

# Rakenteiden lujuus ja vakaus

Muuratut rakenteet



Ympäristöministeriö  
Miljöministeriet  
Ministry of the Environment

2016

# Esipuhe

Ympäristöministeriö julkaisee Suomen rakentamismääräyskokoelmassa rakenteiden lujuutta ja vakautta koskien muurattujen rakenteiden suunnittelua koskevat suositukset. Ohje sisältää yhteen koottuna kaikki muurattujen rakenteiden suunnittelua koskevat kansalliset liitteet.

Kunkin kansallisen liitteen alussa on esitetty standardin kohdat, joissa kansallinen valinta on standardin mukaan mahdollista tehdä sekä milloin valinta on tehty.

Helsingissä 20. joulukuuta 2016

Rakennukset ja rakentaminen yksikön päällikkö  
Rakennusneuvos



Teppo Lehtinen

# Sisältö

<b>1. Soveltamisala</b>	4
<b>2. Rakenteiden suunnittelu</b>	
2.1 Toteutusasiakirjat	4
2.2 Rakennesuunnitelmien sisältö	4
2.3 Säilyvyys ja suunniteltu käyttöikä	5
<b>3. Toteutus</b>	
3.1 Toteutuksen suunnittelu	5
3.2 Käytettävät rakennustuotteet	5
<b>4. Toteutuksen valvonta ja rakenteiden kelpoisuus</b>	
4.1 Toteutuksen valvonta	6
4.2 Rakenteiden kelpoisuus	7
<b>5. Viittaukset</b>	7
<b>6. Eurokoodien SFS-EN 1996 kansalliset liitteet</b>	9
Kansallinen liite standardiin SFS-EN 1996-1-1 Osa 1-1: Raudoitettuja ja raudoittamattomia muurattuja rakenteita koskevat yleiset säännöt	9
Kansallinen liite standardiin SFS-EN 1996-1-2 Osa 1-2: Yleiset säännöt. Rakenteiden palomitoitus	23
Kansallinen liite standardiin SFS-EN 1996-2 Osa 2: Muuratun rakenteen materiaalien valinta ja työnsuoritus	42

# 1. Soveltamisala

Nämä ohjeet antavat lisätietoja sovellettaessa ympäristöministeriön asetusta kantavista rakenteista muurattujen rakenteiden suunnitteluun ja toteutukseen. Näiden ohjeiden mukaisen ratkaisun katsoo täyttävän kantaville rakenteille asetetut vaatimukset.

Näitä ohjeita sovelletaan kun muuratut rakenteet suunnitellaan sekä toteutetaan standardien SFS-EN 1996 ja niitä koskevien Suomen kansallisten liitteiden mukaan

## 2. Rakenteiden suunnittelu

### 2.1 Toteutusasiakirjat

Muurattujen rakenteiden toteutusasiakirjojen laadinnasta annetaan ohjeita standardissa SFS-EN 1996-2 ja sen kansallisessa liitteessä.

Toteutusasiakirjat sisältävät yleensä vähintään seuraavat asiat:

- a) rakennepiirustukset
- b) suunnittelijan rakenteelle asettamat kirjalliset vaatimukset ja ohjeet, kuten työselostus
- c) muut noudatettavat asiakirjat tai viittaukset muihin asiakirjoihin.

### 2.2 Rakennesuunnitelmien sisältö

Muurattujen rakenteiden rakennesuunnitelmissa suunnittelutehtävään soveltuvassa laajuudessa esitetään yleensä vähintään:

- a) seuraamusluokka
- b) ympäristöolosuhdeluokka ja rakenteen suunniteltu käyttöikä
- c) rakenneosien R/E/I/M-palonkestävyysluokka
- d) käytetyt ominaiskuormat ja kuormaluokka
- e) täydelliset tiedot rakenteiden mitoista ja sijainnista
- f) sallitut mittapoikkeamat
- g) muuraukappaleiden ja -laastin sekä raudoitusteräksen ja raudoitteiden tunnistetiedot
- h) raudoitustankojen lukumäärä, halkaisija, pituus, taivutusmuoto ja taivutussäteet, sijoitus ja jatkokset
- i) jänneraudoitteista punosten/tankojen lukumäärä, halkaisija, pituus, muoto ja taivutussäteet, sijoitus ja jatkokset sekä lisäksi jännetyyppi sekä injektointi- ja apuputkien paikat
- j) raudoituksen laasti/betonipeite
- k) tiilien/harkkojen limitys
- l) saumatyyppi, sauman paksuus sekä rakosaumamuuratusta muurissa sauman leveys

- m) muuraussiteiden tyyppi, materiaali, muoto, määrä ja sijoitus
- n) veden- ja kosteudeneristys ja veden poistaminen
- o) liikuntasaumot, niiden sijainti ja rakenne
- p) seinien tuenta
- q) urat, roilot, syvennykset ja reiät
- r) työaukot ja -saumat
- s) erikoisolosuhteita kuten talvimuurausta koskevat lisäohjeet
- t) työnaikaiset kuormat ja -tuenta.

## 2.3 Säilyvyys ja suunniteltu käyttöikä

Suunnitellun käyttöiän saavuttamiseksi määritetään rakenteen ympäristöolosuhdeluokka. Ympäristöolosuhdeluokan perusteella määritetään vaatimukset muurauskappaleille, laastille, betonivalutäytteelle, raudoitukselle sekä muurausta täydentäville teräsosille:

- ympäristöolosuhdeluokat on esitetty standardissa SFS-EN 1996-2
- muurauskappaleiden, laastin ja täydentävien teräsosien säilyvyyteen liittyviä tietoja on esitetty standardissa SFS 7001
- betonipeite ja rakenteen suunnittelu on esitetty standardissa SFS-EN 1996-1-1 ja sen kansallisessa liitteessä
- betonivalutäytteen säilyvyyttä koskevia ohjeita on esitetty standardissa SFS-EN 206 ja sitä täydentävässä standardissa SFS 7022.

# 3. Toteutus

## 3.1 Toteutuksen suunnittelu

Muurattujen rakenteiden toteutuksen työsuunnitelmat laaditaan toteutusasiakirjojen pohjalta soveltaen standardia SFS-EN 1996-2 ja sen kansallista liitettä.

Muurattujen rakenteiden toteutuksen työsuunnitelmissa suunnittelutehtävään soveltuvassa laajuudessa esitetään yleensä vähintään:

- tarvittavat toteutuspiirustukset
- toteutusasiakirjojen edellyttämät standardin SFS-EN 1996-2 ja sen kansallisen liitteen mukaiset työvaihesuunnitelmat
- standardien SFS-EN 1996-2 ja sen kansallisen liitteen mukaiset laatuasiakirjat.

## 3.2 Käytettävät rakennustuotteet

Muuratuissa rakenteissa käytettävien rakennustuotteiden, aineiden ja tarvikkeiden ominaisuudet osoitetaan CE -merkinnällä jos ne kuuluvat harmonisoidun tuotestandardin soveltamisalaan tai jos

valmistaja on hankkinut tuotteelleen eurooppalaisen teknisen hyväksynnän/arvioinnin. Muutoin ne osoitetaan eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä annetun lain 954/2012 mukaisesti.

Seuraavien tuotteiden ominaisuudet ovat keskeisiä muurattujen rakenteiden luotettavuuden kannalta:

- muurauskappaleet
- muurauslaasti
- raudoitusteräs ja raudoitteet
- muuraussiteet ja muut teräsosat
- aukkopalkit ja muut muurauskappaleista valmistetut elementit.

Muuratun rakenteen lujuusominaisuudet selvitetään ennakkokokein, jos käytetään:

- eurooppalaisista harmonisoiduista tuotestandardeista poikkeavia muurauskappaleita
- eurooppalaisen tuotestandardin mukaisia muurauskappaleita, joille ei ole standardin SFS-EN 1996-1-1 kansallisessa liitteessä annettu suunnitteluarvoja
- muurauslaasteja taikka laastin lisäaineita, joiden ominaisuuksia ei tunneta.

Ennakkoon selvitetään tarvittaessa myös muuratun rakenteen muut ominaisuudet, kuten säänkestävyys ja kosteustekninen toiminta. Ennakkokokeet tehdään lujuuden osalta soveltaen eurooppalaisia testistandardeja sekä tarvittaessa säilyvyyden osalta standardia SFS 7001 soveltaen. Ennakkokokeiden koekappaleet tehdään käytettäväksi aiotuista rakennustarvikkeista. Ennakkokokeita täydennetään tarvittaessa työnaikaisilla kokeilla.

Standardien SFS-EN 771-5 ja SFS-EN 771-6 mukaisille muurauskappaleille ei ole annettu kaikkia suunnitteluarvoja vaan ne on määritettävä projektikohtaisesti.

Standardin SFS-EN 845-2 mukaista tehdasvalmisteisesta teräksestä, höyrykarkaistusta kevytbetonista, keinokivestä, betonista, poltetusta tiilestä, kalkkihiekkatiilestä, luonnonkivestä tai niiden yhdistelmästä tehtyä puolirakenteellista palkkia, jonka jänneväli on korkeintaan 4,5 m, voidaan käyttää vain yläpuolisen muurauksen omanpainon kannatukseen.

## 4. Toteutuksen valvonta ja rakenteiden kelpoisuus

### 4.1 Toteutuksen valvonta

Muurattujen rakenteiden toteutuksen valvontaan liittyvät tarkastukset tehdään toteutusasiakirjojen edellyttämässä laajuudessa soveltaen standardia SFS-EN 1996-2 ja sen kansallista liitettä.

Vastaava työnjohtaja tai erikseen nimetty erityisalan työnjohtaja valvoo rakenteiden toteuttamisen aikana, että muurattujen rakenteiden valmistusta koskevia suunnitelmia ja ohjeita noudatetaan ja että töistä laaditaan asiaankuuluvat dokumentit.

Mikäli toteutuksen aikana havaitaan, että rakenne tai yksityiskohta ei täytä toteutusasiakirjoissa esitettyjä vaatimuksia, selvitetään poikkeamien esiintymiskohdat ja syyt. Tällöin selvitetään, onko poikkeama hyväksyttävissä ilman korjaamista. Tarvittaessa laskelmin osoitetaan, että saavutetaan standardeissa SFS-EN 1996 ja sen kansallisissa liitteissä edellytetty varmuustaso. Mikäli ei voida osoittaa, että poikkeama voidaan hyväksyä ilman korjaamista, tehdään korjaaminen tarvittavassa laajuudessa. Poikkeama ja korjaava toimenpide kirjataan laadunvalvonta-aineistoon.

Laadunvalvonta-aineisto dokumentoidaan ja kootaan yhdeksi kokonaisuudeksi.

## 4.2 Rakenteiden kelpoisuus

Näitä ohjeita sovellettaessa rakenteiden kelpoisuuden arviointi perustuu siihen, että muurattujen rakenteiden mitoitus on tehty asianmukaisesti standardien SFS-EN 1996 ja niiden kansallisten liitteiden mukaan sekä että muuratut rakenteet on toteutettu ja tarkastettu toteutusasiakirjojen mukaisesti.

# 5. Viittaukset

Viittausten kohdalla sovelletaan viimeisintä painosta (muutokset mukaan lukien), jollei viittauksen versiota ole yksilöity.

SFS-EN 206	Betoni. Määrittely, ominaisuudet, valmistus ja vaatimuksenmukaisuus
SFS-EN 771-5	Muurauskappaleiden spesifikaatiot. Osa 5: Keinokivimuurauskappaleet
SFS-EN 771-6	Muurauskappaleiden spesifikaatiot. Osa 6: Luonnonkivimuurauskappaleet
SFS-EN 845-1	Muurattuja rakenteita täydentävien tuotteiden spesifikaatiot. Osa 2: Ylityspalkit
SFS-EN 1996-1-1	Eurokoodi 6: Muurattujen rakenteiden suunnittelu. Osa 1-1: Raudoitettuja ja raudoittamattomia muurattuja rakenteita koskevat yleiset säännöt
SFS-EN 1996-1-2	Eurokoodi 6: Muurattujen rakenteiden suunnittelu. Osa 1-2: Yleiset säännöt. Rakenteiden palomitoitus

SFS-EN 1996-2	Eurokoodi 6: Muurattujen rakenteiden suunnittelu. Osa 2: Muurattujen rakenteiden materiaalien valinta ja työsuoritus
SFS 7001	Muuratuille tuotteille eri käyttökohteissa vaadittavat ominaisuudet ja niille asetetut vaatimustasot
SFS 7022	Betoni. Standardin SFS-EN 206 käyttö Suomessa



## 6. Eurokoodien SFS-EN 1996 kansalliset liitteet

### Kansallinen liite standardiin SFS-EN 1996-1-1 Osa 1-1: Raudoitettuja ja raudoittamattomia muurattuja rakenteita koskevat yleiset säännöt

Standardin SFS-EN 1996-1-1 osalta noudatetaan standardissa SFS-EN 1996-1-1 esitettyjä suositusarvoja ja kaikkia standardin SFS-EN 1996-1-1 liitteitä ellei tässä kansallisessa liitteessä toisin esitetä.

*Standardia ristiriidattomasti täydentävä lisäohje (NCCI) esitetään kursivoidulla tekstillä.*

Kansallinen valinta sallitaan standardin SFS-EN 1996-1-1 seuraavissa kohdissa:

- 2.4.3(1)P
- 2.4.4(1)
- 3.2.2(1)
- 3.6.1.2(1)
- 3.6.2(3)
- 3.6.2 (4)
- 3.6.2 (6)
- 3.6.3(3)
- 3.7.2(2)
- 3.7.4(2)
- 4.3.3(3)
- 4.3.3(4)
- 5.5.1.3(3)
- 6.1.2.2(2)
- 8.1.2(2)
- 8.5.2.2(2)
- 8.5.2.3(2)
- 8.6.2(1)
- 8.6.3(1).

Kansallinen valinta on tehty symbolilla ● merkityissä kohdissa.

#### **Murtorajatilat**

##### 2.4.3(1)P

Osavarmuuskertoimen  $\gamma_M$  arvot normaalisti vallitsevassa mitoitustilanteessa esitetään seuraavassa taulukossa 1. Onnettomuusmitoitustilanteessa symbolin  $\gamma_M$  arvo on 1,0.

**Taulukko 1. Osavarmuusluvun  $\gamma_M$  arvot**

$\gamma_M$ (normaalisti vallitseva mitoitustilanne)	
Muurattu rakenne, jossa käytetään:	
- kategorian I muurauskappaleita ja ominaisuuslaastia <sup>a</sup>	1,8
- kategorian I muurauskappaleita ja muuta kuin ominaisuuslaastia <sup>b</sup>	2,4
- kategorian II muurauskappaleita ja mitä tahansa laastia <sup>a,b,d</sup>	2,5
Raudoituksen ankkurointi	1,8
Raudoitus ja jänneteräs	1,15
Standardin SFS-EN 845-1 mukaiset muuraussiteet, vanteet, kannattimet ja konsolit sekä standardin SFS-EN 845-2 mukaiset ylityspalkit <sup>c</sup> , valmistaja ei ilmoita murtotapaa.	3,2
Valmistaja voi ilmoittaa tuotteen murtumistavan. Käytettävä osavarmuusluku voidaan laskea seuraavasti. Murtuminen tapahtuu:	
- betonissa, puussa tai muurauksessa tai niiden rajapinnassa	1,35 $\gamma_{M1}$
- teräksessä, alumiinissa tai betoniteräksessä	1,10 $\gamma_{M1}$
$\gamma_{M1}$ on kyseessä olevaa materiaalia koskevan eurokoodiosan (osat EN 1992, EN 1993, EN 1995, EN 1996, EN 1999) kansallisen liitteen mukainen osavarmuusluku	
<sup>a</sup> Ominaisuuslaastien vaatimukset on esitetty standardeissa SFS-EN 998-2 ja SFS-EN 1996-2. Suomessa käytettävät laastit ovat ominaisuuslaasteja. Tällöin valmistaja ilmoittaa laastin ominaisuudet.	
<sup>b</sup> Reseptilaastin vaatimukset on esitetty standardeissa SFS-EN 998-2 ja SFS-EN 1996-2	
<sup>c</sup> Ilmoitetut kestävyysarvot ovat keskiarvoja.	
<sup>d</sup> Kun kategorian II muurauskappaleiden variaatiokerroin on enintään 25%.	

**Muun kuin rakosaumamuuratun muurin puristuslujuuden ominaisarvo**

## 3.6.1.2(1)

Muurin puristuslujuus määritetään standardin SFS-EN 1052-1 mukaisella testillä tai menetelmällä (i) käyttäen standardin SFS-EN 1996-1-1 kaavaa (3.1).

Standardin SFS-EN 1996-1-1 kaavan (3.1) potensseille  $\alpha$  ja  $\beta$  käytetään seuraavia arvoja:

Yleislaastia käytettäessä:	$\alpha = 0,65$	$\beta = 0,25$
Kevytlaastia käytettäessä	$\alpha = 0,65$	$\beta = 0,25$
Ohutsaumalaastia käytettäessä:		
seuraaville muurauskappaleille:	$\alpha = 0,85$	$\beta = 0$
- poltettu tiili, aukkoryhmät 1 ja 4		
- kalkkihiekkatiilet ja –harkot		

- betoniharkot (kevyt- ja normaalipainoinen kiviaines)
- höyrykarkaistut kevytbetoniharkot seuraaville muuruskappaleille:  $\alpha = 0,7$   $\beta = 0$
- poltettu tiili, aukkoryhmät 2 ja 3

**Taulukko 2.** Standardin SFS-EN 1996-1-1 kaavan (3.1) kertoimen  $K$  arvot käytettäessä yleis-, ohutsauma- ja kevytlaasteja

Muuruskappale		Yleislaasti	Ohutsauma-laasti (0,5 mm ≤ vaakasauma ≤ 3mm)	Kevytlaasti, tiheys	
				$600 \leq \rho_d \leq 800 \text{ kg/m}^3$	$800 < \rho_d \leq 1300 \text{ kg/m}^3$
Poltettu tiili	aukkoryhmä 1	0,60	0,75	0,35	0,45
	aukkoryhmä 2	0,50	0,70	0,30	0,35
	aukkoryhmä 3	0,40	0,50	0,25	0,30
	aukkoryhmä 4	0,35	0,35	0,20	0,25
Kalkkiahiekkatiili tai -harkko	aukkoryhmä 1	0,60	0,80	-	-
	aukkoryhmä 2	0,50	0,65	-	-
Betoniharkko (kevytkiviaines ja normaali-painoinen kiviaines)	aukkoryhmä 1	0,65	0,85	0,50	0,50
	aukkoryhmä 2	0,55	0,70	0,50	0,50
	aukkoryhmä 3	0,50	0,55	-	-
	aukkoryhmä 4	0,45	-	-	-
Karkaistu kevytbetoniharkko	aukkoryhmä 1	0,65	0,85	0,50	0,50

Taulukon 2 kerrointa  $K$  käytettäessä edellytetään, että seuraavat ehdot täyttyvät:

- muurin yksityiskohtainen suunnittelu on tehty standardin SFS-EN 1996-1-1 luvun 8 mukaisesti
- kaikkia saumoja voidaan standardin SFS-EN 1996-1-1 kohtien 8.1.5(1) ja (3) vaatimusten mukaisesti pitää täysinä
- $f_b$  on enintään  $75 \text{ N/mm}^2$  kun muurauksessa käytetään yleislaastia
- $f_b$  on enintään  $50 \text{ N/mm}^2$  kun muurauksessa käytetään ohutsaumalaastia
- $f_m$  on enintään  $20 \text{ N/mm}^2$  sekä enintään  $2 f_b$  kun muurauksessa käytetään yleislaastia
- $f_m$  on enintään  $10 \text{ N/mm}^2$  kun muurauksessa käytetään kevytlaastia
- muurin paksuus on sama kuin muuruskappaleiden leveys tai pituus niin, ettei seinän koko pituudella tai osalla sitä ole pituussuuntaista laastisaumaa
- muuruskappaleiden lujuuden variaatiokerroin on enintään 25%.

Kun voiman vaikutukset ovat vaakasaumojen suuntaisia, puristuslujuuden ominaisarvo voidaan määrittää myös standardin SFS-EN 1996-1-1 kaavoista (3.2), (3.3) tai (3.4), käyttäen muurauskappaleen normalisoituna puristuslujuutena,  $f_b$ , arvoa, joka saadaan testeistä, missä voiman vaikutus testattavassa kappaleessa on samansuuntainen kuin muurissa. Standardissa SFS-EN 772-1 esitettyä kertoimen  $\delta$  arvoa ei kuitenkaan saa olettaa suuremmaksi kuin 1,0.

*Vaihtoehtoisesti vaakasaumojen suuntaisen normalisoidun puristuslujuuden voi määrittää vaakasaumaa vasten kohtisuoran suunnan normalisoidusta puristuslujuudesta laskennallisesti seuraavalla kaavalla aukkoryhmien 1,2 ja 3 muurauskappaleille, joissa aukot kulkevat muurauskappaleen läpi:*

$$f_{b1} = f_b ct / (1 - V_h) \quad (1.1)$$

*missä*

$f_{b1}$  on muurauskappaleen normalisoitu puristuslujuus vaakasauman suunnassa

$f_b$  on muurauskappaleen normalisoitu puristuslujuus vaakasaumaa vasten kohtisuorassa suunnassa

$ct$  on muurauskappaleen kannasten ja seinämien yhteenlasketun paksuuden suhde kokonaisleveyteen. Arvo on valmistajan ilmoittama tai se valitaan aukkoryhmän minimiarvon mukaan standardin SFS-EN 1996-1-1 taulukosta 3.1

$V_h$  on kaikkien aukkojen tilavuuden suhde bruttotilavuuteen. Arvo on valmistajan ilmoittama tai se valitaan aukkoryhmän minimiarvon mukaan standardin SFS-EN 1996-1-1 taulukosta 3.1.

*Raudoitettulla muuratulla rakenteella, jonka jännitys jakauma on standardin SFS-EN 1996-1-1 kuvan 6.4 mukainen, normalisoituna puristuslujuutena vaakasauman suunnassa voidaan käyttää puristetun osan normalisoitua puristuslujuutta koko muurauskappaleen vaakasauman suuntaisen normalisoidun puristuslujuuden sijasta. Tällöin pystysaumoissa on oltava laastia koko puristetulla osalla. Valmistaja voi tarvittaessa ilmoittaa edellä mainitun puristetun osan normalisoidun puristuslujuuden (=massan puristuslujuuden keskiarvo).*

## **Muuratun rakenteen leikkauslujuuden ominaisarvo**

### **3.6.2(3)**

Muurin leikkauslujuuden ominaisarvon  $f_{vk}$  yläraja  $f_{vt}$  lasketaan alla olevilla kaavoilla:

Kun muurauskappaleen normalisoitu puristuslujuus  $f_b \leq 5 \text{ N/mm}^2$ :

$$f_{\text{vlt}} = 0,45 f_{\text{bt}} \sqrt{1 + \frac{\sigma_d}{f_{\text{bt}}}} \leq f_b - \sigma_d \quad (1.2)$$

missä

$\sigma_d$  on tarkasteltavassa rakenneosassa leikkaustasoa vastaan kohtisuorassa suunnassa vaikuttava (leikkaustarkastelua vastaavalla kuormitusyhdistelmällä laskettu) puristusjännityksen mitoitusarvo, joka perustuu rakenneosan puristetulla osalla olevaan keskimääräiseen puristusjännitykseen

$$f_{\text{bt}} = 0,15 f_b ct \quad (1.3)$$

missä

$f_{\text{bt}}$  on muurauskappaleen vetolujuus

$f_b$  on muurauskappaleen normalisoitu puristuslujuus vaakasaumaa vasten kohtisuorassa suunnassa

$ct$  on muurauskappaleen kannasten ja seinämien yhteenlasketun paksuuden suhde kokonaisleveyteen. Arvo on valmistajan ilmoittama tai se valitaan aukkoryhmän minimiarvon mukaan standardin SFS-EN 1996-1-1 taulukosta 3.1.

Kun muurauskappaleen normalisoitu puristuslujuus  $f_b > 5 \text{ N/mm}^2$ :

$$f_{\text{vlt}} = 0,065 f_b \leq 1 \text{ N/mm}^2$$

3.6.2(4)

Muurin, jonka pystysaumoissa ei ole laastia, leikkauslujuuden ominaisarvon  $f_{\text{vk}}$  yläraja  $f_{\text{vlt}}$  lasketaan alla olevilla kaavoilla:

Kun muurauskappaleen normalisoitu puristuslujuus  $f_b \leq 5 \text{ N/mm}^2$ :

$$f_{\text{vlt}} = 0,45 f_{\text{bt}} \sqrt{1 + \frac{\sigma_d}{f_{\text{bt}}}} \leq 0,7 (f_b - \sigma_d) \quad (1.4)$$

missä

$\sigma_d$  on määritelty edellä kohdassa 3.6.2(3)

$$f_{\text{bt}} = 0,15 f_b ct \quad (1.5)$$

missä

$f_{bt}$	on muurauskappaleen vetolujuus
$f_b$	on muurauskappaleen normalisoitu puristuslujuus vaakasaumaa vasten kohtisuorassa suunnassa
$ct$	on muurauskappaleen kannasten ja seinämien yhteenlasketun paksuuden suhde kokonaisleveyteen. Arvo on valmistajan ilmoittama tai se valitaan aukkoryhmän minimiarvon mukaan standardin SFS-EN 1996-1-1 taulukosta 3.1.

Kun muurauskappaleen normalisoitu puristuslujuus  $f_b > 5 \text{ N/mm}^2$ :

$$f_{vt} = 0,045 f_b \leq 1 \text{ N/mm}^2$$

### 3.6.2(6)

Muuratun rakenteen ominaisleikkauslujuuden perusarvo  $f_{vko}$  määritetään muurille tehtyjen alkuleikkauslujuustestien tulosten perusteella, jolloin ominaisleikkauslujuuden perusarvona käytetään joko muurauskappaleen tai laastin valmistajan suoritustasoilmoituksessa ilmoittamaa testaamalla saatua ominaisleikkauslujuuden perusarvoa.

## Muurin taivutuslujuuden ominaisarvo

### 3.6.3(3)

Alla olevissa taulukoissa 3 ja 4 esitetään taivutusvetolujuuden  $f_{xk1}$  ja  $f_{xk2}$  ominaisarvot poltetuille tiilille ja kalkkihiekkatiilille ja -harkoille. Betoniharkko- (normaalipainoinen ja kevytkiviaines) ja karkaistujen kevytbetoniharkkorakenteiden suunnittelussa käytetään valmistajan suoritustasoilmoituksessa ilmoittamia taivutusvetolujuuden ominaisarvoja.

**Taulukko 3.** Poltettujen tiilien ja kalkkihiekkatiilien ja -harkkojen taivutusvetolujuuden  $f_{xk1}$  ominaisarvot vaakasaumojen suuntaisessa murtotasossa

Muurauskappaleen lujuus	$f_{xk1} \text{ (N/mm}^2\text{)}$	
	Yleislaasti ja ohutsaumalaasti	
	$f_m \leq 5 \text{ N/mm}^2$	$f_m \geq 10 \text{ N/mm}^2$
$f_b \leq 20 \text{ N/mm}^2$	0,15	0,20
$f_b = 25 \text{ N/mm}^2$	0,20	0,25
$f_b \geq 35 \text{ N/mm}^2$	0,20	0,35

Huomautus 1. Väliarvot voidaan interpoloida.  
Huomautus 2. Muille laastityypeille taivutusvetolujuuden ominaisarvo  $f_{xk1}$  määritetään projektikohtaisesti.

**Taulukko 4.** Poltettujen tiilien ja kalkkiahiekkatiilien ja -harkkojen taivutusvetolujuuden  $f_{xk2}$  ominaisarvot vaakasaumoja vastaan kohtisuorassa murtotasossa

Muurauskappaleen lujuus	$f_{xk2}$ (N/mm <sup>2</sup> )	
	Yleislaasti ja ohutsaumalaasti	
	$f_m \leq 5$ N/mm <sup>2</sup>	$f_m \geq 10$ N/mm <sup>2</sup>
$f_b \leq 20$ N/mm <sup>2</sup>	0,45	0,60
$f_b = 25$ N/mm <sup>2</sup>	0,45	0,75
$f_b \geq 35$ N/mm <sup>2</sup>	0,60	1,05

Huomautus 1. Väliarvot voidaan interpoloida.  
 Huomautus 2. Jos pystysaumoissa ei käytetä laastia, kerrotaan taulukossa esitetyt arvot pienennyskerroimella 0,7.  
 Huomautus 3. Muille laastityypeille taivutusvetolujuuden arvo  $f_{xk2}$  arvo määritetään projekti-kohtaisesti.

### Raudoituksen tartuntalujuuden ominaisarvo

3.6.4(1)P

Laastiin sijoitettujen betoniterästen tartuntalujuuden ominaisarvot esitetään taulukossa 5.

**Taulukko 5.** Muurauslaastissa olevan raudoituksen tartuntalujuuden ominaisarvo  $f_{bok}$

Laasti	M2 – M7	M7,5 – M20
$f_{bok}$ teräksisille harjatangoille, joiden suhteellinen harjapinta-ala täyttää standardin SFS 1300 vähimmäisvaatimukset	1,8 N/mm <sup>2</sup>	2,7 N/mm <sup>2</sup>

### Kimmokerroin

3.7.2(2)

Standardin SFS-EN 1996-1-1 liitteessä G käytetään kimmokertoimena pitkäaikaiskimmokerrointa, jossa pysyvän kuorman osuudeksi oletetaan puolet kokonaiskuormasta.

Kertoimen  $K_E$  arvot liitteessä G tarvittavalle kimmokertoimelle (kerroin sisältää viruman vaikutuksen):

Poltettu tiili	$K_E = 500$
Kalkkiahiekkatiili	$K_E = 400$
Betoni (normaalipainoinen kiviaines)	$K_E = 650$
Kevytkeiviainesbetoni	$K_E = 700$
Karkaistu kevytbetoni	$K_E = 700$ .

Kertoimen  $K_E$  arvot lyhytaikaisen sekanttikimmokertoimen laskentaa varten eri muurauskappaleille:

Poltettu tiili	$K_E = 700$
Kalkkiehkekatili	$K_E = 700$
Betoni (normaalipainoinen kiviaines)	$K_E = 1000$
Kevytkiviainesbetoni	$K_E = 1400$
Karkaistu kevytbetoni	$K_E = 1100$ .

Muille muurauskappaleille arvot määritetään projektikohtaisesti.

## Viruma, kosteuslaajeneminen tai –kutistuma ja lämpöpiteneminen

### 3.7.4(2)

Suomessa käytettävät muodonmuutosominaisuudet esitetään taulukossa 6.

**Taulukko 6.** Muuratun rakenteen viruma- ja kutistumisluvut sekä lämpöpiteneiskertoimet

Muurauskappaleen tyyppi	Virumaluku $\varphi_\infty$	Pitkän ajan kutistumisluku <sup>a</sup> , mm/m	Lämpöpiteneiskerros $\alpha_t$ , $10^{-6}/K$
Poltettu tiili	0,75	- 0,1	6
Kalkkiehkekatili tai -harkko	1,5	- 0,2	8
Betoni (normaalipainoinen kiviaines)	1	- 0,6	10
Kevytkiviainesbetoni	2	- 0,6	6
Karkaistu kevytbetoni	1	- 0,2	8
Huomautus 1: Muille muurauskappaleille arvot määritetään projektikohtaisesti			
<sup>a</sup> Negatiivinen arvo tarkoittaa kutistumaa			

## Raudoitusteräs

### 4.3.3(3)

Raudoitusterästen valinta säilyvyyden kannalta tehdään alla olevien taulukoiden 7 ja 8 mukaisesti.



**Taulukko 7.** Raudoituksen valinta; poltettu tiili ja kalkkiahkatiili

Ympäristöolo- suhdeluokka <sup>a</sup>	Raudoitusteräksen vähimmäissuojaus	
	Laastiin sijoitettuna	Betoniin sijoitettuna, kun suojaetäisyys on pienempi kuin kohdassa (4) vaadittu
MX1	Suojaamaton tavallinen teräs	-
MX2	Ruostumaton teräs 1.4301 <sup>b</sup>	Ruostumaton teräs 1.4301 <sup>b</sup>
	Sinkitty tavallinen teräs <sup>c</sup>	
MX3	Ruostumaton teräs 1.4301 <sup>b</sup>	Ruostumaton teräs 1.4301 <sup>b</sup>
	Sinkitty tavallinen teräs <sup>c</sup>	
MX4	Ruostumaton teräs 1.4301 <sup>b,d</sup>	Ruostumaton teräs 1.4301 <sup>b,d</sup>
	Sinkitty tavallinen teräs <sup>e</sup>	
MX5	Ruostumaton teräs <sup>f</sup>	Ruostumaton teräs <sup>f</sup>
<sup>a</sup> Ks. standardi SFS-EN 1996-2 <sup>b</sup> Ks. standardi SFS-EN 10088-1 <sup>c</sup> Tavallinen teräs sinkitään sinkkikerroksella, jonka massa on vähintään 600 g/m <sup>2</sup> (vastaa luokkaa Zn E SFS 1266 mukaan). <sup>d</sup> Vaativissa korroosio-olosuhteissa suositellaan käytettäväksi standardin SFS-EN 10088-1 mukaisia teräslaatuja 1.4436, 1.4429 tai 1.4462. <sup>e</sup> Tavallinen teräs sinkitään sinkkikerroksella, jonka massa on vähintään 1350 g/m <sup>2</sup> (vastaa luokkaa Zn B SFS 1266 mukaan). <sup>f</sup> Teräslaatu valitaan olosuhteen perusteella projektikohtaisesti.		

**Taulukko 8.** Raudoituksen valinta; betoni (normaalipainoinen ja kevytkiviaines) ja kar-kaistu kevytbetoni

Ympäristöolo- suhdeluokka <sup>a</sup>	Raudoitusteräksen vähimmäissuojaus	
	Laastiin sijoitettuna	Betoniin sijoitettuna, kun suojaetäisyys on pienempi kuin kohdassa (4) vaadittu
MX1	Suojaamaton tavallinen teräs	-
MX2	Suojaamaton tavallinen teräs <sup>c</sup>	Ruostumaton teräs 1.4301 <sup>b</sup>
MX3	Suojaamaton tavallinen teräs <sup>c</sup>	Ruostumaton teräs 1.4301 <sup>b</sup>
MX4	Ruostumaton teräs 1.4301 <sup>b,d</sup>	Ruostumaton teräs 1.4301 <sup>b,d</sup>
	Sinkitty tavallinen teräs <sup>e</sup>	
MX5	Ruostumaton teräs <sup>f</sup>	Ruostumaton teräs <sup>f</sup>
<sup>a</sup> Ks. standardi SFS-EN 1996-2 <sup>b</sup> Ks. standardi SFS-EN 10088-1 <sup>c</sup> Muurauslaasti on vähintään luokan M7,5 yleislaastia tai ohutsaumalaastia, standardin SFS-EN 1996-1-1 kuvan 8.2 mukainen suojakerros kasvatetaan arvoon 30 mm. <sup>d</sup> Vaativissa korroosio-olosuhteissa suositellaan käytettäväksi standardin SFS-EN 10088-1 mukaisia teräslaatuja 1.4436, 1.4429 tai 1.4462. <sup>e</sup> Tavallinen teräs sinkitään sinkkikerroksella, jonka massa on vähintään 1350 g/m <sup>2</sup> (vastaa luokkaa Zn B SFS 1266 mukaan). <sup>f</sup> Teräslaatu valitaan olosuhteen perusteella projektikohtaisesti.		

#### 4.3.3(4)

Betonipeitteen paksuus  $c_{nom}$  lasketaan lisäämällä SFS-EN 1992-1-1 kansallisessa liitteessä taulukossa 2 esitettyyn betonipeitteen vähimmäisarvoon  $c_{min,dur}$  raudoituksen sijaintipoikkeama. Sijaintipoikkeama on 10 mm ilman erityistoimenpiteitä.

Suunnitelmissa esitetään rasitusluokat betonirakenteiden luokituksen mukaisesti, jolloin vaadittava vähimmäislujuus, vähimmäisementtimäärä ja vesisementtisuhte määrittyvät standardien SFS-EN 206 ja SFS 7022 perusteella.

Muuratun rakenteen ympäristöolosuhdeluokat ja niitä vastaavat betonin rasitusluokat:

MX1=X0

MX2=XC4

MX3=XC4, XF1

MX4=XC4, XD1, XS1, XF2

MX5=XA3

Betonipeitettä voidaan pienentää, jos betoni valetaan muurauskappaleen sisään ja muurauskappale kykenee suojaamaan betoniterästä. Muurauskappaleen suojaava vaikutus osoitetaan luotettavan selvityksen avulla. Tangon ja muurauskappaleen välinen minimietäisyys on kuitenkin 5 mm.

Muurauskappaleiden toimiessa muottina betoni voidaan tehdä rasitusluokissa MX2 ja MX3 lujuudeltaan vähintään C25/30 olevasta tehdasvalmisteisesta kuivasekoitteesta, jolla on rasitusluokan edellyttämä pakkaskestävyys.

### **Muurattujen seinien tehollinen paksuus**

#### 5.5.1.3(3)

Luvun  $k_{tef}$  arvo määritetään suhteesta  $E_1/E_2$ . Luvun  $k_{tef}$  arvo on kuitenkin enintään 2.

### **Hoikkuuden ja epäkeskisyyden pienennyskerroin**

#### 6.1.2.2(2)

Viruman aiheuttaman epäkeskisyyden  $e_k$  voidaan olettaa olevan nolla seinille, joiden hoikkuusluku on enintään  $\lambda_c = 27$ .

*Viruma otetaan huomioon kimmokertoimessa, jota käytetään seinän puristuskestävyyden pienennyskerroimen laskentaan.*

## Seinän minimipaksuus

### 8.1.2(2)

Kantavan seinän minimipaksuus  $t_{\min}$  on 100 mm. Minimipaksuus ei koske kuorimuuria.

## Rakoseinät ja kuorimuurit

### 8.5.2.2(2)

Rako- ja kuorimuuressa käytettävien siteiden vähimmäismäärä  $n_{\min}$  on 2 kpl neliömetrillä. Jos sisä- ja ulkokuoren edellytetään toimivan yhdessä, siteiden vähimmäismäärä  $n_{\min}$  on 4 kpl neliömetrillä.

*Eristeharkkorakenteissa, joissa ulkokuori on kiinni eristeen välityksellä sisäkuoressa, ei tarvitse noudattaa annettua siteiden vähimmäismäärää mitoittaessa rakennetta tuulikuormalle. Tällöin tartuntalujuuden eristeen ja harkon välillä tulee olla vähintään 10 kN/m<sup>2</sup>. Jos kuorien välistä yhteistoimintaa käytetään hyväksi mitoituksessa pystykuormalle, niin siteiden vähimmäismäärä  $n_{\min}$  on 4 kpl neliömetrillä.*

## Kaksinkertaiset seinät

### 8.5.2.3(2)

Kaksinkertaisen seinän seinäpuoliskoja sitovien siteiden vähimmäismäärä  $j$  on 2 kpl neliömetrillä. Jos seinäpuoliskojen edellytetään toimivan yhdessä, siteiden vähimmäismäärä  $j$  on 4 kpl neliömetrillä.

## Pystysuorat roilot ja syvennykset

### 8.6.2(1)

Muuriin ilman laskelmia tehtävien pystysuorien roilojen ja syvennysten sallitut mitat esitetään taulukossa 9.

**Taulukko 9.** Muuriin ilman laskelmia tehtävien pystysuorien roilojen ja syvennysten sallitut mitat

Seinän paksuus mm	Seinän pintaan tehtävät roilot		Seinän sisään tehtävät roilot	
	suurin syvyys mm	suurin leveys mm	jäljelle jäävän seinän vähimmäispaksuus mm	suurin leveys mm
85	30	100	55	300
115	30	125	75	300
175	30	150	115	300
225	30	175	150	300
≥ 300	30	200	200	300

Huomautus 1. Raudoitettuihin rakenteisiin sekä kuormakeskittymien (esimerkiksi palkkien tukipinnat) alapuolelle tehtävien sekä vaakakuormalle ristiin kantavina mitoitettuihin seiiniin tehtävien roilojen vaikutus seinän kantokykyyn on tarkistettava

Huomautus 2. Väliarvot eri seinäpaksuuksille interpoloidaan.

Huomautus 3. Syvennyksen tai roilon enimmäissyvyys sisältää syvennystä tai roiloa tehtäessä esiin tulevan aukon syvyyden.

Huomautus 4. Seiiniin voidaan tehdä sähköasennusrasioille ja LVI-asennuksia varten syvennyksiä, joiden korkeus x leveys on korkeintaan 300 mm x 120 mm.

Huomautus 5. Pystysuorien roilojen, jotka eivät ulotu välipohjan yläpuolelle yli kolmannesta kerroskorkeudesta, syvyys voi olla enintään 80 mm ja leveys enintään 120 mm, jos seinän paksuus on vähintään 225 mm.

Huomautus 6. Viereisten roilojen tai roilon ja syvennyksen tai aukon välinen vaakasuora etäisyys on vähintään 225 mm.

Huomautus 7. Minkä tahansa viereisten roilojen, riippumatta siitä ovatko ne seinän samalla puolella vai vastakkaisilla puolilla, tai roilon ja aukon välinen vaakasuora etäisyys on vähintään kaksi kertaa leveämmän roilon leveys.

Huomautus 8. Pystysuorien roilojen ja syvennysten yhteenlaskettu leveys on enintään 0,13 kertaa seinän pituus.

## Vaakasuorat ja vinot roilot

### 8.6.3(1)

Muuriin ilman laskelmia tehtävien vaakasuorien tai vinojen roilojen sallitut mitat esitetään taulukossa 10.

**Taulukko 10.** Muuriin ilman laskelmia tehtävien vaakasuorien tai vinojen roilojen sallitut mitat

Seinän paksuus mm	Suurin syvyys mm
	pituus ≤ 500 mm
85 – 115	0
116 – 175	30
176 – 225	30
226 - 300	30
yli 300	30

Huomautus 1. Raudoitettuihin rakenteisiin sekä kuormakeskittymien (esimerkiksi palkkien tukipinnat) alapuolelle tehtävien roilojen vaikutus seinän kantokykyyn on tarkistettava

Huomautus 2. Roiloa tehtäessä esiin tulevan aukon mitta lasketaan mukaan roilon suurimpaan syvyyteen.

Huomautus 3. Seiniin voidaan tehdä sähköasennusrasioille ja LVI-asennuksia varten syvennyksiä, joiden korkeus x leveys on korkeintaan 120 mm x 300 mm.

Huomautus 4. Roilon tai syvennyksen pään ja aukon välinen vaakasuora etäisyys on vähintään 500 mm.

Huomautus 5. Minkä tahansa viereisten tietyn pituisten roilojen tai syvennyksen vaakasuora etäisyys toisistaan riippumatta siitä ovatko ne seinän samalla puolella vai vastakkaisilla puolilla on vähintään kaksi kertaa pitemmän roilon tai syvennyksen pituus.

Huomautus 6. Seinissä, joiden paksuus on yli 175 mm, sallitaan roilon syvyyttä lisättävän 10 mm, jos roilo tehdään koneellisesti tarkasti vaaditun syvyisenä. Jos käytetään koneellista jyrshintää, voidaan vähintään 225 mm levyisen seinän vastakkaisille puolille tehdä enintään 10 mm syvät roilot.

Huomautus 7. Roilon tai syvennyksen leveys on enintään puolet jäljelle jäävän seinäosan paksuudesta.

## Liite A

### Osavarmuuslukujen liittäminen työnsuoritukseen

Liitettä A ei käytetä

## Liite C

### Yksinkertaistettu menetelmä seinään vaikuttavan pystykuorman epäkeskisyyden laskemiseksi

Liitettä C ei käytetä

**Liite E**

**Enintään 250 mm paksun yksinkertaisen vaakakuormitetun seinän taivutusmomentin kertoimet  $\alpha_2$**

*Liitettä E voidaan soveltaa myös yli 250 mm paksuille seinille.*

**Liite J**

**Termin  $f_{vd}$  suurentaminen leikkausvoiman rasittamassa raudoitetussa rakennosassa**

Liitettä J ei käytetä.

## Kansallinen liite standardiin SFS-EN 1996-1-2 Osa 1-2: Yleiset säännöt. Rakenteiden palomitoitus

Standardin SFS-EN 1996-1-2 osalta noudatetaan standardissa SFS-EN 1996-1-2 esitettyjä suositusrarjoja ja kaikkia standardin SFS-EN 1996-1-2 liitteitä ellei tässä kansallisessa liitteessä toisin esitetä.

*Standardia ristiriidattomasti täydentävä lisäohje (NCCI) esitetään kursivoidulla tekstilä.*

Kansallinen valinta on sallittua standardin SFS-EN 1996-1-2 seuraavissa kohdissa:

- 2.1.3(2)
- 2.2(2)
- 2.3(2)P
- 3.3.3.1(1)
- 3.3.3.2(1) Huomautus 2
- 3.3.3.3(1) Huomautus 2
- 4.5(3)
- B(5) Huomautus 4
- C.2.4.

Kansallinen valinta on tehty symbolilla ● merkityissä kohdissa.

### Rasitukset

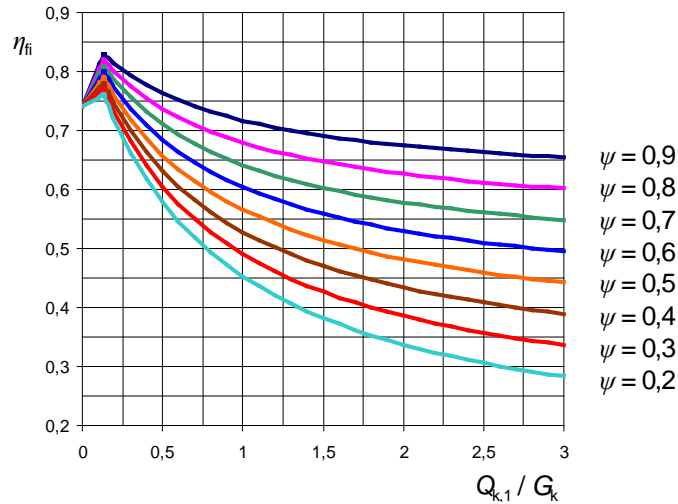
2.2(2)

Muuratun rakenteen pinnan säteilykertoimelle käytetään arvoa  $\varepsilon_m = 0,7$ .

### Rakenneosatarkastelu

2.4.2(3) Huomautus 1

*Käytettäessä standardin SFS-EN 1990 ja sen soveltamista koskevan ympäristöministeriön asetuksen 3/16 mukaisia osavarmuuslukuja standardin SFS-EN 1996-1-2 kuva kohdassa 2.4.2(3) muuttuu kuvassa 1 esitetyllä tavalla.*



**Kuva 1.** Pienennyskertoimen,  $\eta_{fi}$ , vaihtelu määrävän muuttuvan kuorman ja pysyvän kuorman ominaisarvojen kuormasuhteen  $Q_{k,1} / G_k$  funktiona standardin SFS-EN 1990 soveltamista koskevassa ympäristöministeriön asetuksessa 3/16 esitettyjen kuormien yhdistelysääntöjen mukaan.

#### 2.4.2(3) Huomautus 2

Likiarvoja ei käytetä.

### Lämpöpiteneminen

#### 3.3.3.1(1)

Muuratun rakenteen lämpöpitene miskertoimelle käytetään seuraavia arvoja:

Poltetut tiilet:

Tiheysalue  $900 - 2000 \text{ kg/m}^3$

Lämpöpitene miskerroin  $\alpha(\theta) = 6 \times 10^{-6}$

Kalkkihiekkatiilet ja -harkot:

Tiheysalue  $1500 - 2000 \text{ kg/m}^3$

Lämpöpitene miskerroin  $\alpha(\theta) = 8 \times 10^{-6}$

Kevytrunkoainebetoniharkot:

Tiheysalueella  $600 - 1000 \text{ kg/m}^3$  olevien lujuudeltaan  $4 - 6 \text{ N/mm}^2$  olevien kevytrunkoaineisten betoniharkkojen lämpöpitene minen esitetään kuvassa 2.

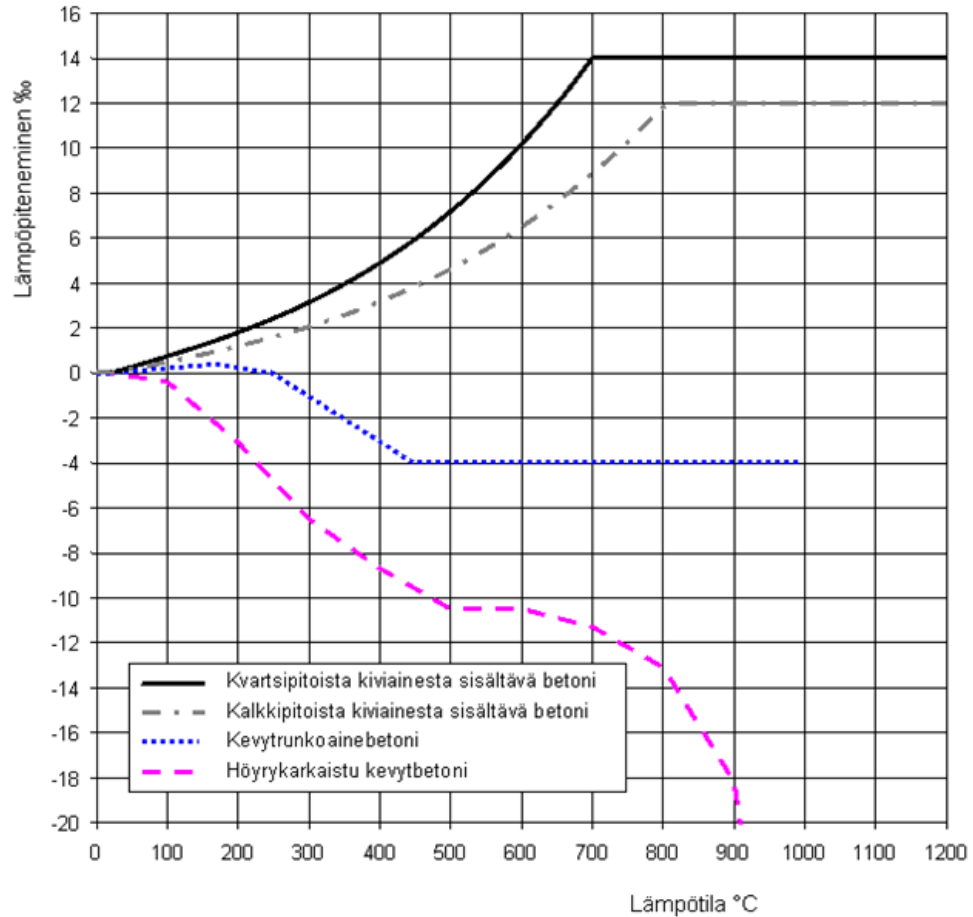
Höyrykarkaistut kevytbetoniharkot:

Tiheysalueella  $300 - 700 \text{ kg/m}^3$  olevien höyrykarkaistujen kevytbetoniharkkojen lämpöpitene minen esitetään kuvassa 2.



Betoniharkot:

Kvartsipitoista ja kalkkipitoista kiviainesta sisältävien betoneiden lämpöpiteneminen esitetään kuvassa 2.



**Kuva 2.** Erilaisten muurauskappaleiden lämpöpiteneminen

### Ominaislämpökapasiteetti

#### 3.3.3.2(1) Huomautus 2

Muuratun rakenteen ominaislämpökapasiteetille käytetään seuraavia arvoja:

Poltetut tiilet:

Tiheysalue 900 - 1200 kg/m<sup>3</sup>, ominaislämpökapasiteetti  $c_a = 600$  J/kgK

Tiheysalue 1200 - 2000 kg/m<sup>3</sup>, ominaislämpökapasiteetti  $c_a = 900$  J/kgK

Kalkkiehkeätiilet ja -harkot:

Tiheysalue 1500 - 2000 kg/m<sup>3</sup>

Ominaislämpökapasiteetti  $c_a = 1000$  J/kgK

Kevytrunkoainebetoniharkot:

Tiheysalue 600 - 1000 kg/m<sup>3</sup>

Ominaislämpökapasiteetti  $c_a = 1000$  J/kgK

Höyrykarkaistut kevytbetoniharkot:

Tiheysalue 300 - 700 kg/m<sup>3</sup>

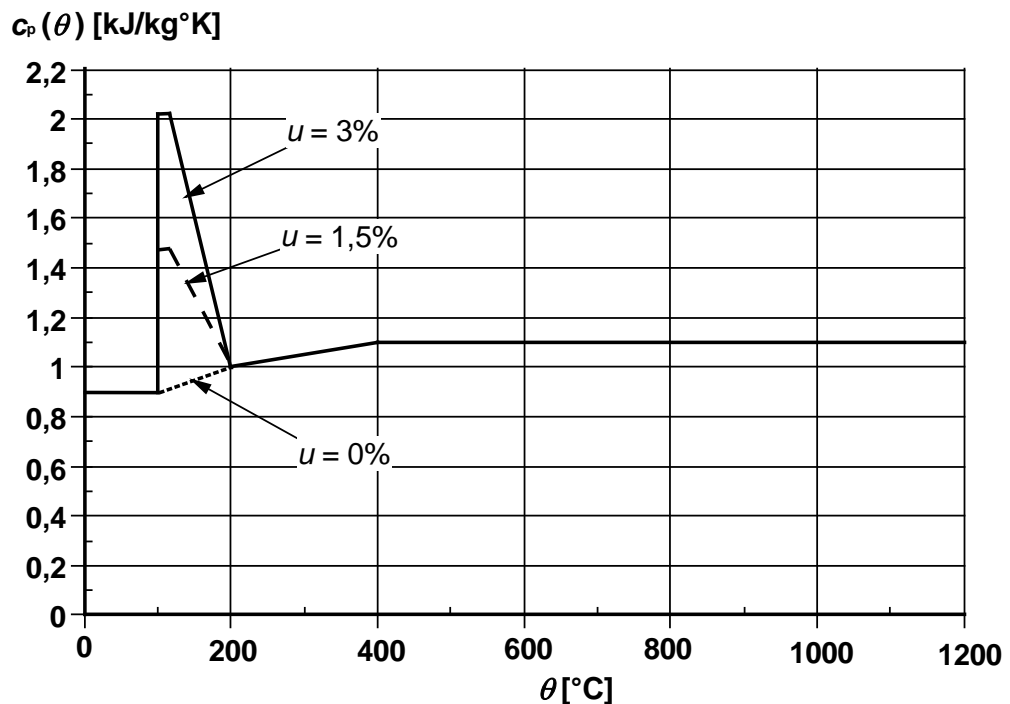
Ominaislämpökapasiteetti  $c_a = 1050$  J/kgK

Betoniharkot:

Tiheysalue 1000 - 2500 kg/m<sup>3</sup>

Ominaislämpökapasiteetti  $c_a = 900$  J/kgK normaalilämpötilassa

Betonin ominaislämpökapasiteetin  $c_p(\theta)$  (vastaa  $c_a$ :ta) riippuvuus lämpötilasta ja betonin kosteuspitoisuudesta  $u$  esitetään kuvassa 3.



**Kuva 3.** Kvartsipitoista kiviainesta sisältävän betonin ominaislämpökapasiteetti  $c_p(\theta)$  lämpötilan funktiona kolmella eri kosteuspitoisuudella (0 %, 1,5 % ja 3 %)

### Lämmönjohtavuus

#### 3.3.3.3(1) Huomautus 2

Muuratun rakenteen palomitoituksessa voidaan käyttää seuraavia yleensä varmallia puolella olevia lämmönjohtavuusarvoja.

Poltetut tiilet:

Tiheysalue 1200 -1400 kg/m<sup>3</sup>

Lämmönjohtavuus  $\lambda_a = 0,35 \text{ W/mK}$

Kalkkielektriilit ja -harkot:

Tiheysalue  $1500 - 2000 \text{ kg/m}^3$

Lämmönjohtavuus  $\lambda_a = 0,95 \text{ W/mK}$

Kevytrunkoainebetoniharkot:

Tiheysalue  $600 - 1000 \text{ kg/m}^3$

Lämmönjohtavuus  $\lambda_a = 0,25 \text{ W/mK}$

Höyrykarkaistut kevytbetoniharkot:

Tiheydeltään  $300, 500$  ja  $600 \text{ kg/m}^3$  olevien höyrykarkaistujen kevytbetonien lämmönjohtavuus  $\lambda_a$  (W/mK) eri lämpötiloissa esitetään taulukossa 1.

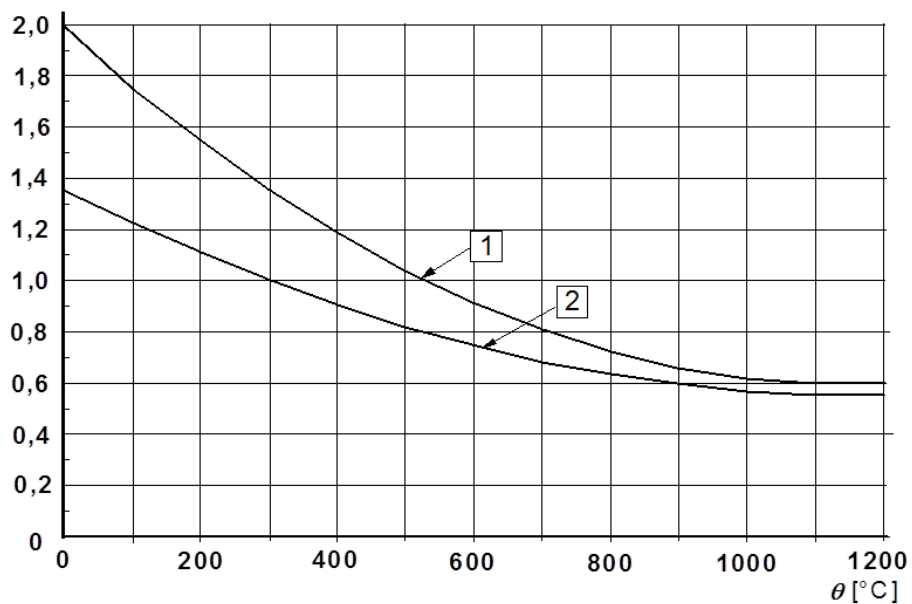
**Taulukko 1.** Höyrykarkaistun kevytbetonin lämmönjohtavuus  $\lambda_a$  (W/mK) eri lämpötiloissa

Lämpötila	Tiheys		
	$300 \text{ kg/m}^3$	$500 \text{ kg/m}^3$	$600 \text{ kg/m}^3$
$20 \text{ }^\circ\text{C}$	0,10	0,14	0,15
$300 \text{ }^\circ\text{C}$	0,12	0,16	0,17
$600 \text{ }^\circ\text{C}$	0,19	0,20	0,21
$900 \text{ }^\circ\text{C}$	0,28	0,28	0,29

Betoniharkot:

Betonin lämmönjohtavuutena  $\lambda_a$  käytetään kuvassa 4 esitetyn käyrän 2 mukaista arvoa.

$\lambda_c$  [W/m K]



**Kuva 4.** Betonin lämmönjohtavuus

## Rakoseinät ja seinät, joiden seinäpuoliskoja ei ole sidottu toisiinsa

### 4.1.2(2)

Rakoseinän sisäkuoren minimipaksuus määritetään kuten yksinkertaisella seinällä, mikäli ulkokuori on sisäkuorta ohuempi tai kuorien välisessä raossa on palavaa materiaalia.

## Taulukkomitoitus

### 4.5(3)

Termin  $\gamma_{Glo}$  arvona käytetään lukua 2,4.

## Liite A

### Opastusta palonkestävyyssajan valintaan

Liitettä A ei käytetä.

## Liite B

### Muurattujen seinien palonkestävyyden taulukkomitoitus

B(5) Huomautus 4

## Muuraus standardin EN 771-1 mukaisista poltetuista tiilistä

**Taulukko 2.** Poltetusta tiilestä tehtyjen osastoivien ei-kantavien (kriteeri EI) seinien minimipaksuus eri palonkestävyyssuokissa

Rivi-numero	Materiaaliominaisuudet: bruttokuiватиheys $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Seinän minimipaksuus $t_F$ (mm)					
		palonkestävyyssuokassa EI eri palonkestävyyssajoilla $t_{fi,d}$ (min)					
		30	60	90	120	180	240
1.	<b>Aukkoryhmän 1S ja 1 muurauskappaleet</b>						
1.1	yleis-, ohut- tai kevytlaasti $800 \leq \rho \leq 2400$						
1.1.1		70	85	100	115	130	180
2.	<b>Aukkoryhmän 2 muurauskappaleet</b>						
2.1	yleis-, ohut- tai kevytlaasti $650 \leq \rho \leq 2400$						
2.1.1		100	120	140	175	210	235

**Taulukko 3.** Poltetusta tilestä tehtyjen osastoivien kantavien (kriteeri REI) yksinkertaisten seinien minimipaksuus eri palonkestävyysluokissa

Rivi-numero	Materiaaliominaisuudet: bruttokuivatiheys $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Seinän minimipaksuus $t_F$ (mm)					
		palonkestävyysluokassa REI eri palonkestävyyssajoilla $t_{fi,d}$ (min)					
		30	60	90	120	180	240
1S	<b>Aukkoryhmän 1S muurauskappaleet</b>						
1S.1	yleis- tai ohutlaasti $1000 \leq \rho \leq 2400$						
1S.1.1	$\alpha \leq 1,0$	100	100	100	120	180	200
1	<b>Aukkoryhmän 1 muurauskappaleet</b>						
1.1	yleis- tai ohutlaasti $800 < \rho \leq 2400$						
1.1.1	$\alpha \leq 1,0$	100	100	120	150	190	220
2	<b>Aukkoryhmän 2 muurauskappaleet</b>						
2.1	yleis- tai ohutlaasti $650 < \rho \leq 2200$						
2.1.1	$\alpha \leq 1,0$	100	130	160	190	210	235

**Taulukko 4.** Poltetusta tilestä tehtyjen osastoimattomien kantavien (kriteeri R) yksinkertaisten vähintään 1 m pituisten seinien minimipaksuus eri palonkestävyysluokissa

Rivi-numero	Materiaaliominaisuudet: bruttokuivatiheys $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Seinän minimipaksuus $t_F$ (mm)					
		palonkestävyysluokassa R eri palonkestävyyssajoilla $t_{fi,d}$ (min)					
		30	60	90	120	180	240
1S	<b>Aukkoryhmän 1S muurauskappaleet</b>						
1S.1	yleis- tai ohutlaasti $1000 \leq \rho \leq 2400$						
1S.1.1	$\alpha \leq 1,0$	100	120	135	200	235	300
1	<b>Aukkoryhmän 1 muurauskappaleet</b>						
1.1	yleis- tai ohutlaasti $800 < \rho \leq 2400$						
1.1.1	$\alpha \leq 1,0$	100	120	135	200	235	300
2	<b>Aukkoryhmän 2 muurauskappaleet</b>						
2.1	yleis- tai ohutlaasti $650 < \rho \leq 2200$						
2.1.1	$\alpha \leq 1,0$	100	150	235	365	490	-

**Taulukko 5.** Poltetusta tiilestä tehtyjen osastoimattomien kantavien (kriteeri R) yksinkertaisten alle 1 m pituisten seinien minimipituus eri palonkestävyysluokissa

Rivi-numero	Materiaaliominaisuudet: bruttokuivatiheys $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	seinän paksuus [mm]	Seinän minimipituus $l_F$ (mm)					
			palonkestävyysluokassa R eri palonkestävyysajoilla $t_{fi,d}$ (min)					
			30	60	90	120	180	240
1	<b>Aukkoryhmän 1S ja 1 muurauskappaleet</b>							
1.1	yleis- tai ohutlaasti $800 \leq \rho \leq 2400$							
1.1.1	$\alpha \leq 1,0$	130	600	900	-	-	-	-
1.1.2		200	365	490	600	1000	-	-
1.1.3		235	300	365	490	600	1000	-
1.1.4		300	235	300	365	490	600	1000

**Taulukko 6.** Poltetusta tiilestä tehtyjen osastoivien kantavien ja ei-kantavien (kriteeri REI-M ja EI-M) yksinkertaisten seinien minimipaksuus eri palonkestävyysluokissa

Rivi-numero	Materiaaliominaisuudet: bruttokuivatiheys $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Seinän minimipaksuus $t_F$ (mm)					
		palonkestävyysluokassa REI-M ja EI-M eri palonkestävyysajoilla $t_{fi,d}$ (min)					
		30	60	90	120	180	240
1S	<b>Aukkoryhmän 1S muurauskappaleet</b>						
1S.1	yleis- tai ohutlaasti $1000 \leq \rho \leq 2400$						
1S.1.1	$\alpha \leq 1,0$	235	235	235	300	350	-
1	<b>Aukkoryhmän 1 muurauskappaleet</b>						
1.2	yleis- tai ohutlaasti $800 \leq \rho \leq 2400$						
1.1.1	$\alpha \leq 1,0$	235	235	235	300	350	-

**Taulukko 7.** Poltetusta tiilestä tehtyjen osastoivien kantavien (kriteeri REI) rakoseiniin, joiden vain yksi seinäpuolisko on kuormitettu, kummankin seinäpuoliskon minimipaksuus eri palonkestävyysluokissa

Rivi-numero	Materiaaliominaisuudet: bruttokuivatiheys $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Seinän minimipaksuus $t_F$ (mm)					
		palonkestävyysluokassa REI eri palonkestävyysajoilla $t_{fi,d}$ (min)					
		30	60	90	120	180	240
1S	<b>Aukkoryhmän 1S muurauskappaleet</b>						
1S.1	yleis- tai ohutlaasti $1000 \leq \rho \leq 2400$						
1S.1.1	$\alpha \leq 1,0$	85	85	85	105	-	-
1	<b>Aukkoryhmän 1 muurauskappaleet</b>						
1.1	yleis- tai ohutlaasti $800 < \rho \leq 2400$						
1.1.1	$\alpha \leq 1,0$	85	85	105	130	-	-
2	<b>Aukkoryhmän 2 muurauskappaleet</b>						
2.1	yleis- tai ohutlaasti $650 < \rho \leq 2200$						
2.1.1	$\alpha \leq 1,0$	90	115	135	170	-	-

### Muuraus standardin EN 771-2 mukaisista kalkkihiekkatiilistä ja -harkoista

**Taulukko 8.** Kalkkihiekkatiilestä ja -harkoista tehtyjen osastoivien ei-kantavien (kriteeri EI) seinien minimipaksuus eri palonkestävyysluokissa

Rivi-numero	Materiaaliominaisuudet: bruttokuivatiheys $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Seinän minimipaksuus $t_F$ (mm)					
		palonkestävyysluokassa EI eri palonkestävyysajoilla $t_{fi,d}$ (min)					
		30	60	90	120	180	240
1.	<b>Aukkoryhmän 1S ja 1 muurauskappaleet</b>						
1.1	yleis-, ohut- tai kevytlaasti $1400 \leq \rho \leq 2400$						
1.1.1		70	85	100	110	130	160
2.	<b>Aukkoryhmän 2 muurauskappaleet</b>						
2.1	yleis-, ohut- tai kevytlaasti $650 \leq \rho \leq 2400$						
2.1.1		100	120	140	175	210	235

**Taulukko 9.** Kalkkihiiekkatiilestä ja -harkoista tehtyjen osastoivien kantavien (kriteeri REI) yksinkertaisten seinien minimipaksuus eri palonkestävyysluokissa

Rivi-numero	Materiaaliominaisuudet: bruttokuivatiheys $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Seinän minimipaksuus $t_F$ (mm)					
		palonkestävyysluokassa REI eri palonkestävyyssajoilla $t_{F,d}$ (min)					
		30	60	90	120	180	240
1S	<b>Aukkoryhmän 1S muurauskappaleet</b>						
1S.1	yleis- tai ohutlaasti $1700 \leq \rho \leq 2400$						
1S.1.1	$\alpha \leq 1,0$	100	100	100	120	180	200
1	<b>Aukkoryhmän 1 muurauskappaleet</b>						
1.1	yleis- tai ohutlaasti $1400 < \rho \leq 2400$						
1.1.1	$\alpha \leq 1,0$	100	100	120	150	190	220
2	<b>Aukkoryhmän 2 muurauskappaleet</b>						
2.1	yleis- tai ohutlaasti $650 < \rho \leq 1600$						
2.1.1	$\alpha \leq 1,0$	100	130	160	190	210	235

**Taulukko 10.** Kalkkihiiekkatiilestä ja -harkoista tehtyjen osastoimattomien kantavien (kriteeri R) yksinkertaisten vähintään 1 m pituisten seinien minimipaksuus eri palonkestävyysluokissa

Rivi-numero	Materiaaliominaisuudet: bruttokuivatiheys $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Seinän minimipaksuus $t_F$ (mm)					
		palonkestävyysluokassa R eri palonkestävyyssajoilla $t_{F,d}$ (min)					
		30	60	90	120	180	240
1S	<b>Aukkoryhmän 1S muurauskappaleet</b>						
1S.1	yleis- tai ohutlaasti $1700 \leq \rho \leq 2400$						
1S.1.1	$\alpha \leq 1,0$	100	120	135	200	235	300
1	<b>Aukkoryhmän 1 muurauskappaleet</b>						
1.1	yleis- tai ohutlaasti $1400 < \rho \leq 2400$						
1.1.1	$\alpha \leq 1,0$	100	120	135	200	235	300
2	<b>Aukkoryhmän 2 muurauskappaleet</b>						
2.1	yleis- tai ohutlaasti $650 < \rho \leq 1600$						
2.1.1	$\alpha \leq 1,0$	100	150	235	365	490	-



**Taulukko 11.** Kalkkihiekkatiilestä ja -harkoista tehtyjen osastoimattomien kantavien (kriteeri R) yksinkertaisten alle 1 m pituisten seinien minimipituus eri palonkestävyysluokissa

Rivi-numero	Materiaaliominaisuudet: bruttokuivatiheys $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Seinän paksuus [mm]	Seinän minimipituus $l_F$ (mm)					
			palonkestävyysluokassa R eri palonkestävyysajoilla $t_{fi,d}$ (min)					
			30	60	90	120	180	240
1	<b>Aukkoryhmän 1S ja 1 muurauskappaleet</b>							
1.1	yleis- tai ohutlaasti $1400 < \rho \leq 2400$							
1.1.1		130	490	900	-	-	-	-
1.1.2		200	365	490	600	1000	-	-
1.1.3		235	300	365	490	600	1000	-
1.1.4		300	235	300	365	490	600	1000
1.1.5		365	200	235	300	365	490	600

**Taulukko 12.** Kalkkihiekkatiilestä ja -harkoista tehtyjen osastoivien kantavien ja ei-kantavien (kriteeri REI-M ja EI-M) yksinkertaisten seinien minimipaksuus eri palonkestävyysluokissa

Rivi-numero	Materiaaliominaisuudet: bruttokuivatiheys $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Seinän minimipaksuus $t_F$ (mm)						
		palonkestävyysluokassa REI-M ja EI-M eri palonkestävyysajoilla $t_{fi,d}$ (min)						
		30	60	90	120	180	240	
1S	<b>Aukkoryhmän 1S muurauskappaleet</b>							
1S.1	yleis- tai ohutlaasti $1700 \leq \rho \leq 2400$							
1S.1.1	$\alpha \leq 1,0$	235	235	235	300	350	-	
1	<b>Aukkoryhmän 1 muurauskappaleet</b>							
1.1	yleis- tai ohutlaasti $1400 < \rho \leq 2400$							
1.1.1	$\alpha \leq 1,0$	235	235	235	300	350	-	

**Taulukko 13.** Kalkkihiekkatiilestä ja -harkoista tehtyjen osastoivien kantavien (kriteeri REI) rakoseinien, joiden vain yksi seinäpuolisko on kuormitettu, kummankin seinäpuoliskon minimipaksuus eri palonkestävyysluokissa

Rivi-numero	Materiaaliominaisuudet: bruttokuivatiheys $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Seinän minimipaksuus $t_F$ (mm) palonkestävyysluokassa REI eri palonkestävyyssajoilla $t_{F,d}$ (min)					
		30	60	90	120	180	240
1S	<b>Aukkoryhmän 1S muurauskappaleet</b>						
1S.1	yleis- tai ohutlaasti $1700 \leq \rho \leq 2400$						
1S.1.1	$\alpha \leq 1,0$	85	85	85	105	-	-
1	<b>Aukkoryhmän 1 muurauskappaleet</b>						
1.1	yleis- tai ohutlaasti $1400 < \rho \leq 2400$						
1.1.1	$\alpha \leq 1,0$	85	85	105	130	-	-
2	<b>Aukkoryhmän 2 muurauskappaleet</b>						
2.1	yleis- tai ohutlaasti $650 < \rho \leq 1600$						
2.1.1	$\alpha \leq 1,0$	90	115	135	170	-	-

**Muuraus standardin EN 771-3 mukaisista normaali- ja kevytrunkoaineisista betoni-harkoista**

**Taulukko 14.** Normaali- ja kevytrunkoaineisista betoniharkoista tehtyjen osastoivien ei-kantavien (kriteeri EI) seinien minimipaksuus eri palonkestävyysluokissa

Rivi-numero	Materiaaliominaisuudet: bruttokuivatiheys $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Seinän minimipaksuus $t_F$ (mm) palonkestävyysluokassa EI eri palonkestävyysajoilla $t_{fi,d}$ (min)					
		30	60	90	120	180	240
1	<b>Aukkoryhmän 1 muurauskappaleet</b> yleis-, ohut- tai kevytlaasti						
1.1	kevyt runkoaine $400 < \rho \leq 1600$						
1.1.1		70	70	100	100	120	150
1.2	normaali runkoaine $1200 < \rho \leq 2400$						
1.2.1		70	80	100	120	150	175
2	<b>Aukkoryhmän 2 muurauskappaleet</b> yleis-, ohut- tai kevytlaasti						
2.1	kevyt runkoaine $240 < \rho \leq 1200$						
2.1.1		70	100	100	120	150	170
2.2	normaali runkoaine $720 < \rho \leq 1650$						
2.2.1		70	100	120	150	175	200

**Taulukko 15.** Normaali- ja kevytrunkoaineisista betoniharkoista tehtyjen osastoivien kantavien (kriteeri REI) yksinkertaisten seinien minimipaksuus eri palonkestävyysluokissa

Rivi-numero	Materiaaliominaisuudet: bruttokuivatiheys $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Seinän minimipaksuus $t_F$ (mm) palonkestävyysluokassa REI eri palonkestävyyssajoilla $t_{F,d}$ (min)					
		30	60	90	120	180	240
1	<b>Aukkoryhmän 1 muurauskappaleet</b> yleis-, ohut- tai kevytlaasti						
1.1	kevyt runkoaine $400 < \rho \leq 1600$						
1.1.1	$\alpha \leq 1,0$	100	100	120	150	200	200
1.2	normaali runkoaine $1200 < \rho \leq 2400$						
1.2.1	$\alpha \leq 1,0$	120	130	140	160	210	270
2	<b>Aukkoryhmän 2 muurauskappaleet</b> yleis-, ohut- tai kevytlaasti						
2.1	kevyt runkoaine $240 < \rho \leq 1200$						
2.1.1	$\alpha \leq 1,0$	100	100	120	150	200	200
2.2	normaali runkoaine $720 < \rho \leq 1650$						
2.2.1	$\alpha \leq 1,0$	120	130	140	160	210	270

**Taulukko 16.** Normaali- ja kevytrunkoaineisista betoniharkoista tehtyjen osastoimat-  
tomien kantavien (kriteeri R) yksinkertaisten vähintään 1 m pituisten seinien minimi-  
paksuus eri palonkestävyysluokissa

Rivi- numero	Materiaaliominaisuu- det: bruttokuivatiheys $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Seinän minimipaksuus $t_F$ (mm) palonkestävyysluokassa R eri palonkestävyysajoilla $t_{F,d}$ (min)					
		30	60	90	120	180	240
1	<b>Aukkoryhmän 1 muurauskappaleet</b> yleis-, ohut- tai kevytlaasti						
1.1	kevyt runkoaine $400 < \rho \leq 1600$						
1.1.1	$\alpha \leq 1,0$	100	125	150	200	240	290
1.2	normaali runkoaine $1200 < \rho \leq 2400$						
1.2.1	$\alpha \leq 1,0$	120	140	170	220	270	350
2	<b>Aukkoryhmän 2 muurauskappaleet</b> yleis-, ohut- tai kevytlaasti						
2.1	kevyt runkoaine $240 < \rho \leq 1200$						
2.1.1	$\alpha \leq 1,0$	100	125	150	200	240	290
2.2	normaali runkoaine $720 < \rho \leq 1650$						
2.2.1	$\alpha \leq 1,0$	120	140	170	220	270	350

**Taulukko 17.** Kevytrunkoaineisista betoniharkoista tehtyjen osastoimattomien kanta-  
vien (kriteeri R) yksinkertaisten alle 1m pituisten seinien minimipituus eri palonkestä-  
vyysluokissa

Rivi- numero	Materiaaliominaisuu- det: bruttokuivatiheys $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Seinän paksuus [mm]	Seinän minimipituus $l_F$ (mm) palonkestävyysluokassa R eri palonkestävyysajoilla $t_{F,d}$ (min)					
			30	60	90	120	180	240
1	<b>Aukkoryhmän 1 ja 2 muurauskappaleet</b> yleis-, ohut- tai kevytlaasti							
1.1	kevyt runkoaine $240 < \rho \leq 1600$							
1.1.1	$\alpha \leq 1,0$	150	600	800	1000	-	-	-
1.1.2		200	290	490	600	1000	-	-
1.1.3		240	240	300	490	600	1000	-
1.1.4		290	200	240	300	365	490	1000

**Taulukko 18.** Normaali- ja kevytrunkoaineisista betoniharkoista tehtyjen osastoivien kantavien ja ei-kantavien (kriteeri REI-M ja EI-M) yksinkertaisten seinien minimipaksuus eri palonkestävyysluokissa

Rivi-numero	Materiaaliominaisuudet: bruttokuivatiheys $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Seinän minimipaksuus $t_F$ (mm)					
		palonkestävyysluokassa REI-M ja EI-M eri palonkestävyyssajoilla $t_{R,d}$ (min)					
		30	60	90	120	180	240
1	<b>Aukkoryhmän 1 muurauskappaleet</b> yleis-, ohut- tai kevytlaasti						
1.1	kevyt runkoaine $400 < \rho \leq 1600$						
1.1.1	$\alpha \leq 1,0$	240	240	300	300	350	-
1.2	normaali runkoaine $1200 < \rho \leq 2400$						
1.2.1	$\alpha \leq 1,0$	200	200	240	300	350	-

**Taulukko 19.** Normaali- ja kevytrunkoaineisista betoniharkoista tehtyjen osastoivien kantavien (kriteeri REI) rakoseinien, joiden vain yksi seinäpuolisko on kuormitettu, kummankin seinäpuoliskon minimipaksuus eri palonkestävyysluokissa

Rivi-numero	Materiaaliominaisuudet: bruttokuivatiheys $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Seinän minimipaksuus $t_F$ (mm)					
		palonkestävyysluokassa REI eri palonkestävyyssajoilla $t_{R,d}$ (min)					
		30	60	90	120	180	240
1	<b>Aukkoryhmän 1 muurauskappaleet</b> yleis-, ohut- tai kevytlaasti						
1.1	kevyt runkoaine $400 < \rho \leq 1600$						
1.1.1	$\alpha \leq 1,0$	90	90	110	140	-	-
2	<b>Aukkoryhmän 2 muurauskappaleet</b> yleis-, ohut- tai kevytlaasti						
2.1	kevyt runkoaine $240 < \rho \leq 1650$						
2.1.1	$\alpha \leq 1,0$	90	90	110	140	-	-

**Muuraus standardin EN 771-4 mukaisista höyrykarkaistuista kevytbetoni-harkoista**

**Taulukko 20.** Höyrykarkaistuista kevytbetoni-harkoista tehtyjen osastoivien ei-kantavien (kriteeri EI) seinien minimipaksuus eri palonkestävyysluokissa

Rivi-numero	Materiaaliominaisuudet: bruttokuivatiheys $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Seinän minimipaksuus $t_F$ (mm)					
		palonkestävyysluokassa EI eri palonkestävyyssajoilla $t_{fi,d}$ (min)					
		30	60	90	120	180	240
1	<b>Aukkoryhmän 1 ja 1S muurauskappaleet</b>						
1.1	yleis- tai ohutlaasti						
1.1.1	$350 < \rho \leq 450$	68	80	100	120	140	170
1.1.2	$450 < \rho \leq 1000$	68	68	88	100	120	150

**Taulukko 21.** Höyrykarkaistuista kevytbetoni-harkoista tehtyjen osastoivien kantavien (kriteeri REI) yksinkertaisten seinien minimipaksuus eri palonkestävyysluokissa

Rivi-numero	Materiaaliominaisuudet: bruttokuivatiheys $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Seinän minimipaksuus $t_F$ (mm)					
		palonkestävyysluokassa REI eri palonkestävyyssajoilla $t_{fi,d}$ (min)					
		30	60	90	120	180	240
1	<b>Aukkoryhmän 1 ja 1S muurauskappaleet</b>						
1.1	yleis- tai ohutlaasti						
	$350 < \rho \leq 450$						
1.1.1	$\alpha \leq 1,0$	100	100	120	150	200	250
1.2	yleis- tai ohutlaasti						
	$450 < \rho \leq 1000$						
1.2.1	$\alpha \leq 1,0$	100	100	100	150	175	200

**Taulukko 22.** Höyrykarkaistuista kevytbetoni-harkoista tehtyjen osastoimattomien kantavien (kriteeri R) yksinkertaisten vähintään 1m pituisten seinien minimipaksuus eri palonkestävyysluokissa

Rivi-numero	Materiaaliominaisuudet: bruttokuivatiheys $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Seinän minimipaksuus $t_F$ (mm)					
		palonkestävyysluokassa R eri palonkestävyyssajoilla $t_{fi,d}$ (min)					
		30	60	90	120	180	240
1	<b>Aukkoryhmän 1 ja 1S muurauskappaleet</b>						
1.1	yleis- tai ohutlaasti						
	$350 < \rho \leq 450$						
1.1.1	$\alpha \leq 1,0$	120	150	175	225	275	325
1.2	yleis- tai ohutlaasti						
	$450 < \rho \leq 1000$						
1.2.1	$\alpha \leq 1,0$	100	125	150	200	240	290

**Taulukko 23.** Höyrykarkaistuista kevytbetoniharkoista tehtyjen osastoimattomien kantavien (kriteeri R) yksinkertaisten alle 1 m pituisten seinien minimipituus eri palonkestävyysluokissa

Rivi-numero	Materiaaliominaisuudet: bruttokuivatiheys $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Seinän paksuus [mm]	Seinän minimipituus $l_F$ (mm)					
			palonkestävyysluokassa R eri palonkestävyysajoilla $t_{fi,d}$ (min)					
			30	60	90	120	180	240
1	<b>Aukkoryhmän 1 ja 1S muurauskappaleet</b>							
1.1	yleis- tai ohutlaasti $350 \leq \rho \leq 450$							
1.1.1	$\alpha \leq 1,0$	150	800	1000	-	-	-	-
1.1.2		175	490	600	1000	-	-	-
1.1.3		200	365	490	800	-	-	-
1.1.4		240	300	365	600	730	-	-
1.1.5		300	240	300	490	600	730	-
1.1.6		365	200	240	365	490	600	730
1.2	yleis- tai ohutlaasti $450 \leq \rho \leq 1000$							
1.2.1	$\alpha \leq 1,0$	150	600	800	1000	-	-	-
1.2.2		175	365	490	800	-	-	-
1.2.3		200	300	365	600	730	-	-
1.2.4		240	240	300	490	600	730	-
1.2.5		300	200	240	365	490	600	730
1.2.6		365	170	200	300	365	490	600

**Taulukko 24.** Höyrykarkaistuista kevytbetoniharkoista tehtyjen osastovien kantavien ja ei-kantavien (kriteeri REI-M ja EI-M) yksinkertaisten seinien minimipaksuus eri palonkestävyysluokissa

Rivi-numero	Materiaaliominaisuudet: bruttokuivatiheys $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Seinän minimipaksuus $t_F$ (mm)					
		palonkestävyysluokassa REI-M ja EI-M eri palonkestävyysajoilla $t_{fi,d}$ (min)					
		30	60	90	120	180	240
1	<b>Aukkoryhmän 1 ja 1S muurauskappaleet</b>						
1.1	ohutlaasti, laastia pysty- ja vaakasaumoissa $350 < \rho \leq 450$						
1.1.1	$\alpha \leq 1,0$	300	300	300	325	375	-
1.2	ohutlaasti, laastia pysty- ja vaakasaumoissa $450 < \rho \leq 1000$						
1.2.1	$\alpha \leq 1,0$	240	240	240	300	350	-



**Taulukko 25.** Höyrykarkaistuista kevytbetoniharkoista tehtyjen osastoivien kantavien (kriteeri REI) rakoseinien, joiden vain yksi seinäpuolisko on kuormitettu, kummankin seinäpuoliskon minimipaksuus eri palonkestävyysluokissa

Rivi- numero	Materiaaliominaisuu- det: bruttokuivatiheys $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Seinän minimipaksuus $t_F$ (mm) palonkestävyysluokassa REI eri palonkestävyyssajoilla $t_{F,d}$ (min)					
		30	60	90	120	180	240
1	<b>Aukkoryhmän 1 ja 1S muurauskappaleet</b>						
1.1	yleis- tai ohutlaasti $350 < \rho \leq 450$						
1.1.1	$\alpha \leq 1,0$	90	100	110	140	175	200
1.2	yleis- tai ohutlaasti $450 < \rho \leq 1000$						
1.2.1	$\alpha \leq 1,0$	90	90	100	125	150	175

### Liite C

#### Yksinkertaistettu laskentamalli

Liitettä C ei käytetä.

### Liite D

#### Kehittynyt laskentamenetelmä

Liitettä D ei käytetä.

### Liite E

#### Esimerkkejä liitoksista, jotka täyttävät luvun 5 vaatimukset

Liitettä E ei käytetä.

## Kansallinen liite standardiin SFS-EN 1996-2 Osa 2: Muuratun rakenteen materiaalien valinta ja työnsuoritus

Standardin SFS-EN 1996-2 osalta noudatetaan standardissa SFS-EN 1996-2 esitettyjä suositusarvoja ja kaikkia standardin SFS-EN 1996-2 liitteitä ellei tässä kansallisessa liitteessä toisin esitetä.

*Standardia ristiriidattomasti täydentävä lisäohje (NCCI) esitetään kursivoidulla tekstillä.*

Kansallinen valinta on sallittua standardin SFS-EN 1996-2 seuraavissa kohdissa:

- 2.3.4.2(2)
- 3.5.3.1(1).

Kansallinen valinta on tehty symbolilla ● merkityissä kohdissa.

### Yleistä

#### 2.2.1(3)

*Muuratuissa rakenteissa käytetään aineita ja tarvikkeita, joilla on harmonisoidun tuotestandardin tai eurooppalaisen teknisen hyväksynnän/arvioinnin (ETA) mukainen CE-merkintä. Mikäli CE-merkintä ei ole mahdollinen, käytetään aineita ja tarvikkeita, joiden kelpoisuus osoitetaan lain 954/2012 mukaisesti.*

### Muuratun rakenteen liikkeet

#### 2.3.3(4)

*Kiinteitä siteitä voidaan käyttää alle 6 metriä korkeissa kuorimuureissa. Tätä korkeammassa kuorimuureissa on tarvittaessa laskettava seinäpuoliskojen välinen liike koskeus- ja lämpötilavaihtelusta sekä käytettävä sellaista sidetyyppiä, jolla on riittävä liikevara. Siteen valmistaja ilmoittaa siteen liikevaran standardin SFS-EN 845-1 mukaisesti.*

### Liikuntasaumojen väli

#### 2.3.4.2(2)

Raudoittamattomien ei-kantavien ulkoseiniä liikuntasaumojen välinen vaakasuora etäisyys,  $l_m$ , ei saa yleensä ylittää taulukossa 1 esitettyjä arvoja. Arvot koskevat 3 m korkeaa yhtenäistä aukotonta rakennetta. Matalammassa seinissä liikuntasaumaväliä tulee pienentää, yli 3 metriä korkeilla seinillä voidaan liikuntasaumaväliä suurentaa. Aukkojen vaikutus liikuntasaumaväliin on selvitettävä tapauskohtaisesti.

**Taulukko 1.** Liikuntasauvojen välinen vaakasuora etäisyys,  $l_m$ , raudoittamattomille ei-kantaville ulkoseinille

Muurausmateriaali	$l_m$ (m)
Poltettu tiili <sup>a</sup>	15
Kalkkihiekkatiili tai -harkko <sup>a</sup>	10
Betoniharkko (kevytkiviaines) <sup>b</sup>	6
Betoniharkko (normaalipainoinen kiviaines) <sup>b</sup>	6
Karkaistu kevytbetoniharkko <sup>b</sup>	6
<sup>a</sup> Arvot koskevat kuorimuurin ulkokuorta tai kylmiä ulkoseinärakenteita <sup>b</sup> Ulkoseinissä käytetään tavallisesti vähintään SFS-EN 1996-1-1 kohdan 8.2.3(3) mukaista raudoitusta, jolloin liikuntasauvaväli voi olla suurempi. Tällaisten ulkoseinien liikuntasauvaväli määritetään valmistajan ohjeiden mukaan.	

Muilla materiaaleilla liikuntasauvaväli on määritettävä projektikohtaisesti.

### Sallitut mittapoikkeamat

3.4(3)

*Käytettävät sallitut mittapoikkeamat esitetään taulukossa 2.*

**Taulukko 2.** Muurattujen rakenneosien sallitut mittapoikkeamat suunniteltuun sijaintiin nähden

Sijainti	Suurin poikkeama
<b>Kaltevuus</b>	
mitattuna seinän/pilarin ylä- ja alapään keskipisteiden yhdyslinjasta	0,5 % kuitenkin enintään 30 mm
vähintään kolmikerroksisen rakennuksen koko korkeudella mitattuna seinän/pilarin ylä- ja alapään keskipisteiden yhdyslinjasta	± 50 mm
sijaintipoikkeama suunnitellusta keskilinjasta	± 8 mm
<b>Käyryys</b>	
mitattuna seinän/pilarin ylä- ja alapään keskipisteiden yhdyslinjasta	0,4 %
<b>Paksuus</b>	
yhden seinäpuoliskon paksuus <sup>a</sup>	± 5 % seinäpuoliskon paksuudesta
seinäpuoliskojen välinen etäisyys	± 15 mm
<sup>a</sup> Ei koske yhden muurauskappaleen levyisiä tai pituisia seiniä, joiden mittapoikkeamat riippuvat muurauskappaleen mittapoikkeamista.	

*Jos suunnitelma-asiakirjoissa ei ole annettu mittapoikkeama-arvoja, niin SFS-EN 1996-2 kohdan 3.4(3) mukaan käytetään tiukempaa standardin SFS-EN 1996-2 taulukon 3.1 ja kansallisen liitteen taulukon 2 mukaisista poikkeama-arvoista.*

### **Jälkisaumaus**

#### **3.5.3.1(1)**

Ei-kantavissa seinissä kovettumaton muurauslaasti poistetaan kokonaan vähintään syvyyteen  $d_p = 15$  mm saakka, kun käytetään jälkisaumausta.

*Kantavissa rakenteissa ei suositella käytettäväksi jälkisaumausta.*

### **Pakkasrasitukselta suojaaminen**

#### **3.6.3(1)**

*Talviolosuhteiden katsotaan vallitsevan, kun ilman lämpötila ajoittain laskee alle 0 °C. Tällöin laastin valintaan, työn suoritukseen, rakennustarvikkeiden säilytykseen ja varastointiin, työn järjestelyyn sekä muuratun rakenteen suojaamiseen kiinnitetään erityistä huomiota. Muurauskappaleet eivät saa olla märkiä, jäisiä tai lumisia. Tarvittaessa muurauskappaleet voidaan lämmittää. Muurauslaastissa ei saa olla jäätä tai jäisiä ainesosia.*

*Talviolosuhteissa muuraaminen voidaan tehdä käyttäen talviolosuhteisiin tarkoitettuja pakkaslaasteja tai työ voidaan suorittaa normaaleilla, lämmitetyillä laasteilla, noudattaen talviolosuhteisiin soveltuvaa muuraustekniikkaa.*

*Muuraus pakkaslaasteilla:*

*Muuraustyö tehdään laastinvalmistajan ohjeiden mukaan tuotteelle asetettuja käyttölämpötilarajoja ja suojaustoimenpiteitä noudattaen.*

*Muuraus normaalilla laastilla talviolosuhteissa:*

*Muuraustyössä käytetään normaalia muurauslaastia. Muurauslaasti lämmitetään käyttämällä sekoitusvetenä lämmintä vettä. Lämpimiä muurauslaasteja käytettäessä tulee ottaa huomioon laastin normaalia nopeampi jäykistyminen. Muurauslaastin lämpötila ei saa kuitenkaan ylittää +40 °C ja laastin sekoituksessa käytettävän veden lämpötila ei saa ylittää +60 °C.*

*Talviolosuhteissa muuraustyö tehdään ja rakenne suojataan siten, että laastin lämpötila muuraussaumassa pysyy niin kauan 0 °C:n yläpuolella, että veden jäätymisen ei*

enää vaurioita laastia tai laastin ja muurauskappaleen välistä tartuntaa. Tarvittaessa käytetään lämmittimiä pitämään muurattu rakenne riittävän lämpimänä.

Muurauslaasti saa jäätyä vasta kun muurauskappaleen 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 muurausementtilaasteilla jäätyksen kannalta riittävän pieneksi vesipitoisuudeksi voidaan katsoa 6 % kuivapainosta. Veden imeytyminen muurauslaastista muurauskappaleisiin selvitetään kokeellisesti tai muulla luotettavalla tavalla. Rakenteen sulaessa muurin lujuudeksi saa olettaa enintään 40 % laskentalujuudesta.

Tiilirakenteissa (poltettu tiili ja kalkkihiekkatiili/harkko) käytettyjen kalkkisementtilaastien, joiden sideaineesta vähintään 65 paino - % on portlandsementtiä, ja muurausementtilaastien voidaan katsoa saavuttaneen jäätyksen kannalta riittävän lujuuden, kun ne ovat kovettuneet yli 0 °C:n lämpötilassa vähintään 2 vuorokautta. Muurauslaastin lämpötilaa seurataan luotettavalla tavalla. Rakenteen sulaessa muurin lujuudeksi saa olettaa enintään 60 % laskentalujuudesta.

Kevytbetonirakenteissa (kevytsorabetoni- ja höyrykarkaistu kevytbetoniharkko) käytettyjen muurausementtilaastien voidaan katsoa saavuttaneen jäätyksen kannalta riittävän lujuuden, kun ne ovat kovettuneet yli 0 °C:n lämpötilassa vähintään 3 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:n yläpuolella 2 vuorokauden ajan.

## **Liite A**

### **Valmiin muuratun rakenteen mikroympäristöolosuhteiden luokitus**

Suomessa ei tarvitse käyttää alaluokittelua määrittäessä rakenteen ympäristöolosuhdeluokkaa.

## **Liite B**

### **Hyväksyttävien muurauskappaleiden ja laastien määrittely säilyvyyden kannalta eri ympäristöolosuhteissa**

Liitettä B ei käytetä

*Säilyvyyttä koskevia tietoja muurauskappaleille ja laasteille on esitetty standardissa SFS 7001.*

### **Liite C**

**Muurattua rakennetta täydentävien tarvikkeiden materiaalin ja korroosiosuojauksen valinta eri rasitusluokissa**

Liitettä C ei käytetä

*Säilyvyyttä koskevia tietoja muurattua rakennetta täydentävien tarvikkeiden materiaalin ja korroosiosuojauksen osalta on esitetty standardissa SFS 7001.*