

Betoniharkkorakenteet

OHJEET 1993

Ympäristöministeriö on rakennuslain 13 §:n nojalla antanut betoniharkkorakenteita keskevat ohjeet (B9). Ohjeet liittyvät kantavista rakenteista sekä rakenteiden varmuudesta ja kuormituksista annettuihin määräyksiin.

Ohjeet tulevat voimaan 1 päivänä lokakuuta 1993.

Helsingissä 28 päivänä toukokuuta 1993

Osastopäällikkö ylijohtaja Sirkka Hautojärvi Rakennusneuvos Esko Mononen

Sisällysluettelo

OSA 1 MUURATUT BETONIHARKKO- RAKENTEET			
1 YLEISOHJEET	3	3.6.2 Taivutuskestävyys	7
1.1 Soveltamisala	3	3.6.3 Leikkauskestävyys	8
1.2 Asiakirjat	3	3.6.4 Yhdistetty puristus- ja taivutuskestävyys	8
1.2.1 Laskelmat	3	3.6.5 Raudoituksen ankkurointikestävyys	8
1.2.2 Piirustukset	3	3.6.6 Paikallinen puristuskestävyys	9
1.2.3 Käyttöselosteet	3	3.7 Rakenteellisia ohjeita	9
1.3 Merkinnät	3		
2 AINEET JA TARVIKKEET	3	4 RAKENTEIDEN VALMISTUS	9
3 RAKENTEIDEN SUUNNITTELU	3	4.1 Rakennusaineiden säilytys	9
3.1 Yleiset suunnitteluperiaatteet	3	4.2 Muuraus	9
3.2 Kuormat	4	4.3 Talvimuuraus	9
3.2.1 Laskentakuormat	4	4.4 Raudoitustankojen sijoittaminen	10
3.2.2 Kuormien jakautuminen rakenteissa	4	4.5 Työn tarkkuus	10
3.2.3 Voimasuureiden laskeminen	5	4.6 Urat ja roilot	10
3.3 Rajatilat	5	4.7 Rakenteiden suojaaminen	10
3.4 Aineominaisuudet	5	4.8 Rakenteiden kuormittaminen	10
3.4.1 Lujuus- ja muodonmuutosominaisuudet	5	5 LAADUNVALVONTA JA RAKENTEIDEN KELPOISUUS	10
3.4.2 Kutistuminen	6	5.1 Aineiden ja tarvikkeiden laadunvalvonta	10
3.4.3 Lämpöpiteneminen	6	5.2 Rakenteiden valmistuksen valvonta	11
3.5 Ainelujuuden laskenta-arvot	6	5.3 Rakenteiden kelpoisuus	11
3.6 Rakenteiden mitoitus	6	5.4 Toimenpiteet epätydyttävän laadun johdosta	11
3.6.1 Puristuskestävyys	6	6 PALOTEKNINEN MITOITUS	11
		6.1 Mitoitusperiaatteet	11

6.2	Palotekninen taulukkomitoitus	11	5.3	Rakenteiden kelpoisuus	20
6.2.1	Yleistä	11	5.3.1	Betonin kelpoisuus	20
6.2.2	Palonkestoajat	11	5.3.2	Aineiden ja tarvikkeiden kelpoisuus	20
			5.4	Toimenpiteet epätyydyttävän laadun johdosta	20
OSA 2	VALETUT BETONIHARKKO- RAKENTEET		6	PALOTEKNINEN MITOITUS	20
1	YLEISOHJEET	13	6.1	Mitoitusperiaatteet	20
1.1	Soveltamisala	13	6.2	Palotekninen taulukkomitoitus	20
1.2	Asiakirjat	13	6.2.1	Palonkestoajat	20
1.2.1	Laskelmat	13	Liite 1	SOVELLETTAVIEN STANDARDIEN LUETTELO	21
1.2.2	Piirustukset	13	Liite 2	MERKINNÄT	22
1.2.3	Betonityösuunnitelma	13			
1.2.4	Käyttöselosteet	13			
1.3	Merkinnät	13			
2	AINEET JA TARVIKKEET	13			
3	RAKENTEIDEN SUUNNITTELU	14			
3.1	Yleiset suunnitteluperiaatteet	14			
3.1.1	Laskentaotaksumia	14			
3.2	Kuormat	14			
3.2.1	Laskentakuormat	14			
3.2.2	Kuormien jakautuminen rakenteissa	14			
3.2.3	Voimasuureiden laskeminen	14			
3.3	Rajatilat	15			
3.4	Aineominaisuudet	15			
3.4.1	Lujuus- ja muodonmuutosominaisuudet	15			
3.4.2	Kutistuminen	15			
3.4.3	Lämpöpiteneminen	15			
3.5	Ainelujuuden laskenta-arvot	15			
3.6	RAKENTEIDEN MITOITUS	16			
3.6.1	Puristuskestävyys	16			
3.6.2	Taivutuskestävyys	16			
3.6.3	Leikkauskestävyys	17			
3.6.4	Raudituksen ankkurointikestävyys	17			
3.6.5	Paikallinen puristuskestävyys	17			
3.7	Rakenteellisia ohjeita	18			
3.7.1	Yleistä	18			
3.7.2	Rakenneosat	18			
4	RAKENTEIDEN VALMISTUS	18			
4.1	Rakennusaineiden säilytys	18			
4.2	Ympäristöolosuhteiden huomioon ottaminen	18			
4.3	Betoni	19			
4.4	Betonointi	19			
4.5	Betonointi kylmällä säällä	19			
4.6	Työn tarkkuus	19			
4.7	Urat ja roilot	19			
4.8	Rakenteiden suojaaminen	19			
4.9	Rakenteiden kuormittaminen	19			
5	LAADUNVALVONTA JA RAKENTEIDEN KELPOISUUS	19			
5.1	Aineiden ja tarvikkeiden laadunvalvonta	19			
5.2	Rakenteiden valmistuksen valvonta	20			

OSA 1 MUURATUT BETONIHARKKO- RAKENTEET

1

YLEISOHJEET

1.1 Soveltamisala

Nämä ohjeet koskevat nimellistiheydeltään yli 1000 kg/m³ betoniharkkoista ja vähintään lujuusluokan 8 MN/m² muuraussementtilaastilla muurattavien harkkorakenteiden suunnittelua ja valmistusta.

Muurattavien harkkorakenteiden kantavuus perustuu harkon ja laastin sekä mahdollisen raudoituksen yhteistoimintaan. Muurattuun harkkorakenteeseen voidaan tehdä paikallavalettuja vahvistuksia, joiden suunnittelussa käytetään osassa 2 valetuista betoniharkkorakenteista annettuja ohjeita.

1.2 Asiakirjat

1.2.1 LASKELMAT

Rakenteiden laskelmissa esitetään ainakin seuraavat asiat:

- rakennemallit
- kuormat
- voimasuureet
- rakenteiden mitat ja ainetiedot
- rajatilatarkastelut.

1.2.2 PIIRUSTUKSET

Rakenteiden piirustuksissa esitetään:

- hyötykuormien ominaisarvot
- rakenteiden mitat ja muoto
- harkot ja laastit sekä niiden säänkestävyysvaatimus
- raudoitukset, niiden suojaus ja ankkurointi
- siteiden aineominaisuudet, muoto, määrä ja sijoitus, suojaus ja ankkurointi
- urat, roilot ja syvennykset sekä reiät tarvittaessa
- harkkojen limitys tarvittaessa
- saumatyyppi ja -paksuus tarvittaessa
- työaukot ja -saumat tarvittaessa
- työnaikainen tuenta ja suojaus tarvittaessa
- liikuntasamat, sijainti ja rakenne.

1.2.3 KÄYTTÖSELOSTEET

Betoniharkkorakenteissa käytettävillä erikoislaasteilla tulee olla voimassa oleva, varmennettu käyttöseloste.

1.3 Merkinnät

Näissä ohjeissa käytetyt merkinnät on esitetty liitteessä 2.

2

AINEET JA TARVIKKEET

Betoniharkkorakenteisiin käytetään sovellettavien standardien ja varmennettujen käyttöselosteiden mukaisia aineita ja tarvikkeita. Luettelo sovellettavista standardeista on liitteessä 1.

Aineet ja tarvikkeet valitaan siten, että ne vastaavat rakenteiden suunniteltua käyttötarkoitusta ja ympäristöolosuhteita.

Harkkorakenteissa käytettävät siteet valmistetaan korroosionkestävästä aineesta.

Rakennustarvikkeissa ei saa olla sellaisia vikoja, jotka voivat vaarantaa rakenteen lujuuden tai suunnitellun toiminnan, lyhentää käyttöikää tai merkittävästi huonontaa rakenteen käyttöominaisuuksia.

3

RAKENTEIDEN SUUNNITTELU

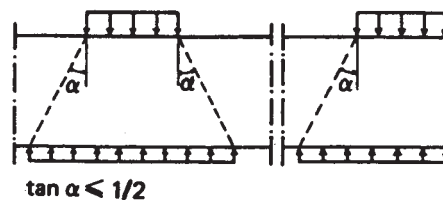
3.1 Yleiset suunnittelu- periaatteet

Harkkorakenteet suunnitellaan noudattamalla kuormituksia koskevien määräysten yleisiä suunnitteluperusteita ja rajatilamenetelmää.

Suunnittelijan on otettava huomioon harkkojen ja laastin säilyvyys sekä raudituksen korroosionsuojaus siten, että rakenteella saavutetaan haluttu käyttöikä.

Laskelmissa mittoina käytetään nimellismittoja. Kaikki poikkileikkausten heikennykset lämmöneriste mukaanlukien otetaan laskelmissa huomioon lukuunottamatta standardinmukaisia harkkojen reikiä ja onteloita.

Rakenteiden jännemitoiksi otaksutaan tukien keskiöiden etäisyydet ja seinien ja pilarien korkeudeksi niiden vapaa korkeus. Jännemitoiksi ei kuitenkaan tarvitse otaksua suurempaa arvoa kuin tukien vapaat välit lisättynä 5 %:lla.



Kuva M 3.1

Pystykuorman jakautuminen seinässä.

3.2 Kuormat

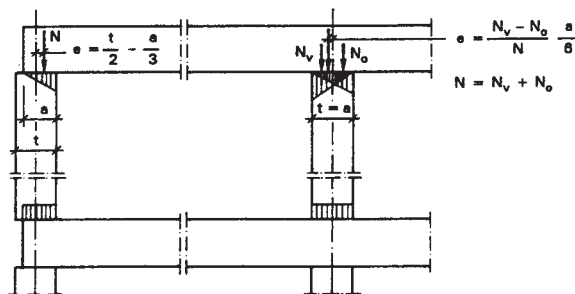
3.2.1 LASKENTAKUORMAT

Rakenteisiin kohdistuvat kuormat otaksutaan vähintään kuormitusmäärysten mukaisten ominaiskuormista laskettujen laskentakuormien suuruisiksi.

Tavanomaisella maaperällä maanpaine kuormat lasketaan kuvan M 3.3 mukaisesti. Täyttömaan tiivistämisen vaikutus otetaan tarvittaessa huomioon.

3.2.2 KUORMIEN JAKAUTUMINEN RAKENTEISSA

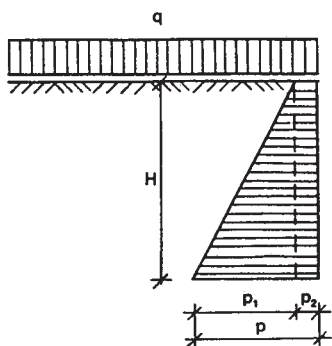
Pystykuormien otaksutaan jakautuvan ja siirtyvän seinissä ja pilareissa kuvan M 3.1 mukaisesti. Pystykuormien epäkeskisyys vaakarakenteiden reunatuilla ja jatkuvilla välituilla määritetään kuvan M 3.2 mukaisesti olettamalla tukireaktioiden vaikuttavan tukipinnan kolmannespisteissä. Seinien ja pilarien alapäässä kuormien otaksutaan jakautuvan tasan koko tukipinnalle.



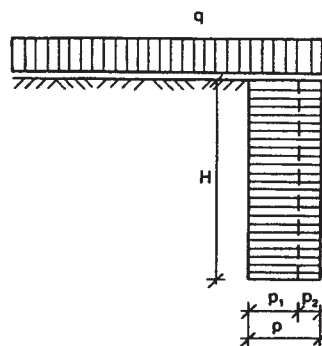
Kuva M 3.2

Pystykuorman epäkeskisyys.

a)



b)



Kuva M 3.3 Maanpaine kuorma. Maanpaine kuorman laskenta-arvo on esitetty kuvassa a). Vaakaraudoitetussa seinässä voidaan käyttää myös kuvan b) mukaisia arvoja.

a)

MURTOTILA	p_1	p_2
kitkamaa	$6,5H$	$0,5q$
koheesioma	$18H$	$1,6q-1,3c$
KÄYTTÖTILA	p_1	p_2
kitkamaa	$5,4H$	$0,3q$
koheesioma	$18H$	$q-2c$

b)

MURTOTILA	p_1	p_2
kitkamaa	$3,3H$	$0,5q$
koheesioma	$9H$	$1,6q-1,3c$
KÄYTTÖTILA	p_1	p_2
kitkamaa	$2,7H$	$0,3q$
koheesioma	$9H$	$q-2c$

Kuvan merkinnät ovat:

- p_1 on maan painosta aiheutuva maanpaineen laskenta-arvo (kN/m^2)
 p_2 on pintakuormasta ja koheesiomaassa lisäksi koheesiosta aiheutuvan maanpaineen laskenta-arvo (kN/m^2)
 H on täyttökorkuus (m)
 q on pintakuorma (kN/m^2)
 c on koheesiomaan koheesio (kN/m^2)

3.2.3 VOIMASUUREIDEN LASKEMINEN

Voimasuureiden jakautuminen rakenteissa sekä murto- että käyttörajatiloissa lasketaan käyttäen kimmoteoriaa. Kun seinärakenteita mitoitetaan tuulikuormalle, voidaan rakenne laskea käyttäen myötöviivateoriaa.

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

3.3 Rajatilat

Rakenteet suunnitellaan sekä murto- että käyttörajatilat huomioonottaen.

Rakenteen taipuman käyttörajatilaa vastaa arvo $L/200$. Jos kohdan 4 mukaisesti mitoitettun maanpaineen kuormittaman vaakaraudoitetun seinän jännemitan L ja seinän paksuuden h suhde $L/h \leq 25$, rakenteen katsotaan täyttävän käyttörajatilavaatimuksen, ellei muodonmuutoksille aseteta erityisvaatimuksia.

3.4 Aineominaisuudet

3.4.1 LUJUUS- JA MUODONMUUTOS-OMINAISUUDET

Harkkomuurin ja raudoituksen ominaislujuudet on esitetty taulukossa M 3.1.

Harkkomuurin kimmokerroin E_c lyhytaikaiselle kuormitukselle lasketaan kaavasta

$$E_c = 650 f_{ck} \quad (\text{M 3.1})$$

Pitkäaikaiselle kuormitukselle voidaan käyttää harkkomuurin kimmo-kertoimena

$$E_{cc} = 0,5 E_c \quad (\text{M 3.2})$$

Taulukko M 3.1

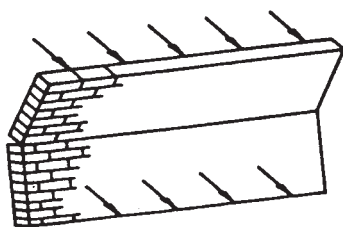
Harkkomuurin ja raudoituksen ominaislujuudet, kun laastin lujuus on vähintään 8 MN/m².

	Ominaislujuus
Harkkomuuri – puristus – taivutusvetolujuus kohti-suoraan harkon lapetta vastaan ²⁾ – taivutusvetolujuus kohti-suoraan harkon päätä vastaan juoksulimitetyssä muurissa ¹⁾³⁾ – leikkaus, laastin ja harkon välinen tartunta Raudoitus – puristus ja veto	$f_{ck} = 0,40 K$ $f_{ctk} = 0,10 \text{ MN/m}^2$ $f_{ctk} = 0,35 \text{ MN/m}^2$, kun $K_n = 3 \text{ MN/m}^2$ $= 0,45 \text{ MN/m}^2$, kun $K_n = 6 \text{ MN/m}^2$ $= 0,60 \text{ MN/m}^2$, kun $K_n \geq 9 \text{ MN/m}^2$ $f_{vk} = 0,20 \text{ MN/m}^2$ $f_{yk} \leq 500 \text{ MN/m}^2$

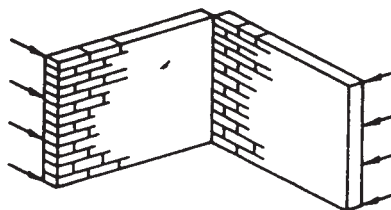
K_n on harkkokohtaisen standardin mukainen harkon puristuslujuusluokka ja f_{yk} on raudoituksen ylempi myötöraja- tai 0,2-rajavaatimus.

1) Taivutusvetolujuudelle mitoitettaessa on tarvittaessa käytettävä lisäksi kutistumisraudoitusta.

2)



3)



3.4.2 KUTISTUMINEN

Harkkomuurin kutistumalle käytetään arvoa

$$\varepsilon_{cs} = 0,6 \text{ ‰}$$

3.4.3 LÄMPÖPITENEMINEN

Harkkomuurin pituuden lämpötilakertoimelle α_{ct} käytetään arvoa $\alpha_{ct} = 10 \cdot 10^{-6} \text{ °C}^{-1}$.

3.5 Ainelujuuden laskenta-arvot

Harkkomuurin ja raudoituksen laskentalujuudet lasketaan jakamalla taulukon M 3.1 mukaiset ominaislujuudet taulukossa M 3.2 esitetyillä aineosavarmuusluvuilla.

Taulukko M 3.2

Aineosavarmuusluvut.

Osavarmuusluku		Käyttötila
Murtotila		
Harkkomuuri	$\gamma_c = 2,0$	1,0
Raudoitus	$\gamma_s = 1,2$	1,0

3.6 Rakenteiden mitoitus

3.6.1 PURISTUSKESTÄVYYS

Harkkoseinän ja -pilarin puristuskestävyys N_u lasketaan kaavasta

$$N_u = \frac{1 - 2 e_d/h}{1 + 0,001(L_c/h)^2} A f_{cd} \quad (\text{M } 3.3)$$

missä e_d on kuorman epäkeskisyyden laskenta-arvo, joka lasketaan kaavasta M 3.6

L_c on nurjahduspituus

h on rakenteen paksuus

A on muurin bruttopoikkileikkausala.

Kun rakenteen sivusiirtymä on estetty, voidaan nurjahduspituutena L_c käyttää rakenteen vapaata korkeutta L .

Kun puristettu seinä on lisäksi tuettu nurjahdussuunnassa riittävän jäykällä rakenteella toiselta reunaltaan suhteen b/h ollessa enintään 15, tai molemmilta reunoiltaan mainitun suhteen ollessa enintään 30, voidaan nurjahduspituus laskea kaavasta

$$L_c = k_c L \quad (\text{M } 3.4)$$

missä k_c on kerroin, joka on esitetty taulukossa M 3.3.

Rakoseinissä, joissa mitoitettava seinä on sidottu toiseen seinään siten, että niiden taipumat murtotilassa ovat samat, kaavassa M 3.3 suhdetta L_c/h laskettaessa h saadaan kaavasta

$$h = (h_1^3 + h_2^3)^{1/3} \quad (\text{M 3.5})$$

missä h_1 ja h_2 ovat seinien paksuudet.

Taulukko M 3.3
Kertoimen k_c arvot.

k_c		
b/L	$b/h < 30$	$b/h < 15$
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
> 2,0	1,0	1,0

Mitta b on vapaan reunan etäisyys jäykistävän rakenteen reunasta tai jäykistävien rakenteiden vapaa väli ja mita L on seinän vapaa korkeus.

Epäkeskisyyden laskenta-arvo e_d lasketaan kaavasta

$$e_d = 0,05h + e_o \quad (\text{M 3.6})$$

missä e_o on normaalivoiman alkuperäinen epäkeskisyys.

3.6.2 TAIVUTUSKESTÄVYYS

Raudoittamattoman rakenteen taivutuskestävyyttä voidaan käyttää hyväksi vain mitoitettaessa rakennetta tuulikuormituksille. Taivutuskestävyys M_u lasketaan kaavasta

$$M_u = f_{ctd} W \quad (\text{M 3.7})$$

missä W on bruttopoikkileikkauksen taivutusvastus.

Kun seinärakenne on vaakasuunnassa jatkuva ja rakenteen jännemitan suhde rakenteen paksuuteen on enintään 25, seinän voidaan olettaa toimivan vaakasuuntaisena kaarena. Tällöin rakenteen pituudelle tasana jakautunut murtokuorma p_u lasketaan kaavasta

$$p_u = 0,8 f_{cd} b (h/L)^2 \quad (\text{M 3.8})$$

missä h on rakenteen paksuus
 b on rakenteen leveys
 L on kaaren jännemitta.

Kun seinärakenne on tuettu koko ylä- ja alapinnaltaan, seinän korkeuden suhde seinän paksuuteen (L/h) on enintään 20 ja sitä kuormittaa samanaikaisesti pystykuorma, voidaan seinän olettaa toimivan pystysuuntaisena kaarena ja taivutuskestävyys laskea kaavasta

$$M_u = 0,3 h N_d \quad (\text{M 3.9})$$

missä h on rakenteen paksuus

$$N_d \leq 0,2 A f_{cd}$$

A on seinän bruttopoikkileikkausala

f_{cd} on puristuslujuuden laskenta-arvo.

Kaarena toimiva rakenne mitoitetaan leikkaukselle kaavan M 3.11 mukaisesti.

Raudoitetun poikkileikkauksen taivutuskestävyys M_u lasketaan kaavasta

$$M_u = k A_s f_{yd} d \quad (\text{M 3.10})$$

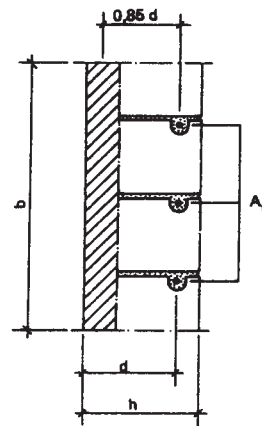
missä $k = 0,85$ kun rakenne toimii laattana kuten maanpaineisinä

$k = 0,50$ kun rakenne toimii palkkina esimerkiksi aukkojen yläpuolella

A_s on vetoraudoituksen poikkileikkausala, joka laattarakenteessa saa olla enintään:

- 252 mm²/m (Ø8 k200), kun harkon leveys on 125mm
- 393 mm²/m (Ø10 k200), kun harkon leveys on 150 tai 200mm
- 565 mm²/m (Ø12 k200), kun harkon leveys on 250 tai 300mm

d on poikkileikkauksen tehollinen korkeus, joka palkilla on enintään kolmasosa jännevälstä.



Kuva M 3.4

Vaakaraudoitetun seinän poikkileikkausarvot taivutuksessa.

Palkin tehollisen korkeuden ylittäessä jännevälän kolmasosan mitoitetaan palkki kaarena. Palkki- ja kaari-rakenteen alaosa ripustetaan tarvittaessa pystysuunnassa raudoituksella, joka on ankkuroitu rakenteen puristuspuolelle.

3.6.3 LEIKKAUSKESTÄVYYS

Harkkomuurin leikkauskestävyys V_u vaakasaumojen suunnassa lasketaan kaavasta

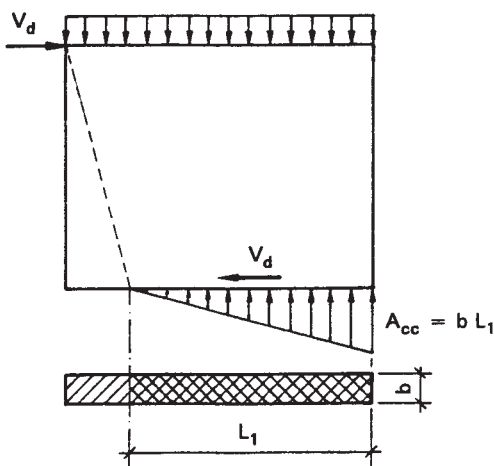
$$V_u = A_{cc} f_{vd} + \mu N_d \leq 0,3 f_{cd} A_{cc} \quad (M 3.11)$$

missä N_d on leikkautumistasoa vastaan kohtisuorassa suunnassa vaikuttava normaalivoiman laskenta-arvo

A_{cc} on poikkileikkauksen bruttopinta-ala, josta on vähennetty vedetty osuus, kuva M 3.5

f_{vd} on laastin ja harkon välisen leikkauslujuuden laskenta-arvo

$\mu = 0,4$.



Kuva M 3.5

Poikkileikkauksen bruttopinta-ala A_{cc} .

Taivutusraudoitetun laatan leikkauskestävyys V_u lasketaan kaavasta

$$V_u = 1,4 \beta b d f_{ctd} \quad (M 3.12)$$

missä b on poikkileikkauksen leveys

d on poikkileikkauksen tehollinen korkeus

β on kerroin, joka on esitetty taulukossa M 3.4

f_{ctd} on taivutusvetolujuus kohtisuoraan harkon päätä vastaan taulukon M 3.1 kuvan 3 mukaan.

Leikkausvoiman maksimiarvoksi voidaan ottaa arvo, joka on laskettu etäisyyden d päässä tuen reunasta.

Taulukko M 3.4

Kerroin β .

Harkkotyyppi	β	
	Poikkileikkauksen leveys b ≤ 150 mm	> 150 mm
K ¹⁾	0,35	0,30
T ²⁾	0,40	0,40

¹⁾ Reikiä ja onteloita yli 25 % tilavuudesta

²⁾ Reikiä ja onteloita enintään 25 % tilavuudesta.

3.6.4 YHDISTETTY PURISTUS- JA TAIVUTUSKESTÄVYYS

Kun puristettua rakennetta rasittaa normaalivoiman epäkeskisyyttä lisäävä taivutusmomentti, tarkistetaan ehto

$$N_u \geq N_d + 2 (A/h) (M_d/N_d) f_{cd} \quad (M 3.13)$$

jossa A on harkkomuurin bruttopoikkileikkauksala

h on poikkileikkauksen korkeus

N_u on rakenteen puristuskestävyys kohdan 3.6.1 mukaisesti

N_d on normaalivoiman laskenta-arvo

M_d on normaalivoiman epäkeskisyyttä lisäävä taivutusmomentin laskenta-arvo.

Kun tuulikuormasta aiheutuvan taivutusmomentin lisäksi rakennetta rasittaa normaalivoima, joka on enintään 50 % kohdan 3.6.1 mukaisesta puristuskestävyydestä, tarkistetaan ehto

$$M_u \geq M_d + (e_d - h/6) N_d \quad (M 3.14)$$

missä M_u on rakenteen taivutuskestävyys kohdan 3.6.2 mukaisesti

M_d on tuulikuormasta aiheutuva taivutusmomentin laskenta-arvo

N_d on normaalivoiman laskenta-arvo ($\leq 0,5 N_u$)

N_u on rakenteen puristuskestävyys kohdan 3.6.1 mukaisesti

e_d on normaalivoiman epäkeskisyyden laskenta-arvo

h on poikkileikkauksen korkeus.

3.6.5 RAUDOITUKSEN ANKKUROIINTI-KESTÄVYYS

Suoran raudoitustangon ankkurointikestävyys F_{bu} rakenteen tuella lasketaan kaavasta

$$F_{bu} = f_b u_s l_b \quad (M 3.15)$$

missä f_b on ankkurointilujuus, jonka arvo betoniteräksestä A500HW valmistetuille raudoitustangoille on $1,2 \text{ MN/m}^2$, kun laastin lujuusluokka on $\geq 8 \text{ MN/m}^2$ (esim. M100/500)

u_s on raudoitustangon ympäröimä

l_b on raudoitustangon ankkurointipituus, kuitenkin enintään tehollinen korkeus d .

Raudoituksen vetorasitus tarkasteltavassa poikkileikkauksessa on taivutusmomentin ja leikkausvoiman aiheuttamien rasitusten summa. Poikkileikkauksessa olevien betoniterästankojen ankkurointikestävyyksi- en summa ΣF_{bu} tarkistetaan kaavasta

$$\Sigma F_{bu} \geq M_d/z + V_d \quad (M 3.16)$$

missä M_d on poikkileikkauksen taivutusmomentin laskenta-arvo

V_d on poikkileikkauksen leikkausvoiman laskenta-arvo

z on poikkileikkauksen sisäinen momenttivarssi.

Tankojen vetovoimaa ei kuitenkaan tarvitse otaksua taivutusmomentin kannalta määräävissä leikkauksissa esiintyviä arvoja suuremmaksi.

Kenttäraudoitus ankkuroidaan vapaalle tuelle vähintään leikkausvoiman suurinta arvoa vastaavalle voimalle. Kiinnitetyllä tuella kenttäraudoituksen ankkurointipituutena käytetään vähintään arvoa $10\varnothing$, jossa $\varnothing$ on tangon halkaisija. Ankkurointipituus lasketaan tuen reunasta alkaen.

3.6.6 PAIKALLINEN PURISTUSKESTÄVYYS

Paikallisen kuormituksen kohdalla on huolehdittava siitä, että kuorma jakautuu riittävän laajalle alueelle rakenteessa.

Kun puristusrasitus kohdistuu vain osalle rakenteen pinnasta, voidaan rakenteen pinnassa lukuunottamatta ontelon peittävää kannen kohtaa käyttää harkkomuurin puristuslujuutta.

3.7 Rakenteellisia ohjeita

Harkkorakenteet jaetaan tarvittaessa liikuntasaumoilla osiin haitallisten halkeamien estämiseksi. Halkeamien koon rajoittamiseksi käytetään tarpeen mukaan raudoitusta.

Raudoitustangon pinnan etäisyys rakenteen ulkopinnasta on vähintään 30 mm, kuitenkin epoksipinnoitettua raudoitustankoa käytettäessä riittää 15 mm.

Vaakaraudoitetussa maanpaineseinässä asennetaan tarvittavan vetorausituksen suuruinen rauditus myös puristuspuolelle.

Raudoitustangon halkaisija saa olla enintään 10 mm, urallisissa harkoissa kuitenkin 12 mm.

Raudituksen limijatkosta on syytä välttää alueella, missä tanko on vedetty. Limijatkospituus on vähintään $90\varnothing$, jossa $\varnothing$ on tangon halkaisija.

Harkkorakenteessa tulee olla täydet vaaka- ja pysty-laastisaumat, joiden paksuus on vähintään 5 mm. Laastin tulee olla muurausmenttilaastia lujuusluokaltaan vähintään 8 MN/m².

Raudoitustankojen sijoittaminen rakenteeseen on esitetty kuvassa M 4.1.

4

RAKENTEIDEN VALMISTUS

Betoniharkkorakenteet tehdään piirustusten, muiden rakennusasiakirjojen ja muiden ohjeiden mukaisesti noudattamalla hyväksi tunnettuja työtapoja.

4.1 Rakennusaineiden säilytys

Rakennusaineet ja -tarvikkeet säilytetään suojattuina kaikenlaisilta vahingollisilta vaikutuksilta ja siten, etteivät eri laadut sekoitu keskenään.

4.2 Muuraus

Betoniharkkorakenne muurataan piirustusten mukaisesti täysin saumoin tai piirustusten mukaisin erikoisaumoin.

Raudoitustangot sijoitetaan piirustuksissa esitettyihin paikkoihin siten, että laastikerroksen paksuudeksi tulee 5 mm tangon alapuolella, muualla tangon ympärillä vähintään 5 mm sekä kohdan 3.7 ehdot tulevat täytetyiksi (kuva M 4.1). Lisäksi huolehditaan myös siitä, että tangot pysyvät piirustusten mukaisilla paikoillaan muuraustyön ajan.

Valmistettaessa erikoislaasteja tai käytettäessä laastin lisäaineita tulee laastin valmistuspaikalla olla voimassa oleva, varmennettu käyttöseloste. Rakennuspaikalla tulee olla erikoislaastin käyttöä koskeva ohje.

4.3 Talvimuuraus

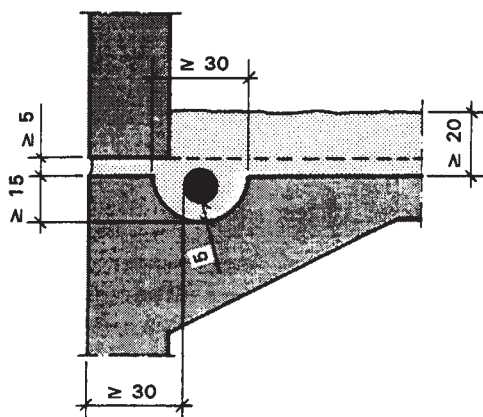
Rakennustarvikkeiden säilytykseen ja varastointiin sekä muuratun rakenteen suojaukseen kiinnitetään talviolosuhteissa erityistä huomiota.

Harkot eivät muurattaessa saa olla märkiä, jäisiä tai lumisia.

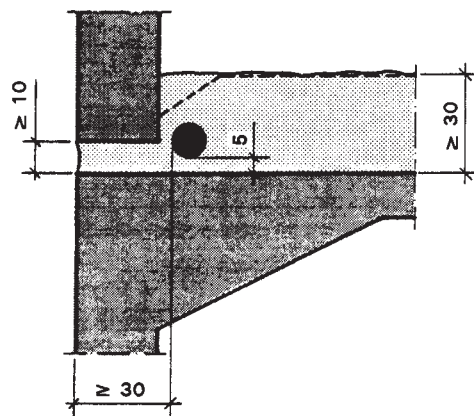
Laastissa ei saa olla jääpaloja eikä jäätynyitä osia.

Ulkoilman lämpötilan ollessa alle 0 °C rakenne suojataan ja sitä lämmitetään siten, että laasti kovettuu riittävän pitkän ajan tai laastin kovettuminen varmistetaan esimerkiksi käyttöselosteessa esitettyllä tavalla. Muurausmenttilaastin M100/500 voidaan katsoa saavuttaneen jäätymistä vastaan riittävän lujuuden, kun se on kovettunut yli 0 °C lämpötilassa vähintään 3 vuorokautta.

a)



b)



Kuva M 4.1

Raudoitustankojen sijoittaminen rakenteisiin, kun harkko on a) raudoitusurallinen b) ilman raudoitusuraa, jolloin harkon poikittaiskannasten alapinnassa on tarvittaessa lovi raudoitustangon kohdalla.

4.4 Raudoitustankojen sijoittaminen

Raudoitustangot mukaanlukien esimerkiksi kutistumisraudoitus sijoitetaan piirustuksiin merkittyihin kohtiin harkoissa oleviin uriin tai laastisaumaan siten, että kohdan 3.7 mukaiset ehdot tulevat täytetyiksi (kuva M 4.1).

4.5 Työn tarkkuus

Välipohjan kohdalla saa ylä- ja alapuolisen seinän ja pilarin poikkeama suunnitelmien mukaisesta keskilinjasta olla enintään $h/20$, jossa h on rakenteen poikkeileikkauksen korkeus tarkasteltavassa suunnassa.

Seinän ja pilarin ylä- ja alapään keskipisteiden yhdyslinja saa poiketa luotilinjasta enintään $L/150$, jossa L on rakenteen vapaa korkeus.

Puristetun seinän ja pilarin ylä- ja alapään keskipisteiden yhdyslinjasta mitattu käyryys saa olla enintään 0,4 % vapaasta korkeudesta.

4.6 Urat ja roilot

Uria, roiloja ja syvennyksiä saadaan tehdä vain piirustuksissa esitetyllä tavalla.

4.7 Rakenteiden suojaaminen

Rakenne suojataan vahingollisilta vaikutuksilta. Vahingollinen vaikutus saattaa syntyä esim. peruskuoppaa täytettäessä ennenkuin rakenne on saavuttanut siltä edellytetyn lujuuden. Muita vaikutuksia ovat esim. vastamuuratun rakenteen kastuminen sateen, lumen,

sulamisveden sekä betonirakenteiden valun ja kastelun vaikutuksesta tai liian nopea epätasainen kuivuminen.

4.8 Rakenteiden kuormittaminen

Työnaikaiset tukirakenteet saa purkaa ja rakennetta kuormittaa, kun se on saavuttanut kuormitusta vastaavan lujuuden. Talviolosuhteissa otetaan huomioon laastin hidastunut kovettuminen. Laastin lujuuden kehittymistä voidaan arvioida lämpötilamittausten perusteella.

5

LAADUNVALVONTA JA RAKENTEIDEN KELPOISUUS

5.1 Aineiden ja tarvikkeiden laadunvalvonta

Aineiden ja tarvikkeiden laadunvalvonta käsittää betoniharkkojen, muurauslaastien ja niiden osa-ainesten sekä raudotteiden ja muiden tarvikkeiden valmistajan ja käyttäjän laadunvalvonnan.

Aineiden ja tarvikkeiden valmistaja valvoo tuotteiden laatua sovellettavan standardin, käyttöselosteen tai tarvittaessa tuotelehtien mukaisesti tai ympäristöministeriön hyväksymän tarkastuksen suorittajan antamien ohjeiden mukaisesti.

Rakennuspaikalla tarkastetaan, että rakennustarvikkeet vastaavat suunnitelmia ja että ne täyttävät kohdan 2 mukaiset edellytykset. Tuotteiden valmistusmerkinnät otetaan talteen.

5.2 Rakenteiden valmistuksen valvonta

Rakenteiden valmistusta tulee johtaa ja valvoa siten, että muuraustyö tehdään ammattitaitoisesti kohdassa 4 annettujen ohjeiden ja suunnittelijan antamien ohjeiden mukaisesti.

Rakenteiden valmistuksesta tulee tehdä muistiinpanot, joiden perusteella on mahdollista tarvittaessa jälkeenpäin selvittää työsuorituksen tapahtumat.

5.3 Rakenteiden kelpoisuus

Betoniharkkorakenteiden kelpoisuus osoitetaan aineista ja tarvikkeista, suunnittelusta ja rakenteiden valmistuksesta näissä ohjeissa edellytetyn aineiston perusteella.

Aineiden ja tarvikkeiden kelpoisuus katsotaan yleensä hyväksyttäväksi, jos

- niiden valmistus on tapahtunut hyväksytyn tarkastuksen suorittajan valvonnan alaisena, eikä ole ilmennyt aihetta epäillä niiden laatua, tai jos
- niiltä vaadittavien ominaisuuksien on rakennuspaikalta otetuin näyttein hyväksytyssä koetuslaitoksessa tehtyjen kokeiden perusteella osoitettu täyttävän vaatimukset. Näytteet otetaan ja kokeet tehdään sovellettavan standardin edellyttämällä tavalla. Harkkojen valmistuseränä pidetään tällöin kuitenkin alkavaa 2000 harkon erää.

Harkkorakenteissa käytettävien siteiden osalta riittää yleensä silmämääräinen tarkastus.

5.4 Toimenpiteet epätyytyväisen laadun johdosta

Jos rakenteiden laatua ei kelpoisuuden toteamiseksi tehtyjen tarkastusten perusteella voida katsoa hyväksyttäväksi, on rakenteiden kelpoisuus erikseen selvitettävä.

6

PALOTEKNINEN MITOITUS

6.1 Mitoitusperiaatteet

Rakennusosan palonkestävyyttä arvostellaan palonkestoajalla, joka voidaan määrittää kokeellisesti voimassaolevan standardin mukaisesti tai näissä ohjeissa esitettyjä menettelytapoja käyttäen.

6.2 Palotekninen taulukkomitoitus

6.2.1 YLEISTÄ

Näissä ohjeissa annetaan luonnon kiviaineita, kevytsoraa tai masuunikuonapellettiä käyttäen valmistettujen betoniharkkomuurien taulukkomitoitusta koskevat ohjeet. Käytettäessä muuta runkoainetta on harkkomuurin palotekniset ominaisuudet selvitettävä erikseen.

6.2.2 PALONKESTOAJAT

Eri palonkestoajoja vastaavat SFS-standardien ja tuotelehtien mukaisista betoniharkkoista muurattujen seinien vähimmäispaksuudet on esitetty taulukoissa M 6.1 ja M 6.2. Kantamattomassa seinässä rappauserroksen saa ottaa mukaan seinän keski- ja kokonaispaksuuteen kuitenkin enintään 10 mm seinäpintaa kohti.

Kun seinän korkeus ylittää 2600 mm, on tarkistettava, ettei hoikkuus L_c/h ylitä arvoa 26.

Taulukko M 6.1

Osastoivan kantavan ja kantamattoman betoniharkkoseinän vähimmäispaksuus [mm].

Palonkesto aika	30	60	90	120	180	240
keskipaksuus ¹⁾	70	80	90	110	120	170
kokonaispaksuus	100	125	150	200	250	300

¹⁾ Keskipaksuus saadaan jakamalla harkkoseinän tilavuus, josta on vähennetty reikien ja mahdollisen lämmöneristeen tilavuus, seinän pinta-alalla.

Taulukko M 6.2

Osaston sisäisen kantavan betoniharkkoseinän vähimmäispaksuus [mm].

Palonkesto aika	30	60	90
keskipaksuus ¹⁾	70	120	170
kokonaispaksuus	100	200	300

¹⁾ Ks. taulukon M 6.1 alaviite.

Taulukko M 6.3

Kantavan rakenteen pääraudoitusta suojaavan laastin ja harkon muodostaman betonipeitteen vähimmäispaksuus [mm].

Palonkesto aika	30	60	90	120
vähimmäispaksuus	(15) ¹⁾	30	45	60

¹⁾ Vähimmäispaksuus määritetään kohdan 3.7 Rakenteellisia ohjeita mukaan.

Kantavassa rakenteessa pääraudoitusta suojaavan saumalaastin ja betoniharkon muodostaman betonipeitteen vähimmäispaksuus on esitetty taulukossa M 6.3. Rappausta ei saa laskea mukaan suojaavan kerroksen paksuuteen.

OSA 2 VALETUT BETONIHARKKORAKENTEET

1

YLEISOHJEET

1.1 Soveltamisala

Nämä ohjeet koskevat betoniharkkoja valumuotteina käyttäen valettavien betonirakenteiden suunnittelua ja valmistusta, kun valettavan betonin runkoaineena käytetään tavanomaista luonnon kiviainesta.

Paikallavalettava betoni ja mahdollinen raudoitus muodostavat pääasiallisen kantavan rakenteen. Jos harkkoja käytetään vain muotteina, voidaan rakenne suunnitella ja valmistaa myös betonirakenteita koskevien ohjeiden mukaisesti.

Näissä ohjeissa betonilla tarkoitetaan paikallavalettavaa betonia ellei erikseen toisin mainita.

1.2 Asiakirjat

1.2.1 LASKELMAT

Rakenteiden laskelmissa esitetään ainakin seuraavat asiat:

- rakennemallit
- kuormat
- voimasuureet
- rakenteiden mitat ja ainetiedot
- rajatilatarkastelut.

1.2.2 PIIRUSTUKSET

Rakenteiden piirustuksissa esitetään:

- hyötykuormien ominaisarvot
- rakenteiden mitat ja muoto
- harkot
- betonista rakenne- ja lujuusluokka, runkoaineen suurin raekoko ja muut tarpeelliset vaatimukset
- raudoitukset, niiden suojaus ja ankkurointi
- siteiden aineominaisuudet, muoto, määrä ja sijointus, suojaus ja ankkurointi
- urat, roilot ja syvennykset sekä reiät tarvittaessa
- harkkojen limitys tarvittaessa
- työaukot ja -saumat tarvittaessa
- työnaikainen tuenta ja suojaus tarvittaessa
- liikuntasauamat, sijainti ja rakenne.

1.2.3 BETONITYÖSUUNNITELMA

Betonitöitä varten laaditaan betonityösuunnitelma, jota tarkennetaan ennen kutakin betonointia tarvittavilta osin. Suunnitelmassa kiinnitetään tarpeen mukaan huomiota mm. seuraaviin seikkoihin:

- tukirakenteet
- betonin notkeus
- betonin tiivistäminen
- talvibetonointi.

1.2.4 KÄYTTÖSELOSTEET

Muottiharkkorakenteissa käytettävillä betonin lisäaineilla tulee olla voimassa oleva, varmennettu käyttöseloste.

1.3 Merkinnot

Näissä ohjeissa käytetyt merkinnot on esitetty liitteessä 2.

2

AINEET JA TARVIKKEET

Muottiharkkorakenteisiin käytetään ohjeiden RakMK B4, sovellettavien standardien ja varmennettujen käyttöselosteiden mukaisia aineita ja tarvikkeita. Luettelo sovellettavista standardeista on liitteessä 1.

Aineiden ja tarvikkeiden laatu valitaan siten, että ne vastaavat suunniteltua käyttötarkoitusta. Rakenteissa ei saa käyttää rakenteeseen sopimattomia tarvikkeita ja rakennustarvikkeissa ei saa olla sellaisia vikoja, jotka voivat vaarantaa rakenteen lujuuden tai suunnitellun toiminnan, lyhentää käyttöikää tai merkittävästi huonontaa rakenteen käyttöominaisuuksia.

RAKENTEIDEN SUUNNITTELU

3.1 Yleiset suunnitteluperiaatteet

Harkkorakenteet suunnitellaan noudattamalla kuormituksia koskevien määräysten yleisiä suunnitteluperusteita ja rajatilamenetelmää.

Suunnittelijan on otettava huomioon harkkojen ja betonin säilyvyys sekä raudoituksen korroosionsuojaus siten, että rakenteelle saavutetaan haluttu käyttöikä.

3.1.1 LASKENTAOTAKSUMIA

Laskelmissa oletetaan rakenteen teholliseksi betoni-poikkileikkaukseksi betonivalun ja harkon poikkikanastan muodostama keskialue harkon kuorien välissä, johon voidaan tehdä seuraavat poikkeukset:

- Puristetun rakenteen epäkeskisyyttä ja nurjahduspituuden suhdetta rakenteen paksuuteen laskettaessa saadaan myös muottiharkon kuoret ottaa mukaan rakenteen paksuuteen.
- Juoksulimitetyn vaakasuuntaan kantavan seinän taivutusmitoituksessa saadaan puristusvyöhykkeeseen ottaa mukaan puolet kuoren paksuudesta, kuten esimerkiksi kuvassa V 3.4a on esitetty.

Rakenteen mittoina käytetään nimellismittoja.

Rakenteiden jännemitoiksi otaksutaan tukien keskiöiden etäisyydet ja seinien ja pilarien korkeudeksi niiden vapaa korkeus. Jännemitoiksi ei kuitenkaan tarvitse otaksua suurempaa arvoa kuin tukien vapaat välit lisättynä 5 %:lla.

3.2 Kuormat

3.2.1 LASKENTAKUORMAT

Rakenteisiin kohdistuvat kuormat otaksutaan vähintään kuormitusmääräysten mukaisten ominaiskuormista laskettujen laskentakuormien suuruisiksi.

Tavanomaisella maaperällä maanpaine kuormat lasketaan kuvan V 3.1 mukaisesti. Täyttömaan tiivistämisen vaikutus otetaan tarvittaessa huomioon.

3.2.2 KUORMIEN JAKAUTUMINEN RAKENTEISSA

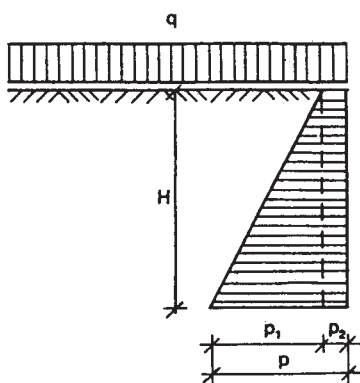
Pystykuormien otaksutaan jakautuvan ja siirtyvän seinissä ja pilareissa kuvan V 3.2 mukaisesti. Vaakarakenteiden tuilla sekä seinien ja pilarien alapäissä kuormien otaksutaan jakautuvan tasan koko tukipinnalle.

3.2.3 VOIMASUUREIDEN LASKEMINEN

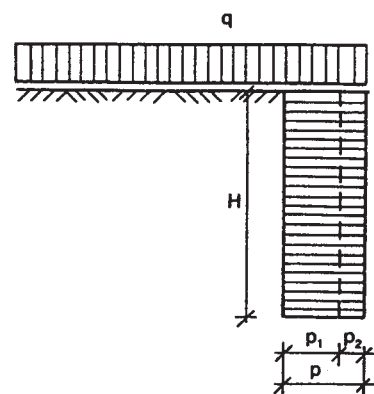
Voimasuureiden jakautuminen rakenteissa sekä murto- että käyttörajatiloissa lasketaan käyttäen kimmo-teoriaa. Kun seinärakenteita mitoitetaan tuulikuormalle, voidaan rakenne laskea käyttäen myötöviivateoriaa.

Jatkuissa raudoitetuissa rakenteissa voidaan poiketa kimmoteorian mukaisesta taivutusmomenttien jakautumisesta enintään 20 %, kun muut voimasuureet korjataan muuttunutta jakautumaa vastaaviksi.

a)



b)



Kuva V 3.1

Maanpaine kuorma. Maanpaine kuorman laskenta-arvo on esitetty kuvassa a). Vaakaraudoitetussa seinässä voidaan käyttää myös kuvan b) mukaisia arvoja.

a)

MURTOTILA	p_1	p_2
kitkamaa	$6,5H$	$0,5q$
koheesiomaa	$18H$	$1,6q-1,3c$
KÄYTTÖTILA	p_1	p_2
kitkamaa	$5,4H$	$0,3q$
koheesiomaa	$18H$	$q-2c$

Kuvan merkinnät ovat:

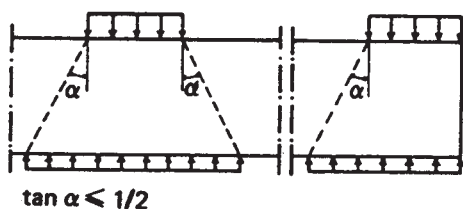
p_1 on maan painosta aiheutuva maanpaineen laskenta-arvo (kN/m^2)

p_2 on pintakuormasta ja koheesiomaassa lisäksi koheesiosta aiheutuvan maanpaineen laskenta-arvo (kN/m^2)

H on täyttökorkeus (m)

q on pintakuorma (kN/m^2)

c on koheesiomaan koheesio (kN/m^2).



Kuva V 3.2

Pystykuorman jakautuminen seinässä.

3.3 Rajatilat

Rakenteet suunnitellaan sekä murto- että käyttörajatilat huomioonottaen.

Rakenteen taipuman käyttörajatilaa vastaa arvo $L/200$. Jos kohdan 3.2.3 mukaisesti mitoitettun maanpaineen kuormittaman vaakaraudoitetun seinän jännemitan L ja seinän paksuuden h suhde $L/h \leq 25$, rakenteen katsotaan täyttävän käyttörajatilavaatimuksen, ellei muodonmuutoksille aseteta erityisvaatimuksia.

3.4 Aineominaisuudet

3.4.1 LUJUUS- JA MUODONMUUTOS-OMINAISUUDET

Rakenteessa toimivan betonin puristuslujuuden ominaisarvo lasketaan kaavasta

$$f_{ck} = 0,6 K \quad (\text{V } 3.1)$$

missä K on betonin nimellisljuuus 28 vuorokauden iässä, kun koekuution särmän pituus on 150 mm.

Betonin vetolujuuden ominaisarvo lasketaan kaavasta

b)

MURTOTILA	p_1	p_2
kitkamaa	$3,3H$	$0,5q$
koheesiomaa	$9H$	$1,6q-1,3c$
KÄYTTÖTILA	p_1	p_2
kitkamaa	$2,7H$	$0,3q$
koheesiomaa	$9H$	$q-2c$

$$f_{ctk} = 0,15 K^{2/3} \text{ MN/m}^2 \quad (\text{V } 3.2)$$

Betonin kimmokertoimen E_c arvo lasketaan kaavasta

$$E_c = 5000 k\sqrt{K} \text{ MN/m}^2 \quad (\text{V } 3.3)$$

missä K on betonin nimellisljuuus MN/m^2

$$k = \frac{\rho_c}{2400} \leq 1,0$$

ρ_c on betonin tiheys kg/m^3 .

Pitkäaikaiselle kuormitukselle voidaan käyttää betonin kimmokertoimena

$$E_{cc} = 0,5 E_c \quad (\text{V } 3.4)$$

Raudoituksen myötörajan ominaisarvona käytetään standardien mukaista ylempää myötörajavaatimusta tai 0,2-rajaa vastaavaa jännitystä.

3.4.2 KUTISTUMINEN

Betonirakenteen kutistumalle voidaan käyttää arvoa $\epsilon_{cs} = 0,4\%$.

3.4.3 LÄMPÖPITENEMINEN

Betonirakenteen pituuden lämpötilakerroin on $\alpha_{ct} = 10 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.

3.5 Ainelujuuden laskenta-arvot

Betonin ja raudoituksen laskentalujuudet lasketaan jakamalla kohdan 3.4.1 mukaiset ominaislujuudet taulukossa V 3.1 esitetyillä aineosavarmuusluvulla.

Taulukko V 3.1

Aineosavarmuusluvut.

	Osavarmuusluku Murtotila	Käyttötila
Betoni	$\gamma_c = 2,0$	1,0
Rauditus	$\gamma_s = 1,2$	1,0

3.6 Rakenteiden mitoitus

3.6.1 PURISTUSKESTÄVYYS

Seinän ja pilarin puristuskestävyys N_u lasketaan kaavasta

$$N_u = \frac{1-2 e_d/h_c}{1+0,001(L_c/h)^2} A_c f_{cd} \quad (V 3.5)$$

missä e_d on kuorman epäkeskisyyden laskenta-arvo, joka lasketaan kaavasta V 3.8

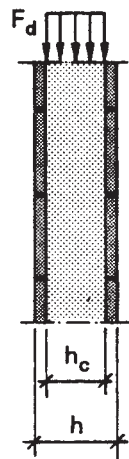
h_c on poikkileikkauksen tehollinen paksuus kuvan V 3.3 mukaisesti

h on rakenteen paksuus

L_c on nurjahduspituus

$A_c = h_c b$ on betonipoikkileikkauksen tehollinen pinta-ala

b on poikkileikkauksen leveys.



Kuva V 3.3

Seinän ja pilarin poikkileikkausmerkinnät.

Kun rakenteen sivusiirtymä on estetty, voidaan nurjahduspituutena L_c käyttää rakenteen vapaata korkeutta L .

Kun puristettu seinä on lisäksi tuettu nurjahdussuunnassa riittävän jäykällä rakenteella toiselta reunaltaan suhteen b/h ollessa enintään 15, tai molemmilta reunoiltaan mainitun suhteen ollessa enintään 30, voidaan nurjahduspituus laskea kaavasta

$$L_c = k_c L \quad (V 3.6)$$

missä k_c on kerroin, joka on esitetty taulukossa V 3.2.

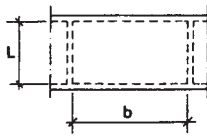
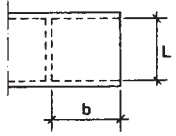
Rakoseinissä, joissa mitoitettava seinä on sidottu toiseen seinään siten, että niiden taipumat murtotilassa ovat samat, kaavassa V 3.5 suhdetta L_c/h laskettaessa h saadaan kaavasta

$$h = (h_1^3 + h_2^3)^{1/3} \quad (V 3.7)$$

missä h_1 ja h_2 ovat seinien paksuudet.

Taulukko V 3.2

Kertoimen k_c arvot.

k_c		
		
b/L	$b/h < 30$	$b/h < 15$
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
>2,0	1,0	1,0

Mitta b on vapaan reunan etäisyys jäykistävän rakenteen reunasta tai jäykistävien rakenteiden vapaa väli ja mitta L on seinän vapaa korkeus.

Epäkeskisyyden laskenta-arvo e_d lasketaan kaavasta

$$e_d = 0,05h + e_0 \quad (V 3.8)$$

missä e_0 on normaalivoiman alkuperäinen epäkeskisyys.

3.6.2 TAIVUTUSKESTÄVYYS

Raudoittamattoman rakenteen taivutuskestävyys M_u lasketaan kaavasta

$$M_u = f_{ctd} W_c \quad (V 3.9)$$

missä W_c on poikkileikkauksen tehollinen taivutusvastus, johon saadaan ottaa mukaan puolet puristetun kuoren paksuudesta.

Raudoitettujen poikkileikkauksen taivutuskestävyys M_u lasketaan kaavasta

$$M_u = 0,85 A_s f_{yd} d \leq 0,3 b d^2 f_{cd} \quad (V 3.10)$$

missä A_s on vetorausituksen poikkileikkausala
 d on poikkileikkauksen tehollinen korkeus

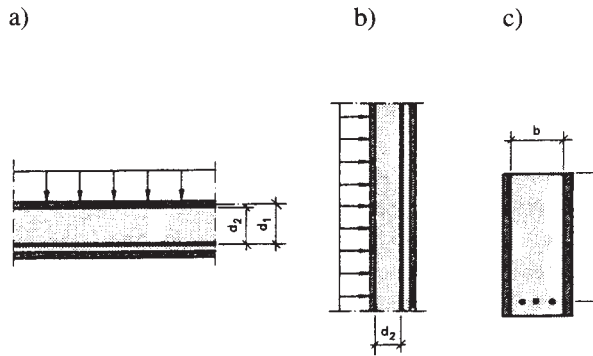
kuvan V 3.4 merkintöjä käyttäen seuraavasti:

$d = d_1$ (vaakaraidoitettu juoksulimitetty seinä)

$d = d_2$ (vaakaraidoitettu limittämätön tai pystyraudoitettu seinä)

$d \leq L/3$ (palkki), kun L on jänneväli

b on seinän poikkileikkauksen leveys tai palkin tehollisen poikkileikkauksen leveys kuvan V 3.4c mukaisesti.



Kuva V 3.4

Poikkileikkauksen tehollisen korkeuden ja leveyden määrittäminen. a) vaakaraidoitettu juoksulimitetty seinä b) pystyraudoitettu seinä c) palkki.

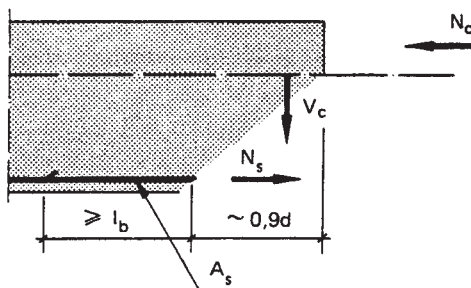
3.6.3 LEIKKAUSKESTÄVYYS

Jos vetoraidoitus on ankkuroitu riittävän hyvin kuvan V 3.5 mukaisesti, lasketaan taivutusraudoitettun rakenteen leikkauskestävyys kaavasta

$$V_c = 0,4 f_{cd} b d \quad (V 3.11)$$

missä d on poikkileikkauksen tehollinen korkeus kuvan V 3.4 mukaisesti.

Leikkausvoiman maksimiarvona pidetään arvoa, joka on laskettu etäisyyden d päässä tuen reunasta.



Kuva V 3.5

Leikkausraudoittamaton rakenne.

3.6.4 RAUDOITUKSEN ANKKUROIINTI-KESTÄVYYS

Suoran raudoitustangon ankkurointikestävyys F_{bu} rakenteen tuella lasketaan kaavasta

$$F_{bu} = 1,7 f_{ctd} u_s l_b \geq \sigma_s A_s \quad (V 3.12)$$

missä f_{ctd} on betonin vetolujuuden laskenta-arvo

u_s on tangon ympäröimä

l_b on tangon ankkurointipituus

σ_s on murtorajatilän laskentakuormaa vastaava teräsännitys.

Raudoituksen vetorasitus tarkasteltavassa poikkileikkauksessa on taivutusmomentin ja leikkausvoiman aiheuttamien rasitusten summa. Poikkileikkauksessa olevien betoniterästankojen ankkurointikestävyyksi- en summa ΣF_{bu} tarkistetaan kaavasta

$$\Sigma F_{bu} \geq M_d/z + V_d \quad (V 3.13)$$

missä M_d on poikkileikkauksen taivutusmomentin laskenta-arvo

V_d on poikkileikkauksen leikkausvoiman laskenta-arvo

z on poikkileikkauksen sisäinen momentti- varsi

Tankojen vetovoimaa ei kuitenkaan tarvitse otaksua taivutusmomentin kannalta määräävissä leikkauksissa esiintyviä arvoja suuremmaksi.

Kenttäraudoitus ankkuroidaan vapaalle tuelle vähintään leikkausvoiman suurinta arvoa vastaavalle voimalle. Kiinnitetyllä tuella kenttäraudoituksen ankkurointipituutena käytetään vähintään arvoa $10 \varnothing$, jossa $\varnothing$ on tangon halkaisija. Ankkurointipituus lasketaan tuen reunasta alkaen.

3.6.5 PAIKALLINEN PURISTUSKESTÄVYYS

Kun puristusrasitus kohdistuu vain osalle valetusta betonipinnasta, voidaan betonipinnassa puristuslujuuden laskenta-arvona käyttää korotettua arvoa, jos on olemassa edellytykset puristusrasituksen jakaantumiseksi alkuperäistä pintaa suuremmalle pinnalle kuvan V 3.2 mukaisesti.

Paikallinen puristuskestävyys N_u lasketaan kaavasta

$$N_u = A_{co} f_{cd} \sqrt[3]{A_{cl}/A_{co}} \leq 3 A_{co} f_{cd} \quad (V 3.14)$$

missä A_{co} on kuormitetun pinnan ala

A_{cl} on kuormituksen jakaantumispinnan ala, kun jännitysten jakautuminen oletetaan tapahtuvan enintään yhden harkkokerroksen korkeudella.

3.7 Rakenteellisia ohjeita

3.7.1 YLEISTÄ

Tässä kohdassa annetaan eräitä tavanomaisia rakenteita koskevia ohjeita. Ohjeita tulee tarvittaessa soveltaa myös muunlaisiin rakenteisiin.

Harkkorakenteet jaetaan tarvittaessa liikuntasaumoil- la osiin haitallisten halkeamien estämiseksi. Halkeami- en koon rajoittamiseksi käytetään tarpeen mukaan raudoitusta.

Muottiharkkojen limititys valitaan siten, että niistä muodostuvat onkalot voidaan täyttää betonimassalla reunoja myöten.

3.7.2 RAKENNEOSAT

Laattoina mitoitettujen seinien sitkeyden varmistami- seksi tulee raudoitusta olla vähintään

$$A_s = 0,001 A \quad (V 3.15)$$

missä A on seinän poikkileikkauksen bruttopinta- ala, jossa on mukana harkon kuoret.

Palkkirakenteissa pääraudoitusta tulee olla kentissä ja ulokkeiden yläpinnoissa vähintään kaksi 10 mm hal- kaisijaltaan olevaa tankoa.

Pilarien ja muiden 1-ulotteisten puristettujen tai ve- dettyjen rakenteiden suunnittelussa noudatetaan seu- raavia ohjeita:

- pilarin valetun betonipoikkileikkausalan tulee olla vähintään 28000 mm² ja pienimmän sivumitan 150 mm. Pientaloissa ja niihin verrattavissa rakennuk- sissa pilarin valettu betonipoikkileikkausala saa olla 15000 mm² ja pienin sivumitta 80 mm, jos betonin puristuslujuuden laskenta-arvona käytetään $0,5 f_{cd}$.
- Pääraudoituksena tulee olla pilarin sitkeyden var- mistamiseksi vähintään yksi 10 mm halkaisijaltaan oleva tanko.

Seinien ja muiden 2-ulotteisten puristettujen tai ve- dettyjen rakenteiden valetun betonipoikkileikkauksen paksuuden tulee olla vähintään 80 mm.

4 RAKENTEIDEN VALMIS- TUS

Betoniharkkorakenteet tehdään piirustusten, muiden rakennusasiakirjojen ja -ohjeiden, kuten betoniraken- teita koskevien ohjeiden mukaisesti noudattamalla

hyväksi tunnettuja työtapoja ja harkon valmistajan antamia ohjeita.

4.1 Rakennusaineiden säilytys

Rakennusaineet ja -tarvikkeet säilytetään suojattuina kaikenlaisilta vahingollisilta vaikutuksilta ja siten, että eri laadut eivät sekoitu keskenään.

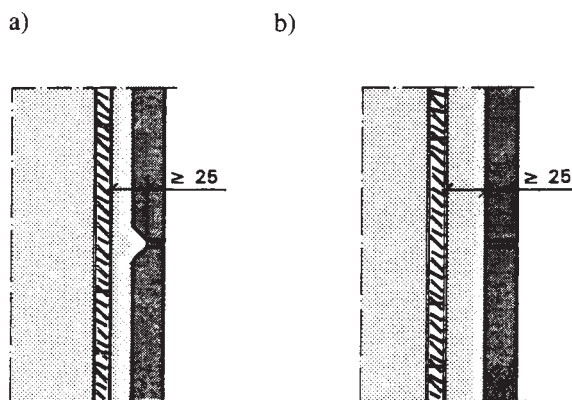
4.2 Ympäristöolosuhteiden hu- mioon ottaminen

Betonin koostumus valitaan siten, että muun muassa sideainemäärän, vesisementtisuhteen ja betonin tii- vistettävyyden sekä käytettävien työmenetelmien edel- lyttämät, rakenteen ympäristöolosuhteita vastaavat betonin ominaisuudet saavutetaan.

Tavallisissa ympäristöolosuhteissa, joissa voi olla pie- niä määriä syövyttäviä aineita tai joissa rakenne saat- taan jäättyä kosteana, tulee raudoitustankoja, myös esimerkiksi kutistumisraudoitusta peittävän betonipeit- teen paksuuden olla vähintään 25 mm kuvan V 4.1 mukaisesti. Lieterappauksella, rappauksella tai muul- la tavoin riittävän tiiviiksi pintakäsitteltyssä harkkora- kenteessa saa betonipeitteen paksuudessa ottaa hu- mioon harkon kuoren koko paksuuden, jos harkkojen väliset saumat ovat täysiä, muussa tapauksessa vain puolet.

Ankarien rasi- tusten, kuten syövyttävien aineiden sekä pakkarasi- tusten vaikutukselle alttiina olevien raken- teiden valmistukseen käytettävät materiaalit ja beto- nipeite määritetään betonirakenteita koskevien säily- vyysohjeiden mukaisesti.

Kuivin saumoin ladottavien harkkojen saumat saavat jäädä tyhjiksi, jos rakenteen ympäristöolosuhteita ja käyttöikää koskevat vaatimukset tulevat täytetyiksi.



Kuva V 4.1

Vaaka- ja pystytankojen sijoittaminen rakenteeseen.
a) viistetty sauma b) suora sauma.

4.3 Betoni

Betonin lujuusluokan tulee olla vähintään K20 ja korkeintaan K40.

Betonin runkoaineena tulee käyttää luonnon kiviainesta, jonka suurin raekoko vähintään 200 mm leveillä harkoilla saa olla enintään 16 mm ja tätä kapeammilla harkoilla enintään 8 mm.

Betonimassan tulee olla notkeudeltaan nestemäistä tai vetelää 0...2sVB.

4.4 Betonointi

Betonimassa tiivistetään huolellisesti siten, että muotitiharkot täyttyvät mahdollisimman hyvin alareunojaan myöten ja rauditus tulee ympäröidä betoni-massalla kauttaaltaan.

Valukerroksen korkeutta valittaessa on otettava huomioon raudituksen tiheys.

4.5 Betonointi kylmällä säällä

Kylmällä säällä lämmitetään tarpeen mukaan betoniin käytettävä vesi ja runkoaine siten, että betonimassan lämpötila betonoitaessa on vähintään +5°C. Betonin valmistukseen ei saa käyttää jäätynyttä runkoainetta. Kylmällä säällä betonoitaessa on huolehdittava siitä, että betoni kovettuu suunnitelmien mukaisesti. Rakenteiden lämmitystä jatketaan tarvittaessa niin kauan, että ne saavuttavat muottien tukirakenteiden purkamisajankohtana vaaditun lujuuden. Erityisesti otetaan rakenteita kuormitettaessa huomioon lämmityksen jälkeinen lujuudenkasvun hidastuminen kylmänä aikana.

Betoni ei saa jäätyä ennen kuin se on saavuttanut jäätymislujuuden 5 MN/m².

Betonimassan vastaiset pinnat, kuten betoni, kallio, perusmaa ja muotitiharkot lämmitetään tarvittaessa ennakolta siten, että betonimassan jäätyminen estetään.

Betonin ominaisuuksien kehittymistä seurataan lämpötilamittauksin tai muulla luotettavalla tavalla.

4.6 Työn tarkkuus

Välipohjan kohdalla saa ylä- ja alapuolisen seinän ja pilarin poikkeama suunnitelmien mukaisesta keskilinjasta olla enintään h/20, jossa h on rakenteen poikileikkauksen korkeus tarkasteltavassa suunnassa.

Seinän ja pilarin ylä- ja alapään keskipisteiden yhdys-

linja saa poiketa luotilinjasta enintään L/150, jossa L on rakenteen vapaa korkeus.

Puristetun seinän ja pilarin ylä- ja alapään keskipisteiden yhdyslinjasta mitattu käyryys saa olla enintään 0,4 % vapaasta korkeudesta.

4.7 Urat ja roilot

Uria, roiloja ja syvennyksiä saadaan tehdä vain piirustuksissa esitetyllä tavalla.

4.8 Rakenteiden suojaaminen

Rakenne suojataan vahingollisilta vaikutuksilta. Vahingollinen vaikutus saattaa syntyä esim. peruskuoppaa täytettäessä ennenkuin rakenne on saavuttanut siltä edellytetyn lujuuden.

4.9 Rakenteiden kuormittaminen

Työnaikaiset tukirakenteet saa purkaa ja rakennetta kuormittaa, kun se on saavuttanut kuormitusta vastaavan lujuuden. Talviolosuhteissa otetaan huomioon betonin hidastunut kovettuminen. Betonin lujuuden kehittymistä voidaan arvioida lämpötilamittausten perusteella.

5

LAADUNVALVONTA JA RAKENTEIDEN KELPOISUUS

5.1 Aineiden ja tarvikkeiden laadunvalvonta

Aineiden ja tarvikkeiden laadunvalvonta käsittää betoniharkkojen, betonin ja niiden osa-aineiden sekä raudotteiden ja muiden tarvikkeiden valmistajan ja käyttäjän laadunvalvonnan.

Aineiden ja tarvikkeiden valmistaja valvoo tuotteiden laatua RakMK:n ohjeiden, sovellettavan standardin, käyttöselosteen tai tarvittaessa tuotelehtien mukaisesti tai ympäristöministeriön hyväksymän tarkastuksen suorittajan antamien ohjeiden mukaisesti.

Rakennuspaikalla tarkastetaan silmämääräisesti, että rakennustarvikkeet vastaavat suunnitelmia ja että ne

täyttävät kohdan 2 mukaiset edellytykset. Tuotteiden valmistusmerkinnät otetaan talteen.

5.2 Rakenteiden valmistuksen valvonta

Rakenteiden valmistusta tulee johtaa ja valvoa siten, että betonointi tehdään ammattitaitoisesti noudattaen muoteista ja niiden tukirakenteista, raudoitustöistä ja mittatarkkuuksista annettuja ohjeita. Lisäksi laaditaan asiaankuuluvat muistiinpanot tai otetaan talteen asiakirjat seuraavista asioista:

- aineita ja tarvikkeita koskevat tiedot
- betonointiolosuhteet ja niiden vaatimat toimenpiteet
- raudoituksen ja siteiden valvontatoimenpiteet
- muut tarpeelliset asiat.

5.3 Rakenteiden kelpoisuus

Muottiharkkorakenteiden kelpoisuus osoitetaan aineista ja tarvikkeista, suunnittelusta ja rakenteiden valmistuksesta näissä ohjeissa edellytetyn aineiston perusteella.

5.3.1 BETONIN KELPOISUUS

Rakenteiden betonin kelpoisuus arvostellaan yleensä betonirakenteita koskevien ohjeiden B4 mukaisesti normikoekappaleiden avulla.

Pientaloissa ja niihin verrattavissa rakennustöissä ei tarvitse tehdä työmaakoekappaleita, jos betonin valmistus on tarkastettua, lujuusluokka enintään K25 ja betonimäärä alle 150 m³. Rakennuspaikalla tulee kuitenkin olla tiedot, joiden perusteella saadaan selville käytetyn betonin valmistaja ja tunnustiedot.

5.3.2 AINEIDEN JA TARVIKKEIDEN KELPOISUUS

Aineiden ja tarvikkeiden kelpoisuus katsotaan yleensä hyväksyttäväksi, jos

- Niiden valmistus on tapahtunut hyväksytyn tarkastuksen suorittajan valvonnan alaisena, eikä ole ilmennyt aihetta epäillä niiden laatua, tai jos
- Niiltä vaadittavien ominaisuuksien on rakennuspaikalta otetuin näyttein hyväksytyssä koetuslaitoksessa tehtyjen kokeiden perusteella osoitettu täyttävän vaatimukset. Näytteet otetaan ja kokeet tehdään sovellettavan standardin edellyttämällä tavalla. Harkkojen valmistuseränä pidetään tällöin kutakin alkavaa 2000 harkon erää.

Harkkorakenteissa käytettävien siteiden osalta riittää yleensä silmämääräinen tarkastus.

5.4 Toimenpiteet epätyytyttävän laadun johdosta

Jos rakenteiden laatua ei kelpoisuuden toteamiseksi tehtyjen tarkastusten perusteella voida katsoa hyväksyttäväksi, on rakenteiden kelpoisuus erikseen selvitettävä.

6 PALOTEKNINEN MITOITUS

6.1 Mitoitusperiaatteet

Rakennusosan palonkestävyyttä arvostellaan palonkestoajalla, joka voidaan määrittää kokeellisesti voimassaolevan standardin mukaisesti tai näissä ohjeissa esitettyjä menettelytapoja käyttäen.

6.2 Palotekninen taulukkomitointus

6.2.1 PALONKESTOAJAT

Eri palonkestoajoja vastaavat SFS-standardien ja tuotelehtien mukaisia betoniharkkoja muotteina käyttäen valettujen betoniseinien vähimmäispaksuudet ja kantavien seinien pääraudoituksen betonipeitteen vähimmäispaksuudet on esitetty taulukossa V6.1. Harkon seinämän paksuus voidaan ottaa huomioon vähimmäispaksuuksia määritettäessä.

Taulukko V 6.1

Seinän vähimmäispaksuus [mm] ja kantavan seinän pääraudoituksen betonipeitteen vähimmäispaksuus [mm].

Palonkesto aika [min]	30	60	90	120	180	240
– osastoiva, kantamaton seinä	60	80	100	120	150	175
– kantava seinä	100	120	140	160	180	240
– betonipeite kantavassa seinässä (10)	15	25	35	50	60	

SOVELLETTAVIEN STANDARDIEN LUETTELO

1. Betoniharkot

SFS 5212 Betoniharkot. Muurattava betoniharkko. Tuotteet, vaatimukset ja merkintä. Ehdotus 1991

SFS 5692 Betoniharkot. Muottiharkko. Tuotteet, vaatimukset ja merkintä. Ehdotus 1991

SFS 5213 Betoniharkot. Näytteenotto, testaus ja hyväksymissäännöt. Ehdotus 1991

2. Laastit

SFS 5516 Muurauslaastit. 1989

3. Raudoitustangot

SFS 1215 Hitsattava kuumavalssattu harjatanko A500HW. 1989

MERKINNÄT

A	Harkkomuurin tai valuharkkoseinän bruttopoikkileikkausala, joka sisältää standardin mukaiset harkkojen reiät ja ontelot, mutta ei lämmöneristettä	e_d	Normaalivoiman epäkeskisyyden laskenta-arvo
A_c	Harkkomuurin nettopoikkileikkausala, josta on vähennetty standardin mukaiset reiät ja ontelot sekä muut heikennykset lämmöneriste mukaanlukien, valuharkkorakenteen betonipoikkileikkauksen tehollinen pinta-ala	f	Lujuus
A_{cc}	Harkkomuurin poikkileikkauksen bruttopinta-ala, josta on vähennetty vedetty osuus	f_b	Raudoitustangon ankkurointilujuus
A_{co}	Kuormitetun pinnan ala paikallisessa puristuksessa	f_{cd}	Betonin tai harkkomuurin puristuslujuuden laskenta-arvo
A_{cl}	Kuorman jakaantumispinnan ala paikallisessa puristuksessa	f_{ck}	Betonin tai harkkomuurin ominaispuristuslujuus
A_s	Raudoituksen poikkipinta-ala	f_{ctd}	Betonin tai harkkomuurin vetolujuuden laskenta-arvo
E	Kimmokerroin	f_{ctk}	Betonin tai harkkomuurin vetolujuuden ominaisarvo
E_c	Harkkomuurin tai valuharkkorakenteen kimmokerroin lyhytaikaiselle kuormitukselle	f_{vd}	Harkon ja laastin välisen leikkaustartunnan laskenta-arvo
E_{cc}	Harkkomuurin tai valuharkkorakenteen kimmokerroin pitkäaikaiselle kuormitukselle	f_{vk}	Harkon ja laastin välisen leikkaustartunnan ominaisarvo
F_{bu}	Raudoituksen ankkurointikestävyys	f_{yd}	Raudoitustangon laskentalujuus
H	Täyttökorkeus	f_{yk}	Raudoitustangon ominaislujuus
K	Betonin nimellislujuus	h	Poikkileikkauksen korkeus, seinän paksuus, valuharkkoseinän paksuus harkon kuoret mukaanluettuna
L	Jännemitta, vapaa korkeus	h_c	Poikkileikkauksen tehollinen paksuus
L_c	Nurjahduspituus	l_b	Raudoitustangon ankkurointipituus
M	Taivutusmomentti	p	Maanpaine
M_d	Taivutusmomentin laskenta-arvo	q	Pintakuorma
M_u	Taivutuskestävyys	u_s	Raudoitustangon ympärysmitta
N	Normaalivoima	z	Poikkileikkauksen sisäinen momenttivarsi
N_c	Poikkileikkauksen betonin puristusresultantti	α_{ct}	Betonin pituuden lämpötilakerroin
N_d	Normaalivoiman laskenta-arvo	γ	Aineosavarmuusluku
N_s	Vetorausoituksen resultantti	ϵ_{cs}	Harkkomuurin suhteellinen loppukutistuma
N_u	Puristuskestävyys	ρ_c	Betonin nimellistiheys
V	Leikkausvoima	$\emptyset$	Raudoitustangon halkaisija
V_c	Betonin leikkauskestävyys		
V_d	Leikkausvoiman laskenta-arvo		
V_u	Leikkauskestävyys		
W	Bruttopoikkileikkauksen taivutusvastus		
W_c	Poikkileikkauksen tehollinen taivutusvastus, johon saadaan ottaa mukaan puolet puristetun kuoren paksuudesta		
b	Etäisyys, poikkileikkauksen leveys, seinän korkeus		
c	Koheesiomaan koheesio		
d	Poikkileikkauksen tehollinen korkeus		
e_o	Normaalivoiman epäkeskisyyden laskenta-arvo		