



RAKENNUSTIETO >

Rakennusalan täyden palvelun tietotalo

Rakennustieto Oy edistää hyvää rakennustapaa ja tuottaa rakentamisesta luotettavaa tietoa. Puolueettoman ja asiakaslähtöisen Rakennustieto Oy:n tuotteet kattavat rakentamisen koko elinkaaren suunnittelusta ylläpitoon. Yhtiön omistaa Rakennustietosäätiö RTS.

Tutustu palveluihimme

> rakennustieto.fi/rk/palvelut

Rakentajain kalenterin artikkelit

Tämä artikkeli on julkaistu alun perin Rakentajain kalenterissa, jota ovat julkaisseet Rakennustietosäätiö RTS sr ja Rakennusmestarit ja -insinöörit AMK RKL ry.

Julkaisu oli rakennusalan ammattilaisten ja opiskelijoiden käsikirja, joka yhdisteli teoriaa ja käytäntöä sekä kannusti hyvään rakentamiseen. Artikkelin vasemmassa reunassa olevasta vesileimasta näkee ko. Rakentajain kalenterin vuosikerran.

> [Artikkeliarkisto, kokoelma vuosien 1997–2018 Rakentajain kalenterissa julkaistuista artikkeleista](#)

MURATTUJEN TIILIRAKENTEIDEN SUUNNITTELU

Dipl.ins. Markku Laine

1 MUURATUT RAKENTEET

1.1 Tiilirakenteiden ominaisuudet ja käyttökohteet

Tiilistä murattujen rakenteiden yleisimpiä käyttökohteita ovat nykyään julkisivut, väliseinät sekä tulisija- ja hormirakenteet. Näissä tiiltä käytetään paitsi ulkonäön myös kestävyysominaisuuksien vuoksi. Murattujen rakenteiden rakennesuunnittelussa ovat keskeisiä asioita säänkestävyys, palonkestävyys ja ääneneristävyys sekä näiden huomioonottaminen detaljisuunnittelussa.

Muurattujen rakenteiden historia on kantavissa rungoissa, joissa voidaan hyödyntää tiilirakenteiden hyvää puristuskestävyyttä. Perinteisiä tiilirakenteita ovat myös holvit ja kaaret, vaikka nykyisin tiilirakenteiden aukot ylitetään yleisimmin raudoitettulla tiilipalkilla. Kantavana rakenteena tiiltä on Suomessa käytetty viime vuosina vain pientaloissa. Muualta löytyy hyviä esimerkkejä muuraustekniikan soveltamisesta laajemmin runkorakentamiseen.

1.2 Ohjeet ja standardit

Tiilirakenteiden suunnittelua ja mitoitusta koskevat ohjeet on annettu ympäristöministeriön julkaiseman rakentamismääräyskokoelman osassa B8, Tiilirakenteet. Ohjeet käsittelevät pääasiassa rakenteiden lujuutta. Ulkoseinien toimivuus ja kestävyys säänrasituksissa on pyritty varmistamaan tarvikkeista, muurauksesta ja rakenteista annetuilla ohjeilla. Ohjeen loppuun on liitetty paloteknistä mitoitusta käsittelevä luku. Tärkeimpiä sovellettavia standardeja ovat:
SFS 5514 Poltetut tiilet
SFS 5515 Kalkkihiiekkatiilet
SFS 5516 Muurauslaastit
SFS 5513 Muurauskivien, laastien ja muratun rakenteen testaus.

1.3 Muuraustarvikkeet

Poltetut tiilet

Poltetut tiilet valmistetaan savesta polttamalla. Ne kuuluvat keraamisiin materiaaleihin, jotka ovat kemiallisilta ja fysikaalisilta ominaisuuksiltaan erittäin kestäviä. Eriväristen ja eri tehtaiden toimittamien tiilien puristuslujuus vaihtelee 20 – 50 MN/m². Reikätiilien tiheys on 1200 – 1500 kg/m³ ja yleisin tiheysluokka on 1,3. Täystiilien tiheys on 1700 – 1900 kg/m³. Poltetujen tiilien vedenimunepeuteen vaikuttavat raaka-ai-

neet ja polttoaste. Vedenimunepeus vaihtelee 1–5 kg/m²/min ja vedenimukyky 7–20 %.

Poltetut tiilet luokitellaan värien mukaan punaisiin, punaisenkirjaviin, tummankirjaviin, keltaisiin ja vaaleihin. Yleisimmät pintavaihtoehtot ovat sileä, harjattu, kuvio ja lohko. Standardoidut tiilikoot ovat 85 mm leveä moduliitiili (MRT), 123 mm leveä peruskokoinen tiili (PT, PRT) ja 130 mm leveä normaalkokoinen tiili (NRT). Ks. *Tiilituotteet*.

Kalkkihiiekkatiilet

Kalkkihiiekkatiilet valmistetaan poltetun kalkin, kvartsiipitoisen hiekan ja veden seoksesta korkeassa höyrynpaineessa ja lämpötilassa karkaisemalla. Kalkkihiiekkatiiltä käytetään perinteisesti väliseinissä, mutta hyvien säänkestävyysominaisuuksiensa ansiosta ne sopivat hyvin myös julkisivutiiliksi. Kalkkihiiekkatiilien normaali lujuusluokka on 15 (puristuslujuus 15 – 25 MN/m²). Tilauksesta toimitetaan myös lujuusluokan 25 tiiliä. Täystiilien tiheys on noin 1900 kg/m³ ja ne kuuluvat tiheysluokkaan 1,9. Kalkkihiiekkatiilet imevät suhteellisen hitaasti vettä. Niiden vedenimunepeus on noin 1 kg/m²/min ja vedenimukyky 10 – 15 %.

Kalkkihiiekkatiilien värejä ovat luonnonharmaan lisäksi kvartsinvalkoinen ja värilliset keltaisen, ruskean ja sinisen sävyt. Pintavaihtoehtoja ovat sileä, lohko, pyörästetty ja harjattu. Standardoituja kokoja ovat 130 mm leveä normaalitiili (NKH) ja 85 mm leveä moduliitiili (MKH). Uudempiä tuotteita ovat isokokoiset, ohutsaumatiilet ja harkot. Ks. *Tiilituotteet*.

Muurauslaastit

Laastin tehtävänä on sitoa tiilet yhtenäiseksi rakenteeksi, tasata tiilien epätasaisuudet ja aikaansaada rakenteen käyttötarkoituksen edellyttämä tiiviys. Lujuuden lisäksi laastin tärkeitä ominaisuuksia ovat hyvä työstettävyys ja säänkestävyys ulkorakenteissa.

Nykyään tiilien muuraamiseen käytetään lähes pelkästään muurausmenttipohjaisia laasteja. Yleisin on laasti M100/600, jossa muurausmentin 100 painoosikkoo kohti on 600 painoosikkoo hiekkaa. Perinteisiä laasteja ovat kalkkimenttilaastit, kuten KS 35/65/500, jossa on 35 painoosikkoo kalkkia, 65 painoosikkoo sementtiä ja 500 painoosikkoo hiekkaa.

Julkisivutiilien muuraukseen käytetään tiilen väriin sävytettyjä värillisiä muurauslaasteja. Tasaalaatuksen lopputulos saadaan tehdasvalmistetulla kuivalaasteilla.

Taulukko 1. Laastityypit ja lujuusluokat

Lujuusluokka MN/m ²	Taivutusvetolujuuden ominaisarvo MN/m ²	Muuraussementtilaastit seossuhde	Kalkkisementtilaastit seossuhde
16,0	3,0	100/300	20/80/450
8,0	2,5	100/500, 100/600	
4,0	2,0	100/750	35/65/500
2,0	1,0	100/900	50/50/600

Raudoitteet ja siteet

Muuratun tiilirakenteen taivutus- ja vetolujuutta voidaan rakenteellisesti lisätä käyttämällä tarvittaessa raudoitteita laastisaumassa. Raudoitteet valmistetaan SFS-standardien mukaisista betoniterästangoista A500H ja A500HW ja niillä on tiilirakenteissa oltava riittävä korroosiosuoja. Raudoitteen laastipeitteen paksuuden ulkoilman puolella pitäisi olla yleensä 30 mm ja laastin sideainepitoisuuden vähintään M100/600 tai KS20/80. Myös sinkittyjä tai ruostumattomia teräksiä voidaan käyttää, jolloin korroosiosuojavaatimus on pienempi.

Kuorimuuri sidotaan runkoon korroosion kestävällä muurausiteillä. Niiden on kestävä myös lämpötilan vaihteluista johtuvat muodonmuutokset. Yleisimpiä ovat ruostumattomasta 4 mm:n teräslangasta taivutetut siteet ja kuorimuurinaulat. Alle 5 m korkeissa kuorimuureissa voidaan käyttää myös vähintään 50 µm:n kerokeksella kuumasinkittyjä teräsiteitä. Tarvittaessa käytetään erilaisia pystysuuntaisen liikkeen sallivia sidetyyppejä.

2 SUUNNITTELUPERUSTEET

2.1 Mitoitusmenetelmä

Tiilirakenteiden ohjeissa on annettu rajatilamennettelyyn ja osavarmuuskertoimien käyttöön perustuva mitoitusmenetelmä. Murtorajatilassa osoitetaan, että laskentalujuuksien avulla lasketun rakenteen kestävyys on vähintään laskentalujuuksista määritetyn rasituksen suuruinen.

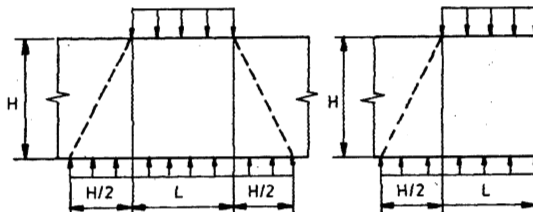
Käyttörajatilassa tarkistetaan, etteivät eri materiaalien muodonmuutokset aiheuta rakenteisiin haitallisia halkeamia tai siirtymiä. Myös sallittujen jännitysten menetelmä on säilytetty vaihtoehtoisena mitoituksen menetelmänä, jonka antama lopputulos ei poikkea paljon rajatilamenetelmästä.

Mitoituksessa käytettävät laskentakuormat määritetään yleisten rakenteiden varmuudesta ja kuormituksista annettujen ohjeiden mukaan. Juoksulimitetyssä muurissa pystykuorman voidaan olettaa jakautuvan kuvan 1 mukaisesti. Vaakakuormien voidaan olettaa jakautuvat useammalle jäykistävälle seinälle niiden jäykkyyksien suhteessa. Tarvittaessa otetaan huomioon jäykistävien seinien epäsymmetrinen sijainti.

2.2 Lujuusominaisuudet

Tiilien suuren puristuslujuuden ansiosta muuratut seinät ja pilarit kantavat suuria pystykuormia. Erilaisissa rasituksissa tiilirakenne menettää kantokykynsä yleensä ensin heikomman laastisauman kohdalta. Kokonaisuutena muurin puristuslujuus riippuu käytettävästä tiili-laastiyhdistelmästä. Mitoituksessa käytetään laskentalujuutena tiilirakenteiden ohjeen tiilen ja laastin lujuusluokan perusteella antamista ominaislujuuksista varmuusluvulla 2,0 jaettuja arvoja.

Muurin vetolujuuteen vaikuttaa ratkaisevasti laastin ja tiilien välinen tartunta. Pääsääntöisesti tiilirakenteet mitoitetaan vetoa kestävämmällä. Muurin vetolujuutta käytetään hyväksi mitoitet-



Kuva 1. Pystykuorman jakautuminen seinässä.

Taulukko 2. Muurin laskentapuristuslujuus f_{vd} (MN/m²).

Tiilen lujuusluokka	Laastin lujuusluokka			
	16	8	4	2
5	1,5	1,5	1,25	1,0
15	3,0	2,75	2,25	2,0
25	4,5	4,0	3,25	2,75
35	5,75	5,0	4,0	3,25
45	6,75	5,75	4,5	3,5
55	7,25	6,25	4,75	3,5

taessa rakennetta tuuli- tai kaidekuormille. Juoksulimitetyssä muurissa pystysuuntaisen taiputusvetolujuuden laskenta-arvo f_{vd} on tiili-laasti-yhdistelmästä riippuen 0,075–0,15 MN/m² ja vaakasuuntainen taiputusvetolujuus kolminkertainen pystysuuntaan verrattuna.

Tiilirakenteiden otteessa vastaan vaakavoimia niihin kohdistuu vaakasaumojen suuntainen leikkausrasitus. Leikkauslujuuteen vaikuttaa tiilen ja laastin välinen tartunta ja kitka. Tiilirakenteiden antama laskentalujuus f_{vd} riippuu tiilien ja laastin lujuuden lisäksi samanaikaisesta puristusjäännityksestä. Raudoitettujen rakenteiden mitoituksessa laskentalujuutena käytetään perusarvoa ilman puristuslujuuden vaikutusta.

Taulukko 3. Muurin leikkauslujuuden laskentaratot f_{vd} (MN/m²).

Tiilen lujuusluokka	Laastin lujuusluokka	
	≥ 8	≤ 4
≤ 15	0,1	0,05
≥ 25	0,15	0,1

2.3 Muodonmuutosominaisuudet

Tiilirakenteiden muodonmuutoksia ovat kuorimitusten aiheuttama lyhytaikainen kimmoinen muodonmuutos ja pitkäaikainen viruma, kuivumisen aiheuttama kutistuma ja jatkuvat kosteusmuodonmuutokset sekä lämpötilan vaihtelujen aiheuttamat lämpöliikkeet. Rakenteiden suunnittelussa tulee ottaa erityisesti huomioon eri materiaalien muodonmuutoserot, jotka voivat aiheuttaa pakkovoimia ja rakenteiden halkeilua. Muodonmuutokset voidaan laskea tiilirakenteiden ohjeen antamalla muodonmuutoskertoimilla.

Taulukko 4. Tiilimuurin muodonmuutoskertoimia.

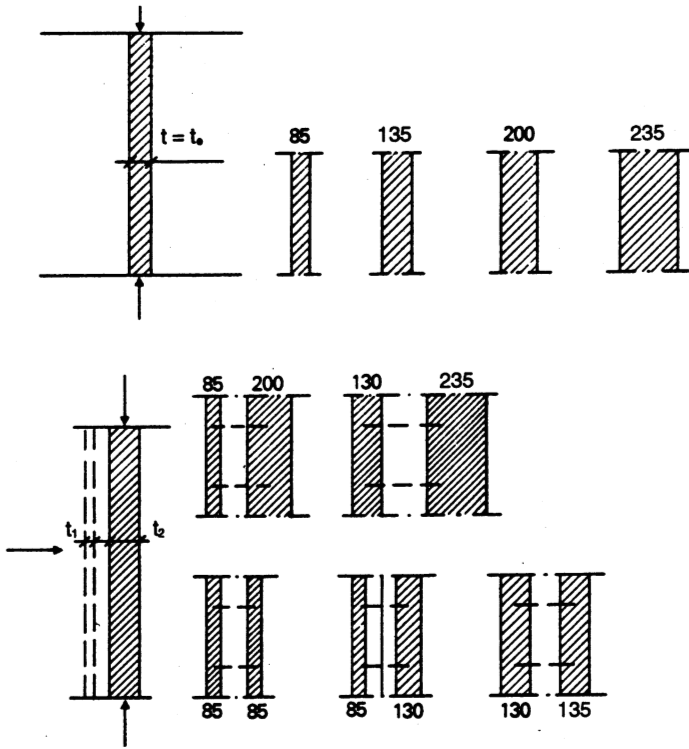
	Poltettu tiili, 35	Kalkkihiekka- tiili, 15
Kimmokerroin, MN/m ²		
– lyhytaikainen	8000	4400
– pitkäaikainen	4600	1800
Pituuden lämpö- tilakerroin 1/°C	6×10^{-6}	8×10^{-6}
Kutistuma mm/m	0,1	0,2

2.4 Muut ominaisuudet

Muuratut rakenteet valmistetaan palamattomista materiaaleista ja ne kuuluvat palotekniseen luokkaan A. Muurattuja seinä voidaan rajoituksesta käyttää mm. kellaritiloissa ja teknisissä tiloissa ja niistä voidaan tehdä suojaavia palomuureja. Kantavien ja osastoivien seinien palonkestoaika määritetään taulukkomitoituksena rakennepaksuuden mukaan.

Tiilirakenteiden yleisin käyttökohde on julkisivut, joissa tärkein rakenteilta vaadittava ominaisuus on säänkestävyys. Rasituksena on erityisesti lämmöneristeen ulkopuolella olevan kastuneen kuorimuurin toistuva jäätyminen ja sulaminen. Säänkestävyyden varmistamiseksi tiilien laatua valvotaan säännöllisin pakkaskestävyydestein. Rakenteiden oikealla suunnittelulla voidaan vaikuttaa oleellisesti julkisivun sääräsitukseen. Tiilirakenteet tulee suojata yläpuolelta valualta vedeltä ja eristää maakosteudelta.

Muuraustyön laatu vaikuttaa oleellisesti puhtaaksimuurattujen tiiliseiniin tiivyyteen. Viistosateille alttiissa kohteissa otetaan rakenteiden suunnittelussa huomioon, että kuorimuurin läpi saattaa päästä vettä ja huolehditaan veden ulosjohtamisesta. Kokemusten mukaan myös puhtaaksimuuratuilla seinillä saavutetaan hyvä ilmäääneneristävyyden, kun muuraustyö ja liittymädetaljit toteutetaan huolellisesti.



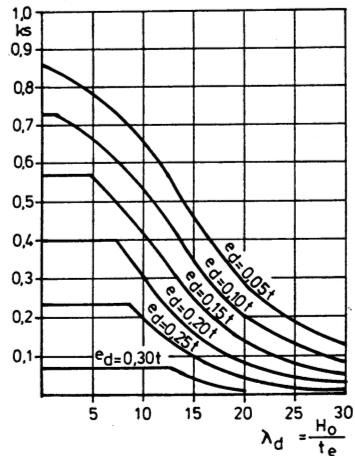
Kuva 2. Kantavia seinärakennetyyppejä; rakoseinillä $t_e \sqrt[3]{t_1^3 + t_2^3}$.

3 RUNKORAKENTEET

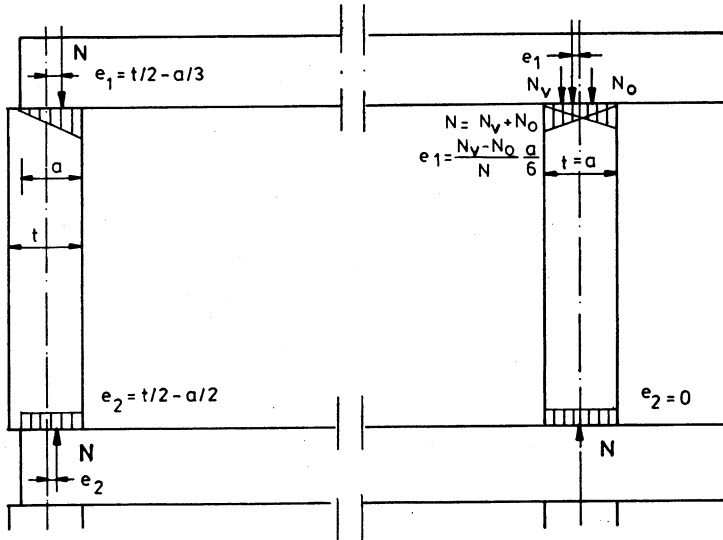
3.1 Rakennemallit

Tiilirunkoisessa rakennuksessa kantavia pystyrakenteita ovat muuratut ulkoseinien sisäkuoret ja väliseinät. Niitä voidaan tarkastella yhdessä väli- ja yläpohjalaattojen kanssa kehärakenteina. Käytännön mitoituksessa riittää yleensä tiilirakenteiden ohjeen antama likimääräismenetelmä, jossa seinää ja pilareita tarkastellaan erillisinä rakennusosina otaksumalla tuentatapa nielliseksi.

Kantavien ja jäykistävien seinien vähimmäispaksuus on yleensä 120 mm. Leveydeltään 85 mm:n moduulitiiltä voidaan käyttää kantavissa seinissä rajoitetusti pientiloissa. Yleisimmin kantavat seinät muurataan 130 mm:n normaalkokoisista tiilistä tai 135 mm leveistä kalkkihiekkaharkoista. Ääneneristävyyden takia huoneistojen välisen seinän paksuus on 200 – 235 mm.



Kuva 3. Nurjahduskerroin k_s , h_0 nurjahduspituus ja t_e hyötöpaksuus.



Kuva 4. Pystykuorman epäkeskisyyss $e_d = 0,6 e_1 + 0,4 e_2 \geq 0,05 t$.

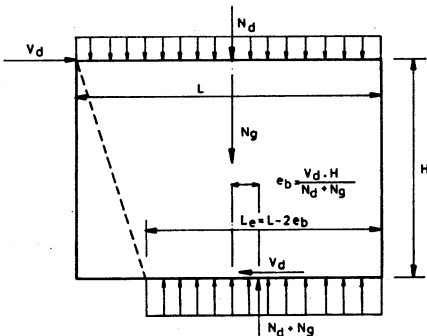
3.2 Kantavien pystyrakenteiden mitoitus

Kantavia seinää kuormittaa niiden pysty akselin suuntainen puristus ja mahdollinen tuulen aiheuttama vaakakuorma, esimerkiksi ulkoseinissä. Muurin puristuslujuuden lisäksi mitoituksen tärkeimmät osatekijät ovat rakenteen hoikkuus ja

kuorman epäkeskisyyss. Puristuskestävyys lasketaan kaavalla

$$N_u = k_s A f_d$$

jossa A on poikkileikkauksen pinta-ala f_d puristuslujuuden laskenta-arvo k_s kuorman epäkeskisyyden ja rakenteen hoikkuuden huomioonottava pienennyskerroin.



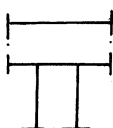
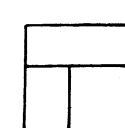
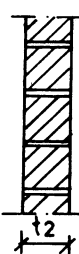
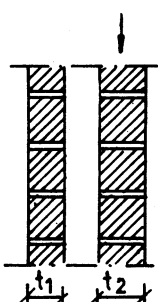
Kuva 5. Jäykistävän seinän mitoitus leikkaukselle ja pystykuormalle.

Kuorman epäkeskisyyss määritetään tukipintojen perusteella siten, että rakenteen yläpäässä kuorman otaksutaan vaikuttavan tukipinnan kolmannespisteessä ja alapäässä tukireaktio oletetaan keskeiseksi. Rakenteen hoikkuutta laskettaessa voidaan poikkitaisten seinien jäykistävä vaikutus ottaa huomioon nurjahduspituuden pienennyksenä ja rakoseimillä toisen kuoren jäykistävä vaikutus hyötypaksuudessa.

3.3 Jäykistävien seinien mitoitus

Rakennuksen runko ja siihen kuuluvat muuratut rakenteet suunnitellaan siten, että saavutetaan riittävä kokonaisvakavuus. Jäykistävinä rakenteina käytetään yleensä levyinä toimivia väli- ja yläpohjia sekä poikkitaaisia seinä. Runkoon kuuluvat seinät limitetään tai sidotaan toisiinta raudoituksella. Jäykistävä seinä saa pystykuormituksen lisäksi vaakakuormitusta tasonsa suunnassa. Seinät mitoitetaan vaakakuorman aiheut-

Taulukko 5. Tiiliseinien puristuskestävyyksiä (kN/m), kun tiilen lujuusluokka on 15 ja laastin lujuusluokka 8.

Seinätyyppi	Kuorman epäkeskisyyden Nurjahduspituus H_0 (m)	 $e_d = 0,05 t_2$			 $e_d = 0,15 t_2$		
		t_2 (mm)			t_2 (mm)		
		85	130	200	85	130	200
	2,0	47	158	353	21	79	221
	2,2	40	136	341	15	68	204
	2,4	33	118	325	12	57	187
	2,6		96	297		50	159
	2,8		85	269		39	145
	3,0		74	246		31	131
	3,2		67	229		24	116
	3,4		56	212		20	102
	3,6		48	190		16	88
	3,8		41	173		12	79
	4,0			145			73
	4,2			133			62
4,4			122			53	
4,6			111			45	
4,8			99			39	
	Nurjahduspituus H_0 (m)	$t_1 + t_2$ (mm)			$t_1 + t_2$ (mm)		
		85 + 85	85 + 130	130 + 130	85 + 85	85 + 130	130 + 130
	2,4	51	136	164	21	68	86
	2,6	44	118	150	16	57	75
	2,8	37	103	128	14	49	67
	3,0	32	85	117	11	38	56
	3,2	27	74	103	9	31	49
	3,4		66	88		27	41
	3,6		59	80		20	34
	3,8		48	73		16	30
	4,0		44	66		14	23
	4,2		40	55		12	19
	4,4			47			15
	4,6			43			13
4,8			39			11	

tamalle leikkaukselle ja pystykuormalle kuvan 5 toimintamallien mukaisesti.

Muuratun rakenteen leikkauskestävyys vaakasaumojen tasossa lasketaan kaavalla

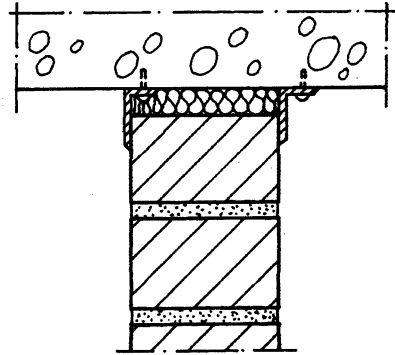
$$V_u = A_n (f_{vd} + 0,4 \sigma_c)$$

jossa

A_n on puristetun poikkileikkauksen pinta-ala

f_{vd} leikkauslujuuden laskenta-arvo

σ_c puristusjännitys.



Kuva 6. Kantamattoman tiiliseinän liikevara ja sivuttaistuenta.

4 VÄLISEINÄT

4.1 Kantamattomien seinien mitoitus

Kantamattomat tiiliväliseinät tuetaan siten, että saavutetaan riittävä vakavuus vaakakuormille, joita voivat olla esimerkiksi kaidekuorma ja tuuletustilanteen mukainen tuulikuorma. Kantamaton väliseinä erotetaan yläpuolisista taipuvista rakenteista riittävällä liikevaralla. Tarvittaessa liitokseen tehdään sivuttaistuenta.

Kantamattoman tiiliseinän paksuus valitaan yleensä ääneneristys- ja palonkestävyysvaatimusten mukaan. Korkeissa ohuissa seinissä on syytä kiinnittää huomiota seinän vakavuuteen. Seinän enimmäismitat ja tuentatarve voidaan laskea rakenteiden kuormitusohjeiden mukaisille tuulikuormille käyttämällä tiivisvaippaisissa rakennuksissa painekerrointa 0,4. Hyvä likiarvo seinän paksuudelle ja enimmäismitoille saadaan laskemalla taiputusmomentit murtoviivateorialla ja käyttämällä tiilirakenteiden ohjeen mukaisia taiputusvetolujuuksia.

4.2 Palotekninen mitoitus

Muurattujen tiilirakenteiden palomitoitus tehdään yksinkertaisesti tiilirakenteiden ohjeen taulukkojen avulla. Ne antavat kantavien ja osastovien seinien vähimmäispaksuudet vaadittaville palonkestoajoille. Taulukkoarvojen käytön edellytyksenä on, ettei kantavan seinän hoikkuus ylitä arvoa 26.

4.3 Äänitekkinen mitoitus

Yksinkertaisen tiiliseinän ilmapääneneristävyys riippuu sen massasta. Käytettävät mitoitussarvot perustuvat laboratorio- ja kenttämittauksiin ja niissä on otettu huomioon tavanomaiset sivutiiesiirtymät. Liittyvien rakenteiden vaikutus otetaan tarvittaessa huomioon rakentamismääräyskokoelman ohjeiden mukaan. Hyvä ääneneristävyys esimerkiksi rivitalon huoneistojen välisissä seinissä saavutetaan kaksinkertaisilla seinärakenteilla. Kaikki kuoria toisiinsa yhdistävät rakenteet aiheuttavat sivutiiesiirtymiä ja heikentävät

vät ääneneristävyyttä. Paras lopputulos saavutetaan, kun myös väliseinän perustus on halkaistu.

4.4 Detaljit

Liitosdetaljin suunnittelussa otetaan huomioon ääneneristävyysvaatimukset ja seinän tuentatarve. Betonirakenteiden ja tiiliseinän välisen laastisauman tiivys varmistetaan tarvittaessa elastisella saumausmassalla.

Sekä tiili- että kalkkihiekkatiili ovat lujia kiinnitysalustoja erilaisille tulpille ja ankureille, joita varten porataan reiät kovametalliterällä. Raskaiden ripustusten kiinnikkeet mitoitetaan niiden valmistajien ohjeiden mukaan.

Sähköasennukset tehdään asentamalla sähköputket seinän sisään tai käyttämällä sähköpeiliovia ja tekemällä vaakavedot lista-asennuksina tai alaslasketun katon yläpuolella. Tiiliseiniin saadaan sähköputkien pystyvedot kätevästi roilotiilillä ja vaakavedot palkkitiilillä.

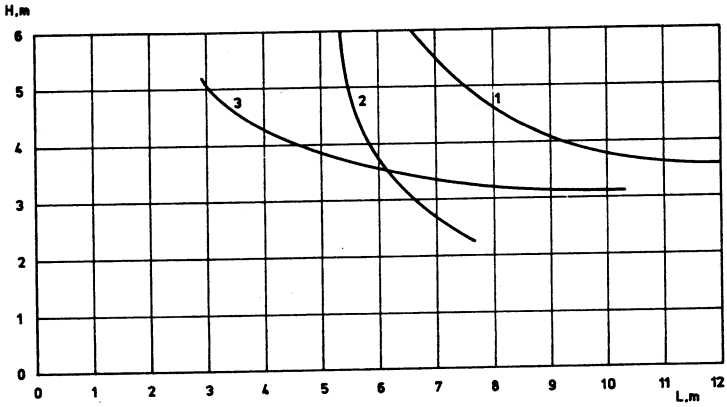
5 ULKOSEINÄT

5.1 Seinien mitoitus tuulikuormille

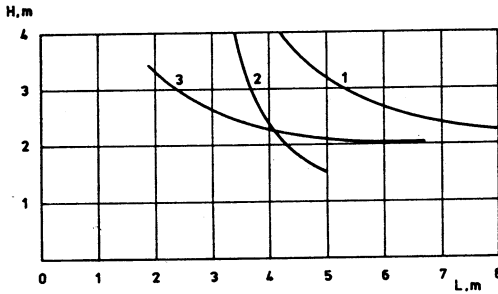
Kuorimuuri sidotaan rakennuksen runkoon muuraussitein, jotka mitoitetaan tuulen paineelle ja imulle. Tavanomaisen 4 mm:n ruostumatomasta teräslangasta valmistetun siteen vetokestävyys on 0,8 kN ja puristuskestävyys 0,4 kN. Yleensä siteitä käytetään 4 kpl/m², jolloin kuorimuurin jäykistävä vaikutus voidaan ottaa huomioon myös kantavan sisäkuoren mitoituksessa.

Ulkoseinät mitoitetaan tuulikuormille tiilira-

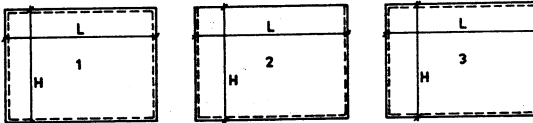
Seinän paksuus 130 mm



Seinän paksuus 85 mm (MKH)



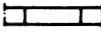
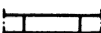

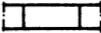


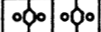


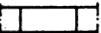



Tuentatavat

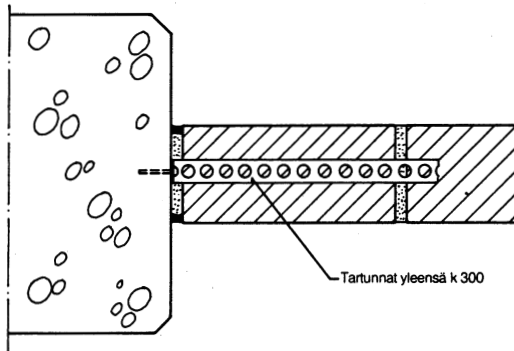


Kuva 7. Kantamattoman kolmelta ja neljältä sivulta tuetun tiiliväliseinien enimmäismittoja. Tiilen lujuusluokka 15 ja laastin lujuusluokka 8.

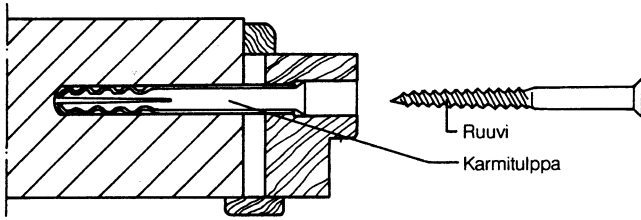
410 Muurattujen tiilirakenteiden suunnittelu

Taulukko 6. Väliseinärakenteiden palonkestoajat ja ilmaääneneristysluvut.

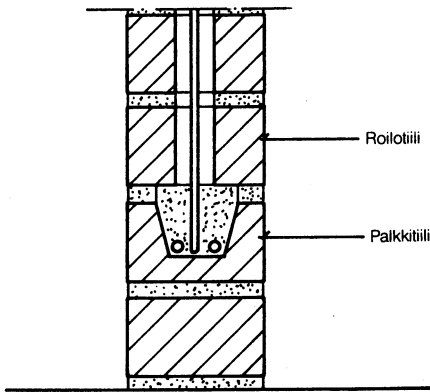
	Seinärakenne, paksuus (mm)	A-luokan palonkestoajat (mm)			Ilmaääneneristävyyys (R'w (dB))		
		kantava	osastoiva, kantamaton	puhtaaksi muurattu	tasoitettu	rapattu	
1	 75		30	38	40	42	* VTT:n palotekniikan laboratorio, tiedonanto nro 9 (1977)
2	 85		60	40 ²⁾	42	44	1) tiheysluokka 1,9
3	 130	120	180	46 ¹⁾	48 ¹⁾	49 ¹⁾	2) VTT:n tutkimuslaskelma A 7321/72
4	 135	120	180	48	48	49	3) Käytettäessä sidelankoja 4 kpl/m ² alence eristävyyys 2-3 dB ilmoitetusta
5	 200	180	240	51	52	53	
6	 270	240	240	54	55	56	4) Halkaisu perustus halkaisusyvyys ≥ 400 mm
7	 235	240	240	54	55	56	5) Yhtenäinen perustus
8	 85	120*	240*	48 ³⁾ 56 ⁴⁾	50 ³⁾ 57 ⁴⁾	52 ³⁾ 58 ⁴⁾	Ääneneristävyyksarvot edellyttävät puhtaan muurauksen täysin saumoin, tasoite tai rappaus molemmin puolin seinää. Liittyvien rakenteiden vaikutus RakMK C5 ohjeiden mukaan.
	 75						
	 85						
9	 130	240*	240*	56 ²⁾ 63 ⁴⁾	56 ³⁾ 64 ⁴⁾	58 ³⁾ 65 ⁴⁾	
	 70						
	 130						



Kuva 8. Tiiliseinän liittyminen betonipilariin tai seinään. Tiivistys elastisella saumasmassalla.



Kuva 9. Karmien kiinnitys tiiliseinään.



Kuva 10. Sähköputkien sijoittaminen roilo- ja palkkitiiliin.

kenteiden ohjeen antamia taipuvuusvetolujuuksia käyttäen. Rakoseinillä tuulikuorman voidaan olettaa jakautuvan seinille niiden jäykkyyksien suhteessa. Kun seinärakenteen pituuden ja paksuuden suhde on enintään 30 tai korkeuden ja paksuuden suhde enintään 20, seinä voidaan mitoittaa myös yhteen suuntaan toimivana kaarena. Kolmelta ja neljältä sivulta tuetuille seinille on laskettu mitoituskäyrästäjä käyttämällä myötöviiväteoriaa ja ortogonaalisuhdetta 3. Niistä saa valmiina yksinkertaisen tiiliseinän tai rakoseinän enimmäismitat tavanomaisilla tuulikuormilla.

5.2 Säänkestävyys ja sateenpitävyys

Ulkoseinään kohdistuva sääräsitus riippuu rakennuksen sijainnista, muodosta ja korkeudesta sekä rakenteen yksityiskohdista. Tuulen seinälle

heittävä viistosade kohdistuu voimakkaimmin korkeiden räystäätömiin rakennusten yläosiin ja kulmiin. Sääräsituksiin tulee kiinnittää erityistä huomiota rannikkoseudulla.

Tavanomaisissa olosuhteissa tiilimuuri imee itseensä seinäpinnalle satavan veden ja muuri kuivuu ulospäin aurinkoisilla ilmoilla. Syksyllä toistuvien voimakkaiden sateiden aikana julkisivun vedenimukyky voi ylittyä ja seinäpinnalle muodostuu vesikalvo. Kun julkisivun ja taustarakenteen välillä on paine-ero, vesi tunkeutuu kuorimuurin läpi epätiivisyyskohdista, joita on yleisimmin tiilen ja laastin rajapinnoissa pystysaumoissa. Vaikka muurauksessa tulee pyrkiä mahdollisimman hyvään tiivyyteen, viistosateille alttiissa seinissä on aina järjestettävä veden ulosjohtaminen aukotuksen yläpuolelle, jalustaan ja tarvittaessa välipohjien kohdalle.

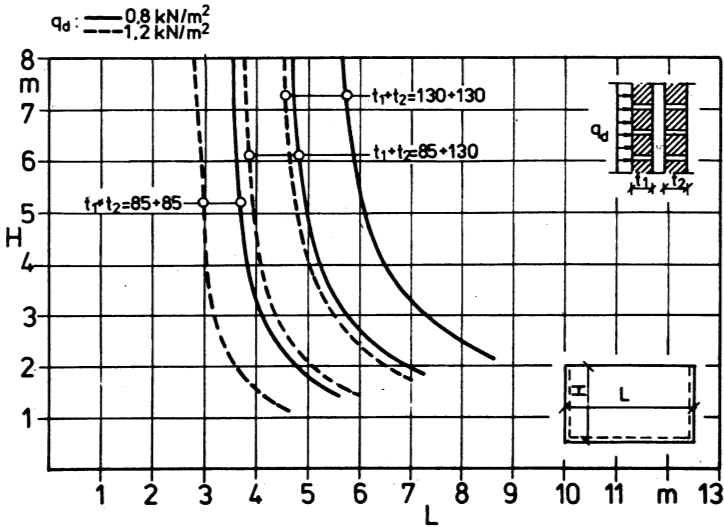
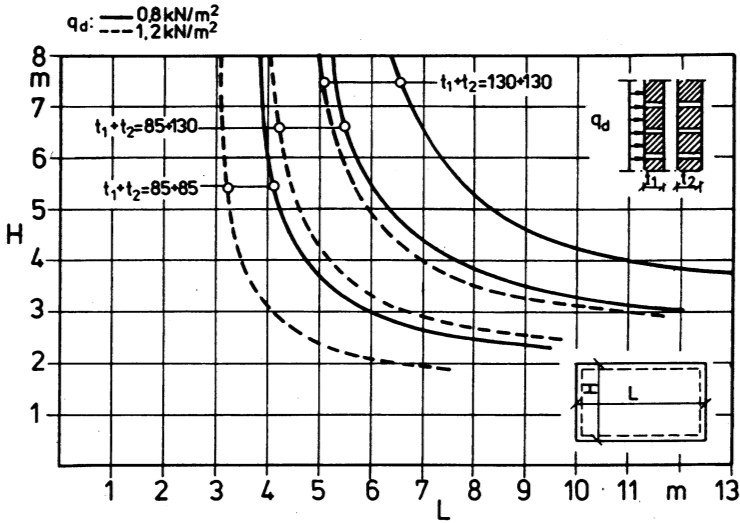
Kevytrakenteisissa seinissä lämmöneristyskerros suojataan tuulensuojalla ja sen ja kuorimuurin väliin jätetään noin 20 mm:n ilmarako. Se tuuletetaan räystäältä ja jättämällä alimmassa tiilikerkoksessa joka kolmas pystysauma auki. Kivirakenteisissa rakoseinissä voidaan käyttää yhtä pehmeää eristekerrosta, joka täyttää yhdessä laastipurseiden kanssa 20 mm eristeen nimellispaksuutta leveämmäksi mitoitettun raon. Voimakkaille viistosateille alttiissa kohteissa on suositeltavampaa käyttää tuulensuojaa ja noin 30 mm:n ilmarakoa.

Myös julkisivun pakkaskestävyys edellyttää, ettei tiiliseinään valuteta vettä yläpuolisista rakennusosista. Muurin yläreunat suojataan peltilyksellä, joka johtaa veden vähintään 30 mm irti seinäpinnasta.

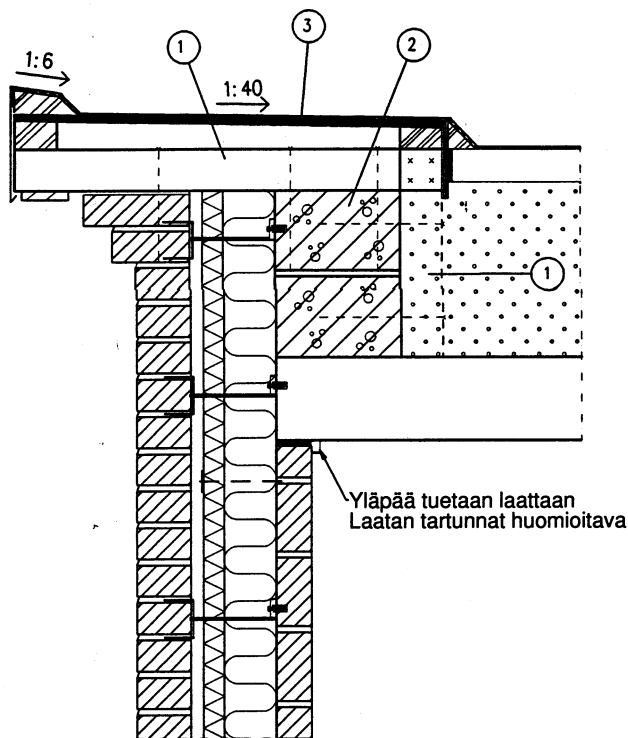
5.3 Liikuntasaumamat

Tiilisessä kuormimuurissa syntyy lämpötilan ja kosteuden vaihdellessa muodonmuutoksia, jotka voivat aiheuttaa muurin halkeilua. Eniten halkeilua aiheuttavat lyhytaikaiset lämpöliikkeet. Halkeamien estämiseksi kuorimuuri jaetaan liikuntasaumoin tarkoituksenmukaisiin osiin.

Liikuntasaumamat sijoitetaan niihin kohtiin,



Kuva 11. Kolmelta tai neljältä sivulta vapaasti tuettujen tiiliseinien enimmäismittoja. Tiilen lujuusluokka 35 ja laastin lujuusluokka 8.



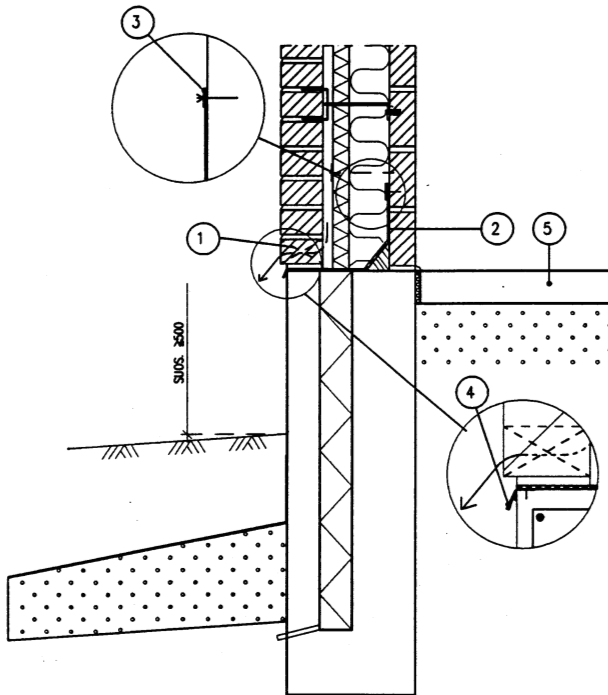
1. Kestopuu
2. Kevytsoraharkot tai vastaavat
3. Säänkestävä vaneri

Räystä voidaan muotoilla eri tavoilla.

Kuva 12. Räystäädetalji. Tuuletus räystääspellin alta.

Taulukko 7. Aukottoman kuorimuurin liikuntasauvojen enimmäisvälit.

	Rakenteen korkeus (m)					
	1,0	2,0	3	4,0	5,0	6,0
Muurityypit	1,0	2,0	3	4,0	5,0	6,0
Poltetut tiilet	8	12	15	18	21	24
Kalkkihiekkatiilet	5	8	10	12	14	16



1. Joka kolmas pystysauma auki.
2. Kumibitumikermi K-MS 170/3000. Liimataan saumoistaan (liimitys 150 mm). Muutoin kermi voidaan jättää alustastaan irti.
3. Kermi kiinnitetään yläreunastaan kuumasinkityllä lattateräksellä 30 x 4. Lattateräksen kiinnitys RST-ruuvein k 150.
4. Kermin päättäminen voidaan viimeistellä muovipinnoitetulla tippapellillä.
5. Maanvarainen tai kantava lattia.

Sokkelipalkin taipumat on otettava huomioon tiiliseinän mitoituksessa.

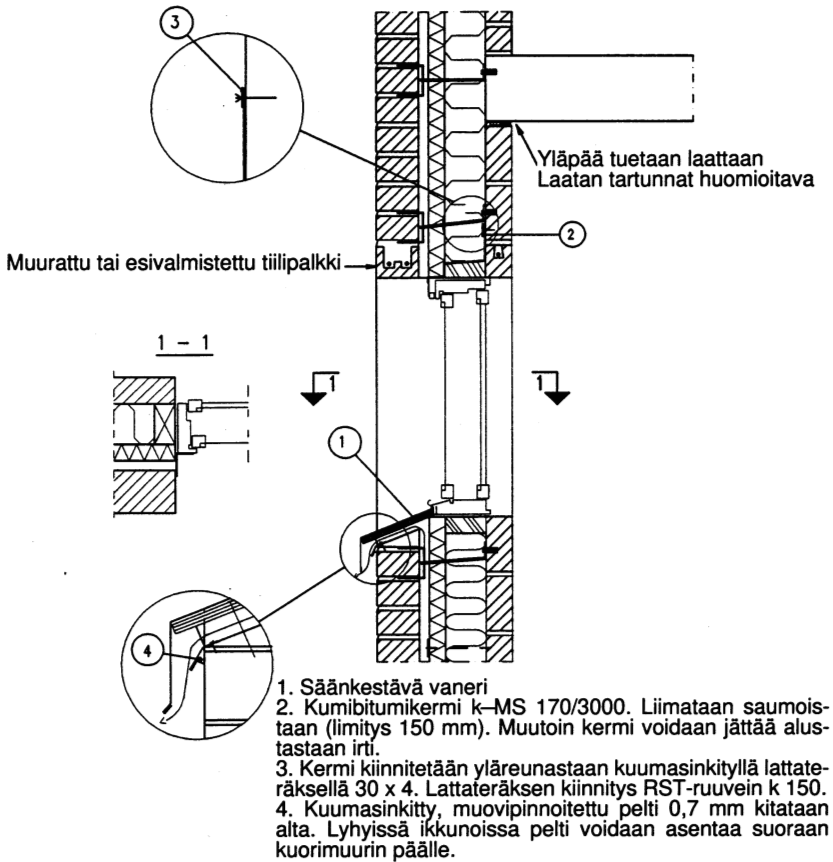
Kuva 13. Sokkelidetali. Kosteuseristys, veden poisjohtaminen ja vaakasuuntainen liikuntasauva bitumihuopakaistalla.

joissa muurin vapaa liikkuminen estyy tai joissa halkeilu on todennäköistä poikkileikkauksen muodonmuutoksen tai heikennyksen takia. Suositeltavia liikuntasauvojen paikkoja ovat nurkat, joihin ne voidaan usein sijoittaa ulkonäöllisesti huomaamattomasti. Liikuntasauvojen suuntaa antavana ohjeena voidaan käyttää oikean taulukon enimmäisvälejä.

Rakenteellisista syistä eri korkeudelta kannatetut kuorimuurin osat erotetaan toisistaan liikuntasauvoilla. Tällainen tilanne syntyy, kun osa julkisivusta kannatetaan kerroksittain ja osa perustuksista tai kun perustuksessa on isoja korkeuseroja. Myös epäjatkuviin rakenteisiin, ku-

Taulukko 8. Kuormittamattoman tiilipalkin enimmäismittoja.

Aukon yläpuolisen palkin korkeus		Aukon enimmäismitta m
Tiilikerrosta	mm	
3	260	1,8
4	350	2,7
5	440	3,6
6	530	4,5
7	620	5,1
8	710	5,4
9	800	5,6
10	890	5,7



Kuva 14. Ikkunadetalji. Aukon ylitys raudoitetuilla tiilipalkeilla. Ikkunan sijainti seinässä tulee valita sellaiseksi, että työtექnikka, veden ulosohjaus ja ikkunan sisäpuolen kosteuden tiivistyminen voidaan luotettavasti toteuttaa.

ten elementtirakenteisiin sokkeleihin, tuetut osat erotetaan toisistaan.

Raudoitusta käytetään paikallisesti halkeilualttiissa kohdissa tasaamaan jännityshuippuja siten, että rauditus siirtää muodonmuutosliikkeen liikuntasamaan. Halkeilualttiita kohtia ovat nurkat ja kapeat ikkunoiden alapuoliset nauhat erityisesti kalkkihiekkatiilijulkisivuissa.

Sokkelin ja tiilimuurin väliin sijoitetaan aina bitumihuopakaista, joka toimii vaakasuuntaisena liikuntasamana ja tasaa jännityshuippuja. Kun se taivutetaan ylös taustarakennetta vasten,

se johtaa myös mahdollisesti kuorimuurin taakse pääseen veden ulos.

5.4 Aukkopalkit

Tiilimuurin aukkojen yläpuoliset osat voidaan kannattaa raudoitettulla tiilipalkeilla tai muototeräksillä kuten L-profiililla. Raudoitetut tiilipalkit muodostavat yhtenäisen rakenteen muun seinän kanssa. Muuratun palkin toimivaksi korkeudeksi saa otaksua enintään 1/2 jännimitasta ja 10 kertaa palkin leveys. Kuormien voidaan olettaa

holvaantuvan suoraan tuille kaltevuudella 2:1 (vrt. kuva 1).

Raudoitetut palkit mitoitetaan taipuudelle ja leikkaukselle ja raudoituksen ankkuroinnille tiilirakenteiden ohjeen mukaan. Sauman paksuuden tulee olla 1,5-kertainen raudoitteeseen verrattuna, joten saumoissa käytetään yleensä 8 mm:n harjatankoja tai ohuempia ruostumattomia tikasraudoitteita. Suositeltavaa on sijoittaa teräset palkkitiilien kouruun. Palkkitiiliä on saatavissa vakiotuotteena kalkkihiekkatiiliväliseiniin ja erikoistilauksesta 130 mm leveisiin poltettuihin tiiliin.

Lähteet

- [1] Tiilirakenteet, RIL 85-1989. Suomen Rakennusinsinöörien liitto r.y.
- [2] Höyhtyä M. ja Vanttinen, Y.: Muuratut rakenteet 1, Talonrakennus, Rakentajain Kustannus Oy, 1988.
- [3] Kinnunen J.: Muuratut rakenteet 2, Rakennesuunnittelu, Rakentajain Kustannus Oy, 1988.

RAKENTEIDEN YKSIKKÖKUSTANNUKSIA 1997

Kirja sisältää laskelmat tavallisten pientalo-, kerrostalo- ja tehdashallirakenteiden hankinta- ja vuosikustannuksista. Jokainen rakennusosa, siihen kuuluva aika ja aiheutuvat kustannukset käsitellään erikseen.

P-O Jarle
RAKENTEIDEN YKSIKKÖKUSTANNUKSIA 1997
Rakennustieto Oy, 1997

231 s

Ovh 380 mk. Hintaan sisältyy alv. Toimituskulut lisätään hintaan.

TILAUKSET

Rakennustieto Oy, puh. (09) 5495 5400 tai fax (09) 5495 5340

RAKENNUSTIETO