

KURSUSNOTATER 10

Ove Larsen

MURVÆRKSSTRUKTIONER

Ove Larsen



BÆRENDE KONSTRUKTIONER

BYGGETEKNISK HØJSKOLE KØBENHAVN

JULI 1991

Indhold:

Sikkerhed	3
Miljø	4
Kontrol	4
Materialer	6
Regn. styrker	8
Konstruktive krav	9
Lodret belastet murværk	10
Søjlekurve	19
Hulmure	21
Vandret belastet murværk	24
Diagram for murfelters moment	30
Lodret + vandret belastet murværk	31
Skalmure	34
Kombinationsmure	37
stabiliserende mure	39
Teglbjælker	45
Bjælkevederlag	49
Murbuer	
Buevirkning vinkelret på plan	
Dilatationsfuger	
Projektering af murede konstrukt.	

Sikkerhedsmetode.

DS 409 - 1. udgave - juni 1982.
Hvilket vil sige at der regnes efter partialkoefficientmetoden, hvor der eftervises at:

Spænding $\bar{\sigma}$ styrke	$\sigma \bar{\sigma} f_{\text{end}}$
--------------------------------	--------------------------------------

eller at:

Lastbegrænsning \bar{N} bæreevne	$N_d \bar{N}_{\text{ud}}$
------------------------------------	---------------------------

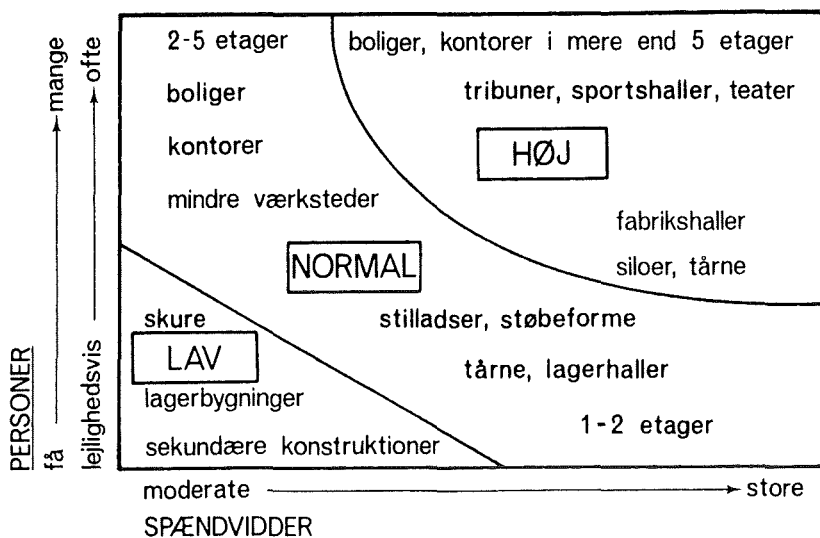
Last på konstruktioner.

DS 410 - 3. udgave - juni 1982.

Norm for murværkskonstruktioner.

DS 414 - 4. udgave - marts 1991.

Sikkerhedsklasser.



Fra
Regi-boer 2.

Miljøklasser.

Ifølge normen skal der foretages en vurdering af i hvilken af de 3 miljøklasser som en muret konstruktion hører under.

Passivt miljø.

Moderat miljø.

Aggressivt miljø.

Passivt miljø	Moderat miljø	Aggressivt miljø
Indendørs murværk i tørre og opvarmede lokaler	Indendørs murværk i uopvarmede lokaler	Udendørs - fritstående mure
	Indendørs murværk i fugtige lokaler	Udendørs murværk nær kysten
	Indendørs murværk i kældere	Udendørs murværk i fabriksområder
	Udendørs murværk	Murværk i frøsehuse

Miljøvurderingen er bestemmende for kravene til de materialer der indgår i den murede konstruktion.

Materialer	Miljøklasser		
	Passivt Miljø	Moderat Miljø	Aggressivt
Mursten		Frostfaste Producent- erfaring	Frostfaste Producent- erfaring
Blokke		Frostfaste Producent- erfaring	Frostfaste Producent- erfaring
Trådbindere	Ikke-korrosionsfaste	Korrosionsfaste	Korrosionsfaste
Armering	Ikke-korrosionsfast	Korrosionsfast	Korrosionsfast

Kontrolklasser.

Normen opererer med 2 kontrolklasser:

Normal kontrol

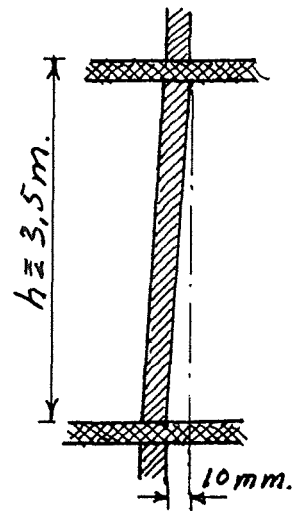
Skærpet kontrol

kontrollen omfatter både modtagekontrol og udførelseskontrol.

Kontrolområdet er meget omfattende, og her skal kun nævnes nogle eksempler på udførelseskontrol.

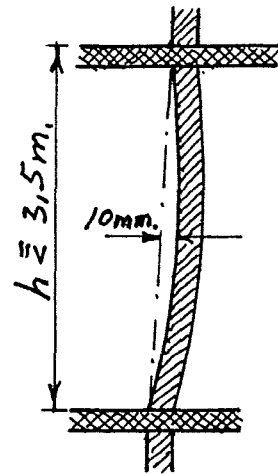
Normal kontrol:

1. Mindst 85% fyldte liggefuger.
2. Max. 10mm lodafvigelse pr. etage (max. 3,5m).
3. Max. 10mm krumning i forhold til forbindelseslinje.



Skærpet kontrol:

1. 100% fyldte fuger.
2. Delformater kun ved klipning eller skæring.
3. Riller til el-rør og lignende skal fræses.



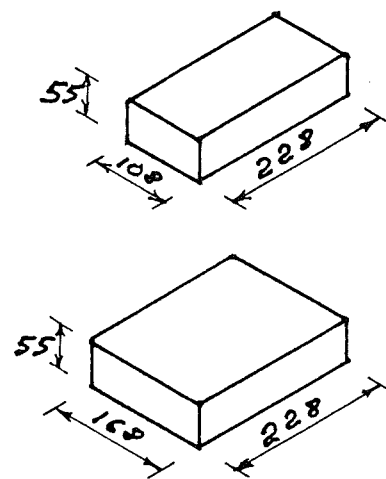
Alt murværk inden for samme bygværk skal udføres i samme kontrolklasse.

Kontrol- og sikkerhedsklasse er bestemmende for parti-alkoeff. på materialesiden.

SIK Kont	Løv	Nor.	Høj
Norm.	1,78	1,96	×
Skær.	×	1,69	1,85

Mursten.

Mursten inddeles i 8 stenklasser, efter trykstyrke og omfatter 6 typer: Betonsten, kalksandsten, letklinkerbetonsten, molersten, porebetonsten og teglsten.

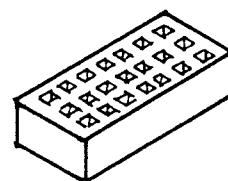


Basismål

Hulsten.

Hulsten er mursten med huller vinkelret på liggefladen, hularcalet udgør maksimalt 10% af liggefladen.

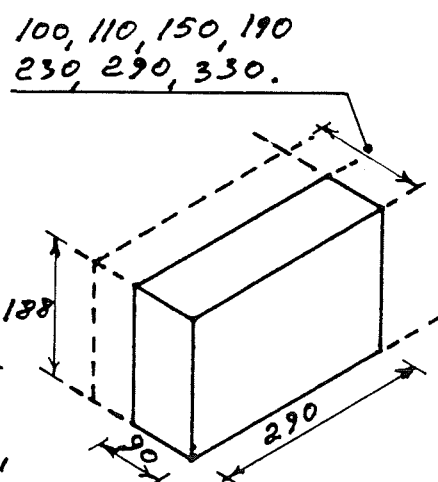
For murværk af hulsten skal styrken med enkelte undtagelser reduceres med faktoren 0,7.



Blokke.

Blokke inddeles i 11 bloktyper og omfatter 5 typer: Kalksandstensblokke, letklinkerbetonblokke, molerblokke, porebetonblokke og teglblokke.

Blokformat min. 290 × 90 × 188 mm.



Mørtel.

Normen omfatter 4 referencemørtler, som alle er kalkcementmørtler.

Murværk muret i (murementmørtel) kan forventes at have samme trykstyrke som den foranstående KC-mørtel.

KC 60/40/850	(M100/900)
KC 50/50/700	(M100/600)
KC 35/65/650	
KC 20/80/550	(M100/400)

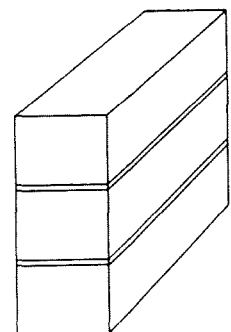
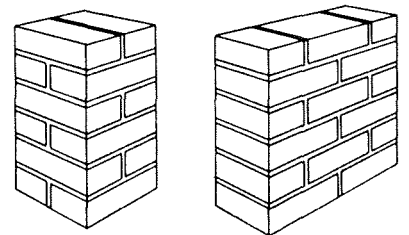
Den svageste af referencemørtlerne må ikke bruges til muring med blokke.

Basistrykstyrken.

Basistrykstyrken f_{nk} for murværk bestemmes ud fra standardiserede prøvelegemer:

6-stensstyrken for murværk af mursten.

3-blokstyrken for murværk af blokke.



Regningsmæssige styrker.

De regningsmæssige styrker beregnes efter.

$$f_{cnd} = \frac{f_{cnk}}{\delta_m}$$

Eksempel.

Stenklasse 15
 mørtel KC 50/50/700 } $f_{cnk} = 5,5 \text{ N/mm}^2$
 Normal sik. kl. }
 normal kontrolkl. } $\delta_m = 1,96$

$$f_{cnd} = \frac{5,5}{1,96} = \underline{2,81 \text{ N/mm}^2}$$

Regn. trykstyrke f_{cnd} , normal sikkerheds- og kontrolklasse.												
Klasse		Mørteltype KC.										
		20/80/550		35/65/650				50/50/700			60/40/850	
Sten.	Blok.	Mass. Hul.	Blok	Sten.		Blok	Sten.		Blok	Sten.		
				Mass.	Hul.		Mass.	Hul.		Mass.	Hul.	
4,0	2,5		0,87			0,87			0,82			
	3,0		1,02			1,02			0,92			
	3,5		1,17			1,17			1,07			
	4,0	1,07	1,33	0,97	0,68	1,28	0,87	0,61	1,17	0,66	0,46	
	4,5		1,43			1,38			1,28			
7,0	5,0		1,53			1,48			1,38			
		1,89		1,73	1,21		1,58	1,11		1,12	0,79	
10	10	2,70	2,45	2,45	1,71	2,40	2,24	1,57	2,24	1,63	1,14	
15	15	3,42	3,01	3,16	2,21	2,96	2,81	1,96	2,81	2,04	1,43	
	20		3,42			3,32			3,16			
22		4,18		3,88	2,71		3,47	2,43		2,50	1,75	
	25		3,93			3,72			3,42			
30	30	4,95	4,44	4,59	3,21	4,13	4,08	2,86	3,67	2,96	2,07	
37		5,56		5,20	3,64		4,59	3,21		3,37	2,36	
45		6,22		5,82	4,07		5,60	3,57		3,72	2,61	

For andre kontrol- og sikkerhedsklasser, se partialkoefficienter side 5.

Konstruktive krav.

Alt murværk skal mures i forbandt med mindst $\frac{1}{4}$ sten- eller $\frac{1}{4}$ blokloengdes forskydning.

For fugedybder større end 3 mm skal tværsnitsarealet reduceres med den fulde fugedybde.

En mur kan normalt kun regnes bærende når dens mindste modstandsmoment er større end $1,8 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$.

Eksempel.

$$W_{\min} = \frac{1}{6} \cdot b \cdot t^2 > 1,8 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$W_{\min} = \frac{1}{6} \cdot 948 \cdot 108^2 = 1,84 \cdot 10^6 \text{ mm}^3 > 1,8 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

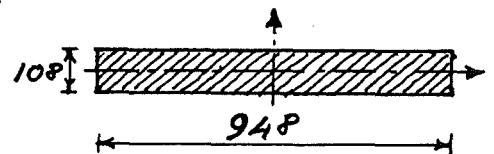
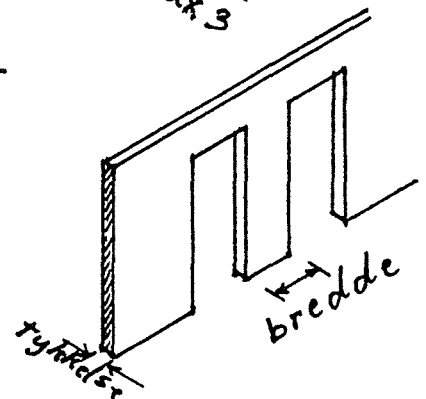
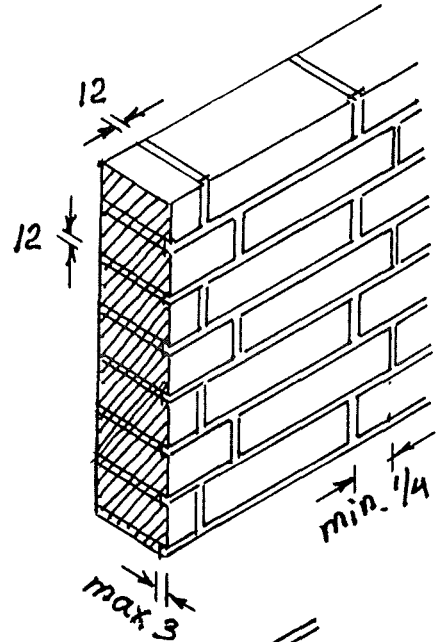
D.v.s. en $\frac{1}{2}$ stens væg skal være mindst 4 sten bred.

Minimumstværnsnit.

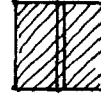
Murværk af sten.

$$\frac{1}{2} \text{ st.} \times 4 \text{ st.} - 108 \times 948 \text{ mm.}$$

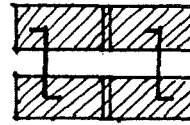
$$\frac{3}{4} \text{ st.} \times 1 \frac{3}{4} \text{ st.} - 168 \times 408 \text{ mm.}$$



1st. x 1st. - 228 x 228 mm.



(1/2st. + 1/2st.) x 2st. - (108 + 108) x 468 mm.



Murværk af blokke.

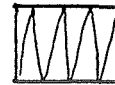
100 x 1080 mm.



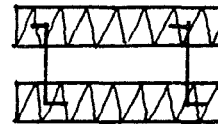
150 x 490 mm.



200 x 270 mm.

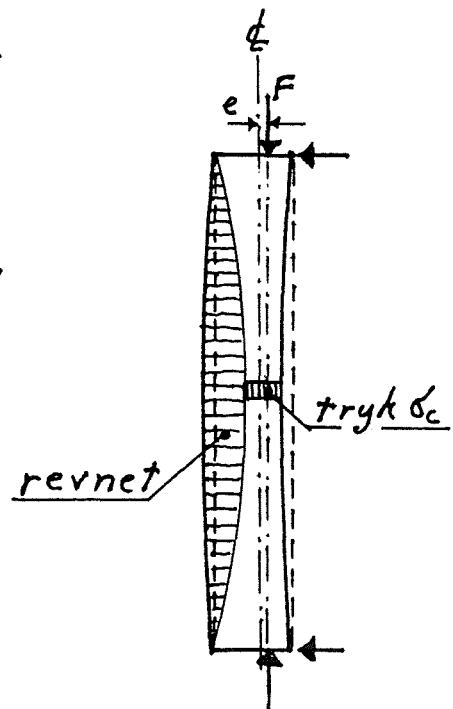


(100 + 100) x 540 mm.



Lodret belastet murværk.

Der er her tale om et konstruktionselement, hvor der ved bæreevne beregningen skal tages hensyn til både søjlevirkning og revnet tværsnit, idet der ikke må regnes med at tværsnittet kan optage trækspændinger. Dette betyder at en muret vægs lodrette bæreevne er bestemt af:

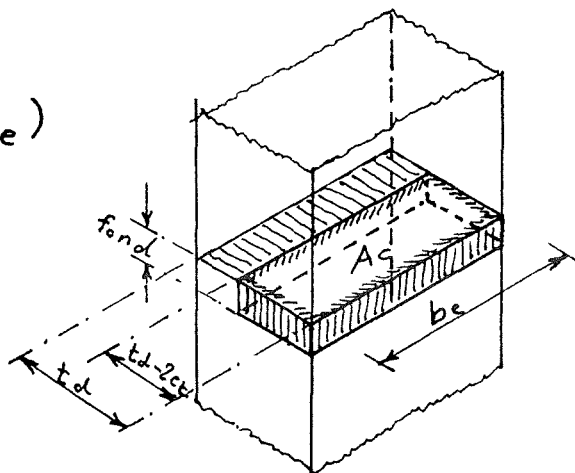


f_{cnd} - Regn. trykstyrke.
 L_s - søjlelængde (h_s).
 E - Elasticitetsmodul.
 e_t - Resulterende excentricitet.
 t_d - Regn. murtykkelse.
 b_e - Effektiv pillebredde. (L_e)
 $A_c = b_e \cdot (t_d - 2e_t)$ - Trykareal.
 k_t - Tværsnitsfaktor.
 $R_{sd} = N_{ud}$ - Søjlebæreevne.

$$R_{sd} = \frac{1}{1 + \frac{12 f_{cnd}}{E_{0K} \pi^2} \left(\frac{L_s}{t_d - 2e_t} \right)^2} k_t A_c f_{cnd}$$

$$N_{ud} = \frac{1}{1 + k_a \left(\frac{L_s}{t_d - 2e_t} \right)^2} k_t b_e (t_d - 2e_t) f_{cnd}$$

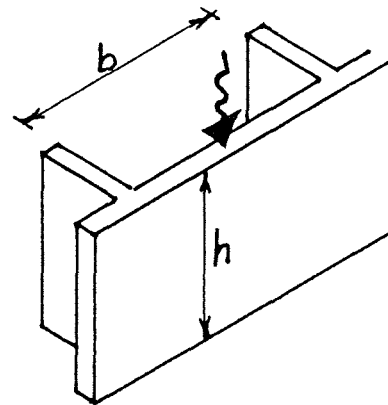
$$R_{sd} = k_s k_t A_c f_{cnd}$$



Søjlelængden L_s .

Hvis en væg er murct i forbandt, eller på anden måde effektivt forbundet med tværvægge, er det muligt at reducere L_s til at være mindre end væghøjden h , årsagen er at væggenes stivhed i vandret plan også forhindrer udbøjning.

For væghøjderne 2,5 m og 2,7 m kan L_s for 3- og 4-sidig understøttede



For et murfelt understøttet på fire sider kan regnes:

$$L_s = \frac{h}{1 + \left(\frac{h}{b} \right)^2} \quad \text{for } b \geq h$$

$$L_s = \frac{1}{2} b \quad \text{for } b \leq h$$

hvor

h er etagehøjden

b er afstanden mellem tværvæggene.

For et murfelt understøttet på tre sider kan regnes

$$L_s = \frac{h}{1 + \left(\frac{h}{3b} \right)^2} \quad \text{for } b \geq \frac{h}{3}$$

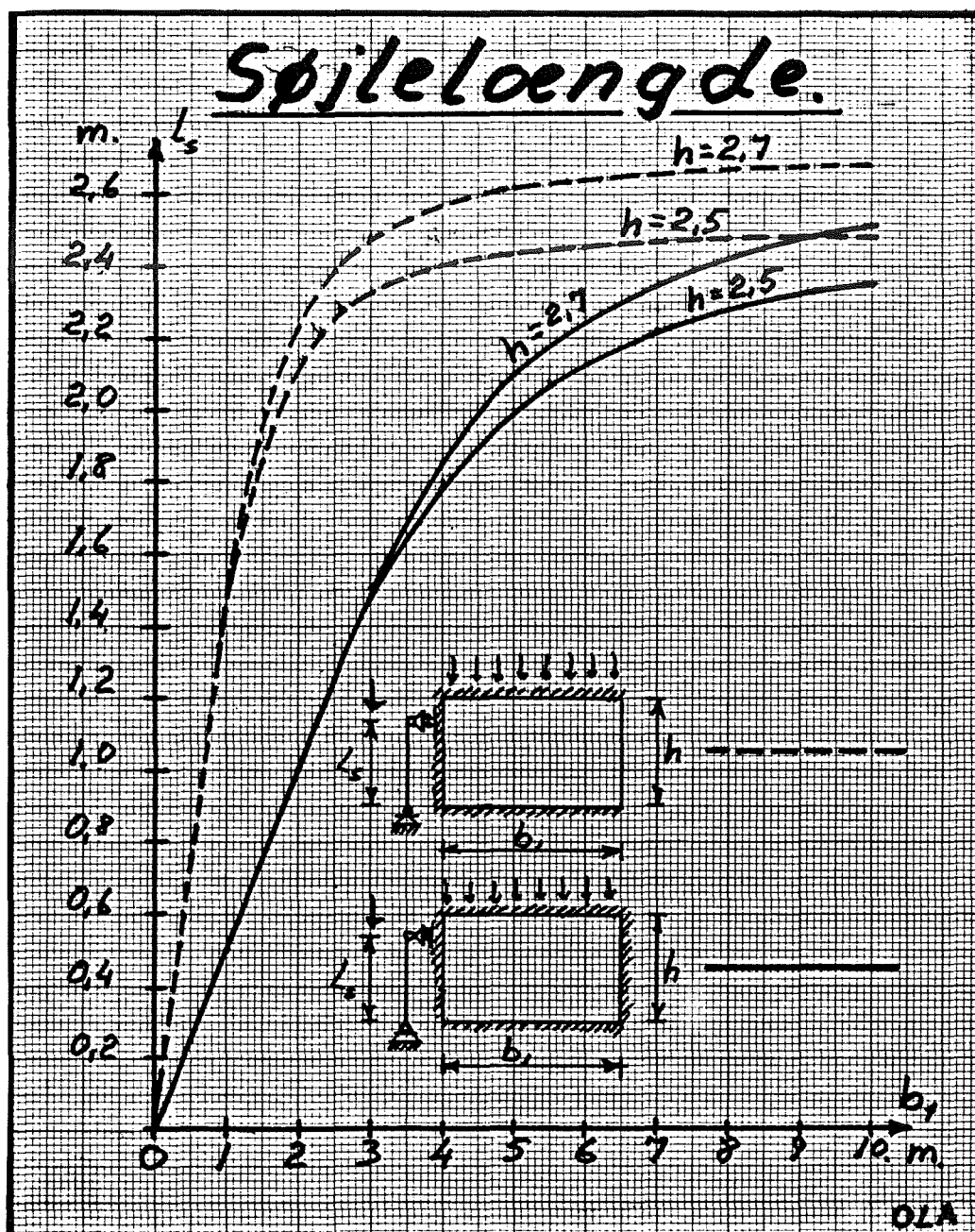
$$L_s = \frac{3b}{2} \quad \text{for } b \leq \frac{h}{3}$$

hvor

b er afstanden fra tværvæg til vægafslutning.

afløses af diagrammet.

For hulmure med tråd-
bindere hvor kun de ene
vange er bærende skal
 L_s reduceres med faktoren 0,9.



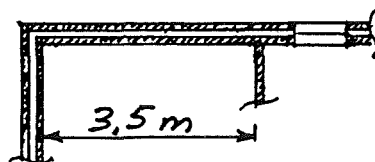
Eksempel.

4-sidig understøttet mur.

$b_1 = 3,5 \text{ m}$, $h = 2,5 \text{ m}$.

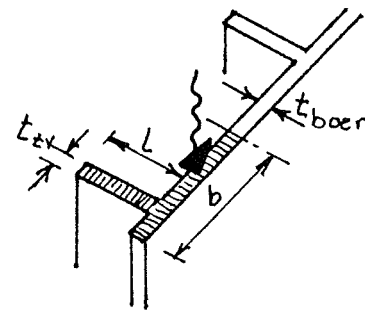
Ifølge diagram $L_s = 1,65 \text{ m}$

Hulmur $L_s = 0,9 \cdot 1,65 = 1,48 \text{ m}$.



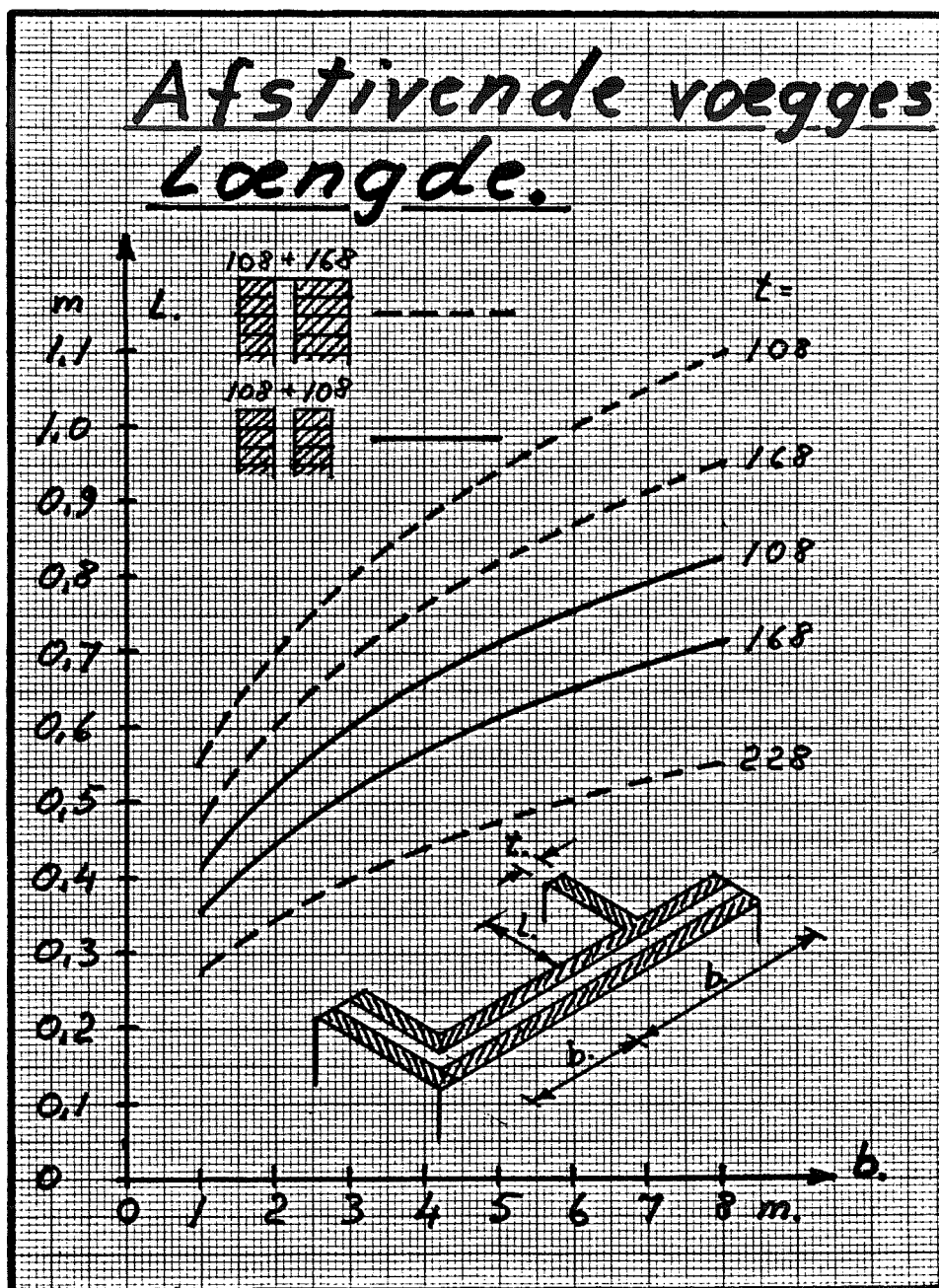
Plan.

Det er en betingelse for reduktion af l_s , at en væg der er trærafstivende har et inertimoment der er 3 gange den belastede vægs inertimoment.



$$I_{tv} = \frac{1}{12} \cdot t_v \cdot L^3 \geq I_{boer} \cdot 3 = \frac{1}{12} \cdot 3 \cdot b \cdot t_{boer}^3$$

For facadehulmur kan trærvægsloengden aflæses af diagrammet.

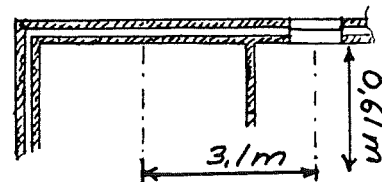


Eksempel.

108 mm trærafstivende væg.

108+108 mm boer. væg, $b = 3,1$ m

$L = 0,61$ m iflg. diagram.

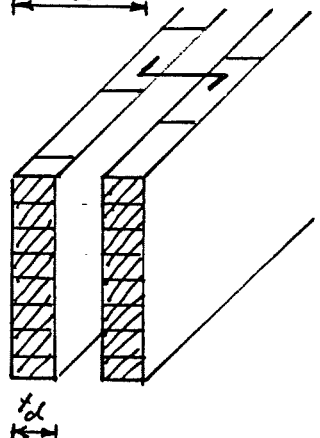
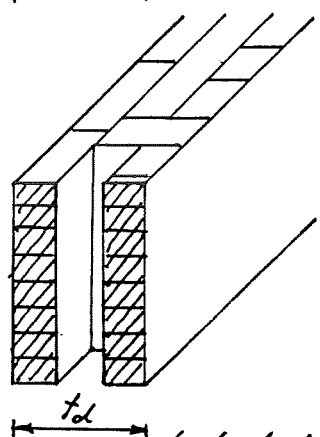
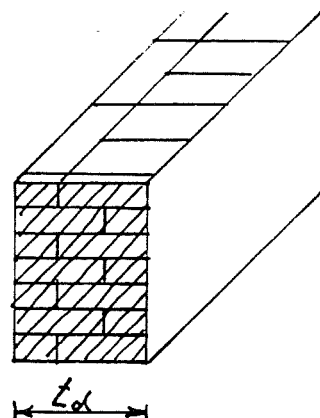


Regn. murtykkelse t_d .

For massive mure er t_d lig med murmålene 108, 168, 228 osv.

For hulmure med faste bindere er t_d lig tykkelsen af en tilsvarende massiv mur.

For hulmure med tråd-bindere er t_d lig tykkelsen af den bærende vange. Da den ubelastede vange p.g.a. trådbinderne har indflydelse på søjleudbøjningen kan søjlelængden L_s reduceres med faktoren 0,9.

Max. søjlelængde.

Normen stiller krav til det relative slankhedsforhold.

$$\frac{L_s}{t_d} \leq 30.$$

$$\begin{aligned} t_d = 108 &\rightarrow L_s \leq 3240 \\ t_d = 168 &\rightarrow L_s \leq 5040 \\ t_d = 228 &\rightarrow L_s \leq 6840 \end{aligned}$$

Trærsnittsfaktoren k_t

Faktoren k_t reducerer bæreevnen for tynde vægge, idet bæreevnen her er ret følsom for fejl i den håndværksmæssige udførelse.

$k_t = 0,7$ for massive mure med $t \leq 90$ mm
$= 0,9$ for massive mure med $90 < t \leq 125$ mm
$= 1,0$ for massive mure med $t > 125$ mm
$= 1,0$ for vanger i hule mure

Faktoren k_a

$$k_a = \frac{12 \cdot f_{ctk}}{E_{ok} \cdot \eta^2} \quad \text{for massive sten}$$

For hulsten reduceres k_a med faktoren 0,7.

k_a

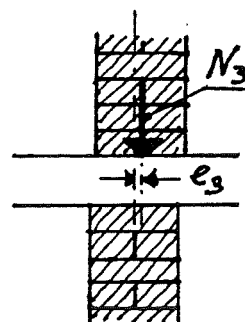
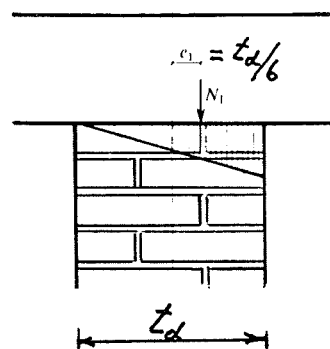
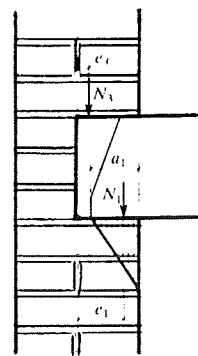
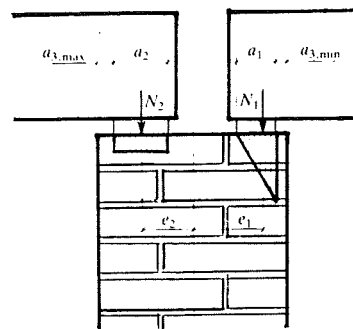
stenkl.	Mørtel.							
	KC 20/30/550		KC 35/65/650		KC 50/50/700		KC 60/40/850	
	Massiv	Hulst.	Massiv	Hulst.	Massiv	Hulst.	Massiv	Hulst.
15	0,0045	0,0032	0,0042	0,0029	0,0037	0,0026	0,0032	0,0023
22	0,0038	0,0027	0,0035	0,0025	0,0031	0,0022	0,0032	0,0023
30	0,0033	0,0023	0,0030	0,0021	0,0027	0,0019	0,0032	0,0023
Blokk.								
3	Klinkerbeton				0,0020			
3	Porebeton				0,0010			

Excentriciteten e_t .

En murs resulterende excentricitet e_t , består af en række bidrag.

e_0 er den resulterende excentricitet fra lasten øverst på væggen.

e_1 og e_2 er excentriciteten fra bjælker eller dæk der hviler af øverst på væggen. Afhængigt af hvad der er ugunstigst, regnes kræfterne at angribe i vederlagets trediedelspunkt eller midtpunkt.

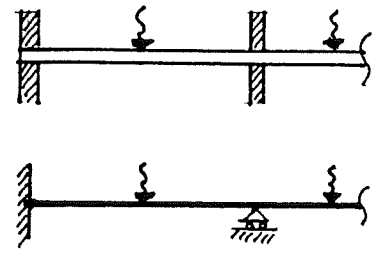


e_3 er en mulig forskydning af den ovenstående vægts tyngdepunkt

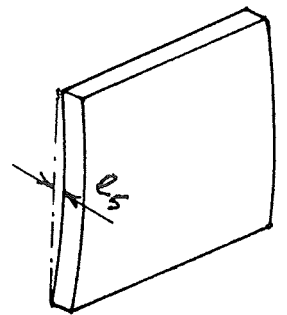
Normal kontrol $e_3 = 15\text{mm}$.

Skærpet kontrol $e_3 = 10\text{mm}$.

e_4 er excentriciteten fra indspænding af dæk der ikke er gennemgående.



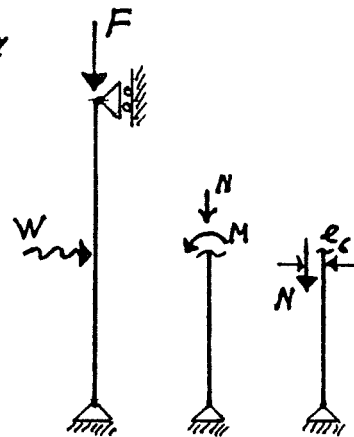
e_5 er excentriciteten der kommer af væggen eventuelle afrigelse fra den plane form.



$$e_5 = 10 \text{ mm.}$$

e_c er excentriciteten fra væggen trærlast, f. eks. vind

$$M_w = N \cdot e_c, \quad e_c = \frac{M_w}{N}$$



Eksempel.

1stens skillevej.

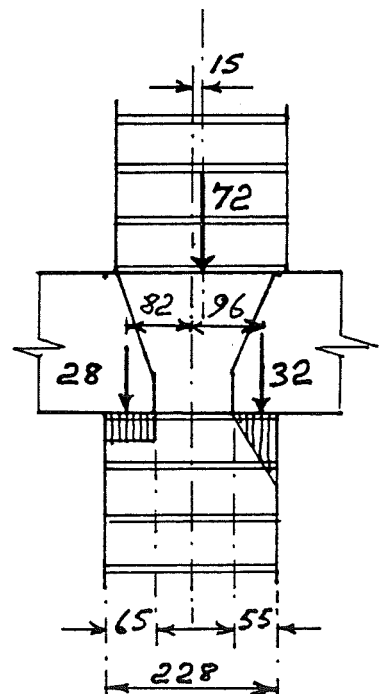
$$N_1 \approx N_2$$

$$N_1 = 32,0 \text{ kN/m} \approx N_2 = 28,0 \text{ kN/m}$$

$$a_1 = \text{mindst till. vederlag} = 55 \text{ mm}$$

$$e_1 = \frac{t}{2} - \frac{a_1}{3}$$

$$e_1 = \frac{228}{2} - \frac{55}{3} = 96 \text{ mm.}$$



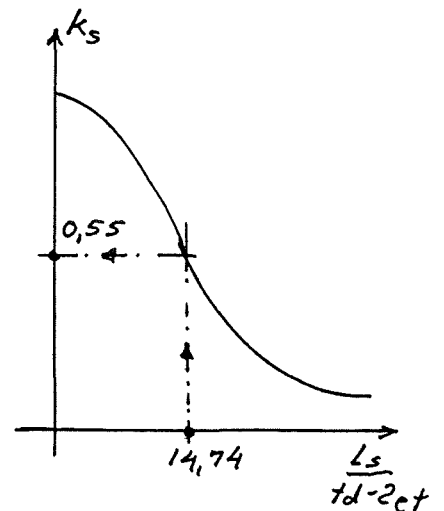
Søjlekurve.Søjlefaktoren k_s .

$$N_{ud} = \frac{1}{1 + k_a \left(\frac{l_s}{t_d - 2e_t} \right)^2} \cdot k_f \cdot b_e (t_d - 2e_t) \cdot f_{cmd}$$

$$k_s = \frac{1}{1 + k_a \left(\frac{l_s}{t_d - 2e_t} \right)^2}$$

Se diagram
næste side

$$N_{ud} = k_s \cdot k_f \cdot b_e (t_d - 2e_t) \cdot f_{cmd}$$

Eksempel.

Eksemplet side 18 ved hjælp af søjlekurve.

$$\frac{l_s}{t_d - 2e_t} = \frac{2800}{228 - 2 \cdot 19} = 14,74$$

stenkl 15 - massiv

KC 50/50/700

Iflg. kurve
 $k_s = 0,55$

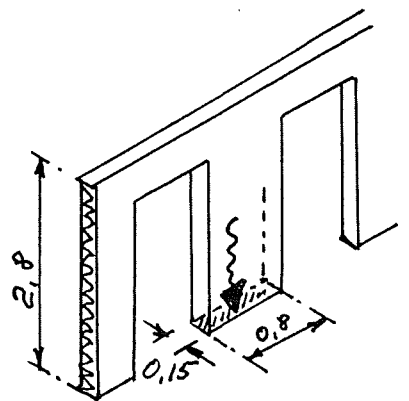
$$N_{ud} = 0,55 \cdot 1,0 \cdot 1000 \cdot (228 - 2 \cdot 19) \cdot 2,81 \cdot 10^{-3} =$$

$$N_{ud} = 293,65 \text{ kN/m} \approx N_d = 137,60 \text{ kN/m}$$

Eksempel.150 × 800 mm pille af blokk. 3-porebeton, $l_s = 2,8 \text{ m}$, $e_t \approx 25 \text{ mm}$, mørtel KC 50/50/700

$$\frac{l_s}{t_d - 2e_t} = \frac{2800}{150 - 2 \cdot 25} = 28,0 \rightarrow k_s = 0,56$$

$$N_{ud} = 0,56 \cdot 1,0 \cdot 800 (150 - 2 \cdot 25) \cdot 0,92 \cdot 10^{-3} = 41,22 \text{ kN}$$



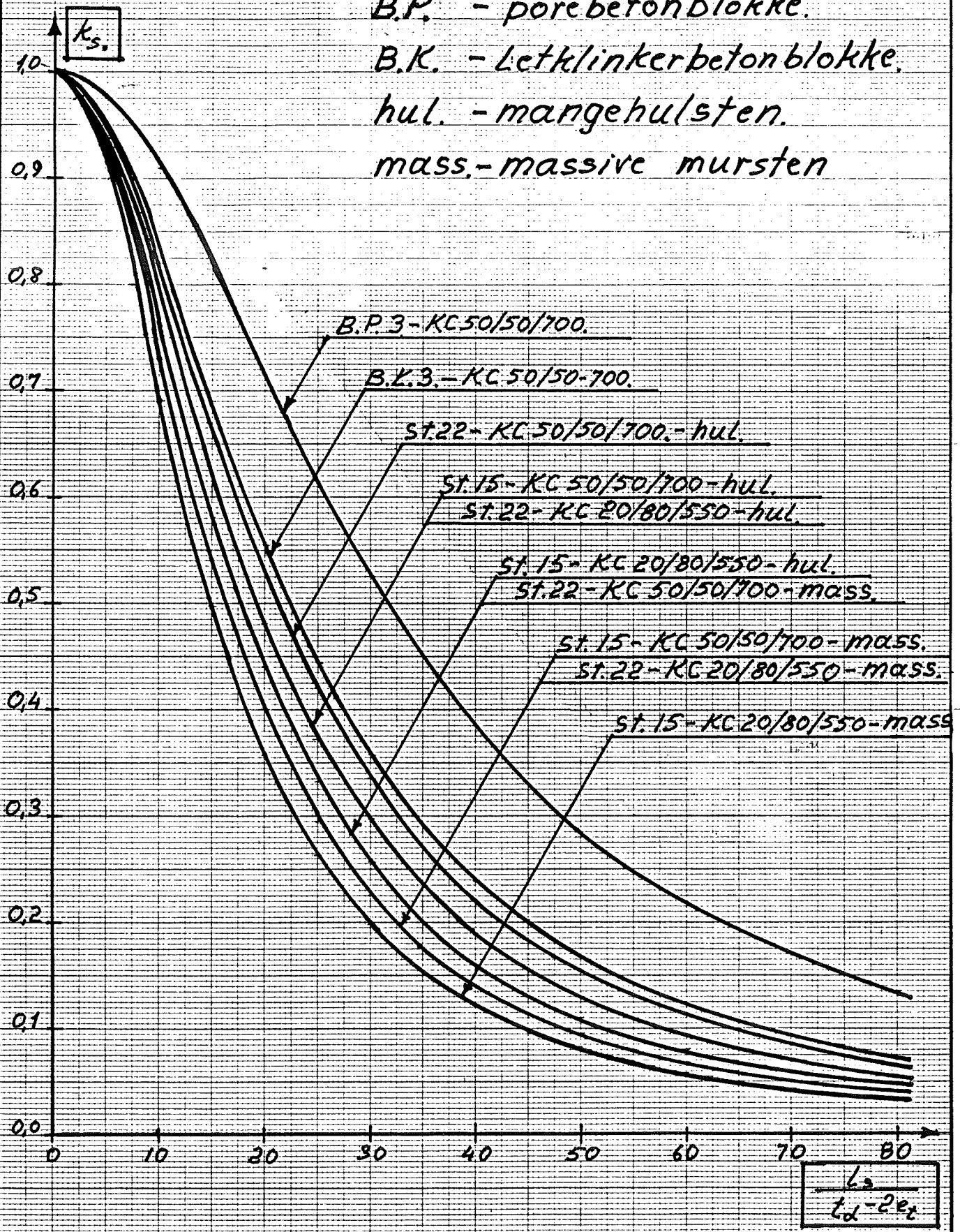
Søjlekurver.

B.P. - porebetonblokke.

B.K. - Letklinkerbetonblokke.

hul. - mangehulsten.

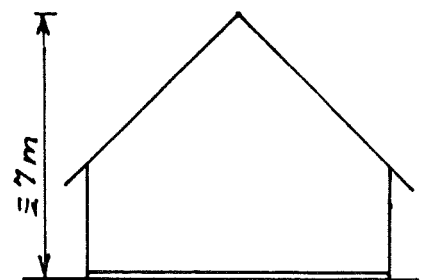
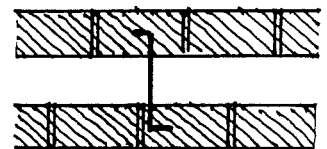
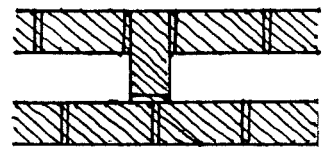
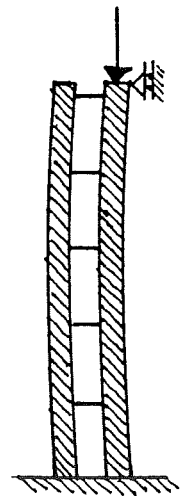
mass. - massive mursten



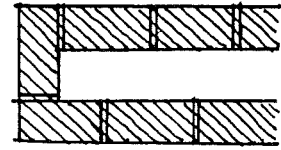
Hulmure.

Hulmuren er en mur bestående af 2 samvirkende mure, med en afstand på 100 - 250 mm, der indbyrdes er forbundet, så de får samme udbøjningsfigur. Forbindelsen kan være faste bindere, eller hvad der er mere almindeligt korrosionsfaste trådbindere. Antallet af trådbindere bestemmes ved beregning, men skal mindst være 4 stk 3 mm trådbindere jævnt fordelt pr. m^2 mur, samt trådbindere pr 300 mm langs kanter og åbninger.

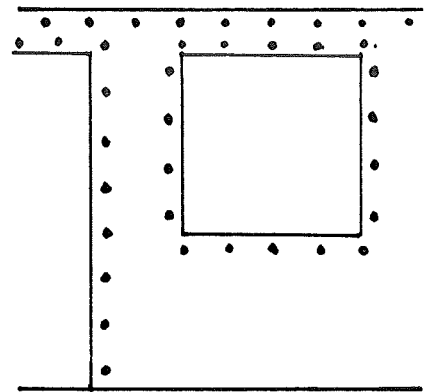
For bygninger indtil 7 m højde kan trådbinderne være galvaniserede, og beregning kan udlades, hvis der



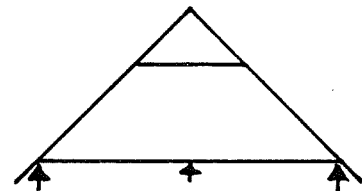
anvendes 8 stk 4mm tråd-
bindere pr. m² mur, og
udføres massiv sammen-
muring ved kanter og
åbninger.



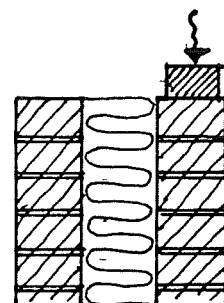
Hvis der anvendes 8 stk
4mm korrosionsfaste tråd-
bindere pr. m² mur og
tilsvarende trådbindere
pr. 300mm ved kanter og
åbninger kan beregning
også undlades. se iøv-
rigt også om hulmur i
SBI 147.



Hulmure benyttes mest
som ydervægge i små-
husbyggeri. En sådan
ydervæg skal typisk bæ-
re tag og evt. etage, i
dette tilfælde vil excentri-
citeten være afhængig af,
murtykkelse, rembredde
samt tolerance tillæg.



I tilfældet 108+108mm mur
med 75mm rem og 8mm
tolerance bliver excentri-



centret i toppen af muren.

$$e_0 = e_1 = 8 + \frac{75}{2} - \frac{75}{3} = \underline{21 \text{ mm.}}$$

Samme mur med 100 mm rem og tolerancetkrævet, remmen må ikke ligge udenfor murflade.

$$e_0 = e_1 = \frac{108}{2} - \frac{100}{3} = \underline{21 \text{ mm.}}$$

For begge tilfælde bliver den resulterende excentricitet.

$$e_z = \frac{2}{3} \cdot 21 + 10 = \underline{24 \text{ mm.}}$$

Det vil altså sige at en 108+108 mm hulmursydevæg altid kan beregnes for en excentricitet på 24 mm.

Eksempel.

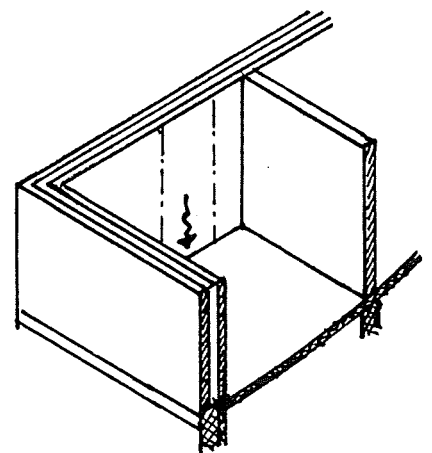
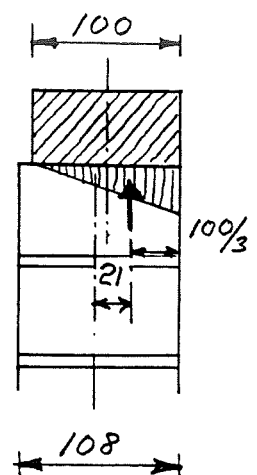
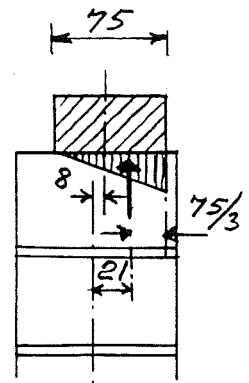
Ydervægfeltet fra eksemplet side 12.

108+108 mm hulmur, st.kl. 15
mørtel KC 50/50/700, $l_s = 1,48 \text{ m.}$

$$\frac{l_s}{t_d - 2e_t} = \frac{1480}{108 - 2 \cdot 24} = \underline{24,67} \rightarrow k_s = \underline{0,31}$$

$$N_{ud} = 0,31 \cdot 1,0 \cdot 1000 \cdot (108 - 2 \cdot 24) \cdot 2,81 \cdot 10^{-3} =$$

$$N_{ud} = \underline{51,86 \text{ kN/m}} \geq N_d = \underline{?}$$

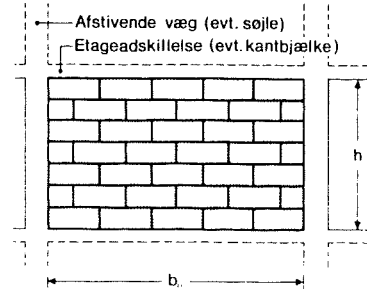
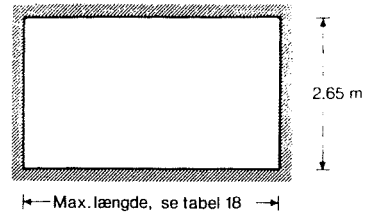


Vandret belastet murværk.

Pladefunktion.

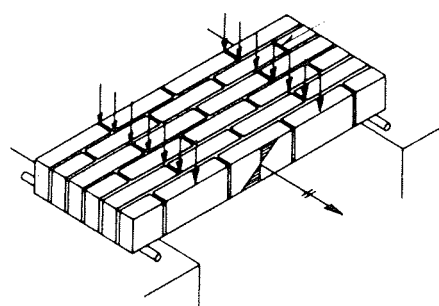
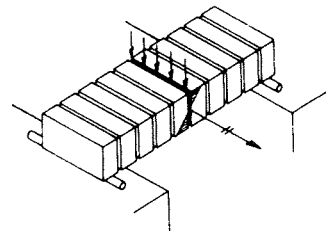
I SBI-anvisning nr. 147 findes tabeller for til-ladelige feltstørrelser for ikke bærende mur-værtsydervægge.

Beregningen bag tabel-lerne er foretaget ef-ter brudlinieteorien for anisotrop materiale, det vil sige materi-alet har uens fysiske egenskaber i feltets højde- og bredderet-ning. For murværk er bøjningstrækstyrken fuld vinkelret på ligge-fugen mindre end bøj-ningstrækstyrken f_{tsd} parallel med liggefuger. Det vil altså sige at murfeltet er bedst til at overføre lasten vandret ud til tværvæggene.



Væg-tyk-kelse t mm	Letbeton		Tegl	
	Hav, hede	Land	Land	By, skov
	KC 50/50	KC 50/50	KC 50/50	KC 50/50
108 + 100	2,98	3,67		
108 + 150	5,40	7,50	-	-
108 + 108	-	-	5,09	7,50
108 + 168	-	-	7,50	7,50

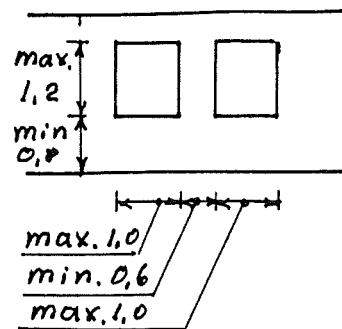
	KC 50/50/700
	f_{t2k} f_{tsk}
	MPa MPa
Stenklasse ≥ 10	0,25 0,50



Der er en række forudsætninger der skal opfyldes før tabellerne kan bruges.

Huller.

Huller til døre og vinduer reducerer „pladens“ bæreevne. Der stilles derfor krav til: hulstørrelser, pillebredder og brystningshøjde.

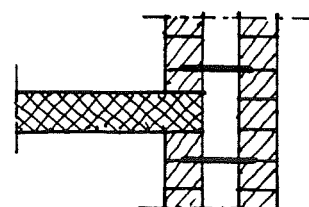
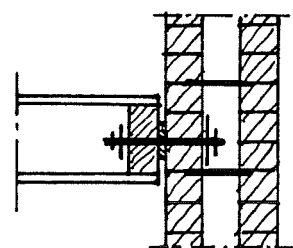
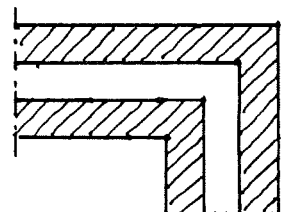
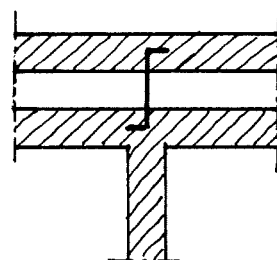


Kvin.		Antal		
Understøtn.		0	1	2
		1,0	0,75	0,5
		1,0	0,75	X

Understøtninger.

De af murfeltets lodrette kanter der regnes understøttede, skal enten være muret i forbandt med trærvæggene eller være forankrede med strittere så „pladens“ træk og tryk kan overføres.

Murfeltets vandrette kanter ved tag og etageadskillelse, skal også fastholdes med strittere, ankere eller ved friktion.

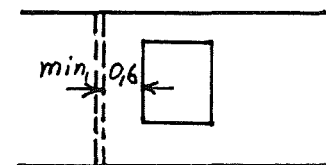
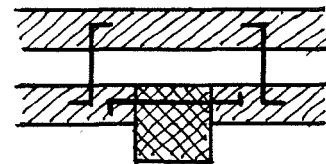
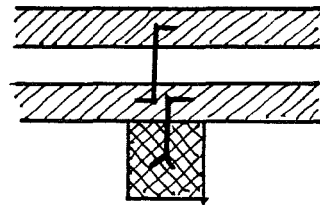
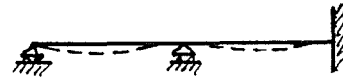
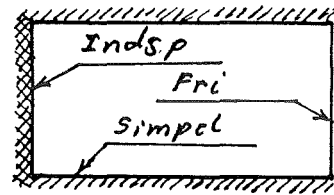


Indspændinger.

Indspændinger øger „pladens“ bæreevne. Det er kun ved de lodrette understøtninger der kan regnes med indspændinger. Hvor muren er i forbandt med tværvæg, gavl eller det næste vægfelt, kan der regnes med fuld indspænding, hvis dette kun er tilfældet for den ene af hulmurens mure, kan der kun regnes med delvis indspænding.

Hvis en åbning er tættere end 0,6 meter fra en understøtning, må der ikke regnes med indspænding.

		Kindsp.		
		Antal		
Fuld.	Delvis.	0	1	2
	Antal	0	1,0	1,1
1		1,2	1,3	
2		1,4		



Eksempel.

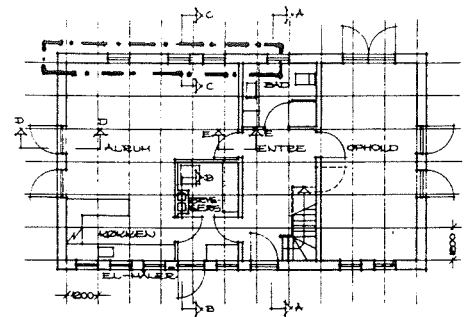
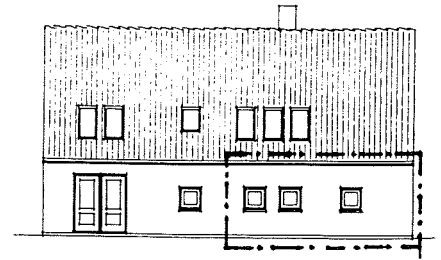
108+108 mm hulmur,

Stenkl. 15, mørtel KC 50/50/700,

Terrenoekl. 0,05 - Land.

$$W_d = 0,69 \cdot (1,1 + 0,2) \cdot 1,3 = 1,17 \text{ kN/m}^2$$

En bæreevneberegning af murede vægge, indledes med en eftervisning af deres pladefunktion, dette gælder også vægge der er lodret belastede.

Facadevæg i alrum.

4-sidig understøttet med 3 vindueshuller. %

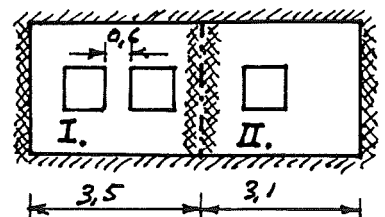
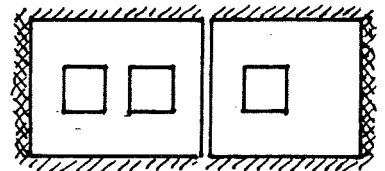
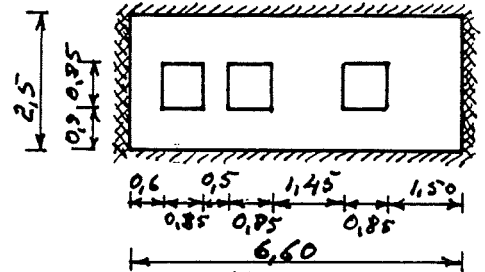
3-sidig understøttet med 2 vindueshuller. %

2 stk 4-sidigt understøttet med vindstøje (bjælkefunk.) i den store murpille og den lille pille øget til 0,59 m.

Iflg. SBI 147.

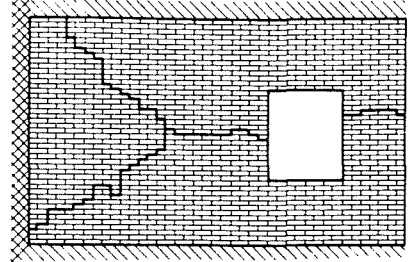
$$I. b_{max} = 5,09 \cdot 1,4 \cdot 0,5 = \underline{3,56 \text{ m}} \approx 3,5 \text{ m.}$$

$$II. b_{max} = 5,09 \cdot 1,4 \cdot 0,75 = \underline{5,35 \text{ m}} \approx 3,1 \text{ m.}$$



Plademoment.

Ved beregning af mure som er belastet både lodret (søjlefunktion) og vandret (pladefunktion) er det nødvendigt at kende det moment der kommer af vindlasten.



Formler til beregning af momentet i 3- og 4-sidigt understøttede murfelter findes i Teknisk stabi.

For de 3 mest forekommende højder, kan momentet findes af diagrammet side 31

For at holde pladen indenfor et acceptabelt højde/breddeforhold er der en grænse for længden.

$$b_0 \leq 2,83 \cdot h.$$

For hulmure fordeles momentet på de 2 delmure i forhold til deres stivhed.

Bøjning

Firesidigt understøttet murværksfelt

$$m_l = \frac{q_d a b_r}{8 \left(1 + \frac{a}{b_r} + \frac{b_r}{a}\right)} \leq \frac{f_{tl} 10^3}{\gamma_m} Z \quad \text{kNm/m}$$

$$b_r = \frac{2b}{\sqrt{\frac{1}{\varrho} (\sqrt{1+i_1} + \sqrt{1+i_3})}} \leq 2a$$

$$b_r = b\sqrt{\varrho} \quad \text{for } i_1 = i_3 = 0$$

$$Z = \frac{1}{6} \cdot 1,0 t_d^2 \quad \text{m}^3/\text{m}$$

hvor

a er felthøjde m

b er feltbredde m

f_{tl} er bøjningstrækstyrke i liggefuger MPa

f_{ts} er bøjningstrækstyrke i studsfiger MPa

i_1 er indspændingsgrad

m_l er regningsmæssig brudmoment om vandret akse kNm/m

t_d er murens regningsmæssige tykkelse m

q_d er regningsmæssig jævnt fordelt lodret last kN/m²

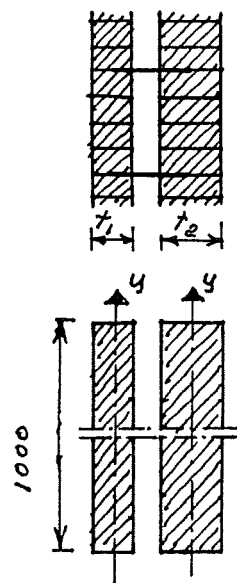
Z er modstandsmoment m³/m

ϱ er anisotropifaktor $\frac{f_{tl}}{f_{ts}} \sim \frac{f_{td} + \sigma_{Gd}}{f_{ud}}$

hvor

σ_{Gd} er regningsmæssig normalspænding fra permanent last.

De 2 delmure skal som tidligere nævnt altid mures i den samme slags mørtel, og hvis de også mures i samme stentklasse vil fordelingen kun være afhængig af deres inertimoment. $k = I_1 / I_1 + I_2$



$$I_{y1} = \frac{1}{12} \cdot 1000 \cdot t_1^3$$

$$I_{y2} = \frac{1}{12} \cdot 1000 \cdot t_2^3$$

Eksempel.

108 + 168 mm hulmur

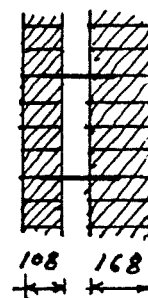
Stenkl. 15, mørtel KC 50/50/700.

for både for- og bagmur.

$$k_{108} = \frac{\frac{1}{12} \cdot 108^3}{\frac{1}{12} \cdot 108^3 + \frac{1}{12} \cdot 168^3} = \underline{\underline{0,21}}$$

$$k_{168} = \frac{\frac{1}{12} \cdot 168^3}{\frac{1}{12} \cdot 108^3 + \frac{1}{12} \cdot 168^3} = \underline{\underline{0,79}}$$

$$\frac{108 + 168}{108 + 168} = \underline{\underline{1,00}}$$



Eksempel.

Momentet i murefelt I, i eks. s. 27 ønskes bestemt v. h. a. diagram s. 30

Stenkl. 15, mørtel KC 50/50/700.

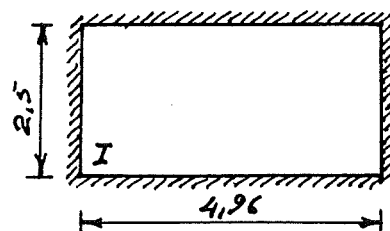
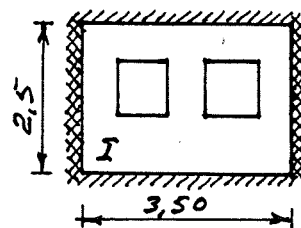
108 + 108 mm hulmur, $w_d = 1,17 \text{ kN/m}^2$

$$b_r = \frac{3,5}{0,5 \cdot 1,4} = \underline{\underline{4,96 \text{ m}}}$$

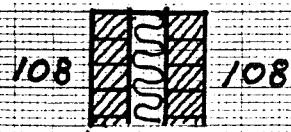
Iflg. diagram $m_{1,0} = \underline{\underline{0,36 \text{ kNm/m}}}$

Moment i hver delmur:

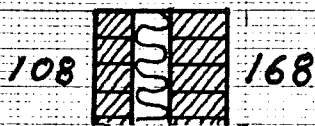
$$m_{108} = 0,5 \cdot 0,36 \cdot 1,17 = \underline{\underline{0,21 \text{ kNm/m}}}$$



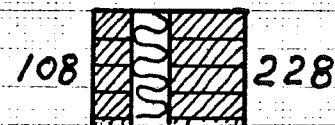
Tværbelastede murfelters moment.



$$m_{108} = 0,5 \cdot m_{1,0} \cdot W_d.$$



$$\begin{cases} m_{108} = 0,21 \cdot m_{1,0} \cdot W_d. \\ m_{168} = 0,79 \cdot m_{1,0} \cdot W_d. \end{cases}$$



$$\begin{cases} m_{108} = 0,10 \cdot m_{1,0} \cdot W_d. \\ m_{228} = 0,90 \cdot m_{1,0} \cdot W_d. \end{cases}$$

kNm/m.

stenklasse; 10-45.
Mørtel; KC. 50/50/780.
KC. 20/80/550.

$$b_r = \frac{b_0}{k_{vin} \cdot k_{indsp}}$$

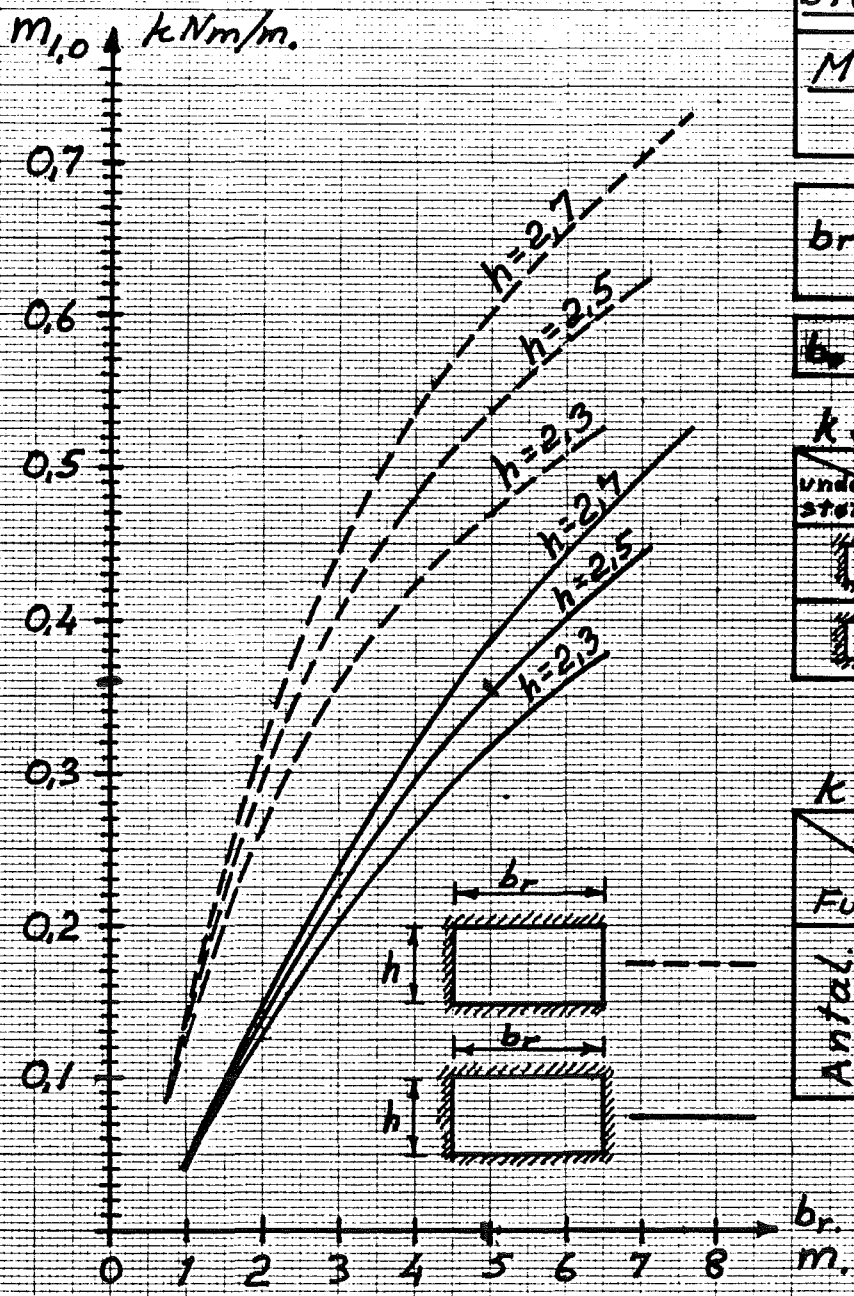
$$b_r \leq 2,83 \cdot h.$$

k_{vin}

Antal under stening	0	1	2
	1,0	0,75	0,5
	1,0	0,75	

k_{indsp}

		Antal		
		0	1	2
Antal.	Fuld	1,0	1,11	1,22
	1	1,21	1,32	
	2	1,41		



Lodret + vandret belastet murværk, N+M.

Søjle- og pladefunktion.

Momentet fra den vandrette vindlast øger excentriciteten med $e_c = M_{wd}/N_d$. (side 17).

$$e_t = \frac{2}{3}e_0 + e_s + e_c$$

Da excentriciteten e_t i en 108+108 mm hulmur iflg side 24 er 24 mm for lodret last, bliver e_t for Lodret + vandret last.

$$e_t = 24 + \frac{M_{wd}}{N_d}$$

Hvilket vil sige at murens lodrette bæreevne bliver mindre i denne lastkombination.

Eksempel.

108+108 mm hulmur, $h \times b_0 = 2,5 \times 3,7$ m

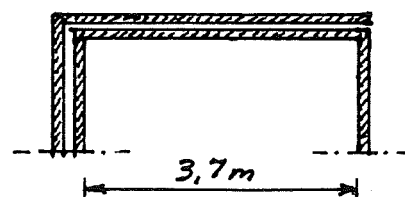
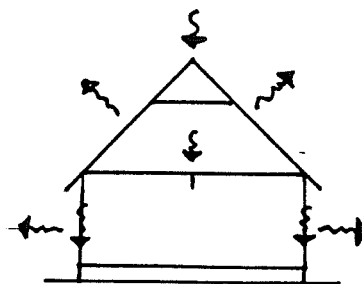
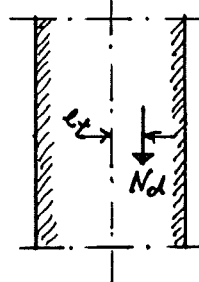
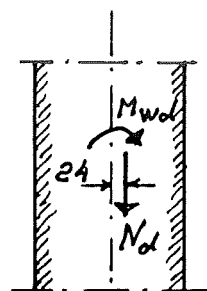
stenkl. 15, mørtel KC 50/50/700.

$N_d = 26,0$ kN/m, $W_d = 1,17$ kN/m².

$$b_0 = 3,7 \text{ m} \cong 2,83 \cdot 2,5 = \underline{7,07 \text{ m}}$$

$$b_r = \frac{3,7}{1,32} = \underline{2,80 \text{ m}}$$

firsidig understøttet.



iflg. diagram side 30,

$$m_{1,0} = \underline{0,22 \text{ kNm/m.}}$$

$$m_{1,0d} = m_{wd} = 0,5 \cdot 0,22 \cdot 1,17 = \underline{0,13 \text{ kNm/m}}$$

$$e_t = 24 + \frac{0,13}{26,0} \cdot 10^3 = \underline{29 \text{ mm.}}$$

iflg. diagram side 12.

$$L_s = 0,9 \cdot 1,65 = \underline{1,49 \text{ m.}}$$

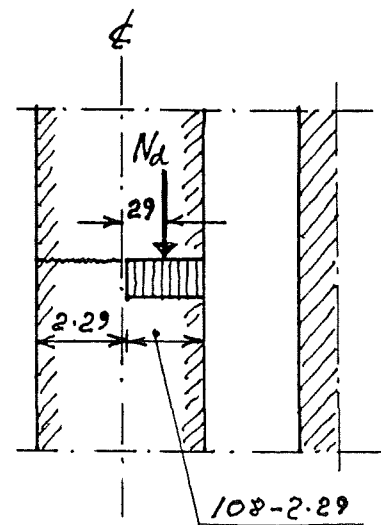
$$\frac{L_s}{t_d - 2e_t} = \frac{1490}{108 - 2 \cdot 29} = \underline{29,8}$$

iflg. diagram side 20

$$k_s = \underline{0,23.}$$

$$N_{ud} = 0,23 \cdot 1,0 \cdot 1000 \cdot (108 - 2 \cdot 29) \cdot 2,81 \cdot 10^{-3}$$

$$N_{ud} = \underline{32,32 \text{ kN/m}} \approx N_d = \underline{26,0 \text{ kN/m}}$$



$$N_{ud} = k_s \cdot k_f \cdot b_e (t_d - 2e_t) \cdot f_{nd}$$

Forud for ovenstående be-
regning, er hulmurens pla-
defunktion eftervist, se herom
side 27.

Eksempel.

Stenkl. 22, mørtel KC 20/80/550.

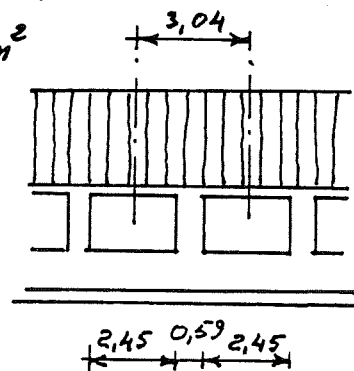
108+168 mm hulmur, $f_{nd} = \underline{4,18 \text{ N/mm}^2}$

Last fra tag $r_d = 20,0 \text{ kN/m}$,

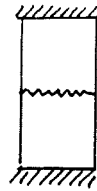
Vindlast $w_d = 0,70 \text{ kN/m}^2$, $L_s = 2,8 \text{ m}$.

$$N_d = 20,0 \cdot 3,04 + 3,1 \cdot 2,8/2 \cdot 0,59 = \underline{63,36 \text{ kN.}}$$

$$M_{wd} = 1/8 \cdot 0,70 \cdot 3,04 \cdot 2,8^2 = \underline{2,09 \text{ kNm.}}$$



Da 108 mm formuren er uden lodret last, og 2-sidig understøttet kan den ikke optage nogen vindlast, d.v.s. at hele momentet skal optages af den bærende 168 mm vange.



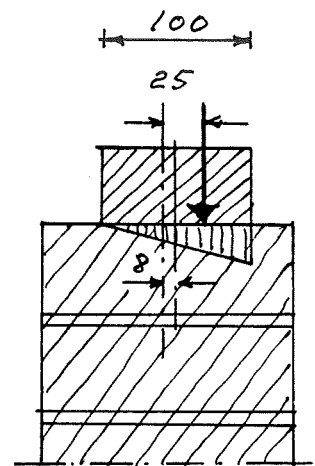
$$e_0 = 8 + \frac{100}{2} - \frac{100}{3} = \underline{25 \text{ mm}}$$

$$e_t = \frac{2}{3} \cdot 25 + 10 + \frac{2,09}{63,36} \cdot 10^3 = \underline{60 \text{ mm}}$$

$$\frac{l_s}{t_d - 2e_t} = \frac{0,9 \cdot 2800}{168 - 2 \cdot 60} = \underline{53} \rightarrow k_s = \underline{0,085}$$

$$N_{ud} = 0,085 \cdot 1,0 \cdot 590 (168 - 2 \cdot 60) \cdot 4,18 \cdot 10^{-3} =$$

$$N_{ud} = \underline{10,06 \text{ kN}} \geq N_d = \underline{63,36 \text{ kN}}$$



Rem midt på mur tolerance 8 mm.

Det vil sige muren holder ikke.

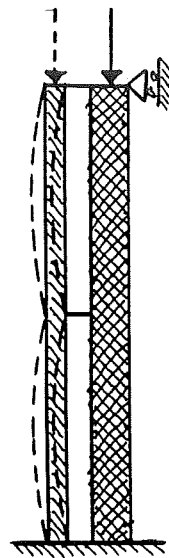
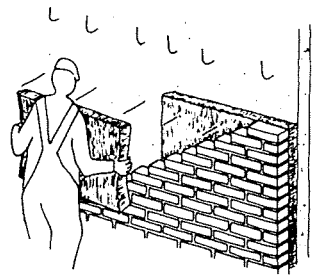
Problemet kan løses ved:

1. Tykkere mur.
2. Vindueselementer fra gulv til loft og evt. skalmuret brystning.
3. Vindbjælke i murpille.
4. Ændring af konstruktionssystemet.

Skalmure.

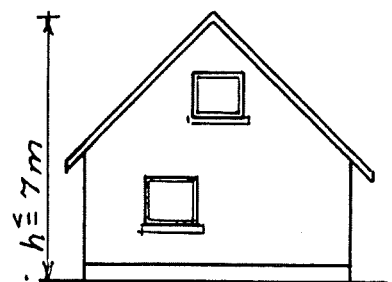
Skalmure skal være mindst 70 mm tykke, og muret mindst i mørtel KC 60/40/850.

Skalmuren er en massiv lodret mur som udover sin egenlast ikke bærer andre væsentlige lodrette laster. Skalmuren skal være fastholdt med bindere til en bagvedliggende konstruktion, som i sig selv er stivere end skalmuren, og som er stabil overfor alle forekommende laster.



Huse indtil 7m^s højde.

Hvis skalmuren udføres af mindst 1/2-stens mur, stilles der ikke materialekrav til den bagvedliggende konstruktion som skalmuren forankres til, men den skal selvfølgelig kunne optage skalmurens vandrette belastning.



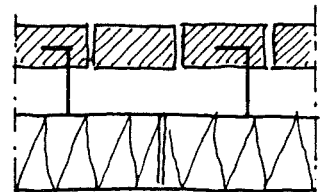
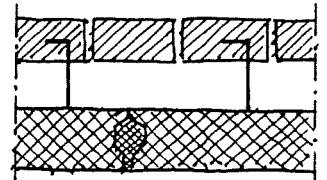
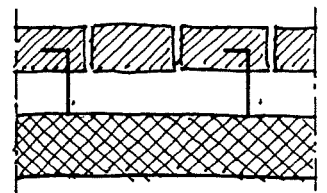
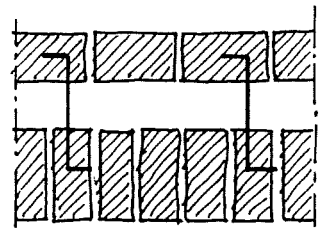
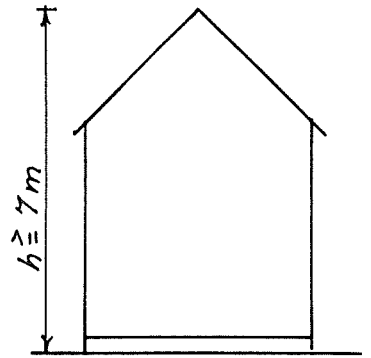
Binderne kan være af 4 mm varmforzinket stål, jævnt

fordelt med 8 stk pr m^2 mur.
 Det er også muligt at anvende andre binder typer efter samme regel.

Huse højere end 7 m.

Her skal skalmuren også være forankret med binde-
 re til en bagvedliggende
 konstruktion som i sig
 selv er stivere end skal-
 muren, og som er stabil
 overfor alle forekommende
 laster. Dette krav anses
 for opfyldt når den bag-
 vedliggende konstruktion
 er udført som: murværk,
 beton støbt in-situ eller
 som elementer af beton
 eller letbeton.

Trådbinderne skal være
 mindst 3 mm og korrosi-
 onsfaste, f. eks: rustfrit
 stål 18/8 eller tinbrønde.
 Binderne sættes med max.
 $0,6 m^2$ afstand i vandrette
 rækker hvis afstand er
 afhængig af vindlast, og



af lasten fra ovenstående skalmur, hvilket får til følge at der skal være flest binderrækker i de øverste etager.

Teknisk stabi opgiver at for et hus med en højde indtil 25m, kan den lodrette afstand mellem binderrækkerne målt oppefra sættes til.

Øverste etage:

0,07 - 0,13 - 0,20 - 0,60 - 0,80 - 1,0 m.

Næstøverste etage:

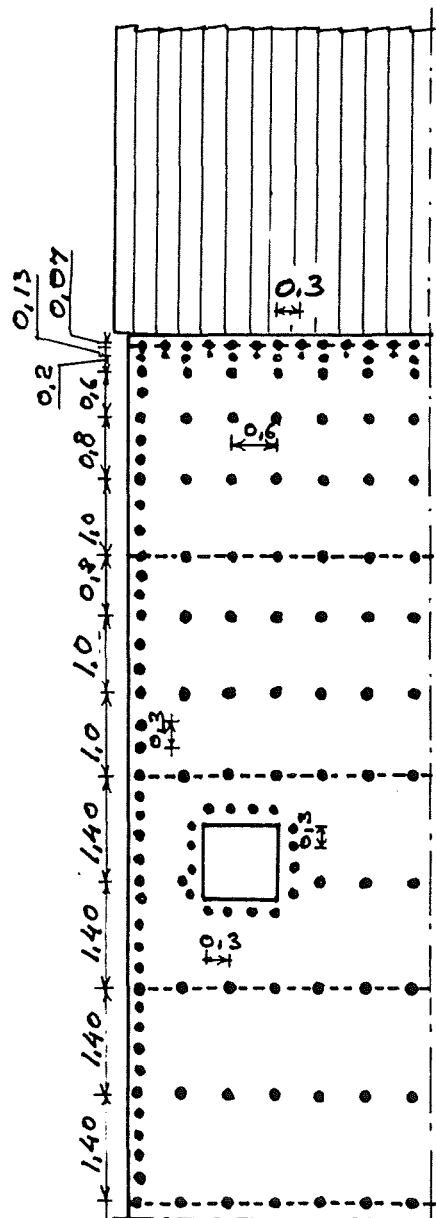
0,80 - 1,0 - 1,0 m.

Følgende etager:

1,40 - 1,40 m.

Afstandene gælder for en 1/2-stens skalmur i farligste terrænklasse.

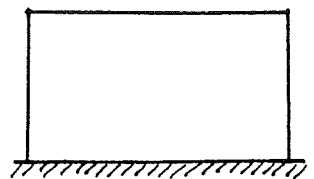
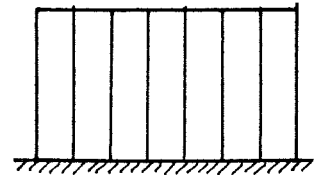
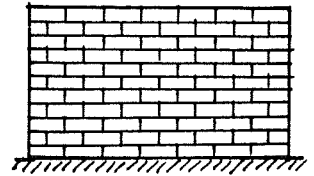
Ved frie kanter, såsom hjørner, vinduer og stern, skal der ekstra bindere med 0,3 m afstand.



Facadehjørne.

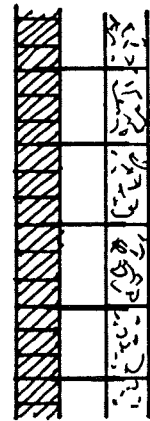
Kombinationsmure.

I hulmure hvor for- og bagmur er udført af forskelligt materiale, er formuren typisk af 108 mm tegl, og bagvæggen som er den bærende kan være af letbetonblokke, rumhøje elementer eller halvægselementer.



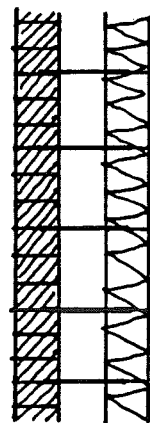
Teglsten + klinkerbetonblokke.

Med en 100 mm bagmur af klinkerbetonblokke blokl. 3,5 og $L_s = 2,6$ m, vil bæreevnen for lodret last stort set svare til 108 + 108 mm tegl.



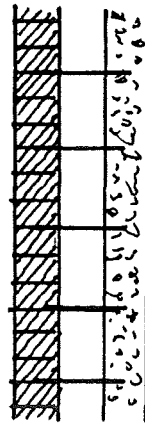
Teglsten + porebetonblokke.

Med en 100 mm bagmur af porebetonblokke blokl. 3,5 og $L_s = 2,6$ m, vil den lodrette bæreevne stort set svare til halvdelen af bæreevnen for 108 + 108 mm tegl.

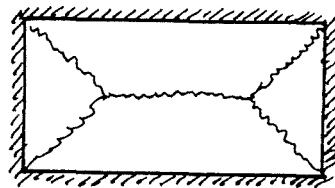


Teglsten + klinkerbetonhelvægselement.

Da helvægselementer er støbt som en enhed, undgås den svækkelse som murværkets fuger giver, det betyder at et 100mm element af klinkerbeton 3,5 og $l_s = 2,6m$ har en lodret bæreevne der er ca. 25% større end bæreevnen for 108+108mm tegl.



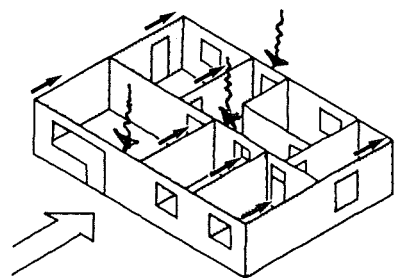
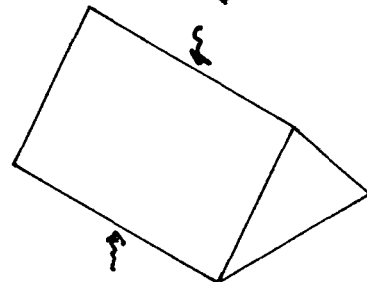
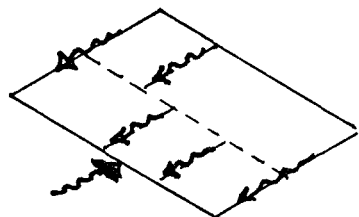
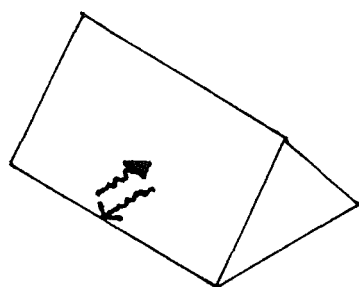
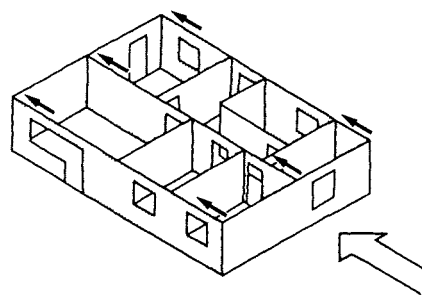
Elementet har også en fordel i forhold til murværk når det gælder pladefunktion.



Stabiliserende mure.

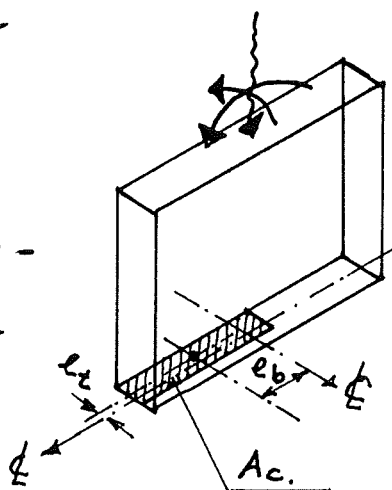
En bygnings vindbelastning fordeles af ydervæggene, dels til de afstivende mure og dels til „loftskiven“. Vindlasten fra taget og „loftskiven“ belaster de stabiliserende mure det vil sige „murskiven“ i overkanten mens ydervæggene belaster den lodrette kant.

For at en muret væg kan være stabiliserende skal den være lodret belastet, der vil altid i en bygning være „vægskiver“ hvor deres egenvægt er eneste lodrette last, men disse er altså normalt ikke så gode til at stabilisere huset som de belastede vægge.



Murskivens statik.

En mur der belastes lodret får excentriciteten e_t i murens tykkelsesretning, og hvis muren også belastes vandret parallelt med sit plan får den excentriciteten e_b i murpillens bredderetning.



Eksempel.

108 mm mur, $b \cdot h = 3,0 \cdot 2,6 \text{ m}$.

$e_t = 25 \text{ mm}$, stenkl. 15,
mørtel KC. 50/50/1700

halvstensforbandt.

$N_d = 20,00 \text{ kN}$.

$H_d = 2,30 \text{ kN}$ overkant væg.

$H_d = 2,70 \text{ kN}$ forkant væg.

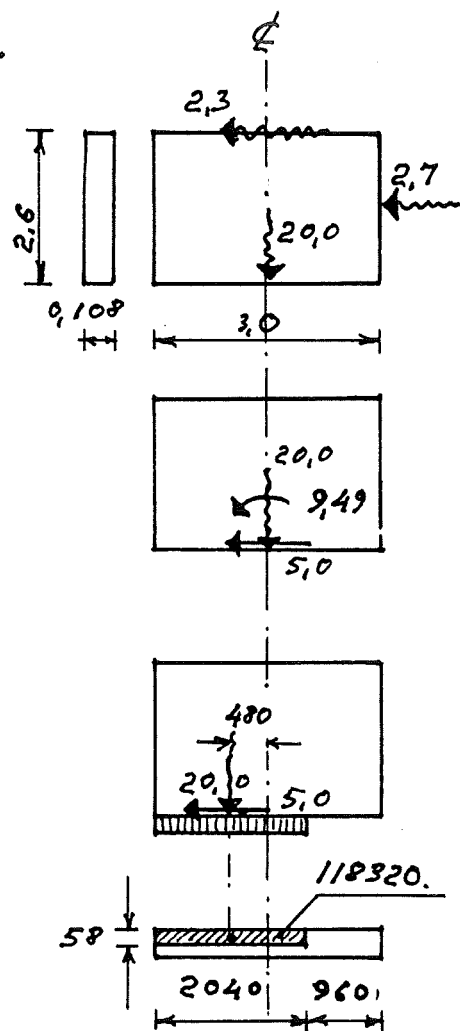
$$M_d = 2,3 \cdot 2,6 + 2,7 \cdot 2,6/2 = \underline{9,49 \text{ kNm}}$$

$$V_d = 2,30 + 2,70 = \underline{5,0 \text{ kN}}$$

$$e_b = \frac{M_d}{N_d} = \frac{9,49}{20,0} = \underline{0,48 \text{ m}}$$

$$A_c = (t - 2e_t) \cdot (b - 2e_b)$$

$$A_c = (108 - 2 \cdot 25) \cdot (3000 - 2 \cdot 480) = \underline{118320 \text{ mm}^2}$$



$$108 - 2 \cdot 25 = \underline{58 \text{ mm}}$$

$$3000 - 2 \cdot 480 = \underline{2040 \text{ mm}}$$

Eksemplet fortsætter under
"murskivens" brudformer.

"Murskivens" brudformer.

1. Tipning.
2. Glidning.
3. Vandret forskydning.
4. Lodret forskydning.
5. Tryk/søjle.

Tipning.

$$M_{stab.} \geq M_{tip.}$$

Eksempel forsat.

$$M_{stab} = 20,00 \cdot 3,0/2 = \underline{30,0 \text{ kNm.}}$$

$$M_{tip} = 2,3 \cdot 2,6 + 2,7 \cdot 2,6/2 = \underline{9,49 \text{ kNm.}}$$

$$M_s = \underline{30,0 \text{ kNm}} \geq M_T = \underline{9,49 \text{ kNm.}}$$

eller regn. sikkerhed mod
tipning

$$N_d = \frac{M_s}{M_T} = \frac{30,0}{9,49} = \underline{3,16 \geq 1.}$$

Glidning.

$$V_d \leq \mu \cdot N_d$$

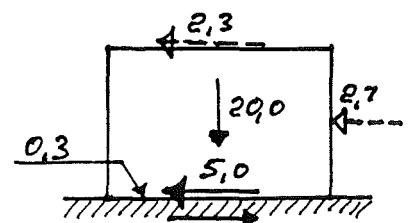
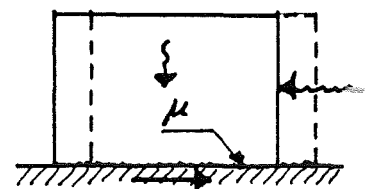
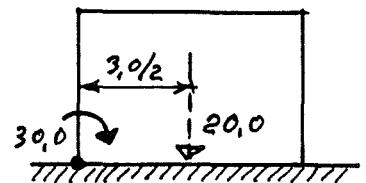
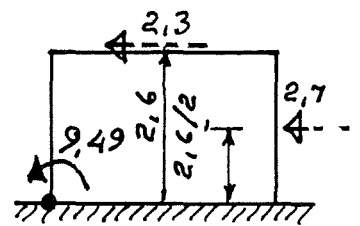
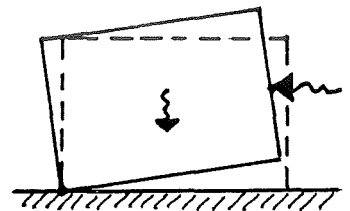
Friktionskoefficienten μ .

Mørtelfuge på plastfolie 0,3

Mørtelfuge på murpap 0,2

Eksempel forsat.

$$V_d = \underline{5,00 \text{ kN}} \leq 0,3 \cdot 20,00 = \underline{6,00 \text{ kN}}$$



Vandret forskydning.

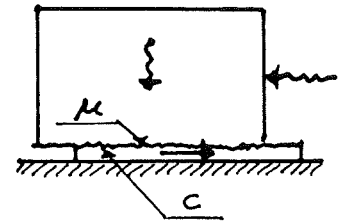
$$V_{ud} \leq \mu \cdot N_d + c \cdot A_c$$

Friktionskoefficienten μ

Mørtelfuge uden indlæg 0,5.

Kohæsionsstyrken i mørtel-fuge $c = 0,1 \text{ N/mm}^2$

$A_c = \text{trykpåvirkede areal.}$

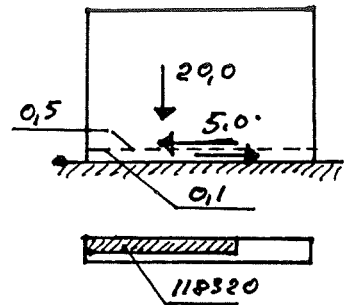


Eksempel forsat.

$$V_{ud} = \mu \cdot N_d + c \cdot A_c.$$

$$V_{ud} = 0,5 \cdot 20,00 + 0,1 \cdot 118320 \cdot 10^{-3} = \underline{21,83 \text{ kN}}$$

$$V_d = \underline{5,00 \text{ kN}} \leq V_{ud} = \underline{21,83 \text{ kN.}}$$

Lodret forskydning.

$$V_d \leq k_m \cdot f_c \cdot k_f \cdot A_c$$

Materialefaktor $k_m = \begin{cases} 0,03 \text{ tegl.} \\ 0,10 \text{ letbeton.} \end{cases}$

$f_c = \text{sten- eller blokkklasse.}$

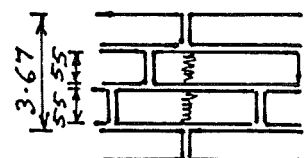
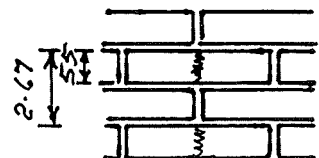
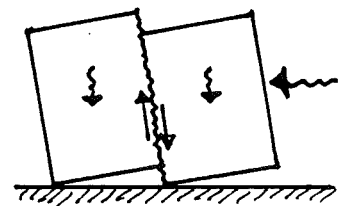
$k_f = \text{fugefaktor d.v.s. forholdet mellem effektive- og hele areal.}$

Studs-fuge i hvert 2. skifte.

$$k_f = \frac{55}{2 \cdot 67} = \underline{0,41.}$$

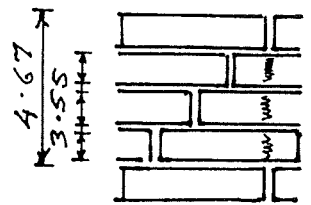
Studs-fuge i hvert 3. skifte

$$k_f = \frac{2 \cdot 55}{3 \cdot 67} = \underline{0,55.}$$



Studsuge i hvert 4. skifte.

$$k_f = \frac{3 \cdot 55}{4 \cdot 67} = \underline{0,62}$$

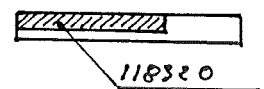
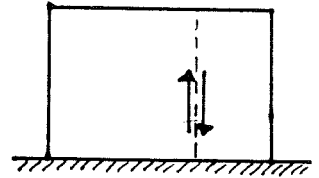


Eksempel forsat.

$$V_{ud} = k_m \cdot f_c \cdot k_f \cdot A_c$$

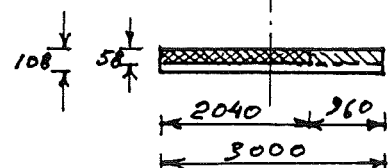
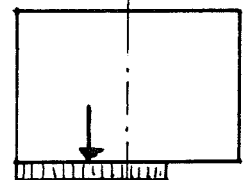
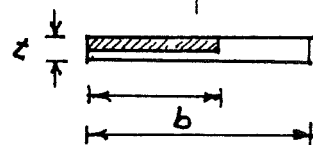
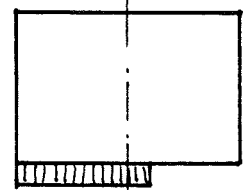
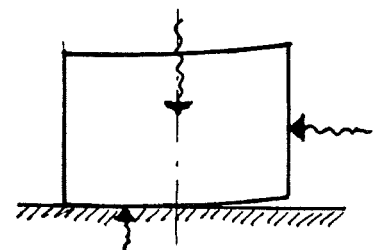
$$V_{ud} = 0,03 \cdot 15 \cdot 0,41 \cdot 118320 \cdot 10^{-3} = \underline{21,83 \text{ kN}}$$

$$V_d = \underline{5,00 \text{ kN}} \leq V_{ud} = \underline{21,83 \text{ kN}}$$



Tryk / søjle.

Den vandrette belastning på „murskiven“ resulterer, som det fremgår af eks. side 40, i et smallere trykareal og deraf en mindre lodret bæreevne.



Eksempel forsat.

$$\frac{l_s}{t_d \cdot 2e_t} = \frac{2600}{58} = \underline{45} \rightarrow k_s = \underline{0,12}$$

$$N_{ud} = 0,12 \cdot 0,9 \cdot 2040 \cdot 58 \cdot 2,81 \cdot 10^{-3} =$$

$$N_{ud} = \underline{35,91 \text{ kN}} \approx N_d = \underline{20,0 \text{ kN}}$$

De 2 bæreevner kan dog ikke umiddelbart sammenlignes, idet de indgår i forskellige lastkombinationer.

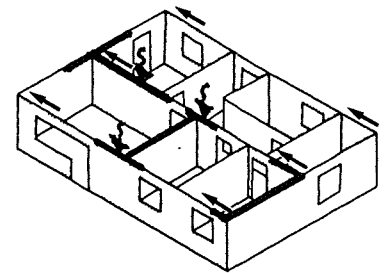
$$g + q \cdot 1,3 + s \cdot \psi$$

$$g + (q + s) \psi + w \cdot 1,3$$

$$0,85g + 1,3w$$

Tyndfligede tværsnit.

Ofte danner de stabiliserende „murskivers“ rektangulære tværsnit sammen med tværgående mure, tværsnitsformer som T, L, H eller U. Sådanne tværsnit vil altid kunne optage større vandret belastning end tværsnitkroppen alene.



De omtalte tværsnit har også den fordel, at de altid vil være lodret belastede på fligene eller kroppen.

Teglbjælker.

En teglbjælke består af en et skifte høj prefabrikeret tegloverligger, som påmures et antal skifter.

Tegloverliggerne til bagmure og skillevægge leveres normalt armeret med 8 mm Kam- eller tentorstål.

Facadeoverliggerne armeres med 8 mm rustfast stål

Med 8 mm armering kan bæreevnen ikke øges ved at gøre teglbjælken højere end 9 skifter.

Det er vigtigt at teglbjælker mures med fyldte fuger, så tryk- og forskydningsspændingerne kan optages.



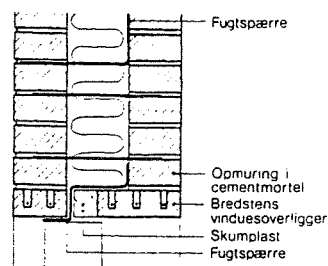
Figur 2. Overligger af hele sten, (løbere).



Figur 3. Overligger af halve sten, (kopper).



Figur 4. Overligger af hele og halve sten, (munkeforbandt).



Deklareringsordning for tegloverligger under udarbejdelse i Dansk Murstenskontrol

Producenter, der ønsker at markedsføre tegloverligger, som produceres i henhold til danske normer og forskrifter skal deklarere tegloverligger i henhold til DS 414. Dansk Murstenskontrol vil i løbet af 1989 tilbyde producenter af tegloverligger en deklareringsordning, som oplyder murværksnormens bestemmelser om varedeklaration, mærkning og kontrol.

Varedeklarationen omfatter:

1. Producent.
2. Armeringstype og -dimension.
3. Anvendelsesområde.
4. Styrkeformid.

Mærkning

Mærkning for identifikation af tegloverligger sker på den enkelte overligger.

Dansk Murstenskontrol har godkendt nedenfor viste mærke, som identifikationsmærke for deklarerede tegloverligger.

På dette mærke, som er af plast eller af tilsvarende materiale, angives producentens navn som vist ved en forkortelse.

Mærkets farve angiver anvendelsesområde

Et grønt mærke gælder for anvendelsesområde F, aggressivt og moderat miljø. \varnothing 8 mm rustfast armering, antal armeringsjern

Et rødt mærke gælder for anvendelsesområde bagmuroverligger, basalt miljø. \varnothing 8 mm tentorstål-kamstål, antal armeringsjern

Et gult mærke gælder for armering efter bestilling.



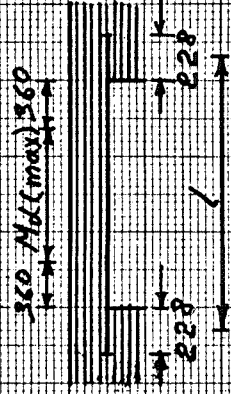
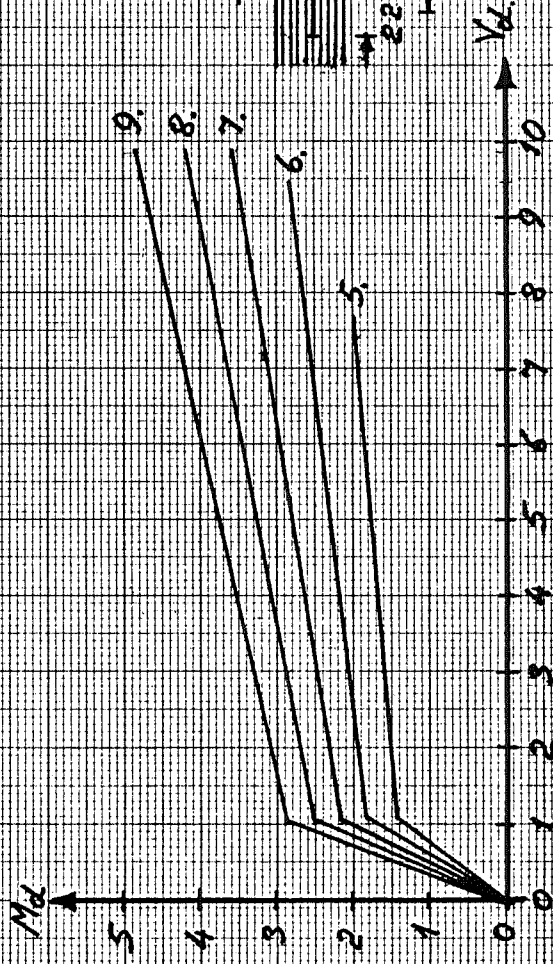
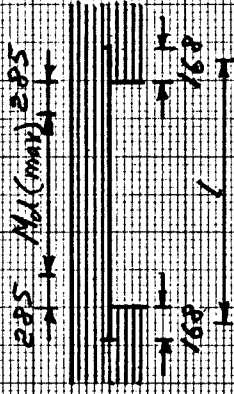
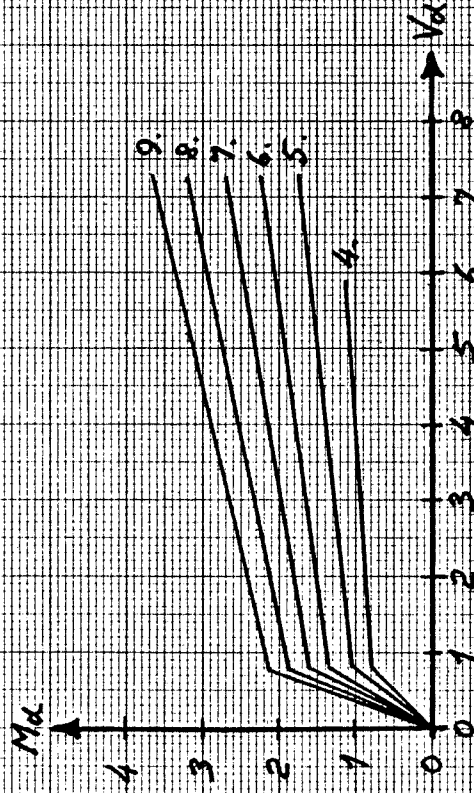
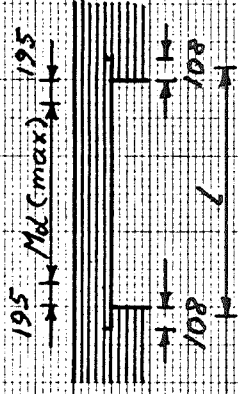
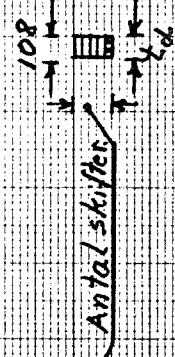
Identifikationsmærke

Teglbygjelker.

108 mm, Stenkl. 15, KC-mørtel 50/50/100.

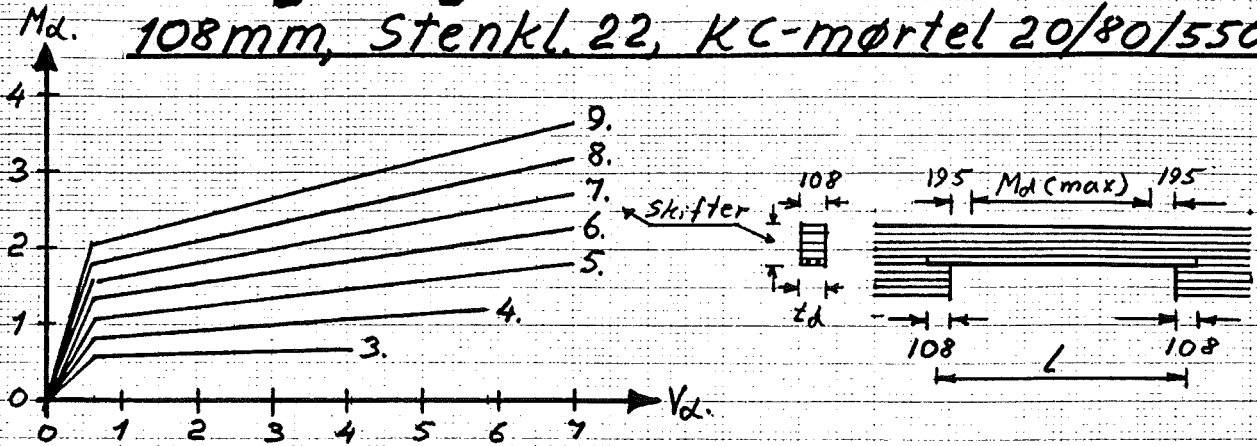
$$M_d(108) = M_d(c_{ed}) \cdot \frac{108}{z_d}$$

$$V_d(108) = V_d(c_{ed}) \cdot \frac{108}{z_d}$$



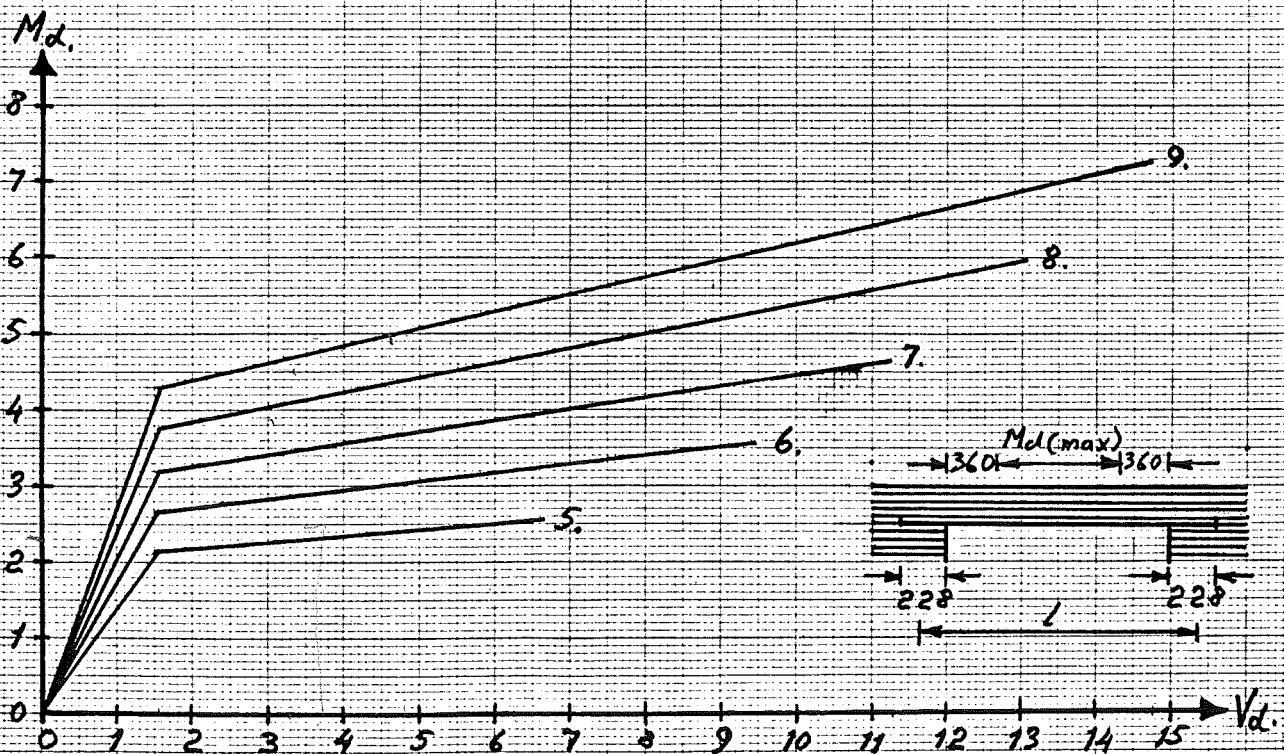
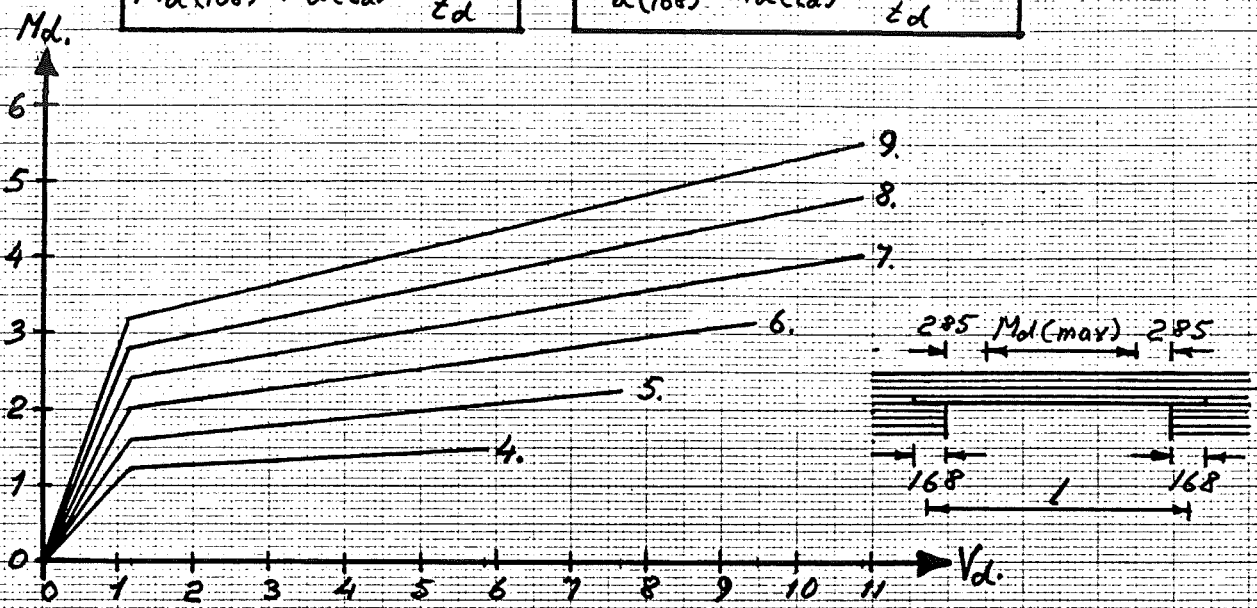
Teglbjælker.

108mm, Stenkl. 22, KC-mørtel 20/80/550.



$$M_d(108) = M_d(l_d) \cdot \frac{108}{l_d}$$

$$V_d(108) = V_d(l_d) \cdot \frac{108}{l_d}$$



Eksempel

Tegl bjælke over 1,21 m
åbning, 168 mm mur.

$$l = 1,21 + 0,11 = \underline{1,32 \text{ m.}}$$

$$q_d = 3,10 \cdot 0,60 = \underline{1,86 \text{ kN/m.}}$$

$$V_A = \frac{1}{2} \cdot 1,86 \cdot 1,32 + \frac{6,00 \cdot 0,92}{1,32} = \underline{5,44 \text{ kN.}}$$

$$V_B = \frac{1}{2} \cdot 1,86 \cdot 1,32 + \frac{6,00 \cdot 0,40}{1,32} = \underline{3,07 \text{ kN.}}$$

$$V_{d,0,4} = 5,44 - 1,86 \cdot 0,40 = \underline{4,70 \text{ kN.}}$$

$$M_d = \frac{5,44 + 4,70}{2} \cdot 0,40 = \underline{2,03 \text{ kNm.}}$$

$$V_d = \underline{5,44 \text{ kN}}$$

$$M_{d(108)} = 2,03 \frac{108}{168} = \underline{1,31 \text{ kNm.}}$$

$$V_{d(108)} = 5,44 \frac{108}{168} = \underline{3,50 \text{ kN.}}$$

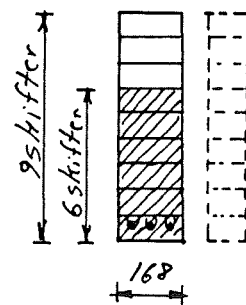
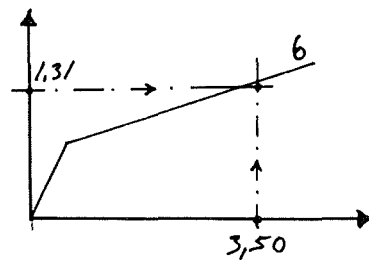
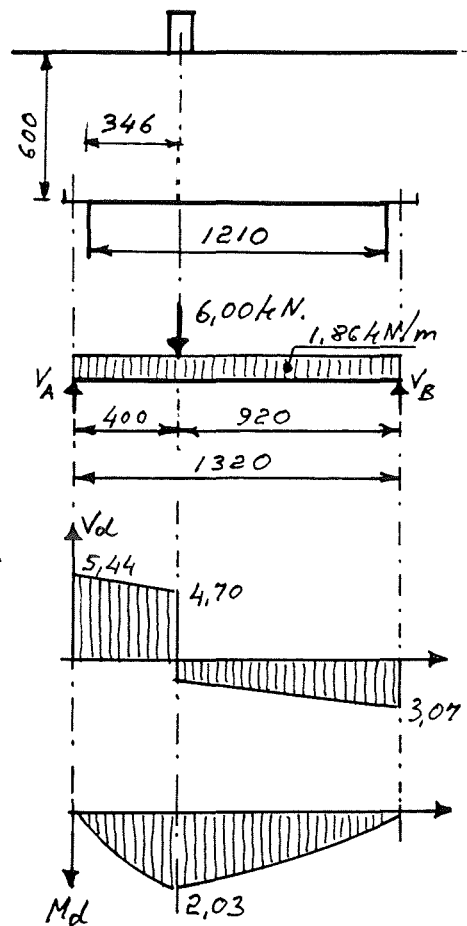
Vederlag 108 mm.

stenkl. 15

Mørtel KC 50/50/700.

Iflg. diagram $h = 6$ skifter.

$$\alpha = 400 - \frac{108}{2} = \underline{346 \text{ mm} > 195 \text{ mm}}$$



Bjælkevederlag.

Trykspændingerne i et vederlag er bestemt af last og trykareal.

$$\sigma_c = \frac{V_A}{b \cdot d} \leq f_{cnd}$$

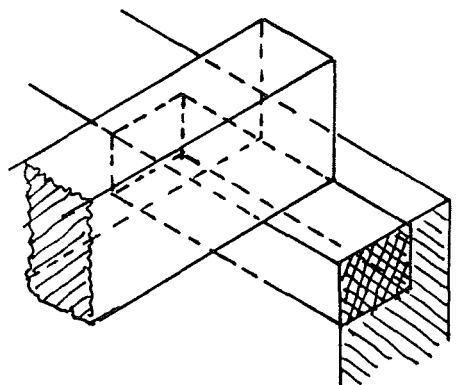
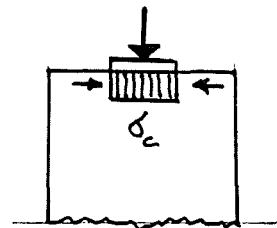
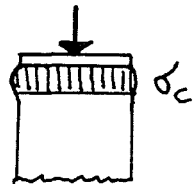
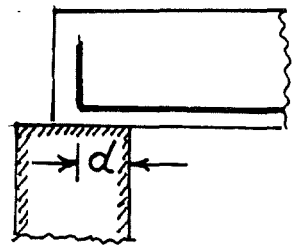
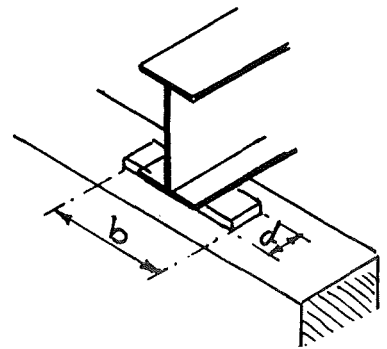
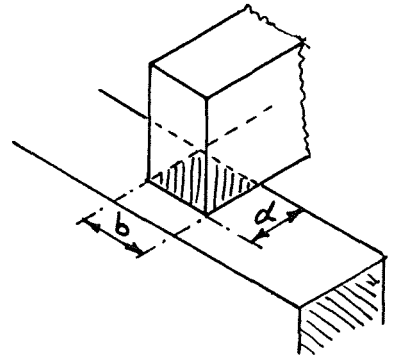
og da der ikke er nogen søjlevirkning er trykstyrken f_{cnd} .

Ved jernbeton regnes vederlagets dybde kun til enden af armeringen.

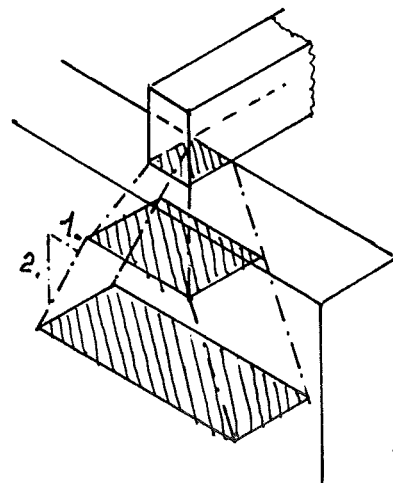
Hvis spændingsarealets omgivende murværk giver tilstrækkelig sidestøtte, kan styrken øges med 50%.

$$\sigma_c = \frac{V_A}{b \cdot d} \leq 1,5 \cdot f_{cnd}$$

Hvis spændingerne bliver for store kan det være nødvendigt med vederlagsbjælker.



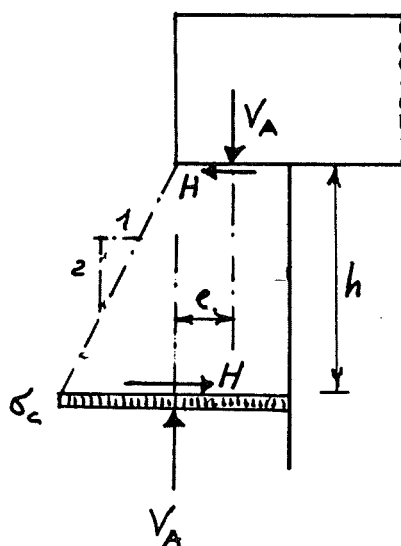
Problemet kan også løses ved at mure vederlaget i et stærkere murværk. Spændingerne fra vederlaget fordeler sig lige-
 ligt ned gennem muren til alle sider med hæld-
 ningen 1:2, hvilket bety-
 der at det ofte kun er
 nødvendigt med nogle
 få skifter i det stærkere
 murværk.



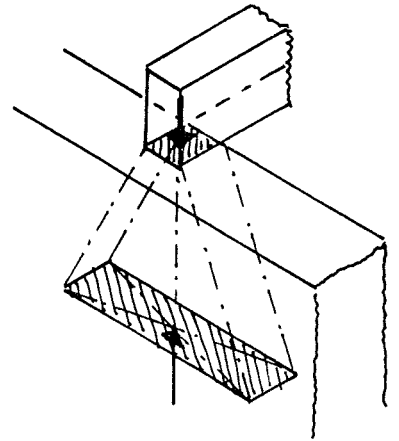
Hvis udbredningen af lasten er ensidig, skal der tages hensyn til de vandrette kræfter som er en følge af excentri-
 citeten.

$$\sum M = 0: \Rightarrow V_A \cdot e = H \cdot h.$$

Ved excentricitet paral-
 lelt med murens plan,
 vil murens gode "skivee-
 genstaber" betyde at en
 nærmere undersøgelse
 sjældent er nødvendig.



For excentricitet vinkelret på murens plan vil problemet være større, men hvis man undlader at regne med udbredning af lasten vinkelret på muren er der ingen excentricitet.

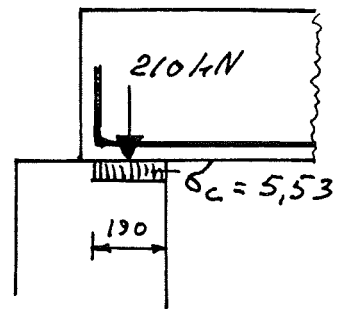


Eksempel.

Mur i
 Stenkl. 15 mass. } $f_{cnd} = \underline{2,81 N/mm^2}$
 KC 50/50/700
 200 x 400 mm jernbetonbj.

$$V_A = 210 kN.$$

$$\sigma_c = \frac{210 \cdot 10^3}{200 \cdot 190} = \underline{5,53 N/mm^2} \approx \underline{2,81 \%}$$



Vederlag mures i

stenkl. 45 } $f_{cnd} = 5,60 N/mm^2$
 KC 50/50/700

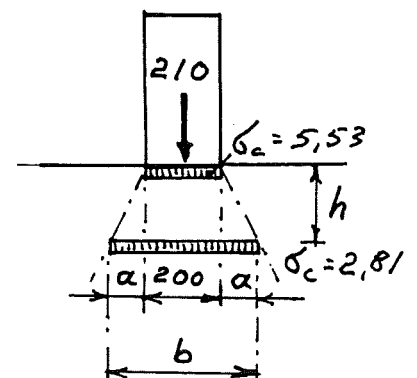
$$\sigma_c = \underline{5,53 N/mm^2} \leq f_{cnd} = \underline{5,60 N/mm^2}$$

Højde på Stenkl. 45 mur.

$$\sigma_c = \frac{210 \cdot 10^3}{b \cdot 190} \leq 2,81 N/mm^2 \Rightarrow$$

$$b = \frac{210 \cdot 10^3}{2,81 \cdot 190} = \underline{394 mm}$$

$$a = \frac{394 - 200}{2} = \underline{97 mm}$$



$$h = 2 \cdot a = 2 \cdot 97 = \underline{194 \text{ mm} \sim 3 \text{ skifter.}}$$

Da bjælkens udvidede spændingsareal også skal bære lasten fra de ovenstående konstruktioner, mures det forstærkede vederlag i 4 skifters højde.

$$b = 4 \text{ skifter} \cdot a \cdot 67 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 + 200 = \underline{468 \text{ mm}}$$

Last fra ovenstående konstr.

$$r_d = 56,0 \text{ kN/m}$$

$$\sigma_c = \frac{56,0 \cdot 10^3}{348 \cdot 1000} = \underline{0,16 \text{ N/mm}^2}$$

$$\sigma_c = \frac{210 \cdot 10^3}{190 \cdot 468} = \underline{2,36 \text{ ''}}$$

$$\leq \sigma_c = \underline{2,52 \text{ N/mm}^2}$$

$$\sigma_c = \underline{2,52 \text{ N/mm}^2} \leq f_{cnd} = \underline{2,81 \text{ N/mm}^2}$$

