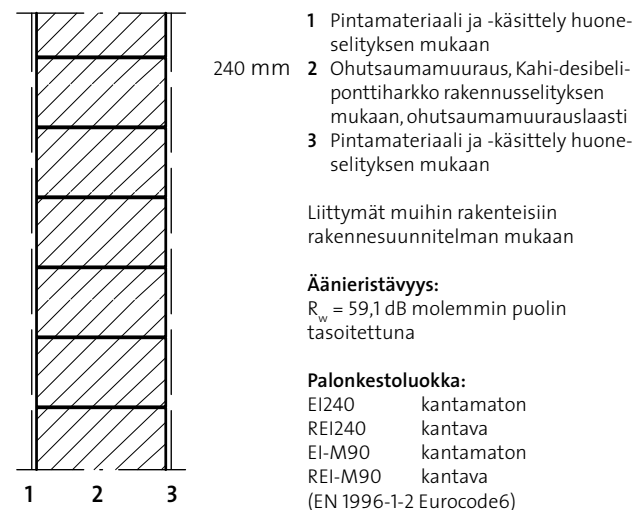
4.3 HUONEISTOJEN VÄLISET SEINÄT

Asuinhuoneistojen välillä edellytetään vähintään ilmaääneneristävyyttä $R'_w = 55$ dB.

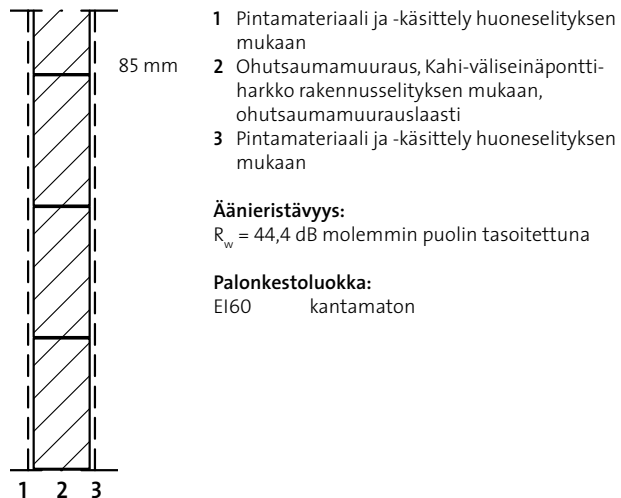
Kätevimmin seinä tehdään ohutsaumamuurattavilla Kahi-desibeliponttihakkoilla, jolloin seinän paksuus on 240 mm (rakennetyyppi VS 3).

Jos halutaan selvästi vaatimustasoa parempaa ääneneristystä, seinä tehdään kaksinkertaisena runkoponttihakkoista. Kun myös perustus halkaistaan väliseinän kohdalla, saavutetaan yli $R'_w = 60$ dB ilmaääneneristävyys (rakennetyyppi VS 4).

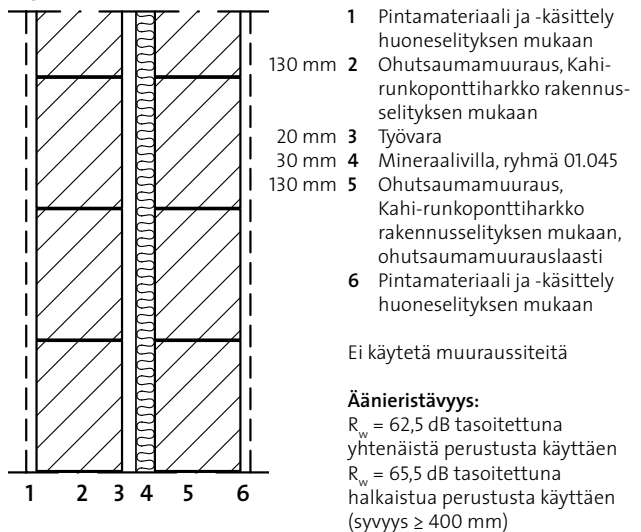
VS 3



VS 2



VS 4



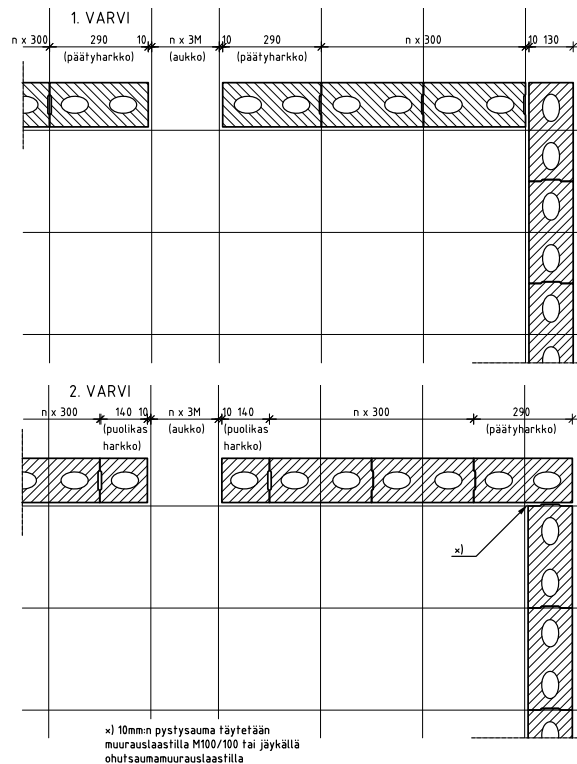
5 MODUULIMITOITUS

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.

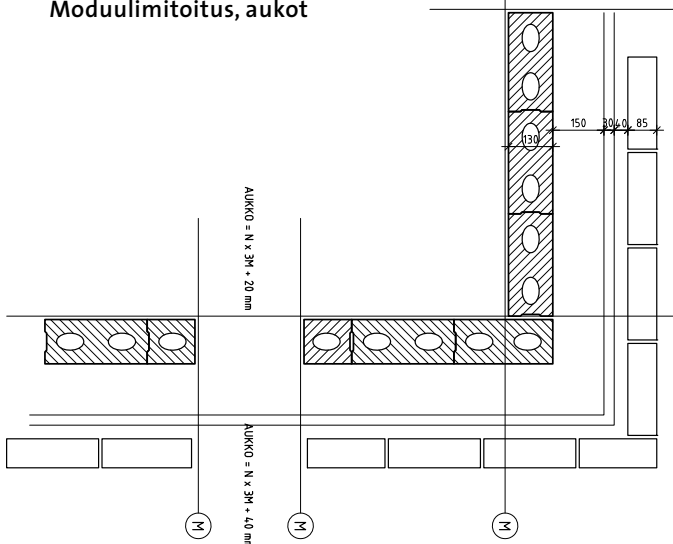
Kahi-harkkojen mitoituksessa käytetään vaakasuunnassa 3M-moduulijakoa (300 mm) ja 1/2-harkon limitystä.

Runkoponttihakkojen mitoituksessa aukkojen pielissä käytetään Runkoponttihakkojen 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

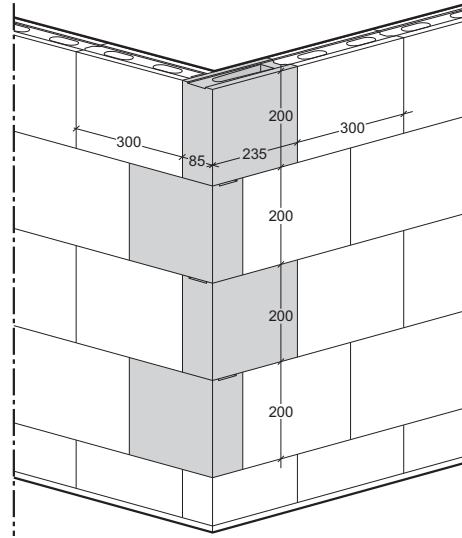


Moduulimitoitus, aukot



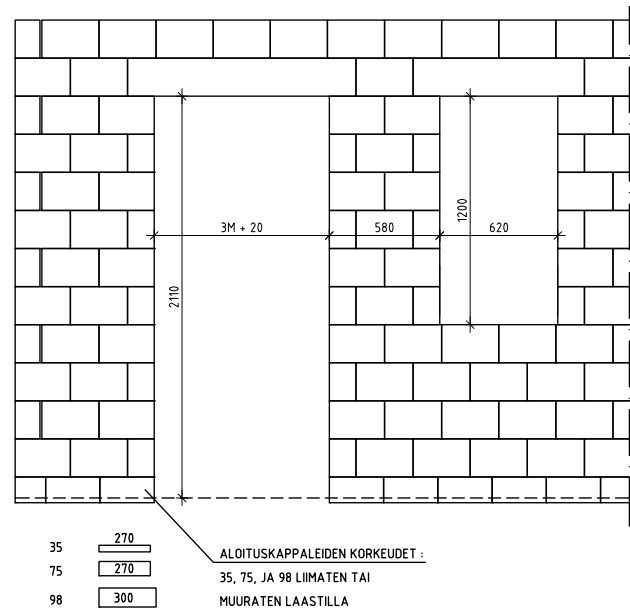
Väliseinäponttihakkomuurauksessa ulkokulmassa käytetään 235 mm pituisia väliseinäponti päätyharkkoja, jolloin seinä etenee 1/2-harkon vaakalimityksellä.

Väliseinäponttihakkojen mitoitus



Pystysuunnassa Kahi-harkkojen moduulijako on 2M (200 mm). Ensimmäinen harkkokerros muurataan yleensä webervetonit ML 5 Muurauslaastilla tai webervetonit Leca® Laastilla siten, että se saadaan täysin suoraksi. Jos rungon muuraus lähtee lattian yläpinnan tasolta, voidaan aloitus muurata 98 mm korkealla harkolla korkeusmitoituksen sovitamiseksi 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



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

6 RAKENTEIDEN MITOITUS

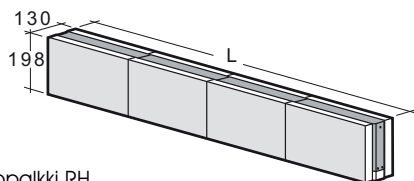
MITOITUSMENETELMÄT JA SUUNNITTELUPERUSTEET

Muuratut Kahi-seinät voidaan suunnitella Eurokoodi 6:n tai RakMk osa B8 Tiilirakenteet ja Ohjeet 2007 mukaan. Tässä oppaassa on esitetty RakMk B8:n mukainen mitoitus tapa, 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

Kantavissa Kahi-harkko- ja -tiiliseinissä olevat aukot voidaan ylittää Kahi Runkopalkkeilla, rakennesuunnittelijan mitoittamilla betonipalkkeilla sekä teräsprofileilla. Taulukossa 4 on esitetty Kahi-runkopalkkien kuormituskestävyydet.



Runkopalkki RH

Taulukko 4. Kahi-runkopalkkien kuormituskestävyydet q_u (kN/m).

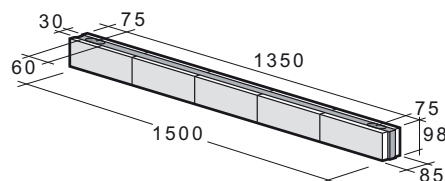
PALKIN TUNNUS	PALKIN PITUUS (mm)	AUKON SUURIN LEVEYS (mm)	KUORMITUSKESTÄVYYS q_u (kN/m)	
			1 PALKKI	2 PALKKIA PÄÄLEKKÄIN
RH4	1200	900	49	73
RH5	1500	1200	36	55
RH6	1800	1500	29	44
RH7	2100	1800	20	36
RH8	2400	2100	15	30
RH10	3000	2700		18
RH12	3600	3300		12

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

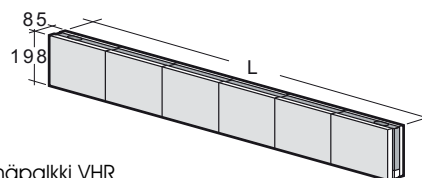
6.1.2 Ei-kantavat seinät

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

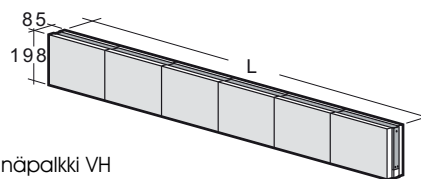
Kahi-väliseinäpalkit (seinän leveys 85 mm) ja RRH-runkopalkit (seinän leveys 130 mm) riittävät sellaisinaan kannattamaan aukkojen yläpuolisen muurauksen.



Väliseinäpalkki VHR 1500x85x98



Väliseinäpalkki VHR

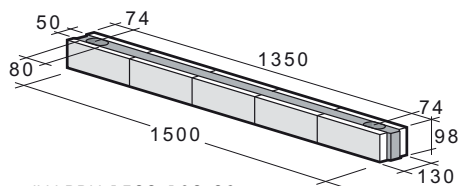


Väliseinäpalkki VH

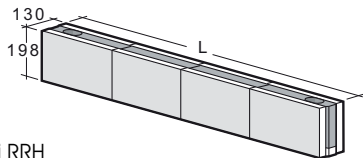
Taulukko 8. Väliseinäpalkki ei-kantaviin seiniin. VHR Palkin kummassakin päässä on reikä putkituksia varten.

PALKIN TUNNUS	PIT. x LEV. x KORK. (mm)	AUKON SUURIN LEVEYS (mm)	PAINO (kg)
VHR 1500x85x98	1500x85x98	1200	27
VHR4	1200x85x198	1000	42
VHR6	1800x85x198	1600	63
VH8	2400x85x198	2200	84

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



Runkopalkki RRH 1500x130x98

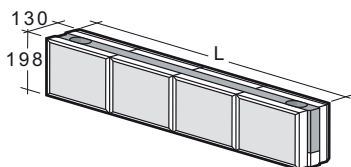


Runkopalkki RRH

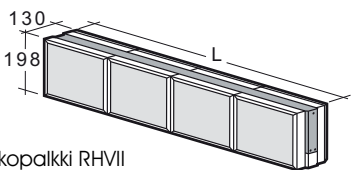
Taulukko 6. Runkopalkki RRH ei-kantaviin seiniin. Palkin kummassakin päässä reikä putkituksia varten.

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

Minimitukipinta 150 mm



Viistetty Runkopalkki RRHVII



Viistetty Runkopalkki RHVII

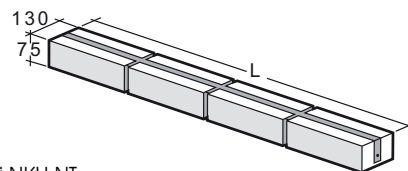
Taulukko 7. Runkopalkki viistetty RRHVII ei-kantaviin seiniin. Palkin kummassakin päässä reikä putkitusta varten.

PALKIN TUNNUS	PIT. x LEV. x KORK. (mm)	AUKON SUURIN LEVEYS (mm)	PAINO (kg)
RRH4VII 1200 mm	1200x130x198	900	64
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.

Kahi NKH- ja MKH-tiilipalkit eivät ole sellaisenaan kantavia rakenneosia, mutta yhdessä yläpuolisen muurauksen kanssa ne riittävät kannattamaan ei-kantavissa seinissä aukkojen yläpuolisen muurauksen. Muurauksen aikana palkkielementit on tuettava noin yhden metrin välein kunnes laasti on kovettunut.

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.

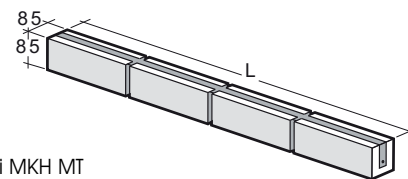


Tiilipalkki NKH NT

Taulukko 8. 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)
NT 4	1125	900	165
NT 6	1695	1400	255
NT 8	2265	2000	345
NT 10	2835	2550	435

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



Tiilipalkki MKH MT

Taulukko 9. 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)
MT 4	1185	900	185
MT 6	1785	1500	285
MT 10	2985	2700	485

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

Muurattavia palkkeja käytettäessä on noudatettava alla olevissa taulukoissa esitettyjä arvoja ja ohjeita. Harkkopalkkien alueella on käytettävä laastia myös harkkojen pystysaumissa.

Ulkona sijaitsevilla raudoitettavissa rakenteissa tulee käyttää lujuudeltaan vähintään luokkaan M7,5 kuuluvaa laastia ja sisätiloissa vähintään luokkaan M5 kuuluvaa laastia.

Sisätiloissa ja aina ruostumatonta raudoitetta käytettäessä raudoituksen etäisyyden rakenteen pinnasta tulee olla ainakin 15 mm, muulloin 30 mm.

Raudoitustankojen vapaan välin on oltava vähintään 20 mm. Mahdolliset raudoituksen alapuoliset tiilet on sidottava yläpuoliseen rakenteeseen.

Taulukko 10. Raudoitettujen NKH 270 x 130 x 75 tiilistä muurattujen palkkien taivutus- ja leikkauskestävyyksiä.

H (mm)	M _u (kN/m)	V _u (kN)
255	3,7	1,4
345	7,6	1,9
435	11,5	2,5
525	14,1	3,1
615	16,8	3,6
705	19,5	4,2
975	27,6	6,0
1245	35,6	7,5

H = muurauksen kokonaiskorkeus

Tiilen lujuusluokka (NKH) 20

Laastin lujuusluokka M5

Teräkset 2T8 A 500 HW
(viedään tuelle väh. 120 mm)

Hyödyllinen korkeus d enintään 1/2-jännemitasta ja enintään 1,3 m.

Raudoitus sijoitettu alimpaan saumaan käyttäen kouru- eli palkkitiiliä.

Taulukko 11. Vaatimukset ei-kantaviin seiniin Kahi-harkoista työmaalla tehtäville harkkopalkkeille.

AUKON LEVEYS (mm)	HARKKOPALKIN KORKEUS (mm)	VAADITTU VAAKARAUDOITUS	VAADITTU PYSTYRAUDOITUS
1200	400	2φ5 tai 1xBI 37R	Ei tarvita
1700	400	2φ5 tai 1xBI 37R	Tarvitaan
3200	600	2φ5 tai 1xBI 37R	Tarvitaan
4200	800	2φ5 tai 1xBI 37R	Tarvitaan
4700	1000	3φ5 tai 2xBI 37R	Tarvitaan
5200	1200	3φ5 tai 2xBI 37R	Tarvitaan

Pystyraudoituksena voidaan käyttää yläpuolisesta muurauksesta ankkuroitavia, harkkojen pystyreikiin juotettavia esim. 8 mm paksumia ankkuritankoja.

6.2 PALOTEKNINEN MITOITUS

Kahi-seinien palomitoitus voidaan tehdä taulukon 12 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.

Taulukkoarvojen käytölle on edellytyksenä että RakMk B8 kaavalla (3.7) laskettu mitoitusohikeus λd ei saa ylittää arvoa 27 kantaville muuratuille rakenteille ja arvoa 40 kantamattomille muuratuille rakenteille.

RakMk 8, kaava (3.7):

$$\lambda d = H_o / t_e$$

missä

H_o on nurjahduspituus

t_e on rakenteen tehollinen paksuus.

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 12 ja 13 arvot saavutetaan Kahi-harkkoseinien normaalilla 0–2 mm pystysaumaleveydellä ilman pystysaumalaastia ja tasoittamista. Suosittelemme kuitenkin laastittomin pystysaumoin ohutsauma-muuratuissa Kahi-harkkoseinissä ainakin toispuolista tasoittamista ulkonäkö, ilmatiiviys- ja ääneneristävyyssyistä.

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

RakMk B8:ssa ei ole otettu kantaa millä seinän paksuudella täytetään eri REI-M ja EI-M-luokkien vaatimukset. Jos seinien palonkestävyys suunnitellaan toimivaksi standardin SFS-EN 1996-1-2 Eurokoodi 6 – Muurattujen rakenteiden suunnittelu – Osa 1-2: Yleiset säännöt – Rakenteiden palomitoitus mukaisesti, saavutetaan Kahi Desibelipontti-harkkoseinillä 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.

Taulukko 12. 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 harkkoseiniä paloluokat laastiittomin pystysaumoin. Laastiittoman pystysaumaroon leveys enintään 2 mm.

	KANTAMATON OSASTOIVA SEINÄ	KANTAVA SEINÄ		ISKUNKESTÄVYYS- LUOKKA
		OSASTOIVA	OSASTON SISÄINEN	
Väliseinäpöntti 85 mm MKH-tiili 85 mm	EI 60			
Runkopöntti 130 mm	EI 180	REI 90	R 60	
Runkopöntti dB48 Umpinainen 130 mm NKH-tiili 130 mm	EI 180	REI 120	R 60	
Desibelipöntti 240 mm	EI 240	REI 240	R 180	REI-M 90, EI-M 90 *

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

Liitokset ja saumat

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

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

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

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

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

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

Kiinnikkeet, putket ja kaapelit

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

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

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 tehty 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 kokemuksen perustuvia ohjeita.

6.3 ÄÄNITEKNINEN MITOITUS

Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa C1 on esitetty vaatimuksia erityyppisiä huonetiloja rajaavien väliseinien ääneneristävyyksille:

- Asuinhuoneiston (ja hotellihuoneistojen) sekä niitä ympäröivän tilan välillä $R'_w \geq 55$ dB (Desibeliharkkoseinä tai ilma-akustinen kaksoisseinä)
- Potilashuoneiden tai niihin rinnastettavien tilojen välillä $R'_w \geq 48$ dB (umpinaisesta dB48 Umpi -runkopontti-harkosta muurattu tasoitettu seinä tai tasoitettu 130 mm leveä tiiliseinä)
- Luokahuoneiden ja niiden rinnastettavien tilojen välillä, sekä luokahuoneen ja käytävän välillä $R'_w \geq 44$ dB (130 mm tiili-, viisteharkko- tai tasoitettu harkkoseinä).

Tilaaja voi asettaa muitakin ääniteknisii vaatimuksia. Kahi-väliseinärakenteiden R_w -arvot on esitetty taulukossa 13.

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

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 rakennuslupan myöntämisen yhteydessä. Vaaditun äänitasoeron perusteella lasketaan oppaan kaavoilla mikä tulee olla ulkoseinärakenteelta vaadittu $R_w + C_{tr}$ -arvo.

VTT:n tekemissä mittauksissa Kahi ulkoseinärakenteille on mitattu taulukossa esitetyt ilmaääneneristysluvun R_w - ja liikennemelun ilmaääneneristysluvun $R_w + C_{tr}$ -arvot. VTT:n mittausten perusteella Kahi-Facade- ja täystiiliulkoseinärakenteita saadaan käyttää kaikilla Suomessa asuin- tai toimistokäyttöön sallituilla alueilla.

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

Taulukko 14. Ilmaääneneristysluvun R_w - ja liikennemelun ilmaääneneristysluvun $R_w + C_{tr}$ -arvot.

SEINÄN RAKENNE	R_w	$R_w + C_{tr}$
Kahi Facade -ulkoseinä	62	56
Kahi Täystiiliseinä	62	55
Kahi Facade -verhottu betoniseinä	71/63 ¹⁾	57/56 ¹⁾
Kahi Facade -verhottu puuelementtiseinä	56	51
SerpoTherm eristerapattu Kahi-seinä	47	41

¹⁾ Arvot osittain laskennallisesti määritettyjä ulkoseinärakenteille, joissa on 120/80 mm:n paksuinen betoninen sisäkuori.

Taulukko 13. Kahi-harkko- ja tiiliseinien R_w -arvot ²⁾.

SEINÄRAKENNE	ILMAÄÄNENERISTYSLUKU R_w (dB)		
	PUHTAAKSI MUURATTU / TASOITTAMATON	TASOITETTU 5 mm / PUOLI	RAPATTU 10 mm / PUOLI
NKH 270x130x75	50,2	51,2	52,1
KH dB 52 270x198x75	55,9	56,5	57,0
MKH 285x85x85	44,5	45,9	47,2
VÄLISEINÄPONTTI 300x85x198	43,8 ¹⁾	45,4	46,6
RUNKOPONTTI 300x130x198	49,5 ¹⁾	50,8	51,9
RUNKOPONTTI dB 48 UMPINAINEN 300x130x198	51,9 ¹⁾	52,4	52,9
VIISTEHARKKO 300x130x198	49,3 ¹⁾	50,3	51,3
DESIBELIPONTTI 300x240x128	58,9 ¹⁾	59,1	59,8
Kaksoisseinä (85 mm Kahi + 50 mm villa + 85 mm Kahi) ³⁾	-	60,3 ⁴⁾	-
Kaksoisseinä (85 mm Kahi + 50 mm villa + 130 mm Kahi) ³⁾	-	63,1 ⁵⁾	-

¹⁾ Edellyttää pystysaumalaastin käyttöä, mikäli rakenteen ilmatiiveydestä ei voida täysin varmistua.

Puhtaaksi muurattu, maalattu molemmin puolin.

²⁾ Arvot perustuvat standardin EN-12345-1:n laskentamenetelmiin

³⁾ Kaksoisseinien arvot ilman sidelankoja – käytettäessä sidelankoja 4 kpl/m² alenee ääneneristävyys 2–3 dB taulukon arvoista

⁴⁾ Halkaistu perustus ja välipohja. 57,3 dB yhtenäisellä välipohjalla

⁵⁾ Halkaistu perustus ja välipohja. 60,1 dB yhtenäisellä välipohjalla

6.4 YLEISET SUUNNITTELUPERUSTEET

Rakennuksen runko ja siihen kuuluvat muuratut rakenteet suunnitellaan siten, että saavutetaan riittävä kokonaisvakavuus. Tiilirunkoisessa 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. Rakenteita voidaan tarkastella kehärakenteina, mutta yleensä riittää RakMk B8:ssa esitetty likimääräismenetelmä, jossa rakenneosia tarkastellaan erillisinä otaksumalla niiden tuentatapa nivelelliseksi. Mitoituksessa käytettävät laskentakuumat määritetään RakMk B1 Rakenteiden varmuus ja kuormitukset mukaan.

Tiilirakenteiden hyvän puristuslujuuden ansiosta muuratut seinät ja pilarit voivat kantaa suuria pystykuormia. Vaakavoimat aiheuttavat tiiliseinään leikkausrasitusta. Tiilirakenteet mitoitaan pääosin pitkäaikaista vetorasitusta kestävämmiksi.

Vetorasitukselle alttiissa kohdissa vedon syntyminen estetään rakenteen muotoilulla ja pystykuormituksen suunnittelulla. Tiilirakenteen vetolujuutta käytetään hyväksi vain mitoitettaessa rakennetta tuuli- ja kaidekuormille. Runkoon kuuluvat seinät limitetään toisiinsa nurkissa tai ne sidotaan toisiinsa ns. reikänauhoilla vähintään joka toisessa saumassa.

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

Kantamattomat seinät

Kantamattomat seinät erotetaan yläpuolisista rakenteista riittävällä liikevaralla. Seinät limitetään toisiinsa nurkissa ja sidotaan runkoon 0,7–0,8 mm paksuilla ns. reikänauhoilla vähintään joka kolmannessa saumassa riittävän vakavuuden saavuttamiseksi.

Tavanomaista korkeammilla ja pidemmällä seinillä saattaa olla tarpeen järjestää myös yläreunan sivuttaistuenta. Kun halutaan hyvä ääneneristys, liitosten tiiviys varmistetaan elastisella saumaussmassalla.

Taulukko 16. Normaali Kahi-tiili- ja -harkkomuurin lujuuksien ominaisarvoja (MN/m²).

NORMAALI KAHITIILI- JA HARKKOMUURIN LUJUUKSIEN OMINAISARVOJA (MN/m ²)	TIILI, LUJUUSLUOKKA 20 LAASTI WEBER.VETONIT ML5 MUURAUSLAASTI M100/600 LUJUUSLUOKKA M5 ¹⁾	HARKKO, LUJUUSLUOKKA 20 LAASTI WEBER.VETONIT OL 15 OHUTSAUMALAASTI LUJUUSLUOKKA M15 ¹⁾
Puristuslujuus f_{ck}	4,5	6,0
Taivutusvetolujuus		
– vaakasaumojen suuntaisessa murtotasossa f_{xk1}	0,15	0,20
– vaakasaumojen suuntaa vastaan kohtisuorassa, täysi pystysauma f_{xk2}	0,45	0,60
– vaakasaumojen suuntaa vastaan kohtisuorassa, tasossa $f_{xk2'}$ laastiton pystysauma	0,31	0,42
Leikkauslujuuden ominaisarvo ilman sauman tasoa vastaan kohtisuoran puristusjännityksen vaikutusta f_{vko}		
– täysi pystysauma	0,17	0,47
– laastiton pystysauma	0,07	0,07

¹⁾ Muiden laastiyhdistelmien ominaisuudet on esitetty RakMK osassa B8 Tiilirakenteet. Muurin vetolujuutta voidaan yleensä käyttää hyväksi vain mitoitettaessa rakennetta tuuli- ja kaidekuormille.

6.5 OMINAISUUDET

6.5.1 Lujuusluokat

Taulukko 15. Kahi-tiilien ja -harkkojen sekä weber.vetonit-laastien lujuusluokat (MPa).

LUJUUSLUOKKA		
Kahi-tiilet ja -harkot	ML 5 Muurauslaasti M100/600	OL 15 Ohutsaumalaasti
15/20 ¹⁾	5	15

¹⁾ Kahi-harkkojen normaali lujuusluokka on 15. Poikkeuksena ovat kantaviin seiniin tarkoitetut väliseinätiilet sekä runko- ja desibeli-harkot, joiden normaali lujuusluokka on 20.

6.5.2 Ominaislujuudet

Muurin lujuuteen vaikuttavat tiilien ja harkkojen sekä laastin lujuusluokat ja limitystapa, sauman paksuus ja etenkin työn suoritus. Luonteensa vuoksi muuratulla rakenteella on erilaiset lujuusominaisuudet eri suuntiin. Taulukoissa 16 esitetty arvot edellyttävät, että muurin saumat täyttävät ohjeiden vaatimukset.

6.5.4 Rakenteiden varmuus

Murtorajatilataarkasteluissa käytettävät laskentalujuudet saadaan jakamalla ominaislujuudet aineiden osavarmuuskertoimilla.

Taulukko 17. Aineiden osavarmuuskertoimet.

	MURTORAJATILA	KÄYTTÖRAJATILA
Muuri	2,0 ¹⁾	1,0
Raudoite	1,20	1,0
Teräsiteet	1,20	1,0
Ankkurointi	2,0 ¹⁾	1,0

¹⁾ SFS 7001-käsikirjan kategorian 1 muurauskappaleet

6.6 PURISTUSKESTÄVYYS

Muuratut seinät ja pilarit mitoitetaan puristukselle homogeenisinä ja vetoa kestävämmäin. Kantavien muurattujen seinärakenteiden pystykuormitukset eivät yleensä ole keskeisiä koska esim. väli- ja yläpohjat toimivat pystyrakenteiden kanssa kehärakenteen tavoin. Tällöin pystyrakenteisiin syntyy taivutusta, joka laskennallisesti voidaan tulkita epäkeskisyydeksi. Puristetun rakenteen kantavuuteen vaikuttaa kuormien epäkeskisyyys ja rakenteen hoikkuus. Yksiaukkoisten vaakarakenteiden tuilla kuorman voidaan yleensä otaksua vaikuttavan tukipinnan kolmannespisteessä (e_1) ja jatkuvien vaakarakenteiden tuilla seinämän kummaltakin puolelta siirtyvän tukireaktion oletetaan vaikuttavan tukipinnan kolmannespisteessä (e_1). Alapäässä kuorman katsotaan jakautuvan tasan tukipinnalle, jolloin se vaikuttaa tukipinnan keskipisteessä. Tarvittaessa otetaan huomioon vaakavoimien aiheuttama epäkeskisyyys ($e_w = M_d / N_d$).

Kantavan tai jäykistävän seinän nimellispaksuus on vähintään 100 mm enintään kaksikerroksisissa ja vähintään 120 mm sitä useampikerroksisissa rakennuksissa. Pilarin poikkileikkausalan tulee olla vähintään 50 000 mm². RakMk B8:n hoikkuusvaatimus ($\lambda \leq 27$) johtaa käytännössä siihen että

normaalikorkuisissa kantavissa seinissä tulee käyttää vähintään 130 mm leveää runkoponttiharkkoa. Pystykuormitettujen Kahi-seinien mitoituksessa voidaan käyttää oheisen taulukon 19 mukaisia valmiiksi laskettuja puristuskestävyyden arvoja. Rakenteen mitoitus epäkeskisyyss lasketaan kaavalla:

$$e_d = 0,6e_1 + 0,4e_2 + e_w > 0,05t + e_w$$

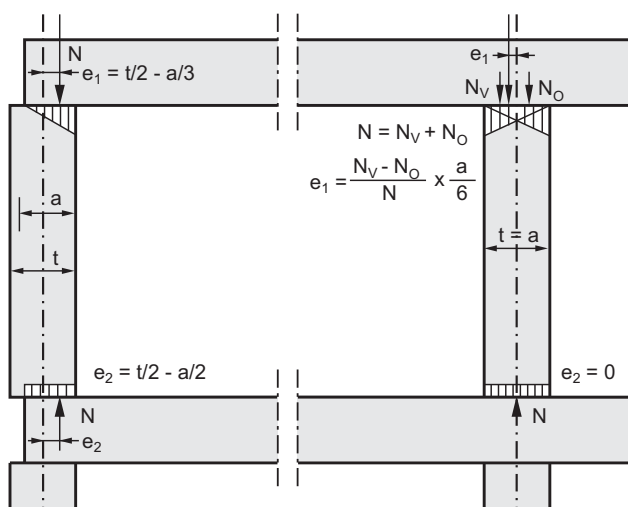
e_1 on itseisarvoltaan suurempi päiden epäkeskisyyksistä
 e_2 on itseisarvoltaan pienempi päiden epäkeskisyyksistä,
 e_w on vaakakuorman aiheuttama epäkeskisyyss
 t on rakenteen paksuus.

Yleensä kantava tiili- ja harkkoseinä tukeutuu alapäästään koko pinta-alaltaan laatalle, jolloin $e_2 = 0$. Yksiaukkoisten vaakarakenteiden tuilla kuorman voidaan otaksua vaikuttavan tukipinnan kolmannespisteessä, jolloin $e_1 = t/2 - a/3$. Jatkuvien vaakarakenteiden tuilla $t = a$, ja e_1 lasketaan kuvan A mukaisesti. Tarvittaessa, esimerkiksi korkeassa eristeharkkouseinässä otetaan huomioon myös vaakavoimien aiheuttama epäkeskisyyss $e_w = M_d / N_d$.

Taulukko 18. Kahi tiili- ja harkkoseinien puristuskestävyyksiä N_d (kN/m).

SEINÄN KORKEUS	TIILI t=130 mm / WEBER.VETONIT ML 5 MUURAUSLAASTI M100/600		HARKKO t=130 mm / WEBER.VETONIT OL 15 OHUTSAUMALAASTI		HARKKO t=240 mm / WEBER.VETONIT OL 15 OHUTSAUMALAASTI	
(m)	$e_d = 0,05t$	$e_d = 0,15t$	$e_d = 0,05t$	$e_d = 0,15t$	$e_d = 0,05t$	$e_d = 0,15t$
2,4	99	50	132	67	475	297
2,6	82	41	109	55	453	278
2,8	73	36	97	48	431	259
3,0	64	30	85	41	409	240
3,2	55	25	73	33	386	219
3,4	49	21	66	28	362	196
3,6	45 ¹⁾	19 ¹⁾	60 ¹⁾	25 ¹⁾	338	173
3,8	40 ¹⁾	16 ¹⁾	54 ¹⁾	21 ¹⁾	316	161
4,0	1)	1)	1)	1)	293	149
4,2	1)	1)	1)	1)	270	137
4,4	1)	1)	1)	1)	247	125
4,6	1)	1)	1)	1)	224	113
4,8	1)	1)	1)	1)	202	101
5,0	1)	1)	1)	1)	190	95
5,2	1)	1)	1)	1)	178	88
5,4	1)	1)	1)	1)	166	80
5,6	1)	1)	1)	1)	154	73
5,8	1)	1)	1)	1)	142	65
6,0	1)	1)	1)	1)	130	58
6,2	1)	1)	1)	1)	124	54
6,4	1)	1)	1)	1)	118	50
6,6	1)	1)	1)	1)	112 ¹⁾	47 ¹⁾
6,8	1)	1)	1)	1)	106 ¹⁾	43 ¹⁾
7,0	1)	1)	1)	1)	100 ¹⁾	40 ¹⁾
7,2	1)	1)	1)	1)	94 ¹⁾	36 ¹⁾

¹⁾ Sivusiirtymättömien 130 mm leveiden Kahi-seinien maksimikorkeudet ovat kantavissa palonkestovaatimuksen omaavissa seinissä 3,51 m ja kantavissa ei-palonkestovaatimusta omaavissa seinissä 3,90 m. Tätä korkeampien kantavien runkoponttiharkko- ja tiiliseinien toteuttaminen edellyttää RakMk B8:n kohdan 3.41.4 mukaisten poikittaistukien käyttöä. Poikittaistukina toimivat jäykistävät seinät ovat kantavia rakenteita ja ne voidaan mitoittaa kohdan 6.8 mukaisesti.



Pystykuorman epäkeskisyyden laskenta.

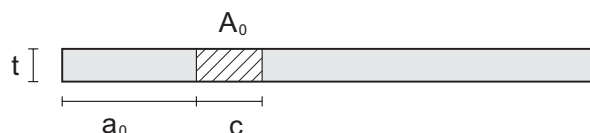
Esimerkki

Ontelolaattaväli pohja tukeutuu 2 800 mm korkealle runkoponttiharkkoväliseinälle 80 mm verran, ja siltä tulee seinän yläpään laskentakuormaa 30 kN/m. Seinän yläpään kohdistuu lisäksi keskeistä kuormaa ylemmistä kerroksista 50 kN/m.

Ontelolaatalta tulevan kuorman epäkeskisyyden $e_{d1} = 0,6$ (130 mm/2 - 80 mm/3) = 23 mm. Kokonaisepäkeskisyyden $e_d = (30 \times 23 + 50 \times 0) / (30 + 50) = 8,6 \text{ mm} = 0,066t$. Taulukosta interpoloimalla saadaan seinän kuormituskestävyydeksi $N_u = 89 \text{ kN/m}$. Seinä kestää laskentakuormituksen 80 kN/m.

6.7 PAIKALLINEN PURISTUSKESTÄVYYS

Kun puristava voima kuormittaa vain osaa rakenteen poikkileikkauksesta, tulee tarkistaa myös seinän paikallinen puristuskestävyys N_{Ru} . Alla olevaan taulukkoon on laskettu tyypillisten Kahi-rakenteiden paikallisia puristuskestävyyksiä kuormituspinta-alan funktiona.



Taulukko 19.

t (mm)	c (mm)	a_{0min} (mm)	N_{Ru} (kN)	a_{0max} (mm)	N_{Ru} (kN)
Tiili 130 mm ML 5 Muurauslaasti M100/600 20/ M5	25	20	7,9	125	11,0
	50	7,5	14,8	250	21,9
	75	0	21,9	375	32,9
	100	0	29,3	500	43,9
	125	0	36,6	625	54,8
	150	0	43,9	750	65,8
	175	0	51,2	875	76,8
	200	0	58,5	1000	87,8
	225	0	58,5	1125	87,7
	250	0	58,5	1250	87,8
Harkko 130 mm OL 15 Ohutsauma- laasti 20/M15	≥275	0	58,5	1375	87,8
	25	20	10,5	125	14,6
	50	7,5	19,8	250	29,3
	75	0	29,3	375	43,9
	100	0	39,0	500	58,5
	125	0	48,8	625	73,1
	150	0	58,5	750	87,8
	175	0	68,3	875	102,4
	200	0	78	1000	117,0
	225	0	87,8	1125	131,6
Harkko 240 mm OL 15 Ohutsauma- laasti 20/M15	250	0	97,5	1250	1146,3
	≥275	0	101,4	1375	152,1
	25	48	21,4	125	27,0
	50	35	38,5	250	54,0
	75	23	55,6	375	81,0
	100	10	72,7	500	108,0
	125	0	90,0	625	135,0
	150	0	108,0	750	162,0
	175	0	126,0	875	189,0
	200	0	144,0	1000	216,0
	225	0	162,0	1125	243,0
	250	0	180,0	1250	270,0
	275	0	198,0	1375	297,0
	300	0	216,0	1500	324,0
	325	0	234,0	1625	351,0
	350	0	252,0	1750	378,0
	375	0	270,0	1875	405,0
	≥400	0	288,0	2000	432,0

Esimerkki:

Kahi-runkoponttiharkkoseinän (leveys 130 mm, ohutsauma-laasti) päälle halutaan sijoittaa 75 mm leveä paikallinen kuorma 100 mm etäisyydelle seinän päästä. Interpoloimalla saadaan harkkoseinän paikalliseksi puristuskestävyydeksi $N_{Ru} = (100/375) \times (43,9 - 29,3) + 29,3 = 33,19 \text{ kN}$.

6.8 MITOITUS VAAKAKUORMILLE

Seinät, joihin kohdistuu tasoa vastaan kohtisuora sivuttaiskuorma, mitoitetaan siten, etteivät laskentakuormien aiheuttamat taivutusmomentit ylitä taivutuskestävyyttä tarkasteltavassa suunnassa.

6.8.1 Väliseinien mitoitus vaakakuormille

Väliseiniin kohdistuvia vaakakuormia ovat esimerkiksi tuulestilanteen tuulenpaine sekä kaidevoima.

Kuvissa 1–4 on esitetty raudoittamattomien kalkkihiekkaharkko ja -tiiliseinien enimmäismittoja eri seinäpaksuuksille ja tuentatavoille tuulenpaineella $q_{wd} = 0,32 \text{ kN/m}^2$.

Seinien enimmäistukivälit muilla mahdollisesti tarkistettavilla tuulenpaineen arvoilla voidaan laskea joko vaihtoehdon 1 tai vaihtoehdon 2 mukaisesti.

Vaihtoehto 1.

Seinän enimmäistukivälit saadaan muuntamalla käyrästoissa esitetyt pituus- ja korkeusmitat kertoimella:

$$k = \sqrt{0,32 / q_{wd}}$$

jossa

q_{wd} = tuulenpaineen laskentakuorma.

Vaihtoehto 2.

Seinien enimmäistukivälit L muilla mahdollisesti tarkistettavilla tuulenpaineen arvoilla voidaan laskea lausekkeesta:

$$L = t \sqrt{f_{xd2} / 6 \alpha q_{wd}}$$

jossa

t = seinän paksuus

f_{xd2} = taivutusvetolujuuden laskenta-arvo vaakasaumojen suuntaa vastaan kohtisuorassa murtotasossa

α = korkeuden ja pituuden suhteesta ja pysty- ja vaakasuuntaisen taivutusvetolujuuden suhteesta riippuva momenttikerroin, joka saadaan esim. prEN 1996-1-1 taulukoista

q_{wd} = tuulenpaineen laskentakuorma

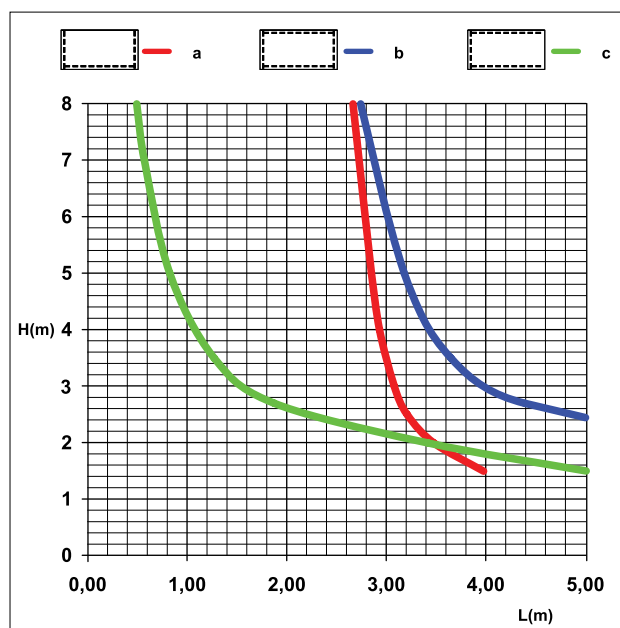
Mikäli halutaan päästä edellä esitettyjä pidempiin tukiväleihin, voidaan Kahi-seinät raudoittaa. Raudoitus voidaan sijoittaa harkkojen pystysuuntaisiin reikiin tai palkki- sekä Facade-harkkojen vaakasuuntaisiin uriin.

Raudoitusta voidaan tarvita myös suurten pistekuormien kohdalla. Jos Kahi-tiilimuurin lyhytaikaiselle kuormitukselle sallittu arvo $0,42 \text{ kNm/m}$ 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 $1,26 \text{ kNm/m}$ suuruinen paikallisen taivutusrasituksen seinän pysty akselin ympäri.

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

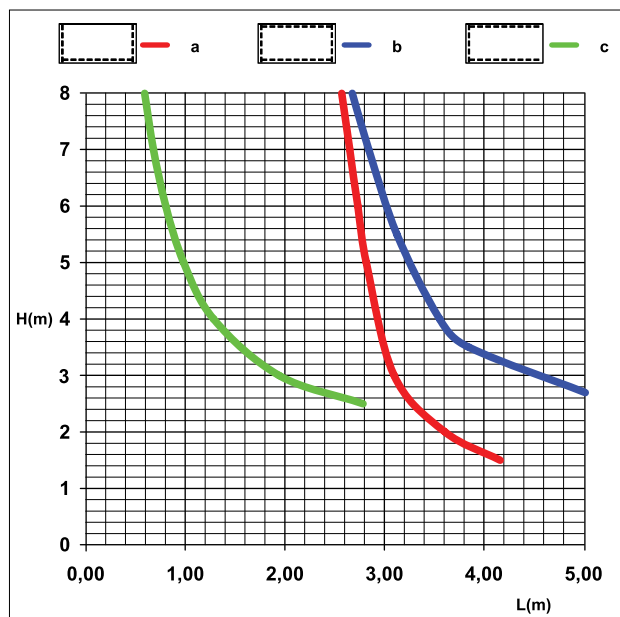
Kuormituksen perusteella määritettyjen enimmäismittojen lisäksi on huomioitava seinien liikuntasauvojen tarve kappaleen 6.9 mukaisesti. Kantamattomien seinien minimipaksuuden määräävät yleensä palonkestävyys ja ääneneristävyyksivaatimukset, joita on käsitelty omissa kappaleissaan.

85 mm:n MKH-väliseinän enimmäismitat eri tuentatapauksissa tuulikuormalle $q_d = 0,32 \text{ kN/m}^2$



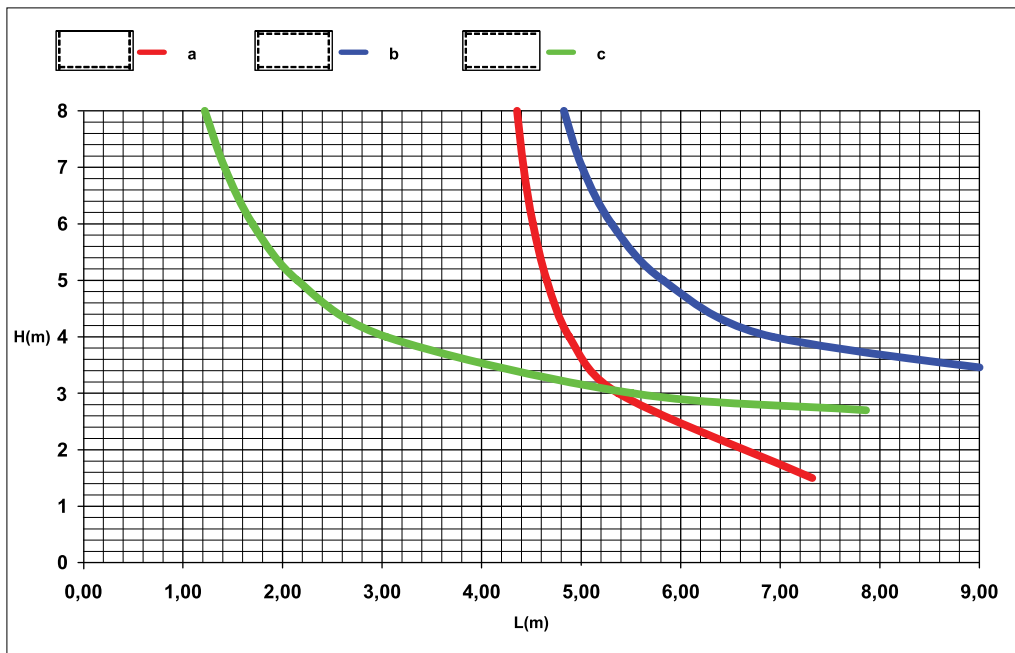
Kuva 1. MKH-väliseinien enimmäismitat

85 mm:n Väliseinäpönttihakkovaliseinän enimmäismitat eri tuentatapauksissa tuulikuormalle $q_d = 0,32 \text{ kN/m}^2$



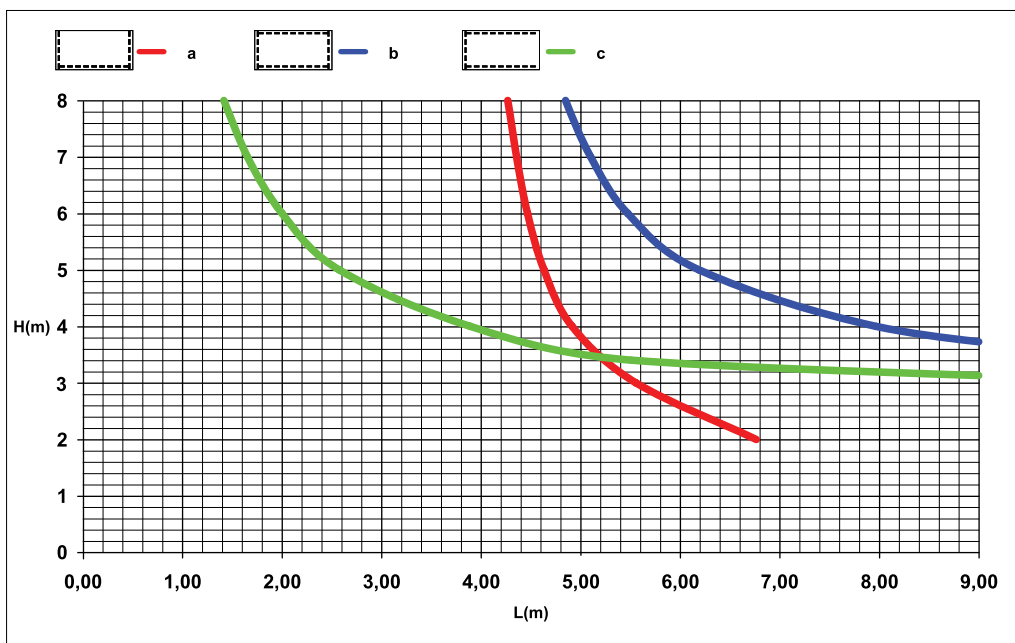
Kuva 2. Väliseinäpönttihakkovaliseinien enimmäismitat

130 mm:n NKH-väliseinän enimmäismitat eri tuentatapauksissa tuulikuormalle $q_d = 0,32 \text{ kN/m}^2$



Kuva 3. NKH-kahiväliseinien enimmäismitat

130 mm:n Runkopontti-väliseinän enimmäismitat eri tuentatapauksissa tuulikuormalle $q_d = 0,32 \text{ kN/m}^2$



Kuva 4. Runkoponttiväliseinien enimmäismitat

RakMK B8:n mitoitusohjeet rajaavat kantavien 130 mm leveiden muurattujen seinien maksimikorkeudeksi 3,51 m/3,90 m (palonkestovaatimus/ei palonkestovaatimusta) ja kantamattomien 85 mm ja 130 mm leveiden seinien maksimikorkeudeksi 3,40 m ja 5,20 m (jos palonkestovaatimus). Tätä korkeammat kantavat seinät tai ei-kantavat palo-osastoivat seinät tulee tukea pilareilla tai poikittaisilla seinillä.

6.8.2 Kuorimuurin mitoitus vaakakuormille

Kuorimuuri mitoitetaan tuulikuormille siten, etteivät laskentakuormien aiheuttamat taivutusmomentit ylitä taivutuskestävyyttä tarkasteltavassa suunnassa. Kuorimuurin minimipaksuus on 85 mm.

Käytännössä korkeissa julkisivuissa käytetään usein muurausteknisistä syistä 130 mm paksuista kuorimuurausta.

Kuorimuuri tuetaan ja sidotaan rakennuksen runkoon siten, että lämpötilan ja kosteuden vaihteluista aiheutuvat muodonmuutokset eivät vaurioita rakennetta. Kuorimuurin muuraussiteet mitoitetaan tuulenpaineen ja imun aiheuttamalle puristukselle ja vedolle.

Normaalin ruostumattomasta tai kuumasinkitystä teräksestä valmistetun, halkaisijaltaan 4 mm muuraussiteen vetokestävyytenä käytetään laskenta-arvoa 0,8 kN ja puristuskestävyytenä laskenta-arvoa 0,4 kN, kun käytetyn laastin puristuslujuusluokka on M5.

Muuraussiteiden ankkurointi muihin kuin muurattuihin rakenteisiin suunnitellaan kyseisiä rakenteita ja käytettävää sidetyppeä koskevien ohjeiden mukaan.

Molemmista päistään kiinnitettyjen terässiteiden katsotaan kestävän muodonmuutosrasitukset, jos niiden vapaa pituus on:

$$l \geq \sqrt{(0,2 \phi_d H)} \quad (1)$$

jossa

l = muuraussiteen vapaa pituus

ϕ_d = muuraussiteen halkaisija

H = kuorimuurin korkeus.

Jos muuraussiteen vapaalle pituudelle asetettu vaatimus ei täyty, käytetään pystysuuntaisen liikkeen sallivia siteitä tai kiinnitysjärjestelmiä. Käytännössä tämä tilanne voi tulla vastaan korkeissa yhtenäisissä kuorimuureissa esimerkiksi kerrostalojen julkisivuissa. Muuraussiteet sijoitetaan rakenteisiin suunnitelmissa merkittyihin kohtiin siten, että raudoituksen suojakerrokselle ja seinän taivutuskestävyydelle tuulen aiheuttamia kuormia vastaan asetetut vaatimukset täyttyvät. Jos suunnitelmissa ei muuta esitetä, on kuorimuurin muuraussiteiden vähimmäismäärä 4 kpl/m². On suositeltavaa lisätä siteiden määrä kohdissa joissa muurin jatkuvuus katkeaa, kuten aukkojen pielissä ja liikuntasaumojen läheisyydessä.

6.8.3 Raudoitettujen seinien mitoittaminen vaakakuormille

Kahi väliseinät ja kantava runko suunnitellaan normaalisti toimimaan raudoittamattomana.

Kahi-kuorimuuraukseen sijoitetaan kutistumaraudoitus esitteissä 6-12 Pientalon julkisivumuuraus -työohje ja 6-80 Kahi Facade -harkkojulkisivu Suunnittelu- ja työohje, annettujen ohjeiden 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 liikuntasau maväleihin sekä suurten pistekuormien ja momenttien aiheuttama tilanne, jossa lyhytaikainen taivutusrasitus voi ylittää Kahi-muurin sallitun 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.

Sisätiloissa raudoitettuna mitoitettun muurin laastin lujuusluokan tulee olla vähintään M5.

Normaali betoniterästen suojaetäisyys pitää sisätiloissa olla vähintään 15 mm ja ulkona 30 mm. Ruostumattomien terästen suojaetäisyys on 15 mm. 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.

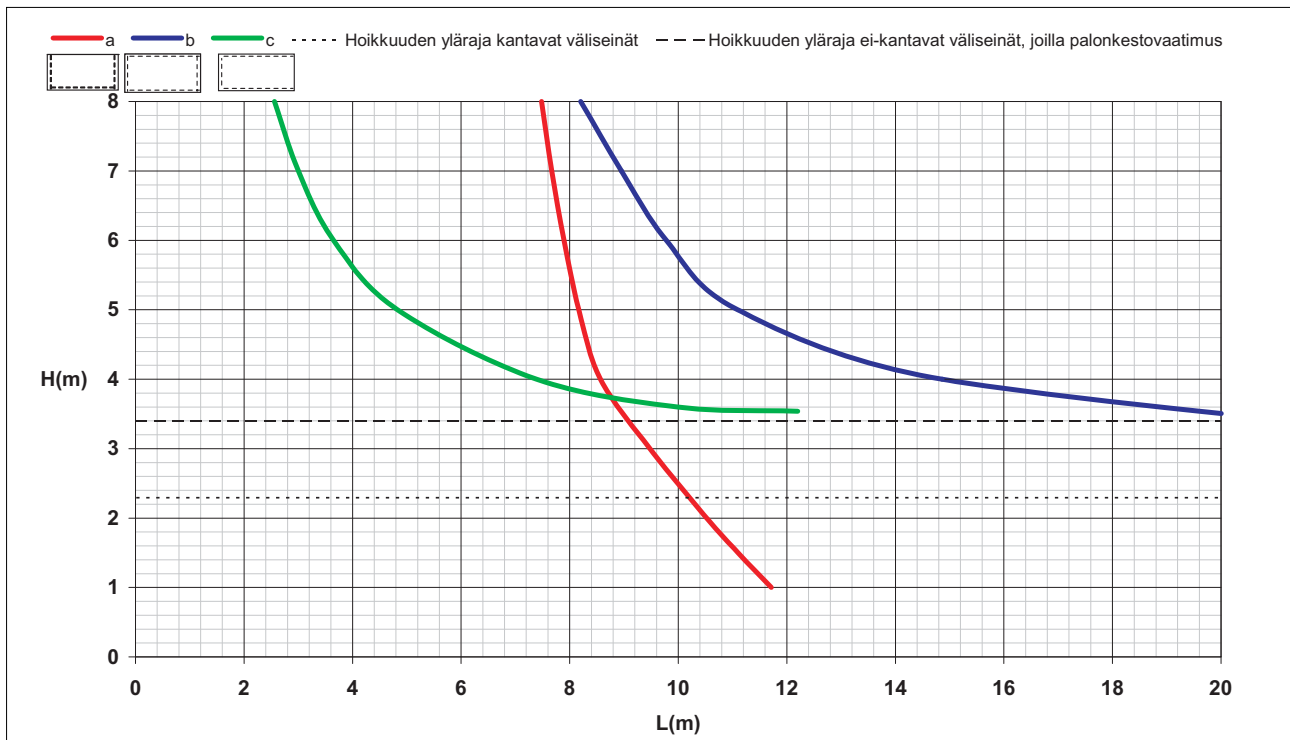
Tiilistä muurattujen palkkien hyödyllinen korkeus $\leq 1/2$ jännemitasta ja ≤ 10 kertaa palkin leveys.

Raudoituksen alapuoliset tiilet on sidottava yläpuoliseen rakenteeseen.

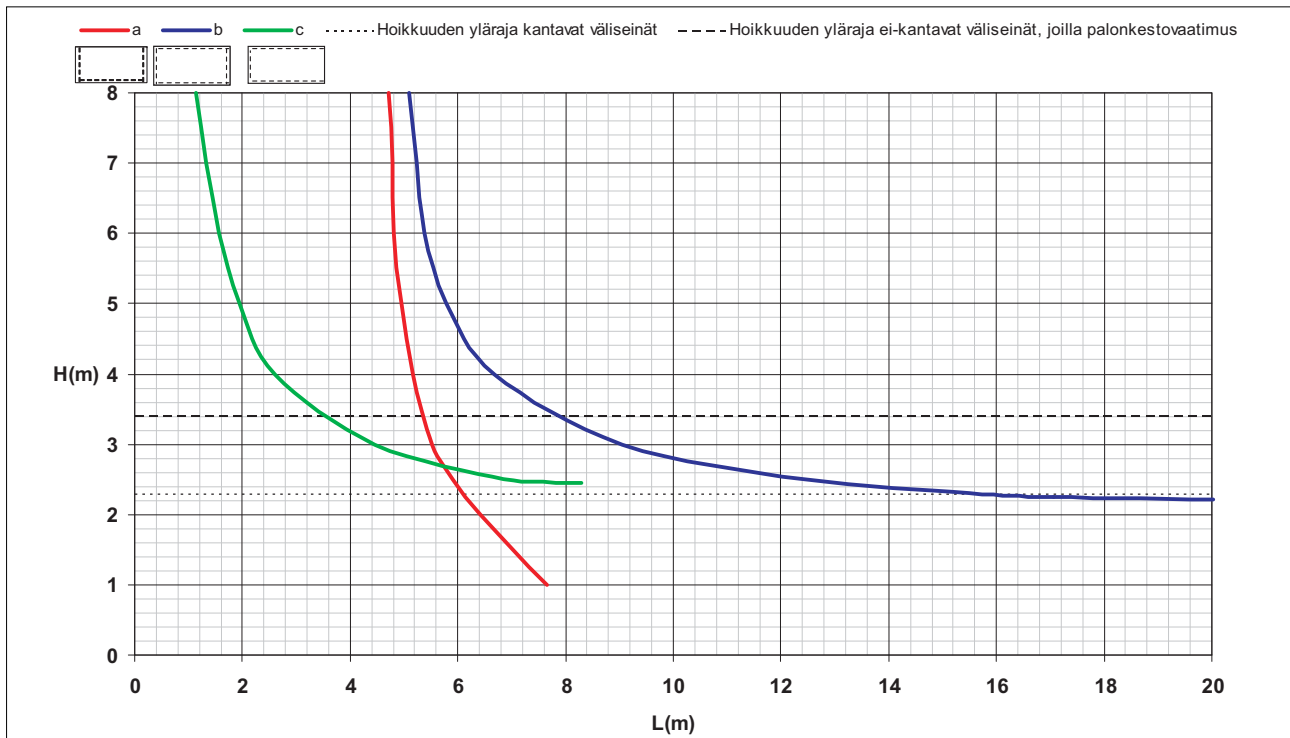
Seuraavilla sivuilla olevissa kuvissa on laskettu vaakaraudoitettujen Kahi-harkko - ja tiiliväliseinien tukivälit vaakakuormalle $q_d = 0,32 \text{ kN/m}^2$. Tiiliseinien kapasiteetit on laskettu joka toiseen muuraussaumaan vaakasuunnassa 15 mm etäisyydelle muuraussau man molemmista reunoista sijoitetulle (1+1) $\phi 8$ raudoitukselle. Harkkoseinien kapasiteetit saavutetaan joka toiseen harkkosaumaan vaakasuunnassa harkon keskelle sijoitetulla 1 $\phi 8$ tai 2 $\phi 5$ raudoituksella. Kuvissa esitetyt seinien tukivälit on laskettu kolmella eri tuentavaihtoehdolla. Kuviin on lisäksi merkitty katkoviivoilla RakMk B8 mukaiset seinän hoikkuuden asettamat maksimikorkeudet kantaville väliseinille ja ei-kantaville väliseinille, joille on asetettu paloluokkavaatimus. Tätä korkeammat seinät voidaan toteuttaa tukemalla seinät pysty- tai vaakasuuntaisilla tuilla RakMk B8 kohdan 3.4.1.4 mukaisesti.

Tuulikuormien määräämien tukivälien lisäksi tulee väliseinien liikuntasau mojen maksimivälien määräämisessä noudattaa liikuntasau maohjeita (kts. myöhemmänä oleva kappale).

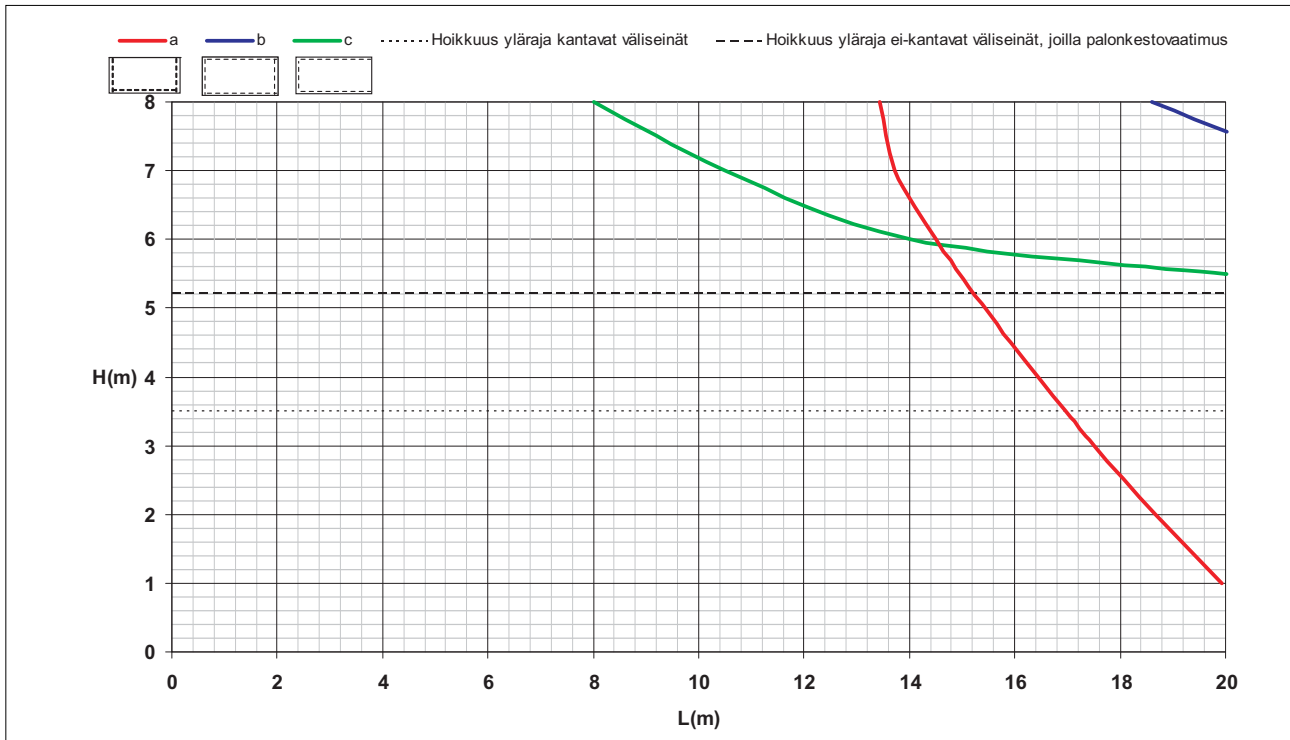
Kapasiteetti: Kahi-tiiliseinä 85 mm, 2 ϕ 8 mm teräs joka toisessa vaakasaumassa $q_d = 0,32 \text{ KN/m}^2$



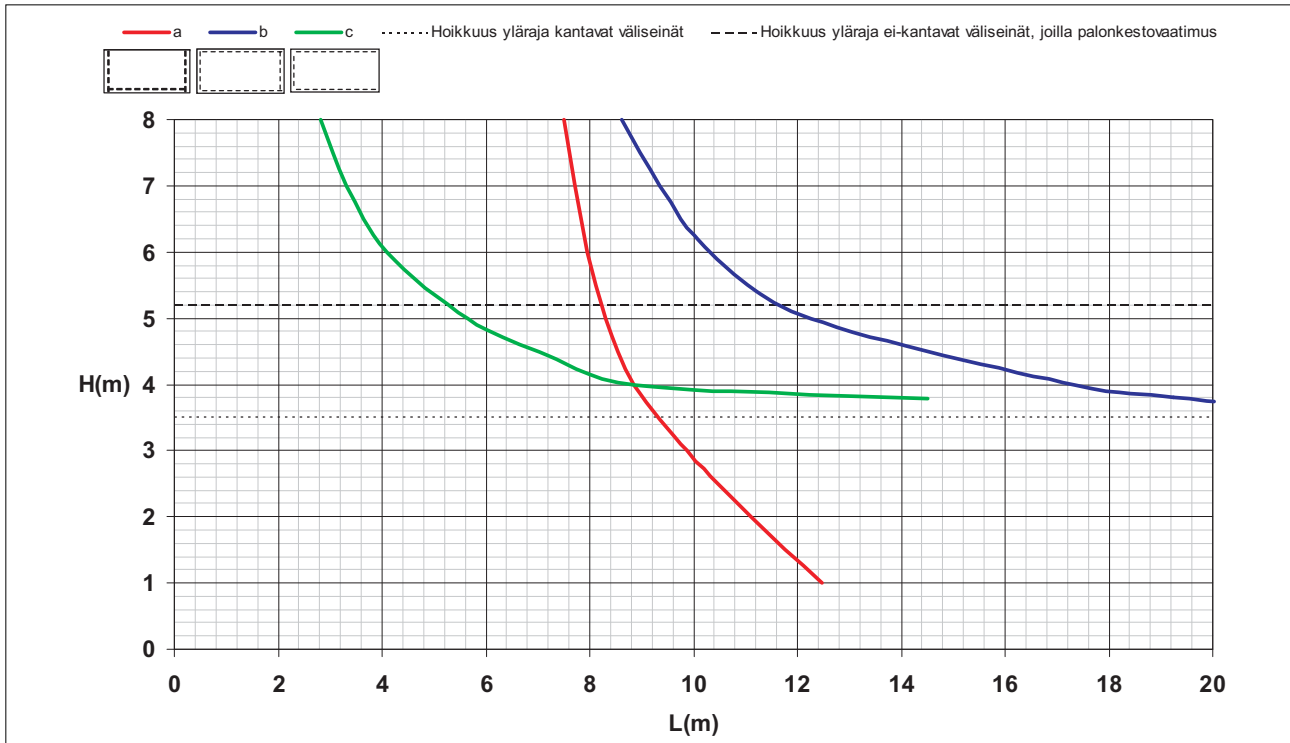
Kapasiteetti: Kahi-harkkoseinä 85 mm, 1 ϕ 8 mm teräs joka toisessa vaakasaumassa $q_d = 0,32 \text{ KN/m}^2$



Kapasiteetti: Kahi-tiiliseinä 130 mm, 2 $\emptyset$ 8 mm teräs joka toisessa vaakasaumassa $q_d = 0,32 \text{ KN/m}^2$



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



6.9 KORKEIDEN ULKOSEINIEN MITOITTAMINEN

Korkeat Kahi-ulkoseinät on normaalisti tuettava korkeussuunnassa enintään 3,8 metrin välein vaakatuilla, kuten palkeilla tai välipohjilla. Tätä korkeampien yhtenäisten tilojen toteuttaminen on mahdollista käyttämällä seinärunkona 240 mm leveitä Kahi-desibeliharkkoja tai tukemalla Kahirunkoponttiharkkoseinä poikittaisilla tukiseinillä tai teräspilareilla, jolloin voidaan käyttää RakMK B8:n kohdan 3.3.6 mukaisia alennettuja seinän nurjahduspituuksia.

Taulukossa 21 on esitetty Kahirunkoponttiharkkoseinää tukevien teräspilarien minimidimensiot eri seinän korkeuksilla ja pilariväleillä. Korkeiden ulkoseinien jäykistäminen teräspilareilla on esitetty myös detaljipiirroksissa F240534–F240536. Laskelmissa katto on oletettu jäykistetyksi levyksi, jolloin rakenne on myös yläreunastaan tuettu ja vaakakuormat siirtyvät päätyseinille. Katolta tulevat pystykuormat siirtyvät tällöin palkkien välityksellä teräspilareille.

Taulukko 20. Tukina toimivien putkipalkkiteräspilareiden minimidimensiot, Kahirunkoponttiharkkoseinä. $L_{\max}$ = vastakkaisten kantavien ulkoseinien etäisyys $\leq 21,6$ m.

	TUKIVÄLI $\leq 1,8$ m	TUKIVÄLI $\leq 2,4$ m	TUKIVÄLI $\leq 3,0$ m	TUKIVÄLI $\leq 3,6$ m	TUKIVÄLI $\leq 4,2$ m
Seinän korkeus $\leq 5,0$ m	Pilari 90x90x5	100x100x5	100x100x6 ($L_{\max} \leq 16,8$ m) 100x100x8	100x100x8 ($L_{\max} \leq 19,2$ m) 120x120x6	100x100x8 ($L_{\max} \leq 12,0$ m) 120x120x6
Seinän korkeus $\leq 6,0$ m	100x100x6	100x100x8	120x120x6	120x120x8	120x120x8 ($L_{\max} \leq 16,8$ m) 120x120x10
Seinän korkeus $\leq 7,0$ m	100x100x6 ($L_{\max} \leq 12,0$ m) 100x100x8	120x120x6 ($L_{\max} \leq 19,2$ m) 120x120x10	120x120x8 ($L_{\max} \leq 19,2$ m) 120x120x10	140x140x8	140x140x8

6.10 JÄYKISTÄVIEN SEINIEN MITOITUS

Jäykistäviin seiniin kohdistuu pystykuormituksen lisäksi seinän tason suuntaista vaakakuormitusta esimerkiksi ulkoseiniltä, joita ne tukevat. Seinien kestävyys tarkistetaan vaakakuormalle, joka on vähintään 0,5 % tasolta siirtyvästä pystykuormasta.

Jäykistävät seinät mitoitetaan niiden tason suuntaisen vaakakuorman aiheuttamalle leikkaukselle sekä pystykuorman aiheuttamalle puristukselle. Lisäksi suoritetaan tarvittaessa seinän tason suuntainen taivutustarkastelu.

Puristuskestävyys tarkastetaan kaavalla 2, leikkauskestävyys kaavoilla 3 ja 4 sekä taivutuskestävyys kaavoilla 5 ja 6. Mitoittavat kuormitusyhdistelmät on esitetty kuvassa.

$$N_u \geq N_d + 6/L \times M_d \quad (2)$$

$$V_u > V_d \quad (3)$$

$$V_u = t \times L_e \times f_{vd} + 0,5 \times N_d < 1,5 \times t \times L_e \times f_{ctd} \quad (4)$$

$$M_u \geq M_d - L/6 \times N_d \quad (5)$$

$$M_u = t \times L^2/6 \times f_{ctd} \quad (6)$$

joissa

N_u = puristuskestävyys

V_u = leikkauskestävyys

M_u = taivutuskestävyys

N_d = pystykuormituksen laskenta-arvo

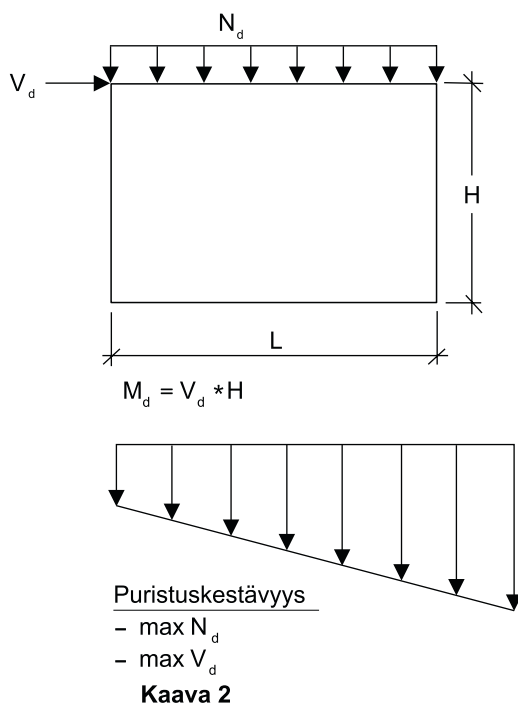
M_d = seinän tason suuntaisen kuorman aiheuttaman taivutusmomentin laskenta-arvo

t = seinän paksuus

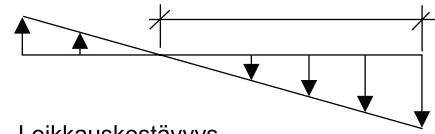
f_{vd} = harkkomuurin leikkauslujuus

f_{ctd} = harkkomuurin taivutusvetolujuus

Jäykistävän seinän kuormitus



$$L_e = L - 2 \times \frac{V_d \times H}{N_{dmin}}$$

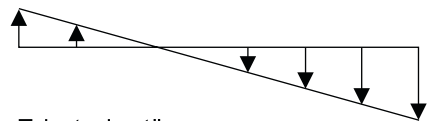


Leikkauskestävyys

- min N_d

- max V_d

Kaavat 3 ja 4



Taivutuskestävyys

- min N_d

- max V_d

Kaavat 5 ja 6

6.11 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 liikuntasauvoja kriittisiin kohtiin kuten laatan jännevälän keskialueelle. Liikuntasauvat sijoitetaan myös kohtiin, joissa perustustapa muuttuu esimerkiksi maanvaraisesta perustuksesta kantavaksi laataksi. Raudoittamattoman Kahi-väliseinien liikuntasauvat 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 jännevälän keskialueelle.
- Kun maanvarainen perustus muuttuu kantavaksi laataksi tai palkiksi.

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

6.12 LÄMMÖNLÄPÄISYKERROIN U

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

Normaalit rst-muuraussiteiden vaikutus Kahi-seinän lämmönläpäisykertoimeen saadaan kaavasta 7:

$$\Delta U_f = n_f \times A_f / (73,45 \times d_0) \quad (7)$$

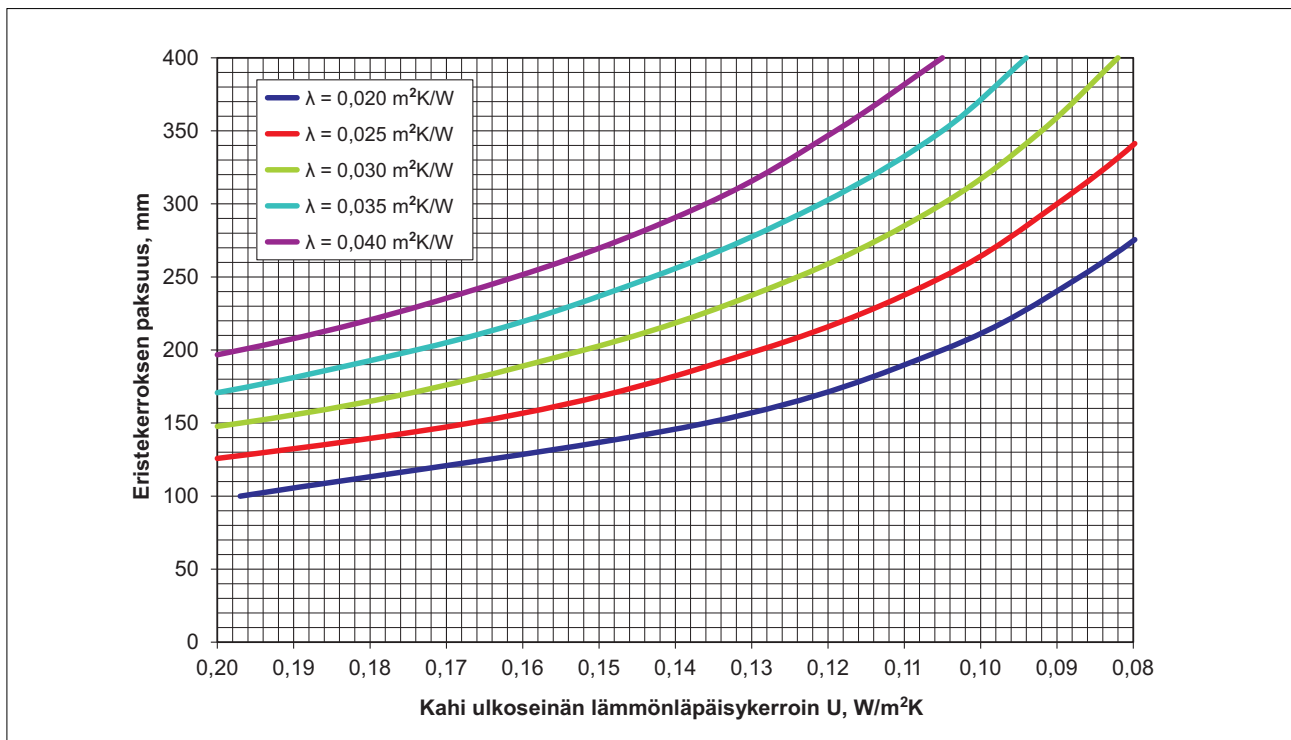
jossa

ΔU_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



Kahi-ulkoseinän lämmönläpäisykerroin U eristepaksuuden funktiona viidellä eri eristemateriaalin lämmönjohtavuuden λ arvolla.

Laskentaesimerkki:

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

6.13 KÄYTTÖIKÄ JA MATERIAALIVALINNAT

6.13.1 Käyttöikämitoitus

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

6.13.2 Muurattujen seinien vauriomekanismit

Kalkkiehiekkaharkko- ja -tiiliseinien pääturmeltumismekanismi-
meja ovat raudoituksen vaurioituminen, kosteus- ja lämpö-
liikkeiden aiheuttamat vauriot, tiilen ja laastin tai laastin tar-
tunnan 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 liikuntasauvoilla 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 välte-tään 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 sokkelisuunnitel-lulla sekä varmistamalla että rakenteeseen imeytynyt kos-teus johdetaan pois rakenteesta.

6.13.3 Testatut toimivat ratkaisut

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

- Kahi-väliseinätiilten muuraukseen **weber.vetonit ML 5** Muurauslaasti M100/600.
- Kahi-julkisivutiilten muuraukseen **weber.vetonit ML 5 T** Tiivislaasti. Voimakkailla viistosateilla alttiiden tiilijulkisivujen muuraukseen kehitetty erikoismuurauslaasti, joka vähentää kuorimuurin vedenläpäisyä ja suolahärmeen muodostumista. Rakenteeseen imeytyvän veden määrään vähentyessä pakkasrasitus rakenteessa pienenee.
- Kahi-harkkojen muuraukseen **weber.vetonit OL15** Ohut-saumalaasti. Tämä laasti on kalkkiehiekkaharkkojen ohut-saumamuuraukseen kehitetty säänkestävä laasti, jolla on korkeat puristus- leikkaus- ja tartuntalujuusomai-naisuudet ja hyvä työstettävyys. Kahi Facade harkkojulkisivun pinnoitukseen on valittavana kaksi säänkestäväksi todettua rappausjärjestelmää:
- Pohja- ja täyttölaastina **weber.vetonit 410** Ohutrappaus-laasti, sekä pinnoitteena silikonihartsipohjaiset **weber.vetonit SilcoMaali** ja **-SilcoPinnoite**. Järjestelmän etuna on tasavärisyyden ja härmehtimättömyys.
- Sementtipohjainen, läpivärjätty **weber.vetonit 432** Kahi Facade Pinnoite, jossa koko kaksikerrosrappaus tehdään samalla 432 Facade Pinnoitteella.

7 SÄHKÖ- JA LVI-ASENNUKSET

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

Hyvällä suunnittelulla seiniin tulevaa johdotusta ja putki-
tusta voidaan vähentää:

- vaakasuoria putkivetoja kannattaa välttää ja tehdä ne ala-, väli-, ja yläpohjarakenteissa
- lattian rajassa olevat pistorasiat kannattaa syöttää alhaalta
- hyödyntää oven karmeja ja listoja



Putkitus ja johdotus voidaan tehdä jälkikäteen käyttäen hyväksi harkoissa olevia pystyreikiä. Tällöin harkot muura-
taan huolellisesti puolen kiven limityksellä.

MMJ-tyyppin sähköjohdot voidaan asentaa ilman suoja-
putkia pystyreikiin.

Väliseinäpönttihakossa 300 x 85 x 198 on kaksi 30 mm x 60 mm kokoista reikää ja runkopönttihakossa 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 puo-
lilla 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 kantavien tiilirakenteiden pintaan saa tehdä pysty-
suoria uria, joiden syvyys on enintään 25 mm ja leveys enin-
tään 50 mm. Vaakasuuntaisten roilojen ja urien vaikutus on aina tutkittava erikseen.

Pystysuorien roilojen ja syvennysten vaatimukset palon-
kestävissä seinissä on esitetty kappaleessa 6.2.

8 KIINNITYKSET

Eri kiinniketoimittajien suosittelemia kiinnikkeitä Kahi-tiili- ja -harkkoseinille

	VIPMEK OY		FISCHER		HILTI (SUOMI) OY	
Karmitulpat	Alfa n:o 22852		FUR	S-H-R	HRD-U	
Nylontulpat	Alfa n:o 2000	Alfa Mega	SX	SX-L	HUD	HUD-L
Metalliankkuri	Printz	Magel hilo	FMD		MSD	
Kemialliset ankkurit	Spit Epcon 6	Epoksi-akryl. ¹⁾	RGM	FIS V 150	HIT-HY 50	HIT-HY 20

¹⁾ Kahi-harkoissa käytetään seulahylsyä.

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

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

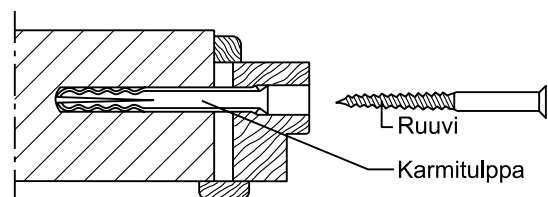
Kiinnikkeet mitoitetaan valmistajien antamien leikkauslu-
juus- ja ulosvetoarvojen perusteella. Lisäksi on noudatettava kiinniketoimittajien ohjeita reunaetäisyyksistä, poraus-
syvyyksistä, reiän halkaisijoista ja kiinnikkeiden keskinäisistä väleistä.

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

Suurempien kiinnityskuormien ollessa kyseessä on tarkis-
tettava seinän kuormituskapasiteetti ja tarvittaessa suunniteltava lisätuennot. Lisätietoa kiinnikkeistä www.e-weber.fi

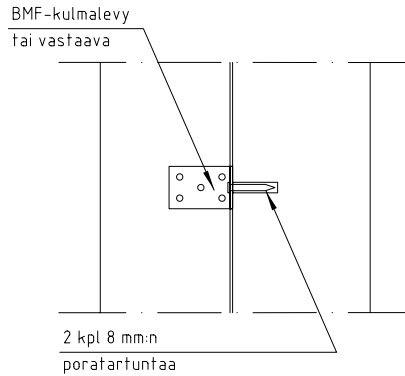
Ovikarmin kiinnitys

Tavanomaiset puukarmit kiinnitetään harkkoseiniin karmi-
tulppien ja puuruuvien avulla.



Ikkunakarmin kiinnitys

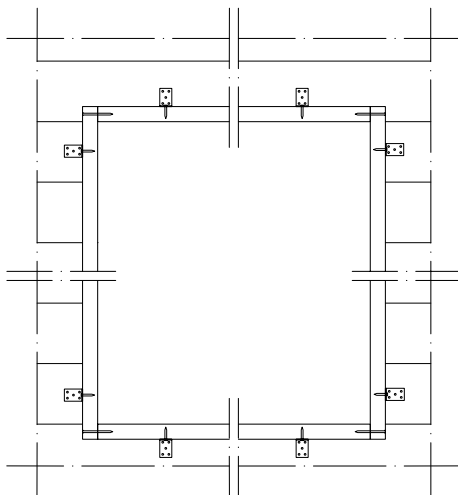
Ikkunakarmit asennetaan ulkoseinään kestopuisten apusoirojen avulla. Nämä kiinnitetään Kahi-runkoon nylontulpilla ja ruuveilla kiinnitettyjen kulmalevyjen avulla.



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

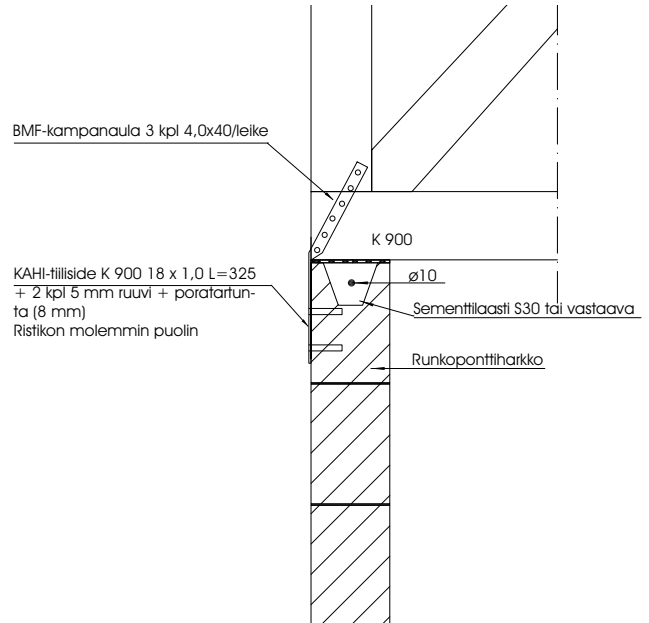
Esimerkiksi suunniteltu aukon mitta 1400 => karmin ulkomitta 1370 mm.

Ikkunan apukarmien kiinnitys

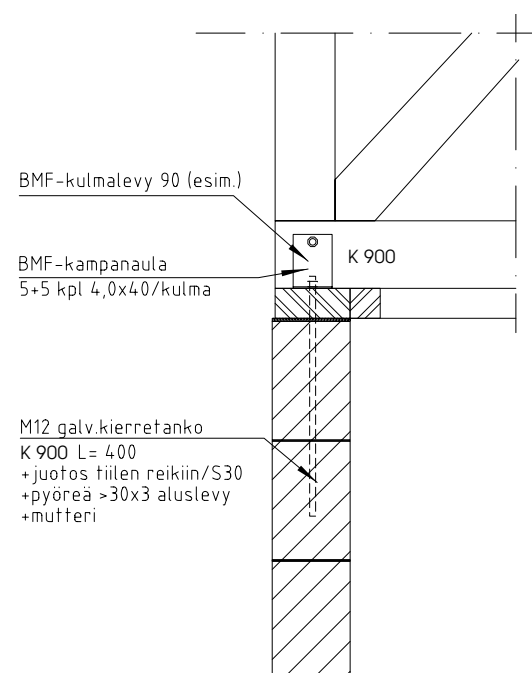


Kattotuolien kiinnitys

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



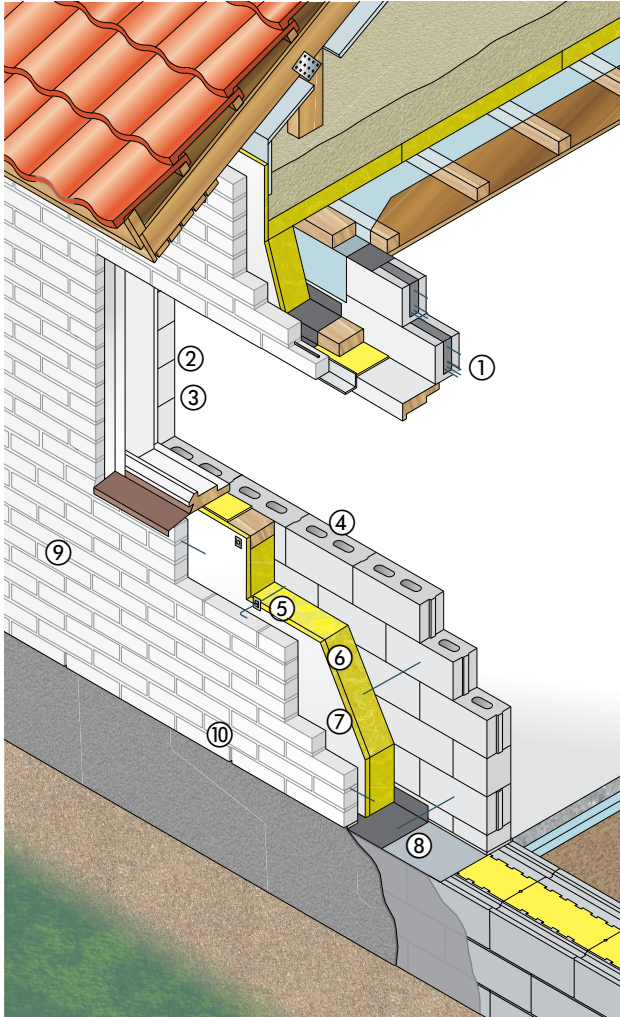
Kattoristikoiden kiinnitys



9 JULKISIVUT

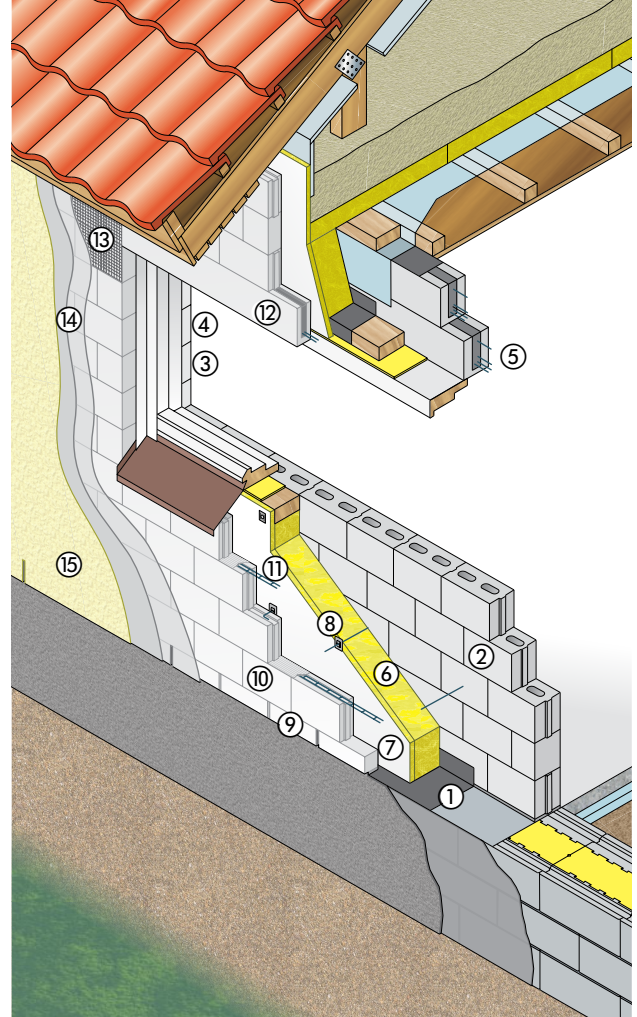
Julkisivumuurauksen liikuntasaumat, raudoitukset ja muita yksityiskohtia on esitetty esitteessämme: 6-12 Pientalojen julkisivumuuraus työohje, joka löytyy Internet-sivuiltamme www.e-weber.fi

9.1 KAHI-TIILIJULKISIVU



- ① Kahi-runkopalkki RH
- ② Kahi-runkopontti päätyharkko
- ③ Kahi-runkopontti -puolikasharkko
- ④ Kahi-runkopontti-harkko
- ⑤ Muurausside
Vähintään 4 kpl/m², lisäys 1,5-kertainen määrä nurkissa, aukkojen pielissä, liikuntasaumojen lähellä.
- ⑥ Mineraalivilla ja tuulensuojavilla
- ⑦ Ilmarako ≥ 40 mm
- ⑧ Kapillarikatko, esim. bitumihuopa
- ⑨ Julkisivumuuraus
- ⑩ Joka kolmas pystysauma auki

9.2 KAHI FACADE -HARKKOJULKISIVU



- ① Kapillaarikatko, esim. bitumihuopa
- ② Kahi-runkopontti-harkko
- ③ Kahi-runkopontti -päätyharkko
- ④ Kahi-runkopontti -puolikasharkko
- ⑤ Kahi-runkopalkki RH
- ⑥ Mineraalivilla ja tuulensuojavilla
- ⑦ Ilmarako ≥ 30 mm
- ⑧ Muurausside
- ⑨ MKH85 -tiili, joka kolmas pystysauma auki
- ⑩ Ohutsaumamuuraus, Kahi Facade 85 -harkko
- ⑪ Tikasrauta BI 37R
- ⑫ Kahi-väliseinäpalkki VH
- ⑬ weber Lasikuituverkko
- ⑭ weber.vetonit 410 Ohutrappauslaasti
- ⑮ weber.vetonit SilcoMaali + weber.vetonit SilcoPinnoite
Vaihtoehtoisesti kohdat 14 ja 15: 3 x Kahi Facade Pinnoite

9.3 ERISTERAPATTU JULKISIVU

SerpoTherm- eristerappauksessa Kahi-ponttiharkkorunkoon kiinnitetään palosuojakäsitelty Thermisol EPS 60S Seinä tai Thermisol Platina Rappari -eristelevy.

Levyn päälle tehdään muovipinnoitetulla lasikuituverkolla vahvistettu kaksikerrosrappaus. Eristeen kiinnitykseen ja rappaukseen käytetään weber.vetonit 410 Ohutrappauslaastia. 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 Kiinnikkeillä.

Asennussyvyyden Kahi-runkoon tulee olla vähintään 25 mm.

Kiinnikepituus valitaan seuraavasti:

Kiinnikepituus = Eristepaksuus + 6...10 mm (liimalaasti)
+ vähintään 25 mm (asennussyvyys)

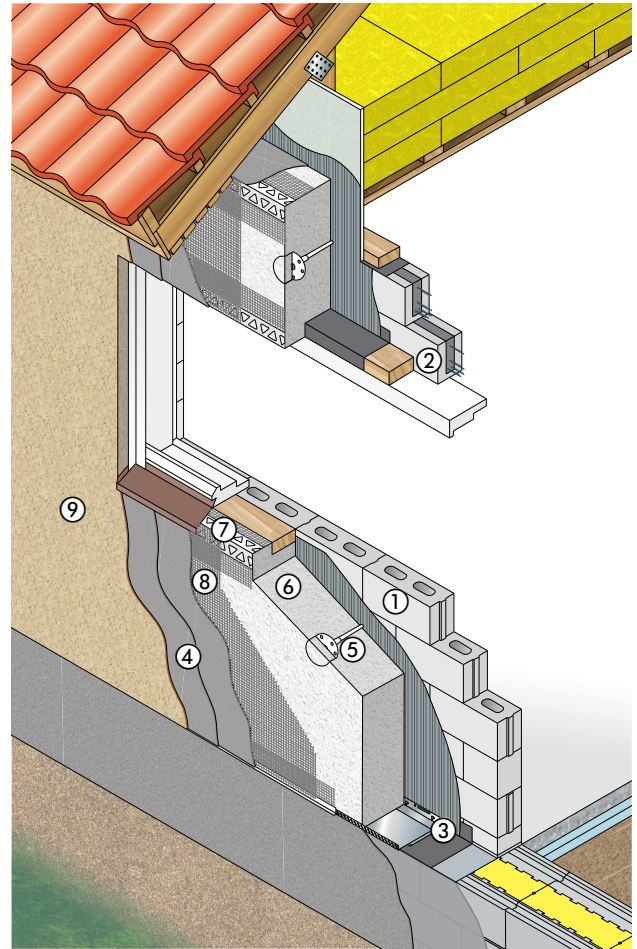
Näin 250 mm paksun eristeen kiinnikkeeksi sopii 295 mm pitkä kiinnike. Kiinnikemäärä on noin 6 kpl/m².

Kulmat ja aukkojen pielet vahvistetaan kulmavahvikkeilla. Ikkunan karmin ja rappauksen väliin asennetaan weber 6448 Ikkunaprofiili V. Kiinnitys tehdään 410 Ohutrappauslaastilla ennen ensimmäisen laastikerroksen levittämistä.

Vahvikkeiden asentamisen jälkeen pinnat rapataan kahden kertaan 410 Ohutrappauslaastilla. Ensimmäiseen rappauskerrokseen painetaan muovipinnoitettu weber Lasikuituverkko # 6 mm. Toinen laastikerros tehdään aikaisintaan yhden vuorokauden kuluttua ensimmäisestä. Toisen laastikerroksen pinta voidaan tasoittaa teräslastalla, tai hiertää vaahtomuovihiertimellä tasaiseksi (maalattava rappauspinta).

Pinnoitteena käytetään weber.vetonit SilcoMaalia ja -Pinnoitetta, 430 Hiertopinnoitetta tai 431 Piirtopinnoitetta. Rappauspinta voidaan tehdä, sileäksi, harjatuksi, hierretyksi tai ruiskutetuksi.

Tarkemmat ohjeet ja mallisuunnitelmat on esitetty ohjeellisessa työselostuksessa Kahi-talon SerpoTherm -eristerappaus, joka löytyy Internet-sivuiltamme www.e-weber.fi



- ① Kahi-runkopontti
- ② Kahi-runkopalkki RH
- ③ weber Säädettävä sokkeliprofiili ja Sokkeliprofiilin Aloituslista
- ④ weber.vetonit 410 Ohutrappauslaasti
- ⑤ weber STR U 26 Kiinnike + weber STR Kiekko EPS
- ⑥ EPS 60S Seinä tai ThermiSol Platina Rappari eriste 250 mm
- ⑦ weber Kulmarulla
- ⑧ weber Lasikuituverkko
- ⑨ weber.vetonit SilcoMaali ja SilcoPinnoite

10 SISÄPINNAT



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

Tasoiitteet jaetaan kosteutta kestäviin ja kuivan tilan tasoihteisiin. Kosteutta kestävässä tasoihteissa sideaineena käytetään sementtiä, kuivan tilan tasoihteissa polymeerejä.

Kuivien tilojen tasoihteita:

webervetonit 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 ruiskupintaistiksi.

Kosteutta kestäviä tasoihteita:

webervetonit V+ Hienotasoihte voidaan käyttää niin kuivissa kuin märissä tiloissa seinien ja kattojen pohja- ja pintatasoitukseen. webervetonit MT Märkätilatasoihteella tasoitetaan vedeneristettävät laatoitusalueet.

Paksummat oikaisut (mahdollisesti aukkojen pielet, katkaistut harkkosaumat) voidaan tarvittaessa tehdä 410 Ohutrappauslaastilla, MT Märkätilatasoihteella tai PTM Pika-täyttömällä.

Maalattavat ja tapetoitavat seinät

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

- osittain tasointi pohjatasoihteella
- kokonaan tasointi pohjatasoihteella
- kokonaan tasointi pintatasoihteella



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

Tällöin tasointityön jälkeen avataan joustaviksi suunnitellut liitoslinjat leikkaamalla tasoihteeseen tarvittavat varjo-saumot tai urat elastista kittä 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 Tasoiiteverkkoa.

Mikäli maalattavissa pinnoissa käytetään lasikuitutapettia, voidaan Tasoiiteverkko jättää pois.

Märkätilan seinät

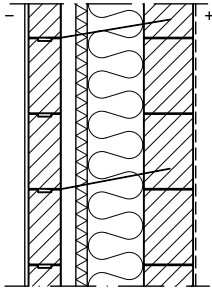
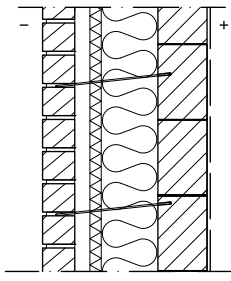
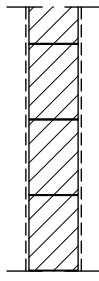
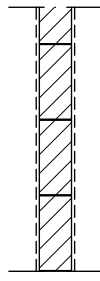
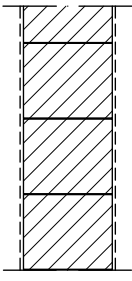
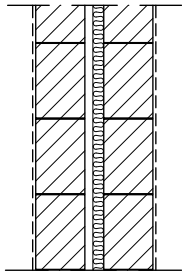
Huolellisesti muuratun Kahi-harkkoseinän käsittelyksi riittää yleensä:

- **Kokonaan tasointi:** webervetonit MT Märkätilatasoihte
- **Vedeneristys:** webervetonit MS Kosteussulku ohennettuna vedellä 1:1
- **Vedeneristys:** webervetonit WP Vedeneristysmassa 2 ker-taan, tarvittavine kuitukangasnauhavahvikkein (nurkat, läpiviennit seinän ja lattian liitos)
- **Laatoitus:** webervetonit RF Saneerauslaasti
- **Saumaus:** webervetonit DECO Laattasauma ja SSL Silikoni

Tarkemmat tiedot esitteistämme: Weber Opas, 8-70 Vetonit vedeneristys -työohjeet

11 TÄYSTIILITALON RAKENNEDETALJEJA

Rakennetyypit

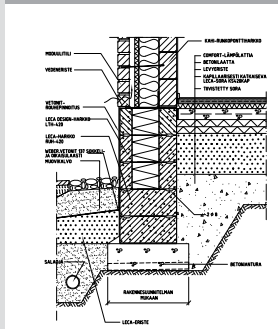
F240400	F240401	F240403	F240404
			
F240405	F240406		
			

Tarkemmat tiedot internet-sivuiltamme:

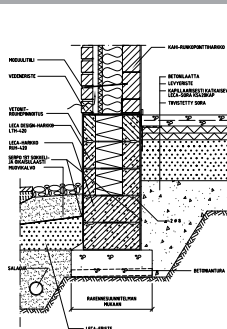
- F240400 US 2: Kahi-runkoponttihakko Mineraalivillaeriste Julkisivumuuraus, ohutsaumamuurattu Kahi Facade -harkko
- F240401 US 1: Kahi-runkoponttihakko Mineraalivillaeriste Julkisivumuuraus, moduulitiili
- F240403 VS 1: Kahi-runkoponttihakko Väliseinä kantava
- F240404 VS 2: Kahi-väliseinäponttihakko Väliseinä kantamaton
- F240405 VS 3: Kahi-desibeliponttihakko Huoneistojen välinen seinä
- F240406 VS 4: Kahi-runkoponttihakko-kaksoisseinä Huoneistojen välinen seinä

Rakenneyksityiskohdat

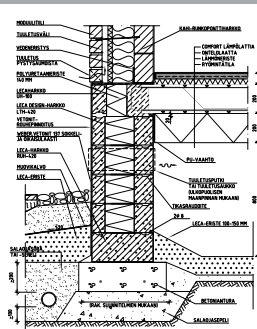
F120114



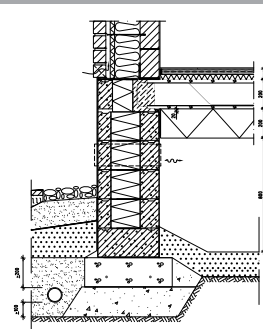
F120115



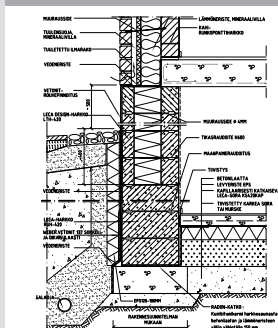
F120210



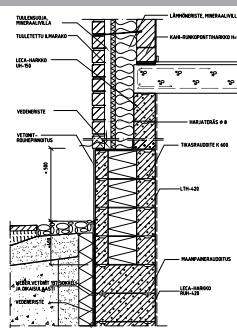
F120211



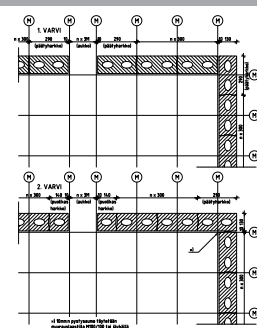
F120313



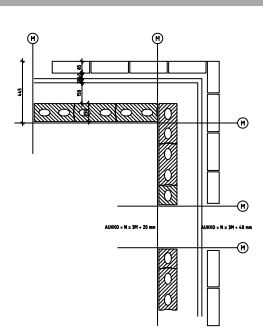
F120314



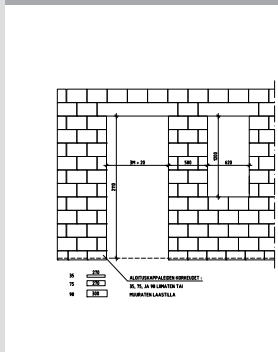
F240501



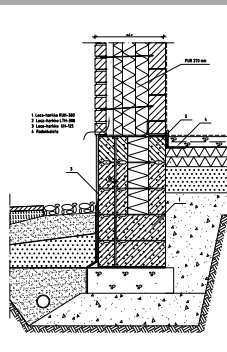
F240502



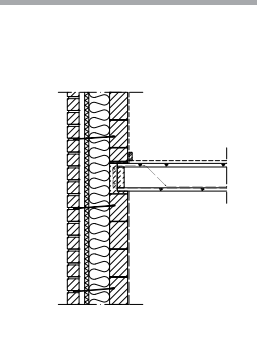
F240503



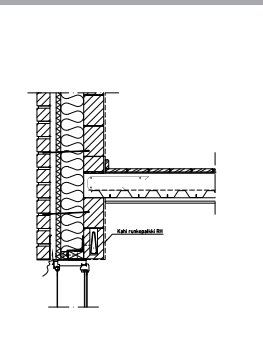
F240508



F240512



F240513

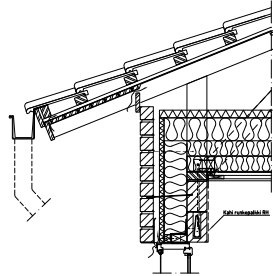


Tarkemmat tiedot internet-sivuiltamme:

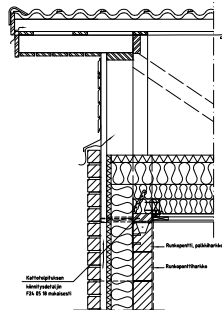
- F120114 Matalaperustus ja maanvarainen alapohja Kahi-harkko tiiliverhottu seinä Leca-sora, EPS-eristys, LTH-420
- F120115 Matalaperustus ja maanvarainen alapohja Kahi-harkko tiiliverhottu seinä radon-ratkaisu Leca-sora, EPS-eristys, LTH-420
- F120210 Ryömintätalain perustus Ontelolatta-alapohja Kahi-täystiilitalo tiiliverhottu, Kahi-harkko ulkoseinä, LTH-420
- F120211 Ryömintätalain perustus Ontelolatta-alapohja Comfort lämpölatia LTH-420 Eristeharkko Ontelolaatan alapuolinen EPS-eriste
- F120313 Kellarillinen perustus Täystiilitalon seinä radon-ratkaisu, LTH-420
- F120314 Kellarillinen perustus Täystiilitalon seinä Julkisivumuurausten porrastus, LTH-420
- F240501 Moduulimitoitus Kahi-runkopontti, ulkoseinä Nurkkalimitys
- F240502 Moduulimitoitus Kahi-runkopontti-harkko, ulkoseinä KH(270x85x75)-tiiliverhous, vaakalimitykset
- F240503 Moduulimitoitus Kahi-runkopontti-harkko Pystymitoitus ja aukotus
- F240508 Matalaperustus Leca-harkkoista Matalaenergia-tiiliseinä mineraalivillalla, passiiviratkaisu polyuuretaanilla
- F240512 Kahi-runkopontti-harkko Ontelolaattaväli-pohja Moduulitiiliverjous
- F240513 Kahi-runkopontti-harkko Kahi-runkopalkki RH Liittolaattaväli-pohja Moduulitiiliverhous

Rakenneyksityiskohdat

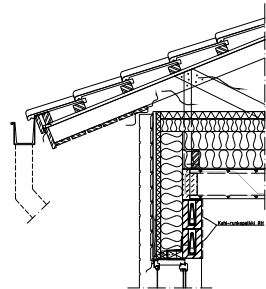
F240514



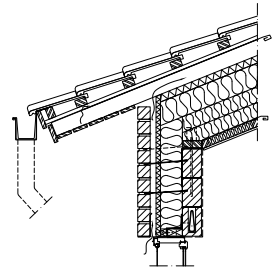
F240515



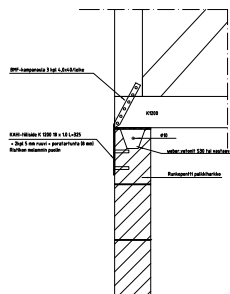
F240516



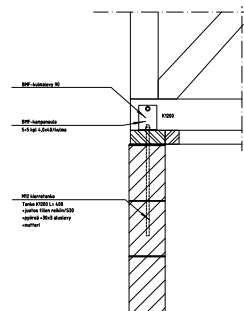
F240517



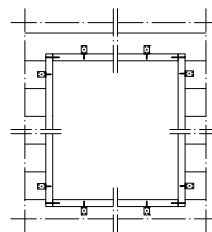
F240518



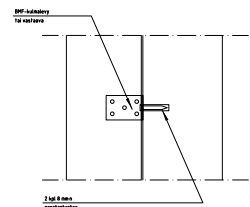
F240519



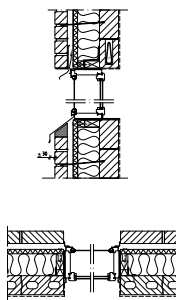
F240520



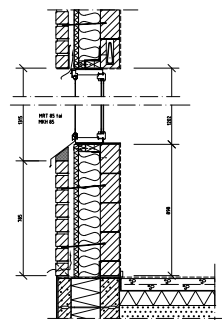
F240521



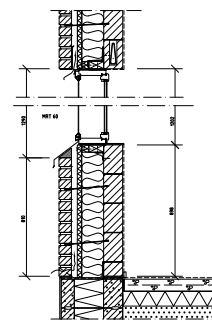
F240522



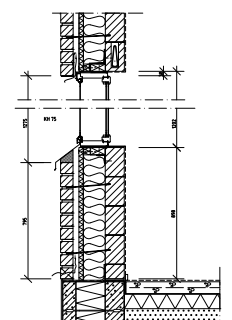
F240523



F240524



F240525

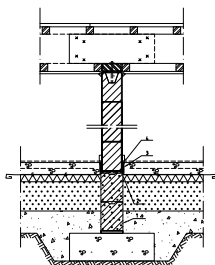


Tarkemmat tiedot internet-sivuiltamme:

- F240514 Kahi-runkoponttihakko Kahi-runkopalkki RH Puuyläpohja, tiilikate, avoräystä Moduulitiiliverhous
- F240515 Kahi-runkoponttihakko Kahi-palkkihakko Puuyläpohja, pääty, tiilikate moduulitiili- /lautaverhous
- F240516 Kahi-runkoponttihakko Kahi-runkopalkki RH Ontelolaattayläpohja, tiilikate, umpiräystä Moduulitiili- /lautaverhous
- F240517 Kahi-runkoponttihakko Kahi-runkopalkki RH Puuyläpohja, tiilikate, umpiräystä Moduulitiiliverhous
- F240518 Kattoristikoiden kiinnitys Kahi-runkoponttihakkoiseinä Kahi-palkkihakko
- F240519 Kattoristikoiden kiinnitys Kahi-runkoponttihakkoiseinä Puuyläjuoksu
- F240520 Ikkunan apukarmin kiinnitys Kahi-runkoponttihakkoon, teräskiinnikkeet
- F240521 Ikkunan apukarmin kiinnitys Kahi-runkoponttihakkoon, teräskiinnitys, detajli
- F240522 Kahi-runkoponttihakko Moduulitiiliverhous Ikkunan pysty- ja vaakaliitos
- F240523 Kahi-runkoponttihakko, ikkunaliitos Pystyleikkaus aukon kohdalta Julkisivutiilenä MRT85 tai MKH85 (285 x 85 x 85)
- F240524 Kahi-runkoponttihakko, ikkunaliitos Pystyleikkaus aukon kohdalta Julkisivutiilenä MRT60 (285 x 85 x 60)
- F240525 Kahi-runkoponttihakko, ikkunaliitos Pystyleikkaus aukon kohdalta Julkisivutiilenä KH75 (270 x 85 x 75)

Rakenneyksityiskohdat

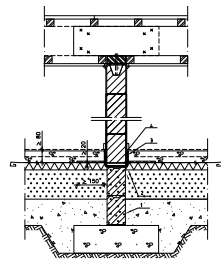
F240526



1. Lohkari 100-150
2. Suojakalvot
3. Puhdistus- ja suojakalvot
4. Puhdistus- ja suojakalvot

Puhdistus- ja suojakalvot: 100-150
Puhdistus- ja suojakalvot: 100-150

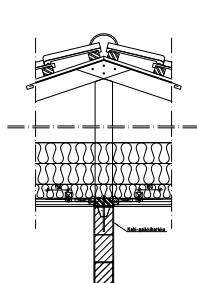
F240527



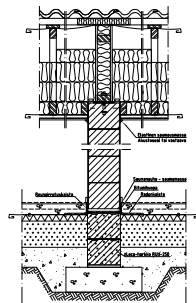
1. Lohkari 100-150
2. Suojakalvot
3. Puhdistus- ja suojakalvot
4. Puhdistus- ja suojakalvot

Puhdistus- ja suojakalvot: 100-150
Puhdistus- ja suojakalvot: 100-150

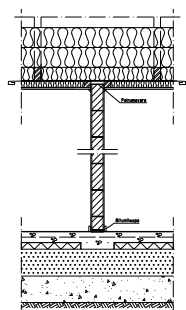
F240528



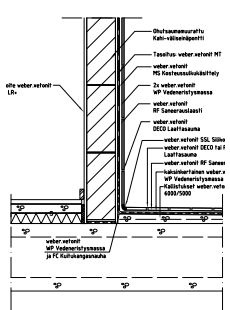
F240529



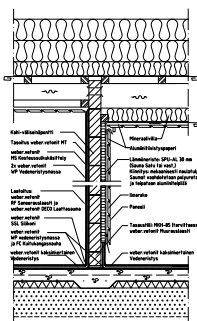
F240530



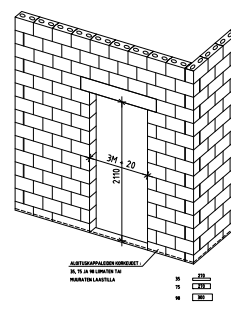
F240531



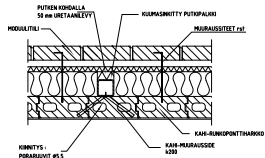
F240532



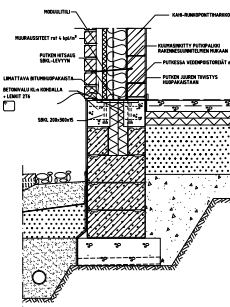
F240533



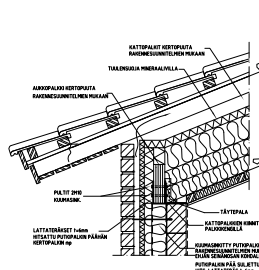
F240534



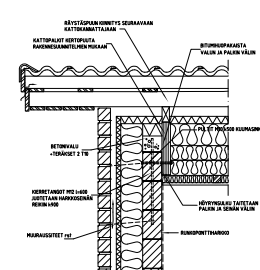
F240535



F240536



F240537



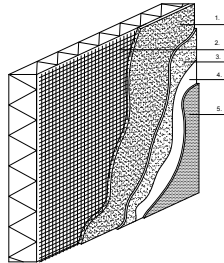
Tarkemmat tiedot internet-sivuiltamme:

- F240526 Kahi-runkopontti-harkko, kantava väliseinä Kahi-palkki-harkko Puuvälipohja Ala- välipohjaliitos
- F240527 Kahi-runkopontti-harkko, kantava väliseinä Radon-ratkaisu Puuvälipohja Ala- ja välipohjaliitos
- F240528 Kahi-runkopontti-harkko, kantava väliseinä Kahi-palkki-harkko Puuvälipohja Yläpohjaliitos
- F240529 Kahi-desibelipontti-harkko Puuvälipohja, huoneistojen välinen seinä Ala- ja yläpohjaliitos
- F240530 Kahi-väliseinä-pontti-harkko, kantamaton väliseinä Puuvälipohja, painumavara Ala- ja yläpohjaliitos
- F240531 Kahi-väliseinä-pontti-harkko Väliseinä, märkätila Lattialiitos
- F240532 Kahi-väliseinä-pontti-harkko, saunan ja pesuhuoneen välinen seinä Puuvälipohja, painumavara Ala- ja yläpohjaliitos
- F240533 Moduulimitoitus Kahi-runkopontti-harkko Aksonometria
- F240534 Seinää tukevan putkipalkin ja pontti-harkkoseinän liitos Kahi-harkko, tiiliverhottu ulkoseinä
- F240535 Seinää tukevan putkipalkin liitos perustukseen Kahi-harkko, tiiliverhottu ulkoseinä
- F240536 Seinää tukevan putkipalkin ja aukkopalkin liitos Kahi-harkko, tiiliverhottu ulkoseinä Kantavan sivun räystä, vino yläpohja
- F240537 Kattopalkin ja päätyseinän liitos Kahi-harkko, tiiliverhottu ulkoseinä Päätyräystä, vino yläpohja

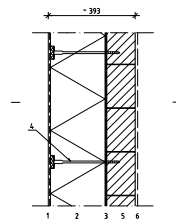
12 ERISTERAPATUN TALON RAKENNEDETALJEJA

Eristerapattu Kahi-talo

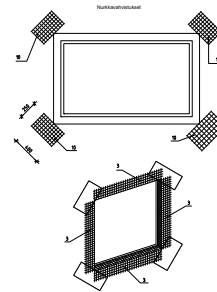
F240611



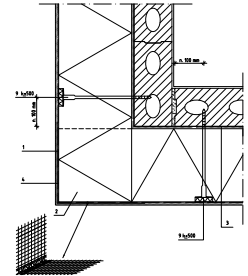
F240612



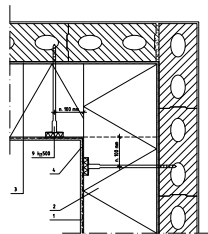
F240631



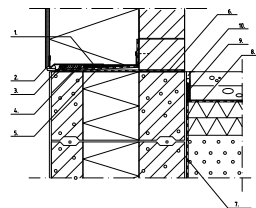
F240632



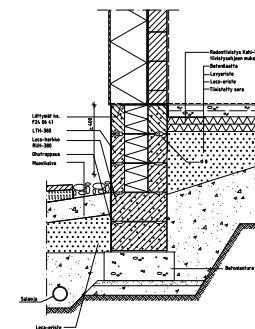
F240633



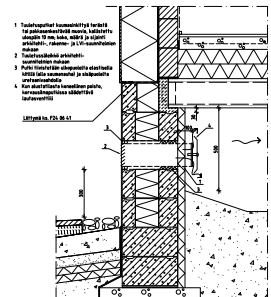
F240641



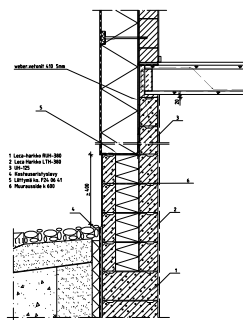
F240642



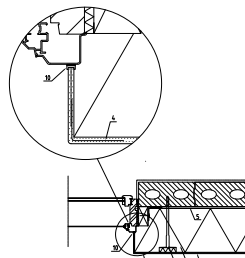
F240643



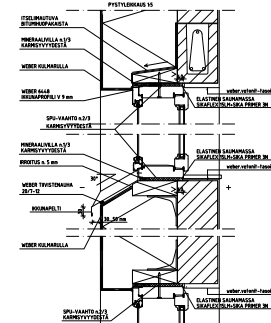
F240644



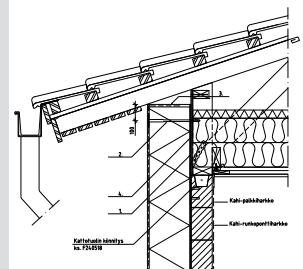
F240651



F240652



F240661

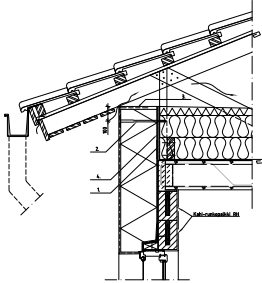


Tarkemmat tiedot internet-sivuiltamme:

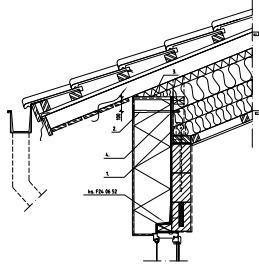
- F240611 SerpoTherm -rappaus
- F240612 US3: Kahi-runkoponttihakko SerpoTherm-eristerappaus Rakenne
- F240631 Aukkojen kulmat Nurkkavahvistukset
- F240632 Ulkonurkka Vaakaleikaus
- F240633 Sisänurkka Vaakaleikkaus
- F240641 Matalaperustus ja maanvarainen alapohja Leca-eristys
- F240642 Matalaperustus ja maanvarainen alapohja Leca-eristys
- F240643 Matalaperustus Kantava alapohja
- F240644 Kellarin perusmuuri Leveys 380 mm
- F240651 Aukkojen pielet Vaakaleikkaus
- F240652 Aukkojen pielet Pystyleikkaus
- F240661 Harjakatto, sivuräystä Puuyläpohja Liitos Kahi-palkkiharkkoon

Eristerapattu Kahi-talo

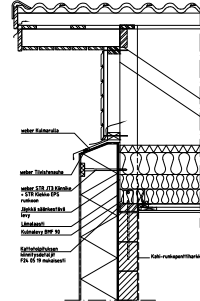
F240663



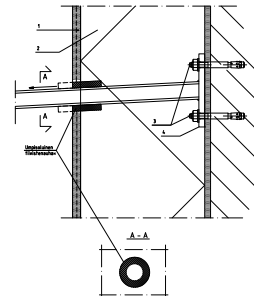
F240664



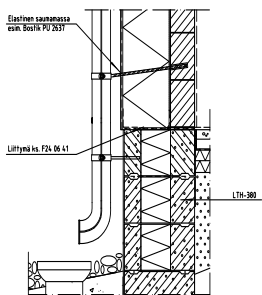
F240665



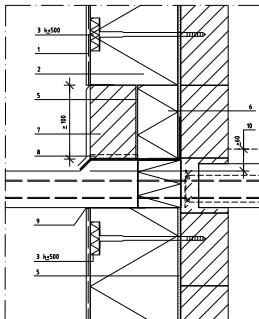
F240671



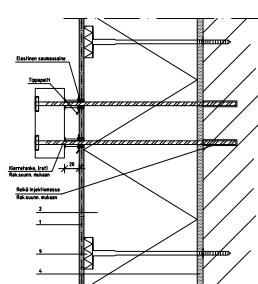
F240672



F240673



F240674



Tarkemmat tiedot internet-sivuiltamme:

- F240663 Harjakatto, sivuräystäs Ontelolaatta
- F240664 Harjakatto, sivuräystäs Vino puuyläpohja
- F240665 Harjakatto Päätyräystäs Puinen päätykolmio
- F240671 Tikkaiden kiinnitys
- F240672 Syöksytorven kiinnitys
- F240673 Liittyminen parvekelaattaan
- F240674 Kiinnitys seinään

1.3 VÄLISEINIEN RAKENNEDETAALJEJA

Kahi-väliseiniä rakennetyypit

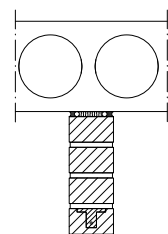
F520101	F520102	F520103	F520104
F520105	F520106	F520107	F520108
F520109	F520110	F520111	

Tarkemmat tiedot internet-sivuiltamme:

- F520101 Väliseinät, Normaalikalkkiahkatiili, NKH 270x130x75
- F520102 Väliseinät, Kalkkiahkatiili dB 52 270x198x75
- F520103 Väliseinät, 2-kertainen, ääneneriste
- F520104 Väliseinät, Mineraalivillaeriste, Lujalevyverhous, toispuolinen
- F520105 Väliseinät, 2-kertainen kipsilevyverhous, mineraalivillaeriste, toispuolinen
- F520106 Väliseinät, kantamaton, Väliseinäponti 300x85x198
- F520107 Väliseinät, Runkoponti 300x130x198 TAI Runkoponti dB 48 umpinainen 300x130x198
- F520108 Väliseinät, Desibelipontti 300x240x128
- F520109 Väliseinät, Kahi-harkko 85 mm, ohutsaumamuurattu, Vesieriste, laatoitus
- F520110 Väliseinät/kantamaton, Moduulikalkkiahkatiili, MKH 285x85x85
- F520111 Väliseinät, Viisteharkko 300x130x198

Kahi-väliseinien rakenneksityiskohdat

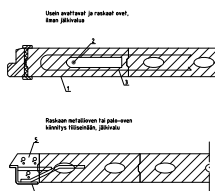
F520201



- 1 Esijännitetty kahi-palkkielementti M1 tai M2

- Mts. Väliseinien Suunnittelukirja

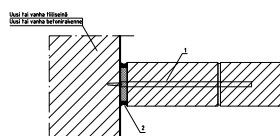
F520202



- 1 Kaksipuolinen rakennusseinä
- 2 Puolittainen rakennusseinä
- 3 Puolittainen rakennusseinä
- 4 Puolittainen rakennusseinä
- 5 Puolittainen rakennusseinä
- 6 Puolittainen rakennusseinä
- 7 Puolittainen rakennusseinä
- 8 Puolittainen rakennusseinä
- 9 Puolittainen rakennusseinä

- Mts. Väliseinien Suunnittelukirja

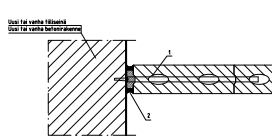
F520203



- 1 Tarkennettu kahi-palkkielementti M1 tai M2
- 2 Alustuksen suojakalvo, esim. Alustakalvo

- Mts. Väliseinien Suunnittelukirja

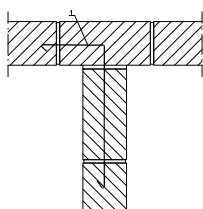
F520204



- 1 Tarkennettu kahi-palkkielementti M1 tai M2
- 2 Alustuksen suojakalvo, esim. Alustakalvo

- Mts. Väliseinien Suunnittelukirja

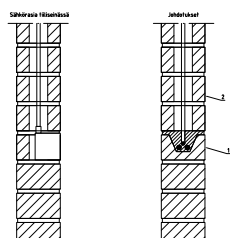
F520205



- 1 Tarkennettu kahi-palkkielementti M1 tai M2

- Mts. Väliseinien Suunnittelukirja

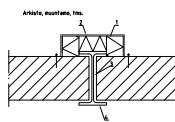
F520206



- 1 Palkkielementti
- 2 Kaksipuolinen rakennusseinä

- Mts. Väliseinien Suunnittelukirja

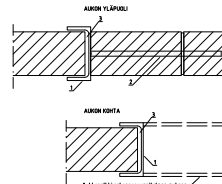
F520207



- 1 Palkkielementti M1 tai M2
- 2 Suojakalvo 0,5 mm
- 3 PE-foam
- 4 Rakennusseinän tuen R20

- Rakennusseinän tuen R20

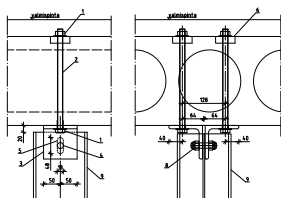
F520208



- 1 PE-foam
- 2 Tarkennettu kahi-palkkielementti M1 tai M2
- 3 Alustakalvo

- Mts. Väliseinien Suunnittelukirja

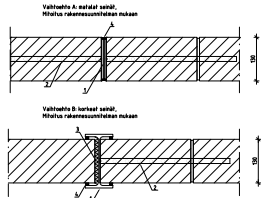
F520210



- 1 Kaksipuolinen rakennusseinä
- 2 Suojakalvo 0,5 mm
- 3 L-tyyppinen kahi-palkkielementti
- 4 Suojakalvo 0,5 mm
- 5 Suojakalvo 0,5 mm
- 6 Suojakalvo 0,5 mm
- 7 Suojakalvo 0,5 mm
- 8 Suojakalvo 0,5 mm
- 9 Suojakalvo 0,5 mm

- Mts. Väliseinien Suunnittelukirja

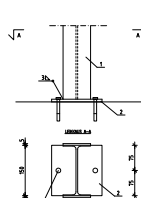
F520211



- 1 Vahvistus A: kaksipuolinen rakennusseinä
- 2 Vahvistus B: kaksipuolinen rakennusseinä
- 3 Vahvistus C: kaksipuolinen rakennusseinä
- 4 Vahvistus D: kaksipuolinen rakennusseinä
- 5 Vahvistus E: kaksipuolinen rakennusseinä
- 6 Vahvistus F: kaksipuolinen rakennusseinä
- 7 Vahvistus G: kaksipuolinen rakennusseinä
- 8 Vahvistus H: kaksipuolinen rakennusseinä
- 9 Vahvistus I: kaksipuolinen rakennusseinä

- Mts. Väliseinien Suunnittelukirja

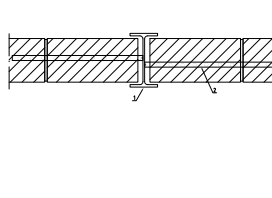
F520212



- 1 PE-foam
- 2 Suojakalvo 0,5 mm
- 3 Kaksipuolinen rakennusseinä

- Mts. Väliseinien Suunnittelukirja

F520213

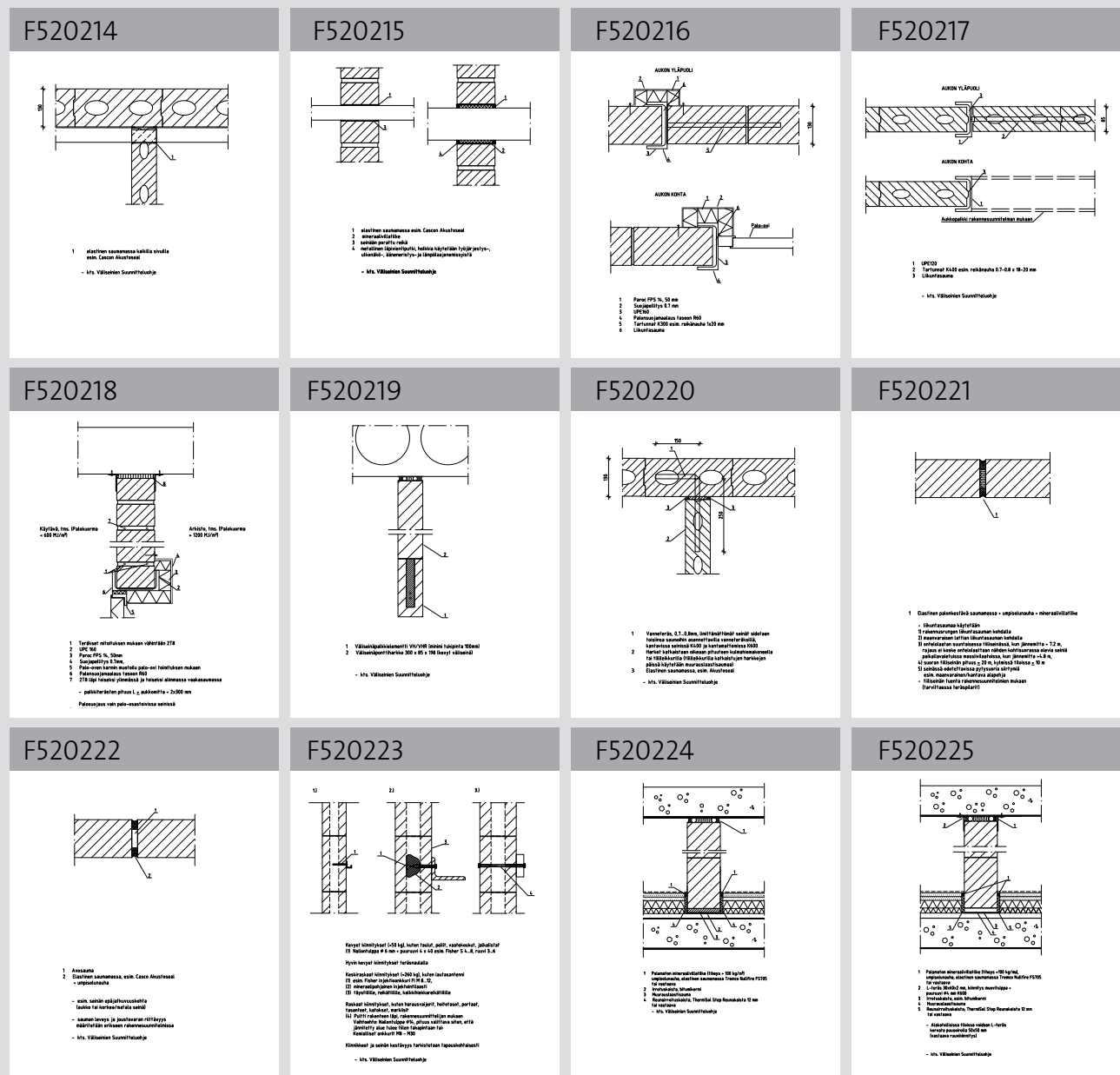


- 1 PE-foam
- 2 Tarkennettu kahi-palkkielementti M1 tai M2

- Mts. Väliseinien Suunnittelukirja

Tarkemmat tiedot internet-sivuiltamme:

- 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, Sähköasiat
- F520207 Tiiliseinä, pystytuki, Palosuojaus
- F520208 Tiiliseinä, pystytuki, Aukonpieli
- F520210 Tiiliseinä, pystytuki, Välipohja läpipulttaus
- F520211 Tiiliseinä, pystytuki, Liikuntasäule
- F520212 Tiiliseinä, pystytuki, Tukipilari, alapääliitos
- F520213 Tiiliseinä, pystytuki

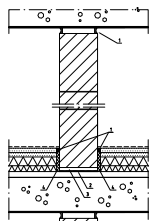


Tarkemmat tiedot internet-sivuiltamme:

- | | |
|---------|--|
| F520214 | Harkkoseinä, Putkilävistys |
| F520215 | Tiiliseinä, Putkilävistyksiä |
| F520216 | Tiiliseinä, Pystytuet, palosuojaus, Aukon pieli |
| F520217 | Harkkoseinä, Pystytuet, Aukon pieli |
| F520218 | Tiiliseinä, Palo-ovi, Aukon palkki |
| F520219 | Harkkoseinä, Väliseinäpönttipalkki, Väliseinäpalkki |
| F520220 | Harkkoseinä, Vaakaliitos, T-liitos |
| F520221 | Osastoiva tiiliseinä, 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 |

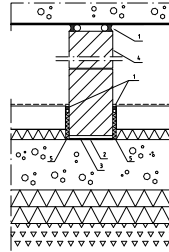
Kahi-väliseinien rakenneyksityiskohdat

F520226



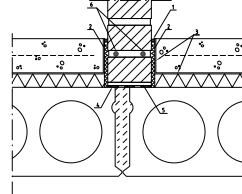
1. Eristysseinä seinä, Alufoam tai vastaava
2. Lattian läpivirtä vaimentavaa seinäpäätyä vaimentava Alufoam-eristyspelti seinästä seinään
3. Alufoam
4. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
5. Kts. Välikatteen Suunnitelma

F520227



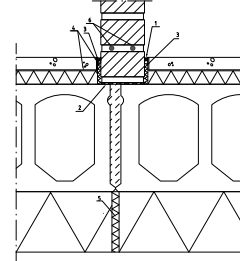
1. Ulkopuolinen seinä, Alufoam
2. Alufoam
3. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
4. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
5. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava

F520228



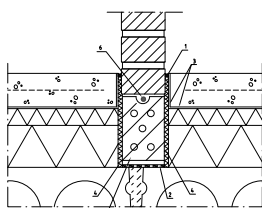
1. Eristysseinä seinä, Alufoam
2. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
3. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
4. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
5. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
6. Runkopalkki 12 mm

F520229



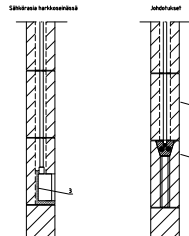
1. Eristysseinä seinä, Alufoam
2. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
3. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
4. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
5. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
6. Runkopalkki 12 mm

F520230



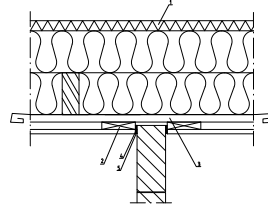
1. Eristysseinä seinä, Alufoam
2. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
3. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
4. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
5. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
6. Runkopalkki 12 mm

F520231



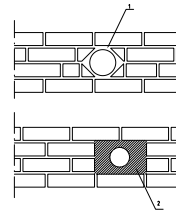
1. Eristysseinä seinä, Alufoam
2. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
3. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
4. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
5. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
6. Runkopalkki 12 mm

F520232



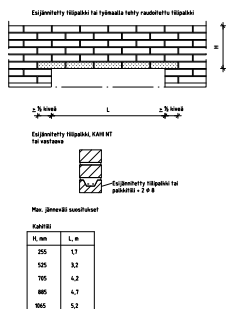
1. Eristysseinä seinä, Alufoam
2. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
3. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
4. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
5. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
6. Runkopalkki 12 mm

F520233



1. Eristysseinä seinä, Alufoam
2. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
3. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
4. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
5. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
6. Runkopalkki 12 mm

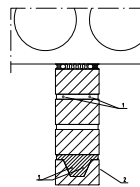
F520236



Max. jänneväli suoritus

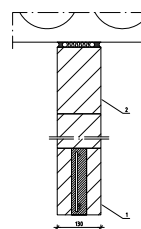
Kantavuus	L, m	L, m
255	1,7	1,7
125	3,2	3,2
705	4,2	4,2
885	4,7	4,7
1065	5,2	5,2

F520237



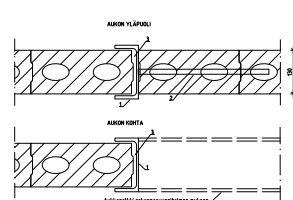
1. Eristysseinä seinä, Alufoam
2. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
3. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
4. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
5. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
6. Runkopalkki 12 mm

F520238



1. Eristysseinä seinä, Alufoam
2. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
3. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
4. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
5. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
6. Runkopalkki 12 mm

F520239



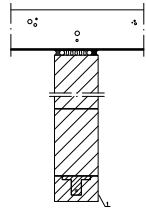
1. Eristysseinä seinä, Alufoam
2. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
3. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
4. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
5. Runkoponttialusta, ThermalGrip Runkopalkki 12 mm tai vastaava
6. Runkopalkki 12 mm

Tarkemmat tiedot internet-sivuiltamme:

- 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, Sähköasiat
- F520232 Harkkoseinä, Yläpohjaliitos, Puu yläpohja
- F520233 Ilmanvaihtoputken läpivienti, Tavanomainen läpivienti, Sähkö- tai putkilävistys paloseinässä
- F520236 Tiiliseinä, aukko, Esijännitetty tiilipalkki
- F520237 Tiiliseinä, Ei kantava aukkopalkki, Muurattu palkki
- F520238 Harkkoseinä, Runkoponttipalkki, Runkopalkki
- F520239 Harkkoseinä, Pielituenta, UPE160

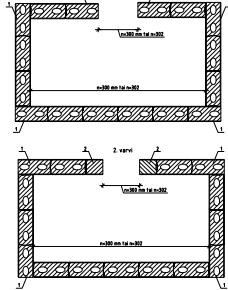
Kahi-väliseinien rakenneyksityiskohdat

F520240



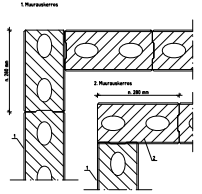
1. Esijärjestetty kahi-pölkökalusteitti KT tai MT
- karkaiden seinien eristysominaisuuksien korostaminen (DB) and karkaiden karkaisuominaisuuksien karkaisu
- kts. Viisteseinien Suunnittelusääntö

F520241



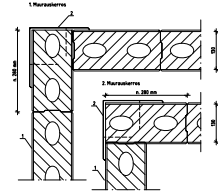
1. Viisteseinien Suunnittelusääntö
2. Viisteseinien Suunnittelusääntö

F520242



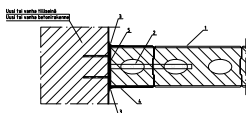
1. Viisteseinien Suunnittelusääntö
2. Viisteseinien Suunnittelusääntö

F520243



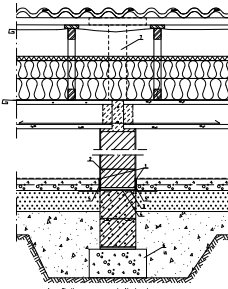
1. Viisteseinien Suunnittelusääntö
2. Viisteseinien Suunnittelusääntö

F520244



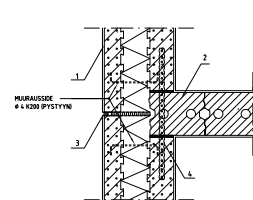
1. Viisteseinien Suunnittelusääntö
2. Viisteseinien Suunnittelusääntö
3. Viisteseinien Suunnittelusääntö
4. Viisteseinien Suunnittelusääntö
5. Viisteseinien Suunnittelusääntö
6. Viisteseinien Suunnittelusääntö
7. Viisteseinien Suunnittelusääntö
8. Viisteseinien Suunnittelusääntö
9. Viisteseinien Suunnittelusääntö
10. Viisteseinien Suunnittelusääntö
11. Viisteseinien Suunnittelusääntö
12. Viisteseinien Suunnittelusääntö
13. Viisteseinien Suunnittelusääntö
14. Viisteseinien Suunnittelusääntö
15. Viisteseinien Suunnittelusääntö
16. Viisteseinien Suunnittelusääntö
17. Viisteseinien Suunnittelusääntö
18. Viisteseinien Suunnittelusääntö
19. Viisteseinien Suunnittelusääntö
20. Viisteseinien Suunnittelusääntö
21. Viisteseinien Suunnittelusääntö
22. Viisteseinien Suunnittelusääntö
23. Viisteseinien Suunnittelusääntö
24. Viisteseinien Suunnittelusääntö
25. Viisteseinien Suunnittelusääntö
26. Viisteseinien Suunnittelusääntö
27. Viisteseinien Suunnittelusääntö
28. Viisteseinien Suunnittelusääntö
29. Viisteseinien Suunnittelusääntö
30. Viisteseinien Suunnittelusääntö
31. Viisteseinien Suunnittelusääntö
32. Viisteseinien Suunnittelusääntö
33. Viisteseinien Suunnittelusääntö
34. Viisteseinien Suunnittelusääntö
35. Viisteseinien Suunnittelusääntö
36. Viisteseinien Suunnittelusääntö
37. Viisteseinien Suunnittelusääntö
38. Viisteseinien Suunnittelusääntö
39. Viisteseinien Suunnittelusääntö
40. Viisteseinien Suunnittelusääntö
41. Viisteseinien Suunnittelusääntö
42. Viisteseinien Suunnittelusääntö
43. Viisteseinien Suunnittelusääntö
44. Viisteseinien Suunnittelusääntö
45. Viisteseinien Suunnittelusääntö
46. Viisteseinien Suunnittelusääntö
47. Viisteseinien Suunnittelusääntö
48. Viisteseinien Suunnittelusääntö
49. Viisteseinien Suunnittelusääntö
50. Viisteseinien Suunnittelusääntö
51. Viisteseinien Suunnittelusääntö
52. Viisteseinien Suunnittelusääntö
53. Viisteseinien Suunnittelusääntö
54. Viisteseinien Suunnittelusääntö
55. Viisteseinien Suunnittelusääntö
56. Viisteseinien Suunnittelusääntö
57. Viisteseinien Suunnittelusääntö
58. Viisteseinien Suunnittelusääntö
59. Viisteseinien Suunnittelusääntö
60. Viisteseinien Suunnittelusääntö
61. Viisteseinien Suunnittelusääntö
62. Viisteseinien Suunnittelusääntö
63. Viisteseinien Suunnittelusääntö
64. Viisteseinien Suunnittelusääntö
65. Viisteseinien Suunnittelusääntö
66. Viisteseinien Suunnittelusääntö
67. Viisteseinien Suunnittelusääntö
68. Viisteseinien Suunnittelusääntö
69. Viisteseinien Suunnittelusääntö
70. Viisteseinien Suunnittelusääntö
71. Viisteseinien Suunnittelusääntö
72. Viisteseinien Suunnittelusääntö
73. Viisteseinien Suunnittelusääntö
74. Viisteseinien Suunnittelusääntö
75. Viisteseinien Suunnittelusääntö
76. Viisteseinien Suunnittelusääntö
77. Viisteseinien Suunnittelusääntö
78. Viisteseinien Suunnittelusääntö
79. Viisteseinien Suunnittelusääntö
80. Viisteseinien Suunnittelusääntö
81. Viisteseinien Suunnittelusääntö
82. Viisteseinien Suunnittelusääntö
83. Viisteseinien Suunnittelusääntö
84. Viisteseinien Suunnittelusääntö
85. Viisteseinien Suunnittelusääntö
86. Viisteseinien Suunnittelusääntö
87. Viisteseinien Suunnittelusääntö
88. Viisteseinien Suunnittelusääntö
89. Viisteseinien Suunnittelusääntö
90. Viisteseinien Suunnittelusääntö
91. Viisteseinien Suunnittelusääntö
92. Viisteseinien Suunnittelusääntö
93. Viisteseinien Suunnittelusääntö
94. Viisteseinien Suunnittelusääntö
95. Viisteseinien Suunnittelusääntö
96. Viisteseinien Suunnittelusääntö
97. Viisteseinien Suunnittelusääntö
98. Viisteseinien Suunnittelusääntö
99. Viisteseinien Suunnittelusääntö
100. Viisteseinien Suunnittelusääntö

F520251



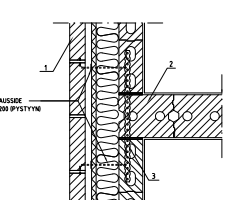
1. Viisteseinien Suunnittelusääntö
2. Viisteseinien Suunnittelusääntö

F520252



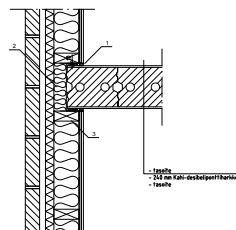
1. Viisteseinien Suunnittelusääntö
2. Viisteseinien Suunnittelusääntö
3. Viisteseinien Suunnittelusääntö
4. Viisteseinien Suunnittelusääntö
5. Viisteseinien Suunnittelusääntö
6. Viisteseinien Suunnittelusääntö

F520253



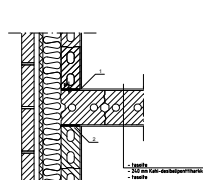
1. Viisteseinien Suunnittelusääntö
2. Viisteseinien Suunnittelusääntö
3. Viisteseinien Suunnittelusääntö

F520255



1. Viisteseinien Suunnittelusääntö
2. Viisteseinien Suunnittelusääntö
3. Viisteseinien Suunnittelusääntö

F520256



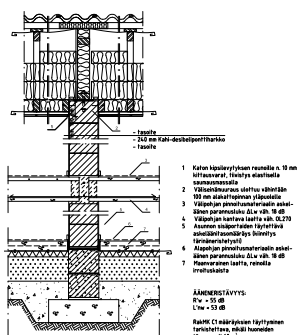
1. Viisteseinien Suunnittelusääntö
2. Viisteseinien Suunnittelusääntö

Tarkemmat tiedot internet-sivuiltamme:

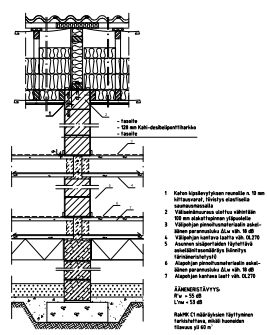
- F520240 Harkkoseinä, Aukon ylitys, Ei kantavat rakenteet
- F520241 Kahi-viisteharkkoseinän mitoitus
- F520242 Viisteharkkoseinä, Ulkukulman muuraus
- F520243 Viisteharkkoseinä, Ulkukulman muuraus L-profilin avulla
- F520244 Viisteharkkoseinä, Vaakaliitos, jossa U-profiili
- F520251 dB-harkkoseinä, betonirakenteinen yläpohja, Huoneistojen välinen seinä, Kantavat rakenteet
- F520252 dB-harkkoseinä liitos Leca-runkoon, Vaakaleikkaus
- F520253 dB-harkkoseinän liitos Kahi-ulkoseinään, Vaakaleikkaus
- F520255 Kahi-desibeliponttiharkko Liitos puurunkoiseen ulkoseinään
- F520256 Kahi-desibeliponttiharkko Liitos runkoponttiharkko-ulkoseinään

Kahi-väliseinien rakenneyksityiskohdat

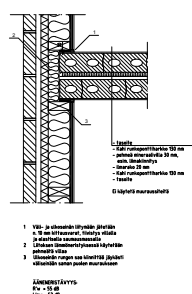
F520257



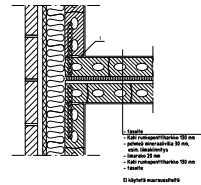
F520258



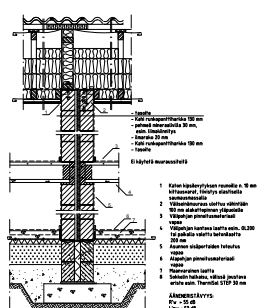
F520259



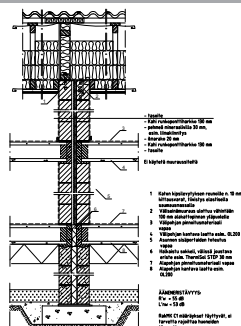
F520260



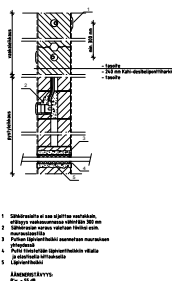
F520261



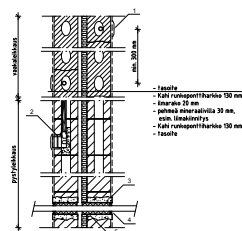
F520262



F520263



F520264



Tarkemmat tiedot internet-sivuiltamme:

F520257 Kahi-desibeliponttiharkko Pystyleikkaus Maanvarainen laatta

F520258 Kahi-desibeliponttihakko Pystyleikkaus Tuuletuva alapohja

F520259 Kahi-runkoponttihakko, kaksinkertainen seinärakenne Liitos puurunkoiseen ulkoseinään

F50260 Kahi-runkopontti-harkko, kaksinkertainen seinärakenne Liitos runkopontti-ulkoseinään

F520261 Kahi-runkoponttihiharkko, kaksinkertainen seinärakenne Pystyleikkaus maanvarainen laatta

F520262 Kahi-runkoponttihakko, kaksinkertainen seinärakenne Pystyleikkaus Tuulettuva alapohja

F520263 Kahi-desibelipnttiharkko Läpiviennit

F520264 Kahi-runkoponttihakko, kaksinkertainen seinärakenne Läpiviennit

Kahi



Saint-Gobain Weber Oy Ab
Strömberginkuja 2 (PL 70)
00380 Helsinki
puhelin 010 44 22 00
telekopio 010 44 22 295
www.e-weber.fi

Tilaukset ja toimituksia koskevat kysymykset
Asiakaspalvelukeskus
Jälleenmyyjät, puhelin 010 44 22 11
Rakennusliikkeet ja urakoitsijat
puhelin 010 44 22 313
telekopio 010 44 22 300
tilaukset@e-weber.fi

Myynti
Rautakaupat ja rakennustarvikeliikkeet