

Kahi-talot ja väliseinät

Suunnitteluohje, Eurocode 6 mukainen
(EN 1996-1-1)

SISÄLTÖ

1	YLEISTÄ	3	6.4.4	Materiaaliominaisuudet	22
2	KAHI-JÄRJESTelmä	3	6.4.5	Rakenneanalyysi	23
2.1	KAHI-HARKOT	3	6.4.6	Epäkeskisyyden laskenta	23
2.2	KAHI-VÄLISEINÄTIILET	5	6.5	VÄLISEINÄT	24
2.3	KAHI-RUNKOPALKIT JA -TIILIPALKIT	5	6.5.1	Väliseinien mitoittaminen	24
3	MUURAUUS JA PINNOITUS	6	6.5.2	Pystykuormakestävyys	24
3.1	TIILISEINÄT	6	6.5.3	Paikallinen puristuskestävyys	24
3.2	HARKKOSEINÄT	6	6.5.4	Jäykistävän seinän leikkauskestävyys	25
3.3	VIISTEHARKKOSEINÄT	9	6.5.5	Seinien korkeuden ja pituuden raja-arvot suhteessa paksuuteen käyttörajatilassa	27
3.3.1	Viisteharkkopalkit	9	6.6	ULKOSEINÄT	28
3.3.2	Kahi-viisteharkkojen ja -tiilien muuraus	10	6.6.1	Ulkoseinien mitoittaminen	28
3.4	KALKKIHIEKKATIILIEN JA -HARKKOJEN MITTOJEN SALLITUT MITTAPOIKKEAMAT JA ULKONÄKÖ- VAATIMUKSET	11	6.6.2	Pystykuorma yhdessä tuulikuorman kanssa	28
4	SEINÄRAKENTEET	12	6.6.3	Tuulikuorma ilman pystykuormaa	28
4.1	ULKOSEINÄT	12	6.6.4	Kuorimuurin mitoittaminen	31
4.2	HUONEISTOJEN SISÄISET SEINÄT	13	6.7	RAUDOITETTujen SEINIEN MITOITTAMINEN	
4.3	HUONEISTOJEN VÄLISet SEINÄT	13	6.7.1	VAAKAKUORMILLE	32
4.4	PALOTEKNINEN MITOITUS	14	6.8	LIIKUNTA SAUMAT	35
4.5	ÄÄNITEKNINEN MITOITUS	16	6.9	LÄMMÖNLÄPÄISYKERROIN U	35
5	MODUULIMITOITUS	17	6.10	KÄYTTÖIKÄ JA MATERIAALIVALINNAT	36
6	RAKENTEIDEN MITOITUS	18	7	SÄHKÖ- JA LVI-ASENNUKSET	37
6.1	AUKKOJEN YLITYKSET	18	8	KIINNITYKSET	38
6.1.1	Kantavat seinät	18	9	JULKISIVUT	40
6.1.2	Ei-kantavat seinät	18	9.1	KAHI-TIILIJULKISIVU	40
6.4	MITOITUSMENETELMÄT JA SUUNNITTELUPERUSTEET	21	9.2	KAHI FACADE –HARKKOJULKISIVU	40
6.4.1	Yleiset mitoituserusteet	21	9.3	ERISTERAPATTU JULKISIVU	41
6.4.2	Laskentaperusteet	21	10	SISÄPINNAT	42
6.4.3	Tarkempi Eurocode 6 mitoitus	22	11	ERISTERAPATUN TALON RAKENNEDETALJEJA	43
			12	VÄLISEINIEN RAKENNEDETALJEJA	45



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

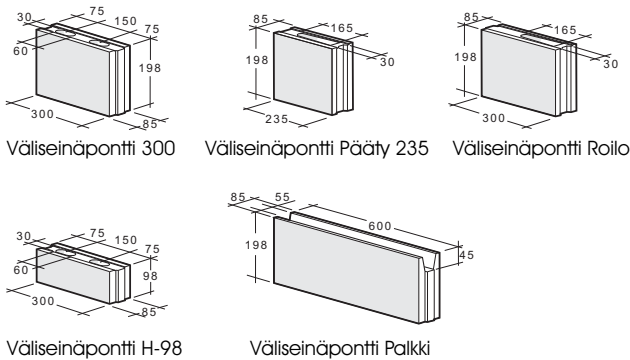
1 YLEISTÄ

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

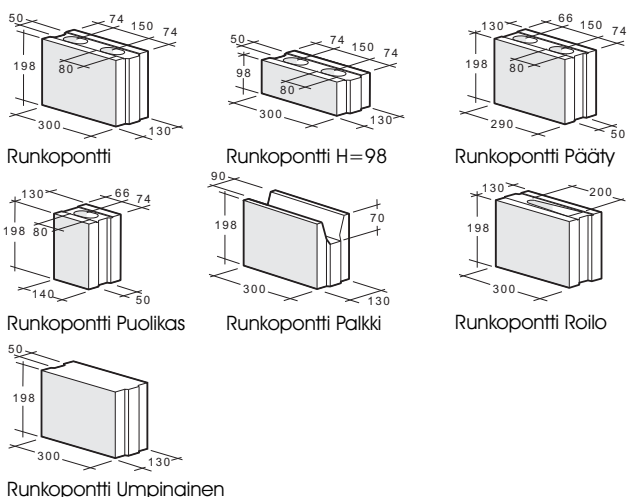
Kahi-tuotteista löytyy ratkaisut kantaviin ja ei-kantaviin väliseiniin sekä ratkaisut puhtaaksi muurattuihin ja rapattuihin julkisivuihin. Kahi-väliseinätiilistä voidaan muurata perinteisin muuraustyömenetelmin sekä puhtaaksi muurattavia että tasoitettavia väliseiniä. Kahi-ponttiharkot on tarkoitettu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

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

KAHI-VÄLISEINÄPONTTIHARKOT



KAHI-RUNKOPONTTIHARKOT



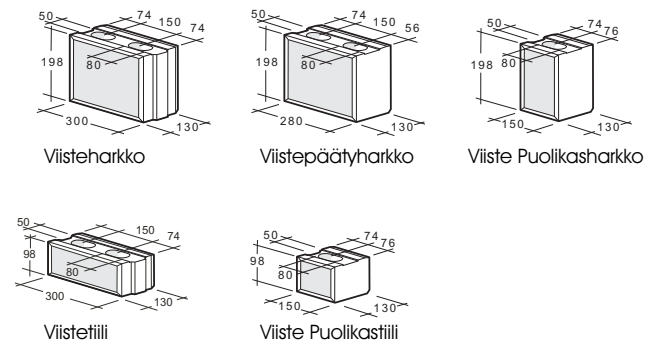
2 KAHI-JÄRJESTELMÄ

2.1 KAHI-HARKOT

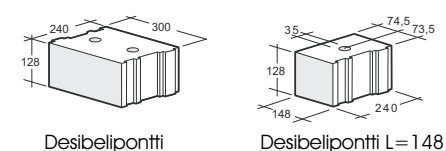
Kahi-järjestelmään kuuluvien harkkojen leveydet ovat käyttötarkoituksen mukaan 85, 130 tai 240 mm. Leveydeltään 85 mm:n Kahi-väliseinääharkko on tarkoitettu kantamattomiin seiniin, 130 mm leveä Kahi-runkoponti kantaviin ulko- ja väliseiniin ja 240 mm leveä Kahi-desibeliponti huoneistojen välisiin ääntä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

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

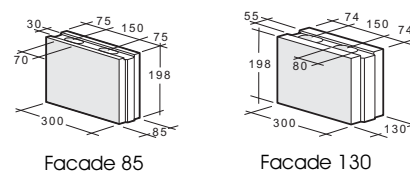
KAHI-VIISTEHARKOT JA -VIISTETIILET



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⁾
Väliseinäponti Päätty 235	235x85x198	5 kpl / m	5,4	0,10 ¹⁾
Väliseinäponti Roilo	300x85x198	5 kpl / m	7,5	0,10 ¹⁾
Väliseinäponti H=98	300x85x98	34	3,9	0,10 ¹⁾
Väliseinäponti Palkki	600x85x198	1,67 kpl / m	17,0	0,20 ¹⁾
RUNKOPONTTI	300x130x198	17	12,0	0,20 ¹⁾
Runkoponti H=98	300x130x98	34	6,2	0,20 ¹⁾
Runkoponti Päätty	290x130x198		11,7	0,20 ¹⁾
Runkoponti Puolikas	140x130x198		5,5	0,10 ¹⁾
Runkoponti Palkki	300x130x198	3,33 kpl / m	12,1	0,20 ¹⁾
Runkoponti Roilo	300x130x198	5 kpl / m	11,9	0,20 ¹⁾
Runkoponti Umpinainen	300x130x198	17	14,4	0,20 ¹⁾
VIISTEHARKKO	300x130x198	17	12,1	0,23 ¹⁾
Viistepäättyharkko	280x130x198	5 kpl / m	11,2	0,23 ¹⁾
Viiste Puolikasharkko	150x130x198		6,0	0,12 ¹⁾
VIISTETIILI	300x130x98	34	6,2	0,20 ¹⁾
Viiste Puolikastiili	150x130x98		3,1	0,10 ¹⁾
DESIBELIPONTTI	300x240x128	26	15,8	0,25 ¹⁾
Desibeliponti L=148	148x240x128	52	7,9	0,13 ¹⁾
FACADE 85	300x85x198	17	8,0	0,10 ¹⁾
FACADE 130	300x130x198	17	12,2	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 VÄLISEINÄTIILI	270x130x75	42	4,9	1,4
NKH Palkkitiili	270x130x75	3,5 kpl / m	3,3	1,4
NKH Roilotiili	270x130x75	11,1 kpl / m	4,0	1,4
NKH Osatiili 35	270x130x35	74	2,3	1,2
KH VÄLISEINÄTIILI	270x198x75	42	7,5	2,1
MKH VÄLISEINÄTIILI	285x85x85	35	3,9	1,0
MKH Palkkitiili	285x85x85	3,33 kpl / m	2,7	1,0
MKH Roilotiili	285x85x85	10 kpl / m	3,1	1,0

2.2 KAHI-VÄLISEINÄTIILET

Kahi-väliseinät voidaan muurata myös Kahi-tiilistä. 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

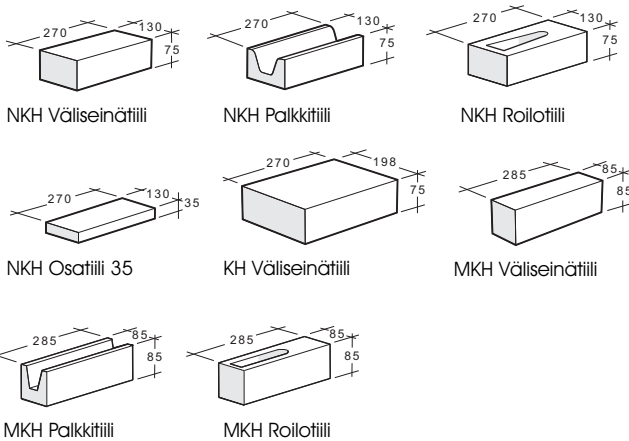
Roilotiilillä saadaan seinään kanavat esim. sähköjohtoja varten.

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 ylitykseen. 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 muuratavien tiilivarvien kanssa kantavan tiilipalkin. Muurausvaiheessa palkki tuetaan enintään 1 metrin välein. Tiilipalkkeja käytettäessä on yläpuolella olevien harkkojen/tiilien pystysaumoina käytettävä pystysaumalaastia.

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

3 MUURAUUS JA PINNOITUS

3.1 TIILISEINÄT

Kahi-väliseinätiilet on tarkoitettu puhtaaksimuurattaviin ja tasoitettaviin seiniin. Kahi-väliseinätiilet muurataan limitykseen kulmissa. Toisiinsa tai ulkoseiniin T-liitoksella liittyvät seinät ankuroidaan terässitein tai esim. Amutek Väliseinäohjaimen avulla. Urat ja roilot esimerkiksi sähköputkia varten tehdään kätevimmin roilotiilien avulla. Seinän alle asennetaan yleensä vaaka-suuntaisena liikuntasaumana toimiva bitumikermikaista, joka minimoi alustan lämpö- ja kosteusliikkeistä seinään aiheutuvan halkeamariskin.

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

Muuraus suoritetaan weber.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 painetuin saumoin ja vaaka- ja pystysaumojen nimellispaksuus on 12...15 mm, ellei suunnitelmissa toisin mainita. Täydeksi saumaksi katsotaan sauma joka on painettu sisään enintään 3 mm. Yleislaastilla tehtyjen vaaka- ja pystysaumojen todellinen paksuus on vähintään 6 mm ja enintään 15 mm.

Juoksulimitetyksi katsotaan muuri, jossa päällekkäisten 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 vedenimuneisuus. Sauma voidaan viimeistellä saumaraudalla, muoviputkella tai puisella saumausvälineellä.

3.2 HARKKOSEINÄT

Ohutsaumamuuraus on menetelmä, missä mittatarkat Kahi-harkot muurataan noin 2 mm:n saumapaksuudella. Ohutsaumalaastilla tehtyjen vaaka- ja pystysaumojen todellinen paksuus on vähintään 0,5 mm ja enintään 3 mm. 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 porakonevispilällä. Näin aputyöt laastin valmistuksessa ja siirroissa ovat vähäisiä.



Muuraus aloitetaan merkitsemällä seinän paikka ja asentamalla muurausjohteet, joihin saadaan kiristettyä linjalanka. Seinän alle asennetaan yleensä vaakasuuntaisena liikuntasaumana toimiva bitumikermikaista, joka minimoi alustan lämpö- ja kosteusliikkeistä seinään aiheutuvan halkeamariskin. Ensimmäisen harkkokerroksen vakasauma muurataan yleensä weber.vetonit ML 5 Muurauslaastilla M100/600 tai weber.vetonit ML Leca-laastilla siten, että se saadaan oikeaan korkeuteen täysin suoraksi. Muurauksen annetaan jäykistyä riittävästi ennen ohutsaumamuurauksen alkamista. Tarvittaessa muuraus tehdään matalalla H=98 mm harkolla tai tiilellä korkeusmitoituksen sovittamiseksi huone- tai ovikorkeuteen sopivaksi.



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



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

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 ohutsaumalaastisaumaa.



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. Vaakasuurtaiset putkivedot voidaan viedä palkkiharkkojen urassa.



Ovi- ja ikkuna-aukot ylitetään kätevimmän Kahi-palkeilla. 130 mm leveissä harkkoseinissä käytetään Kahi-runkopalkkia. 85 mm leveissä ei kantavissa harkko- väliseinissä käytetään Kahiväliseinäpalkkia. 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.

Koska harkot ovat sileitä ja saumat ohuita, eivät huolellisesti ohutsaumamuuratut seinäpinnat vaadi paksuja tasoitekerroksia. Tasoitteet jaetaan kosteutta kestäviin ja kuivan tilan tasoitteisiin. Kosteutta kestävässä tasoitteissa sideaineena käytetään sementtiä, kuivan tilan tasoitteissa polymeerejä.

Kuivien tilojen tasoitteita: 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 ruiskupintaisiksi.

Kosteutta kestävä webervetonit V+ tasoite voidaan käyttää niin kuivissa kuin märissä tiloissa seinien ja kattojen pohja- ja pintatasoitukseen.

webervetonit MT Märkätilatasoiteella tasoitetaan vedeneristettävät laatoitusalueet.

Paksummat oikaisut (mahdollisesti aukkojen pielet, katkaistut harkkosaummat) voidaan tarvittaessa tehdä webervetonit 410 Ohutrappauslaastilla.

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: 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 ruiskupintaisiksi.

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

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

MAALATTAVAT TAI TAPETOITAVAT SEINÄT

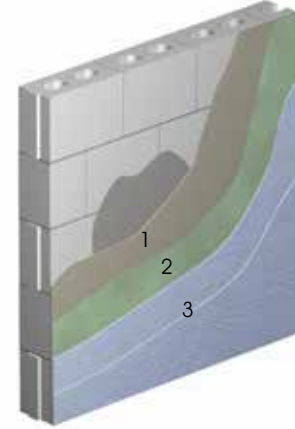
Huolellisesti muuratun Kahi-harkkoseinän tasoituskäsittelyksi ennen maalausta tai tapetointia riittää yleensä:



1. Osittain tasoitus pohjatasoiteella
2. Kokonaan tasoitus pohjatasoiteella
3. Kokonaan tasoitus pintatasoiteella

MÄRKÄTILAN SEINÄT

Huolellisesti muuratun Kahi-harkkoseinän käsittelyksi riittää yleensä:



1. **Osittain- ja kokonaantasoitus:** webervetonit MT Märkätilatasoite
2. **Pohjustus:** webervetonit MS Kosteussulku ohennettuna vedellä 1:1
3. **Vedeneristys:** webervetonit WP Vedeneristysmassa 2 kertaa, tarvittavine kuitukangasnauhavahvikkein (nurkat, läpiviennit seinän ja lattian liitos)

Laatoitus: webervetonit RF Saneerauslaasti

Saumaus: webervetonit DECO Laattasauma ja weber.color Silikon silikoni

Tarkemmat tiedot esitteistämme:

Weber Opas

8-70 Vetonit vedeneristys - Työohje

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

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

3.3 VIISTEHARKKOSEINÄT

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

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

Kahi-viisteharkkoseinät ovat lisäksi kustannuksiltaan kilpailukykyisiä.

Kahi-viisteharkkojärjestelmä koostuu Kahi-viisteharkkoista ja -tiilistä, harkkojen ohutsaumamuuraukseen tarkoitettusta webervetonit OL 15 Ohutsaumalaastista, sekä aukkojen ylitukseen käytettävistä Kahi-viisteharkkopalkeista.

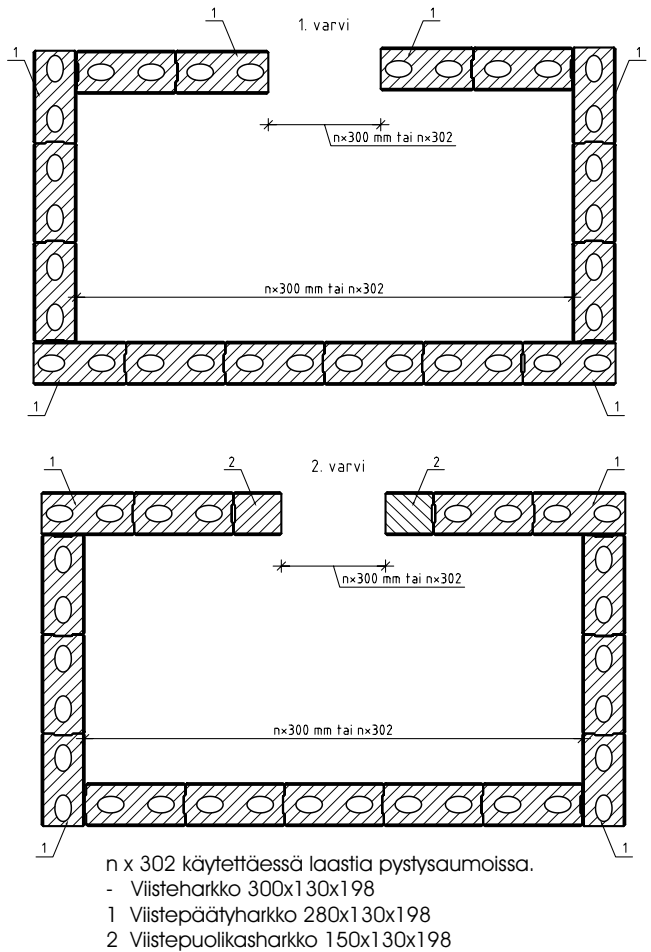


Kahi-viisteharkkoilla (300x130x198)mm tai -viistetiilillä (300x130x98) mm voidaan tehdä ohutsaumamuuramalla puhtaaksi muurattavia seiniä. Harkon/tiilen näkyviin jäävät särmät on viistetty noin 6 x 6 mm verran.

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

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

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



Kahi-viisteharkkoseinän mitoitus

Viisteharkkoseiniin valmistetaan tilauksesta viistettyjä runkopalkkeja.

3.3.1 VIISTEHARKKOPALKIT

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

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

Tarkemmat tiedot palkeista on esitetty kappaleessa 6.1.

3.3.2 KAHI-VIISTEHARKKOJEN JA -TIILIEN MUURAUUS

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

Laastia kuluu vain noin 4 kg/m² (viisteharkkoseinä) tai noin 6,8 kg/m² (viistettiliseinä) ja se voidaan sekoittaa työpisteessä porakonevispilällä.



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



Muut harkkokerrokset ohutsauma-muurataan OL 15 Ohutsaumalaastilla. Tarvittaessa muurauus aloitetaan tai päätetään tiilileikkurilla sopivan korkuiksi leikatuilla harkoilla korkeusmitoituksen soveltamiseksi huonekorkeuteen sopivaksi.

Mahdolliset linjavirheet ohutsauma-muurattavassa seinärakenteessa oikais-taan tarvittaessa paksummalla laastisaumalla.

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



Pystysaumassa käytetään laastia saman vahvuisen sauman aikaansaamiseksi kuin vaakasaumassa.

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



Saumoista ylitse pursunut laasti poistetaan. Saumat viimeistellään muurauus-työn yhteydessä laastin hieman jäykis-tyttyä, esimerkiksi putsikauhan terävällä kulmalla leikkaamalla ja jäykällä harjalla harjaten.

Ulkokulmassa muurauus aloitetaan 280 mm mittaisilla päätyharkoilla jol-loin muurauus etenee puolen harkon limityksellä. Puolikasharkkoa 150 mm, käytetään aukkojen pielissä yhdessä päätyharkkojen kanssa. Puolikashark-koa käytetään lisäksi limityskappaleena aukkojen pielissä. (katso sivu 12 Viiste-harkkoseinän mitoitus).



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



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

Aukot voidaan ylittää valmiiden Kahi-viisteharkkopalkkien avulla.



Pystysuuntaiset sähkö- ja LVI -putket voidaan sijoittaa harkkojen pystyreikiin. Sähkörasioiden reiät tehdään rasiaporaalla. Levyseinäkojerasia, jossa on 28 mm:n korotusrenkas, sopii 130 mm leveään viisteharkkoseinään. Käytettäessä Ø 75 mm:n porakruunua, kiinnitetään kojerasia esimerkiksi liimamassalla. Mikäli poraus tehdään suuremmalla porakruunulla, kiinnitetään kojerasia esim. weber.vetonit KL Kipsilaastilla (vain kuivissa tiloissa) tai weber.vetonit PTM Pikatäyttömässä (kuivat ja kosteat tilat).

Sisäseinät maalataan suunnittelijan työselityksen mukaan esimerkiksi akrylaattilateksimaalilla.

3.4 KALKKIHIEKKATIILIEN JA -HARKKOJEN MITTOJEN SALLITUT MITTAPOIKKEAMAT JA ULKONÄKÖVAATIMUKSET

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

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

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

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

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

LAATUTEKIJÄT	SUURIN SALLITTU MITTAPOIKKEAMA		
	LUOKKA 1	LUOKKA 2	LUOKKA 3
Sallittu hammastus	2 mm	4 mm	6 mm
Lohkeamat keskimäärin enintään	3 kpl/m ²	5 kpl/m ²	8 kpl/m ²
- syvyys ≤ 3 mm - ala 0,5–2 cm ²	6 kpl/m ²	8 kpl/m ²	12 kpl/m ²
Muurauskiven pintaviat - ala 0,5–2 cm ²	4 kpl/m ²	6 kpl/m ²	8 kpl/m ²
Rikkoreuna - syvyys ≤ 3 mm - leveys 2–4 mm	4 m/m ²	6 m/m ²	8 kpl/m ²

Valmistajan määrittelemät tasoitettavien kalkkihiekkaharkkojen ulkonäkövaatimukset *

LAATUTEKIJÄT	SUURIN SALLITTU MITTAPOIKKEAMA	LAATUTEKIJÄT	SUURIN SALLITTU MITTAPOIKKEAMA
Lohkeamat keskimäärin enintään	5 kpl/m ²	Lohkeamat keskimäärin enintään	5 kpl/m ²
- syvyys ≤ 10 mm - ala 2–4 cm ²	8 kpl/m ²	- syvyys ≤ 20 mm - ala 4–6 cm ²	8 kpl/m ²
Muurauskiven pintaviat - ala 0,5–2 cm ²	6 kpl/m ²	Muurauskiven pintaviat - ala 0,5–2 cm ²	6 kpl/m ²
Rikkoreuna - syvyys ≤ 3 mm - leveys 2–4 mm	6 m/m ²	Rikkoreuna - syvyys ≤ 3 mm - leveys 2–4 mm	6 m/m ²

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

4 SEINÄRAKENTEET

4.1 ULKOSEINÄT

US 1

Tiiliverhottu

Kahi-seinä (F24 04 01)

a) RakMK C3 (2010)

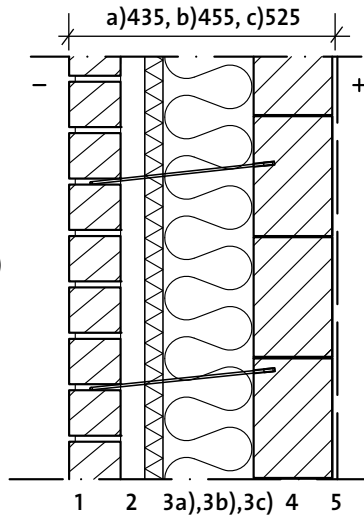
$U=0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$ (kuvassa)

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-runkoponttiharkko 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

Yhden kuoren palonkestoluokka (sisäkuori):
RE I90 kantava
EI 180 kantamaton

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

US 2

Rapattu Kahi Facade -harkoin verhottu

Kahi-seinä (F 24 04 00)

a) RakMK C3 (2010)

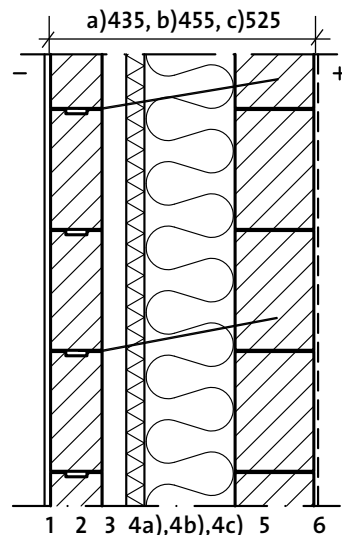
$U=0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$ (kuvassa)

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 SilcoPinoite tai 3 x webervetonit Kahi FacadePinoite
- 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-runkoponttiharkko 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

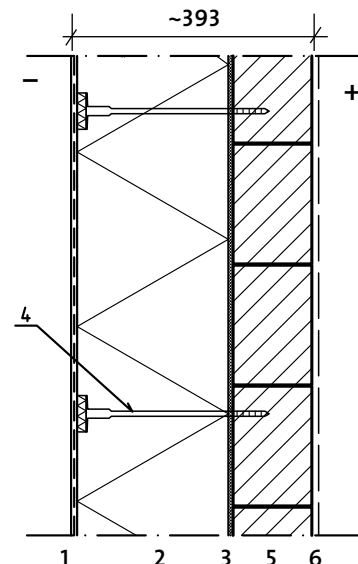
Yhden kuoren palonkestoluokka (sisäkuori):
RE I90 kantava
EI 180 kantamaton

Ääneneristävyyks: $R_w = 62 \text{ dB}$ $R_w + C_{tr} = 56 \text{ dB}^*$
* 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
- 4 weber STRU Kiinnike + weber STR Kiekko 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)

Yhden kuoren palonkestoluokka (sisäkuori):
RE I90 kantava
EI 180 kantamaton

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

4.2 HUONEISTOJEN SISÄISET SEINÄT

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

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

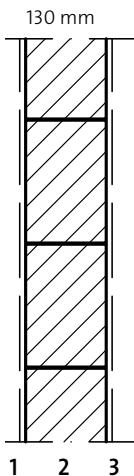
4.3 HUONEISTOJEN VÄLISEET SEINÄT

Asuinhuoneistojen välillä edellytetään vähintään ilma-ääneneristävyyttä $R'_w = 55$ dB.

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

Jos halutaan selvästi vaatimustasoa parempaa äänen-eristystä, seinä tehdään kaksinkertaisena väliseinä- tai runkoponttiharkoista (VS4 ja VS5).

VS 1 (F52 01 07)



- 1 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan
- 2 Kahi-harkko 130 mm, ohutsaumamuurattuna
- 3 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan

Liittyminen vaaka- ja pystyrakenteisiin rakennesuunnittelijan ohjeen mukaan

Äänieristävyyks:

Reiällinen:

$R_w = 49,5$ dB, puhtaaksi muurattu
 $R_w = 50,8$ dB, tasoitettu 5 mm/puoli
 $R_w = 51,9$ dB, rapattu 10 mm/puoli

Umpinainen:

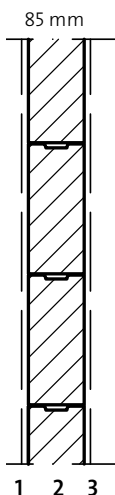
$R_w = 51,9$ dB, puhtaaksi muurattu
 $R_w = 52,4$ dB, tasoitettu 5 mm/puoli
 $R_w = 52,9$ dB, rapattu 10 mm/puoli

Palonkestoluokka:

EI 180 (osastoiva kantamaton)
 REI 120 umpinainen
 REI 90 reiällinen

1 2 3

VS 2 (F52 01 06)



- 1 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan
- 2 Kahi-harkko 85 mm, ohutsaumamuurattuna
- 3 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan

Liittyminen vaaka- ja pystyrakenteisiin rakennesuunnittelijan ohjeen mukaan

Äänieristävyyks:

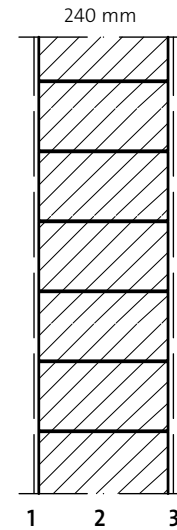
$R_w = 43,8$ dB, puhtaaksi muurattu
 $R_w = 45,4$ dB, tasoitettu 5 mm/puoli
 $R_w = 46,6$ dB, rapattu 10 mm/puoli

Palonkestoluokka:

EI 60 (osastoiva kantamaton)

1 2 3

VS 3 (F52 01 08)



- 1 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan
- 2 Kahi-harkko 240 mm, ohutsaumamuurattuna
- 3 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan

Liittyminen vaaka- ja pystyrakenteisiin rakennesuunnittelijan ohjeen mukaan.

Äänieristävyyks:

Reiällinen:

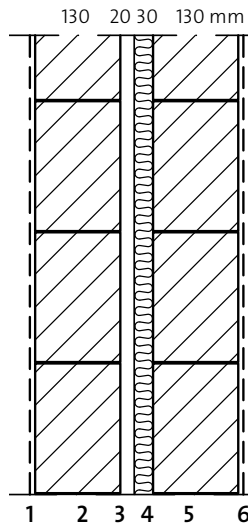
$R_w = 58,9$ dB, puhtaaksi muurattu
 $R_w = 59,1$ dB, tasoitettu 5 mm/puoli
 $R_w = 59,8$ dB, rapattu 10 mm/puoli

Palonkestoluokka:

EI 240 (osastoiva kantamaton)
 REI 240 (kantava ja osastoiva)
 EI-M90 (osastoiva kantamaton)
 REI-M90 (kantava ja osastoiva)

1 2 3

VS 4 (F52 01 13)



- 1 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan
- 2 Ohutsaumamuuraus, Kahi-runkoponttiharkko (reiällinen)
- 3 Työvara 20 mm
- 4 Mineraalivilla 30 mm, ISOVER KL-AKU tai ISOVER KT-AKU
- 5 Ohutsaumamuuraus, Kahi-runkoponttiharkko (reiällinen) rakennusselityksen mukaan, ohutsaumamuurauslaasti
- 6 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan

Ei käytetä muuraussiteitä

Äänieristävyyks:

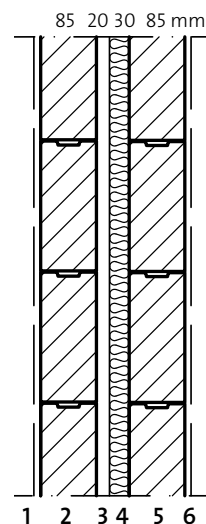
$R_w = 62,5$ dB tasoitettuna yhtenäistä perustusta käyttäen
 $R_w = 65,5$ dB tasoitettuna halkaistua perustusta käyttäen (syvyys ≥ 400 mm)

Yhden kuoren palonkestoluokka:

EI 180 kantamaton
 REI 120 (umpinainen runkopontti) kantava
 REI 90 (reiällinen runkopontti) kantava

1 2 3 4 5 6

VS 5 (F52 01 12)



- 1 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan
- 2 Kahi Väliseinäpontti 300x85x198, bitumikermi harkon ja perustuksen väliin
- 3 Työvara 20 mm
- 4 Mineraalivilla 30 mm, ISOVER KL-AKU tai ISOVER KT-AKU
- 5 Kahi Väliseinäpontti 300x85x198, bitumikermi harkon ja perustuksen väliin
- 6 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan

Ei käytetä muuraussiteitä

Äänieristävyyks:

$R_w = 57,3$ dB tasoitettuna yhtenäistä perustusta käyttäen
 $R_w = 60,3$ dB tasoitettuna halkaistua perustusta käyttäen (syvyys ≥ 400 mm)

Yhden kuoren palonkestoluokka:

EI 60

1 2 3 4 5 6

4.4 PALOTEKNINEN MITOITUS

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

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

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

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

Muuratuille seinille, joissa on käytetty mittatarkkoja muuruskappaleita muurattuna laastittomilla pystysaumoilla,

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

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

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

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

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

	KANTAMATON OSASTOIVA SEINÄ	KANTAVA SEINÄ		ISKUNKESTÄVYYS-LUOKKA
		OSASTOIVA	OSASTON SISÄINEN	
Väliseinäpöntti 85 mm MKH-tiili 85 mm	EI 60			
Runkopöntti 130 mm	EI 180	REI 90	R 60	
Runkopöntti 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.

Taulukko 4. Kalkkikiiekatillistä ja -harkoista tehtyjen osastoimattomien kantavien (kriteeri R) yksinkertaisten alle 1 m pituisten seinien minimipituus eri palonkestävyysluokissa.

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

Liitokset ja saumat

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

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

Kun liikuntasauomoissa 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 betonisau-moin tai niissä käytetään asianmukaisesti suojattuja mekaanisia liittimiä.

Kiinnikkeet, putket ja kaapelit

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

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

Kappaleessa 7 on käsitelty pysty- ja vaakasuurien roilojen ja syvennysten enimmäismitat.

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

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

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

Palavasta materiaalista 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 kokemukseen perustuvia ohjeita.

4.5 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 kaksoiseinä)
- Potilashuoneiden tai niihin rinnastettavien tilojen välillä $R'_w \geq 48$ dB (Runkopontti-harkkosta 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).

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

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. Yleisimmän ulkovaipan ääneneristävyyden laskennassa käytetään Ympäristöministeriön julkaisemaa "Rakennuksen julkisivun ääneneristävyyden mitoittaminen"-opasta.

Vaadittava äänitasoero ΔL annetaan kaavoituksen tai

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

VTT:n tekemissä mittauksissa Kahi-ulkoseinärakenteille on mitattu taulukossa 6 esitetyt ilmaääneneristysluvun R_w - ja liikennemelun ilmaääneneristysluvun $R_w + C_{tr}$ -arvot. VTT:n mittausten perusteella Kahi-Facade- ja täystiili-ulkoseinärakenteita 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 6. 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 5. Kahi-harkko- ja tiiliseinien R_w -arvot ²⁾ (laskennalliset arvot perustuvat standardiin DIN 4109-32)

SEINÄRAKENNE	ILMAÄNENERISTYSLUKU R_w (dB)		
	PUHTAAKSI MUURATTU / TASOITTAMATON	TASOITETTU 5 mm / PUOLI	RAPATTU 10 mm / PUOLI
NKH 270x130x75	50,2	51,2	52,1
KH 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 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
Kaksinkertainen seinä (85 mm Kahi + 50 mm villa + 85 mm Kahi) ³⁾	-	60,3 ⁴⁾	-
Kaksinkertainen seinä (85 mm Kahi + 50 mm villa + 130 mm Kahi) ³⁾	-	63,1 ⁵⁾	-
Kaksinkertainen seinä (130 mm Kahi + 50 mm villa + 130 mm Kahi) ³⁾	-	65,5 ⁶⁾	-

¹⁾ Edellyttää pystysaumalaastin käyttöä, mikäli rakenteen ilmatiiveydestä ei voida täysin varmistua. Puhtaaksi muurattu, maalattu molemmiin puoliin.

²⁾ Arvot perustuvat standardin EN-123454-1:n laskentamenetelmiin

³⁾ Kaksinkertaisten seinien arvot ilman sidelankoja - käytettäessä sidelankoja 4 kpl/m² alenee ääneneristävyys 2-3 dB taulukon arvoista

⁴⁾ Tasoitettuna halkaistua perustusta käyttäen (syvyys ≥ 400 mm) ja 57,3 dB tasoitettuna yhtenäistä perustusta käyttäen.

⁵⁾ Tasoitettuna halkaistua perustusta käyttäen (syvyys ≥ 400 mm) ja 60,1 dB tasoitettuna yhtenäistä perustusta käyttäen.

⁶⁾ Tasoitettuna halkaistua perustusta käyttäen (syvyys ≥ 400 mm) ja 62,5 dB tasoitettuna yhtenäistä perustusta käyttäen.

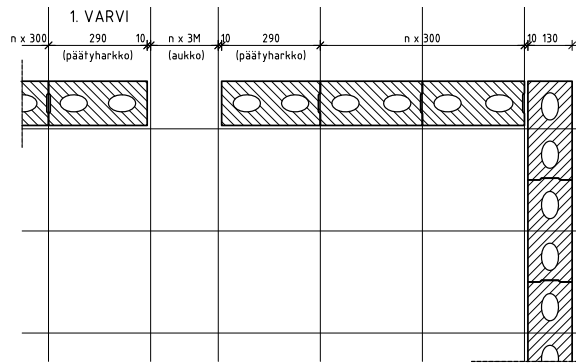
5 MODUULIMITOITUS

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.

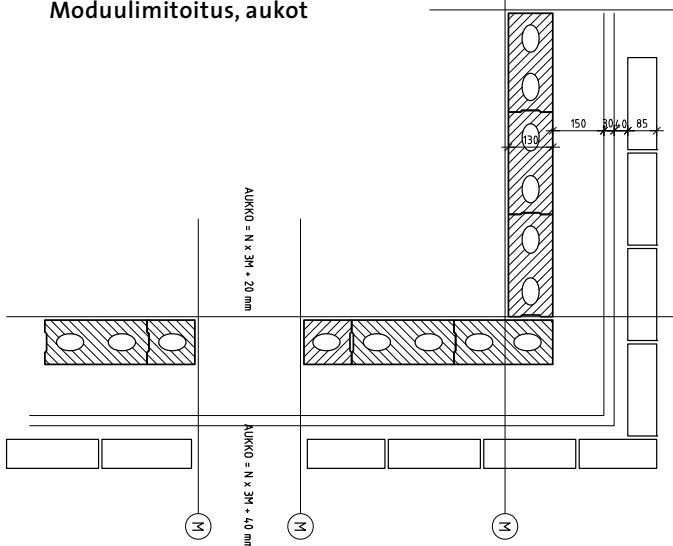
Runkoponttihakkojen mitoituksessa aukkojen pielissä käytetään Runkoponttihakkojen pääty- ja puolikasharkkoja, jotka on mitoitettu siten, että aukkojen pieliin jää 10 mm:n asennusvara moduuliviivaan nähden. Seinän sisäpinta sijoitetaan 10 mm moduuliviivan ulkopuolelle ja muuraus aloitetaan nurkassa päätyharkolla.

Moduulimitoitus, nurkkalimitys



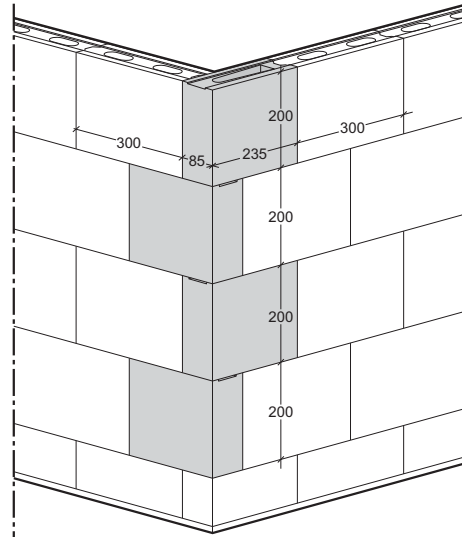
x) 10mm:n pystysauma täytetään muurauslaastilla M100/100 tai jäykältä ohutsaumamuurauslaastilla

Moduulimitoitus, aukot



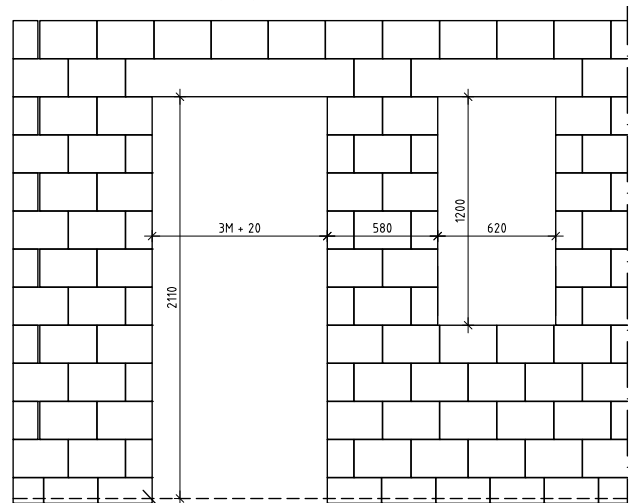
Väliseinäponttihakkomuurauksessa ulkokulmassa käytetään 235 mm pituisia väliseinäpöntti päätyharkkoja, jolloin seinä etenee 1/2-harkon vaakalimityksellä.

Väliseinäpönttihakkojen 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



Korkeus (mm)	Leveys (mm)	Aloituskappaleiden korkeudet:
35	270	35, 75, JA 98 LIIMATEN TAI MUURATEN LAASTILLA
75	270	
98	300	

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

6 RAKENTEIDEN MITOITUS

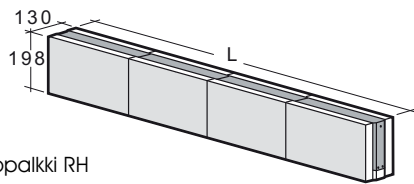
Tässä ohjeessa on esitetty Eurocode 6:n mukainen mitoitus-tapa, jossa rakenteet mitoitetaan rajatilamenettelyllä.

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

6.1 AUKKOJEN YLITYKSET

6.1.1 Kantavat seinät

Kantavissa Kahi-harkko- ja -tiiliseinissä olevat aukot voidaan ylittää Kahi Runkopalkkeilla, rakennesuunnittelijan mitoitta-milla betonipalkkeilla sekä teräsprofileilla. Taulukossa 7 on esitetty Kahi-runkopalkkien vaakasuuntaisen tasaisen kuor-man kestävyden mitoitusarvot.



Runkopalkki RH

Taulukko 7. Kahi-runkopalkkien tasaisen kuorman kuormituskestävyys p_{rd} (kN/m). Huom. p_{ed} :tä laskettaessa, on palkin oma paino otettava huomioon (käytettävä standardin EN 1990 mukaisia kuormitusosavarmuuskerroimia).

PALKIN TUNNUS	PALKIN PITUUS (mm)	AUKON SUURIN LEVEYS (mm)	KUORMITUSKESTÄVYYS q_d (kN/m)			PAINO/PALKKI (kg)
			1 PALKKI	2 PALKKIA PÄÄLLEKÄIN	3 PALKKIA PÄÄLLEKÄIN	
RH4	1200	900	44,7	89,1 ¹⁾	92,0 ¹⁾	64
RH5	1500	1200	21,1	42,0	48,7	80
RH6	1800	1500	11,6	23,0	26,7	96
RH7	2100	1800	7,0	14,0	16,2	112
RH8	2400	2100	4,6	9,1	10,6	128
RH10	3000	2700	2,3	4,5	5,3	160
RH12	3600	3300	1,3	2,6	2,4	192

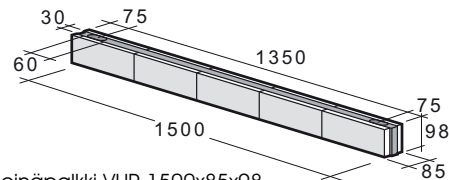
Minimitukipinta 150 mm, jos ei osoiteta laskelmin toisin (paikallinen puristuskestävyys). Tarvittaessa aukkojen yläpuolella käytetään kahta tai kolmea palkkielementtiä päällekkäin.

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

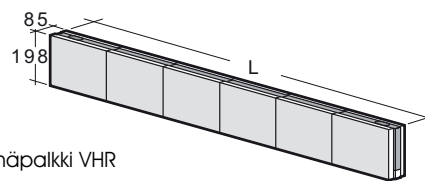
6.1.2 Ei-kantavat seinät

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

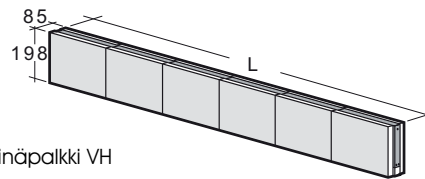
Kahi-väliseinäpalkit (seinän leveys 85 mm) ja RRH-runkopalkit (seinän leveys 130 mm) riittävät sellaisinaan kannatta-maan aukkojen yläpuolisen muurauksen.



Väliseinäpalkki VHR 1500x85x98



Väliseinäpalkki VHR

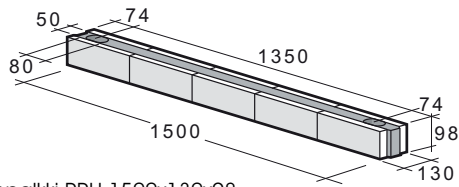


Väliseinäpalkki VH

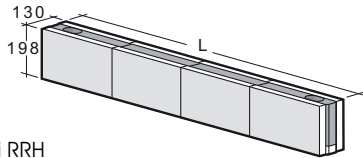
Taulukko 8. Väliseinäpalkki ei-kantaviin seiniin. VHR Palkin kummassakin päässä on reikä putkituksia varten.

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

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



Runkopalkki RRH 1500x130x98

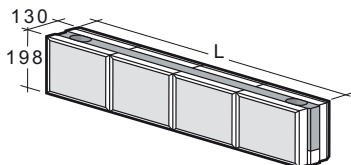


Runkopalkki RRH

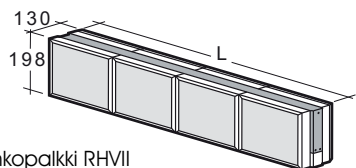
Taulukko 9. Runkopalkki RRH ei-kantaviin seiniin. Palkin kummassakin päässä reikä putkituksia varten.

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

Minimitukipinta 150 mm



Viistetty Runkopalkki RRHVII



Viistetty Runkopalkki RHVII

Taulukko 10. Runkopalkki viistetty RRHVII ei-kantaviin seiniin. Palkin kummassakin päässä reikä putkitusta varten.

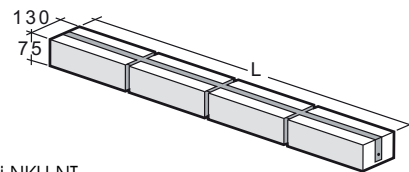
PALKIN TUNNUS	PIT. x LEV. x KORK. (mm)	AUKON SUURIN LEVEYS (mm)	PAINO/ PALKKI (kg)
RRH4VII 1200 mm	1200x130x198	900	64
RRH6VII 1800 mm	1800x130x198	1500	96
RH8VII 2400 mm	2400x130x198	2100	128

* 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.

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

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

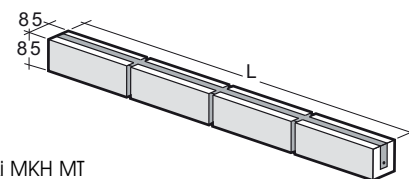


Tiilipalkki NKH NT

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

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

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



Tiilipalkki MKH MT

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Vetorausoituksen jakoväli ei saa ylittää 600 mm.

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

Mahdolliset raudoituksen alapuoliset tiilet on sidottava yläpuoliseen rakenteeseen.

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

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

Harkon normalisoitu puristuslujuus 20

Laastin lujuusluokka 15

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

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

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

AUKON LEVEYS (mm)	MUURAUKSEN KOKONAISKORKEUS (mm)			
	345x130	525x130	705x130	885x130
900	10,0	22,8	55,2	65,8
1200	6,6	13,2	24,2	46,4
1500	5,0	9,3	15,5	25,2
1800	4,0	7,2	11,4	17,3
2100	3,3	5,9	9,0	13,1
2400	2,8	4,9	7,5	10,6
2700	2,5	4,3	6,4	8,9
3000	2,2	3,8	5,6	7,6
3300	2,0	3,4	4,9	6,7
3600	1,8	3,0	4,1	6,0

Tiilen normalisoitu puristuslujuus 20

Laastin lujuusluokka 5

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

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

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

AUKON LEVEYS (mm)	HARKKOPALKIN KORKEUS (mm)	VAADITTU VAAKARAUDOITUS	VAADITTU PYSTYRAUDOITUS
1200	400	2 ϕ 5 tai 1xBI 37R	Ei tarvita
1700	400	2 ϕ 5 tai 1xBI 37R	Tarvitaan
3200	600	2 ϕ 5 tai 1xBI 37R	Tarvitaan
4200	800	2 ϕ 5 tai 1xBI 37R	Tarvitaan
4700	1000	3 ϕ 5 tai 2xBI 37R	Tarvitaan
5200	1200	3 ϕ 5 tai 2xBI 37R	Tarvitaan

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

6.4 MITOITUSMENETELMÄT JA SUUNNITTELUPERUSTEET

6.4.1 Yleiset mitoitusperusteet

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

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

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

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

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

6.4.2 Laskentaperusteet

Pääasiassa pystykuormitetut seinät

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

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

Eurocode 6:ssa käytetty laskentaepäkeskisyys muodostuu seinän ylä- ja alapäiden momenttien aiheuttamasta epäkeskisydestä, mahdollisen vaakakuorman aiheuttamasta

epäkeskisydestä ja rakennustyön epätarkkuuden huomioon ottavasta alkuepäkeskisydestä. Viruman aiheuttama epäkeskisyttä ei oteta huomioon, kun hoikkuusluku on enintään 27. Hoikilla Kahi-seinärakenteilla seinän puolivälissä tehtävä tarkastelu on mitoituksen kannalta määräävä.

Vaakakuormitetut seinät

Kun seinään kohdistuu sen tasoa vastaan kohtisuora vaakakuorma, seinä mitoitetaan siten, etteivät rakennetta rasittavan taivutusmomentin mitoitusarvo ylitä seinän momenttikestävyuden mitoitusarvoa. Muuratun rakenteen erisuuruinen momenttikestävyys vaak- ja pystysuuntaan otetaan tarkastelussa huomioon niiden välisellä ortogonaalisuhteella. Kuvissa 4–9 on laskettu ulkoseinien enimmäismittoja laskentatuulikuormalle 0,8 kN/m². Rakoseinillä molemmat kuoret on oletettu sidotun muuraussiteillä toisiinsa siten, että tuulikuorma voidaan jakaa kuorille niiden jäykkyyksien suhteessa. Seinien tuenta on kuvissa oletettu vapaaksi. Jatkuvilla rakenteilla tukimomentit voidaan tarvittaessa ottaa huomioon, jolloin enimmäismitat kasvavat. Pystykuorman taivutuslujuutta lisäävää vaikutusta ei myöskään ole otettu kuvien 4–9 enimmäismitoissa huomioon.

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

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

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

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

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

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

Leikkausvoiman kuormittamat seinät

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

6.4.3 Tarkempi Eurocode 6 mitoitus

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

1. Kuormien laskenta: standardit EN 1990 ja EN 1991

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

3. Mitoitus:

- EN 1996-1-1: Eurocode 6: Muurattujen rakenteiden suunnittelu - Osa 1-1: Raudoitettu ja raudoittamattomia muurattuja rakenteita koskevat yleiset säännöt
- EN 1996-1-2: Eurocode 6: Muurattujen rakenteiden suunnittelun perusteet. Osa 1- 2: Rakenteellinen palomitoitus
- EN 1996-2: Eurocode 6: Muurattujen rakenteiden suunnittelu - Osa 2 : Muurattujen rakenteiden suunnittelu, materiaalien valinta ja työsuoritus
- Em. standardien kansalliset liitteet, ladattavissa ympäristöministeriön ja www.eurocodes.fi -nettisivuilta.

6.4.4 Materiaaliominaisuudet

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

Taulukossa 16 on esitetty Kahi-rakenteiden lujuusominaisuudet.

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

Taulukko 16. Kahi-rakenteiden lujuusominaisuudet

	KAHI-TIILET M5 MUURAUCLAASTI	KAHI-HARKOT OL 15 OHUTSUMALAASTI
Muuraukappaleen normalisoitu puristuslujuus, MN/m²	15/20 ¹⁾	15/20 ¹⁾
Muurin puristuslujuuden ominaisarvo, MN/m²	6,3 Tiiliseinä 130 mm 5,2 Tiiliseinä 85 mm	Runko- ja desibelipontti 10,2 (Väliseinäpöntti 8)
Normalisoitu puristuslujuus	15/20 ¹⁾	15/20 ¹⁾
Muurin ominaisleikkauslujuuden perusarvot, kun leikkaustasoa vastaan kohtisuora puristusjännitys on nolla f_{vko}	0,17	0,47
Taivutuslujuuden ominaisarvo – muurin taivutuslujuuden ominaisarvo vaakasaumojen suuntaisessa murtotasossa f _{xk1}	0,15	0,20
– muurin taivutuslujuuden ominaisarvo vaakasaumoja vastaan kohtisuorassa murtotasossa f _{xk2}	0,45	0,60
Kimmokerroin, MN/m² – lyhytaikainen	3640 (5,2 MN/m ² muurin puristuslujuuden ominaisarvolla) 4410 (6,3 MN/m ² muurin puristuslujuuden ominaisarvolla)	5600 (8 MN/m ² muurin puristuslujuuden ominaisarvolla) 7140 (10,2 MN/m ² muurin puristuslujuuden ominaisarvolla)
– pitkäaikainen	1456 (5,2 MN/m ² muurin puristuslujuuden ominaisarvolla) 1764 (6,3 MN/m ² muurin puristuslujuuden ominaisarvolla)	2240 (8 MN/m ² muurin puristuslujuuden ominaisarvolla) 2856 (10,2 MN/m ² muurin puristuslujuuden ominaisarvolla)

¹⁾ tarkemmat tiedot Kahi-muuraukappaleiden lujuuksista on esitetty tuotekohtaisissa suoritustasitiloituksissa

6.4.5 Rakenneanalyysi

Yleistä

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

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

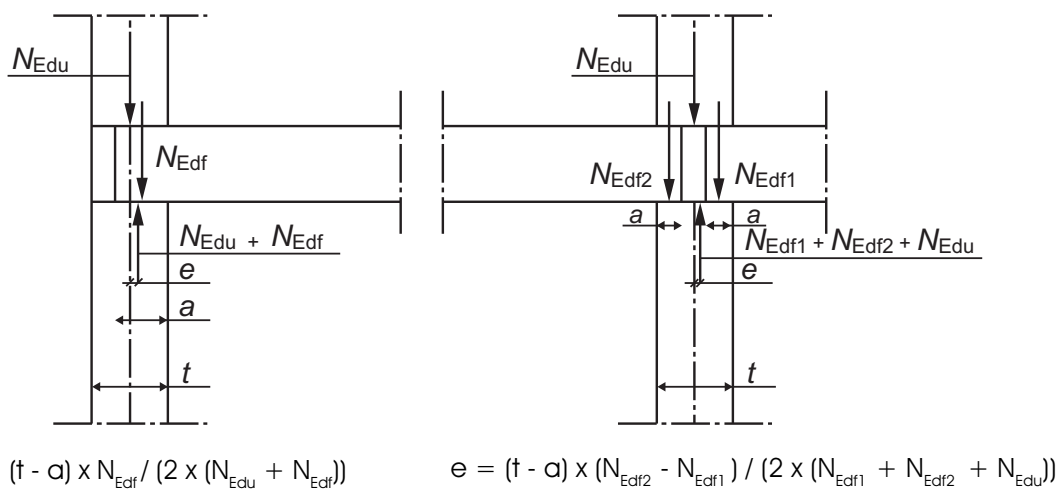
Pystykuormitetut seinät

Pystykuormitettua seinää mitoittaessa otetaan huomioon:

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

Muuratut seinät ja pilarit mitoitetaan puristukselle homogeenisinä ja vetoa kestävämmä. 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 epäkeskisyydet ja rakenteen hoikkuus.

Muuratun seinän pystysuoran kestävyuden mitoitusarvo riippuu hoikkuusluvusta, joka saadaan jakamalla tehollinen korkeus tehollisella paksuudella. Tehollista korkeutta pienentää sivutukena toimivat seinät ja ylä- ja alapään kiinnitysaste.



Kuva 1. Ohjeen laskelmissa esitetyn epäkeskisyyden e laskenta.

Laskentaesimerkki 1:

Väli- ja alapohjat tukeutuu 2 800 mm korkealle runkoponttiharkkoseinälle 80 mm verran. Väli- ja alapohjalta tulee seinän yläpään laskentakuormaa 30 kN/m. Seinän yläpään kohdistuu lisäksi keskeistä kuormaa ylemmistä kerroksista 50 kN/m. Epäkeskisyydet $e = (130 - 80) \times 30 / (2 \times (30 + 50)) \text{ mm} = 9,375 \text{ mm} = 0,072t$.

Yksinkertaistetussa mitoitusmenetelmässä seinien päihin oletetaan nivel, jolloin pienennyskerroin on 1,0. Tarkempi pienennyskerroimen laskenta on esitetty standardissa EN 1996-1-1 kohdassa 5.5.1.2. Seinän tehollista paksuutta kasvattavat mahdolliset pilasterit tai rakoseinillä toisen kuoren jäykistävä vaikutus. Kun seinän pääasiallisena kuormana on pystysuora kuorma, seinän hoikkuusluku rajoitetaan arvoon 27.

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

6.4.6 Epäkeskisyyden laskenta

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

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

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

6.5 VÄLISEINÄT

6.5.1 Väliseinien mitoittaminen

Kantavissa väliseinissä varmistetaan seinän pystykuormien mitoituskestävyyden ja suurten pistekuormien kohdalla myös paikallisen puristuskestävyyden riittävyys.

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

Ei-kantavan väliseinän aukkojen ylityspalkit valitaan taulukoissa esitetyistä valmispalkeista taikka mitoitetaan paikan päällä tehtyinä.

6.5.2 Pystykuormakestävyys

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

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

SEINÄN KORKEUS mm	RUNKOPONTTIHARKKO t = 130 mm OHUTSAUMAMUURAUUS			DESIBELIPONTTIHARKKO t = 240 mm OHUTSAUMAMUURAUUS			NKH-TIILI t = 130 mm MUURAUUSLAASTI		
	e = 0	e = 0,1 t	e = 0,2 t	e = 0	e = 0,1 t	e = 0,2 t	e = 0	e = 0,1 t	e = 0,2 t
2400	289	230	163	986	921	774	177	140	99
2500	268	208	144	965	897	750	164	127	88
2600	247	187	127	944	873	726	151	114	77
2700	228	168	110	923	849	702	139	102	67
2800	209	149	96	901	824	677	127	91	58
2900	191	132	82	879	799	652	116	80	49
3000	172	116	70	856	774	627	105	70	42
3100	154	101	59	833	748	602	93	61	35
3200	137	88	49	810	723	577	83	53	29
3300	121	76	40	787	697	553	73	45	23
3400	107	65	33	764	672	528	64	38	19
3500	94	55	26	741	646	504	56	32	15
3600	)	)	)	718	621	479)))
3700	)	)	)	694	595	456)))
3800	)	)	)	671	570	432)))
3900	)	)	)	648	545	409)))
4000	)	)	)	625	521	387)))
4200	)	)	)	580	473	344)))
4400	)	)	)	536	427	303)))
4600	)	)	)	493	383	264)))
4800	)	)	)	452	341	229)))

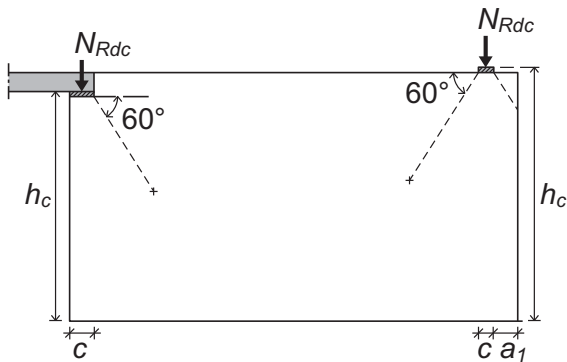
) Korkeat hoikat seinät voidaan toteuttaa käyttämällä sivutukina jäykistäviä seinä standardin EN 1996-1-1 kappaleen 5.5.1.2 mukaisesti. Tällöin seinien mitoituskestävyydet tulee selvittää tapauskohtaisesti.

6.5.3 Paikallinen puristuskestävyys

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

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

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



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

6.5.4 Jäykistävän seinän leikkauskestävyys

Pientaloissa rakennuksen rungon jäykistämiseen riittävät yleensä normaalit rakenneratkaisut ilman erityistoimenpiteitä. Ulkoseinien rauditus jatketaan nurkissa poikittaisille seinille ja yleensä jäykistävät väliseinät sidotaan ulkoseiniin jokaiseen saumaan asennettavalla siteellä. Mikäli välipohjat voidaan olettaa jäykiksi levyiksi, vaakavoimat jaetaan jäykistäville seinille niiden jäykkyyksien suhteessa. Jos jäykistävien seinien sijainti on epäsymmetrinen tai vaakavoima on epäsymmetrinen rakenteen jäykkyyssainopisteen suhteen, tulee rakennesysteemin kiertymisen vaikutus ottaa huomioon tarkasteltaessa yksittäisiä seinä.

Rakennuksen runkoa jäykistäviä seinä kuormittaa vaakakuormien aiheuttama seinän tason suuntainen leikkausvoima

Taulukko 18. Kahi-seinärakenteiden pystysuoran kuorman paikallisen kestävyysmitoitussarvot N_{Rdc} .

c mm	a ₁ mm	KOROTUS- KERROIN	NKH 130 mm		RUNKOPONTTI 130 mm		DESIBELIPONTTI 240 mm	
			f _d	N _{Rdc} kN	f _d	N _{Rdc} kN	f _d	N _{Rdc} kN
50	0	1,25	3,49	28	5,67	46	5,67	85
50	100	1,27	3,49	29	5,67	47	5,67	86
50	300	1,30	3,49	30	5,67	48	5,67	88
50	500	1,33	3,49	30	5,67	49	5,67	91
50	700	1,37	3,49	31	5,67	51	5,67	93
50	900	1,40	3,49	32	5,67	52	5,67	95
50	1100	1,43	3,49	32	5,67	53	5,67	97
50	1300	1,47	3,49	33	5,67	54	5,67	100
50	1500	1,50	3,49	34	5,67	55	5,67	102
100	0	1,25	3,49	57	5,67	92	5,67	170
100	100	1,27	3,49	58	5,67	94	5,67	173
100	300	1,30	3,49	59	5,67	96	5,67	177
100	500	1,33	3,49	60	5,67	98	5,67	181
100	700	1,37	3,49	62	5,67	101	5,67	186
100	900	1,40	3,49	64	5,67	103	5,67	191
100	1100	1,43	3,49	65	5,67	105	5,67	195
100	1300	1,47	3,49	67	5,67	108	5,67	200
100	1500	1,50	3,49	68	5,67	111	5,67	204
150	0	1,25	3,49	85	5,67	138	5,67	255
150	100	1,27	3,49	87	5,67	140	5,67	259
150	300	1,30	3,49	89	5,67	144	5,67	265
150	500	1,33	3,49	91	5,67	147	5,67	272
150	700	1,37	3,49	93	5,67	152	5,67	280
150	900	1,40	3,49	95	5,67	155	5,67	286
150	1100	1,43	3,49	97	5,67	158	5,67	292
150	1300	1,47	3,49	100	5,67	163	5,67	300
150	1500	1,50	3,49	102	5,67	166	5,67	306
200	0	1,25	3,49	114	5,67	184	5,67	340
200	100	1,27	3,49	115	5,67	187	5,67	346
200	300	1,30	3,49	118	5,67	192	5,67	354
200	500	1,33	3,49	121	5,67	196	5,67	362
200	700	1,37	3,49	124	5,67	202	5,67	373
200	900	1,40	3,49	127	5,67	206	5,67	381
200	1100	1,43	3,49	130	5,67	211	5,67	389
200	1300	1,47	3,49	134	5,67	217	5,67	400
200	1500	1,50	3,49	136	5,67	221	5,67	408

ja yleensä myös samanaikainen pystykuorma. Jäykistävien seinien laippoina toimivat risteävät seinät voidaan ottaa huomioon, jos niiden välinen liitos mitoitetaan vaikuttavalle pystysuoralle leikkausvoimalle. Suunnittelussa tarkistetaan, ettei leikkausvoiman mitoitusarvo ylitä seinän leikkauskestävyyttä. Leikkauskestävyydessä otetaan huomioon seinän puristettu pituus, joka lasketaan olettamalla jännitysten jakaantuminen lineaarisesti. Puristusjännitys otetaan huomioon leikkaukslujuutta kasvattavana tekijänä ja mitoitusarvona käytetään rakenneosan puristetun osan keskimääräistä jännitystä.

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

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

Taulukko 19. Seinän leikkauskestävyyden mitoitusarvon V_{Rd} määrittäminen.

a) Tiili NKH

N_d kN/m	f_{vko}	f_{vd}	V_{Rd} kN/m
0	0,17	0,0944	12,3
10	0,17	0,1115	14,5
20	0,17	0,1286	16,7
30	0,17	0,1457	18,9
40	0,17	0,1628	21,2
50	0,17	0,1799	23,4
60	0,17	0,197	25,6
70	0,17	0,2141	27,8
80	0,17	0,2312	30,1
90	0,17	0,2483	32,3
100	0,17	0,2654	34,5

b) Runkopontti, ei pystysaumalaastia

N_d kN/m	f_{vko}	f_{vd}	V_{Rd} kN/m
0	0,145	0,0806	10,5
10	0,145	0,0976	12,7
20	0,145	0,1147	14,9
30	0,145	0,1318	17,1
40	0,145	0,1489	19,4
50	0,145	0,166	21,6
60	0,145	0,1831	23,8
70	0,145	0,2002	26,0
80	0,145	0,2173	28,3
90	0,145	0,2344	30,5
100	0,145	0,2515	32,7

c) Runkopontti, pystysaumalaasti

N_d kN/m	f_{vko}	f_{vd}	V_{Rd} kN/m
0	0,29	0,1611	20,9
10	0,29	0,1782	23,2
20	0,29	0,1953	25,4
30	0,29	0,2124	27,6
40	0,29	0,2295	29,8
50	0,29	0,2466	32,1
60	0,29	0,2637	34,3
70	0,29	0,2808	36,5
80	0,29	0,2979	38,7
90	0,29	0,315	40,9
100	0,29	0,3321	43,2

d) Desibelipontti, ei pystysaumalaastia

N_d kN/m	f_{vko}	f_{vd}	V_{Rd} kN/m
0	0,157	0,0872	20,9
10	0,157	0,0965	23,2
20	0,157	0,1057	25,4
30	0,157	0,115	27,6
40	0,157	0,1243	29,8
50	0,157	0,1335	32,0
60	0,157	0,1428	34,3
70	0,157	0,152	36,5
80	0,157	0,1613	38,7
90	0,157	0,1706	40,9
100	0,157	0,1798	43,2

e) Desibelipontti, pystysaumalaasti

N_d kN/m	f_{vko}	f_{vd}	V_{Rd} kN/m
0	0,313	0,1739	41,7
10	0,313	0,1831	44,0
20	0,313	0,1924	46,2
30	0,313	0,2017	48,4
40	0,313	0,2109	50,6
50	0,313	0,2202	52,8
60	0,313	0,2294	55,1
70	0,313	0,2387	57,3
80	0,313	0,248	59,5
90	0,313	0,2572	61,7
100	0,313	0,2665	64,0

6.5.5 Seinien korkeuden ja pituuden raja-arvot suhteessa paksuuteen käyttörajoitilassa

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

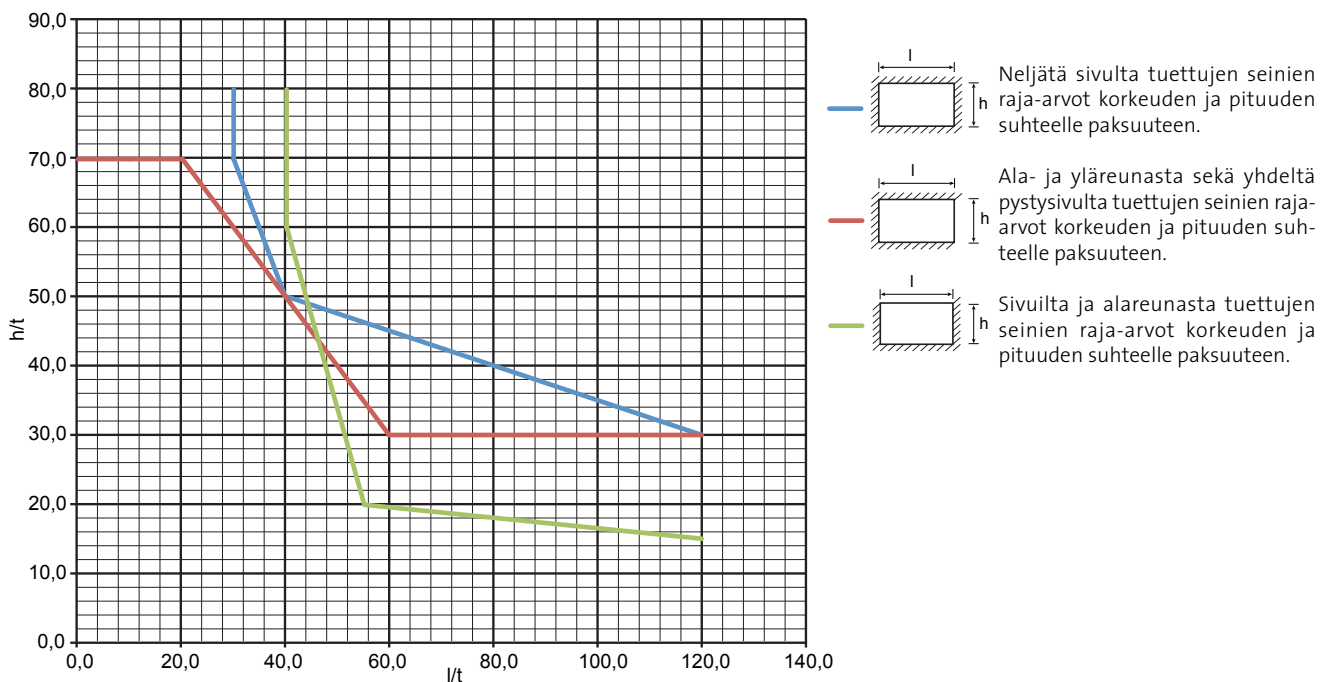
Seinien ollessa tuetta ylhäältä, mutta ei sivuilta, rajoitetaan korkeus h arvoon 30 t. Kuva 3 on voimassa seinille tai rakoseinän puoliskoille, joiden paksuus on vähintään 100 mm.

Mikäli halutaan päästä edellä esitettyjä pidempiin tukiväleihin, voidaan Kahi-seinät raudoittaa. Raudoitus voidaan sijoittaa harkkojen pystysuuntaisiin reikiin tai palkki- sekä Facade-harkkoihin vaakasuuntaisiin uriin. Kahi-rakenteiden raudoitusta käsitellään kappaleessa 6.7.

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

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

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



Kuva 3. Kahi-väliseinien korkeuden ja pituuden raja-arvoja suhteessa seinän paksuuteen käyttörajoitilassa

6.6 ULKOSEINÄT

6.6.1 Ulkoseinien mitoittaminen

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

6.6.2 Pystykuorma yhdessä tuulikuorman kanssa

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

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

Murtorajatilassa seinän yläpäähän kohdistuvan pystysuoran kuorman mitoitussarvon $N_{Ed} = N_{Edf} + N_{Edu}$ tulee olla pienempi kuin on seinän pystysuoran kestävyysmitoitussarvo N_{Rd} . Taulukossa 20 esitetyt N_{Rd} -arvot on laskettu tuulikuorman laskenta-arvolla $q_{wd} = 0,8 \text{ kN/m}^2$. Haluttaessa tarkastelu voidaan tehdä myös muilla tuulikuorman arvoilla standardin EN 1996-1-1 kappaleen 6.1 ohjeiden mukaisesti. Rakoseinän kuoret on oletettu sidotun muuraussiteillä toisiinsa siten, että muuraussiteiden määrä on vähintään 4 kpl/m^2 . Jos siteitä on tätä vähemmän tai esimerkiksi rakoseinän ulkokuoren purettavuus ilman tukitoimenpiteitä halutaan varmistaa, tulee rakoseinä mitoitaa kuvan 7 eristerapatun seinän arvoilla.

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

SEINÄN TEHOLLINEN KORKEUS h_{ef}	RUNKOPONTTIHARKKO $t = 130 \text{ mm} + \text{KAHI-}$ $\text{KUORIMUURI } 85 \text{ mm}$			RUNKOPONTTIHARKKO $t = 130 \text{ mm}$ ERISTERAPPAUS		
	mm	$e = 0$	$e = 0,1 t$	$e = 0,2 t$	$e = 0$	$e = 0,1 t$	$e = 0,2 t$
2400	330	260	185	289	216	145
2500	310	236	164	265	192	122
2600	288	214	144	240	168	99
2700	264	191	123	215	145	77
2800	241	170	104	192	122	1)
2900	219	149	84	168	99	1)
3000	196	129	63	146	75	1)
3100	175	108	1)	122	1)	1)
3200	154	89	1)	99	1)	1)
3300	134	67	1)	72	1)	1)
3400	114	1)	1)	1)	1)	1)
3500	93	1)	1)	1)	1)	1)
3600	71	1)	1)	1)	1)	1)

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

6.6.3 Tuulikuorma ilman pystykuormaa

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

Taulukko 21. Seinärakenteen momenttikestävyyden mitoitussarvo M_{Rd}

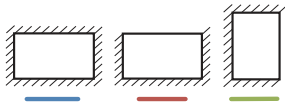
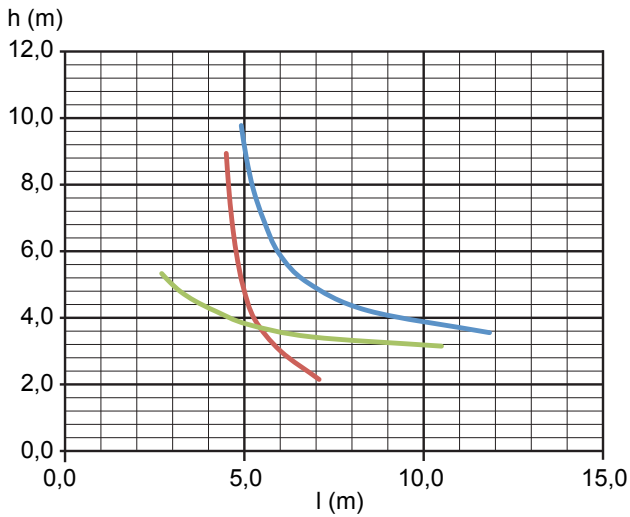
	MOMENTTIKESTÄVYYS kNm/m		
	PYSTY- SUUNTAAN	VAAKA- SUUNTAAN	ORTOGONAALI- SUHDE
NKH tiili, muurauslaasti 5 N/mm^2	0,23	0,70	0,33
Runkoponttiharkko, ohutsaumalaasti	0,31	0,94	0,33
Runkoponttiharkko, ohutsaumalaasti, ei pystysaumalaastia	0,31	0,66	0,47

Kuvissa 4–9 on esitetty vaakakuormitettujen ulkoseinien enimmäistukivälejä Kahi-runkoisille ulkoseinille laskentatuulikuorman ollessa 0,8 kN/m². Seinien enimmäismitat muille q_{w,d}-arvoille saadaan muuntamalla kuvissa 4–9 esitetyt seinän pituus- ja korkeusmitat kertoimella k:

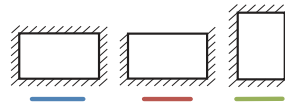
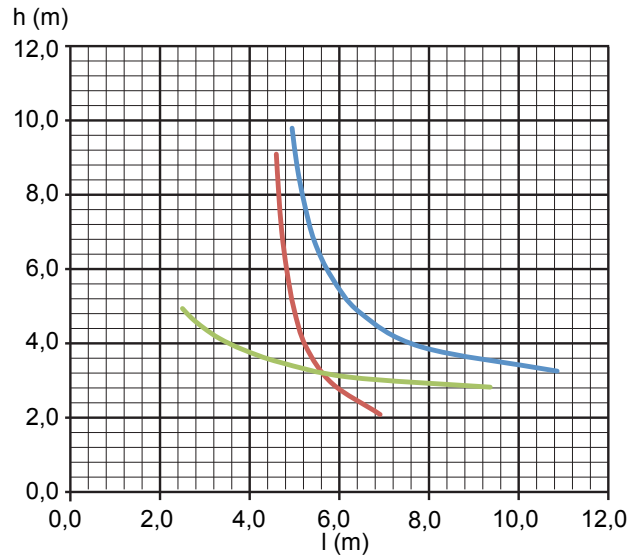
$$k = \sqrt{(0,80 \text{ kN/m}^2 / q_{w,d})} \quad (2)$$

jossa

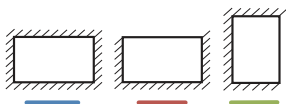
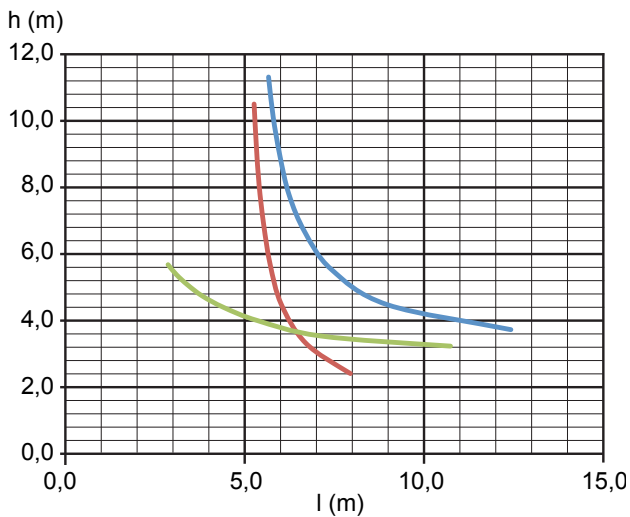
q_{w,d} on muu tarkistettava tuulenpaineen laskentakuorma



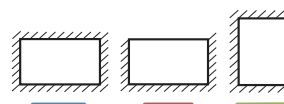
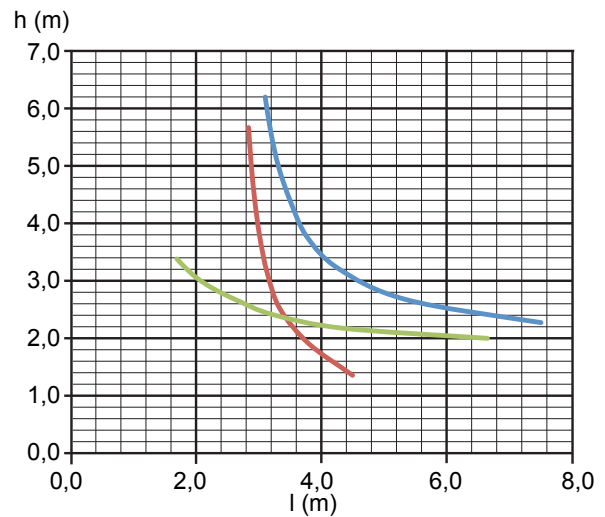
Kuva 4. Vaakakuormitettujen Runkopontti-harkkoseinien enimmäistukivälejä laskentatuulikuorman ollessa 0,8 kN/m² (ilman pystykuormaa) - ei pystysaumalaastia.



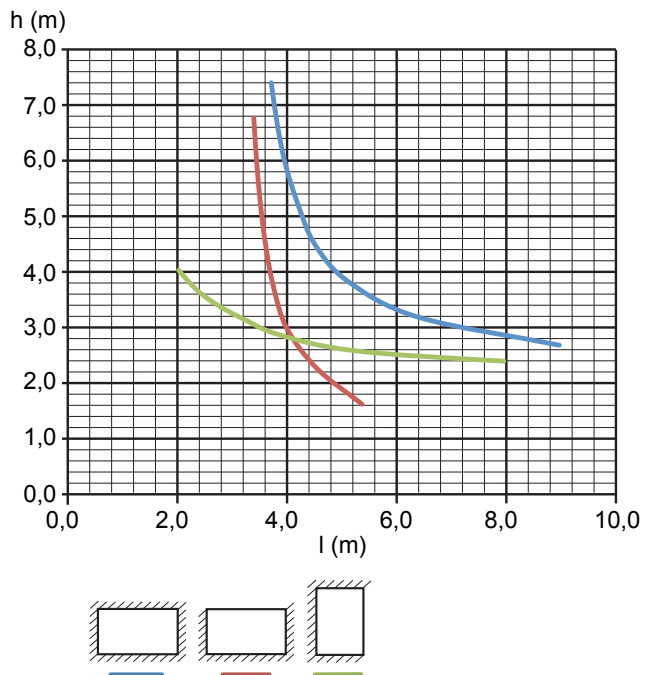
Kuva 6. Vaakakuormitettujen NKH-väliseinätiliseinien enimmäistukivälejä laskentatuulikuorman ollessa 0,8 kN/m² (ilman pystykuormaa).



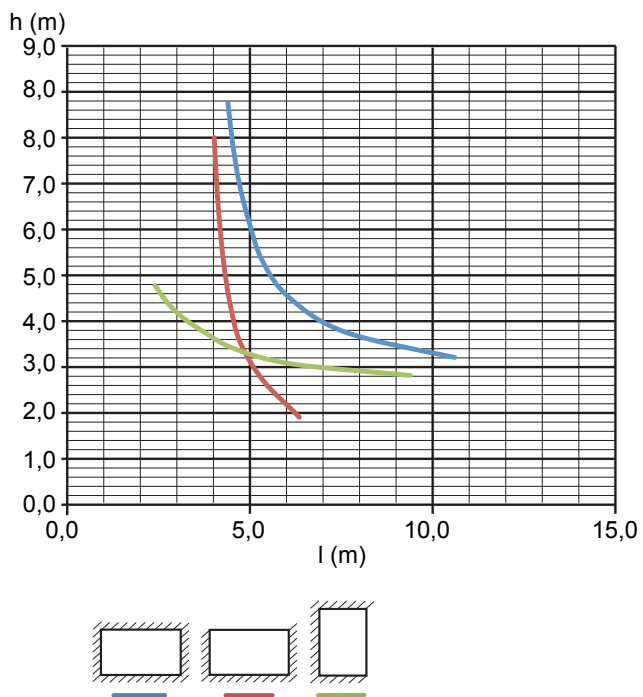
Kuva 5. Vaakakuormitettujen Runkopontti-harkkoseinien enimmäistukivälejä laskentatuulikuorman ollessa 0,8 kN/m² (ilman pystykuormaa) - pystysaumalaastilla



Kuva 7. Vaakakuormitettujen eristerapattujen runkopontti-harkkoseinien enimmäistukivälejä laskentatuulikuorman ollessa 0,8 kN/m² (ilman pystykuormaa) - ei pystysaumalaastia.



Kuva 8. Vaakuormitettujen seinien enimmäistukivälejä laskentatuulikuorman ollessa $0,8 \text{ kN/m}^2$. Kahi-runkoponttiharikko + kuorimuuuri 85 mm (ilman pystykuormaa) - ei pystysaumalaastia.



Kuva 9. Vaakuormitettujen seinien enimmäistukivälejä laskentatuulikuorman ollessa $0,8 \text{ kN/m}^2$. Kahi-runkoponttiharikko + kuorimuuuri 130 mm (ilman pystykuormaa) - ei pystysaumalaastia.

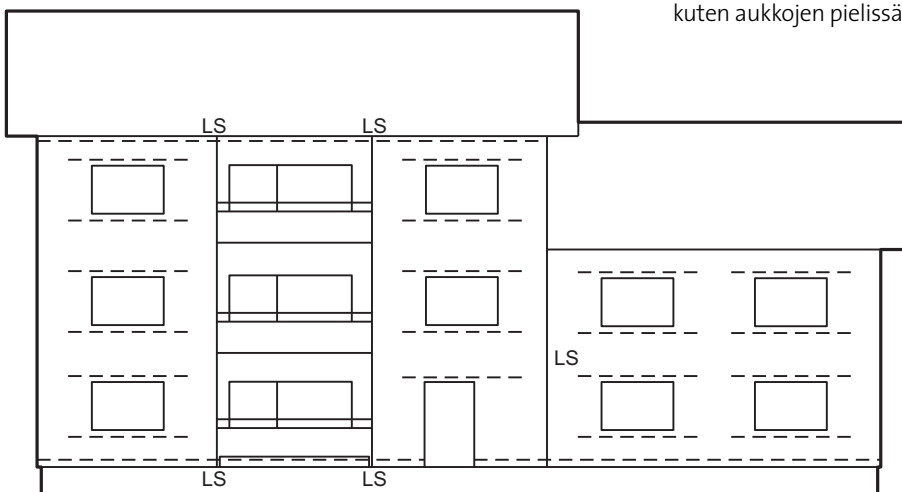
6.6.4 Kuorimuurin suunnittelu

Kuorimuurin paksuus

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

Kuorimuurin kutistumaraudoitus

Kuorimuurin kutistumaraudoitus valitaan yleensä kokemukseräisesti. Normaalisti alimman ja toiseksi ylimmän tiili- tai harkkokerroksen uraan sijoitetaan yhtenäinen rauditus, joka jatkuu liikuntasaumasta liikuntasumaan. Ikkunoiden ala- ja yläpuolelle sekä ovien yläpuolelle tulee kutistumaraudoitus, jonka tartuntapituus on vähintään 500 mm. Kutistumaraudointina käytetään joko tikasrautoja BI 37R tai rst harjateräksiä. Tarkemmat työohjeet on esitetty ohjeessa 6-80 Kahi Facade-harkkojulkisivun suunnittelu- ja työohje.



LS= Liikuntasuma

Kuva 10. Kutistumaraudoituksen sijoitteluperiaatteita.

Muuraussiteet

Eurocoden mukaisessa suunnittelussa muuraussidemäärä tulee aina laskea. Sidemäärä voidaan laskea tässä esitetyllä menetelmällä tai esimerkiksi sidevalmistajien, kuten Amutekin tuotteilleen räätälöimillä tietokoneohjelmilla.

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

$$n_t = W_{Ed} / F_d \quad (3)$$

jossa

n_t on muuraussiteiden vähimmäismäärä neliometriä kohden: $n_t \geq 2$ kpl/m² aina.

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

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

F_d on muuraussiteen puristus- tai vetolujuuden mitoitusarvo. F_d saadaan jakamalla muuraussiteen valmistajan CE-merkinnässä ilmoittama arvo F_k murtumistavasta riippuvalla varmuuskertoimella, joka on 1,10 jos side murtuu, 1,35 jos tartunta pettää ja 3,2 jos valmistaja ei ole ilmoittanut murtumistapaa.

Kiinteitä muuraussiteitä, jotka on testattu liikettä sallimattomina voidaan käyttää vain alle kuusi metriä korkeissa kuorimuureissa, sekä kuorimuureissa jotka on vaakasuuntaisilla liikuntasauvoilla jaettu alle kuusi metriä korkeisiin osiin. Tätä korkeimmissa kuorimuureissa on tarvittaessa laskettava seinäpuoliskojen välinen liike kosteus- ja lämpötilavaihtelusta sekä käytettävä sellaista sidetyyppiä, jolla on riittävä liikevara (pysytsuuntaisen liikkeen sallivia siteitä).

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

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

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

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

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

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

Kuorimuurin liikuntasaumat

Kolme metriä korkeiden raudoittamattomien Kahi-harkkoja tiilikuorien pystysuuntaisten liikuntasaumojen suositeltu maksimiväli on kymmenen metriä. Muilla pientalon seinäkorkeuksilla pystysuuntaisten liikuntasaumojen maksimiväli voidaan arvioida kaavalla maksimiväli = 2 x harkkokuoren korkeus + 4 metriä. Aukkojen vaikutus liikuntasaumaväliin selvitetään tapauskohtaisesti. Liikuntasaumavälejä voidaan pidentää käyttämällä raudoitusta.

6.7 RAUDOITETTUIEN SEINIEN MITOITTAMINEN VAAKAKUORMILLE

Kahi-väliseinät ja kantava runko suunnitellaan normaalisti toimimaan raudoittamattomana.

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

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

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 vetokestävyttä sekä estää hauras murtuminen. Syitä raudoituksen käyttöön voi olla myös halu pidempiin liikuntasaumaväleihin sekä suurten pistekuormien ja momenttien aiheuttama tilanne, jossa lyhytaikainen taivutusrasitus voi ylittää Kahi-muurin sallittuun vetolujuuteen perustuvan arvon 0,42 kNm/m.

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

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

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

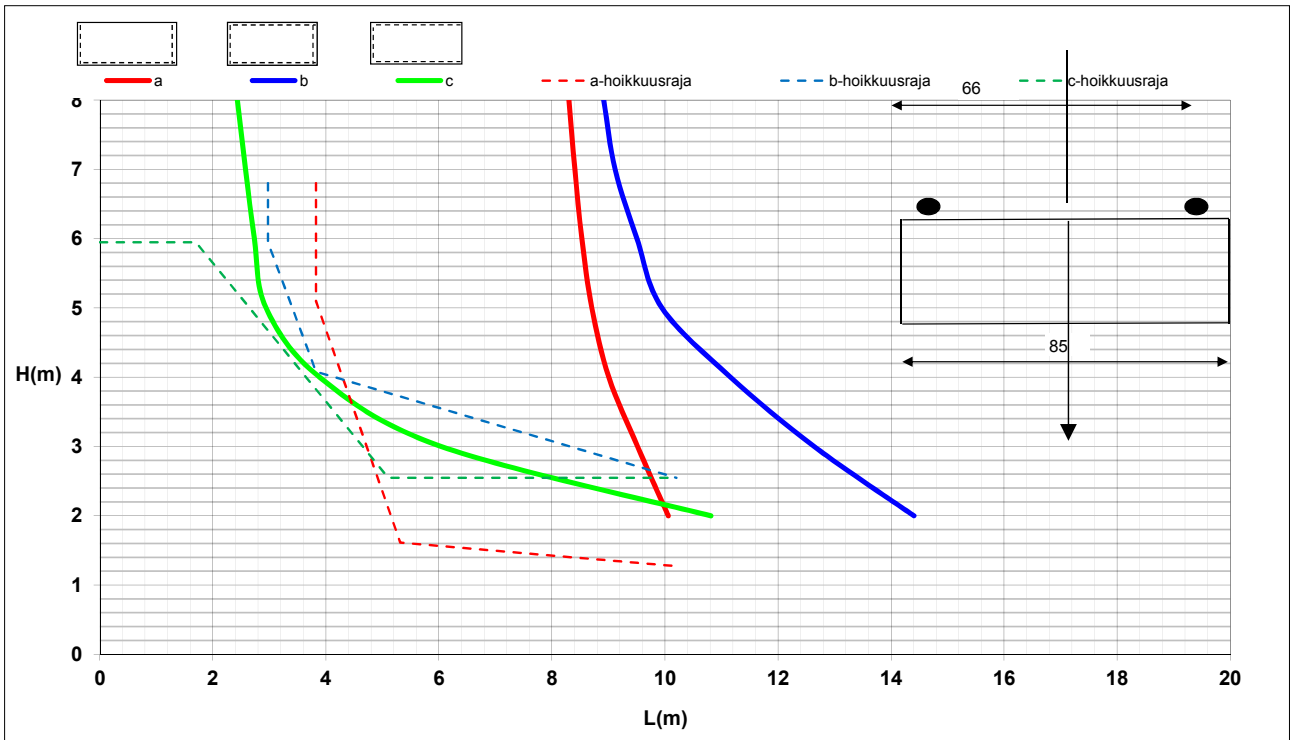
Raudoitustankojen vapaan välin tulee olla vähintään 20 mm.

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

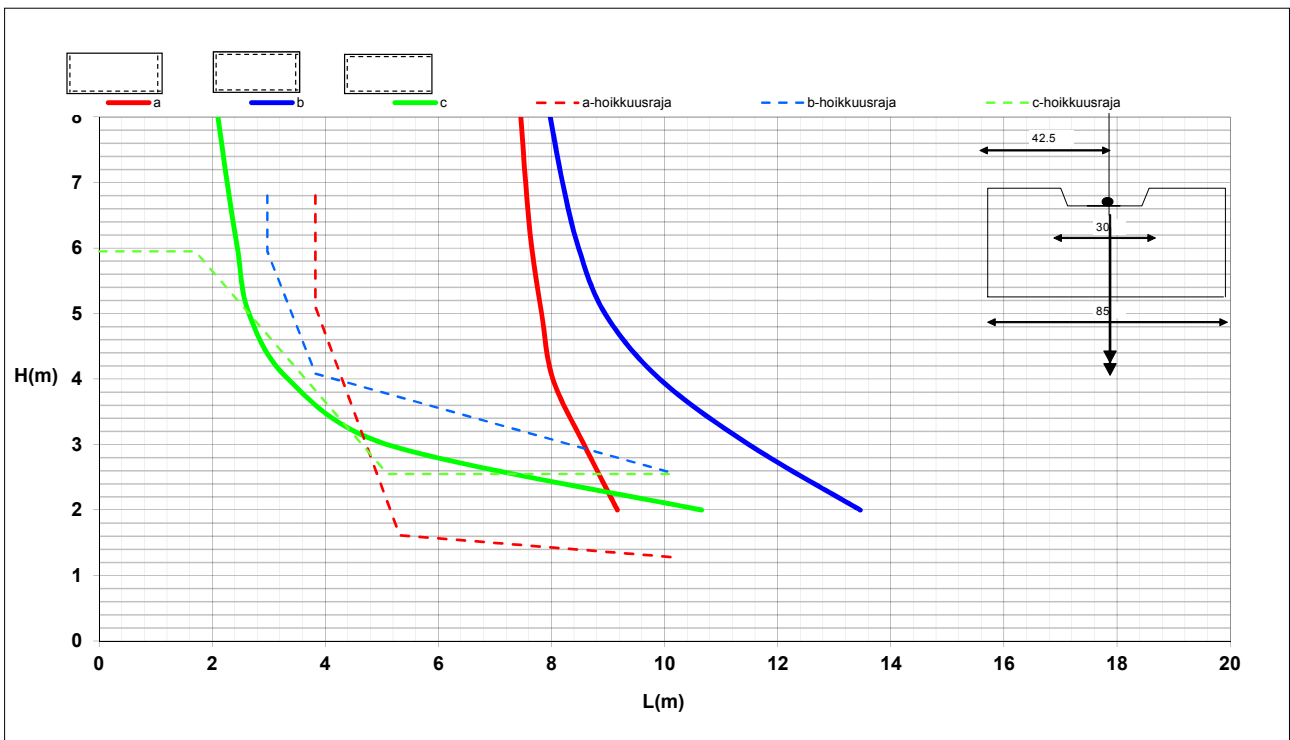
Raudoituksen alapuoliset tiilet on sidottava yläpuoliseen rakenteeseen.

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

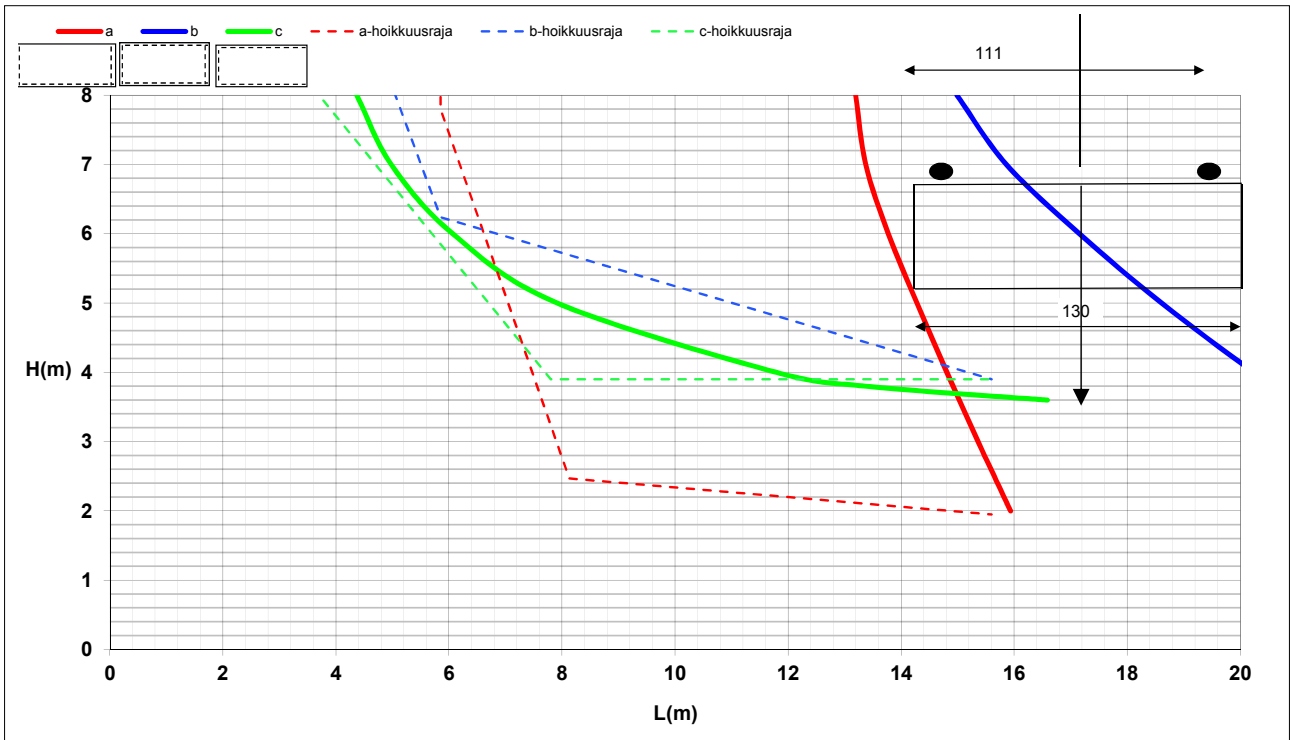
Tuulikuormien määräämien tukivälien lisäksi tulee väliseinien liikuntasaumojen maksimivälien määräämisessä noudattaa liikuntasaumaohjeita (kts. myöhempänä oleva kappale).



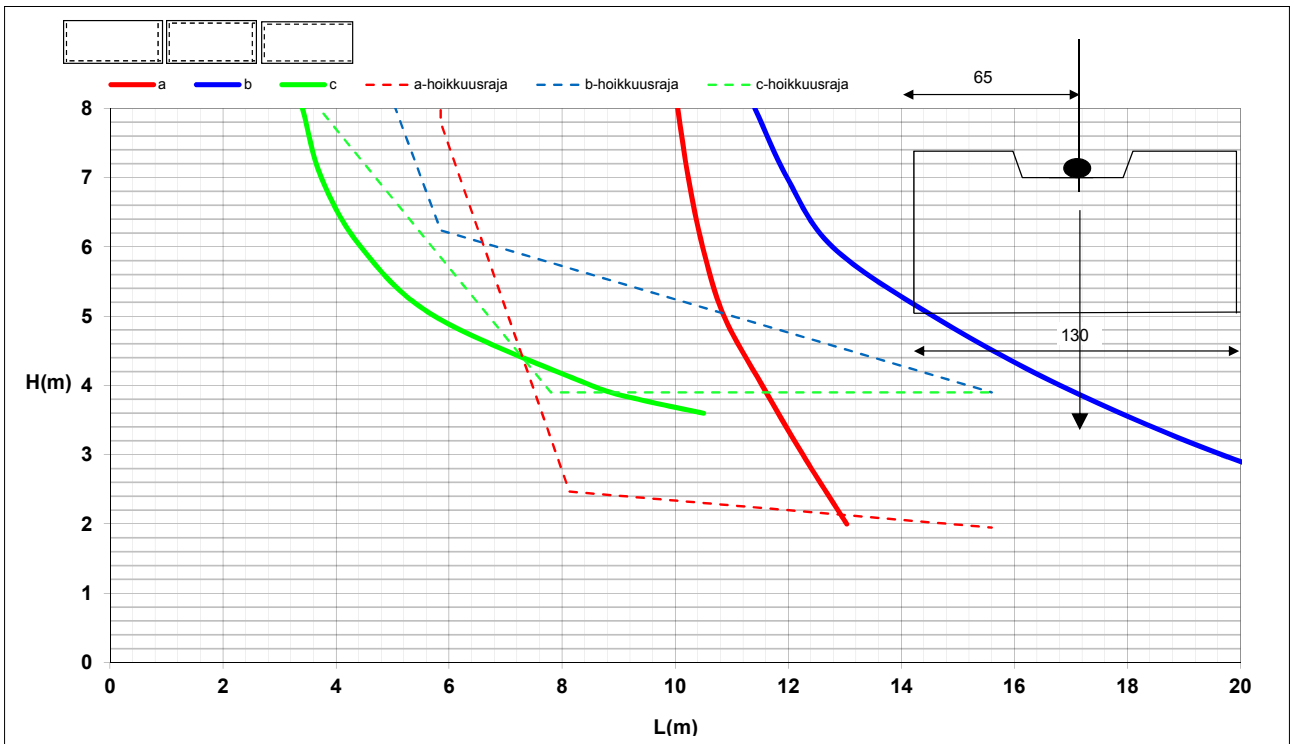
Kuva 11. Kapasiteetti: Kahi-tiilliseinä 85 mm, 2 \varnothing 8 mm teräs joka toisessa vaakasaumassa $q_d = 0,32$ KN/m²



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



Kuva 13. Kapasiteetti: Kahi-tiiliseinä 130 mm, 2 \varnothing 8 mm teräs joka toisessa vaakasaumassa $q_d = 0,32$ KN/m²



Kuva 14. Kapasiteetti: Kahi-harkkoseinä 130 mm, 1 \varnothing 8 mm teräs joka toisessa vaakasaumassa $q_d = 0,32$ KN/m²

6.8 LIIKUNTASAUMAT

Tiili-/harkkorakenteen mitoista ja epäjatkuvuuskohdista johdettujen yhtenäisen 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 liikuntasauvojen tarvetta. Esimerkiksi taipumattomalla alustalla olevan yhtenäisen Kahi-väliseinän liikuntasauvaväli 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 liikuntasauvana. Laataston ja seinän yläreunan väliin jätetään painumavara ja liitoksesta tehdään joustava. Tässä esitettyjä liikuntasauvavälejä voidaan tarvittaessa pidentää raudoittamalla Kahi-seinät.

6.9 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. Kuvassa 15 on esitetty Kahi-ulkoseinärakenteilla saavutettavia U-arvoja viidellä eri eristeen lämmönjohtavuuden arvolla. Kuvan arvoissa ei ole huomioitu muuraussiteiden vaikutusta.

Normaalit rst-muuraussiteiden vaikutus Kahi-seinän lämmönläpäisykerroimeen saadaan kaavasta 4:

$$\Delta U_f = n_f \times A_f / (73,45 \times d_o) \quad (4)$$

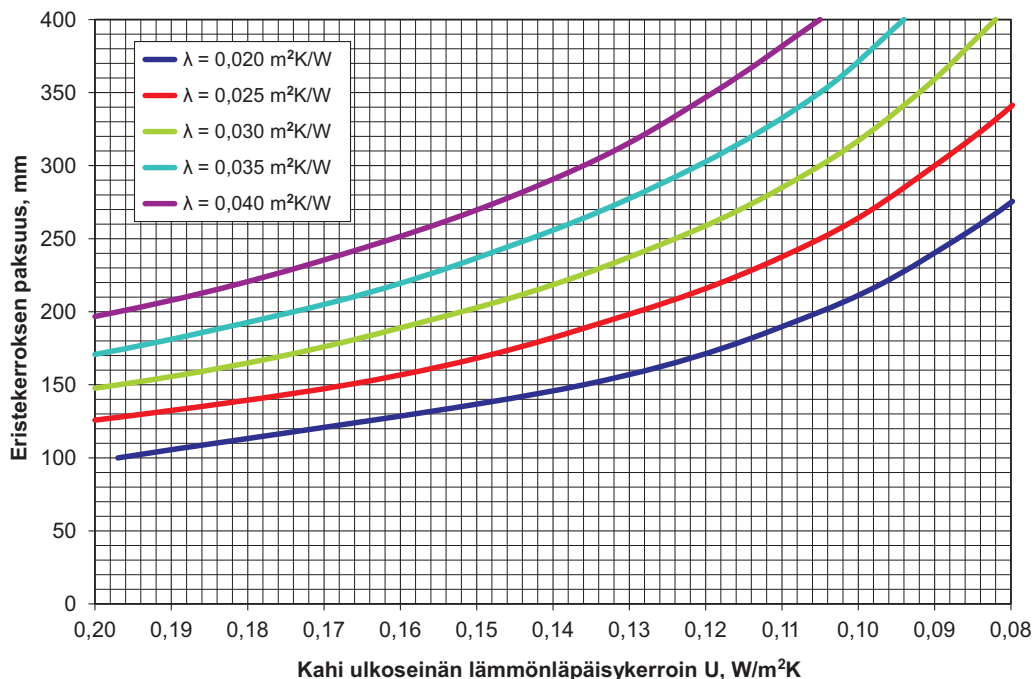
jossa

ΔU_f on muuraussiteiden vaikutus Kahi-seinän U-arvoon

n_f on muuraussiteiden lukumäärä/m² seinää

A_f on muuraussiteen poikkipinta-ala, mm²

d_o on eristekerroksen paksuus, mm



Kuva 15. Kahi-ulkoseinän lämmönläpäisykerroin U eristepaksuuden funktiona viidellä eri eristemateriaalin lämmönjohtavuuden λ arvolla.

Laskentaesimerkki 2:

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

6.10 KÄYTTÖIKÄ JA MATERIAALIVALINNAT

Käyttöikämitoitus

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

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

Kalkkihiekkatiilien 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 kalkkihiekkatiilen käyttöikä on useiden vuosikymmenten mittainen. Tiilien kestoikä on monissa tapauksissa huomattavasti pidempi kuin niiden rakenteiden käyttöikä, joissa tiiliä on käytetty.

Muurattujen seinien vauriomekanismit

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

Testatut toimivat ratkaisut

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

- Kahi-väliseinätiilten muuraukseen **weber.vetonit ML 5** Muurauslaasti M100/600.
- Kahi-julkisivutiilten muuraukseen **weber.vetonit ML 5 T** Tiivislaasti. Voimakkaille viistosateille alttiiden tiilijulkisivujen muuraukseen kehitetty erikoismuurauslaasti, joka vähentää kuorimuurin vedenläpäisyä ja suolahärmeen muodostumista. Rakenteeseen imeytyvän veden määrään vähentyessä pakkasrasitus rakenteessa pienenee.
- Kahi-harkkojen muuraukseen **weber.vetonit OL15** Ohutsaumalaasti. Tämä laasti on kalkkihiekkaharkkojen ohutsaumamuuraukseen kehitetty säänkestävä laasti, jolla on korkeat puristus- leikkaus- ja tartuntalujuusominaisuudet ja hyvä työstettävyys. Kahi Facade harkkojulkisivun pinnoitukseen on valittavana kaksi säänkestäväksi todettua rappausjärjestelmää:
- Pohja- ja täyttölaastina **weber.vetonit 410** Ohutrappauslaasti, sekä pinnoitteena silikonihartsipohjaiset webervetonit SilcoMaali ja -SilcoPinnoite. Järjestelmän etuna on tasavärisyyden ja hämehtimättömyys.
- 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 suojaputkivetoja varten.

Hyvällä suunnittelulla seiniin tulevaa johdotusta ja putkitusta voidaan vähentää:

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

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

Väliseinäpönttiharkossa 300 x 85 x 198 on kaksi 30 mm x 60 mm kokoista reikää ja runkopönttiharkossa 300 x 130



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

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

Vaakasuuntaiset putkivedot voidaan viedä palkkiharkkojen urassa. Uria, roiloja, syvennyksiä ja reikiä saa yleensä

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

Roilojen ja syvennysten ei tule heikentää seinän stabiiliutta. Roiloja ja syvennyksiä ei tehdä ylityspalkkeihin tai muihin vastaaviin seinässä oleviin kantaviin rakenneosiin eikä niitä sallita raudoitettussa muuratussa rakenteessa ilman rakennesuunnittelijan erityistä lupaa. Rakoseinissä roiloja ja syvennyksiä koskevia sääntöjä sovelletaan kumpaankin seinäpuoliskoon erikseen. Pysty- ja vaakasuorien tai vinojen roilojen ja syvennysten sallitut mitat on esitetty taulukoissa 22 ja 23.

Taulukko 22. Muuriin ilman laskelmia tehtävien pystysuorien roilojen ja syvennysten sallitut mitat.

SEINÄN PAKSUUS mm	SEINÄN PINTAAN TEHTÄVÄT ROILOT		SEINÄN SISÄÄN TEHTÄVÄT ROILOT	
	SUURIN SYVYYS mm	SUURIN LEVEYS mm	JÄLLE JÄÄVÄN SEINÄN VÄHIMMÄISPAKUUUS mm	SUURIN LEVEYS mm
85	30	100	55	300
115	30	125	75	300
175	30	150	115	300
225	30	175	150	300
≥ 300	30	200	200	300

HUOM.

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

Taulukko 23. Muuriin ilman laskelmia tehtävien vaakasuorien tai vinojen roilojen sallitut mitat.

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

HUOM.

1. Raudoitettuihin rakenteisiin sekä kuormakeskittymien (esimerkiksi palkkien tukipinnat) alapuolelle tehtävien roilojen vaikutus seinän kantokykyyn on tarkistettava
2. Roiloa tehtäessä esiin tulevan aukon mitta lasketaan mukaan roilon suurimman syvyyteen.
3. Seiniin voidaan tehdä sähköasennusrasioille ja LV-asennuksia varten syvennyksiä, joiden korkeus x leveys on korkeintaan 120 mm x 300 mm.
4. Roilon tai syvennyksen pään ja aukon välinen vaakasuora etäisyys on vähintään 500 mm.
5. Minkä tahansa viereisten tietyn pituis-

ten roilojen tai syvennyksen vaakasuora etäisyys toisistaan riippumatta siitä ovatko ne seinän samalla puolella vai vastakkaisilla puolilla on vähintään kaksi kertaa pitemmän roilon tai syvennyksen pituus.

6. Seinissä, joiden paksuus on yli 175 mm, sallitaan roilon syvyyttä lisättävän 10 mm, jos roilo tehdään koneellisesti tarkasti vaaditun syvyydenä. Jos käytetään koneellista jyräintää, voidaan vähintään 225 mm levyisen seinän vastakkaisille puolille tehdä enintään 10 mm syvät roilot.
7. Roilon tai syvennyksen leveys on enintään puolet jäljelle jäävän seinäosan paksuudesta.

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	Mage 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.

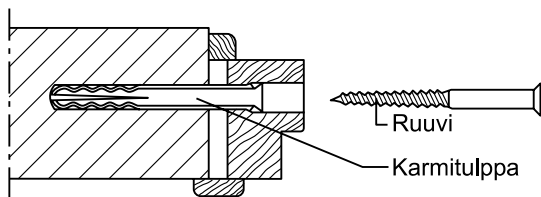
Kiinnikkeet mitoitetaan valmistajien antamien leikkauslujuus- ja ulosvetoarvojen perusteella. Lisäksi on noudatettava kiinniketoimittajien ohjeita reunaetäisyyksistä, porausvyvyksistä, reiän halkaisijoista ja kiinnikkeiden keskinäisistä väleistä.

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

Suurempien kiinnityskuormien ollessa kyseessä on tarkistettava seinän kuormituskapasiteetti ja tarvittaessa suunniteltava lisätuennat. Lisätietoa kiinnikkeistä www.e-weber.fi

Ovikarmin kiinnitys

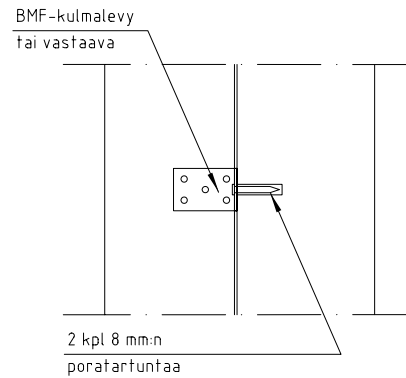
Tavanomaiset puukarmit kiinnitetään harkkoseiniin karmitulppien ja puuruuvien avulla.



Kuva 16. Ovikarmin kiinnitys

Ikkunakarmin kiinnitys

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

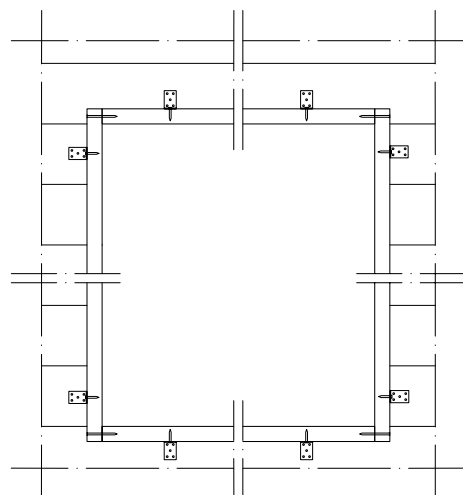


Kuva 17. Ikkunakarmin kiinnitys

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

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

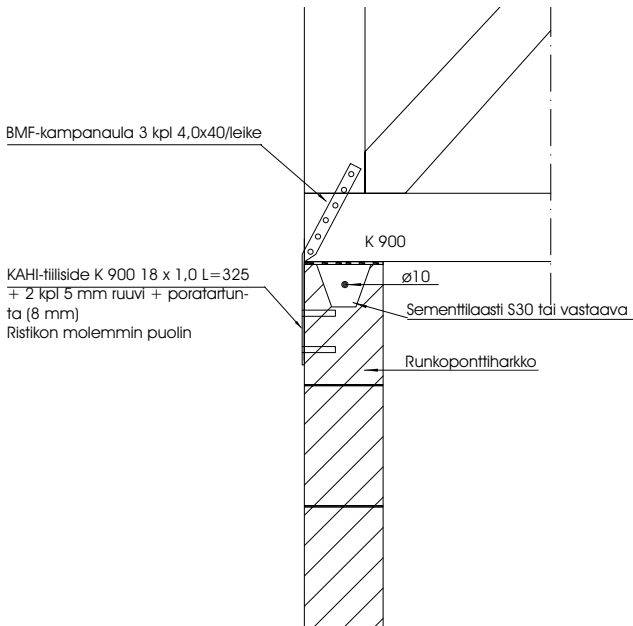
Ikkunan apukarmien kiinnitys



Kuva 18. Ikkunan apukarmin kiinnitys

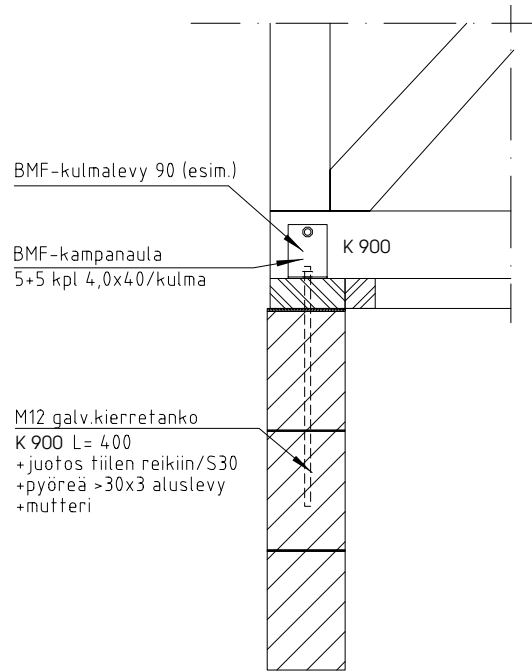
Kattotuolien kiinnitys

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



Kuva 19. Kattotuolien kiinnitys

Kattoristikoiden kiinnitys

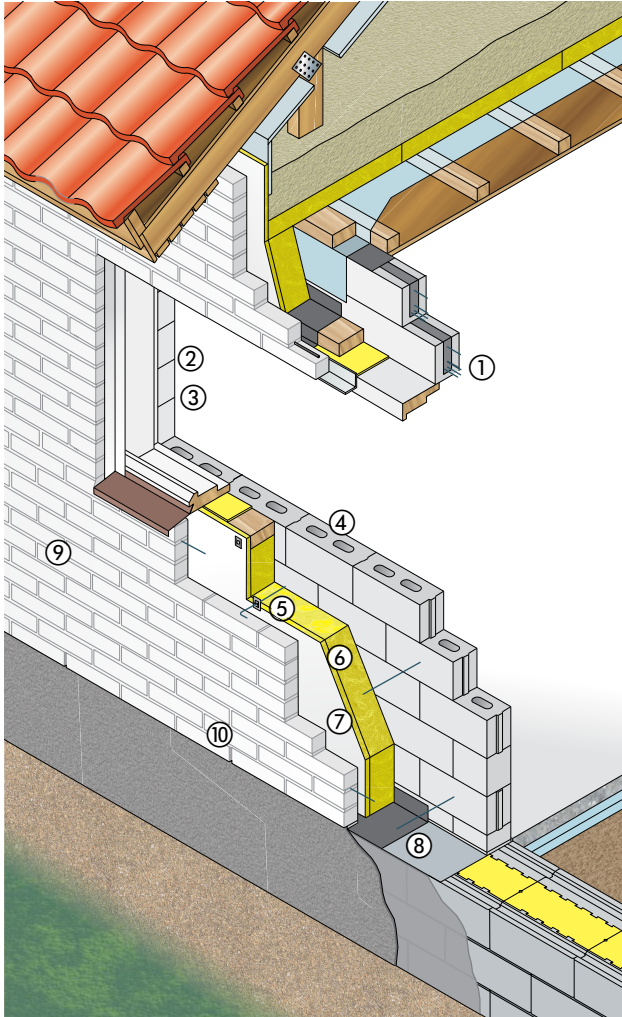


Kuva 20. Kattoristikoiden kiinnitys

9 JULKISIVUT

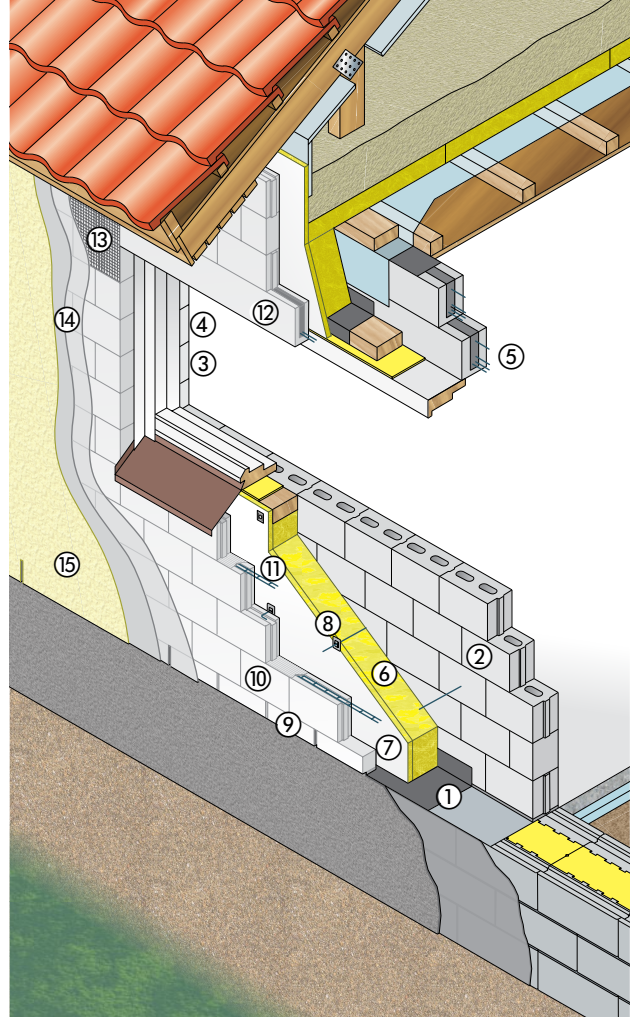
Julkisivumuurauksen liikuntasaumat, raudoitukset ja muita yksityiskohtia on esitetty esitteessämme: 6-12 Pientalojen julkisivumuuraus työohje, joka löytyy Internet-sivuiltamme www.e-weber.fi

9.1 KAHI-TIILIJULKISIVU



- ① Kahi-runkopalkki RH
- ② Kahi-runkopontti päätyharkko
- ③ Kahi-runkopontti -puolikasharkko
- ④ Kahi-runkoponttihakko
- 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-runkoponttihakko
- 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 webervetonit 410 Ohutrappauslaasti
- ⑮ webervetonit SilcoMaali + webervetonit 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 webervetonit 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 2G Kiinnikkeillä.

Asennussyvyuden Kahi-runkoon tulee olla vähintään 25 mm.

Kiinnikepituus valitaan seuraavasti:

$$\text{Kiinnikepituus} = \text{Eristepaksuus} + 6...10 \text{ mm (liimalaasti)} \\ + \text{vähintään } 25 \text{ mm (asennussyvyys)}$$

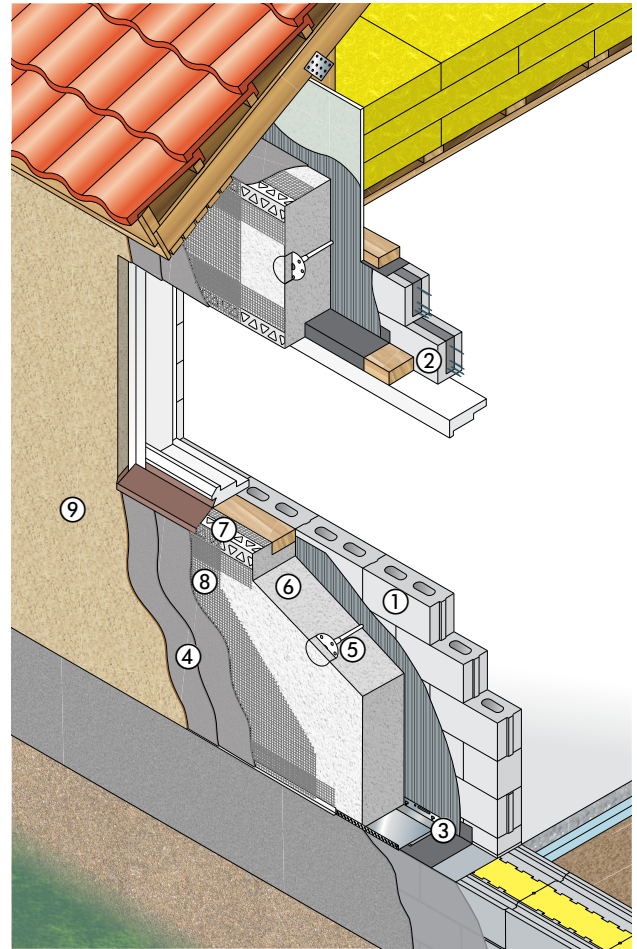
Näin 250 mm paksun eristeen kiinnikkeeksi sopii 295 mm pitkä kiinnike. Kiinnikemäärä on noin 6 kpl/m².

Kulmat ja aukkojen pielet vahvistetaan kulmavahvikkeilla. Ikkunan karmin ja rappauksen väliin asennetaan weber 3721 Ikkunaprofiili V. Kiinnitys tehdään 410 Ohutrappauslaastilla ennen ensimmäisen laastikerroksen levittämistä.

Vahvikkeiden asentamisen jälkeen pinnat rapataan kahteen 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 webervetonit 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 Sokkeliprofilin Aloituslista
- ④ webervetonit 410 Ohutrappauslaasti
- ⑤ weber STR U 2G kiinnike + weber STR Kiekko EPS
- ⑥ EPS 60S Seinä tai ThermiSol Platina Rappari eriste 250 mm
- ⑦ weber Kulmarulla
- ⑧ weber Lasikuituverkko
- ⑨ webervetonit SilcoMaali ja SilcoPinnoite

10 SISÄPINNAT



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

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

Kuivien tilojen tasoitteita:

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 ruiskupintaisiksi.

Kosteutta kestäviä tasoitteita:

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

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

Maalattavat ja tapetoitavat seinät

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

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

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

Tällöin tasoitetyön jälkeen avataan joustaviksi suunnitellut liitoslinjat leikkaamalla tasoitteeseen tarvittavat varjo-saumamat 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 Tasoiteverkkoa.

Mikäli maalattavissa pinnoissa käytetään lasikuitutapettia, voidaan Tasoiteverkko jättää pois.

Märkätilan seinät

Huolellisesti muuratun Kahi-harkkoseinän käsittelyksi riittää yleensä:

- **Kokonaan tasoitus:** webervetonit MT Märkätilatasoite
- **Vedeneristys:** webervetonit MS Kosteussulku ohennet- tuna vedellä 1:1
- **Vedeneristys:** webervetonit WP Vedeneristysmassa 2 kertaa, tarvittavine kuitukangasnauhavahvikkein (nurkat, läpiviennit seinän ja lattian liitos)
- **Laatoitus:** webervetonit RF Saneerauslaasti
- **Saumaus:** webervetonit DECO Laattasauma ja weber.color Silikon

Tarkemmat tiedot esitteistämme: **Weber Opas**

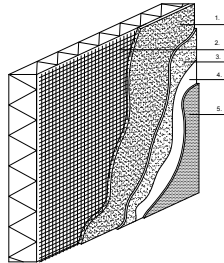
8-70 Vetonit vedeneristys - Työohje



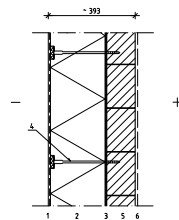
1.1 ERISTERAPATUN TALON RAKENNEDETAIJEJA

Eristerapattu Kahi-talo

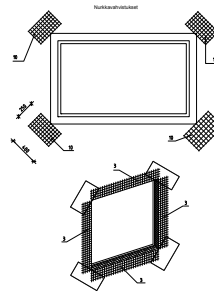
F240611



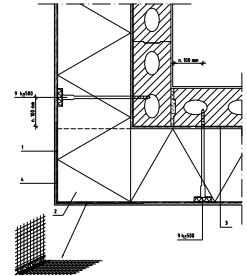
F240612



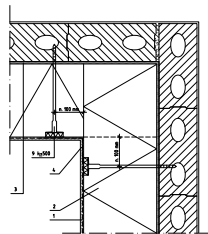
F240631



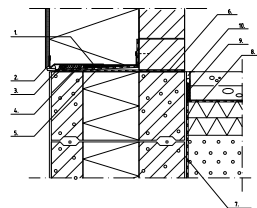
F240632



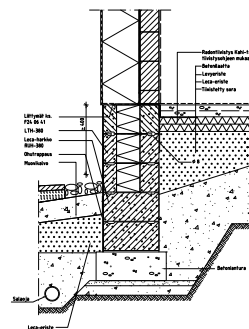
F240633



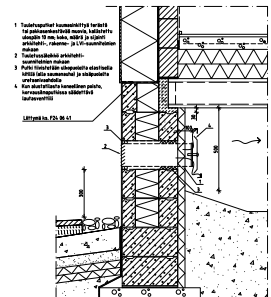
F240641



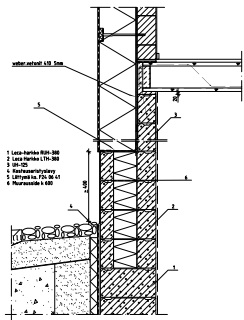
F240642



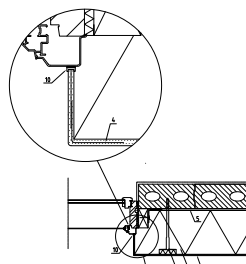
F240643



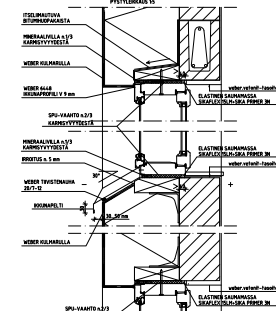
F240644



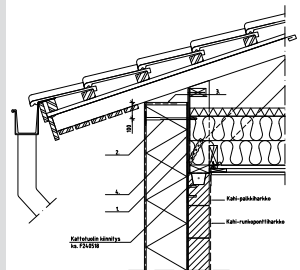
F240651



F240652



F240661

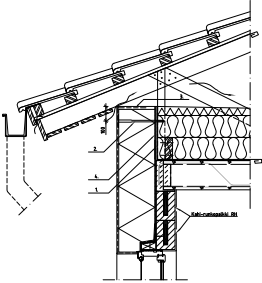


Tarkemmat tiedot internet-sivuiltamme:

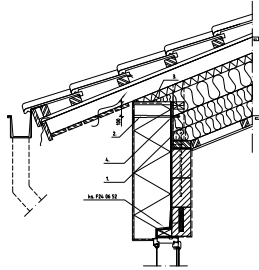
- F240611 SerpoTherm -rappaus
- F240612 US3: Kahi-runkoponttiharkko SerpoTherm-eristerappaus Rakenne
- F240631 Aukkojen kulmat Nurkkavahvistukset
- F240632 Ulkonurkka Vaakaleikkaus
- F240633 Sisänurkka Vaakaleikkaus
- F240641 Matalaperustus ja maanvarainen alapohja Leca-eristys
- F240642 Matalaperustus 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

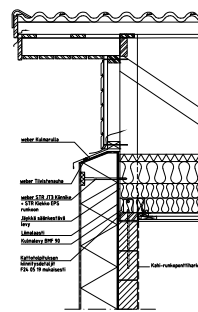
F240663



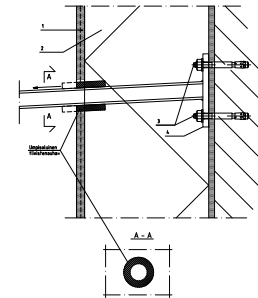
F240664



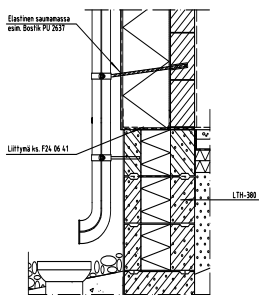
F240665



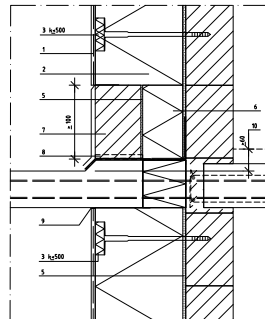
F240671



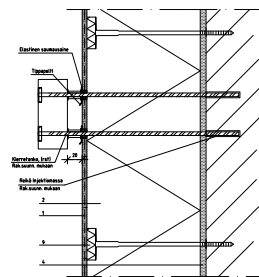
F240672



F240673



F240674



Tarkemmat tiedot internet-sivuiltamme:

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

12 VÄLISEINIEN RAKENNEDETAALJEJA

Kahi-väliseiniä rakennetyypit

F520101	F520102	F520103	F520104
F520105	F520106	F520107	F520108
F520109	F520110	F520111	F520112
F520113			

Tarkemmat tiedot internet-sivuiltamme:

- F520101 Väliseinät, Normaalikalkkikiiekkatiili, NKH 270x130x75
- F520102 Väliseinät, Kalkkikiiekkatiili 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 umpinainen 300x130x198
- F520108 Väliseinät, Desibeliponttiharkko 300x240x128
- F520109 Väliseinät, Kahi-harkko 85 mm, ohutsaumamuurattu, Vesieriste, laatoitus
- F520110 Väliseinät/kantamaton, Moduulikalkkikiiekkatiili, MKH 285x85x85
- F520111 Väliseinät, Viisteharkko 300x130x198
- F520112 Väliseinät, 2-kertainen, ääneneriste, Kahi Väliseinäponti 300x85x198
- F520113 VS 4: Kahi-runkoponttiharkko -kaksoisseinä, Huoneistojen välinen seinä

Kahi-väliseinien rakenne yksityiskohdat

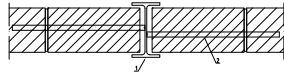
<p>F520201</p> <p>1 Esijännitetty kahi-palkkielementti MT tai NT - kts. suunnitelma- ja työselitys</p>	<p>F520202</p> <p>1 Rakentajan ohjeiden mukainen ja järkevä 2 Suojaverkko rakennusosien välillä 3 Suojaverkko rakennusosien välillä 4 Tarvittaessa rakennusosien välillä 5 Suojaverkko rakennusosien välillä - kts. suunnitelma- ja työselitys</p>	<p>F520203</p> <p>Äänieristetty liitos luvun saadessa R_v ≥ 41 dB 1 Tarvittavat paksuudet K100-400 esim. rakokouhu 0,7-0,8 x 9-20 mm lisäeristys lämpötilaerosta R_v 41 db 2 elastinen saumassa, esim. Akustiflex - kts. suunnitelma- ja työselitys</p>	<p>F520204</p> <p>Äänieristetty liitos luvun saadessa ääneneristysvaikutus R_v ≥ 42 dB 1 Tarvittavat paksuudet K100-400 esim. rakokouhu 0,7-0,8 x 9-20 mm lisäeristys lämpötilaerosta R_v 42 db 2 elastinen saumassa, esim. Akustiflex - kts. suunnitelma- ja työselitys</p>
<p>F520205</p> <p>1 Tarvittava p₀ 6 mm, joka keuhon vaakaosassa, mikäli 1100 ei liitetä - kts. suunnitelma- ja työselitys</p>	<p>F520206</p> <p>Vaaka ja pystytuet liitoksissa 1 Rakentajan ohjeiden mukainen ja järkevä 2 Suojaverkko rakennusosien välillä - kts. suunnitelma- ja työselitys</p>	<p>F520207</p> <p>1 F520205, 1100 mm 2 Suojaverkko 0,7 mm 3 PE-ISO 4 Rakennusosien välillä - Pölysuojus luvun saadessa - Huomi. jos osat eivät ole täysin suoraan toisiaan vasten, tulee lisäeristys lämpötilaerosta R_v 41 db pölysuojus rakennusosien välillä - kts. suunnitelma- ja työselitys</p>	<p>F520208</p> <p>1 PE-ISO 2 Tarvittavat K100 esim. rakokouhu 0,7-0,8 x 9-20 mm 3 Lisäeristys - kts. suunnitelma- ja työselitys</p>
<p>F520209</p> <p>Äänieristetty liitos luvun saadessa R_v ≥ 48 dB 1 Tarvittavat paksuudet K100-400 esim. rakokouhu 0,7-0,8 x 9-20 mm lisäeristys lämpötilaerosta R_v 48 db 2 elastinen saumassa, esim. Akustiflex - kts. suunnitelma- ja työselitys</p>	<p>F520210</p> <p>1 Rakentajan ohjeiden mukainen ja järkevä 2 Suojaverkko rakennusosien välillä 3 Suojaverkko rakennusosien välillä 4 Suojaverkko rakennusosien välillä 5 Suojaverkko rakennusosien välillä 6 Suojaverkko rakennusosien välillä 7 Suojaverkko rakennusosien välillä 8 Suojaverkko rakennusosien välillä 9 Suojaverkko rakennusosien välillä - kts. suunnitelma- ja työselitys</p>	<p>F520211</p> <p>Vaihtoehto A: rakentajan ohjeiden mukainen Vaihtoehto B: rakentajan ohjeiden mukainen 1 Vaihtoehto A: rakentajan ohjeiden mukainen ja järkevä 2 Suojaverkko rakennusosien välillä 3 Suojaverkko rakennusosien välillä 4 Suojaverkko rakennusosien välillä - kts. suunnitelma- ja työselitys</p>	<p>F520212</p> <p>1 PE-ISO 2 Tarvittavat K100 esim. rakokouhu 0,7-0,8 x 9-20 mm 3 Lisäeristys - kts. suunnitelma- ja työselitys</p>

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
- F520209 Runkoponttiharkko dB48, Vaakaliitos
- F520210 Tiiliseinä, pystytuki, Väliopija läpipulttaus
- F520211 Tiiliseinä, pystytuki, Liikuntasauha
- F520212 Tiiliseinä, pystytuki, Tukipilari, alapääliitos

Kahi-väliseinien rakenneyksityiskohdat

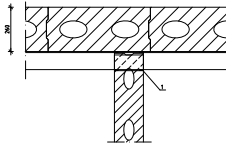
F520213



- 1 PE-N6 DE2640
- 2 Tarkennus 1000 osin, rakokohka 100mm

- kts. suunnitelu- ja työselitys

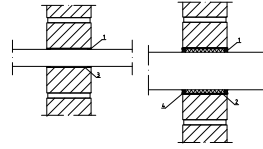
F520214



- 1 Eteläinen suunnassa esim. Cecon Aluakassa

- kts. suunnitelu- ja työselitys

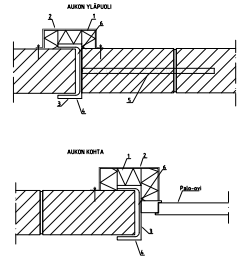
F520215



- 1 eteläinen suunnassa esim. Cecon Aluakassa
- 2 muovipolttimella
- 3 seinän perustelu
- 4 metallinen lämpöeristys, helmiä käyttäen työstäminen, ulkolehti, lämpöeristys ja lämpösuojaus

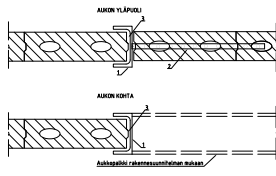
- kts. suunnitelu- ja työselitys

F520216



- 1 Parepi EPS 10, 20 mm
- 2 Saippeliä 10 mm
- 3 EPS100
- 4 Palkinjalusta Tason R60
- 5 100 mm R60 osin, rakokohka 100 mm
- 6 Liikuntasauha

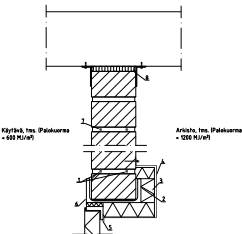
F520217



- 1 EPS100
- 2 Tarkennus K200 osin, rakokohka 0,7-0,8 x 10-20 mm
- 3 Liikuntasauha

- kts. suunnitelu- ja työselitys

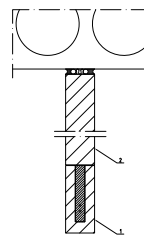
F520218



- 1 Teräskat mitoituksen mukaan vähintään 276
- 2 EPS 100
- 3 Parepi EPS 10, 50mm
- 4 Saippeliä 5 mm
- 5 Palkinosauman kanteen muuttu palkin osan liittäminen mukaan
- 6 Palkinosauman Tason R60
- 7 276 läpi liiannois palkin ja palkin osan osassa vaakaosassa

- palkinosauman palkin L_{1} osassa $L_{2} = 2300$ mm

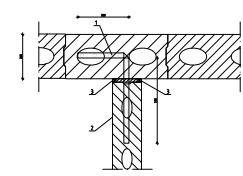
F520219



- 1 Väliseinäkinnitys 100 mm lähtien kahelta R60:sta
- 2 Väliseinäkinnitys 200 x 200 x 200 mm levyt 100mm

- kts. suunnitelu- ja työselitys

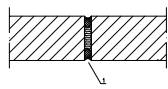
F520220



- 1 Vasemman, 0,7-0,8m, seinäliittimet osat sidottavaan tasoon osasta osalle väliosaan, kääntäminen seinän 0,02 ja kääntäminen R60 kääntäminen seinän 0,02 ja kääntäminen R60 kääntäminen seinän 0,02 ja kääntäminen R60
- 2 Helmiä käyttäen osasta osalle kääntäminen osasta osalle
- 3 Palkinosauman Tason R60 kääntäminen seinän 0,02 ja kääntäminen R60 kääntäminen seinän 0,02 ja kääntäminen R60

- kts. suunnitelu- ja työselitys

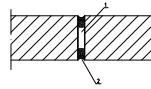
F520221



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

- kts. suunnitelu- ja työselitys

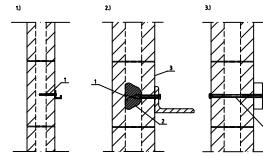
F520222



- 1 Ansauma
- 2 Eteläinen suunnassa, esim. Cecon Aluakassa
- 3 muovipolttimella

- kts. suunnitelu- ja työselitys

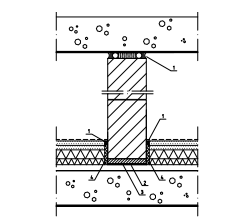
F520223



- 1) Kinnitysliittimet 100 kg, katon tukua, paino, tahmeus, johdattavat
- 2) Kinnitysliittimet 100 kg, katon tukua, paino, tahmeus, johdattavat
- 3) Kinnitysliittimet 100 kg, katon tukua, paino, tahmeus, johdattavat

- kts. suunnitelu- ja työselitys

F520224



- 1 Palkinosauman Tason R60 kääntäminen seinän 0,02 ja kääntäminen R60 kääntäminen seinän 0,02 ja kääntäminen R60
- 2 Helmiä käyttäen osasta osalle kääntäminen osasta osalle
- 3 Palkinosauman Tason R60 kääntäminen seinän 0,02 ja kääntäminen R60 kääntäminen seinän 0,02 ja kääntäminen R60
- 4 Vasemman, 0,7-0,8m, seinäliittimet osat sidottavaan tasoon osasta osalle väliosaan, kääntäminen seinän 0,02 ja kääntäminen R60 kääntäminen seinän 0,02 ja kääntäminen R60

- kts. suunnitelu- ja työselitys

Tarkemmat tiedot internet-sivuiltamme:

- F520213 Tiiliseinä, pystytuki
- F520214 Harkkoseinä, Putkilävitys
- F520215 Tiiliseinä, Putkilävityksiä
- 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, Liikuntasauha
- F520222 Tiiliseinä, liikuntasauha, Äänieristys
- F520223 1.) Kiinnitykset tiiliseinään 2.) Keskiraskaat kiinnitykset tiiliseinään 3.) Raskaat kiinnitykset tiiliseinään
- F520224 Harkkoseinä, kantamaton, Väliopohjaliitos, Paloeristetty

Kahi-väliseinien rakenneyksityiskohdat

<p>F520225</p> <ol style="list-style-type: none"> Pääseinä muraalialueella 200mm - 200 kg/m³ -painoisella, äänieristävällä Tiilikera-tyyppillä F205 tai vastaava. L-levy 50x100 mm, lämpöä eristävä ja äänieristävä, esim. Stalwart. Muurausliima. Muurausliima, Thermal Stop Runkokätkä 12 mm tai vastaava. Konkrettilaatta 100mm tai vastaava. <p>- Kalkkilaatta 100mm tai vastaava - laattalaite 100mm tai vastaava</p>	<p>F520226</p> <ol style="list-style-type: none"> Elastinen laakausmassa esim. Akustiflex tai vastaava. sisäpuolelta lämpöä eristävä ja äänieristävä, esim. Stalwart. Muurausliima. Muurausliima, Thermal Stop Runkokätkä 12 mm tai vastaava. Mts. suoraeristys- ja tyylit. 	<p>F520227</p> <ol style="list-style-type: none"> Ungari-tyylinen muuraus, esim. Akustiflex. Stalwart. Muurausliima. Kali-50 tai -60. Muurausliima, Thermal Stop Runkokätkä 12 mm tai vastaava. 	<p>F520228</p> <ol style="list-style-type: none"> Elastinen laakausmassa - suomenhe. Muurausliima, Thermal Stop Runkokätkä 12 mm tai vastaava. Saattoliima. Stalwart. lattia-putkieristeen toteutus 100 tai vastaavasti perustamasta. Muurausliima. Runkohäly 2 T 8. 												
<p>F520229</p> <ol style="list-style-type: none"> Elastinen laakausmassa - suomenhe. Stalwart. Muurausliima. Muurausliima, Thermal Stop Runkokätkä 12 mm tai vastaava. Saattoliima. Saattoliima. Runkohäly 2 T 8. 	<p>F520230</p> <ol style="list-style-type: none"> Elastinen laakausmassa - suomenhe. Stalwart. Saattoliima. Muurausliima, Thermal Stop Runkokätkä 12 mm tai vastaava. Tiilikera-tyyppiä käyttävä muurausliima. <p>- lattia-putkieristeen toteutus 100 tai vastaavasti perustamasta. - Mts. suoraeristys- ja tyylit.</p>	<p>F520231</p> <p>Sähkösuojakätkö Johdotukset</p> <p>Vaiko ja pystyvalet harkkoseinässä</p> <ol style="list-style-type: none"> Palkkieristys. Runkohäly, vaivattomasti pystyvalet normaaliarvon pystyvalet. Laattaliima. <p>- Mts. suoraeristys- ja tyylit.</p>	<p>F520232</p> <ol style="list-style-type: none"> lattiaeristeen rakennusvaihejen mukaan. 2500x1000. 2500x1000. ympäristö. elastinen laakaus, esim. Casco Akustiflex. <p>- Mts. suoraeristys- ja tyylit.</p>												
<p>F520233</p> <ol style="list-style-type: none"> Tiilikera-tyyppiä. Läpiviivien, Therma-tyyppiä, johon reikiä on otettava ja haettava sopivalla liimalla. <p>- Mts. suoraeristys- ja tyylit.</p>	<p>F520235</p> <p>Sisäänveto onnistuu myös 100mm välein kalkkilaatta ja tyylit kalkkilaatta ja tyylit kalkkilaatta ja tyylit kalkkilaatta ja tyylit</p>	<p>F520236</p> <p>Esijännitetty tiilipalkki tai tyylipalkki haettava tiilipalkki</p> <p>± 50 mm ± 50 mm</p> <p>Esijännitetty tiilipalkki, EKH NT tai vastaava</p> <p>Esijännitetty tiilipalkki tai palkkilaatta - 2 T 8</p> <p>Max. jänneväli suorakaiteen muotoisilla</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>K, m</th> <th>L, m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>255</td> <td>1,7</td> </tr> <tr> <td>535</td> <td>3,2</td> </tr> <tr> <td>795</td> <td>4,2</td> </tr> <tr> <td>885</td> <td>4,7</td> </tr> <tr> <td>945</td> <td>5,0</td> </tr> </tbody> </table>	K, m	L, m	255	1,7	535	3,2	795	4,2	885	4,7	945	5,0	<p>F520237</p> <ol style="list-style-type: none"> Terveiset mitalukon mukaan väliään 2 - 218 Palkkilaatta <p>- palkkilaatteen paksuus L₂ vähintään 200 mm</p>
K, m	L, m														
255	1,7														
535	3,2														
795	4,2														
885	4,7														
945	5,0														

Tarkemmat tiedot internet-sivuiltamme:

- F520225 Harkkoseinä, kantamaton, Välipohjaliitos, Sivuttaistuenta
- F520226 Harkkoseinä, kantava, Välipohjaliitos, Äänieristetty
- F520227 Harkkoseinä/Tiiliseinä, Ala- ja yläpohjaliitos, Ei-kantava seinä
- F520228 Tiiliseinä, Välipohjaliitos, Kelluva laatta
- F520229 Tiiliseinä, Alapohjaliitos, Kantava alapohja
- F520230 Tiiliseinä, Alapohjaliitos, Kantava alapohja
- F520231 Harkkoseinä, Johdotus, Sähköasiat
- F520232 Harkkoseinä, Yläpohjaliitos, Puu yläpohja
- F520233 Ilmanvaihtoputken läpivienti, Tavanomainen läpivienti, Sähkö- tai putkilävistys paloseinässä
- F520235 Kahi väliseinä 130 mm, Seinä tuettu ylhäältä ja sivulta, Ulokkeellinen tukikaide, seinän lisäraudoitus
- F520236 Tiiliseinä, aukko, Esijännitetty tiilipalkki
- F520237 Tiiliseinä, Ei kantava aukkopalkki, Muurattu palkki

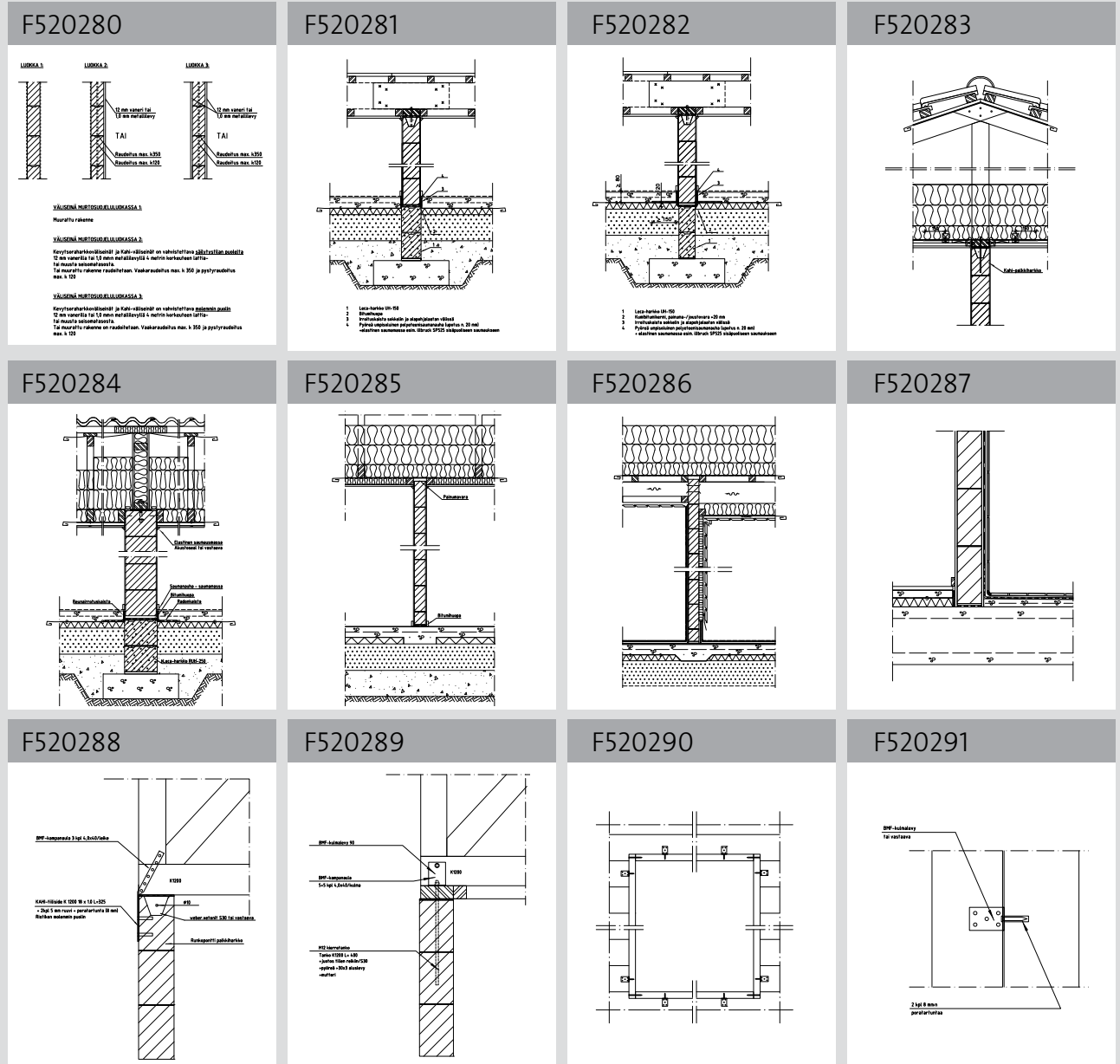
Kahi-väliseinien rakenneyksityiskohdat

<p>F520238</p> <p>1 Runkopalkki 80 mm välellä UPE160 2 Runkoponttipalkki 300 x 100 x 900 kantava ja kevyt väliseinä</p> <p>- kts. suunnitelu- ja työohje</p>	<p>F520239</p> <p>AUKON YLÄOSI AUKON ALUSTA Kalkkipöytä-/akusteerivillan matkalla</p> <p>1 UPE160 2 Tarvuttavat 8x100 mm:n reikäkoko 100 mm välellä</p> <p>- kts. suunnitelu- ja työohje</p>	<p>F520240</p> <p>1 Esijärjestetty Kahi-palkkimenetti RT tai RT1</p> <p>- kts. suunnitelu- ja työohje</p>	<p>F520241</p> <p>1 Kanteen 2 Vapaa</p> <p>1 Kalkkipöytä-/akusteerivillan matkalla 2 Kalkkipöytä-/akusteerivillan matkalla</p>
<p>F520242</p> <p>1 Muurakomero 2 Muurakomero</p> <p>1 Muurakomero 200x200x100 2 Muurakomero 200x200x100</p> <p>- kts. suunnitelu- ja työohje</p>	<p>F520243</p> <p>1 Muurakomero 2 Muurakomero</p> <p>1 Muurakomero 200x200x100 2 Muurakomero 200x200x100</p> <p>- kts. suunnitelu- ja työohje</p>	<p>F520244</p> <p>1 Muurakomero 2 Muurakomero</p> <p>1 Muurakomero 200x200x100 2 Muurakomero 200x200x100</p> <p>- kts. suunnitelu- ja työohje</p>	<p>F520251</p> <p>1 Muurakomero 2 Muurakomero</p> <p>1 Muurakomero 200x200x100 2 Muurakomero 200x200x100</p> <p>- kts. suunnitelu- ja työohje</p>
<p>F520252</p> <p>1 Muurakomero 2 Muurakomero</p> <p>1 Muurakomero 200x200x100 2 Muurakomero 200x200x100</p> <p>- kts. suunnitelu- ja työohje</p>	<p>F520253</p> <p>1 Muurakomero 2 Muurakomero</p> <p>1 Muurakomero 200x200x100 2 Muurakomero 200x200x100</p> <p>- kts. suunnitelu- ja työohje</p>	<p>F520255</p> <p>1 Muurakomero 2 Muurakomero</p> <p>1 Muurakomero 200x200x100 2 Muurakomero 200x200x100</p> <p>- kts. suunnitelu- ja työohje</p>	<p>F520256</p> <p>1 Muurakomero 2 Muurakomero</p> <p>1 Muurakomero 200x200x100 2 Muurakomero 200x200x100</p> <p>- kts. suunnitelu- ja työohje</p>

Tarkemmat tiedot internet-sivuiltamme:

- F520238 Harkkoseinä, Runkoponttipalkki, Runkopalkki
- F520239 Harkkoseinä, Pielituenta, UPE160
- 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, Huoneistojen välisen seinän liittyminen Leca Design -ulkoseinään, LTH-Eristeharkko, Kahi dB -Ponttiharkko
- F520253 dB-harkkoseinän liitos Kahi-ulkoseinään, Vaakaleikkaus
- F520255 Kahi-desibeliponttiharkko Liitos puurunkoiseen ulkoseinään
- F520256 Kahi-desibeliponttiharkko Liitos runkoponttiharkko-ulkoseinään

Kahi-väliseinien rakenneyksityiskohdat



Tarkemmat tiedot internet-sivuiltamme:

- F520280 Kahi- ja Leca-seinät, Vähimmäisvaatimukset seinien rakenteelliselle suojukselle murtosuojeluluokissa 1,2 ja 3
- F520281 Kahi-runkoponttihakko, kantava väliseinä, Kahi-palkkiharkko, Puuväli pohja, Ala- ja välipohjaliitos
- F520282 Kahi-runkoponttihakko, kantava väliseinä, Radon-ratkaisu, Puuväli pohja, Ala- ja välipohjaliitos
- F520283 Kahi-runkoponttihakko, kantava väliseinä, Kahi-palkkiharkko, Puuyläpohja, Yläpohjaliitos
- F520284 Kahi-desibeliponttihakko, Puuyläpohja, huoneistojen välinen seinä, Ala- ja yläpohjaliitos
- F520285 Kahi-väliseinäponttihakko, kantamaton väliseinä, Puuväli pohja, painumavara, Ala- ja yläpohjaliitos
- F520286 Kahi-väliseinäponttihakko, saunan ja pesuhuoneen välinen seinä, Puuyläpohja, painumavara, Ala- ja yläpohjaliitos
- F520287 Kahi-väliseinäponttihakko, Väliseinä, märkätila, Lattialiitos
- F520288 Kattoristikoiden kiinnitys, Kahi-runkoponttihakkoseinään, Kahi-palkkiharkko
- F520289 Kattoristikoiden kiinnitys Kahi-runkoponttihakkoseinään, Puuyläpohja
- F520290 Ikkunan apukarmin kiinnitys Kahi-runkoponttihakkoon, teräskiinnikkeet
- F520291 Ikkunan apukarmin kiinnitys Kahi-runkoponttihakkoon, teräskiinnitys, detalji

Kahi



Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy

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

Myynni

Rautakaupat ja rakennustarvikeliikkeet