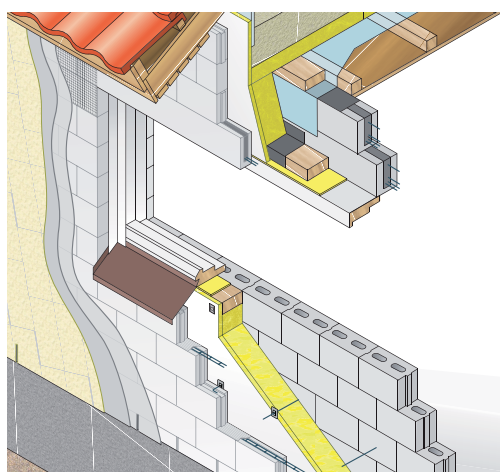


Kahi-talot

Suunnitteluohje, RakMk B8 mukainen



Sisällysluettelo	Sivu
1. Yleistä	2
2. Kahi-järjestelmä	3
2.1 Kahi-harkot	3
2.2 Kahi-väliseinätiilet	4
2.3 Kahi-runkopalkit ja -tiilipalkit	4
3. Ohutsaumamuuraus	5
4. Seinärakenteet	6
4.1 Ulkoseinät	6
4.2 Huoneistojen sisäiset seinät	7
4.3 Huoneistojen väliset seinät	7
5. Moduulimitoitus	8
6. Rakenteiden mitoitus	9
6.1 Mitoitusmenetelmät ja suunnitteluperusteet	9
6.2 Yleiset suunnitteluperusteet	9
6.3 Ominaisuudet	9
6.3.1 Lujusluokat	9
6.3.2 Ominaislujuudet	9
6.3.3 Muodonmuutosominaisuudet	10
6.3.4 Rakenteiden varmuus	10
6.4 Puristuskestävyys	10
6.5 Paikallinen puristuskestävyys	11
6.6 Mitoitus vaakakuormille	12
6.6.1 Väliseinien mitoitus vaakakuormille	12
6.6.2 Kuorimuurin mitoitus vaakakuormille	14
6.7 Korkeiden ulkoseinien mitoittaminen	14
6.8 Jäykistävien seinien mitoitus	14
6.9 Liikuntasaumamat	15
6.10 Aukkojen ylitykset	16
6.10.1 Kantavat seinät	16
6.10.2 Ei-kantavat seinät	16
6.11 Kahi-seinien raudoittaminen	17
6.12 Palotekninen mitoitus	17
6.13 Äänitekkinen mitoitus	18
7. Sähkö- ja LVI -asennukset	18
8. Kiinnitykset	18
9. Julkisivut	20
9.1 Kahi-tiilijulkisivu	20
9.2 Kahi Facade -harkkojulkisivu	20
9.3 Eristerapattu julkisivu	21
10. Sisäpinnat	22
11. Täystiitalon rakennedetajeja	23
12. Eristerapatun talon rakennedetajeja	27

1. Yleistä

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

maxitin Kahi-järjestelmän avulla tiilitalon rakentaminen on entistä rationaalisempaa. Järjestelmän runkona ovat ohutsaumamuurattavat Kahi-ponttiharkot. Isot kappaleet ja ohutsaumamuuraus nopeuttavat työtä. Näin yksilöllisen tiilitalon rakentaminen on myös hinnaltaan kilpailukykyistä. Mittatarkoista Kahi-harkoista ohutsaumamuurauksella syntyvät seinät on helppo tasoittaa.

Järjestelmää täydentävät valmiit aukkopalkit ja laastin levitykseen sopivat muurauskelkat. Rinnalla voidaan käyttää samaan mittajärjestelmään sopivia perinteisesti muurattavia Kahi-väliseinätiiliä.

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

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-väliseinäeharkko on tarkoitettu kantamattomiin seiniin, 130 mm leveä Kahi-runkopontti kantaviin seiniin ja 240 mm leveä Kahi-desibelipontti huoneistojen välisiin ääntä eristäviin seiniin. Pituusmitoiltaan ne soveltuvat 30 cm:n moduulimitaan ja korkeusmitoitukseltaan 20 cm:n moduulimitaan. Harkkojen päissä on pontit, jotka ohjaavat harkot asennettaessa paikalleen ja pystysaumot voidaan jättää ilman laastia. Poikkeuksena viisteharkko ja märkätilojen seinät, joissa laastia käytetään tarvittaessa myös pystysaumoissa, ks. kappale 3 Ohutsaumamuuraus.

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

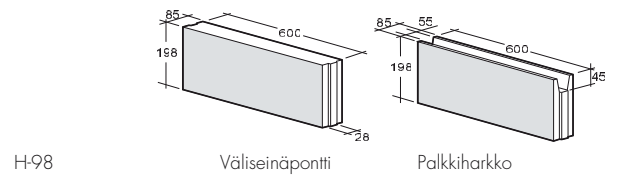
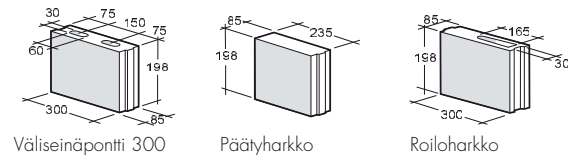
Taulukko 1

Kahi-harkot				
Tyypimerkintä ja mitat, mm (pituus x leveys x korkeus)	Menekki saumoiheen kpl/m ²	Keskipaino kg/kpl	Vetonit Ohutsaumamuurauslaasti V kg/kpl	
VÄLISEINÄPONTTI 300	300x85x198	17	8,0	0,10 ¹⁾
päätäharkko 235	235x85x198	5 kpl/m	7,1	0,10 ¹⁾
roiloharkko	300x85x198	5 kpl/m	7,5	0,10 ¹⁾
H=98	300x85x98	34	4,0	0,10 ¹⁾
VÄLISEINÄPONTTI	600x85x198	8,5	19,3	0,20 ¹⁾
palkkiharkko	600x85x198	1,67 kpl/m	17,0	0,20 ¹⁾
RUNKOPONTTI	300x130x198	17	12,3	0,20 ¹⁾
H=98	300x130x98	34	6,2	0,20 ¹⁾
päätäharkko	290x130x198		11,7	0,20 ¹⁾
puolikasharkko	140x130x198		5,5	0,10 ¹⁾
palkkiharkko	300x130x198	3,33 kpl/m	12,1	0,20 ¹⁾
roiloharkko	300x130x198	5 kpl/m	12,0	0,20 ¹⁾
dB48 Umpinainen	300x130x198	17	14,8	0,20 ¹⁾
VIISTEHARKKO	300x130x198	17	12,1	0,23 ²⁾
päätäharkko	280x130x198	5 kpl/m	11,2	0,23 ²⁾
puolikasharkko	150x130x198		6,0	0,12 ²⁾
VIISTETIILI	300x130x98	34	6,1	0,20 ²⁾
puolikastiili	150x130x98		3,1	1,10 ¹⁾
DESIBELIPONTTI	300x240x198	17	25,5	0,25 ¹⁾
H=98	300x240x98	34	12,7	0,25 ¹⁾
L=150	150x240x198	34	12,7	0,13 ¹⁾
FACADE 85	300x85x198	17	9,7	0,10 ¹⁾
FACADE 130	300x130x198	17	12,3	0,20 ¹⁾

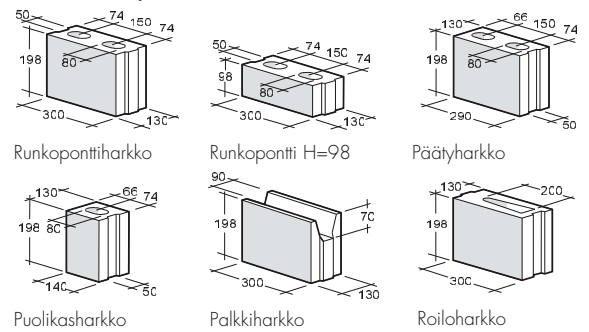
¹⁾ Vetonit Ohutsaumamuurauslaasti V, talviolosuhteissa Vetonit Pakkasohutsaumalaasti

²⁾ Vetonit Viisteharkkolaasti tai Vetonit Ohutsaumamuurauslaasti V

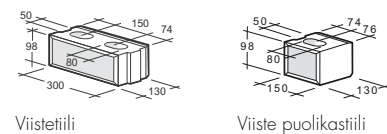
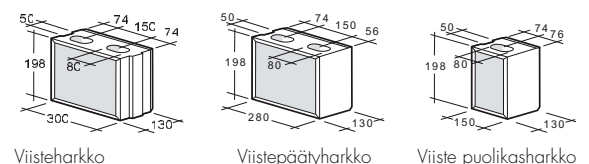
Kahi-väliseinäponti



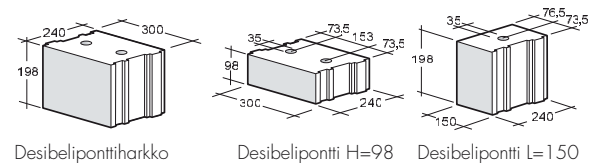
Kahi-runkopontti



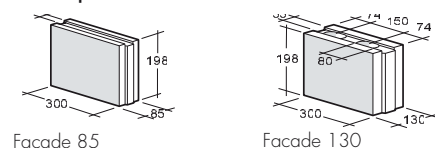
Kahi-viisteharkot ja -viistetiilet



Kahi-desibelipontti



Kahi-julkisivuharkot



2.2 Kahi-väliseinätiilet

Kahi-väliseinät voidaan muurata Kahi-harkoista tai vaihtoehtoisesti Kahi-tiilistä.

Muurattavia väliseinätiiliä voidaan käyttää myös harkkojen sovituskappaleina, korkeusmitoituksen soveltamiseksi aukko- tai huonekorkeuteen sopivaksi. Muurattavia 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 kalkkihiekkatiiliä käytetään yleensä väliseinien ja kantavien runkorakenteiden muurauksissa.

3. Roilotiilet

Roilotiilillä saadaan seinään kanavat esim. sähköjohtoja varten.

4. Kahi-valmistitiilipalkit ja palkkitiilet

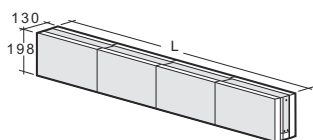
Kätevimmin kantamattomien seinien aukot ylitetään valmiiden Kahi-tiilipalkkien avulla. Palkki ei sellaisenaan ole kantava rakenneosana, vaan tiilipalkkieleменти ja sen päälle muurattut tiilikerrokset muodostavat yhdessä kantavan tiilipalkin. Haluttaessa seinien aukkojen ylitykset voidaan myös muurata työmaalla käyttämällä palkkitiiliä, joiden uriin tulee tarvittava rauditus.

5. Muototiilet

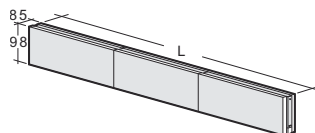
Muototiilillä voi elävöittää tiilirakenteita. Käyttökohteita ovat mm. muuratun rakenteen kulmat, aukkojen pielet jne. Kaaritiiliä valmistetaan kolmella eri säteellä ja niillä saadaan muurattua kaarevia seinäiä.

6. Julkisivutiilet

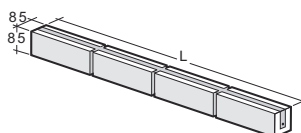
Kahi-julkisivutiiliä voidaan käyttää myös sisätiloissa haluttaessa puhtaaksimuurattuja, värillisiä tiiliseiniä. Kahi-julkisivu- ja väliseinätiilien koot ja muodonmuutosominaisuudet ovat toisiaan vastaavia, joten niitä voidaan käyttää myös samoissa rakenteissa. Julkisivutiiliä toimitetaan sileä-, miljöö (=harjattu), -lohko- ja rustiikkapintaisina. Toimitusvärejä ovat kvartsinvalkoinen, luonnonharmaa, pastelliharmaa, sininen, kaislankeltainen, hiekanruskea sekä pastelliruskea.



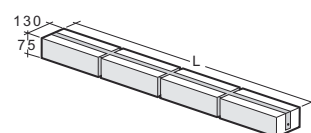
Kahi-runkopalkki RH3-12



Väliseinäpalkki VH pituus 1200/1500/1800/2400/3000/3300/3600 mm



Kahi-tiilipalkki MKH MT4-10



Kahi-tiilipalkki NKH NT4-10

Taulukko 2

Kahi-väliseinätiilet				
Tyyppimerkintä ja mitat, mm (pituus x leveys x korkeus)	Menekki saumoinen kpl/m ²	Keskipaino kg/kpl	Vetonit Muurauslaasti M100/600 kg/kpl	
NKH	270x130x75	42	4,9	1,4
palkkitiili	270x130x75	3,5 kpl/m	3,3	1,4
roilotiili	270x130x75	11,1 kpl/m	4,0	1,4
osatiili	270x130x35	74	2,3	1,2
osatiili	270x130x50	56	3,2	1,3
KH dB 52	270x198x75	42	7,5	2,1
MKH	285x85x85	35	3,9	1,0
palkkitiili	285x85x85	3,33 kpl/m	2,7	1,0
roilotiili	285x85x85	10 kpl/m	3,1	1,0

MUOTOTIILET				
NKH viistetty			4,6	1,4
NKH pyörästetty r 60			4,7	1,4
NKH pyörästetty r 130			4,5	1,4
NKH kulmatiili			3,6	1,4
NKH kaaritiili r 360			3,8	1,4
NKH kaaritiili r 720			4,6	1,4
NKH liitostiili r 720			4,8	1,4
NKH kaaritiili r 1800			4,6	1,4

2.3 Kahi-runkopalkit ja -tiilipalkit

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

Kantavissa seinissä käytetään Kahi-runkopalkkia, lyhenne RH

Kahi-runkopalkki on runkoponttiharkkojen mittoihin sovitettu palkki, joka valmistetaan valamalla harkkokuorten keskelle betoniydin.

Palkin korkeus on 198 mm, leveys 130 mm ja pituus 900–3600 mm 300 mm:n portain. Minimi tukipinta on 150 mm.

Kantamattomissa seinissä voidaan käyttää:

– Väliseinäponttiharkoista valmistettua **Väliseinäpalkkia** VH/VHR. Palkin korkeus on 198 mm, leveys 85 mm ja pituudet, 1200–3600 mm. Minimitukipinta on 100 mm.

– Runkoponttiharkoista valmistettuja putkitusreiällisiä **Kahi-runkopalkkeja, lyhenne RRH**. Palkin korkeus on 198 mm, leveys 130 mm ja pituudet 900–2100 mm, 300 mm:n portain.

– Modulkokoisista 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)

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

Taulukko 3

Kahi-runkopalkit ja -tiilipalkit			
Tyyppimerkintä ja mitat, mm (pituus x leveys x korkeus)		Aukko (mm)*	Paino (kg)
Runkopalkki RH Kantaviin seiniin			
RH3	900x130x198	600	48
RH4	1200x130x198	900	64
RH5	1500x130x198	1200	80
RH6	1800x130x198	1500	96
RH7	2100x130x198	1800	112
RH8	2400x130x198	2100	128
RH9	2700x130x198	2400	144
RH10	3000x130x198	2700	160
RH11	3300x130x198	3000	176
RH12	3600x130x198	3300	192
Runkopalkki RRH. EI kantaviin seiniin. Palkin kummassakin päässä reikä putkituksia varten			
RRH3	900x130x198	600	43
RRH4	1200x130x198	900	59
RRH5	1500x130x198	1200	75
RRH6	1800x130x198	1500	91
RRH7	2100x130x198	1800	107
Väliseinäpalkki EI kantaviin seiniin. VHR Palkin kummassakin päässä reikä putkituksia varten			
VHR4	1200x85x198	1000	42
VHR5	1500x85x198	1300	53
VHR6	1800x85x198	1600	63
VH8	2400x85x198	2200	84
VH10	3000x85x198	2800	110
VH11	3300x85x198	3100	121
VH12	3600x85x198	3400	132
NKH Tiilipalkki EI kantaviin seiniin			
NT4	1125x130x75	900	23
NT6	1695x130x75	1400	34
NT8	2265x130x75	2000	46
NT10	2835x130x75	2550	57
MKH Tiilipalkki EI kantaviin seiniin			
MT4	1185x85x85	900	18
MT6	1785x85x85	1500	27
MT8	2385x85x85	2100	36

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

3. Ohutsaumamuuraus

Ohutsaumamuuraus on menetelmä, missä mittatarkat Kahi-harkot tai tiilet muurataan noin 2 mm:n saumapaksuudella. Laastina käytetään erityisesti tähän tarkoitukseen kehitettyä Vetonit Ohutsaumalaasti V:tä tai talviolosuhteissa Vetonit Pakkasohutsaumalaastia. Laastia kuluu vain n. 2–4 kg neliölle ja se voidaan sekoittaa kätevästi porakonevispilällä työpisteessä. Näin aputyöt laastin valmistuksessa ja siirroissa ovat vähäisiä.

Ensimmäisen harkko- tai tiilikerroksen vaakasauma muurataan yleensä muurauslaastilla, jotta ohutsaumamuuraus lähtö saadaan oikeaan korkeuteen ja täysin suoraksi. Miitaheittoja ei ole mahdollista enää korjata ohutsaumamuurauksessa. Seinä saadaan oikealle paikalleen ja suoraksi normaaliin tapaan muurausjohtelankojen ja vesivaa'an avulla.

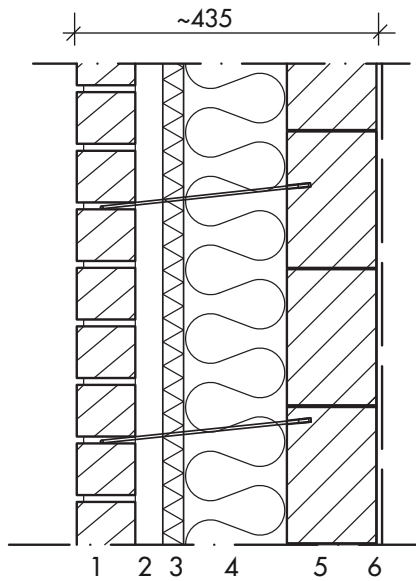
Ohutsaumamuurauslaasti V sekoitetaan puhtaaseen, huoneenlämpöiseen veteen pakkauksen ohjeen mukaisesti. Laastin levitykseen on saatavissa tähän tarkoitukseen kehitetty muurauskelkka. Toinen vaihtoehto on levittää laasti kampareunaisella lastalla.

Harkot asennetaan yleensä puolen harkon limitykseen ja pontatuissa päätysaumoissa ei käytetä laastia. Viisteharkkoseiniä sekä märkätilan seiniä ohutsaumamuurattaessa laastia käytetään myös pystysaumoissa silloin, kun seinän vedeneristeeksi tulee kaksinkertainen Vetonit kosteussulkukäsittely. Kun vedeneristeeksi tulee myös vedeneristysmassa, ei harkkojen pontatuissa pystysaumoissa välttämättä tarvita laastia. Mahdolliset linjavirheet oikaistaan naputelemalla varovasti vasaralla tai muurauslaastisauman avulla. Saumoista ylitse pursunut laasti poistetaan kauhalla. Talviolosuhteissa ohutsaumamuurausta voidaan tehdä -10°C asti, kun käytetään Vetonit Pakkasohutsaumalaastia tai lämmintä +25...+40°C laastia ja lämpimiä harkkoja. Kun lämpötila laskee -10°C...-15°C asteeseen on käytettävä Vetonit Pakkasohutsaumalaastia ja lämpimiä (> +5°C) harkkoja. Tämä voidaan tehdä suojaamalla letkat peitteellä ja käyttämällä lämminilmapuhallinta.

4. Seinärakenteet

4.1 Ulkoseinät

US 1



Tiiliverhottu Kahi-seinä

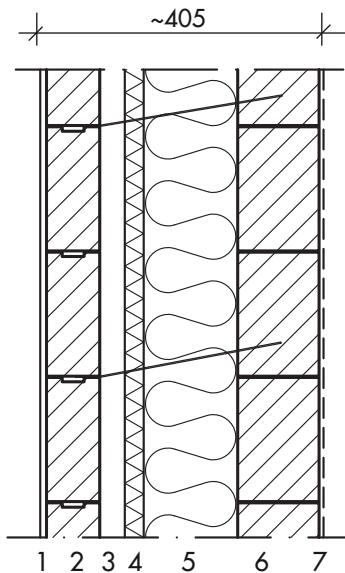
- 1 Julkisivumuuraus, 85 mm, muuraussiteet RST, 4 kpl/m²
- 2 Ilmarako 40 mm
- 3 Tuulensuojajeriste, min.villa RKL-Facade 30 mm, saumat teipataan
- 4 Mineraalivilla KL-32-150 mm
- 5 Ohutsaumamuuraus, Kahi-runkoponttiharkko 130 mm
- 6 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan

Lämmönläpäisykerroin: 0,17 W/m²K

Sisäkuoren palonkestoluokka: REI120 kantava, EI180 kantamaton

Ilmäänieristysluku: $R_w = 62$ dB
 $R_w + C_{tr} = 55$ dB

US 2



Rapattu Kahi Facade -harkoin verhottu Kahi-seinä

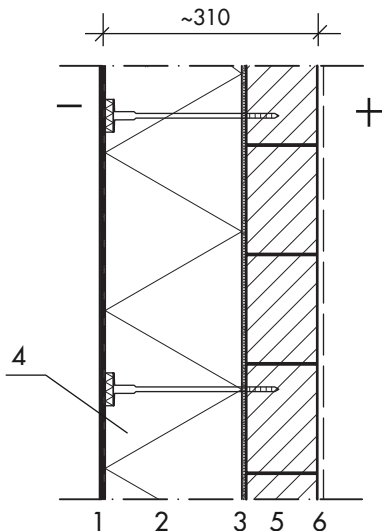
- 1 2 x Serpo 410 Ohutrappauslaasti + Serpo SilcoMaali + Serpo SilcoPinnoite tai 3 x Kahi Facade Pinnoite
- 2 Ohutsaumamuuraus, Kahi Facade -harkko 85 mm, muuraussiteet RST, 4 kpl/m²
- 3 Ilmarako ≥ 30 mm
- 4 Tuulensuojajeriste, mineraalivilla RKL-Facade 30 mm, saumat teipataan
- 5 Mineraalivilla KL-32-150 mm
- 6 Ohutsaumamuuraus, Kahi-runkoponttiharkko 130 mm
- 7 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan

Lämmönläpäisykerroin: 0,17 W/m²K

Sisäkuoren palonkestoluokka: REI120 kantava, EI180 kantamaton

Ilmäänieristysluku: $R_w = 62$ dB
 $R_w + C_{tr} = 56$ dB

US 3



SerpoTherm-eristerapattu Kahi-seinä

- n. 10 mm 1 Serpo 410 Ohutrappauslaasti + Serpo 397 lasikuituverkko (muovipääll.) + Serpo SilcoMaali ja -Pinnoite tai Serpo 430 Julkisivu- ja Hiertopinnoite tai Serpo 431 Piirtopinnoite
- 250 mm 2 250 mm EPS-levy, Thermisol EPS 60S SEINÄ tai Thermisol Platina Rappari
- n. 3 mm 3 Liimalaasti Serpo 410 Ohutrappauslaasti
- 4 Kiinnikkeet maxit STR U, 6 kpl/m² tarvittaessa
- 130 mm 5 Ohutsaumamuuraus, Kahi-runkoponttiharkko 130 mm
- 6 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan

Lämmönläpäisykerroin: 0,16 W/m²K (EPS 60S Seinä)

Lämmönläpäisykerroin: 0,13 W/m²K (Platina Rappari)

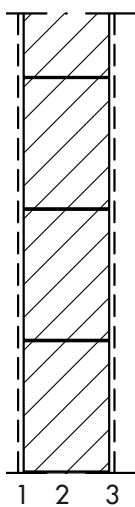
Sisäkuoren palonkestoluokka: REI120 kantava, EI180 kantamaton

Ilmäänieristysluku: $R_w = 47$ dB
 $R_w + C = 44$ dB
 $R_w + C_{tr} = 41$ dB

4.2 Huoneistojen sisäiset seinät

Kantavat väliseinät ohutsaumamuurataan 130 mm leveistä Kahi-runkoponttihakkoista (rakennetyyppi VS 1). Märkien tilojen seinät tehdään kosteusvaurioriskien välttämiseksi kivirakenteisina. Tähän tarkoitukseen on kehitetty Kahi-järjestelmä, jonka muodostavat 85 mm leveät väliseinäponttihakot ja erikoiskappaleina roilotiilet ja palkkiharkot. Myös muut huoneiden väliset seinät kannattaa tehdä Kahi-väliseinäponttihakkoista, kun halutaan levyrakenteita vankempaa ja paremmin ääntä eristävää seinää (rakennetyyppi VS 2).

VS 1



- 1 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan
- 2 Ohutsaumamuuraus, Kahi-runkoponttihakko rakennuselityksen mukaan, ohutsaumamuurauslaasti
- 3 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan

Liittymät muihin rakenteisiin rakennesuunnitelman mukaan

Ääneneristävyys:

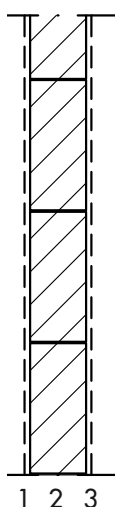
$R'w = 44$ dB molemmin puolin tasoitettuna *

Palonkestoluokka:

EI180 kantamaton
REI120 kantava

* $R'w = 48$ dB molemmin puolin tasoitettuna kun ohutsaumamuuraus on tehty Runkopontti dB48 Umpinainen harkkoista.

VS 2



- 1 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan
- 2 Ohutsaumamuuraus, Kahi-väliseinäponttihakko rakennuselityksen mukaan, ohutsaumamuurauslaasti
- 3 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan

Ääneneristävyys:

$R'w = 42$ dB molemmin puolin tasoitettuna

Palonkestoluokka:

EI60 kantamaton

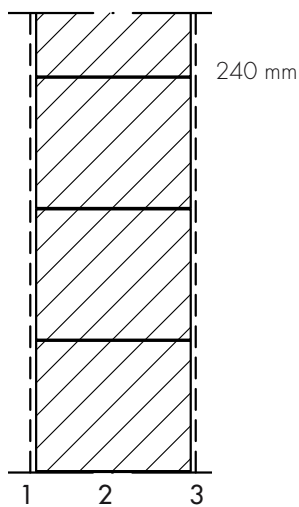
4.3 Huoneistojen väliset seinät

Asuintuoneistojen välillä edellytetään vähintään ilmaääneneristävyyttä $R'w = 55$ dB. Kätevimmin seinä tehdään ohutsaumamuurattavilla Kahi-desibeliponttihakkoilla, jolloin seinän paksuus on 240 mm (rakennetyyppi VS 3).

Jos halutaan selvästi vaatimustasoa parempaa ääneneristystä, seinä tehdään kaksinkertaisena runkoponttihakkoista.

Kun myös perustus halkaistaan väliseinän kohdalla, saavutetaan yli $R'w = 60$ dB ilmaääneneristävyyttä (rakennetyyppi VS 4).

VS 3



- 1 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan
- 2 Ohutsaumamuuraus, Kahi-desibeliponttihakko rakennuselityksen mukaan, ohutsaumamuurauslaasti
- 3 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan

Liittymät muihin rakenteisiin rakennesuunnitelman mukaan

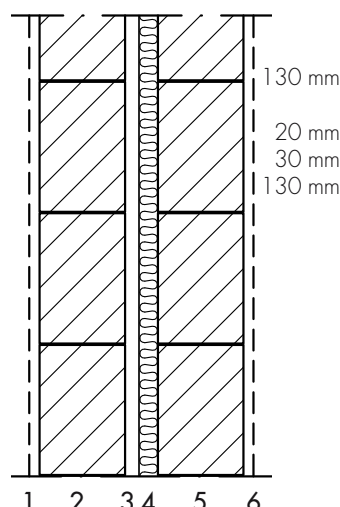
Ääneneristävyys:

$R'w = 55$ dB molemmin puolin tasoitettuna

Palonkestoluokka:

EI240 kantamaton
REI240 kantava
EI-M90 kantamaton
REI-M90 kantava
(SFS-EN 1996-1-2 Eurokoodi6)

VS 4



- 1 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan
- 2 Ohutsaumamuuraus, Kahi-runkoponttihakko rakennuselityksen mukaan
- 3 Työvara
- 4 Mineraalivilla, ryhmä 01.045
- 5 Ohutsaumamuuraus, Kahi-runkoponttihakko rakennuselityksen mukaan, ohutsaumamuurauslaasti
- 6 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan

Ei käytetä muuraussiteitä

Ääneneristävyys:

$R'w = 56$ dB tasoitettuna yhtenäistä perustusta käyttäen
 $R'w = 64$ dB tasoitettuna halkaistua perustusta, syvyys ≥ 400 mm käyttäen

Yhden kuoren palonkestoluokka:

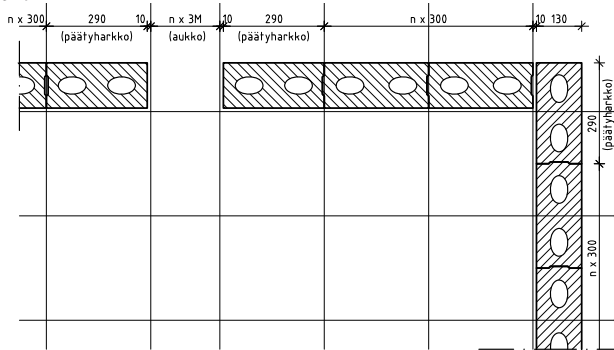
EI180 kantamaton
REI120 kantava

5. Moduulimitoitus

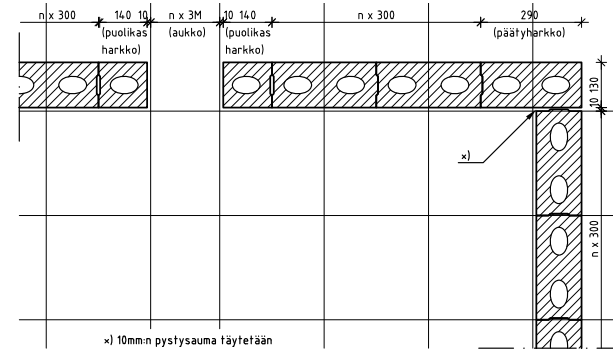
Moduulimitoitus helpottaa kokonaisuuden suunnittelua karsimalla tarpeettomia mittavaihteluita ja varmistaa, että esivalmisteiset osat sopivat niille varattuihin tiloihin ja aukkoihin. Moduulimitat ovat liittymismittoja ja ne ilmoittavat paikalleen asennettujen rakennustarvikkeiden mitat sauman keskeltä keskelle. Kahi-harkot ovat moduulimitoitettuja ja rakenteiden mittojen huolellinen suunnittelu vähentää oleellisesti harkkojen paloitustarvetta. Kahi-harkkojen mitoituksessa käytetään vaakasuunnassa 3M-moduulijakoa (300 mm) ja ½-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

1. varvi

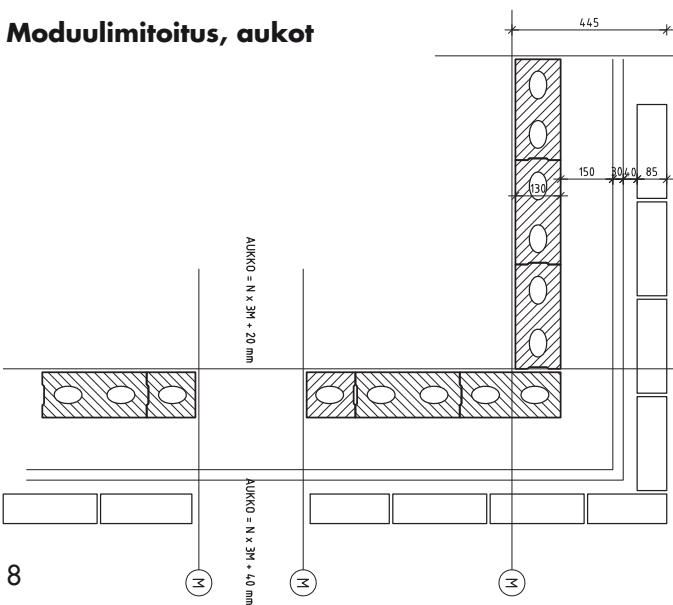


2. varvi



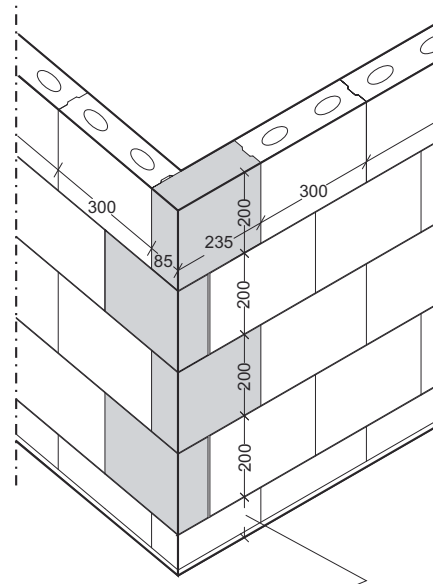
x) 10mm:n pystysauma käytetään muurauslaastilla M100/100 tai jäykällä ohutsaumamuurauslaastilla

Moduulimitoitus, aukot



Väliseinäpönttihakkomuurauksessa ulkokulmassa käytetään 235 mm pituisia väliseinäpöntti päätyharkkoja, jolloin seinä etenee ½-harkon vaakalimityksellä.

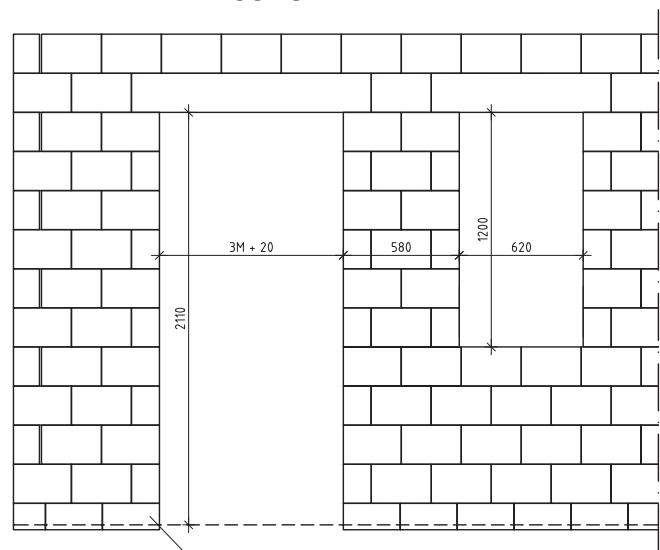
Väliseinäpönttihakkojen mitoitus



Aloituskappale työstetään vsp-harkosta sopivan korkeiseksi huonekorkeuden mukaan. 235 mm:n päätyharkkoa ulkokulmassa käyttäen, tulee automaattisesti ½ -kiven limitys.

Pystysuunnassa Kahi-harkkojen moduulijako on 2M (200 mm). Ensimmäinen harkkokerros muurataan yleensä Vetonit Muurauslaastilla M100/600 siten, että se saadaan täysin suoraksi. Jos rungon muuraus lähtee lattian yläpinnan tasolta, voidaan aloitus muurata 98 mm korkealla harkolla korkeusmitoituksen sovittamiseksi esimerkiksi 2100 mm:n ovikorkeuteen sopivaksi. Myös 75 mm korkeaa NKH (270x130x75) mm väliseinätiiltä tai 35 mm korkeaa NKH (270x130x35) osatiiltä voidaan käyttää aloituskappaleina, lattiapinnan tasosta riippuen.

Moduulimitoitus, pystymitoitus



Korkeus	Leveys
35	270
75	270
98	300

ALOITUSKAPPALEIDEN KORKEUDET :
35, 75, JA 98 LIIMATEN TAI MUURATEN LAASTILLA

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

6. Rakenteiden mitoitus

6.1 Mitoitusmenetelmät ja suunnitteluperusteet

Tässä oppaassa on esitetty RakMk B8:n mukainen mitoitus tapa, jossa rakenteet mitoitetaan rajatilamenettelyllä. Rajatilamenetelmän rajatilat ovat murtorajatila ja käyttörajatila. Murtorajatilassa osoitetaan, että laskentalujuuksien avulla laskettu rakenteen tai poikkileikkauksen kestävyys on vähintään laskentakuormista määritetyn rasituksen suuruinen. Käyttörajatilassa tarkistetaan, että ominaislujuuksien ja ominaiskuormien mukaan lasketut rakenteen halkeamat ja muodonmuutokset ovat hyväksyttävissä rajoissa.

6.2 Yleiset suunnitteluperusteet

Rakennuksen runko ja siihen kuuluvat muuratut rakenteet suunnitellaan siten, että saavutetaan riittävä kokonaisvakavuus. Tiilirunkoisessa rakennuksessa kantavia pystyrakenteita ovat muuratujen ulkoseinien sisäkuoret sekä tarvittaessa myös kantavat väliseinät ja pilarit. Jäykistävinä rakenteina käytetään levyinä toimivia väli- ja yläpohjia sekä poikittaisia väliseiniä. Rakenteita voidaan tarkastella kehärakenteina, mutta yleensä riittää RakMk B8:ssa esitetty likimääräismenetelmä, jossa rakenneosia tarkastellaan erillisinä otaksumalla niiden tuentatapa nivelelliseksi. Mitoituksessa käytettävät laskentakuormat määritetään RakMk B1 Rakenteiden varmuus ja kuormitukset mukaan.

Tiilirakenteiden hyvän puristuslujuuden ansiosta muuratut seinät ja pilarit voivat kantaa suuria pystykuormia. Vaakavoimat aiheuttavat tiiliseinään leikkausrasitusta. Tiilirakenteet mitoitetaan pääosin pitkäaikaisesta vetorasituksesta kestävämmän. Vetorasitukselle alttiissa kohdissa vedon syntyminen estetään rakenteen muotoilulla ja pystykuormituksen suunnittelulla. Tiilirakenteen vetolujuutta käytetään hyväksi vain mitoittaessa rakennetta tuuli- ja kaidekuormille.

Runkoon kuuluvat seinät limitetään toisiinsa nurkissa tai ne sidotaan toisiinsa ns. reikänauhoilla vähintään joka toisessa saumassa. Myös työn aikaisesta rakenteiden vakavuudesta on huolehdittava ja mahdollinen tuulen aiheuttama seinien kaatumisen on estettävä käyttämällä tarvittaessa vinotukia.

Kantamattomat seinät

Kantamattomat seinät erotetaan yläpuolisista rakenteista riittävällä liikevaralla. **Seinät limitetään toisiinsa nurkissa ja sidotaan runkoon 0,7–0,8 mm paksuilla ns. reikänauhoilla vähintään joka kolmannessa saumassa riittävän vakavuuden saavuttamiseksi.** Tavanomaista korkeammilla ja pidemmällä seinillä saattaa olla tarpeen järjestää myös yläreunan sivuttaistuenta. Kun halutaan hyvä ääneneristys, liitosten tiiviys varmistetaan elastisella saumausmassalla.

6.3 Ominaisuudet

6.3.1 Lujuusluokat

Taulukko 4 Kahi-tiilien ja -harkkojen sekä Vetonit-laastien lujuusluokat (MPa)

	Lujuusluokka
Kahi-tiilet ja -harkot	15/20
Muurauslaasti M100/600	5
Kahi-laasti	7,5
Ohutsaumurauslaasti	15

¹⁾ Kahi-harkkojen normaali lujuusluokka on 15. Poikkeuksena ovat kanta-viin seinäin tarkoitetut väliseinätiilet sekä runko- ja desibeliharkot, joiden normaali lujuusluokka on 20. Tilauksesta toimitetaan luonnonharmaita normaalikokoisia (NKH) tiiliä lujuusluokkaa 30.

6.3.2 Ominaislujuudet

Muurin lujuuteen vaikuttavat tiilien ja harkkojen sekä laastin lujuusluokat ja limitystapa, sauman paksuus ja etenkin työn suoritus. Luon- teensa vuoksi muuratulla rakenteella on erilaiset lujuusominaisuudet eri suuntiin. Taulukoissa 5 esitetyt arvot edellyttävät, että muurin saumat täytävät ohjeiden vaatimukset.

Taulukko 5 Normaali Kahi-tiili- ja -harkkomuurin lujuuksien ominaisarvoja (MN/m²)

Normaali Kahi-tiili- ja harkkomuurin lujuuksien ominaisarvoja (MN/m ²)	Tiili, lujuusluokka 20 Laasti Vetonit M100/600, lujuusluokka M5 ¹⁾	Tiili, lujuusluokka 20 Laasti Vetonit Kahi-laasti, lujuusluokka M7,5 ¹⁾	Harkko, lujuusluokka 20 Laasti Vetonit Ohutsaumamurauslaasti, lujuusluokka M15 ¹⁾
Puristuslujuus f_{ck}	4,5	5,5	6,0
Taivutusvetolujuus			
– vaakasaumojen suuntaisessa murtotasossa f_{vk1}	0,15	0,15	0,20
– vaakasaumojen suuntaa vastaan kohtisuorassa, täysi pystysauma f_{vk2}	0,45	0,45	0,60
– vaakasaumojen suuntaa vastaan kohtisuorassa tasossa $f_{vk2'}$ laastiton pystysauma	0,31	0,31	0,42
Leikkaustartuntalujuuden ominaisarvo ilman sauman tasoa vastaan kohtisuoran puristusjännityksen vaikutusta f_{vo}			
– täysi pystysauma	0,16	0,16	0,31
– laastiton pystysauma	0,07	0,07	0,07

¹⁾ Muiden lujuusyhdistelmien ominaisuudet on esitetty RakMK osassa B 8 Tiilirakenteet. Muurin vetolujuutta voidaan yleensä käyttää hyväksi vain mitoittaessa rakennetta tuuli- ja kaidekuormille.

6.3.3 Muodonmuutosominaisuudet

Taulukossa on esitetty Kahi-rakenteiden fysikaalisia- ja muodonmuutosominaisuuksia. Koostumuksesta johtuen Kahi-kappaleet ovat mittatarkkoja ja ympäristöolosuhteiden aiheuttamat muodonmuutokset ovat niissä pieniä.

Taulukko 6

Kahi-tiiltien ja -harkkojen aineominaisuuksia	Tiili/laasti 20/M5-7,5	Harkko/Ohutsauma-muurauslaasti 20/M15
Tiheys kg/m ³	1700-1900	1500-1650
Kimmokerroin MPa		
- lyhytaikainen	4400	4800
- pitkäaikainen	1800	1800
Kosteudenmuutos mm/m	0,2	0,15
Lämpötilakerroin °C ⁻¹	8*10 ⁻⁶	8*10 ⁻⁶
Vedenimunoisuus kg/m ² min	1-2	1-2
Vedenimukyky %	10-17	10-17
Vedenimuluokka	2	2
Lämmönjohtavuus λn W/m K	0,95	0,95
Ominaislämpö kJ/kg °C	0,84	0,84

6.3.4 Rakenteiden varmuus

Murtorajatilatarkasteluissa käytettävät laskentalujuudet saadaan jakamalla ominaislujuudet aineiden osavarmuuskertoimilla.

Taulukko 7 Aineiden osavarmuuskertoimet

	Murtorajatila	Käyttörajatila
Muuri	2,0 ¹⁾	1,0
Raudoite	1,20	1,0
Teräsiteet	1,20	1,0
Ankkurointi	2,0 ¹⁾	1,0

¹⁾ SFS-käsikirjan kategorian 1 muuraukset

6.4 Puristuskestävyys

Kantavan tai jäykistävän seinän nimellispaksuus on vähintään 85 mm enintään kaksikerroksisissa ja vähintään 120 mm sitä useampikerroksisissa rakennuksissa. Pilarin poikkileikkausalan tulee olla vähintään 50 000 mm². RakMk B8:n hoikkusuvaatimukset $\lambda \leq 27/30$ johtavat käytännössä siihen että normaalkorkuisissa kantavissa seinissä tulee käyttää vähintään 130 mm leveää runkoponttiharkkoa. Pystykuormitettujen Kahi-seinien mitoituksessa voidaan käyttää oheisen taulukon 8 mukaisia valmiiksi laskettuja puristuskestävyyden arvoja. Rakenteen mitoitusepäkeskisyyttä lasketaan kaavalla:

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

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

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

Taulukko 8 Kahi tiili- ja harkkoseinien puristuskestävyyksiä N_u (kN/m)

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

¹⁾ Sivusiirtymättömien 130 mm leveiden Kahi-seinien maksimikorkeudet ovat kantavissa palonkestovaatimuksen omaavissa seinissä 3,51 m ja kantavissa ei-palonkestovaatimusta omaavissa seinissä 3,90 m. Tätä korkeampien kantavien runkoponttiharkko- ja tiiliseinien toteuttaminen edellyttää RakMk B8:n kohdan 3.4.1.4 mukaisten poikittaistukien käyttöä. Poikittaistukina toimivat jäykistävät seinät ovat kantavia rakenteita ja ne voidaan mitoittaa kohdan 6.8 mukaisesti.

Laskentaesimerkki 1:

Ontelolaattaväli pohja tukeutuu 2800 mm korkealle runkopontti-harkkoseinälle 80 mm verran, ja siltä tulee seinän yläpäähän laskentakuormaa 30 kN/m. Seinän yläpäähän kohdistuu lisäksi keskeistä kuormaa ylemmistä kerroksista 50 kN/m.

Ontelolaatalta tulevan kuorman epäkeskisyyttä:

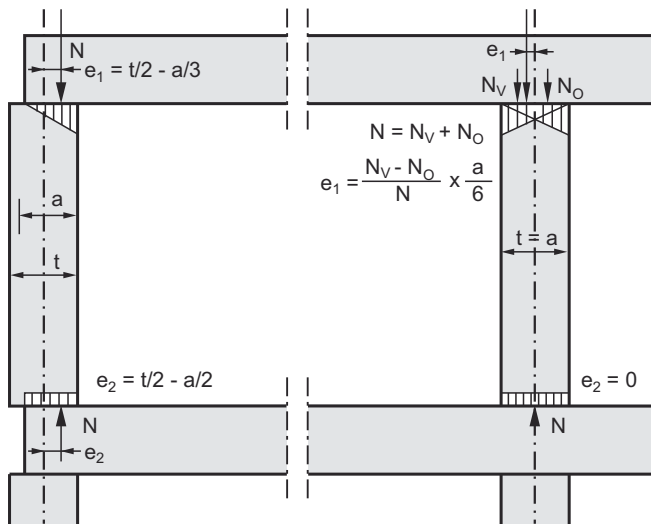
$$e_{d1} = 0,6 (130 \text{ mm}/2 - 80 \text{ mm}/3) = 23 \text{ mm.}$$

Kokonaisepäkeskisyyttä:

$$e_d = (30 * 23 + 50 * 0) / (30 + 50) = 8,6 \text{ mm} = 0,066 \text{ t.}$$

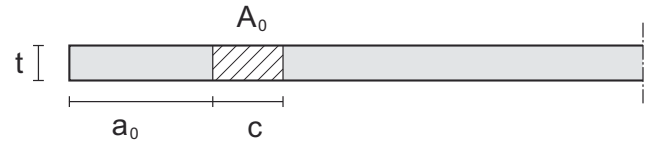
Taulukosta interpoloimalla saadaan seinän kuormituskestävyydeksi: $N_u = 89 \text{ kN/m}$. Seinä kestää laskentakuormituksen 80 kN/m.

Kuva A Pystykuorman epäkeskisyyden laskenta.



6.5 Paikallinen puristuskestävyys

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



Taulukko 9

t (mm)	c (mm)	a_{0min} (mm)	N_{RU} (kN)	a_{0max} (mm)	N_{RU} (kN)
Tiili 130 mm M100/600 20/M5	25	20	6	125	9
	50	7,5	12	250	17
	75	0	17	375	26
	100	0	23	500	35
	125	0	29	625	44
	150	0	35	750	52
	175	0	41	875	61
	200	0	47	1000	70
	225	0	52	1125	78
	≥275	0	60	1375	91
Harkko 130 mm, Ohutsaama- muurauslaasti 20/M15	25	20	8	125	12
	50	8	16	250	23
	75	0	23	375	35
	100	0	31	500	46
	125	0	39	625	58
	150	0	46	750	70
	175	0	54	875	81
	200	0	62	1000	93
	225	0	70	1125	105
	≥275	0	81	1375	121
Harkko 240 mm Ohutsaama- muurauslaasti 20/M15	25	48	19	125	24
	50	35	34	250	48
	75	23	49	375	72
	100	10	65	500	96
	125	0	80	625	120
	150	0	96	750	144
	175	0	112	875	168
	200	0	128	1000	192
	225	0	144	1125	216
	250	0	160	1250	240
	275	0	176	1375	264
	300	0	192	1500	288
	325	0	208	1625	312
	350	0	224	1750	336
	375	0	240	1875	360
≥400	0	256	2000	384	

Esimerkki:

Kahi-runkoponttiharkkoseinän (leveys 130 mm, ohutsaamumuurauslaasti) päälle halutaan sijoittaa 75 mm leveä paikallinen kuorma 100 mm etäisyydelle seinän päästä. Interpoloimalla saadaan harkkoseinän paikalliseksi puristuskestävyydeksi $N_{RU} = (100/375) \times (35-23) + 23 = 26,2$ kN.

6.6 Mitoitus vaakakuormille

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

6.6.1 Väliseinien mitoitus vaakakuormille

Väliseiniin kohdistuvia vaakakuormia ovat esimerkiksi tuuletustilanteen tuulenpaine sekä kaidevoima. Kuvissa 1–4 on esitetty raudoittamattomien kalkkihiekkaharkko ja -tiiliseinien enimmäismittoja eri seinäpaksuuksille ja tuentatavoille tuulenpaineella $q_{wd} = 0,32 \text{ kN/m}^2$.

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

Vaihtoehto 1.

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

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

jossa

q_{wd} = tuulenpaineen laskentakuorma.

Vaihtoehto 2.

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

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

jossa

t = seinän paksuus

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

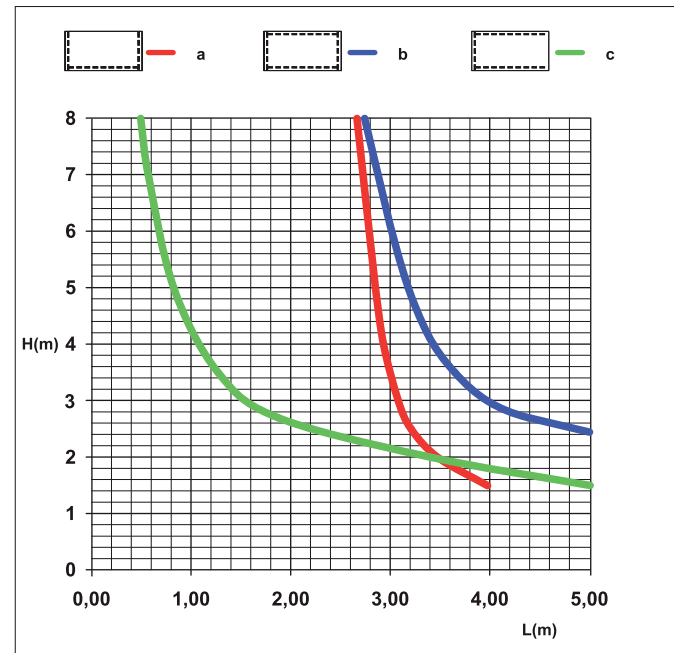
α = korkeuden ja pituuden suhteesta ja pysty- ja vaaka suuntaisen taivutusvetolujuuden suhteesta riippuva momenttikerroin, joka saadaan esim. prEN 1996-1-1 taulukoista

q_{wd} = tuulenpaineen laskentakuorma

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

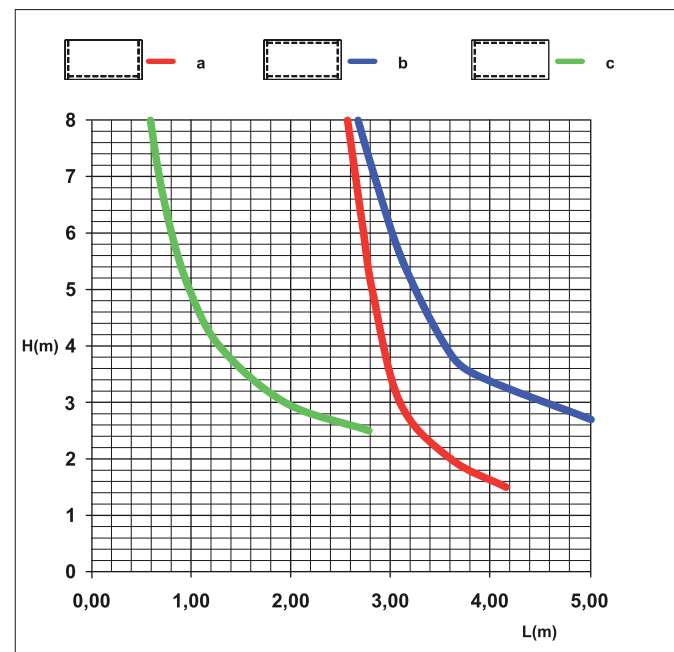
85 mm:n MKH-väliseinän enimmäismitat eri tuenta-tapauksissa tuulikuormalle $q_d = 0,32 \text{ kN/m}^2$

Kuva 1 MKH-väliseinien enimmäismitat



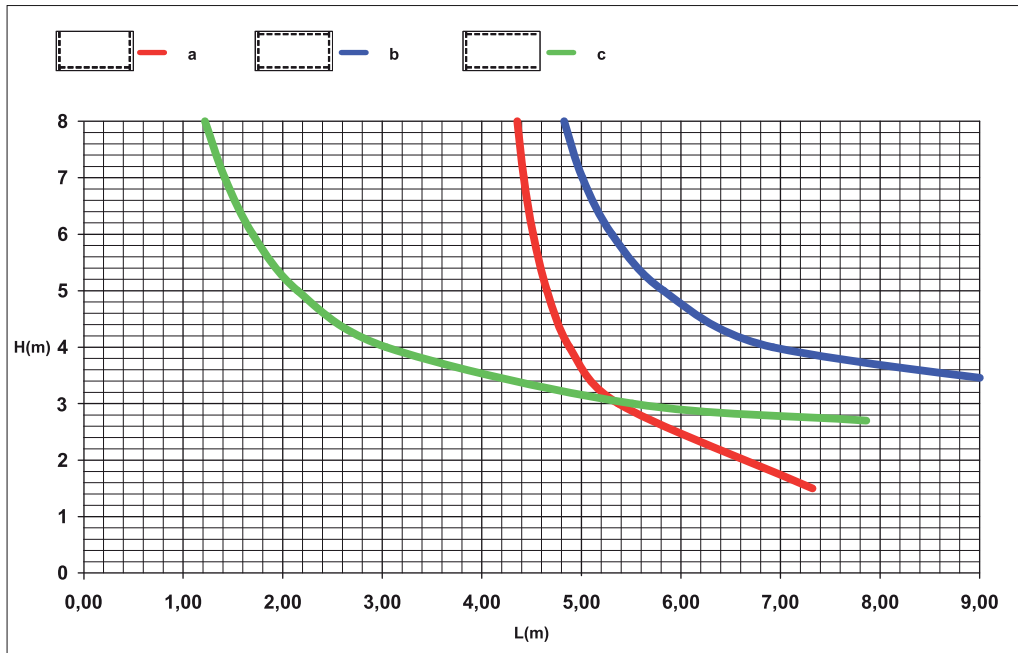
85 mm:n Väliseinäpönttiharkko-väliseinän enimmäismitat eri tuentatapauksissa tuulikuormalle $q_d = 0,32 \text{ kN/m}^2$

Kuva 2 Väliseinäpönttiharkkoseinien enimmäismitat



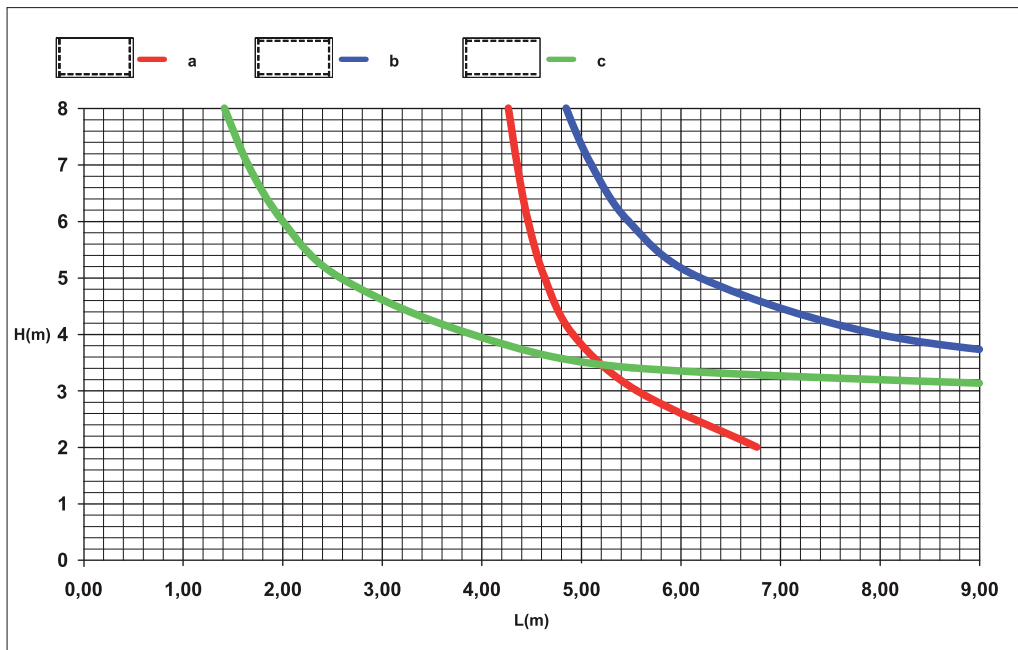
**130 mm:n NKH-väliseinän enimmäismitat eri tuentatapauksissa
tuulikuormalle $q_d = 0,32 \text{ kN/m}^2$**

Kuva 3 NKH-kahiväliseinien enimmäismitat



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

Kuva 3 Runkoponttiväliseinien enimmäismitat



6.6.2 Kuorimuurin mitoitus vaakakuormille.

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

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

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

Normaalin ruostumattomasta tai kuumasinkitystä teräksestä valmistetun halkaisijaltaan 4 mm muuraussiteen vetokestävyytenä käytetään laskenta-arvoa 0,8 kN ja puristuskestävyytenä laskenta-arvoa 0,4 kN, kun käytetyn laastin puristuslujuusluokka on M5. Muuraussiteiden ankkurointi muihin kuin muurattuihin rakenteisiin suunnitellaan kyseisiä rakenteita ja käytettävää sidetyyppejä koskevien ohjeiden mukaan.

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

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

jossa

l = muuraussiteen vapaa pituus

\varnothing_d = muuraussiteen halkaisija

H = kuorimuurin korkeus.

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

6.7 Korkeiden ulkoseinien mitoittaminen

Korkeat Kahi-ulkoseinät on normaalisti tuettava korkeussuunnassa enintään 3,5 metrin välein vaakatuilla, kuten palkeilla tai välipohjilla. Tätä korkeampien yhtenäisten tilojen toteuttaminen on mahdollista käyttämällä seinärunkona 240 mm leveitä Kahi-desibeliharkkoja taikka tukemalla Kahi-runkoponttiharkkoseinää poikkaisilla tukiseinillä tai teräspilareilla, jolloin voidaan käyttää RakMK B8:n kohdan 3.4.1.4 mukaisia alennettuja seinän nurjahduspuutuuksia.

Taulukossa 10 on esitetty Kahi-runkoponttiharkkoseinää teräspilareilta eri seinän korkeuksilla ja pilariväleillä vaadittavat dimensiot. Korkeiden ulkoseinien jäykistäminen teräspilareilla on esitetty myös detailjiirroksissa F240534–F240537. Laskelmissa katto on oletettu jäykistetyksi levyksi, jolloin rakenne on myös yläreunastaan tuettu ja vaakakuormat siirtyvät päätyseinille. Katolta tulevat pystykuormat siirtyvät tällöin palkkien välityksellä teräspilareille.

6.8 Jäykistävien seinien mitoitus

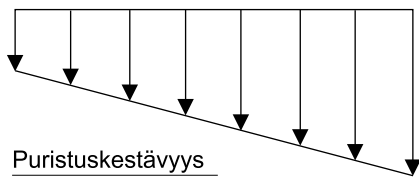
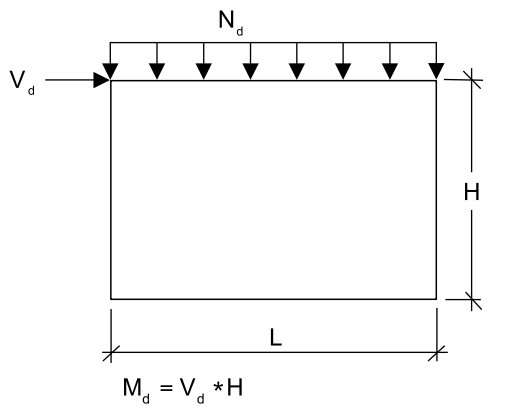
Jäykistäviin seiniin kohdistuu pystykuormituksen lisäksi seinän tason suuntaista vaakakuormitusta esimerkiksi ulkoseiniltä, joita ne tukevat. Seinien kestävyys tarkistetaan vaakakuormalle, joka on vähintään 0,5 % tasolta siirtyvästä pystykuormasta. Jäykistävät seinät mitoitetaan niiden tason suuntaisen vaakakuorman aiheuttamalle leikkaukselle sekä pystykuorman aiheuttamalle puristukselle. Lisäksi suoritetaan tarvittaessa seinän tason suuntainen taivutustarkastelu. Puristuskestävyys tarkastetaan kaavalla 2, leikkaukskestävyys kaavoilla 3 ja 4 sekä taivutuskestävyys kaavoilla 5 ja 6. Mitoittavat kuormitusyhdistelmät on esitetty kuvassa 6.

Taulukko 10 Tukina toimivien putkipalkkiteräspilareiden minimidimensiot, Kahi runkoponttiharkkoseinä.

L_{\max} = vastakkaisten kantavien ulkoseinien etäisyys $\geq 21,6$ m, ellei muuta ole mainittu.

	Tukiväli $\leq 1,8$ m	Tukiväli $\leq 2,4$ m	Tukiväli $\leq 3,0$ m	Tukiväli $\leq 3,6$ m	Tukiväli $\leq 4,2$ m
Seinän korkeus $\leq 5,0$ m	Pilari 90 x 90 x 5	100 x 100 x 5	100 x 100 x 6 ($L_{\max} \leq 16,8$ m) 100 x 100 x 8	100 x 100 x 8 ($L_{\max} \leq 19,2$ m) 120 x 120 x 6	100 x 100 x 8 ($L_{\max} \leq 12,0$ m) 120 x 120 x 6
Seinän korkeus $\leq 6,0$ m	100 x 100 x 6	100 x 100 x 8	120 x 120 x 6	120 x 120 x 8	120 x 120 x 8 ($L_{\max} \leq 16,8$ m) 120 x 120 x 10
Seinän korkeus $\leq 7,0$ m	100 x 100 x 6 ($L_{\max} \leq 12,0$ m) 100 x 100 x 8	120 x 120 x 6 ($L_{\max} \leq 19,2$ m) 120 x 120 x 10	120 x 120 x 8 ($L_{\max} \leq 19,2$ m) 120 x 120 x 10	140 x 140 x 8	140 x 140 x 8

Kuva 6 Jäykistävän seinän kuormitus

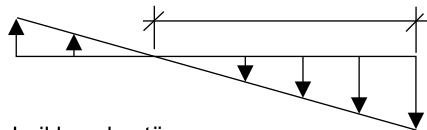


Puristuskestävyys

- max N_d
- max V_d

Kaava 2

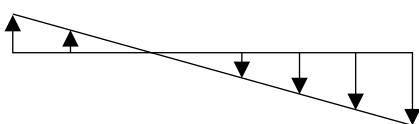
$$L_e = L - 2 \times \frac{V_d \times H}{N_{dmin}}$$



Leikkauskestävyys

- min N_d
- max V_d

Kaavat 3 ja 4



Taivutuskestävyys

- min N_d
- max V_d

Kaavat 5 ja 6

$N_u \geq N_d + \frac{6}{L} \times M_d$	(2)	joissa N_u = puristuskestävyys V_u = leikkauskestävyys M_u = taivutuskestävyys N_d = pystykuormituksen laskenta-arvo M_d = seinän tason suuntaisen kuorman aiheuttaman taivutusmomentin laskenta-arvo t = seinän paksuus f_{vd} = harkkomuurin leikkauslujuus f_{ctd} = harkkomuurin taivutusvetolujuus
$V_u > V_d$	(3)	
$V_u = t \times L_e \times f_{vd} + 0,5 \times N_d < 1,5 \times t \times L_e \times f_{ctd}$	(4)	
$M_u \geq M_d - \frac{L}{6} \times N_d$	(5)	
$M_u = \frac{t \times L^2}{6} \times f_{ctd}$	(6)	

6.9 Liikuntasaumamat

Lämpö- ja kosteusolosuhteiden muutosten, kuormitusmuutosten sekä rakenteen viruman vuoksi kuorimuuriin syntyy jännityksiä. Kuorimuuri jaetaan pysty- ja tarvittaessa myös vaakasuuntaisilla liikuntasaumavälillä sellaisiin osiin, että syntyvät muodonmuutokset eivät aiheuta muuriin halkeamia.

Kuorimuurin pystysuuntaisten liikuntasaumojen enimmäisväleiksi on kehitetty suosituksia, jotka perustuvat käytännön kokemukseen. Aukollisen Kahi-kuorimuurin maksimiliikuntasaumaväli on noin 8–10 metriä. Korkeissa aukottomissa kuorimuureissa voidaan käyttää edellä esitettyjä pidempiä liikuntasaumavälejä. Liikuntasaumaväliä voidaan myös kasvattaa raudoittamalla kuorimuuri. Kutistumaraudoitusta tulee käyttää myös lyhyillä liikuntasaumaväleillä, jos kuorimuurissa on merkittäviä heikkouskohtia. **Esitteissä 6-12 Pientalon julkisivumuuraus -työohje ja 6-80 Kahi Facade -harkkojulkisivu Suunnittelu- ja työohje**, on esitetty tarkemmat ohjeet puhtaaksimuurattavien sekä rapattavien kalkkihiekkatiili ja -harkkojulkisivujen raudoituksen suunnitteluun.

Tiiliväliseinät voidaan tehdä usein myös taipuvalle alustalle kuten ontelolaatalle. Tämä lisää liikuntasaumojen tarvetta. Esimerkiksi taipumattomalla alustalla olevan yhtenäisen Kahi-väliseinän liikuntasaumaväli on rajattu lämpö- ja kosteusliikkeiden vuoksi korkeintaan 20 metriksi. Taipuvien alustojen päällä oleviin laatan suuntaisiin väliseiniin on tehtävä edellisen lisäksi liikuntasauvoja kriittisiin kohtiin kuten laatan jännevälän keskialueelle. Liikuntasaumamat sijoitetaan myös kohtiin joissa perustustapa muuttuu esimerkiksi maanvaraisesta perustuksesta kantavaksi laataksi.

Liikuntasaumamat tehdään

- 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 massivilaattojen päältä lähteviin laatan suuntaisiin seinäin jännevälän keskialueelle.
- Maanvarainen perustus muuttuu kantavaksi laataksi tai palkiksi.
- Laataston ja seinän yläreunan väliin painumavara ja joustava liitos.

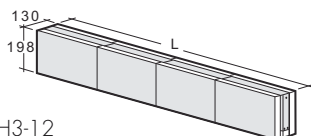
Irrotuskaista

Seinän ja perustuksen tai laatan väliin sijoitetaan irrotuskaistaksi esim. bitumikermi. Irrotuskaista toimii samalla vaakasuuntaisena liikuntasaumana.

6.10 Aukkojen ylitykset

6.10.1 Kantavat seinät

Kantavissa Kahi-harkko- ja -tiiliseinissä olevat aukot voidaan ylittää Kahi Runkopalkkeilla, rakennesuunnittelijan mitoittamilla betonipalkkeilla sekä teräsprofiileilla. Taulukossa 11 on esitetty Kahi-runkopalkkien kuormituskestävyydet.



Runkopalkki RH3-12

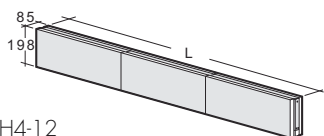
Taulukko 11

Palkin tunnus	Palkin pituus (mm)	Aukon leveys (mm)	Kuormituskestävyys q_w (kN/m)	
			1 palkki	2 palkkia päällekkäin
RH3	900	600	73	110
RH4	1200	900	49	73
RH5	1500	1200	36	55
RH6	1800	1500	29	44
RH7	2100	1800	20	36
RH8	2400	2100	15	30
RH9	2700	2400		23
RH10	3000	2700		18
RH11	3300	3000		15
RH12	3600	3300		12

Minimitukipinta 150 mm. Tarvittaessa aukkojen yläpuolella käytetään kahta palkkielementtiä päällekkäin.

6.10.2 Ei-kantavat seinät

Ei-kantavissa Kahi väliseinissä ja kuorimuurauksissa olevat aukot voidaan ylittää Kahi valmispalkeilla sekä työmaalla tiilistä ja harkoista muurattavilla palkeilla. Kahi-väliseinäpalkit (seinän leveys 85 mm) ja RRH-runkopalkit (seinän leveys 130 mm) riittävät sellaisinaan kannattamaan aukkojen yläpuolisen muurauksen.



Väliseinäpalkki VH4-12

Taulukko 12 Väliseinäpalkki EI kantaviin seiiniin. VHR Palkin kummassakin päässä reikä putkituksia varten.

Tyyppi-merkintä	Mitat mm (pit. x lev. x kork.)	Aukko (mm)*	Paino (kg)
VHR4	1200x85x198	1000	42
VHR5	1500x85x198	1300	53
VHR6	1800x85x198	1600	63
VH8	2400x85x198	2200	84
VH10	3000x85x198	2800	110
VH11	3300x85x198	3100	121
VH12	3600x85x198	3400	132

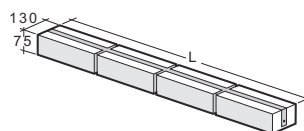
Minimitukipinta 100 mm. Väliseinäpalkit riittävät sellaisinaan kannattamaan yläpuolisen muurauksen painon kantamattomissa väliseinissä.

Taulukko 13 Runkopalkki RRH EI kantaviin seiiniin. Palkin kummassakin päässä reikä putkituksia varten.

Tyyppi-merkintä	Mitat mm (pit. x lev. x kork.)	Aukko (mm)*	Paino (kg)
RRH3	900x130x198	600	43
RRH4	1200x130x198	900	59
RRH5	1500x130x198	1200	75
RRH6	1800x130x198	1500	91
RRH7	2100x130x198	1800	107

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

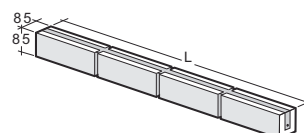
Alla olevissa taulukoissa on esitetty kullakin aukkopituudella tiili-palkeja käytettäessä vaaditut muurauksen kokonaiskorkeudet.



Tiilipalkki NT4-10

Taulukko 14 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)
NT4	1125	900	165
NT6	1695	1400	255
NT8	2265	2000	345
NT10	2835	2550	435



Tiilipalkki MT4-10

Taulukko 15 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)
MT4	1185	900	185
MT6	1785	1500	285
MT8	2385	2100	385
MT10	2985	2700	485

* Aukkomitta on ilmoitettu rakenteellisen toiminnan mukaan. Puh-taaksi muurattavissa seinissä voidaan limityksellisistä syistä tarvita taulukon antamaa aukkomitoitusta pidempää palkkia. Mahdollista toimittaa myös muita pituuksia erikoistilauksesta.

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

Muurattavia palkkeja käytettäessä on noudatettava alla olevissa taulukoissa esitetyt ohjeita. Harkkopalkkien alueella on käytävä laastia myös harkkojen pystysaumoissa. Ulkona sijaitsevilla raudoitettavissa rakenteissa tulee käyttää lujuudeltaan vähintään luokkaan M7,5 kuuluvaa laastia ja sisätiloissa vähintään luokkaan M5 kuuluvaa laastia.

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

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

Taulukko 16 Raudoitettujen NKH 270x130x75 tiilistä muuratujen palkkien taivutus- ja leikkauskestävyyskäsiä

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

H = muurauksen kokonaiskorkeus

Tiilen lajuusluokka (NKH) 20

Laastin lajuusluokka M5

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

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

Rauditus sijoitetaan alimpaan saumaan käyttäen kouru- eli palkkitiiliä.

Taulukko 17 Vaatimukset ei-kantaviin seiniin Kahi-harkkoista työmaalla tehtäville harkkopalkkeille

Aukon leveys (mm)	Harkkopalkin korkeus (mm)	Vaadittu vaakaraudoitus	Vaadittu pystyraudoitus
1200	400	2Ø5 tai 1 x Bl 37R	Ei tarvita
1700	400	2Ø5 tai 1 x Bl 37R	Tarvitaan
3200	600	2Ø5 tai 1 x Bl 37R	Tarvitaan
4200	800	2Ø5 tai 1 x Bl 37R	Tarvitaan
4700	1000	3Ø5 tai 2 x Bl 37R	Tarvitaan
5200	1200	3Ø5 tai 2 x Bl 37R	Tarvitaan

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

6.11 Kahi-seinien raudoittaminen

Kahi väliseinät ja kantava runko suunnitellaan normaalisti toimimaan raudoittamattomana. Kahi-kuorimuuraukseen sijoitetaan kutistumaraudoitus *esitteissä 6-12 Pientalon julkisivumuuraus-työohje ja 6-80 Kahi Facade -harkkojulkisivu Suunnittelu- ja työohje*, annettujen ohjeiden mukaisesti. Haluttaessa kaikki Kahirakenteet voidaan suunnitella toimimaan myös raudoitettuina. Raudoituksella voidaan lisätä muuratun rakenteen taivutus- ja vetokestävyyttä sekä estää hauras murtuminen. Syytä raudoituk-

sen käyttöön voi olla myös halu pidempään liikuntasaumaväleihin sekä suurten pistekuormien ja momenttien aiheuttama tilanne, jossa lyhytaikainen taivutusrasitus voi ylittää Kahi-muurin sallittuun vetolujuuteen perustuvan arvon 0,42 kNm/m.

Raudoitusta voidaan sijoittaa tiiliseinien muurassaumoihin ja ohutsaumamuurattavissa harkkoseinissä Kahi Facade sekä palkkiharkkojen vaakauriin. Suurten pistekuormien ympäristössä rauditus voidaan haluttaessa myös juottaa kuormaa ympäröiviin pystyputkitusroiloihin.

6.12 Palotekninen mitoitus

Kahi-seinien palomitoitus voidaan tehdä taulukoiden 18 ja 19 avulla. Taulukkoarvojen käytölle on edellytyksenä että RakMk B8 kaavalla (3.7) laskettu mitoitusohikeus λd ei saa ylittää arvoa 27 kantaville muuratuille rakenteille ja arvoa 40 kantamattomille muuratuille rakenteille.

RakMk 8, kaava (3.7):

$$\lambda d = H_o / t_e$$

missä

H_o on nurjahduspituus

t_e on rakenteen tehollinen paksuus.

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

RakMk B8 ei ole otettu kantaa millä seinän paksuuksilla täytetään eri REI-M ja EI-M-luokkien vaatimukset. Jos seinien palonkestävyys suunnitellaan toimivaksi standardin SFS-EN 1996-1-2 Eurokoodi 6 – Muuratujen rakenteiden suunnittelu – Osa 1-2: Yleiset säännöt - Rakenteiden palomitoitus mukaisesti, saavutetaan Kahi Desibelipontiharkkoseinillä 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 18 Muuratun seinän minimipaksuus (mm) eri palonkestävyysluokissa EI (osastoiva kantamaton rakenne), REI (osastoiva kantava rakenne) ja R (kantava osaston sisäinen rakenne)

Palonkestävyysluokka, palonkesto-aika (minuutteina)	30	60	90	120	180	240
EI	70	85	110	110	130	160
REI	110	110	110	110	180	235
R ¹	110	120	135	200	235	300

¹ Seinän pituus vähintään 1 m.

Taulukko 19 Muuratun pilarin pienin sivumitta (mm) eri palonkestävyysluokissa R (kantava rakenne).

Palonkestävyysluokka, palonkesto-aika (minuutteina)	30	60	90	120	180	240
R	250	250	250	250	280	350

6.13 Äänitekninen mitoitus

Sekä ulko- että väliseinien tulee täyttää niille asetetut äänitekniset vaatimukset. Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa C1 on esitetty vaatimuksia erityyppisiä huoneiloja toisistaan rajaavien väliseinien ääneneristävyyksille. Tärkeimmät sisäseinien ilmäääneneristävyyksille R'_w asetetut vaatimukset ovat:

- Asuinhuoneiston (ja hotellihuoneistojen) sekä niitä ympäröivän tilan välille asetettu vaatimus on 55 dB (molemmiin puolin tasoitettu 240 mm Desibeliponttihakko-seinä),
- Potilashuoneiden tai niihin rinnastettavien tilojen väliselle seinälle asetettu vaatimus on 48 dB (umpinaisesta runkoponttihakosta dB48 muurattu, molemmiin puolin tasoitettu seinä tai molemmiin puolin tasoitettu 130 mm leveä NKH-tiliseinä),
- Luokahuoneiden ja niiden rinnastettavien tilojen väliselle seinälle, sekä luokahuoneen ja käytävän väliselle seinälle asetettu vaatimus 44 dB (130 mm leveä NKH-tiliseinä tai tasoitettu 130 mm leveä harkkoseinä).

Muiden Kahi-väliseinien ääneneristysarvot on esitetty esitteessä 4-36 Kahi-väliseinät, suunnitteluhje.

Rakennuksen ulkoseinämaterialilta vaadittava ääneneristävyys määräytyy koko rakennusvaipalta vaadittavan keskmääräisen ääneneristävyyden perusteella. Yleisimmin ulkovaipan ääneneristävyyden laskennassa käytetään Ympäristöministeriön julkaisema ”Rakennuksen julkisivun ääneneristävyyden mitoittaminen”-opasta.

Käyttämällä erinomaisen ääneneristävyyden omaavia Kahi-ulkoseiniä voidaan usein korvata esimerkiksi lentomelualueilla muuten tarpeellisia kalliita vaimennusrakenteita ja erikoisikkunoita. Kahi-ulkoseinärakenteiden ääneneristävyyksarvot on esitetty tarkemmin sivulla 6.

7. Sähkö- ja LVI-asennukset

Kahi-väliseinäjärjestelmään on kehitetty omat erikoiskappaleensa pysty- ja vaakasuuntaisia sähkö- ja vesijohtojen suoja-putkivetoja varten. Hyvällä suunnittelulla seiniin tulevaa johdotusta ja putkitusta voidaan vähentää:



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

Putkitus ja johdotus voidaan tehdä jälkikäteen käyttäen hyväksi harkoissa olevia pystyreikiä. Tällöin harkot muurataan huolellisesti puolen kiven limityksellä. MMJ-tyyppin sähköjohdot voidaan asentaa ilman suoja-putkia pystyreikiin. Väliseinäponttihakossa 300 x 85 x 198 on kaksi 30 x 60 reikää ja runkoponttihakossa 300 x 130 x 198 kaksi 50 x 80 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.

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	Magé hilo	FMD		MSD	
Kemialliset ankkurit	Spit Epcon 6	Epoksi-akryl. ¹⁾	RGM	FIS V 150	HIT-HY 50	HIT-HY 20

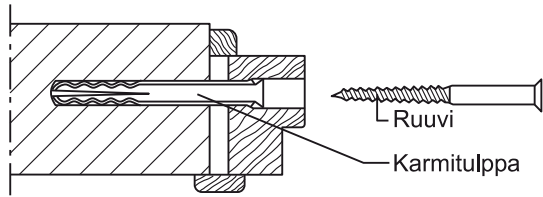
¹⁾ Kahi-harkoissa käytetään seulahylsyä.

Lujuutensa ja tiheydensä ansiosta Kahi-tiili- ja -harkkoseinät ovat hyviä alustoja erilaisille kiinnityksille. Kevyissä kiinnityksissä voidaan käyttää nylontulppia ja puuruuveja tai metalliankkureita (messinki ankkurit, betoniruuvit). Raskaissa kiinnityksissä käytetään suuria nylontulppia, kemiallisia ankkureita tai tarvittaessa läpipulttausta. Kiinnikkeet mitoitetaan valmistajien antamien leikkauslujuus- ja ulosvetoarvojen perusteella.

Lisäksi on noudatettava kiinniketoimittajien ohjeita reunaetäisyyksistä, porausvyökyksistä, 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.maxit.fi

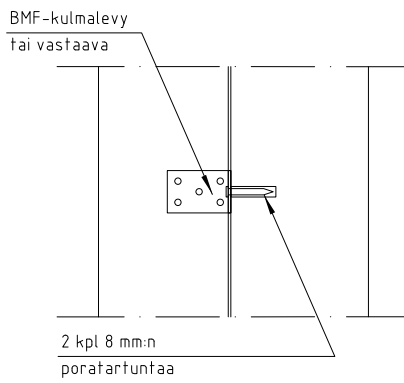
Ovikarmin kiinnitys

Tavanomaiset puukarmit kiinnitetään harkkoseiniin karmitulppien ja puuruuvien avulla.

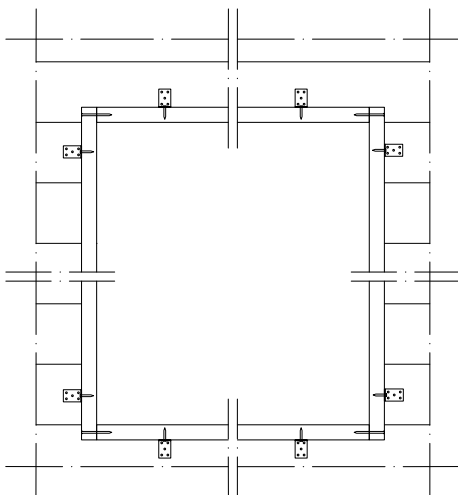


Ikkunakarmin kiinnitys

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



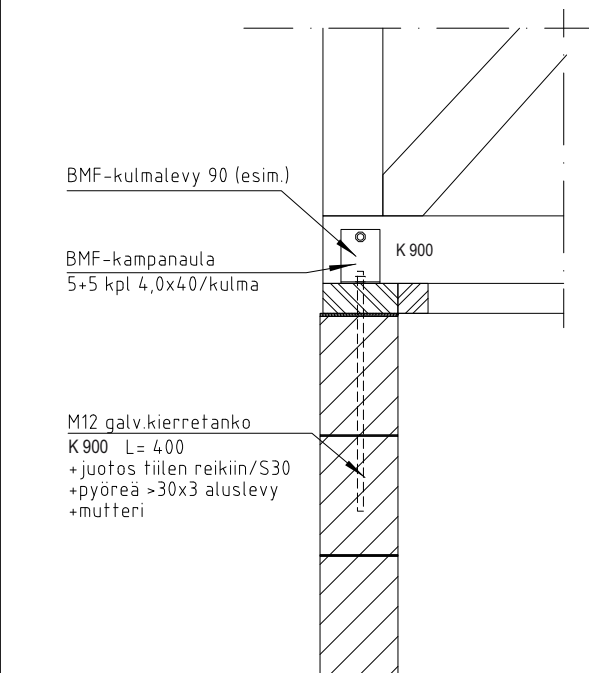
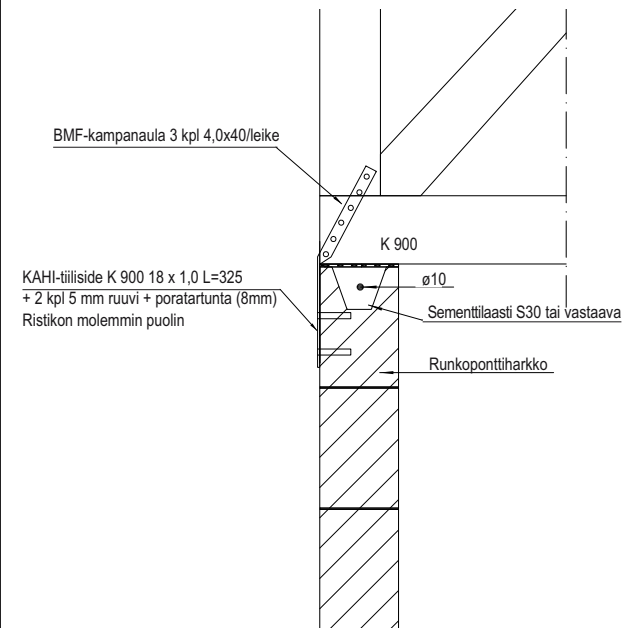
Huom! Jotta karmeille jää riittävästi sovitusvaraa pystysuunnassa kannattaa karmien korkeudeksi valita ikkunoita tilatessa moduulimitta - 20 mm. Esimerkiksi suunniteltu aukon mitta 1400 => karmien ulkomitta 1370 mm



Ikkunan apukarmien kiinnitys

Kattotuolien kiinnitys

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

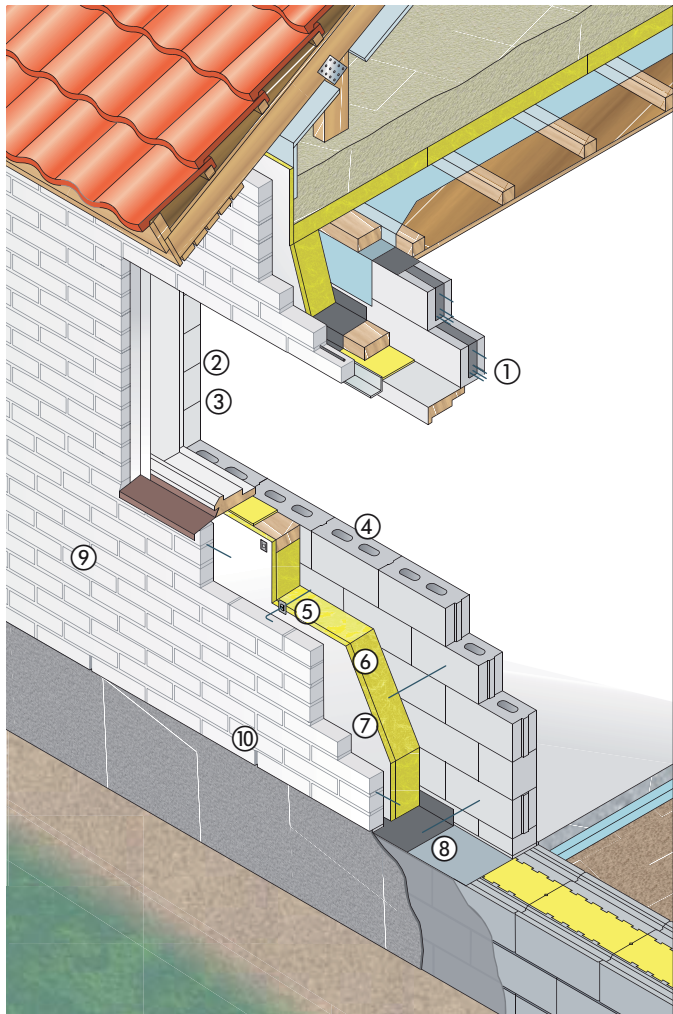


Kattoristikoiden kiinnitys

9. Julkisivut

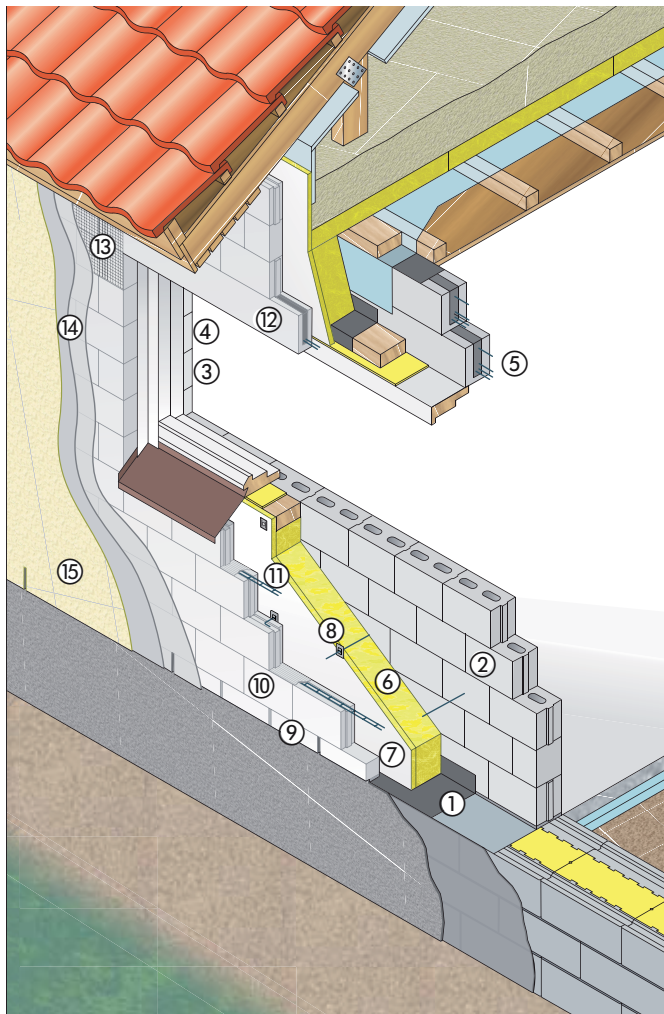
Julkisivumuurauksen liikuntasaumat, raudoitukset ja muita yksityiskohtia on esitetty esitteessämme: Pientalojen julkisivumuuraus-ohjeet, joka löytyy Internet-sivuiltamme www.maxit.fi.

9.1 Kahi-tiilijulkisivu



- ① Kahi-runkopalkki RH
- ② Päätäharkko
- ③ Puolikasharkko
- ④ Runkoponttiharkko
- 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 Kapillarikatko, esim. bitumihuopa
- ② Ohutsaumamuuraus, Kahi-runkoponttiharkko
- ③ Kahi-runkopontti-päätäharkko
- 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 Serpo 397 Lasikuituverkkovahvike
- ⑭ Serpo 410 Ohutrappauslaasti
- ⑮ Serpo SilcoMaali + Serpo SilcoPinnoite
Vaihtoehtoisesti kohdat 14 ja 15
3 x Kahi Facade Pinnoite

9.3 Eristerapattu julkisivu

SerpoTherm- eristerappauksessa Kahi-ponttiharkkorunkoon kiinnitetään lämmöneristeenä toimiva 250 mm paksu palosuoja-käsittely Thermisol EPS 60S Seinä tai Thermisol Platina Rappari-eristelevy.

Levyn päälle tehdään muovipinnoitetulla lasikuituverkolla vahvistettu kaksikerrosrappaus. Eristeen kiinnitykseen ja rappaukseen käytetään Serpo 410 Ohutrappauslaastia. Tarvittaessa käytetään myös mekaanisia kiinnikkeitä ja ainakin silloin, kun julkisivun korkeus ylittää 7 m. Eristelevyt kiinnitetään laastin kovetuttua, eristeen läpi runkoon porattavilla maxit STRU -kiinnikkeillä.

Asennussyvyyden Kahi-runkoon tulee olla vähintään 25 mm.

Kiinnikepituus valitaan seuraavasti:

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

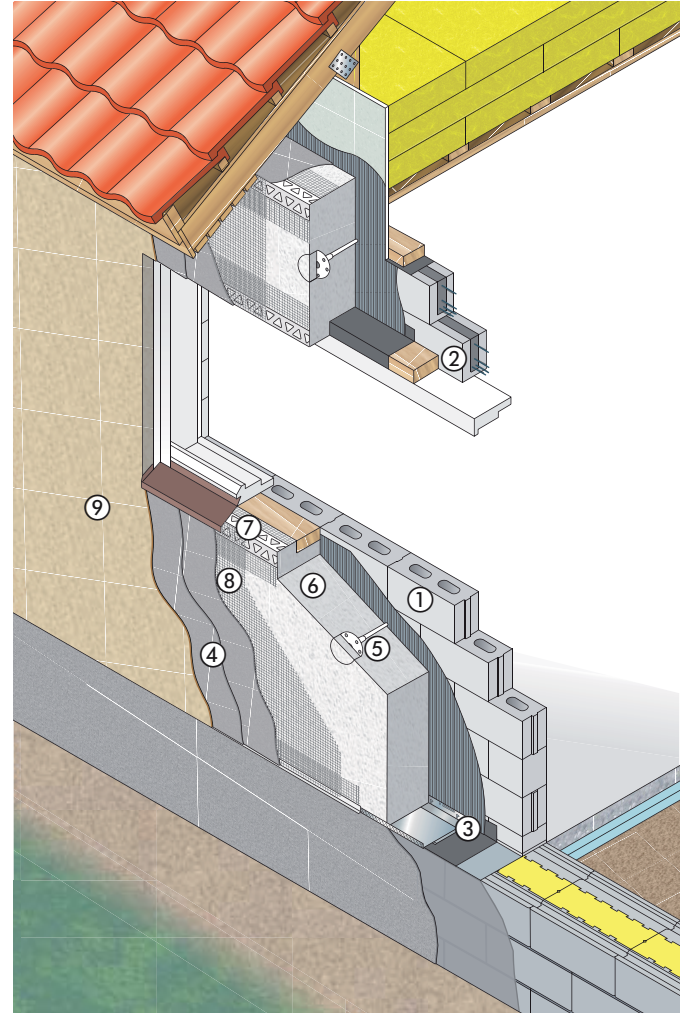
Näin 250 mm paksun eristeen kiinnikkeeksi sopii 295 mm pitkä kiinnike. Kiinnikemäärä on noin 6 kpl/m².

Kulmat ja aukkojen pielet vahvistetaan kulmavahvikkeilla. Ikkunan karmien ja rappauksen väliin asennetaan Serpo 393 V -ikkunaprofiili. Kiinnitys tehdään Serpo 410 Ohutrappauslaastilla ennen ensimmäisen laastikerroksen levittämistä.

Vahvikkeiden asentamisen jälkeen pinnat rapataan kahteen kertaan Serpo 410 Ohutrappauslaastilla. Ensimmäiseen rappauskerrokseen painetaan muovipinnoitettu Serpo 397 Lasikuituverkko. Toinen laastikerros tehdään aikaisintaan yhden vuorokauden kuluttua ensimmäisestä. Toisen laastikerroksen pinta voidaan tasoittaa teräslastalla, tai hiertää vaahtomuovihiertimellä tasaiseksi (maalattava rappauspinta).

Pinnoitteena käytetään Serpo SilcoMaalia ja -Pinnoitetta, Serpo 430 Julkisivu- ja hierontpinnoitetta tai Serpo 431 Piirtopinnoitetta. Rappauspinta voidaan tehdä, sileäksi, harjatuksi, hierrettyksi tai ruiskutetuksi.

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



- ① Kahi-runkopontti
- ② Kahi-runkopalkki RH
- ③ Säädetty sokeriprofiili ja ohjurilista
- ④ Serpo 410 Ohutrappauslaasti
- ⑤ maxit STRU Kiinnike + maxit STR Kiekkö EPS
- ⑥ EPS 60S Seinä tai ThermiSol Platina Rappari eriste 250 mm
- ⑦ Serpo 391 Kulma
- ⑧ Serpo 397 lasikuituverkko
- ⑨ Serpo SilcoMaali ja SilcoPinnoite

10. Sisäpinnat



Koska harkot ovat sileitä ja 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:

Vetonit Pohjatasoite L ja -Pintatasoite LR+ 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:

Vetonit Pohjatasoite V ja -Pintatasoite VH voidaan käyttää niin kuivissa kuin märissä tiloissa seinien ja kattojen pohja- ja pintatasoitukseen. Vetonit MT Märkätilatasoiteella tasoitetaan vedeneristettävät laatoitusalueet.

Paksummat oikaisut (mahdollisesti aukkojen pielet, katkaistut harkkosaumat) voidaan tarvittaessa tehdä Serpo 410 Ohut rappauslaastilla tai Vetonit MT Märkätilatasoiteella tai Vetonit Pikatäyttömassalla.

Maalattavat ja tapetoitavat seinät

Huolellisesti muuratun Kahi-harkkoseinän tasoituskäsittelyksi 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, väliseiniin ja ulkoseiniin liitoksiin sekä ulkoseiniin nurkkasaumoihin suositellaan tehtäväksi "joustava liitos".

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

Kahi-palkkien mahdollinen viruma voi aiheuttaa palkin pään ja tuen kohdalla hiushalkeaman. Tämän välttämiseksi 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.

Märkätilan seinät

Huolellisesti muuratun Kahi-harkkoseinän käsittelyksi riittää yleensä:

- Kokonaan tasoitus Vetonit MT Märkätilatasoiteella
- Vedeneristys: Vetonit Kosteussulku ohennettuna vedellä 1:1
- Vedeneristys: Vetonit Vedeneristysmassa 2 kertaa, tarvittavine kuitukangasnauhavahvikkein (nurkat, läpiviennit seinän ja lattian liitos)
- Laatoitus: Vetonit Saneerauslaattalaasti
- Saumaus: Vetonit Laattasauma ja Saniteettisilikoni

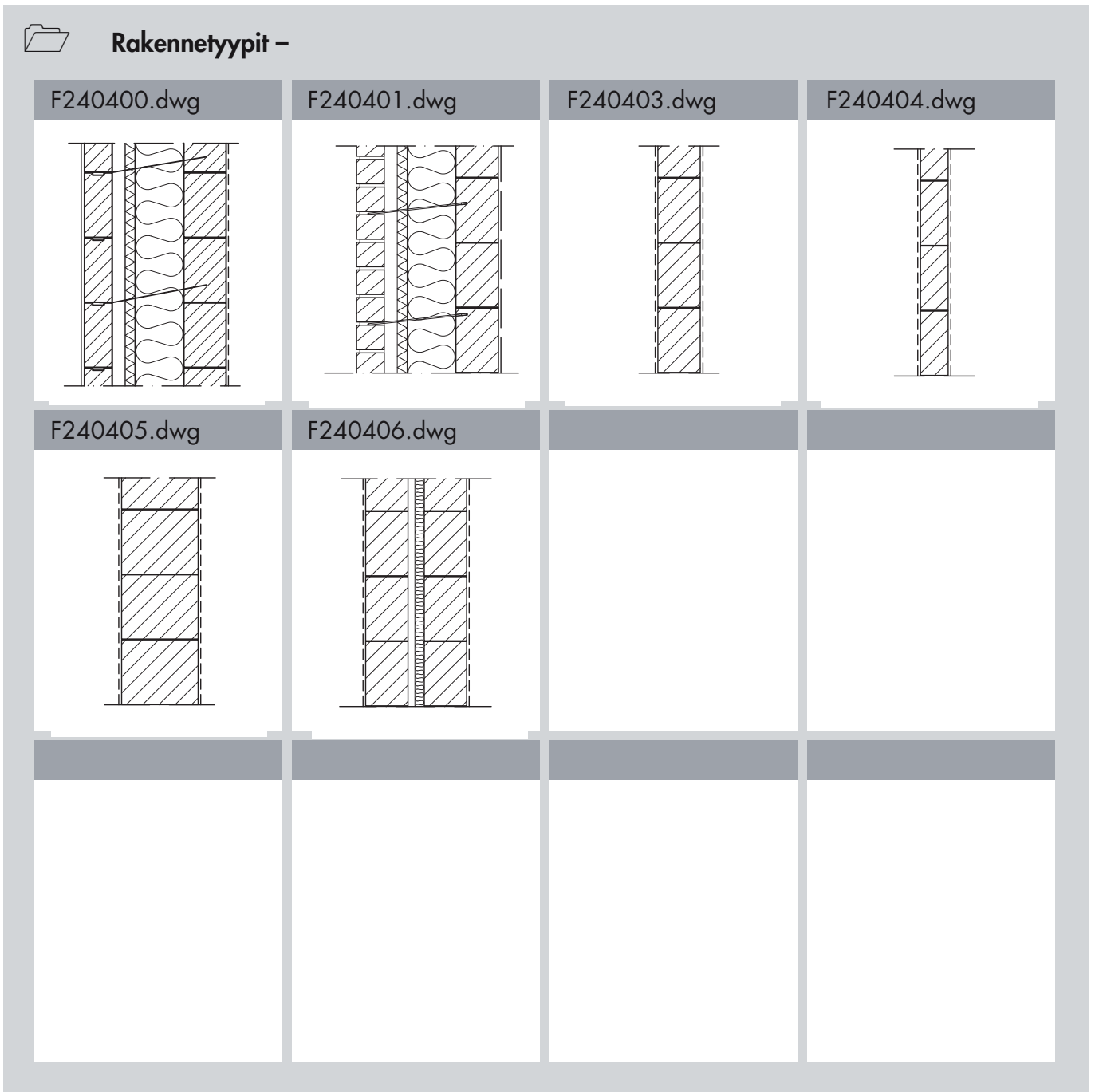
Tarkemmat tiedot esitteistämme:

8-10 Vetonit Sisäpinnat

8-70 Vetonit vedeneristys -työohjeet



11. Täystiilitalon rakennedetaljeja



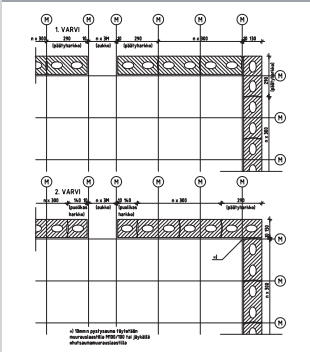
Tarkemmat tiedot internet-sivuiltamme:

- F24 04 00.dwg US 2: Kahi-runkoponttiharkko, Mineraalivillaeriste, Julkisivumuuraus, ohutsaumamuurattu Kahi Facade -harkko
- F24 04 01.dwg US 1: Kahi-runkoponttiharkko, Mineraalivillaeriste, Julkisivumuuraus, moduulitiili
- F24 04 03.dwg VS 1: Kahi-runkoponttiharkko, Väliseinä, kantava
- F24 04 04.dwg VS 2: Kahi-väliseinäponttiharkko, Väliseinä, kantamaton
- F24 04 05.dwg VS 3: Kahi-desibeliponttiharkko, Huoneistojen välinen seinä
- F24 04 06.dwg VS 4: Kahi-runkoponttiharkko-kaksoisseinä, Huoneistojen välinen seinä

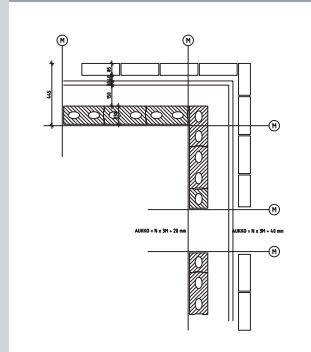


Rakenneyksityiskohdat –

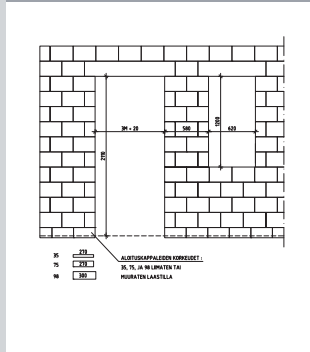
F240501.dwg



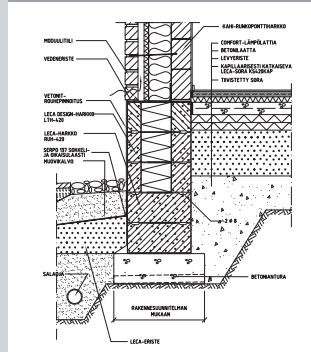
F240502.dwg



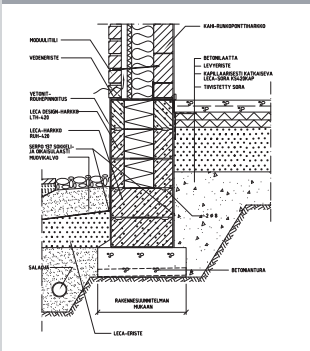
F240503.dwg



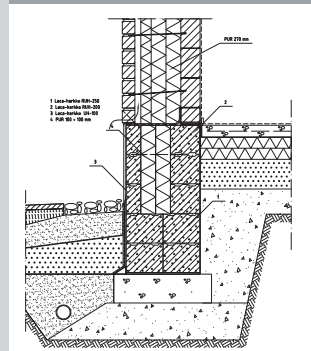
F120114.dwg



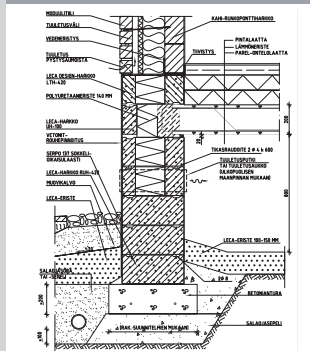
F120115.dwg



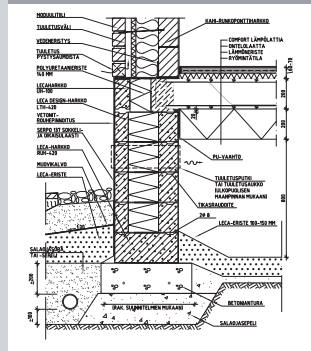
F240508.dwg



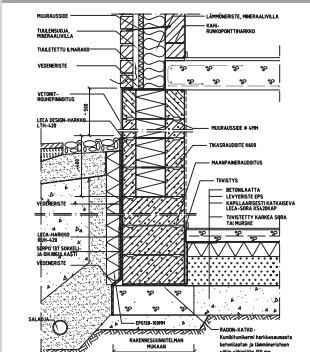
F120209.dwg



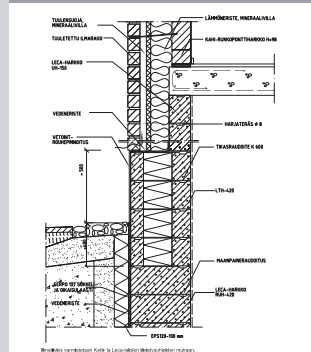
F120210.dwg



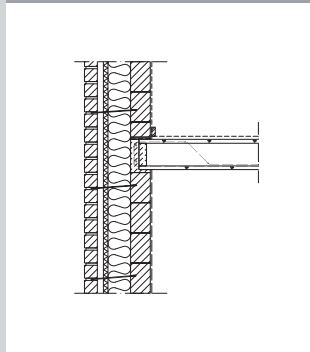
F120313.dwg



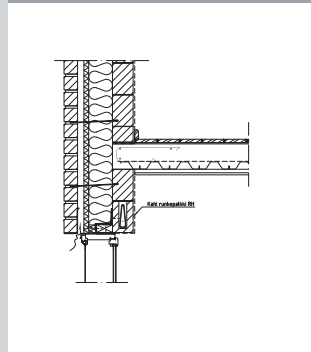
F120314.dwg



F240512.dwg



F240513.dwg



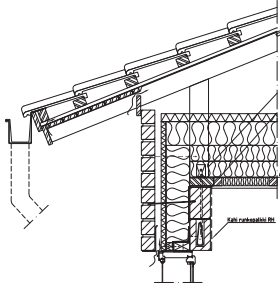
Tarkemmat tiedot internet-sivuiltamme:

- F240501.dwg Moduulimitoitus Kahi-runkopontti, ulkoseinä, nurkkalimitys
- F240502.dwg Moduulimitoitus Kahi-runkopontti-harkko, ulkoseinä KH (270x85x75)-tiiliverhous, vaakalimitykset
- F240503.dwg Moduulimitoitus Kahi-runkopontti-harkko, Pystymitoitus ja aukotus
- F120114.dwg Matalaperustus ja maanvarainen alapohja Kahi-harkko, tiiliverhottu seinä Leca-sora, EPS-eristys, LTH-420
- F120115.dwg Matalaperustus ja maanvarainen alapohja Kahi-harkko, tiiliverhottu seinä, radon-ratkaisu Leca-sora, EPS-eristys, LTH-420
- F240508.dwg Matalaperustus Leca-harkoista Matalaenergia-tiiliseinä mineraalivillalla, passiiviratkaisu polyuretaanilla
- F120209.dwg Ryömintätillainen perustus Ontelolatta-alapohja Kahi-täystiilitalo, tiiliverhottu Kahi-harkko ulkoseinä, LTH-420
- F120210.dwg Ryömintätillainen perustus Ontelolatta-alapohja Kahi-täystiilitalo, tiiliverhottu Kahi-harkko ulkoseinä, LTH-420
- F120313.dwg Kellarillinen perustus Täystiilitalon seinä. Radon-ratkaisu LTH-420
- F120314.dwg Kellarillinen perustus Täystiilitalon seinä Julkisivumuurauksen porrastus, LTH-420
- F240512.dwg Kahi-runkopontti-harkko Ontelolaattaväli-pohja Moduulitiiliverhous
- F240513.dwg Kahi-runkopontti-harkko, Kahi-runkopalkki RH Liittolaattaväli-pohja Moduulitiiliverhous

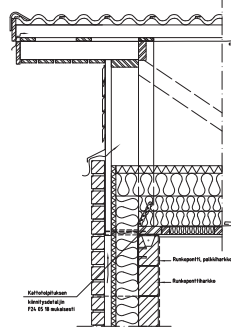


Rakenneyksityiskohdat –

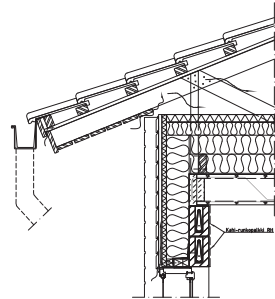
F240514.dwg



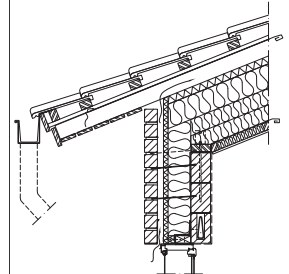
F240515.dwg



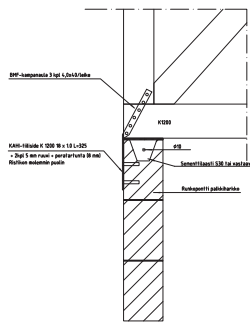
F240516.dwg



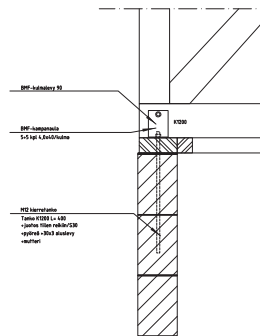
F240517.dwg



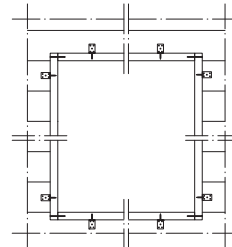
F240518.dwg



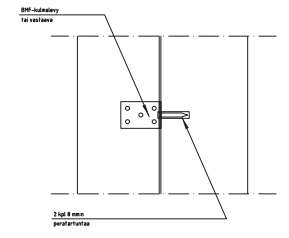
F240519.dwg



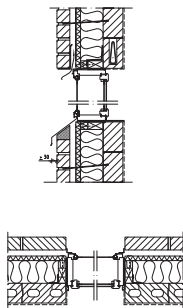
F240520.dwg



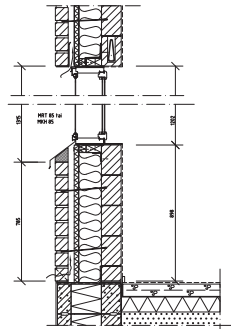
F240521.dwg



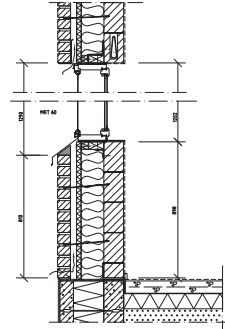
F240522.dwg



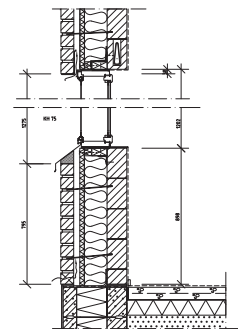
F240523.dwg



F240524.dwg



F240525.dwg



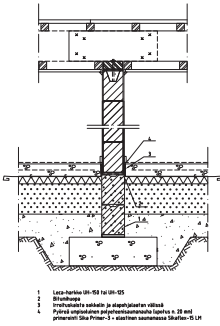
Tarkemmat tiedot internet-sivuiltamme:

- F240514.dwg Kahi-runkoponttiharkko, Kahi-runkopalkki RH Puuyläpohja, tiilikate, avoräystä Moduulitiiliverhouk
- F240515.dwg Kahi-runkoponttiharkko, Kahi-palkkiharkko Puuyläpohja, päty, tilikate moduulitiili- /lautaverhouk
- F240516.dwg Kahi-runkoponttiharkko, Kahi-runkopalkki RH Ontelolaattayläpohja, tiilikate, umpiräystä Moduulitiili- /lautaverhouk
- F240517.dwg Kahi-runkoponttiharkko, Kahi-runkopalkki RH Puuyläpohja, tiilikate, umpiräystä Moduulitiiliverhouk
- F240518.dwg Kattoristikoiden kiinnitys Kahi-runkoponttiharkkoseinään Kahi-palkkiharkko
- F240519.dwg Kattoristikoiden kiinnitys Kahi-runkoponttiharkkoseinään Puuyläjuoksu
- F240520.dwg Ikkunan apukarmin kiinnitys Kahi-runkoponttiharkkoon, teräskiinnikkeet
- F240521.dwg Ikkunan apukarmin kiinnitys Kahi-runkoponttiharkkoon, teräskiinnitys, detajli
- F240522.dwg Kahi-runkoponttiharkko Moduulitiiliverhouk Ikkunan pysty- ja vaakaliitos
- F240523.dwg Kahi-runkoponttiharkko, ikkunaliitos Pystyleikkaus aukon kohdalta Julkisivutiilenä MRT85 tai MKH85 (285 x 85 x 85)
- F240524.dwg Kahi-runkoponttiharkko, ikkunaliitos Pystyleikkaus aukon kohdalta Julkisivutiilenä MRT60 (285 x 85 x 60)
- F240525.dwg Kahi-runkoponttiharkko, ikkunaliitos Pystyleikkaus aukon kohdalta Julkisivutiilenä KH75 (270 x 85 x 75)

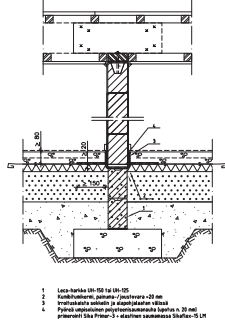


Rakenneyksityiskohdat –

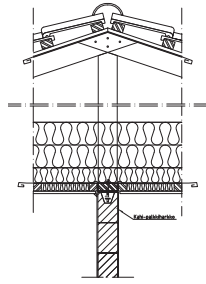
F240526.dwg



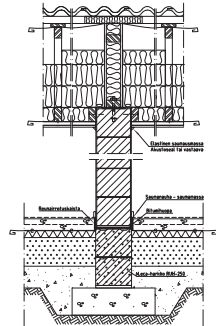
F240527.dwg



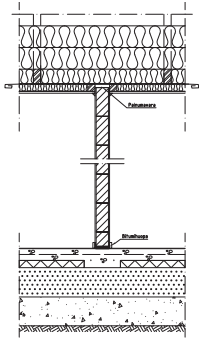
F240528.dwg



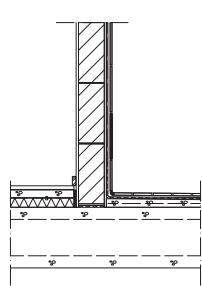
F240529.dwg



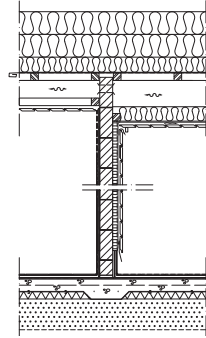
F240530.dwg



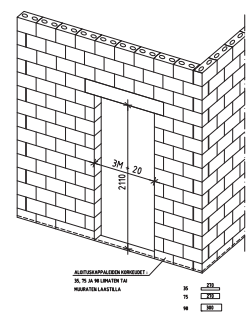
F240531.dwg



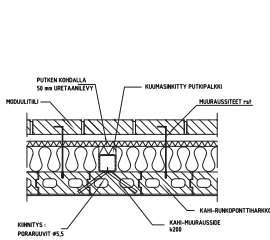
F240532.dwg



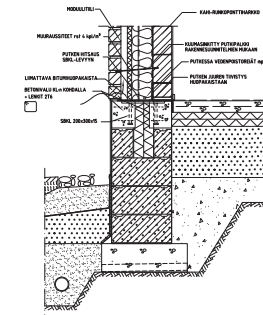
F240533.dwg



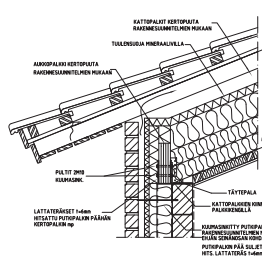
F240534



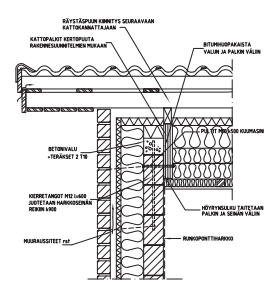
F240535



F240536



F240537.dwg



Tarkemmat tiedot internet-sivuiltamme:

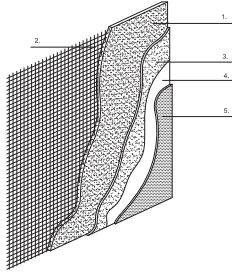
- F240526.dwg Kahi-runkoponttiharkko, kantava väliseinä, Kahi-palkkiharkko Puuvälipohja Ala- välipohjaliitos
- F240527.dwg Kahi-runkoponttiharkko, kantava väliseinä, Radon-ratkaisu Puuvälipohja Ala- ja välipohjaliitos
- F240528.dwg Kahi-runkoponttiharkko, kantava väliseinä, Kahi-palkkiharkko Puuyläpohja Yläpohjaliitos
- F240529.dwg Kahi-desibeliponttiharkko Puuyläpohja, huoneistojen välinen seinä Ala- ja yläpohjaliitos
- F240530.dwg Kahi-väliseinäponttiharkko, kantamaton väliseinä Puuvälipohja, painumavara Ala- ja yläpohjaliitos
- F240531.dwg Kahi-väliseinäponttiharkko Väliseinä, märkätila Lattialiitos
- F240532.dwg Kahi-väliseinäponttiharkko, saunan ja pesuhuoneen välinen seinä Puuyläpohja, painumavara Ala- ja yläpohjaliitos
- F240533.dwg Moduulimitoitus Kahi-runkoponttiharkko Aksonometria
- F240534.dwg Seinää tukevan putkipalkin ja ponttiharkkoseinän liitos Kahi-harkko, tiiliverhottu ulkoseinä
- F240535.dwg Seinää tukevan putkipalkin liitos perustukseen Kahi-harkko, tiiliverhottu ulkoseinä
- F240536.dwg Seinää tukevan putkipalkin ja aukkopalkin liitos Kahi-harkko, tiiliverhottu ulkoseinä Kantavan sivun räystä, vino yläpohja
- F240537.dwg Kattopalkin ja päätyseinä liitos Kahi-harkko, tiiliverhottu ulkoseinä Päätyräystä, vino yläpohja

12. Eristerapatun talon rakennedetaljeja

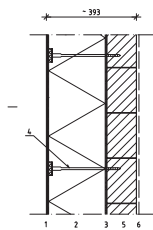


Eristerappattu_Kahi_talo-

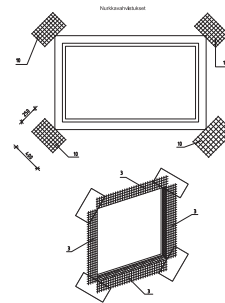
F240611.dwg



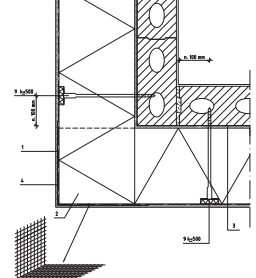
F240612.dwg



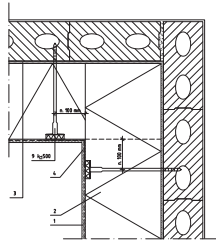
F240631.dwg



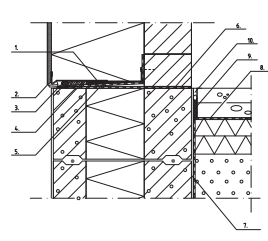
F240632.dwg



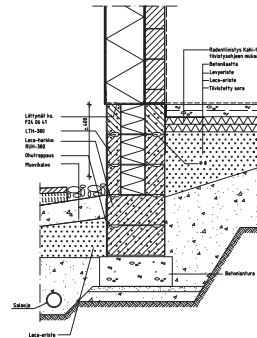
F240633.dwg



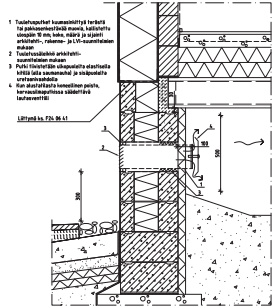
F240641.dwg



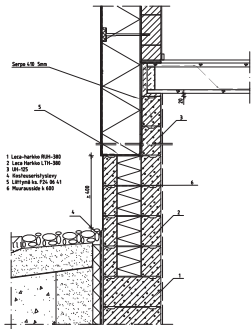
F240642.dwg



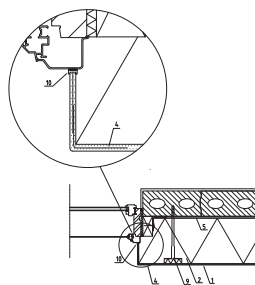
F240643.dwg



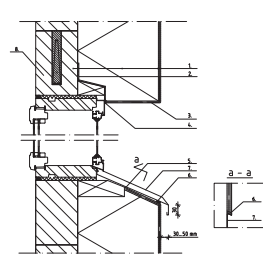
F240644.dwg



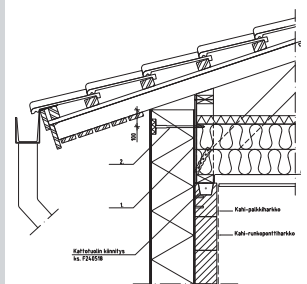
F240651.dwg



F240652.dwg



F240661.dwg



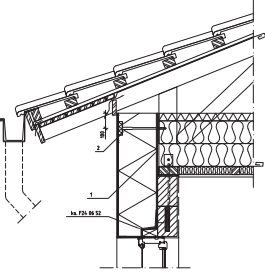
Tarkemmat tiedot internet-sivuiltamme:

- F240611.dwg Serpo-rappaus
- F240612.dwg US3: Kahi-runkoponttiharkko Serpothem-eristerappaus Rakenne
- F240631.dwg Aukkojen kulmat Nurkkavahvistukset
- F240632.dwg Ulkonurkka Vaakaleikkaus
- F240633.dwg Sisänurkka Vaakaleikkus
- F240641.dwg Matalaperustus ja maanvarainen alapohja Leca-eristys
- F240642.dwg Matalaperustus ja maanvarainen alapohja Leca-eristys
- F240643.dwg Matalaperustus Kantava alapohja
- F240644.dwg Kellarin perusmuuri Leveys 380 mm
- F240651.dwg Aukkojen pielet Vaakaleikkus
- F240652.dwg Aukkojen pielet Pystyleikkus
- F240661.dwg Harjakatto, sivuräystäs Puuyläpohja Liitos Kahi-palkkiharkkoon

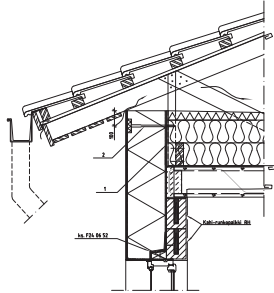


Eristerapattu_Kahi_talo-

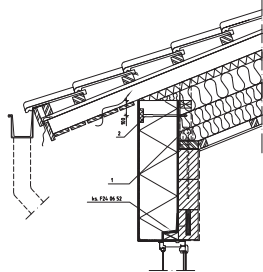
F240662.dwg



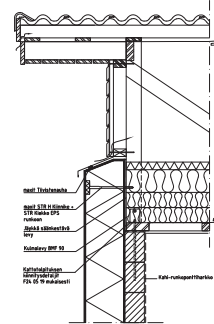
F240663.dwg



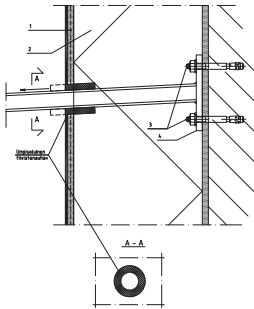
F240664.dwg



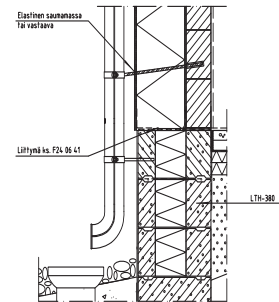
F240665.dwg



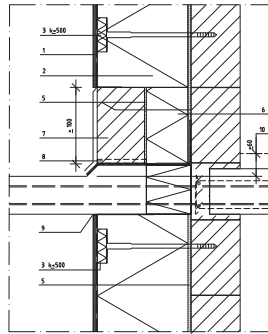
F240671.dwg



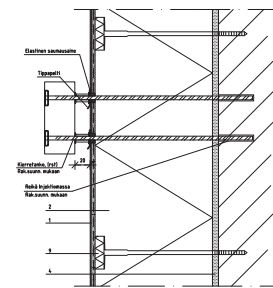
F240672.dwg



F240673.dwg



F240674.dwg



Tarkemmat tiedot internet-sivuiltamme:

- F240662.dwg Harjakatto, sivuräystä Puuyläpohja Liitos Kahi-runkoponttiharkkoon
- F240663.dwg Harjakatto, sivuräystä Ontelolaatta
- F240664.dwg Harjakatto, sivuräystä Vino puuyläpohja
- F240665.dwg Harjakatto Päätäräystä Puinen päätykolmio
- F240671.dwg Tikkaiden kiinnitys
- F240672.dwg Syöksytorven kiinnitys
- F240673.dwg Liittyminen parvekelaataan
- F240674.dwg Kiinnitys seinään

Lined writing paper template with 30 horizontal lines.

Lisätietoja maxitin tuotteista ja rakentamisesta saat osoitteesta

www.maxit.fi



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



maxitilla on ISO 14001 -standardin mukainen ympäristö- sekä ISO 9001 -standardin mukainen laatujärjestelmä

maxit

Myynit:
Rautakaupat ja rakennustarvikeliikkeet

maxit Oy Ab
Strömberginkuja 2 (PL 70)
00380 Helsinki
Puhelin 010 44 22 00
Telekopio 010 44 22 295
www.maxit.fi

Tilaukset ja toimituksia koskevat kysymykset
Asiakaspalvelukeskus
Jälleenmyyjät 010 44 22 11
Rakennusliikkeet ja urakoitsijat 010 44 22 313
Telekopio 010 44 22 295
Sähköposti tilaukset@maxit.fi