

B8 SUOMEN RAKENTAMISMÄÄRÄYSKOKOELMA

Tiilirakenteet OHJEET 2007

Ympäristöministeriön asetus tiilirakenteista

Annettu Helsingissä 25 päivänä toukokuuta 2007

Ympäristöministeriön päätöksen mukaisesti säädetään 5 päivänä helmikuuta 1999 annetun maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) 13 §:n nojalla rakentamisessa sovellettaviksi seuraavat ohjeet tiilirakenteista.

Tämä asetus tulee voimaan 1 päivänä lokakuuta 2007 ja sillä kumotaan ympäristöministeriön 28 päivänä lokakuuta 1988 antama päätös tiilirakenteista. Ennen asetuksen voimaantuloa vireille tulleeseen lupahakemukseen voidaan soveltaa aikaisempia ohjeita.

Helsingissä 25 päivänä toukokuuta 2007

Asuntoministeri *Jan Vapaavuori*

Rakennusneuvos Jaakko Huuhtanen

Sisällys

- 1 YLEISOHJEET
 - 1.1 Soveltamisala
 - 1.2 Määritelmiä
 - 1.3 Standardit ja merkinnät
 - 1.4 Vastavuoroisuuden tunnustaminen

- 2 MUURAUSTARVIKKEET
 - 2.1 Poltetut tiilet tai-~~sekä~~ kalkkiehkeätiilet ja –harkot
 - 2.2 Muurauslaastit
 - 2.3 Raudoitteet
 - 2.4 Muuraussiteet
 - 2.5 Ylityspalkit

- 3 RAKENTEIDEN SUUNNITTELU
 - 3.1 Suunnitelmat
 - 3.2 Suunnitteluperusteet
 - 3.2.1 Mitoitusmenetelmät
 - 3.2.2 Yleiset suunnitteluperusteet
 - 3.2.3 Kuormat
 - 3.2.4 Muurin aineominaisuudet
 - 3.2.5 Rakenteiden varmuus
 - 3.2.6 Ympäristörasitukset
 - 3.3 Rakenteelliset ohjeet
 - 3.3.1 Saumat ja limitykset
 - 3.3.2 Runkorakenteet
 - 3.3.3 Ulkoseinät
 - 3.3.4 Ei-kantavat väliseinät
 - 3.3.5 Raudoitettut rakenteet
 - 3.3.6 Rakenteiden muodonmuutokset
 - 3.4 Rakenteiden mitoitus
 - 3.4.1 Kantavat pystyrakenteet
 - 3.4.2 Paikallinen puristuskestävyys
 - 3.4.3 Jäykistävät seinät
 - 3.4.4 Sivuttaiskuormitetut seinät
 - 3.4.5 Muuraussiteet
 - 3.4.6 Raudoitettut muuratut rakenteet

- 4 RAKENTEIDEN VALMISTUS
 - 4.1 Yleistä
 - 4.2 Muuraustyön johtaminen
 - 4.3 Muuraustarvikkeiden säilytys työmaalla
 - 4.4 Muuraus
 - 4.4.1 Limitys
 - 4.4.2 Saumat
 - 4.4.3 Muuraussiteiden ja raudoitteiden sijoittaminen rakenteisiin
 - 4.4.4 Työn tarkkuus
 - 4.4.5 Muurauksen yksityiskohtia
 - 4.4.6 Talvimuuraus
 - 4.4.7 Rakenteen työnaikainen suojaaminen
 - 4.4.8 Rakenteen kuormittaminen

- 5 LAADUNVALVONTA
 - 5.1 Yleistä
 - 5.2 Aineiden ja tarvikkeiden laadunvalvonta
 - 5.3 Rakenteiden valmistuksen valvonta

- 6 RAKENTEIDEN KELPOISUUS
- 7 MUURIN LUJUUSOMINAISUUKSIEN KOKEELLINEN MÄÄRITTÄMINEN
 - 7.1 Yleistä
 - 7.2 Kokeiden määrä
 - 7.3 Koejärjestelyt
 - 7.4 Koetulosten tarkastelu
- 8 PALOTEKNINEN MITOITUS
 - 8.1 Mitoitusperusteet
 - 8.2 Palonkestävyyden taulukkomitoitus
- Liite 1 Viittaukset
- Liite 2 Merkinnät
- Liite 3 Ympäristöolosuhdeluokat

|

1 Yleisohjeet

1.1 Soveltamisala

Nämä ohjeet koskevat poltetuista tiilistä sekä kalkkihiekkatiilistä ja -harkoista muurauslaastilla muuraamalla tai muulla vastaavalla tavalla tehtyjen rakenteiden lujuutta, säänkestävyyttä, pitkäaikaiskestävyyttä ja palonkestävyyttä.

1.2 Määritelmiä

Tiilirakenne

on tiilistä muurauslaastia käyttäen muurattu rakenneosa

Harkkorakenne

on harkoista muurauslaastia käyttäen muurattu rakenneosa

Poltettu tiili

on muurauskappale, joka on valmistettu savesta tai muista savespitoisista materiaaleista, mahdollisesti myös hiekasta, polttoaineesta tai muista lisäaineista ja on poltettu riittävän korkeassa lämpötilassa keraamisen sidoksen aikaansaamiseksi

LD-tiili

on suojatussa muurauksessa käytettävä poltettu tiili, jonka bruttokuivatiheys on enintään 1000 kg/m³

HD-tiili

on poltettu tiili, jota käytetään suojaamattomassa muurauksessa ja/tai jonka bruttokuivatiheys on vähintään 1000 kg/m³

Kalkkihiekkatiili ja -harkko

on pääasiassa kalkista ja kvartsipitoisista materiaaleista valmistettu muurauskappale, joka on kovetettu korkeassa höyrynpaineessa

Muurauslaasti

on yhden tai useamman epäorgaanisen sideaineen, kiviaineksen, veden ja joskus seosaineiden ja/tai lisäaineiden seos, jota käytetään muurattujen rakenteiden muuraukseen, saumaukseen ja jälkisaumaukseen

Yleislaasti

on muurauslaasti lähinnä perinteiseen muuraukseen

Ohutsaumalaasti

on ohutsaumamuuraukseen tarkoitettu muurauslaasti, jonka suurin kiviaineksen raekoko on enintään 2 mm

Kevytlaasti

on muurauslaasti, jonka tiheys kuivana ja kovettuneena on enintään 1300 kg/m³

Muurauslaastin puristuslujuusluokka

on kirjaimella M merkitty luokka, jonka perässä esitetään laastille ilmoitettu puristuslujuuden keskiarvo N/mm^2 :nä

Muurattu rakenne

on tiilen tai harkon ja laastin muodostama rakennusosa

Muuri

on tiilen tai harkon ja laastin muodostama rakenne, jota käytetään muurin ominaislujuuden määrittämisessä (esim. muurin ominaispuristuslujuudelle 1 m korkea muurattu rakenne)

Kuorimuuri

on ulkoseinän ulkopuolinen muurattu pintarakenne, joka on kiinnitetty rakennuksen runkoon

Rakoseinä

on kahden toisiinsa sidotun muurin muodostama seinärakenne

Ylityspalkki

on muuratun rakenteen aukkojen ylityksessä käytetty palkki, joka voi myös toimia liittorakenteena muuratun rakenteen kanssa; se on tehty teräksestä, muurauskappaleista, laastista, betonista tai kevytbetonista tai näiden yhdistelmistä; raudoite voi olla myös jänneterästä

1.3 Standardit ja merkinnät

Näissä ohjeissa viitattut standardit ja muut asiakirjat on lueteltu liitteessä 1. Viitattaessa jäljempänä yhdenmukaistettuun SFS-EN-tuotestandardiin tarkoitetaan standardin viimeisintä versiota muutoksinen sellaisena kuin se on saatettu voimaan komission ilmoituksella EU:n virallisessa lehdessä (OJ).

Näissä ohjeissa käytetyt merkinnät on esitetty liitteessä 2.

1.4 Vastavuoroisuuden tunnustaminen

Milloin näissä ohjeissa on viitattu SFS-standardeihin tai laadunvalvontamenettelyihin, niiden sijasta voidaan vastavuoroisen tunnustamisen periaatteen mukaisesti käyttää myös muussa Euroopan talousalueeseen kuuluvassa maassa voimassa olevaa turvallisuustasoltaan vastaavaa EN- tai muuta standardia tai laadunvalvontamenettelyä.

2 Muuraustarvikkeet

2.1 Poltetut tiilet sekä kalkkiahiekkatiilet ja –harkot

Rakenteisiin käytetään SFS-käsikirjan 176 mukaisia poltettuja LD- ja HD-tiiliä sekä SFS-käsikirjan 176 mukaisia kalkkiahiekkatiiliä ja –harkkoja.

Selostus:

SFS-käsikirjassa 176 esitetään, kuinka standardeja SFS-EN 771-1 ja SFS-EN 771-2 sovelletaan käytettäessä näitä ohjeita siihen asti, kun muurattujen rakenteiden suunnittelussa siirrytään standardin EN 1996-1-1 käyttöön.

Kansallisessa soveltamisstandardissa SFS 7001 esitetään kansallisen standardisoinnin toimialayhteisön suositukset vaatimustasoiksi eri käyttökohteissa mm. standardien SFS-EN 771-1 ja SFS-EN 771-2 sekä SFS-käsikirjan 176 mukaisille tuotteiden ominaisuuksille.

2.2 Muurauslaastit

Rakenteisiin käytetään SFS-käsikirjan 176 mukaisia muurauslaasteja.

Muurauslaasti valitaan siten, että se kovettuessaan sitoo muurauskappaleet yhtenäiseksi rakenteeksi.

Raudoitettuihin rakenteisiin käytettävien laastien tulee antaa riittävä korroosionsuoja raudoitukselle.

Selostus:

SFS-käsikirjassa 176 esitetään, kuinka standardia SFS-EN 998-2 sovelletaan käytettäessä näitä ohjeita siihen asti, kun muurattujen rakenteiden suunnittelussa siirrytään standardin EN 1996-1-1 käyttöön.

Kansallisessa soveltamisstandardissa SFS 7001 esitetään kansallisen standardisoinnin toimialayhteisön suositukset vaatimustasoiksi eri käyttökohteissa mm. standardin SFS-EN 998-2 sekä SFS-käsikirjan 176 mukaisille tuotteiden ominaisuuksille.

2.3 Raudoitteet

Rakenteisiin kohdistuvia vetorasituksia vastaanottamaan käytetään standardin SFS 1215 mukaisia betoniteräksiä tai standardin SFS1259 mukaisia ruostumattomia teräksiä, jotka ovat ympäristöministeriön hyväksymän tarkastuselimen varmentamia. Raudoitteet voivat olla myös standardin SFS-EN 845-3 mukaisia ohutsaumaraudoitteita edellyttäen, että niiden vetomurtolujuus, tartunta ja pitkäaikaiskestävyys on varmennettu.

2.4 Muuraussiteet

Kuorimuurin sitomiseen ja tukemiseen käytettävät tarvikkeet tehdään korroosionkestävistä materiaaleista. Niiden tulee kestää kelpoisuuttaan menettämättä lämpötilan vaihteluista johtuvat muodonmuutokset ja muut rasitukset.

Kuorimuurin sitomiseen käytetään ruostumattomasta teräslangasta taivutettuja siteitä tai ruostumattomasta teräksestä valmistettuja nauvoja. Alle 5 m:n korkeissa kuorimuureissa voidaan käyttää myös vähintään 50 µm kuumasinkkikerroksella päällystettyjä terässiteitä.

Kuorimuurin sitomiseen voidaan käyttää standardin SFS-EN 845-1 mukaisia muuraussiteitä edellyttäen, että niiden puristuslujuus, vetolujuus, nurjahduslujuus/taivutusjäykkyys ja pitkäaikaiskestävyys on varmennettu.

2.5 Ylityspalkit

Rakenteisiin käytetään varmennetun käyttöselosteen mukaisia esivalmisteisia ylityspalkkeja. Rakenteisiin voidaan myös käyttää standardin SFS-EN 845-2 mukaisia esivalmisteisia ylityspalkkeja edellyttäen, että niiden kantavuus, taipuma, raudoitteen korroosionkestävyys sekä tarvittaessa pakkaskestävyys ja palonkestävyys on varmennettu.

Selostus:

Muurattujen rakenteiden aukkojen ylityksiin voidaan esivalmisteisten ylityspalkkien ohella käyttää myös kantavina rakenteina mitoitettuja rakennuspaikalla valmistettuja ylityspalkkeja sekä raudoitettomia luonnonkivikappaleita. Lisäksi aukkojen ylityksiin voidaan käyttää esivalmisteisia teräs-, betoni- ja kevytbetonipalkkeja, jotka on mitoitettu toimimaan kantavina rakenteina ilman muuratun rakenteen liittovaikutusta.

3 Rakenteiden suunnittelu

3.1 Suunnitelmat

Suunnitelmissa esitetään käytettävät tiilet/harkot ja muurauslaastit CE-merkintöjä tai asianomaisten SFS-käsikirjojen mukaisia merkintöjä noudattaen. Tavanomaisten rakenteita koskevien tietojen, kuten rakennemittojen, rakenteiden sijainnin ja hyötykuormien lisäksi suunnitelmissa esitetään tarvittavassa laajuudessa:

- raudoitukset, niiden suojaus ja ankkurointi
- muurausiteiden laatu, muoto, määrä ja sijoitus
- veden- ja kosteudeneristys ja veden poistaminen
- liikuntasaumot, niiden sijainti ja rakenne
- tiilien/harkkojen limitys
- saumatyyppi ja sauman paksuus
- seinien tuenta
- urat, roilot, syvennykset ja reiät
- työaukot ja –saumat
- ympäristöolosuhdeluokka
- erikoisolosuhteita kuten talvimuurausta koskevat lisäohjeet
- työnaikaiset kuormat ja –tuenta

3.2 Suunnitteluperusteet

3.2.1 Mitoitusmenetelmät

Rakenteet mitoitetaan rajatilamenettelyllä noudattaen kohdassa 3.3 esitettyjä rakenteellisia ohjeita.

Rakenteet suunnitellaan sekä murto- että käyttörajatilat huomioon ottaen.

3.2.2 Yleiset suunnitteluperusteet

Laskelmissa mittoina käytetään nimellismittoja. Kohdan 3.3.1 mukaisen rakosauman ja sisäänvedetyn sauman rajamitat täyttävän sauman mitaksi rakenteen leveys suunnassa voidaan kuitenkin otaksua rakenteen leveys.

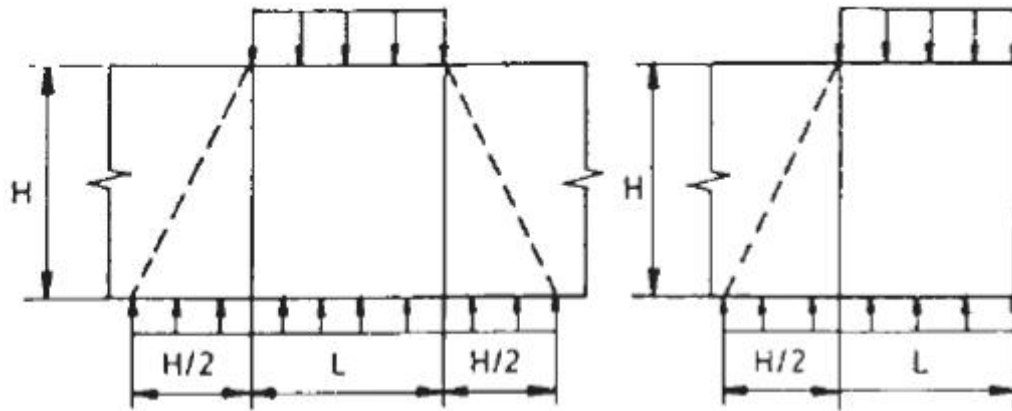
Kun sauman sisäänveto on suurempi tai rakosauman mitat ovat erilaiset kuin kohdassa 3.3.1, käytetään laskelmissa muuratun rakenteen paksuutena sauman kohdalta mitattua paksuutta.

Rakenteiden jännemitoiksi otaksutaan tukien keskiöiden etäisyydet ja seinien ja pilarien korkeudeksi niiden vapaa korkeus. Jännemitoiksi ei kuitenkaan tarvitse otaksua suurempaa arvoa kuin tukien vapaa väli kerrottuna kertoimella 1,05.

3.2.3 Kuormat

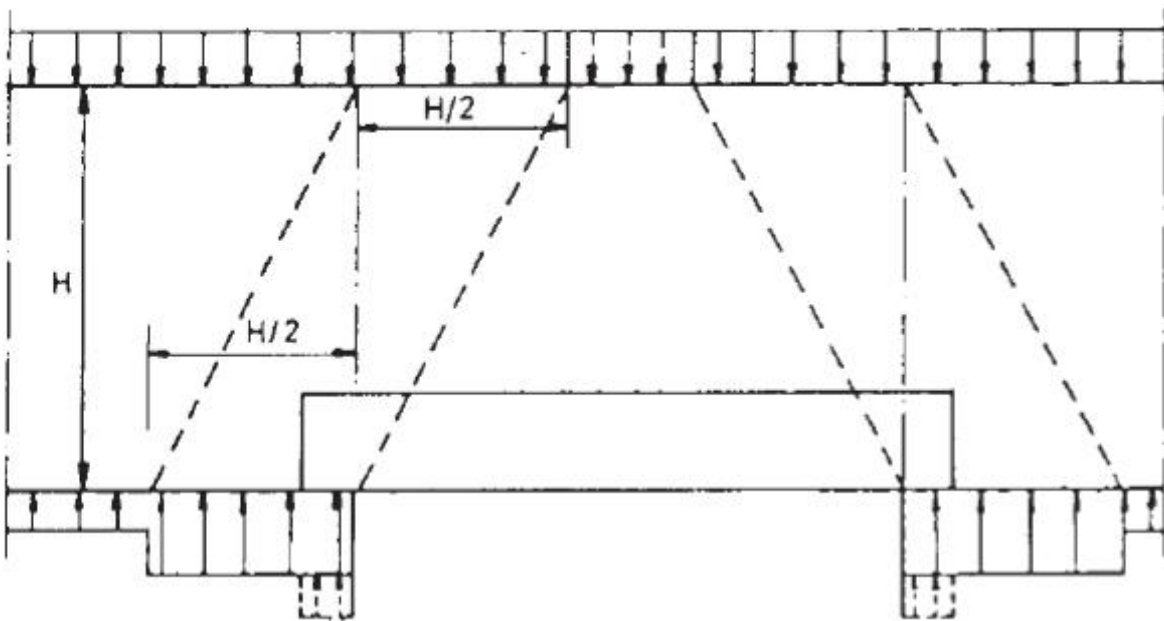
Rakenteiden laskentakuormat lasketaan niitä koskevien määräysten mukaan.

Pystykuormien voidaan olettaa jakautuvan ja siirtyvän muuratuissa seinissä kuvan 1 mukaisesti.



Kuva 1.
Pystykuormien jakautuminen seinässä.

Kun rakenteet ottavat vastaan kaaren vaakavoiman, kaarivaikutus voidaan ottaa huomioon aukkojen yläpuolella kuormien jakautumisessa ja olettaa osan pystykuormasta siirtyvän suoraan tuille kuvan 2 mukaisesti.



Kuva 2.
Pystykuormien jakautuminen aukon kohdalla.

Vaakarakenteiden tuilla sekä seinien ja pilarien alapäissä kuormien voidaan otaksua jakautuvan tasan koko tukipinnalle.

Kun vaakarakenteet siirtävät vaakakuormat useammalle jäykistävälle seinälle, kuormien voidaan olettaa jakautuvan jäykistävälle seinille niiden jäykkyyksien suhteessa. Tarvittaessa otetaan vaakakuormien jakautumisessa huomioon jäykistävien seinien epäsymmetrinen sijainti.

Taivutusmomenttien ja leikkausvoimien jakautuminen rakenteissa lasketaan kimmoteorian mukaan tai tässä ohjeessa esitetyillä likimääräismenetelmillä. Kun seinärakenteita mitoitetaan tuulikuormalle, voidaan muurattu rakenne laskea käyttäen murtoviivateoriaa. Tarvittaessa otetaan huomioon rakenteen halkeilu ja pakkovoimien aiheuttamat rasitukset.

Jatkuvissa rakenteissa voidaan poiketa kimmoteorian mukaisesta taivutusmomenttien jakautumisesta enintään 20 %, kun muut voimasuureet korjataan muuttunutta jakaumaa vastaaviksi.

3.2.4 Muurin aineominaisuudet

Muurin lujuusominaisuudet määritetään kokeellisesti kohdan 7 mukaisesti tai suunnittelussa käytetään SFS-käsikirjan 176 mukaisille muurauskappaleille ja laasteille esitetyistä lujuusluokista/ominaisarvoista muurille määritettyjä ominaisarvoja, joiden käyttäminen edellyttää, että saumat ja limitykset täyttävät kohdassa 3.3.1 esitetyt vaatimukset.

Muurauskappaleen ja muurauslaastin välinen tartuntalujuus tulee olla vähintään SFS-käsikirjassa 176 asetetun vaatimuksen mukainen.

Poltetuista LD- ja HD-tiilistä yleislaastilla tai ohutsaumalaastilla muuratun muurin puristuslujuuden ominaisarvoina käytetään taulukon 1 arvoja.

Kalkkiahiekkatiilistä ja -harkoista yleislaastilla tai ohutsaumalaastilla muuratun muurin puristuslujuuden ominaisarvoina käytetään taulukon 2 arvoja.

Selostus:

Taulukoiden 1 ja 2 väliset erot muurin puristuslujuuden ominaisarvoissa johtuvat siitä, että muurauskappaleen lujuusluokan perusteena olevat testimenetelmät ovat erilaiset.

Taulukko 1.

Poltetuista LD- ja HD-tiilistä yleislaastilla muuratun muurin puristuslujuuden ominaisarvot f_{ck} N/mm²:nä.

Muurauskappaleen lujuusluokka	Muurauslaastin puristuslujuusluokka				
	M2,5	M5	M7,5	M10	M15
5	2,0	2,5	3,0	3,0	3,0
10	3,0	3,5	4,0	4,0	4,5
15	4,0	4,5	5,5	5,5	6,0
20	4,5	5,5	6,5	7,0	7,5
25	5,5	6,5	8,0	8,5	9,0
30	6,0	7,0	9,0	9,5	10,0
35	6,5	8,0	10,0	10,5	11,5
45	7,0	9,0	11,5	12,5	13,5
55	7,0	9,5	12,5	13,5	14,5

Huom 1: Väliarvot voidaan interpoloida.

Huom 2: Taulukossa 1 esitetyt ominaisarvot pätevät myös sellaisille muureille, joiden saumojen nimellispaksuus on ohuempi kuin mitä yleislaastille on kohdassa 4.4.2 esitetty.

Huom 3: Taulukossa 1 esitetyt ominaisarvot pätevät SFS-käsikirjan 176 aukkoryhmän 1 ja 2 poltetuille tiilille, kun muurauskappaleen puristuslujuus on määritetty ko. SFS-käsikirjan liitteen I.C mukaisella testillä käyttäen koekappaleena kahta sementtilaastilla toisiinsa muurattua tiilen puolikasta.

Taulukko 2.

Kalkkiahiekkatiilistä ja -harkoista yleislaastilla muuratun muurin puristuslujuuden ominaisarvot f_{ck} N/mm²:nä.

Muurauskappaleen lujuusluokka	Muurauslaastin puristuslujuusluokka				
	M2,5	M5	M7,5	M10	M15
10	2,0	2,5	3,0	3,0	3,0
15	3,0	3,5	4,0	4,0	4,5
20	4,0	4,5	5,5	5,5	6,0
25	4,5	5,5	6,5	7,0	7,5
30	5,5	6,5	8,0	8,5	9,0

Huom 1: Väliarvot voidaan interpoloida.

Huom 2: Jos rakenne valmistetaan ohutsaumamuuraamalla saumojen paksuuden ollessa korkeintaan 3 mm, voidaan muurauslaastin lujuusluokkana käyttää arvoa M15.

Huom 3: Taulukossa 2 esitetyt ominaisarvot pätevät SFS-käsikirjan 176 aukkoryhmän 1 ja 2 kalkkihiekkatiilille ja -harkoille kun muuruskappaleen puristuslujuus on määritetty standardin EN 772-1 mukaisella testillä käyttäen ko. aukkoryhmän mu-kaista muuruskappaletta koekappaleena.

Kun puristus on kohtisuorassa suunnassa muuruskappaleen päätä vastaan, otetaan reiällisistä muu-rauskappaleista muuratusta rakenteesta reikien vaikutus huomioon lujisuuden pienenemisenä käyttä-mällä pienennyskerrointa 0,5.

Kun muurauksessa ei käytetä laastia pystysaumoissa, voidaan taulukoiden 1 ja 2 ominaisarvoja käyt-tää paitsi silloin kun puristus on kohtisuorassa suunnassa muuruskappaleen päätä vastaan, jolloin laastiittomien pystysaumojen vaikutus otetaan huomioon pienennyskerroimella 0,5.

Poltetuista LD- ja HD-tiilistä sekä kalkkihiekkatiilistä ja –harkoista yleislaastilla tai ohutsaumalaastilla muuratun muurin taivutuslujuuden ominaisarvo vaakasaumojen suuntaisessa murtotasossa (ks. kuva 3, tapaus 1) saadaan taulukosta 3a ja muuruskappaleen taivutuslujuuden ominaisarvo vaakasaumo-jen suuntaa vastaan kohtisuorassa tasossa (ks. kuva 3, tapaus 2) saadaan taulukosta 3b.

Taulukko 3a.

Poltetuista LD- ja HD-tiilistä sekä kalkkihiekkatiilistä ja –harkoista yleislaastilla tai ohutsaumalaastilla muuratun muurin taivutuslujuuden ominaisarvot f_{xk1} vaakasaumojen suuntaisessa murtotasossa N/mm²:nä.

Muuruskappaleen lujusluokka	Muurauslaastin puristuslujuusluokka	
	≥ M10	≤ M5
5	0,20	0,15
15	0,20	0,15
20	0,20	0,15
25	0,25	0,20
35	0,35	0,20
45	0,35	0,20
55	0,35	0,20

Huom 1: Väliarvot voidaan interpoloida.

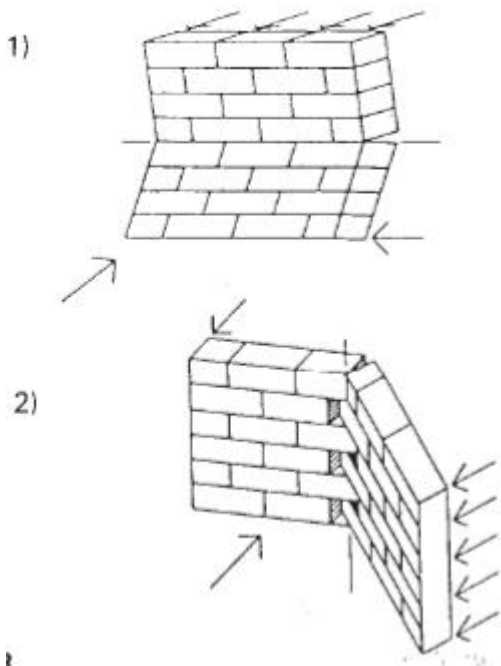
Taulukko 3b.

Poltetuista LD- ja HD-tiilistä sekä kalkkihiekkatiilistä ja –harkoista yleislaastilla tai ohutsaumalaastilla muuratun muurin taivutuslujuuden ominaisarvot f_{xk2} vaakasaumojen suuntaa vastaan kohtisuorassa tasossa N/mm²:nä.

Muuruskappaleen lujusluokka	Muurauslaastin puristuslujuusluokka	
	≥ M10	≤ M5
5	0,60	0,45
15	0,60	0,45
20	0,60	0,45
25	0,75	0,60
35	1,05	0,60
45	1,05	0,60
55	1,05	0,60

Huom 1: Väliarvot voidaan interpoloida.

Kun muurauksessa ei käytetä laastia pystysaumoissa, voidaan taulukon 3a ominaisarvoja käyttää. Vaakasaumojen suuntaa vastaan kohtisuorassa tasossa laastiittomien pystysaumojen vaikutus ote-taan huomioon kertomalla taulukon 3b ominaisarvot pienennyskerroimella 0,7.



Kuva 3.

Muurin taivutuslujuus eri suunnissa.

Tapaus 1: Taivutuslujuus vaakasaumojen suuntaisessa murtotasossa.

Tapaus 2: Taivutuslujuus vaakasaumojen suuntaa vastaan kohtisuorassa murtotasossa.

Vaakasaumojen suuntainen leikkaustantalujuuden ominaisarvo lasketaan kaavasta

$$f_{vk} = f_{vko} + 0,4 \sigma_c \leq 1,0 \text{ N/mm}^2 \quad (3.1)$$

missä

f_{vk} on leikkaustantalujuuden ominaisarvo

f_{vko} saadaan taulukosta 4

σ_c on sauman tasoa vastaan kohtisuora puristusjännitys, joka lasketaan pysyvistä kuormista kerrottuna varmuusluvulla 0,9.

Taulukko 4.

Poltetuista LD- ja HD-tiilistä sekä kalkkihiekkatiilistä ja –harkoista yleislaastilla muuratun rakenteen leikkaustantalujuuden ominaisarvo ilman sauman tasoa vastaan kohtisuoran puristusjännityksen vaikutusta f_{vko} , N/mm^2 .

Muurauskappaleen lujuusluokka	Muurauslaastin puristuslujuusluokka	
	$\geq \text{M10}$	$\leq \text{M5}$
5 - 20	0,2	0,16
> 20	0,3	0,2

Huom 1: Väliarvot voidaan interpoloida.

Poltetuista LD- ja HD-tiilistä sekä kalkkihiekkatiilistä ja –harkoista ohutsaumalaastilla muuratun rakenteen leikkaustantalujuuden ominaisarvo ilman sauman tasoa vastaan kohtisuoran puristusjännityksen vaikutusta $f_{vko} = 0,31 \text{ N/mm}^2$.

Kun muurauksessa ei käytetä laastia pystysaumoissa, leikkaustantalujuuden ominaisarvo $f_{vko} = 0,07 \text{ N/mm}^2$.

Pystypoikkileikkauksessa muurin leikkauslujuuden ominaisarvo voidaan laskea käyttämällä poikkileikkauksessa muurauskappaleen leikkauslujuudelle arvoa $1,5 \text{ N/mm}^2$ poltetuille HD-tiilille sekä kalkkihiekkatiilille ja –harkoille. Ko. arvoja käytettäessä pystysaumojen osuutta ei oteta huomioon.

Raudoitetun muuratun rakenteen leikkauslujuuden ominaisarvona f_{vk} käytetään taulukon 4 arvoja.

Laskettaessa lyhytaikaisen kuormituksen aiheuttamia muodonmuutoksia muuratun rakenteen kimmo-
kertoimelle käytetään arvoa

$$E_c = 800 f_{ck} \quad (3.2)$$

missä

f_{ck} on puristuslujuuden ominaisarvo.

Laskettaessa pitkäaikaisen kuormituksen aiheuttamia muodonmuutoksia muuratun rakenteen kimmo-
kertoimelle käytetään arvoa

$$E_{cc} = E_c / (1 + \Phi) \quad (3.3)$$

missä

$\Phi = 0,75$ poltetuilla tiilillä

$\Phi = 1,50$ kalkkiahiekkatiilillä ja -harkoilla.

Muurauksen jälkeiselle kutistumalle sekä muurin kastumisesta ja kuivumisesta johtuvalle kosteus-
muodonmuutokselle käytetään molemmille arvoa 0,1 mm/m poltetuilla tiilillä ja 0,2 mm/m kalkkiahiek-
katiilillä ja -harkoilla.

Muuratun rakenteen pituuden lämpölaajenemiskertoimelle voidaan käyttää arvoa $6 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ polte-
tuille tiilille ja $8 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ kalkkiahiekkatiilille ja -harkoille.

Raudoituksen ominaislujuutena käytetään alemmaa myötörajaa tai 0,2-rajaa ja kimmokerrotime-
na kyseisen teräslaadun kimmokerrointa.

3.2.5 Rakenteiden varmuus

Kantavien rakenteiden murtorajatilatarkasteluissa laskentalujuus saadaan jakamalla muu-
rin/materiaalin ominaislujuus taulukon 5 mukaisella materiaalin osavarmuusluvulla.

Taulukko 5.

Materiaalin osavarmuusluvut.

Materiaali	Murtorajatilan materiaalin osavarmuusluku
Muurattu rakenne sovellettavan SFS-käsikirjan kategorian I muu- rauskappaleista	2,0
Muurattu rakenne sovellettavan SFS-käsikirjan kategorian II muu- rauskappaleista	3,0
Raudoitus	1,2

Teräksisten muuraussiteiden materiaalin osavarmuuslukuna käytetään raudoituksen osavarmuuslu-
kua ja ankuroinnin osavarmuuslukuna muuratun rakenteen osavarmuuslukua.

Käyttörajatilatarkasteluissa osoitetaan tarvittaessa, etteivät muodonmuutokset ja halkeamat ylitä ra-
kenteen käyttökelpoisuudelle asetettuja vaatimuksia tai ole muutoin haitallisia. Käyttörajatilatarkaste-
luissa käytetään materiaalin osavarmuuslukuna arvoa 1,0.

3.2.6 Ympäristörasitukset

Ulkoilmaa vasten sijaitsevien rakenteiden suunnittelussa tulee ottaa huomioon ympäristörasitukset, joita ovat lämpötilan ja kosteuden muutoksista aiheutuvat muodonmuutokset, sade ja tuulenpaine sekä toistuvasta jäätymisestä aiheutuva pakkasrasitus. Ulkoiset rasitukset riippuvat ilmastosta, rakennuksen sijainnista, muodosta ja korkeudesta sekä rakenteen yksityiskohdista.

Viistosaderasitus riippuu ensisijaisesti seinään kohdistuvasta tuulenpaineesta. Erityistä huomiota saateenpitävyyteen tulee kiinnittää silloin, kun rakennus on räystäätön, korkea tai sijaitsee avoimella paikalla. Kuorimuurin saumat muurataan mahdollisimman tiiviiksi. Seinän suunnittelussa otetaan huomioon, että kuorimuurin läpi saattaa päästä vettä, ja huolehditaan veden ulosjohtamisesta.

Pakkasrasitus kohdistuu voimakkaimmin rakenteisiin, jotka ovat alttiina runsaalle kosteudelle ja joiden lämpötilan vaihtelut seuraavat nopeasti ulkoilman lämpötilan vaihteluita. Pakkasrasitus otetaan huomioon muuraustarvikkeiden valinnassa ja rakenteen suunnittelussa. Ulkona käytettävien muurauskappaleiden ja laastin ja niistä muurattujen rakenteiden tulee olla säänkestäviä. Rakenteet suunnitellaan siten, ettei niihin kerääny haitallisesti vettä muista rakennusosista ja ne eristetään maakosteudelta.

Raudoitetuissa muuratuissa rakenteissa käytettävän rakenteellisen raudoitteen tulee täyttää seuraavat korroosionsuojausvaatimukset eri ympäristöolosuhteluissa (ks. liite 3):

MX1: Ei korroosionsuojausvaatimuksia

MX2 ja MX3: Standardin SFS 1259 mukainen ruostumaton teräs tai kuumasinkitty täyttäen standardin SFS 1266 pinnoitetta koskevat vähintään luokan ZnE vaatimukset.

MX4: Standardin SFS 1259 mukainen ruostumaton teräs tai kuumasinkitty täyttäen standardin SFS 1266 pinnoitetta koskevat vähintään luokan ZnB vaatimukset.

MX5: Suunnittelijan asettama korroosionsuojavaatimus.

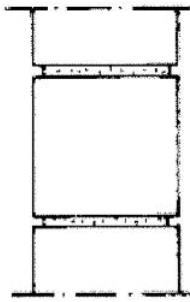
3.3 Rakenteelliset ohjeet

3.3.1 Saumat ja limitykset

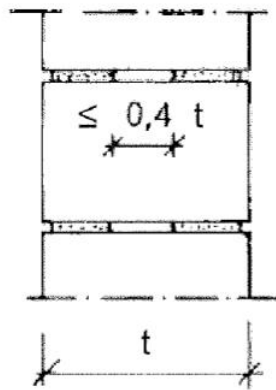
Kohdassa 3.2.4 annetut lujuus- ja muodonmuutosominaisuudet koskevat sellaista juoksulimitettyä muuria, joka muurataan täysin saumoin (kuva 4 a) tai rakosaumoin (kuvan 4 b vaatimukset täyttäen) ja jonka sauman nimellispaksuus on enintään 18 mm. Ohutsaumalaastia käytettäessä sauman nimellispaksuus saa olla enintään 3 mm (yleensä sauman nimellispaksuus on 2 mm). Juoksulimitetyksi katsotaan muurattu rakenne, jossa päällekkäisten muurauskappaleiden porrastus on vähintään 1/4 muurauskappaleen pituudesta ja 1/2 muurauskappaleen korkeudesta (kuva 5). Sauma voi olla muurauskappaleen pinnasta sisään vedetty enintään kuvan 4 c mukaisesti.

Kun käytetään muuta limitystapaa, paksumpaa saumaa tai vajaaksi jätettäviä tai jälkisaumattavia saumoja, muuratun rakenteen heikkeneminen otetaan suunnitelmissa huomioon. Seinärakenteet voidaan muurata laastittomin pystysaumoin, jos rakenteen lujuuden pieneneminen otetaan huomioon kohdassa 3.2.4 esitetyllä tavalla ja rakenne tiivistetään pintakerroksella käyttökohteen edellyttämällä tavalla.

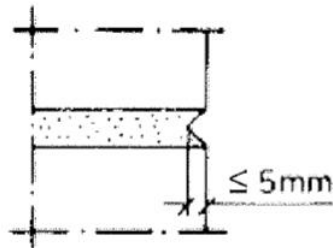
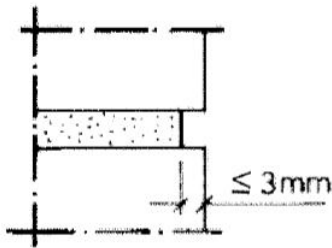
a) täysi sauma



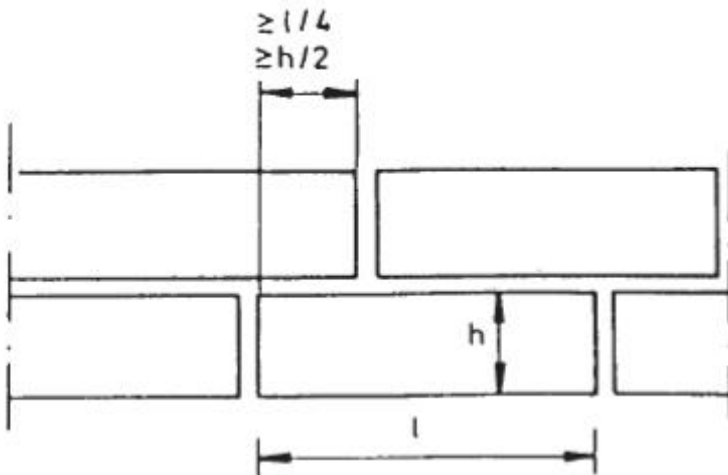
b) rakosauma



c) sauman sisäänveto

**Kuva 4.**

Täysi sauma ja rakosauma.

**Kuva 5.**

Juoksulimitetty muurattu rakenne.

3.3.2 Runkorakenteet

Rakennuksen runko ja siihen kuuluvat muuratut rakenteet suunnitellaan siten, että saavutetaan riittävä kokonaisvakavuus ja työnaikainen vakavuus. Kohdan 3.4 mukainen muurattujen rakenneosien mitoitus edellyttää, että rakenneosien väliset liitokset siirtävät kaikki vaakavoimat jäykistäville rakenteille. Jäykistävät rakenteet ja liitokset tulee tarkistaa jokaisella tasolla vähintään vaakakuormalle, joka on 0,5 % tasolta siirtyvästä pystykuormasta. Jäykistävinä rakenteina käytetään yleensä levyinä toimivia väli- ja yläpohjia ja poikittaisia seiniä tai ristikko- ja kehärakenteita. Runkoon kuuluvat seinät limitetään toisiinsa tai sidotaan toisiinsa raudoituksella.

Kantavan tai jäykistävän seinän nimellispaksuus on vähintään 85 mm enintään kaksikerroksisissa ja 120 mm useampi kerroksisissa rakennuksissa. Pilarin poikkileikkausala on vähintään 50 000 mm². Kantavan pystyrakenteen kohdan 3.4.1.4 mukainen mitoitushoikkuus λ_d on enintään 30.

3.3.3 Ulkoseinät

Kuorimuuri tuetaan ja sidotaan rakennuksen runkoon siten, että lämpötilan ja kosteuden vaihteluista aiheutuvat muodonmuutokset eivät vaurioita rakennetta. Kuorimuuri jaetaan liikuntasaumoin sellaisiin osiin, että muodonmuutokset eivät aiheuta haitallisia halkeamia. Liikuntasaumot sijoitetaan niihin kohtiin, joissa muurin vapaa liikkuminen estyy, kuten nurkkiin, tai kohtiin, joissa halkeilu on todennäköistä esimerkiksi poikkileikkauksen muuttumisen tai heikennysten takia. Paikallisesti halkeilua voidaan rajoittaa myös raudoituksella. Kuorimuurin eri korkeudelta kannatetut tai epäjatkuviin rakenteisiin tuetut osat erotetaan pystysuuntaisin liikuntasaumoin.

Kuorimuuri sidotaan muuraussitein rakennuksen runkoon. Jos kuorimuurin jäykistävää vaikutusta käytetään hyväksi kantavan seinän mitoituksessa tai jos rakoseinä mitoitetaan tuulikuormille jakamalla kuormaa kummallekin kuorelle, siteiden vähimmäismäärä on 4 kpl/m² koko seinäpinnalla. Jos sidontaa ei tehdä koko seinäpinnalle, siteiden väliset alueet mitoitetaan tuulikuormille kohdan 3.4.4 mukaisesti.

Ulkoseinä suunnitellaan siten, ettei sadevesi pääse haitallisesti tunkeutumaan seinään tai seinän läpi. Aukkojen pielet, liittyminen muihin rakennusosiin ja tuuletusaukot suunnitellaan niin, että vesi ei niiden kautta pääse tunkeutumaan seinään. Ulkoseinien liittyminen ikkuna- ja oviaukkoihin, väli- ja yläpohjiin ja perustuksiin suunnitellaan sellaiseksi, että kuorimuurin läpi mahdollisesti tunkeutunut vesi kulkeutuu ulos vahinkoa tuottamatta.

Kuorimuurin nimellispaksuus on vähintään 85 mm.

3.3.4 Ei-kantavat väliseinät

Ei-kantavat väliseinät tuetaan siten, että saavutetaan riittävä vakavuus vaakakuormille. Seinien suunnittelussa otetaan huomioon vaakarakenteiden mahdolliset taipumat.

3.3.5 Raudoitettut rakenteet

Raudoitteet sijoitetaan saumoihin tai erikoismuurauskappaleista muodostettuihin kouruihin. Sauman paksuuden tulee olla vähintään 1,5-kertainen raudoitteen paksuuteen verrattuna. Laastin puristuslujuusluokan tulee olla vähintään M 5. Raudoitteen etäisyyden rakenteen pinnasta tulee olla vähintään 15 mm sisätiloissa tai kun käytetään ruostumattomasta teräksestä valmistettuja raudoitteita, muulloin 30 mm.

Raudoitustankojen vapaan välin tulee olla vähintään 20 mm.

Palkkirakenteissa poikkileikkauksen tehollinen korkeus on enintään 1 / 2 jännemitasta ja enintään 10 kertaa palkin leveys.

Laattarakenteissa raudoitustankojen välinen etäisyys on enintään 400 mm.

Palkkirakenteissa huolehditaan raudoituksen alapuolisten muurauskappaleiden sitomisesta.

3.3.6 Rakenteiden muodonmuutokset

Muurattu rakenne, liitokset ja liikuntasaumot suunnitellaan siten, että kuormien, lämpötilan ja kosteuden muutoksien aiheuttamat muodonmuutokset ja halkeamat eivät ole haitallisia rakenteen toiminnalle tai vaurioita liittyviä rakenteita.

3.4 Rakenteiden mitoitus

3.4.1 Kantavat pystyrakenteet

3.4.1.1 Yleistä

Kantavia pystyrakenteita kuormittaa niiden pysty akselin suuntainen kuorma ja mahdollinen vaakuorma. Muuratut seinät ja pilarit mitoitetaan homogeenisina ja vetoa kestäättöminä. Raudoittamatot muuratut seinät ja pilarit voidaan mitoittaa olettamalla ne taivutuskestäviksi vain mitoittaessa niitä tuulikuormille tai vastaavanlaisille lyhytaikaisille kuormille.

Mitoituksessa otetaan huomioon kuorman epäkeskisyys ja rakenteen hoikkuus. Seiniä ja pilareita tarkastellaan erillisinä rakennusosina otaksumalla tuentatapa nivelelliseksi tai otaksumalla tuentatapa osittain tai täysin kiinnitetyksi (esim. kehärakenteiden osina).

Kun seinät ja pilarit kiinnittyvät vaakarakenteisiin, niitä voidaan tarkastella myös kehärakenteen osina ja käyttää rakenteiden mitoituksessa tässä ohjeessa esitettyjä likimääräismenetelmiä tarkempia laskentamenetelmiä. Tällöin pystykuormien epäkeskisyys lasketaan kiinnitysmomenttien avulla ja nurjahduspituutena H_0 käytetään yleensä vähintään 0,75-kertaista rakenteen vapaata korkeutta.

3.4.1.2 Puristuskestävyys

Muuratun seinän tai pilarin puristuskestävyys N_u lasketaan kaavalla:

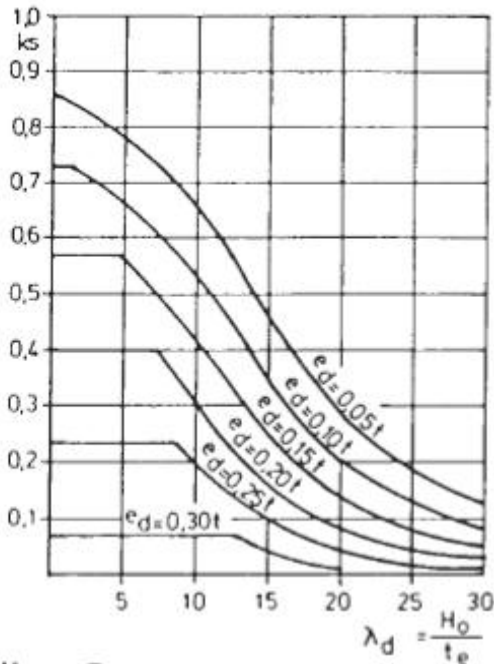
$$N_u = k_s A_c f_{cd} \quad (3.4)$$

missä

A_c on poikkileikkauksen pinta-ala

f_{cd} on muurin puristuslujuuden laskenta-arvo

k_s on kuorman epäkeskisyden ja rakenteen hoikkuuden huomioon ottava pienennyskerroin, joka saadaan kuvasta 6.



Kuva 6.
Kerroin k_s .

3.4.1.3 Kuorman epäkeskisyys

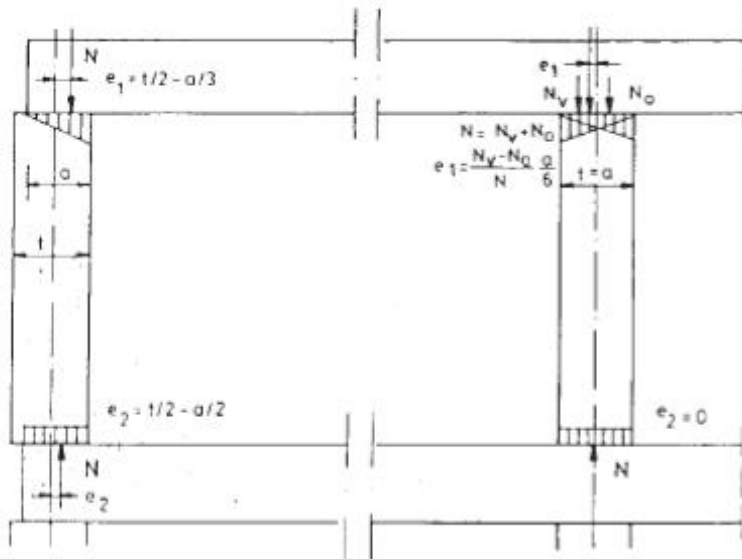
Rakenteen puristuskestävyys lasketaan käyttämällä mitoitus epäkeskisyttä e_d :

$$e_d = 0,6 e_1 + 0,4 e_2 + e_w \geq 0,05 t + e_w \quad (3.5)$$

missä

- e_1 on itseisarvoltaan suurempi päiden epäkeskisyyksistä
 e_2 on itseisarvoltaan pienempi päiden epäkeskisyyksistä, joka on nolla, mikäli epäkeskisyysdet ovat erimerkkiset
 e_w on vaakakuorman aiheuttama epäkeskisyys
 t on rakenteen paksuus.

Pystykuorman epäkeskisyys määritetään kuvan 7 mukaisesti. Vaakarakenteiden tuilla tukireaktion oletetaan jakautuvan tukipinnalle siten, että se vaikuttaa tukipinnan kolmannespisteessä. Jatkuvien vaakarakenteiden tuilla seinän kummaltakin puolelta siirtyvien kuormien tukireaktion oletetaan vaikuttavan tukipinnan kolmannespisteissä. Rakenteen alapäässä kuorman oletetaan jakautuvan tasan tukipinnalle, jolloin kuorman resultantti vaikuttaa tukipinnan keskipisteessä.



Kuva 7.

Pystykuorman epäkeskisyys.

Vaakakuormien aiheuttama epäkeskisyys e_w lasketaan kaavasta:

$$e_w = M_d/N_d \quad (3.6)$$

missä

- M_d on vaakakuorman aiheuttaman taivutusmomentin laskenta-arvo
 N_d on normaalivoiman laskenta-arvo.

Jos vaakarakenne tukeutuu koko pystyrakenteen poikkileikkaukselle, vaakakuormien aiheuttama taivutusmomentti voidaan laskea olettamalla tuki osittain kiinnitetyksi ja tukimomentiksi 75 % täysin kiinnitetyn rakenteen tukimomentista.

3.4.1.4 Rakenteen hoikkuus

Rakenteen puristuskestävyys lasketaan käyttämällä mitoitus hoikkuutta:

$$\lambda_d = H_0/t_e \quad (3.7)$$

missä

H_0 on nurjahduspituus
 t_e on rakenteen tehollinen paksuus.

Kun rakenteen sivusiirtymä on estetty, voidaan nurjahduspituutena H_0 käyttää seinän tai pilarin vaapaata korkeutta. Kun seinä on tuettu esim. poikittaisella seinällä toiselta tai molemmilta sivuilta, nurjahduspituus H_0 lasketaan kertomalla vapaa korkeus H kertoimella k_h , joka saadaan taulukosta 6, jossa L on seinän vaakasuora pituus.

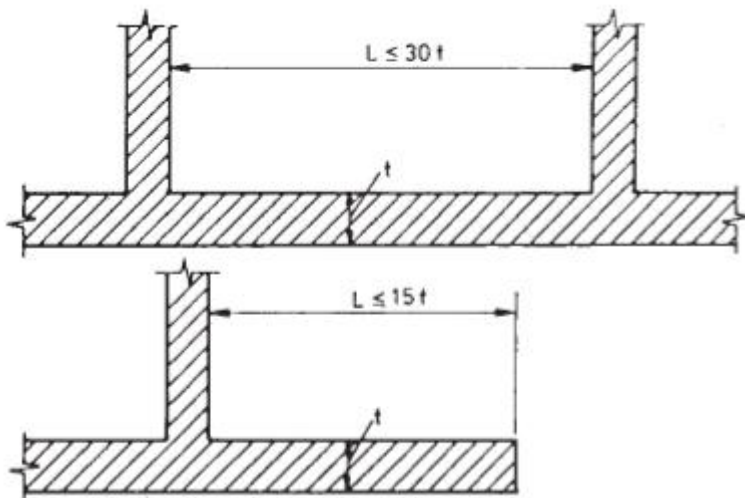
Taulukko 6.

Kerroin k_h .

L/H	k_h	
	Molemmat sivut tuettu ¹⁾	Toinen sivu tuettu ²⁾
0,3	0,2	0,5
0,5	0,3	0,7
1,0	0,6	0,9
1,5	0,8	1,0
2,0	0,9	1,0

¹⁾ $L \leq 30 t_e$

²⁾ $L \leq 15 t_e$



Kuva 8.

Seinän tuenta.

Tehollinen paksuus t_e on yksinkertaisella seinällä sen nimellispaksuus ja pilarilla sen pienempi sivumitta. Rakoseinillä, jotka on sidottu toisiinsa tasan koko seinäpinnalle jaetuilla muuraussiteillä siirtäen seinän taipumasta syntyvät vaakavoimat, tehollinen paksuus lasketaan kaavasta:

$$t_e = \sqrt[3]{(t_1^3 + t_2^3)} \quad (3.8)$$

missä

t_1 ja t_2 ovat rakoseinän seinämien paksuudet.

Mielivaltaiselle poikkileikkaukselle tehollinen paksuus t_e lasketaan kaavalla:

$$t_e = \sqrt{(12 i)} \quad (3.9)$$

missä

i on jäyhyyssäde tarkasteltavassa suunnassa.

3.4.2 Paikallinen puristuskestävyys

Kun puristava voima kuormittaa vain osaa rakenteen poikkileikkauksesta, paikallinen puristuskestävyys N_{Ru} lasketaan kaavalla:

$$N_{Ru} = A_o \cdot f_{cd} (1 + 0,1 (t \cdot a_o)/A_o) \leq 1,5 A_o \cdot f_{cd} \quad (3.10)$$

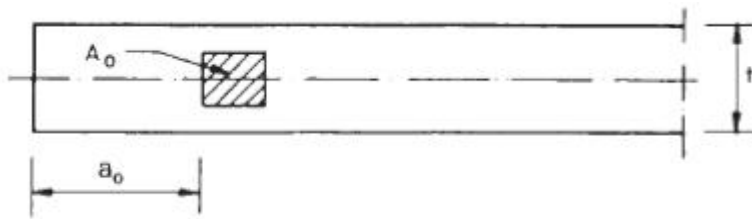
missä

A_o on kuormitetun pinnan ala, joka on enintään $2 t^2$ ja jonka painopisteen etäisyys rakenteen reunasta on vähintään $t/4$

f_{cd} on muurin puristuslujuuden laskenta-arvo

a_o on kuormitetun pinnan reunan etäisyys seinän päästä

t on rakenteen paksuus.



Kuva 9.

Paikallinen puristuskestävyys.

3.4.3 Jäykistävät seinät

Jäykistäviä seiniä kuormittaa niiden tason suuntainen vaakakuorma ja mahdollinen pystykuorma. Seinät mitoitetaan vaakakuormien aiheuttamalle leikkaukselle ja pystykuormalle kuvan 10 mukaisesti.

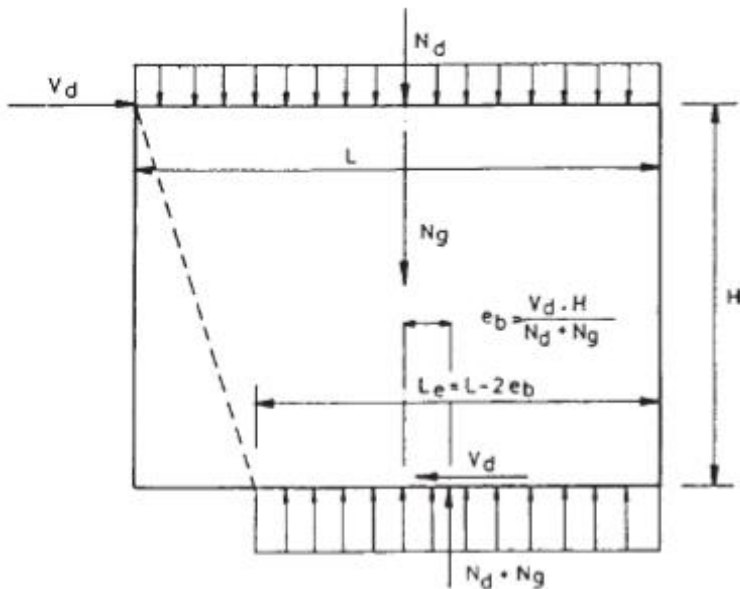
Muuratun rakenteen leikkauskestävyys V_u vaakasaumojen tasossa lasketaan kaavalla:

$$V_u = A_n f_{vd} \quad (3.11)$$

missä

A_n on puristetun poikkileikkauksen pinta-ala

f_{vd} on leikkaustartuntalujuuden laskenta-arvo, ks. kaava 3.1.



Kuva 10.

Jäykistävän seinän mitoitus leikkaukselle ja pystykuormalle.

Tarvittaessa otetaan huomioon seinän liukuminen kosteuseristeen päällä.

Jäykistävän seinän puristuskestävyys lasketaan kohdan 3.4.1 mukaisesti ottamalla huomioon seinän tason suuntainen kuorman epäkeskisyys.

3.4.4 Sivuttaiskuormitetut seinät

Kun seinää kuormittaa pääasiassa sen tasoa vastaan kohtisuora sivuttaiskuorma, taivutusmomenttien jakautuminen voidaan laskea ortotrooppisen laatan kimmoteoriaa tai murtoviivateoriaa soveltaen. Seinät mitoitetaan siten, etteivät laskentakuormien aiheuttamat taivutusmomentit ylitä taivutuskestävyyttä tarkasteltavassa suunnassa.

Kun muurattua rakennetta kuormittaa tuulen aiheuttama vaakakuorma, rakenteen taivutuskestävyys pystysuunnassa lasketaan kaavasta:

$$M_u = (f_{xd1} + \sigma_c) W \quad (3.12)$$

missä

- f_{xd1} on taivutusvetolujuuden laskenta-arvo vaakasaumojen suuntaisessa murtotasossa
- σ_c on pystykuorman aiheuttama puristusjännitys (lasketaan pysyvistä kuormista käyttäen kuorman osavarmuuslukua 0,9)
- W on poikkileikkauksen taivutusvastus.

Taivutuskestävyys vaakasuunnassa lasketaan kaavasta:

$$M_u = f_{xd2} W \quad (3.13)$$

missä

- f_{xd2} on taivutusvetolujuuden laskenta-arvo vaakasaumojen suuntaa vastaan kohtisuorassa murtotasossa
- W on poikkileikkauksen taivutusvastus.

Rakoseinillä tuulikuorman voidaan olettaa jakautuvan seinille niiden jäykkyyksien suhteessa, kun muuraussiteet jaetaan koko seinäpinnalle ja mitoitetaan tuulen paineelle ja imulle.

Kun seinärakenne on vaakasuunnassa jatkuva ja seinän pituuden ja paksuuden suhde L/t on enintään 30, sen voidaan olettaa toimivan vaakasuuntaisena kaarena. Seinän taivutuskestävyys voidaan laskea kaavalla:

$$M_u = 0,07 f_{cd} t^2 H \quad (3.14)$$

missä

f_{cd} on muurin puristuslujuuden laskenta-arvo

t on seinän paksuus

H on tarkasteltavan seinän osan korkeus.

Kun seinärakenne on tuettu koko ylä- ja alapinnaltaan, seinän hoikkuus H/t on enintään 20 ja seinää kuormittaa samanaikainen pystykuorma, sen voidaan olettaa toimivan pystysuuntaisena kaarena. Jos normaalivoiman laskenta-arvosta koko poikkipinta-alalle laskettu puristusjännitys on enintään 0,2-kertainen laskentapuristuslujuus, seinän taivutuskestävyys voidaan laskea kaavalla:

$$M_u = 0,3 t N_d \quad (3.15)$$

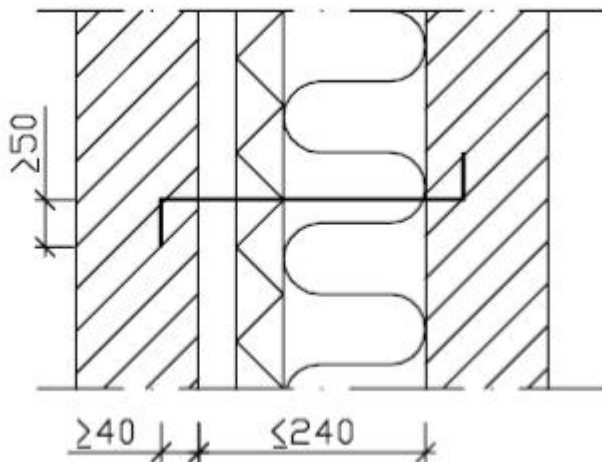
missä

t on seinän paksuus

N_d on normaalivoiman laskenta-arvo (lasketaan pysyvistä kuormista käyttäen kuorman osavarmuuslukua 0,9).

3.4.5 Muuraussiteet

Kuorimuurin muuraussiteet mitoitetaan tuulenpaineen ja imun aiheuttamalle puristukselle ja vedolle. Kuvan 11 mukaisesti ankkuroidun ruostumattomasta tai kuumasinkitystä teräksestä valmistetun, halkaisijaltaan 4 mm muuraussiteen vetokestävyytenä käytetään laskenta-arvoa 0,8 kN ja puristuskestävyytenä laskenta-arvoa 0,4 kN, kun laastin puristuslujuusluokka on vähintään M 5.



Kuva 11.

Esimerkki kuorimuurin muuraussiteestä.

Muiden muuraussidetyyppien veto- ja puristuskestävyys määritetään standardin SFS-EN 845-1 mukaisesti.

Muuraussiteiden ankkurointi muihin kuin murattuihin rakenteisiin suunnitellaan kyseisiä rakenteita ja käytettävää sidetyyppiä koskevien ohjeiden mukaan.

Muuraussiteiden suunnittelussa otetaan huomioon kuorimuurin toistuvat lämpö- ja kosteusliikkeet. Molemmista päistään kiinnitettyjen terässiteiden katsotaan kestävän muodonmuutosrasitukset, jos niiden vapaa pituus on:

$$l \geq \sqrt{(0,2 \cdot \sigma_d \cdot H)} \quad (3.16)$$

missä

l on muuraussiteen vapaa pituus
 \varnothing_d on muuraussiteen halkaisija
 H on kuorimuurin korkeus.

Jos muuraussiteen pituus on tätä pienempi, käytetään pystysuuntaisen liikkeen sallivaa kiinnitystä.

3.4.6 Raudoitetut muuratut rakenteet

3.4.6.1 Mitoitusperusteet

Raudoituksella voidaan lisätä muuratun rakenteen taivutus- ja vetokestävyyttä ja estää rakenteen hauras murtuminen. Raudoituksen toiminta ja raudoitetun rakenteen ominaisuudet riippuvat muurauskivien, laastin ja raudoitteen aineominaisuuksien lisäksi näiden välisestä tartunnasta sekä raudoituksen korroosiosuojasta.

Raudoitusta käytetään yleensä palkkirakenteissa muurin aukkojen yläpuolella ja sivuttaiskuormitettuisa, laattana toimivissa seinissä. Tällöin rakenteet mitoitetaan taivutusmomentille, leikkausvoimalle ja näiden aiheuttamalle raudoituksen ankkurointivoimalle.

3.4.6.2 Taivutuskestävyys

Raudoitetun rakenteen taivutuskestävyys lasketaan kaavasta:

$$M_u = 0,8 A_s d f_{yd} \leq 0,3 f_{cd} b d^2 \quad (3.17)$$

missä

A_s on vetoraudoituksen poikkileikkausala
 b on poikkileikkauksen leveys
 d on poikkileikkauksen tehollinen korkeus
 f_{cd} on muurin puristuslujuuden laskenta-arvo tarkasteltavassa suunnassa
 f_{yd} on teräksen laskentalujuus.

3.4.6.3 Leikkauskestävyys

Raudoitetun rakenteen leikkauskestävyys lasketaan kaavalla:

$$V_u = f_{vd} b d \quad (3.18)$$

missä

b on poikkileikkauksen leveys
 d on poikkileikkauksen tehollinen korkeus
 f_{vd} on raudoitetun rakenteen leikkauslujuuden laskenta-arvo, ks. luku 3.2.4.

Leikkauskestävyyttä tarkistettaessa voidaan laskentakuormat, joiden etäisyys tuen reunasta on pienempi kuin $2d$, kertoa luvulla $0,5 \cdot a/d$.

3.4.6.4 Ankkurointikestävyys

Raudoitteen vetorasitus tarkasteltavassa poikkileikkauksessa on tarkasteltavan kohdan taivutusmomentin ja leikkausvoiman aiheuttamien rasitusten summa, joka tarkistetaan kaavalla:

$$F_{bu} \geq V_d + M_d/(0,8 d) \quad (3.19)$$

missä

V_d on poikkileikkauksen leikkausvoiman laskenta-arvo
 M_d on poikkileikkauksen taivutusmomentin laskenta-arvo
 d on poikkileikkauksen tehollinen korkeus.

Raudoitteen vetovoimaa ei kuitenkaan tarvitse otaksua taivutusmomentin kannalta määrävissä leikkauksissa esiintyviä arvoja suuremmaksi.

Suoran harjatangon ankkurointikestävyys F_{bu} lasketaan kaavalla:

$$F_{bu} = f_{bu} u_s l_b \leq 2 f_{vd} b l_b \quad (3.20)$$

missä

f_{bu} on ankkurointilujuuden laskenta-arvo, joka on harjatangoilla (A500HW ja B600KX) $1,5 \text{ N/mm}^2$ muurauslaastilla, jonka puristuslujuusluokka on vähintään M 7,5 ja $0,8 \text{ N/mm}^2$ muurauslaastilla, jonka puristuslujuusluokka on vähintään M 5
 u_s on raudoitustangon ympäröimä
 l_b on ankkurointipituus
 f_{vd} on vaakasauman suuntaisen leikkaustartuntalujuuden laskenta-arvo
 b on sauman leveys.

4 Rakenteiden valmistus

4.1 Yleistä

Muurattu rakenne tehdään piirustusten ja muiden rakennusasiakirjojen mukaisesti.

4.2 Muuraustyön johtaminen

Muuraustyöstä vastaavalla henkilöllä tulee olla tehtävään riittävä koulutus, taito ja kokemus. Hän pitää huolta suunnitelmien noudattamisesta ja työn laadusta rakennustyön eri vaiheissa.

4.3 Muuraustarvikkeiden säilytys työmaalla

Muuraustarvikkeet säilytetään siten, että ne pysyvät käyttökelpoisina. Ne suojataan sateelta, maakosteudelta, lialta ja muilta vahingollisilta vaikutuksilta. Lisäksi huolehditaan siitä, etteivät eri laadut sekoitu keskenään.

4.4 Muuraus

4.4.1 Limitys

Ellei suunnitelmissa toisin mainita, päällekkäiset muurauskappaleet limitetään toisiinsa vähintään 1/4 muurauskappaleen pituuden ja vähintään 1/2 muurauskappaleen korkeuden matkan.

4.4.2 Saumat

Rakenteet muurataan täysin saumoin (kuva 4 a) tai rakosaumoin (kuva 4 b) tai suunnitelmien mukaisin erikoissaumoin. Sauma voi olla muurauskappaleen pinnasta sisään vedetty enintään kuvan 4 c mukaisesti, ellei piirustuksissa toisin mainita. Vaaka- ja pystysaumojen nimellispaksuus on yleislaastia käytettäessä 12...18 mm ja ohutsaumalaastia käytettäessä 2 mm, ellei suunnitelmissa toisin mainita. Sään rasitukselle alttiissa ja runkorakenteisiin kuuluvissa rakenteissa kiinnitetään erityistä huomiota saumojen tiiveyteen.

4.4.3 Muuraussiteiden ja raudoitteiden sijoittaminen rakenteisiin

Muuraussiteet ja raudoitteet sijoitetaan rakenteisiin suunnitelmissa merkittyihin kohtiin siten, että kohdissa 3.3.5 ja 3.4.5 annetut vaatimukset täytetään.

Jos suunnitelmissa ei muuta esitetä, kuorimuurin muuraussiteiden vähimmäismäärä on 4 kpl/m².

4.4.4 Työn tarkkuus

Seinän ja pilarin ylä- ja alapään keskipisteiden yhdyslinja saa poiketa pystysuorasta enintään H/200 ja yhdyslinjasta mitattu käyryys saa olla enintään H/250, jossa H on rakenteen vapaa korkeus.

Tuilla saa seinän ja pilarin vaakasuora poikkeama suunnitellusta keskilinjasta olla enintään ± 8 mm.

Yleislaastia ja kevytlaastia käytettäessä saa vaakasaumojen paksuus poiketa nimellispaksuudesta enintään 3 mm ja pystysauman paksuus enintään 8 mm.

4.4.5 Muurauksen yksityiskohtia

Uria, roiloja, syvennyksiä ja reikiä saa yleensä tehdä vain suunnitelmien mukaan. Ilman rakenteellisia selvityksiä kantavien seinärakenteiden pintaan saa tehdä pystysuoria uria, joiden syvyys on enintään 25 mm ja leveys enintään 50 mm sekä seinärakenteen sisälle pystysuoria roiloja, joiden leveys on enintään 1/3 seinän paksuudesta ja pituus enintään seinän paksuus ja joiden yhteenlaskettu poikkileikkausala on enintään 5 % seinän poikkileikkausala. Urat, roilot ja syvennykset tehdään joko jyrkimällä tai erikoismuuraukspaleista muuraamalla.

Työaukkoja ja –saumoja voidaan tehdä, jos niiden vaikutus rakenteen lujuuteen otetaan huomioon.

4.4.6 Talvimuuraus

Talviolosuhteiden katsotaan vallitsevan, kun ilman lämpötila ajoittainkin laskee alle 0 °C. Tällöin työn suoritukseen, rakennustarvikkeiden säilytykseen ja varastointiin, työn järjestelyyn sekä muuratun rakenteen suojaamiseen kiinnitetään erityistä huomiota. Muuraukspaleet eivät saa olla märkiä, jäisiä tai lumisia. Tarvittaessa ne voidaan lämmittää.

Talviolosuhteissa käytetään talviolosuhteisiin tarkoitettuja muurauslaasteja. Muurauslaastissa ei saa olla jääpaloja eikä jäisiä osa-aineita. Tarvittaessa muurauslaastin sekoitukseen käytetään lämmitettyä vettä. Lämpimiä muurauslaasteja käytettäessä tulee ottaa huomioon laastin nopea jäykistyminen. Valmiin muurauslaastin lämpötila ei saa ylittää +40 °C ja laastin sekoituksessa käytettävän veden lämpötila ei saa ylittää +60 °C. Mikäli muurauksessa käytetään erityisesti talvimuuraukseen kehitettyjä muurauslaasteja, tulee laastin valmistajan esittää ohjeet laastin käytöstä pakkasrajoineen. Ohjeiden tulee perustua tutkimustuloksiin laastin toimivuudesta talviolosuhteissa.

Talviolosuhteissa muuraustyö tehdään ja rakenne suojataan siten, että muurauslaastin lämpötila pysyy niin kauan 0 °C:n yläpuolella, ettei veden jäätyminen enää vaurioita laastia tai laastin ja muuraukspaleen välistä tartuntaa.

Muurauslaasti saa jäätyä vasta kun muuraukspaleen imu on pienentänyt laastin vesipitoisuuden riittävän alhaiseksi tai kun laasti on kovettunut niin pitkään, että se on saavuttanut riittävän lujuuden ennen jäätymistä.

Kalkkisementtilaasteilla, joiden sideaineesta vähintään 65 paino-% on portlandsementtiä ja muuraus-sementtilaasteilla jäätyksen kannalta riittävän pieneksi vesipitoisuudeksi voidaan katsoa 6 % kuivapainosta. Veden imeytyminen muurauslaastista muuraukspaleisiin selvitetään kokeellisesti tai muulla luotettavalla tavalla. Rakenteen sulaessa muurin lujuudeksi saa olettaa enintään 40 % laskentalujuudesta.

Kalkkisementtilaastien, joiden sideaineesta vähintään 65 paino-% on portlandsementtiä ja muuraus-sementtilaastien voidaan katsoa saavuttaneen jäätyksen kannalta riittävän lujuuden vesimäärästä riippumatta kun ne ovat kovettuneet yli 0°C:een lämpötilassa vähintään 2 vuorokautta. Muurauslaastin lämpötilaa seurataan luotettavalla tavalla. Rakenteen sulaessa muurin lujuudeksi saa olettaa enintään 60 % laskentalujuudesta.

Raudoitetut muuratut rakenteet valmistetaan siten, että rakenteen lämpötila pysyy 0 °C:een yläpuolella 2 vuorokauden ajan.

4.4.7 Rakenteen työnaikainen suojaaminen

Muurattu rakenne suojataan työnaikaisilta vahingollisilta rasituksilta ja likaantumiselta. Vahingollinen rasitus voi olla esim. vastamuuratun rakenteen kastuminen sateen, lumen, sulamisveden sekä betoni-rakenteiden valun ja kastelun vaikutuksesta tai liian nopea tai epätasainen kuivuminen ja lämpiäminen.

4.4.8 Rakenteen kuormittaminen

Muotit ja tuet tehdään niin, ettei muuratuissa rakenteissa tapahdu haitallisia muodonmuutoksia. Tuki-rakenteet saa purkaa ja rakennetta kuormittaa vasta, kun muurattu rakenne on saavuttanut riittävän lujuuden. Rakenteen lujuutta voidaan arvioida laastin lujuuden kehittymisen perusteella. Kovettumisnopeus riippuu veden imeytymisestä muurauskappaleisiin ja lämpötilasta.

Riittävän lujuuden kehittymiseen tulee kiinnittää erityistä huomiota talviolosuhteissa.

5 Laadunvalvonta

5.1 Yleistä

Muurattujen rakenteiden kelpoisuuden varmistamiseksi valvotaan rakenteiden ja niihin käytettävien rakennustarvikkeiden laatua.

5.2 Aineiden ja tarvikkeiden laadunvalvonta

Aineiden ja tarvikkeiden laadunvalvonta käsittää muurauskappaleiden, muurauslaastien ja niiden osaa-aineiden sekä raudoitteiden ja muiden tarvikkeiden valmistajan ja käyttäjän suorittaman laadunvalvonnan.

Aineiden ja tarvikkeiden valmistaja valvoo tuotteiden laatua (ks. luku 2):

- SFS-käsikirjan 176 soveltamisalan mukaisille tuotteille ko. käsikirjan edellyttämällä tavalla
- SFS-EN tuotestandardin mukaisille tuotteille CE-merkinnän edellyttämällä tavalla
- muille tuotteille ympäristöministeriön hyväksymän tarkastuselimen antamien ohjeiden mukaisesti.

Rakennuspaikalla rakennustarvikkeet tarkastetaan silmämääräisesti ja varmistetaan, että ne vastaavat suunnitelmia ja että niiden kelpoisuus kohdan 6 mukaisesti täyttyy. Tuotteissa ja pakkauksissa olevat valmistusmerkinnät otetaan talteen.

5.3 Rakenteiden valmistuksen valvonta

Rakenteiden valmistuksen valvonta käsittää työn valvonnan sekä mahdolliset ennakkokokeet ja työnaikaiset kokeet.

Muuraustyöstä vastaava henkilö valvoo, että muuraustyö tehdään riittävällä ammattitaidolla kohdassa 4 annettujen ohjeiden ja suunnittelijan antamien ohjeiden mukaisesti.

Muuratun rakenteen lujuusominaisuudet selvitetään ennakkokokein, jos käytetään SFS-käsikirjasta 176 poikkeavia muurauskappaleita tai muurauslaasteja taikka laastin lisäaineita, joiden ominaisuuksia

ei tunneta tai jos käytetään rakenteiden mitoituksessa tästä ohjeesta poikkeavia mitoitusarvoja. Ennakkokokeet tehdään kohdan 7 mukaisesti. Ennakkoon selvitetään tarvittaessa myös muuratun rakenteen muut ominaisuudet, kuten säänkestävyys ja kosteustekninen toiminta. Ennakkokokeiden koekappaleet tehdään käytettäväksi aiotuista rakennustarvikkeista. Ennakkokokeita täydennetään tarvittaessa työnaikaisilla kokeilla.

6 Rakenteiden kelpoisuus

Muurattujen rakenteiden kelpoisuus osoitetaan aineista ja tarvikkeista, suunnittelusta ja rakenteiden valmistuksesta näissä ohjeissa edellytetyn aineiston perusteella. Kelpoisuuden osoittaminen voi perustua myös ennakkokokeista ja näitä täydentävistä työnaikaisista kokeista käytettävissä olevaan aineistoon.

Aineiden ja tarvikkeiden kelpoisuus katsotaan yleensä hyväksyttäväksi, jos

- ne ovat luvussa 2 esitettyjen vaatimusten mukaisia

ja

- ei ole ilmennyt syytä epäillä aineiden ja tarvikkeiden laatua.

Muussa tapauksessa kelpoisuus arvostellaan rakennuspaikalta otetuista näytteistä hyväksytyssä koetuslaitoksessa tehtyjen kokeiden perusteella. Näytteet otetaan ja kokeet tehdään SFS-käsikirjan 176 edellyttämällä tavalla siinä laajuudessa kuin valmistettavan rakenteen kannalta arvioidaan tarkoituksenmukaiseksi.

Rakenteissa käytettävien muuraussiteiden osalta riittää yleensä, että ne tarkastetaan silmämääräisesti ja todetaan niiden täyttävän kohdan 2.4 mukaiset edellytykset.

7 Muurin lujuusominaisuuksien kokeellinen määrittäminen

7.1 Yleistä

Rakenteiden suunnittelussa käytettävät muurin lujuusominaisuudet voidaan määrittää muuratuilla koekappaleilla. Kokeet voidaan tehdä yhtä laastin koostumusta, muurauskappaleen tyyppiä ja muuraustapaa koskien tai laajempina soveltuvuuskokeina.

7.2 Kokeiden määrä

Kokeiden määrä riippuu halutusta tulosten tarkkuudesta ja tulosten käyttöalueen laajuudesta. Ominaisuuksien määrittämiseksi tehdään vähintään kolme koetta kullakin tarkasteltavalla materiaaliyhdistelmällä. Koetulosten tilastollista tarkastelua varten tarvitaan vähintään kuusi samanlaista koetta.

7.3 Koejärjestelyt

Koejärjestelyt tehdään siten, että koekappaleille tuleva rasitus vastaa riittävällä tarkkuudella muurin rasitusta rakenteessa. Kokeet tehdään niitä koskevien standardien mukaisesti. Rakennekokeiden yhteydessä määritetään tarvittavassa laajuudessa käytettävien muurauskappaleiden ja muurauslaastien ominaisuudet.

7.4 Koetulosten tarkastelu

Ominaislujuudet lasketaan koetuloksista käyttämällä alitusosuutta 5 % ja hyväksymistodennäköisyyttä 50 %. Jos koetuloksia on tilastollisen tarkastelun edellyttämä määrä, ominaislujuus lasketaan koetuloksista määritettyä keskiarvoa ja keskihajontaa käyttäen. Jos koetuloksia ei ole riittävästi keskihajonnan määrittämiseksi, muurin lujuuden hajonnaksi voidaan yleensä otaksua 15 % keskiarvosta. Ominaislujuutta ei saa kuitenkaan tällöin otaksua pienintä yksittäistä koetulosta suuremmaksi. Muurin muodonmuutosominaisuudet määritetään koetulosten keskiarvona. Rakennekokeiden yhteydessä

tehtävien muurauskappaleiden ja muurauslaastin testitulosten perusteella määritetään näiden laadunvalvonnassa tarvittavat ominaisuudet.

8 Palotekninen mitoitus

8.1 Mitoitusperusteet

Kantavat ja osastoivat rakennusosat jaetaan luokkiin sen perusteella, miten ne kestävät paloa. Rakennusosiin kohdistuvat vaatimukset kuvataan seuraavilla merkinnöillä:

R	kantavuus
E	tiiviyys
I	eristävyys

Rakennusosan vaatimustenmukaisuus osoitetaan kokeellisesti, laskennallisin menetelmin tai kohdan 8.2 taulukkomitoituksen avulla.

Rakennusosat tehdään sellaisista rakennustarvikkeista, että ne täyttävät kussakin käyttötavassa tarvikkeille asetetut luokkavaatimukset.

Selostus:

Rakennusosiin kohdistuvat palonkestävyysvaatimukset ja rakennustarvikkeiden luokkavaatimukset on esitetty Suomen rakentamismääräyskokoelman osissa E1, E2, E4 ja E9.

8.2 Palonkestävyyden taulukkomitoitus

Aukkoryhmiin 1 tai 2 kuuluvista poltetuista tiilistä sekä kalkkihiekkatiilistä ja –harkoista muurauslaastilla muurattujen seinien eri palonkestävyysluokkia vastaavat minimimitat on esitetty taulukossa 7. Muurattujen pilareiden tulee täyttää eri palonkestävyysluokissa taulukossa 8 esitetty pienintä sivumittaa koskeva vaatimus.

Kaavalla (3.7) laskettu mitoitushoikkuus λ_d ei saa ylittää arvoa 27 kantaville muuratuille rakenteille ja arvoa 40 kantamattomille muuratuille rakenteille.

Taulukko 7.

Muuratun seinän minimipaksuus (mm) eri palonkestävyysluokissa EI (osastoiva kantamaton rakenne), REI (osastoiva kantava rakenne) ja R (kantava osaston sisäinen rakenne).

Palonkestävyysluokka, palonkesto aika (minuutteina)	Muuratun seinän minimipaksuus (mm)					
	30	60	90	120	180	240
EI	70	85	100	110	130	160
REI	100	100	100	110	180	235
R ¹	100	120	135	200	235	300

¹ Seinän pituus vähintään 1 m.

Taulukko 8.

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

Palonkestävyysluokka, palonkesto aika (minuutteina)	Muuratun pilarin pienin sivumitta (mm)					
	30	60	90	120	180	240
R	250	250	250	250	280	350

Liite 1

Viittaukset

SFS-käsikirja 176 Muuratut tuotteet

SFS 7001 Muuratuille tuotteille eri käyttökohteissa vaadittavat ominaisuudet ja niille asetetut vaatimustasot

SFS-EN 1996 Eurokoodi 6 – Muurattujen rakenteiden suunnittelu

SFS-EN 771-1 Muuraukappaleiden spesifikaatiot – Osa 1: Poltetut tiilet

SFS-EN 771-2 Muuraukappaleiden spesifikaatiot – Osa 2: Kalkkihiekkatiilet ja -harkot

SFS-EN 845-1 Muurattuja rakenteita täydentävien tuotteiden spesifikaatiot – Osa 1: Muuraussiteet, kiinnitysvanteet, kannakkeet ja konsolit

SFS-EN 845-3 Muurattuja rakenteita täydentävien tuotteiden spesifikaatiot – Osa 3: Harkkosauman raudoiteteräsverkot

SFS 1215 Betoniteräkset – Hitsattava kuumavalssattu harjatanko A500HW

SFS 1259 Betoniteräkset – Kylmämuokattu ruostumaton harjatanko B600KX

SFS 1266 Kuumasinkityt betoniraudoitteet – Vaatimukset pinnoitteille

Liite 2

Merkinnot

A_c	on muuratun rakenteen nettopoikkileikkausala
A_o	on kuormitetun pinnan ala
A_n	on puristetun poikkileikkauksen pinta-ala
A_s	on vetorausoituksen poikkileikkausala
E_c	on muuratun rakenteen kimmokerroin lyhytaikaisille kuormille
E_{cc}	on muuratun rakenteen kimmokerroin pitkäaikaisille kuormille
F_{bu}	on suoran harjatangon ankkurointikestävyys
H	on tarkasteltavan seinän osan korkeus
H_o	on nurjahduspituus
M_u	on rakenteen taivutuskestävyys
M_d	on taivutusmomentin laskenta-arvo
N_u	on muuratun rakenteen puristuskestävyys
N_d	on normaalivoiman laskenta-arvo
N_{Ru}	on paikallinen puristuskestävyys
V_u	on muuratun rakenteen leikkauskestävyys
V_d	on leikkausvoiman laskenta-arvo
W	on poikkileikkauksen taivutusvastus
a	on kuorman etäisyys tuesta
a_o	on kuormitetun pinnan reunan etäisyys seinän päästä
b	on poikkileikkauksen leveys, sauman leveys
d	on poikkileikkauksen tehollinen korkeus
e_d	on kuorman mitoitusepäkeskisyys
e_1	on itseisarvoltaan suurempi päiden epäkeskisyyksistä
e_2	on itseisarvoltaan pienempi päiden epäkeskisyyksistä, joka on nolla, mikäli epäkeskisyydet ovat erimerkkiset
e_w	on vaakakuorman aiheuttama epäkeskisyys
f_{ck}	on muurin puristuslujuuden ominaisarvo
f_{cd}	on muurin puristuslujuuden laskenta-arvo
f_{bu}	on ankkurointilujuus
f_{xk1}	on taivutusvetolujuuden ominaisarvo vaakasaumojen suuntaisessa murtotasossa
f_{xd1}	on taivutusvetolujuuden laskenta-arvo vaakasaumojen suuntaisessa murtotasossa
f_{xk2}	on taivutusvetolujuuden ominaisarvo vaakasaumojen suuntaa vastaan kohtisuorassa murtotasossa
f_{xd2}	on taivutusvetolujuuden laskenta-arvo vaakasaumojen suuntaa vastaan kohtisuorassa murtotasossa
f_{vk}	on leikkaustartuntalujuuden ominaisarvo
f_{vd}	on leikkaustartuntalujuuden laskenta-arvo
f_{vko}	on leikkaustartuntalujuuden ominaisarvo ilman sauman tasoa vastaan kohtisuoran puristusjäännityksen vaikutusta
f_{yd}	on teräksen laskentalujuus
i	on jäyhyysäde tarkasteltavassa suunnassa
k_a	on kuorman epäkeskisyyden ja rakenteen hoikkuuden huomioon ottava pienennyskerroin
k_h	on vapaan korkeuden pienennyskerroin kun seinä on tuettu esim. poikittaisella seinällä
l	on muuraussiteen vapaa pituus
l_b	on ankkurointipituus
t	on rakenteen paksuus
t_e	on rakenteen tehollinen paksuus
t_1 ja t_2	ovat rakoseinän seinämien paksuudet
u_s	on raudoitustangon ympäröimä
σ_c	on sauman tasoa vastaan kohtisuora puristusjäännitys
λ_d	on mitoitushoikkuus
Φ	hiipumaluku
\emptyset_d	on muuraussiteen halkaisija

Liite 3

Ympäristöolosuhdeluokat

Muuratun rakenteen ympäristöolosuhdeluokat ovat:

MX1	Kuivat olosuhteet
MX2	Kastumiselle tai kosteudelle alttiit olosuhteet
MX3	Kastumiselle ja jäädytys-sulatusrasitukselle alttiit olosuhteet
MX4	Suolakyllästeiselle ilmalle, merivedelle tai jäänpoistosuolaukselle alttiit olosuhteet
MX5	Aggressiivisille kemikaaleille alttiit olosuhteet

Muuratun rakenteen ympäristöolosuhdeluokittelu on tarkemmin selitetty standardin SFS-EN 1996-2¹ liitteessä A.

¹ SFS-EN 1996-2 Eurocode 6: Muurattujen rakenteiden mitoitus – Osa 2: Muurattujen rakenteiden suunnittelu, materiaalien valinta ja työnsuoritus