



BEREGNING AF MURVÆRK EFTER EC6

KOGEBOG – BILAG

Copyright© Teknologisk Institut, Byggeri

Byggeri

Kongsvang Allé 29
8000 Aarhus C
Tlf. 72 20 38 00
poul.christiansen@teknologisk.dk

Bilag 1

Teknologisk Institut	Sagsansvarlig: pdc
Kongsvang Allé	Dato: 02-02-2012
8000 Århus C	Tid: 12:12
Projekt navn: Kogebog	Sagsnummer: 1355724-03
Komponent: B1. Gavl i tegl	Modul: Tværbelastet rektangulær væg

Specifikke forudsætninger

Væggen er udført af: Murværk

Væggens (regningsmæssige) dimensioner:

Længde = 3,450 m

Højde = 2,600 m

Tykkelse = 108 mm

Understøtningsforhold og evt. randmomenter for vægfeltets fire rande:

Venstre lodrette kant	: Indspændt
Højre lodrette kant	: Simpelt understøttet; randmoment = 0 Nm/m
Nederste vandrette kant	: Simpelt understøttet; randmoment = 0 Nm/m
Øverste vandrette kant	: Indspændt

Åbningers form, placering og størrelse:

Væggen har ingen åbninger.

Materialeparametre og last:

Karakterist. bøjn.trækstyrker i horisontale og vertikale snit:	$f_{tik} = 0,24 \text{ MPa}$	$f_{tsk} = 0,58 \text{ MPa}$
Konsekvens klasse = Normal	Kontrolklasse = Normal	
Regningsmæssig tværlast (se også randmomenter ovenfor)	$w = 0,47 \text{ kN/m}^2$	
Regningsmæssig lodret last	$n = 0,00 \text{ kN/m}$	

Bilag 1

Teknologisk Institut
Kongsvang Allé
8000 Århus C

Projekt navn: Kogebog
Komponent: B1.Gavl i tegl

Sagsansvarlig: pdc

Dato: 02-02-2012

Tid: 12:12

Sagsnummer: 1355724-03

Modul: Tværbelastet rektangulær væg

Delresultater

Væggens areal og totale tværlast:	$A = 9,0 \text{ m}^2$	$W = 4,2 \text{ kN}$
Partialkoefficient på styrker		$\gamma_m = 1,70$
Regningsmæssige bøjn.trækstyrker:	$f_{tld} = 0,14 \text{ MPa}$	$f_{tsd} = 0,34 \text{ MPa}$
Regn.mæss. brudmoment om lodret akse	$m_{su} = f_{tsd} * t^2 / 6$	$= 663 \text{ Nm/m}$
Regn.mæss. brudmoment om vandret akse:		
bidrag fra bøjningstrækstyrke	$m_0 = f_{tld} * t^2 / 6$	$= 274 \text{ Nm/m}$
bidrag fra lodret last	$m_1 = n * t / 6$	$= 0 \text{ Nm/m}$
Resulterende brudmoment om vandret akse		$m_{lu} = 274 \text{ Nm/m}$

Bilag 1

Teknologisk Institut
Kongsvang Allé
8000 Århus C

Projekt navn: Kogebog
Komponent: B1.Gavl i tegl

Sagsansvarlig: pdc

Dato: 02-02-2012

Tid: 12:12

Sagsnummer: 1355724-03

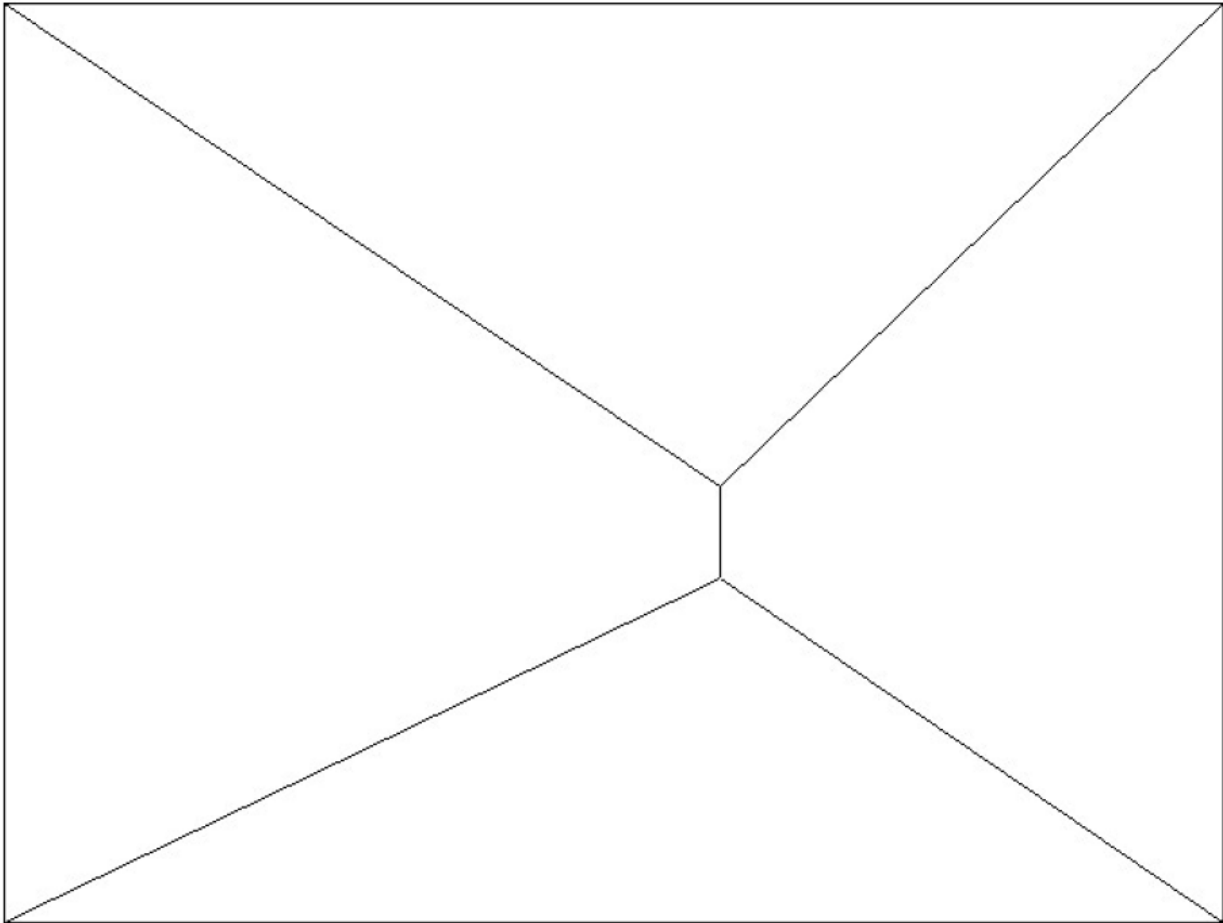
Modul: Tværbelastet rektangulær væg

Resultat

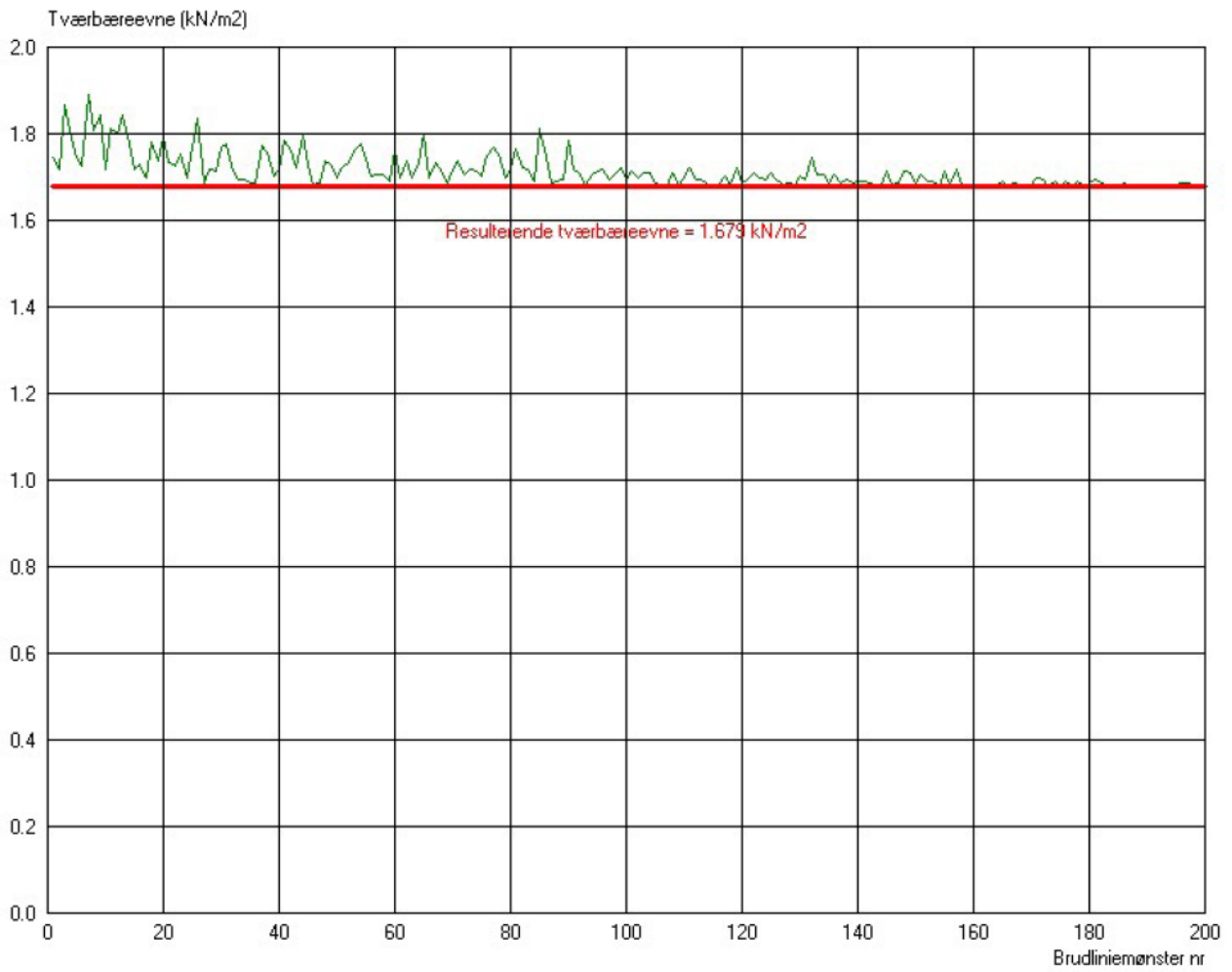
Brudlinieberegningen giver en regningsmæssig tværbæreevne på $q_u = 1,68 \text{ kN/m}^2$
på basis af de regningsmæssige brudmomenter $m_{su} = 663 \text{ Nm/m}$ og $m_{lu} = 274 \text{ Nm/m}$
Tværlasten er $w = 0,47 \text{ kN/m}^2$ Udnyttelsesgraden er $UG = w / q_u$ $UG = 28 \%$

Konklusion: Udnyttelsesgraden er $< 100 \%$: Tværbæreevnen er tilstrækkelig.

Bilag 1



Bilag 1



Bilag 2

Teknologisk Institut	Sagsansvarlig: pdc
Kongsvang Allé	Dato: 02-02-2012
8000 Århus C	Tid: 12:12
Projektnavn: Kogebog	Sagsnummer: 1355724-03
Komponent: B2. Facade i porebeton. Min lodr.last	Modul: Tværbelastet rektangulær væg

Specifikke forudsætninger

Væggen er udført af: Murværk

Væggens (regningsmæssige) dimensioner:

Længde = 5,800 m

Højde = 2,600 m

Tykkelse = 125 mm

Understøtningsforhold og evt. randmomenter for vægfeltets fire rande:

Venstre lodrette kant	: Indspændt
Højre lodrette kant	: Simpelt understøttet; randmoment = 0 Nm/m
Nederste vandrette kant	: Indspændt
Øverste vandrette kant	: Indspændt

Åbningers form, placering og størrelse:

Form	Koordinater til åbningens nederste venstre hjørne		Bredde (m)	Højde (m)
	x (m)	y (m)		
rektangel	1,494	1,000	0,970	1,010
rektangel	2,934	0,000	0,970	2,130
rektangel	4,434	1,000	0,610	1,010

Materialeparametre og last:

Karakterist. bøjn.trækstyrker i horisontale og vertikale snit:

$f_{tlk} = 0,50 \text{ MPa}$

$f_{tsk} = 0,45 \text{ MPa}$

Konsekvens klasse = Normal

Kontrolklasse = Normal

Regningsmæssig tværlast

$w = 0,92 \text{ kN/m}^2$

(se også randmomenter ovenfor)

Regningsmæssig lodret last

$n = 29,50 \text{ kN/m}$

Bilag 2

Teknologisk Institut	Sagsansvarlig: pdc
Kongsvang Allé	Dato: 02-02-2012
8000 Århus C	Tid: 12:12
Projektnavn: Kogebog	Sagsnummer: 1355724-03
Komponent: B2. Facade i porebeton. Min lodr.last	Modul: Tværbelastet rektangulær væg

Delresultater

Væggens areal og totale tværlast:	$A = 15,1 \text{ m}^2$	$W = 13,9 \text{ kN}$
Partialkoefficient på styrker		$\gamma_m = 1,70$
Regningsmæssige bøjn.trækstyrker:	$f_{tld} = 0,29 \text{ MPa}$	$f_{tsd} = 0,26 \text{ MPa}$
Regn.mæss. brudmoment om lodret akse	$m_{su} = f_{tsd} * t^2 / 6$	$= 689 \text{ Nm/m}$
Regn.mæss. brudmoment om vandret akse:		
bidrag fra bøjningstrækstyrke	$m_0 = f_{tld} * t^2 / 6$	$= 766 \text{ Nm/m}$
bidrag fra lodret last	$m_1 = n * t / 6$	$= 615 \text{ Nm/m}$
Resulterende brudmoment om vandret akse		$m_{lu} = 1381 \text{ Nm/m}$

Teknologisk Institut	Sagsansvarlig: pdc
Kongsvang Allé	Dato: 02-02-2012
8000 Århus C	Tid: 12:12
Projektnavn: Kogebog	Sagsnummer: 1355724-03
Komponent: B2. Facade i porebeton. Min lodr.last	Modul: Tværbelastet rektangulær væg

Resultat

Brudlinieberegningen giver en regningsmæssig tværbæreevne på $q_u = 3,38 \text{ kN/m}^2$
på basis af de regningsmæssige brudmomenter $m_{su} = 689 \text{ Nm/m}$ og $m_{lu} = 1381 \text{ Nm/m}$
Tværlasten er $w = 0,92 \text{ kN/m}^2$ Udnyttelsesgraden er $UG = w / q_u$ $UG = 27 \%$

Konklusion: Udnyttelsesgraden er $< 100 \%$: Tværbæreevnen er tilstrækkelig.

Bilag 2

Supplerende krav

Da vægfeltet er påvirket af lodret last ud over dets egenlast, skal vægfeltets søjlebæreevne bestemmes i henhold til DS 414:2005, pkt. 6.4 og 6.5, med en ækvivalent tværlast og et ækvivalent topmoment. Se DS 414, Anneks C(5), hvor der dog henvises til pkt. 6.6.3, hvilket må være en fejl.

Beregning af et vægfeltets søjlebæreevne i henhold til DS 414:2005, pkt. 6.4 og 6.5 (og 6.8(2)), kan foretages med modulet "Lodret belastet muret væg". Denne beregning forudsætter et *4-sidet vægfelt* (endnu en trykfejl i Anneks C(5)) understøttet foroven og forneden (*2-sidigt understøttet*). Vægfeltet skal som nævnt belastes med en ækvivalent tværlast og et ækvivalent topmoment, som bestemmes ved at multiplicere den aktuelle tværlast og det aktuelle topmoment med en reduktionsfaktor k_a . For et vægfelt uden åbninger og uden lodret last kan reduktionsfaktoren bestemmes ved hjælp af tabel V C.1.

For en bærende væg med en stor lodret last (som fx en bærende væg i stueetagen af en 3-etagers boligblok) er anisotropiforholdet (jfr. 6.6.3(7)) ofte af størrelsesordenen 1,0 til 1,5, og k_a bliver i nogle tilfælde 2 til 3 gange så stor som i den tilsvarende væg uden lodret last.

For et vægfelt med åbninger foretages søjleberegningen på vægstykkerne mellem åbningerne, og den samlede last på hele vægfeltet fordeles på disse lodret gennemgående vægstykker. I dette tilfælde kan reduktionsfaktoren k_a blive større end 1, og tilsvarende kan den ækvivalente last (tværlast og topmoment) på de gennemgående vægstykker blive større end de aktuelle laster taget over hele vægfeltet.

For et vægfelt med lodret last og/eller åbninger kan k_a og den ækvivalente last ikke meningsfuldt bestemmes på basis af tabel V C.1. I stedet foreslås det at k_a og den ækvivalente last bestemmes med større hensyntagen til de aktuelle forhold som beskrevet nedenfor.

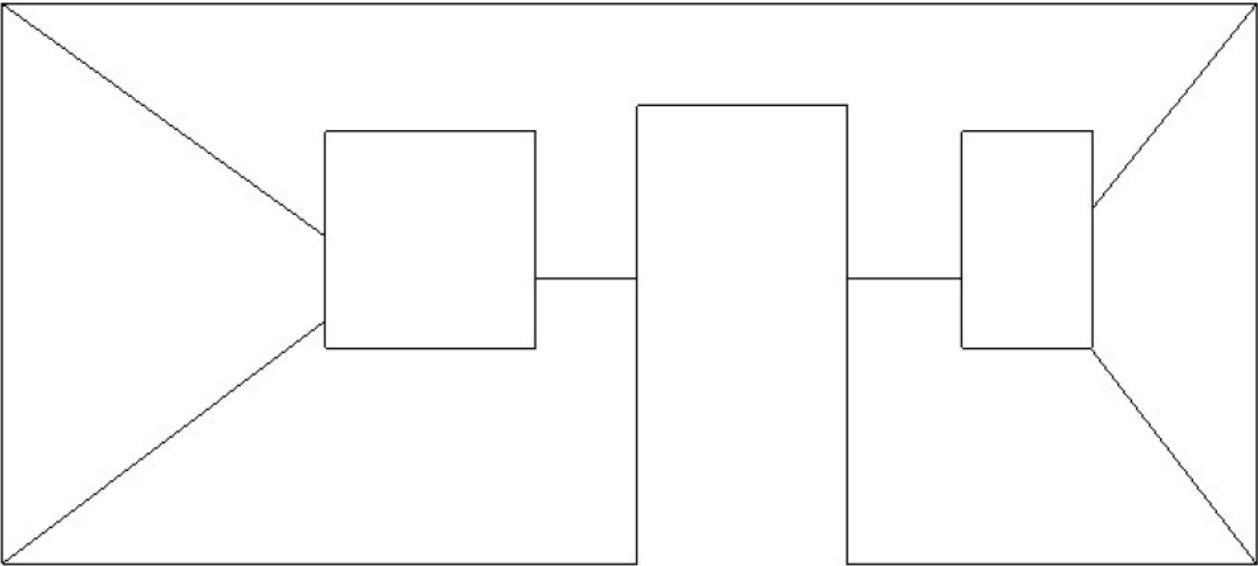
Ved aktuelle understøtningsforhold og aktuelle reduktioner af væggenes tværsnit som følge af åbninger giver tværlasten m_{lu} = 1381 Nm/m
 q_u momentet

I en væg med simpelt lodret spænd og uden åbninger medfører tværlasten q_u det simple maksimalmoment $m_s = q_u * h^2/8$ = 2857 Nm/m

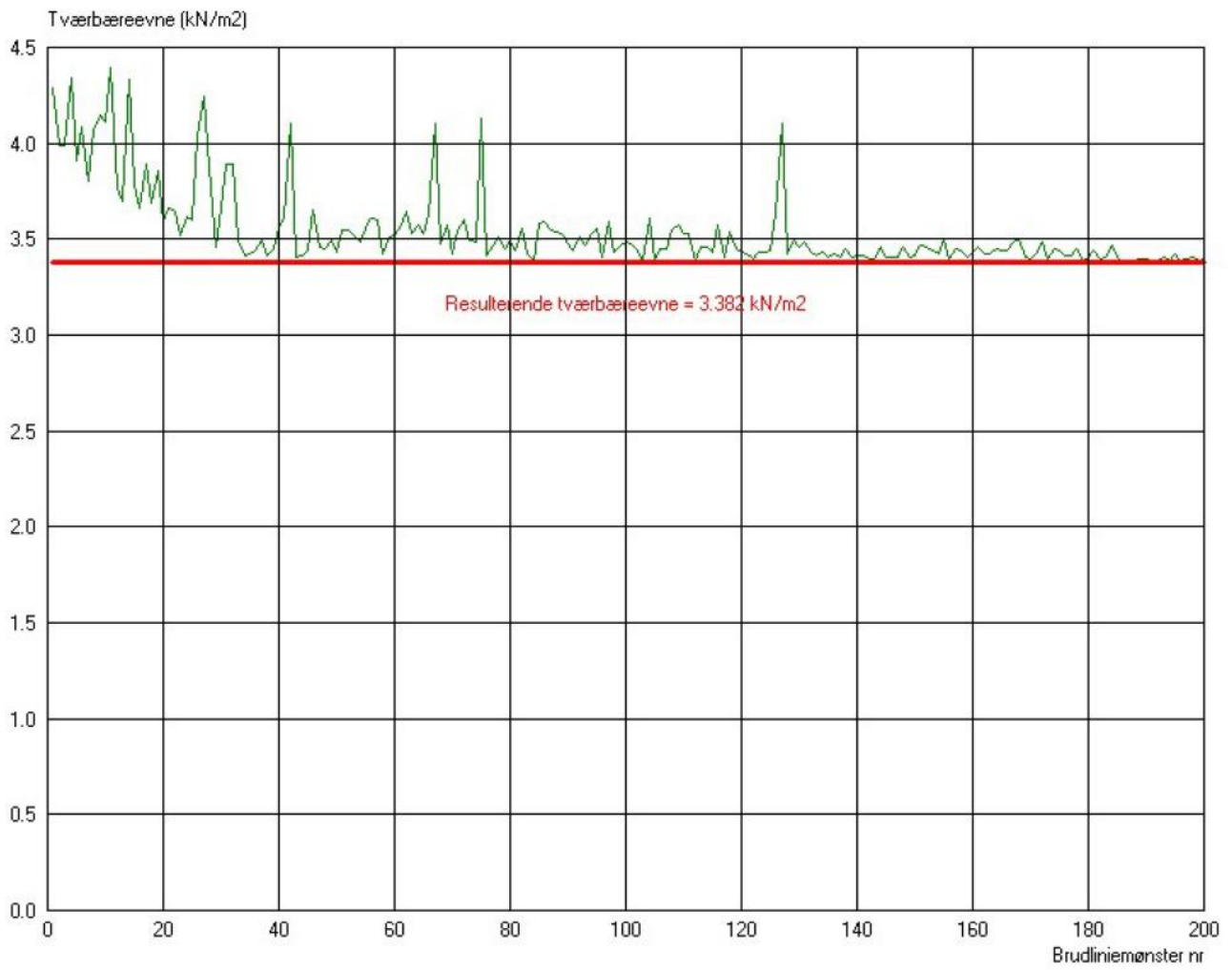
Reduktionsfaktor k_a = $m_{lu}/m_s = 1381/2857 = 0,48$

Ækvivalent tværlast = $k_a * w$ = $0,48 * 0,92 \text{ kN/m}^2 = 0,44 \text{ kN/m}^2$

Bilag 2



Bilag 2



Bilag 3

Teknologisk Institut	Sagsansvarlig: pdc
Kongsvang Allé	Dato: 02-02-2012
8000 Århus C	Tid: 12:13
Projekt navn: Kogebog	Sagsnummer: 1355724-03
Komponent: B3. Facade i porebeton. Max lodr. last	Modul: Tværbelastet rektangulær væg

Specifikke forudsætninger

Væggen er udført af: Murværk

Væggens (regningsmæssige) dimensioner:

Længde = 5,800 m Højde = 2,600 m Tykkelse = 125 mm

Understøtningsforhold og evt. randmomenter for vægfeltets fire rande:

Venstre lodrette kant	: Indspændt
Højre lodrette kant	: Simpelt understøttet; randmoment = 0 Nm/m
Nederste vandrette kant	: Indspændt
Øverste vandrette kant	: Indspændt

Åbningers form, placering og størrelse:

Form	Koordinater til åbningens nederste venstre hjørne		Bredde (m)	Højde (m)
	x (m)	y (m)		
rektangel	1,494	1,000	0,970	1,010
rektangel	2,934	0,000	0,970	2,130
rektangel	4,434	1,000	0,610	1,010

Materialeparametre og last:

Karakterist. bøjn.trækstyrker i horisontale og vertikale snit:	$f_{tk} = 0,98 \text{ MPa}$	$f_{tsk} = 0,45 \text{ MPa}$
Konsekvens klasse = Normal	Kontrolklasse = Normal	
Regningsmæssig tværlast (se også randmomenter ovenfor)	$w = 0,92 \text{ kN/m}^2$	
Regningsmæssig lodret last	$n = 67,20 \text{ kN/m}$	

Bilag 3

Teknologisk Institut	Sagsansvarlig: pdc
Kongsvang Allé	Dato: 02-02-2012
8000 Århus C	Tid: 12:13
Projektnavn: Kogebog	Sagsnummer: 1355724-03
Komponent: B3. Facade i porebeton. Max lodr. last	Modul: Tværbelastet rektangulær væg

Delresultater

Væggens areal og totale tværlast:	$A = 15,1 \text{ m}^2$	$W = 13,9 \text{ kN}$
Partialkoefficient på styrker		$\gamma_m = 1,70$
Regningsmæssige bøjn.trækstyrker:	$f_{tld} = 0,58 \text{ MPa}$	$f_{tsd} = 0,26 \text{ MPa}$
Regn.mæss. brudmoment om lodret akse	$m_{su} = f_{tsd} * t^2 / 6$	$= 689 \text{ Nm/m}$
Regn.mæss. brudmoment om vandret akse:		
bidrag fra bøjningstrækstyrke	$m_0 = f_{tld} * t^2 / 6$	$= 1501 \text{ Nm/m}$
bidrag fra lodret last	$m_1 = n * t / 6$	$= 1400 \text{ Nm/m}$
Resulterende brudmoment om vandret akse		$m_{lu} = 2901 \text{ Nm/m}$

Teknologisk Institut	Sagsansvarlig: pdc
Kongsvang Allé	Dato: 02-02-2012
8000 Århus C	Tid: 12:13
Projektnavn: Kogebog	Sagsnummer: 1355724-03
Komponent: B3. Facade i porebeton. Max lodr. last	Modul: Tværbelastet rektangulær væg

Resultat

Brudlinieberegningen giver en regningsmæssig tværbæreevne på $q_u = 6,46 \text{ kN/m}^2$
på basis af de regningsmæssige brudmomenter $m_{su} = 689 \text{ Nm/m}$ og $m_{lu} = 2901 \text{ Nm/m}$
Tværlasten er $w = 0,92 \text{ kN/m}^2$ Udnyttelsesgraden er $UG = w / q_u$ $UG = 14 \%$

Konklusion: Udnyttelsesgraden er $< 100 \%$: Tværbæreevnen er tilstrækkelig.

Bilag 3

Supplerende krav

Da vægfeltet er påvirket af lodret last ud over dets egenlast, skal vægfeltets søjlebæreevne bestemmes i henhold til DS 414:2005, pkt. 6.4 og 6.5, med en ækvivalent tværlast og et ækvivalent topmoment. Se DS 414, Anneks C(5), hvor der dog henvises til pkt. 6.6.3, hvilket må være en fejl.

Beregning af et vægfeltets søjlebæreevne i henhold til DS 414:2005, pkt. 6.4 og 6.5 (og 6.8(2)), kan foretages med modulet "Lodret belastet muret væg". Denne beregning forudsætter et *4-sidet vægfelt* (endnu en trykfejl i Anneks C(5)) understøttet foroven og forneden (*2-sidigt understøttet*). Vægfeltet skal som nævnt belastes med en ækvivalent tværlast og et ækvivalent topmoment, som bestemmes ved at multiplicere den aktuelle tværlast og det aktuelle topmoment med en reduktionsfaktor k_a . For et vægfelt uden åbninger og uden lodret last kan reduktionsfaktoren bestemmes ved hjælp af tabel V C.1.

For en bærende væg med en stor lodret last (som fx en bærende væg i stueetagen af en 3-etagers boligblok) er anisotropiforholdet (jfr. 6.6.3(7)) ofte af størrelsesordenen 1,0 til 1,5, og k_a bliver i nogle tilfælde 2 til 3 gange så stor som i den tilsvarende væg uden lodret last.

For et vægfelt med åbninger foretages søjleberegningen på vægstykkerne mellem åbningerne, og den samlede last på hele vægfeltet fordeles på disse lodret gennemgående vægstykker. I dette tilfælde kan reduktionsfaktoren k_a blive større end 1, og tilsvarende kan den ækvivalente last (tværlast og topmoment) på de gennemgående vægstykker blive større end de aktuelle laster taget over hele vægfeltet.

For et vægfelt med lodret last og/eller åbninger kan k_a og den ækvivalente last ikke meningsfuldt bestemmes på basis af tabel V C.1. I stedet foreslås det at k_a og den ækvivalente last bestemmes med større hensyntagen til de aktuelle forhold som beskrevet nedenfor.

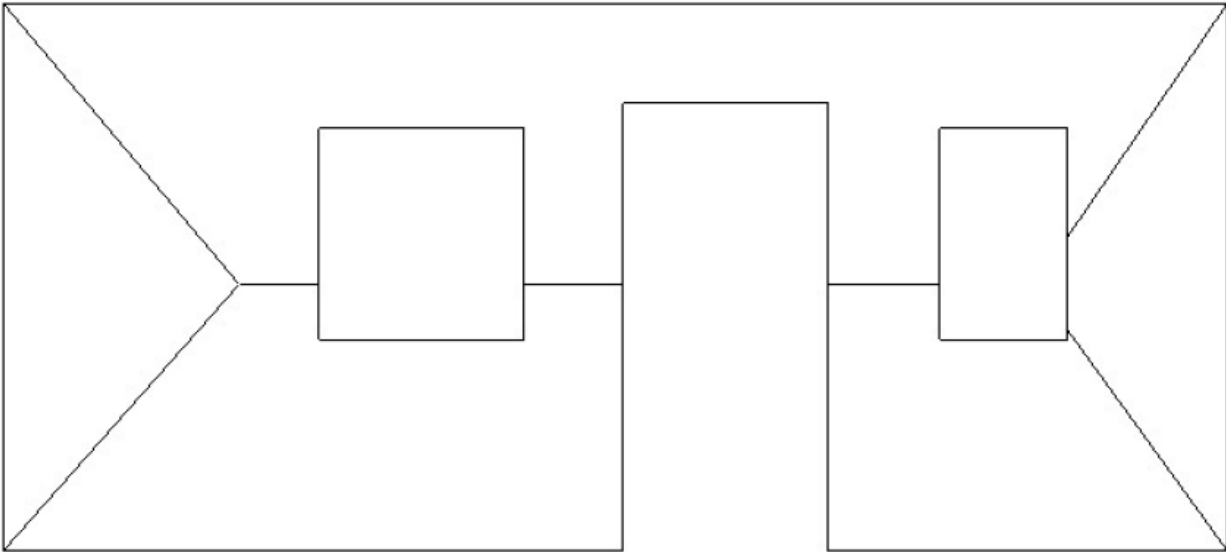
Ved aktuelle understøtningsforhold og aktuelle reduktioner af væggenes tværsnit som følge af åbninger giver tværlasten m_{lu} = 2901 Nm/m q_u momentet

I en væg med simpelt lodret spænd og uden åbninger medfører tværlasten q_u det simple maksimalmoment $m_s = q_u * h^2/8$ = 5459 Nm/m

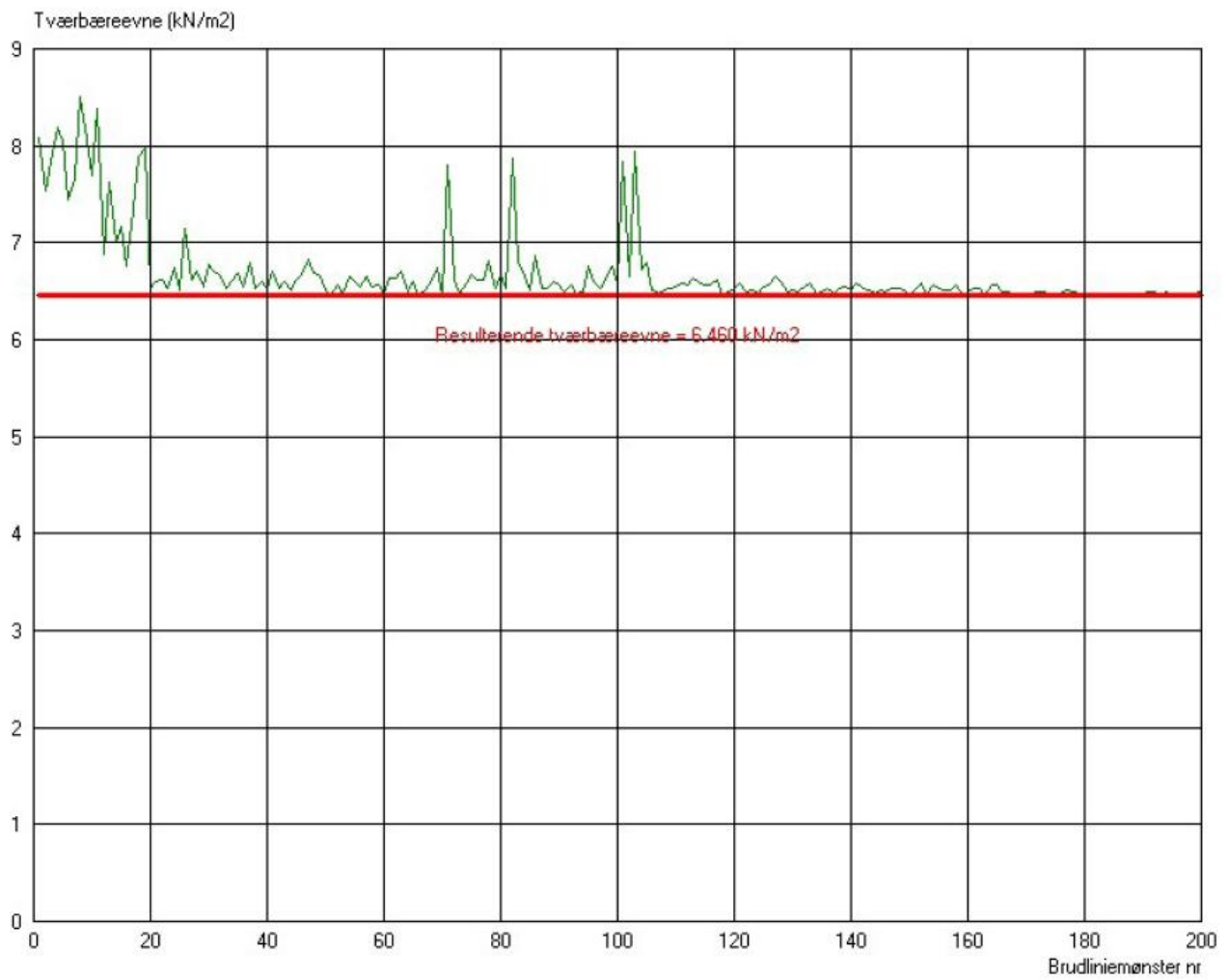
Reduktionsfaktor k_a = $m_{lu}/m_s = 2901/ 5459 \underline{= 0,53}$

Ækvivalent tværlast = $k_a * w$ = $0,53 * 0,92 \text{ kN/m}^2 \underline{= 0,49 \text{ kN/m}^2}$

Bilag 3



Bilag 3



Bilag 4

Teknologisk Institut	Sagsansvarlig: pdc
Kongsvang Allé	Dato: 02-02-2012
8000 Århus C	Tid: 12:14
Projekt navn: Kogebog	Sagsnummer: 1355724-03
Komponent: B4. Modullinie G-F. 470 mm U-knast	Modul: Lodret belastet muret væg

Specifikke forudsætninger*Regningsmæssige dimensioner*

Længde = 0,470 m Tykkelse = 175 mm Højde = 2,600 m
 Tykkelse af formur = 108 mm (tykkelse=0 betyder ingen formur)

Understøtningsforhold

Antal understøtninger = 2 $\rho_2 = 1,00$

Karakteristiske materialeparametre

Trykstyrke = 3,50 MPa Bøjningstrækstyrke = 0,50 MPa
 E-modul = 1950 MPa E-modul evt. formur = 1132 MPa
 Densitet = 535 kg/m³ Konsekvens klasse = Normal Kontrolklasse = Normal

Regningsmæssig last på bærende væg alene

Lodret last= 125,6 kN/m Tværlast (vindlast) = 0,49 kN/m² (positiv mod venstre)
 Excentricitetsintervaller inden indsnævring med e_i fra begge sider (positiv mod højre):
 Top: fra 9 til 83 mm; Bund: fra -87 til 87 mm

Delresultater*Geometriske forhold*

Areal = 0,082 m² $\rho_3 = 0,30$ $\rho_4 = 0,09$
 Eff. højde = 2600 mm Eff. tykkelse = 183 mm Slankhedsforhold = 14,2
 Initialexcentricitet $e_i = 6$ mm Krybningsexcentricitet $e_k = 0$ mm

Materialeparametre

	Karakt. værdi	Partialkoeff	Regn.mæss. værdi
Trykstyrke	$f_k = 3,50$ MPa	1,60	$f_d = 2,07$ MPa
Bøjningstrækstyrke	$f_{kk} = 0,50$ MPa	1,70	$f_{kd} = 0,29$ MPa
E-modul	$E_k = 1950$ MPa	1,60	$E_d = 1219$ MPa
Specifik tyngde			0,00000525 N/mm ³

Bæreevneforhold

	top	midt	bund
Regningsmæssig normalkraft, N_{Ed}	125,6 N/mm	126,8 N/mm	128,0 N/mm
Minimal trykzonebredde, N_{Ed} / f_{cd}	61 mm	61 mm	62 mm

Bilag 4*EC6-beregning*

Trykbuens excentricitet	45 mm	0 mm	-50 mm
Væggens udbøjning, e_5	-	-9 mm	-
Resulterende excentricitet, e_{mr} (i midten mindst $1/20 \times$ vægtykkelsen)	45 mm	9 mm	50 mm
Reduktionsfaktor Φ (jfr. EC6(6.4) og (G.1))	0,48	0,65	0,42
Regn.mæss. bæreevne N_{Rd} (jfr. EC6(6.2))	175,6 N/mm	236,0 N/mm	154,0 N/mm
Udnyttelsesgrad N_{Ed} / N_{Rd}	72 %	54 %	83 %

Navier-beregning

Trykbuens excentricitet	46 mm	41 mm	29 mm
Væggens udbøjning, e_5	-	-13 mm	-
Resulterende excentricitet, e_{mr}	46 mm	54 mm	29 mm
1. ordens moment $M_0 = N_{Ed} \times e$		5902 Nmm/mm	
Eulerlast N_{cr}		903,1 N/mm	
Momentforøgelsesfaktor $\alpha = N_{cr} / (N_{cr} - N_{Ed})$		1,16	
Resulterende moment $M_{max} = \alpha \times M_0$		6866 Nmm/mm	
Modstandsmoment Z		5104 mm ³ /mm	
Bøjningsspænding $abs(M_{max}) / Z$		1,345 MPa	
Normalspænding $N_{Ed} /$ vægtykkelse		0,725 MPa	
Kanttrækspænding og -styrke		0,621 MPa	0,294 MPa
Kanttrykspænding og -styrke		2,070 MPa	2,071 MPa
Største udnyttelsesgrad = kantspænding / styrke		211 %	

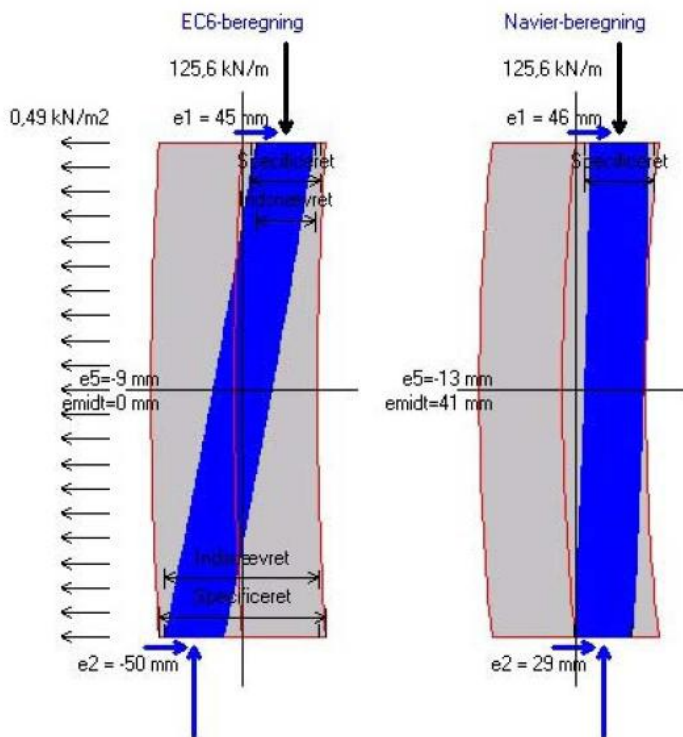
Resultat

Dimensionsgivende udnyttelsesgrader	72 %	54 %	83 %
-------------------------------------	------	------	------

Konklusion

Da alle dimensionsgivende udnyttelsesgrader (top, midt og bund) er < eller = 100 %, er væggens bæreevne tilstrækkelig.

Bilag 4



Det grå område er væggen. Det blå område er den smalleste mulige trykbue, symmetrisk om tryklinien og med bredden NEd/fd .

Den krumme røde linie gennem vægtværsnittenes midtpunkter benævnes vægaksen. Den lodrette sorte linie gennem vægaksens skæringspunkter med top- og bundsnittene benævnes systemlinien. Tryklinien er ikke vist, men ligger midt i trykbuen.

For EC6-beregningens vedkommende er i top og bund vist de specificerede og de indsnævrede excentricitetsintervaller. Trykbuen skal ramme inden for de indsnævrede intervaller.

For Navier-beregningens vedkommende er excentriciteten i toppen altid midt i det specificerede excentricitetsinterval, og i bunden altid $1/6$ af vægtykkelsen.

Laster er markeret med sorte pile, reaktioner med blå. Alle breddemål er forstøret 5 gange i forhold til højdemål.

Yderligere informationer findes i "Generelle forudsætninger" og "Delresultater" i resultatrapporten.

Beregningen har givet følgende resultat:
Bæreevnen er tilstrækkelig.

Bilag 5

Teknologisk Institut	Sagsansvarlig: pdc
Kongsvang Allé	Dato: 02-02-2012
8000 Århus C	Tid: 12:15
Projektnavn: Kogebog	Sagsnummer: 1355724-03
Komponent: B5. Efterspændt lang væg	Modul: Lodret belastet muret væg

Specifikke forudsætninger*Regningsmæssige dimensioner*

Længde = 2,800 m Tykkelse = 108 mm Højde = 2,800 m
 Tykkelse af formur = 0 mm (tykkelse=0 betyder ingen formur)

Understøtningsforhold

Antal understøtninger = 2 $\rho_2 = 1,00$

Karakteristiske materialeparametre

Trykstyrke = 7,93 MPa Bøjningstrækstyrke = 0,23 MPa
 E-modul = 3967 MPa E-modul evt. formur = 2358 MPa
 Densitet = 1800 kg/m³ Konsekvens klasse = Normal Kontrolklasse = Normal

Regningsmæssig last på bærende væg alene

Lodret last= 15,0 kN/m Tværlast (vindlast) = 0,58 kN/m² (positiv mod venstre)
 Excentricitetsintervaller inden indsnævring med e_i fra begge sider (positiv mod højre):
 Top: fra -45 til 45 mm; Bund: fra -54 til 54 mm

Delresultater*Geometriske forhold*

Areal = 0,302 m² $\rho_3 = 0,90$ $\rho_4 = 0,50$
 Eff. højde = 2800 mm Eff. tykkelse = 108 mm Slankhedsforhold = 25,9
 Initialexcentricitet $e_i = 6$ mm Krybningsexcentricitet $e_k = 1$ mm

Materialeparametre

	Karakt. værdi	Partialkoeff	Regn.mæss. værdi
Trykstyrke	$f_k = 7,93$ MPa	1,60	$f_d = 4,96$ MPa
Bøjningstrækstyrke	$f_{xk} = 0,23$ MPa	1,70	$f_{xd} = 0,14$ MPa
E-modul	$E_k = 3967$ MPa	1,60	$E_d = 2479$ MPa
Specifik tyngde			0,00001765 N/mm ³

Bæreevneforhold

	top	midt	bund
Regningsmæssig normalkraft, N_{Ed}	15,0 N/mm	17,7 N/mm	20,3 N/mm
Minimal trykzonebredde, N_{Ed} / f_{cd}	3 mm	4 mm	4 mm

Bilag 5*EC6-beregning*

Trykbuens excentricitet	-27 mm	0 mm	-36 mm
Væggens udbøjning, e_5	-	8 mm	-
Resulterende excentricitet, e_{mr} (i midten mindst $1/20 \times$ vægtykkelsen)	27 mm	8 mm	36 mm
Reduktionsfaktor Φ (jfr. EC6(6.4) og (G.1))	0,49	0,21	0,34
Regn.mæss. bæreevne N_{Rd} (jfr. EC6(6.2))	264,7 N/mm	110,1 N/mm	180,8 N/mm
Udnyttelsesgrad N_{Ed} / N_{Rd}	6 %	16 %	11 %

Navier-beregning

Trykbuens excentricitet	0 mm	43 mm	18 mm
Væggens udbøjning, e_5	-	-9 mm	-
Resulterende excentricitet, e_{mr}	0 mm	52 mm	18 mm
1. ordens moment $M_0 = N_{Ed} \times e$		861 Nmm/mm	
Eulerlast N_{cr}		327,6 N/mm	
Momentforøgelsesfaktor $\alpha = N_{cr} / (N_{cr} - N_{Ed})$		1,06	
Resulterende moment $M_{max} = \alpha \times M_0$		910 Nmm/mm	
Modstandsmoment Z		1944 mm ³ /mm	
Bøjningsspænding $\text{abs}(M_{max}) / Z$		0,468 MPa	
Normalspænding $N_{Ed} /$ vægtykkelse		0,164 MPa	
Kanttrækspænding og -styrke		0,305 MPa	0,135 MPa
Kanttrykspænding og -styrke		0,632 MPa	4,956 MPa
Største udnyttelsesgrad = kantspænding / styrke		225 %	

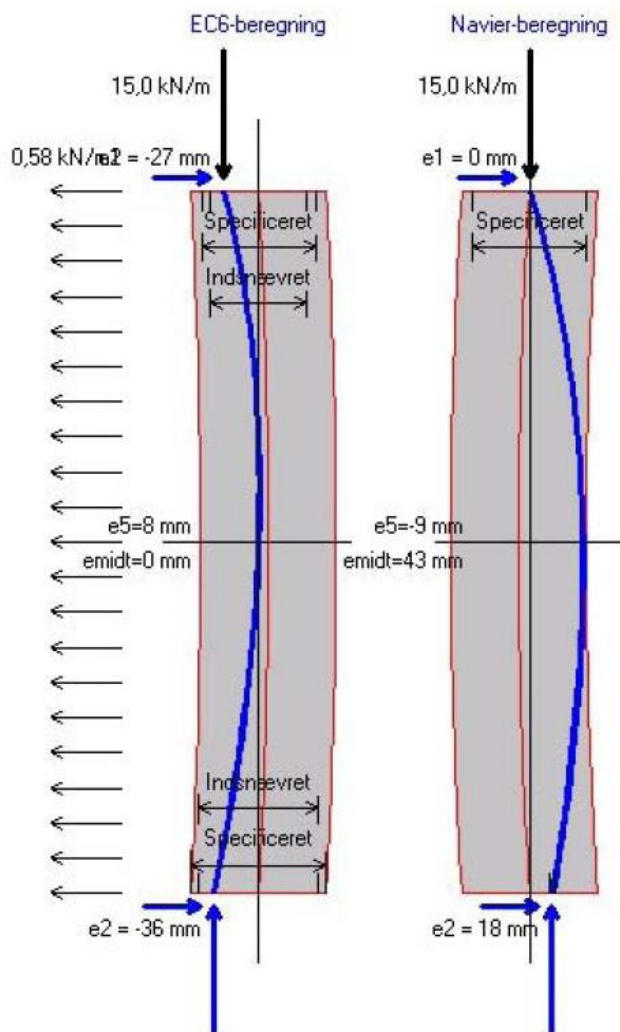
Resultat

Dimensionsgivende udnyttelsesgrader	6 %	16 %	11 %
-------------------------------------	-----	------	------

Konklusion

Da alle dimensionsgivende udnyttelsesgrader (top, midt og bund) er < eller = 100 %, er væggens bæreevne tilstrækkelig.

Bilag 5



Det grå område er væggen. Det blå område er den smallest mulige trykbue, symmetrisk om tryklinien og med bredden NEd/fd .

Den krumme røde linie gennem vægtværsnittenes midtpunkter benævnes vægaksen. Den lodrette sorte linie gennem vægaksens skæringspunkter med top- og bundsnittene benævnes systemlinien. Tryklinien er ikke vist, men ligger midt i trykbuen.

For EC6-beregningens vedkommende er i top og bund vist de specificerede og de indsnævrede excentricitetsintervaller. Trykbuen skal ramme inden for de indsnævrede intervaller.

For Navier-beregningens vedkommende er excentriciteten i toppen altid midt i det specificerede excentricitetsinterval, og i bunden altid 1/6 af vægtykkelsen.

Laster er markeret med sorte pile, reaktioner med blå. Alle breddemål er forstørret 5 gange i forhold til højdemål.

Yderligere informationer findes i "Generelle forudsætninger" og "Delresultater" i resultatrapporten.

Beregningen har givet følgende resultat:
Bæreevnen er tilstrækkelig.

Bilag 6

Teknologisk Institut
Kongsvang Allé
8000 Århus C

Projekt navn: Kogebog
Komponent: B6.Præfab 4 skifte

Sagsansvarlig: pdc

Dato: 02-02-2012

Tid: 12:16

Sagsnummer: 1355724-03

Modul: Teglbjælke

Specifikke forudsætninger

Bjælkens dimensioner:

Lysningsvidde	$L = 2290 \text{ mm}$	Vederlagslængde	$u = 228 \text{ mm}$
Effektiv længde($L + \min(u, d)$)	$l_{ef} = 2463 \text{ mm}$	Murtykkelse	$t = 108 \text{ mm}$
Højde	$h = 255 \text{ mm}$	Effektiv højde	$d = 173 \text{ mm}$
Højde fra lysningsoverkant til armeringens tyngdepunkt			$= 60 \text{ mm}$

Materialeparametre for murværk:

Konsekvensklasse	$= \text{Normal}$	Kontrolklasse	$= \text{Normal}$
Part.koeff. for f_k og E_{0k}	$= 1,60$	Part.koeff. for f_{vk0}	$= 1,70$
Karakt. basistrykstyrke	$f_k = 8,00 \text{ MPa}$	Regn.mæss. b.trykstyrke	$f_d = 5,00 \text{ MPa}$
Karakt. E-modul	$E_{0k} = 2500 \text{ MPa}$	Regn.mæss. E-modul	$E_{0d} = 1562 \text{ MPa}$
Karakt. kohæsion	$f_{vk0} = 0,80 \text{ MPa}$	Regn.mæss. kohæsion	$f_{vd0} = 0,47 \text{ MPa}$

Materialeparametre for armering

Karakt. flydespænding	$f_{yk} = 550 \text{ MPa}$	Karakt. E-modul,	$E_{sk} = 200000 \text{ MPa}$
Konsekvensklasse	$= \text{Normal}$	Kontrolklasse	$= \text{Normal}$
Partialkoefficient	$= 1,20$		
Regn.mæss. flydespænding	$f_{yd} = 458 \text{ MPa}$	Regn.mæss. E-modul	$E_{sd} = 116279 \text{ MPa}$
Armeringsdiameter	$d_a = 5,00 \text{ mm}$	Antal armeringstråde	$= 4$

Armeringen er forspændt iht. Dansk Overliggerkontrol

Regningsmæssige lodrette laster:

Jævnt fordelt lodret last, inkl. egenlast, q	$= 4,56 \text{ kN/m}$
--	-----------------------

Ingen enkeltkræfter!

Bilag 6

Teknologisk Institut
Kongsvang Allé
8000 Århus C
Projekt navn: Kogebog
Komponent: B6.Præfab 4 skifte

Sagsansvarlig: pdc
Dato: 02-02-2012
Tid: 12:16
Sagsnummer: 1355724-03
Modul: Teglbjælke

Generelle forudsætninger

Programmet beregner teglbjælker efter de beregningsregler der er angivet i EN 1996-1-1 samt DS/INF 167

Beregningsreglerne er verificeret vha. nye og tidligere udførte danske forsøg med teglbjælker. Korrelationen mellem beregningsmodellen og forsøgsresultaterne er fornuftig, såfremt realistiske, differentierede materialeparametre anvendes (fx materialemodellerne beskrevet i pjecen TEGL 24). Det danske forsøgsmateriale består af mere end 100 teglbjælker med varierende parametre.

Den effektive bjækelængde regnes som lysningsvidden + minimum(vederlagslængden eller den effektive højde).

Forskydningskraften bestemmes, iht EN 1996 - 1 - 1, i afstanden $\frac{1}{2}$ * den effektive højde fra lysningsviddens start. Derfor bliver forskydningskraften svagt mindre end reaktionen.

Kohæsionen kan forøges såfremt forholdet mellem forskydningsspændvidden (a_v) og den effektive højde (d) er mindre end 2 dvs. ($a_v/d < 2$). Kohæsionen kan forøges med en faktor ($\max(4, 2d/a_v)$)

Forøges kohæsionen skal forskydningskraften dog bestemmes ved lysningsviddens start. Dvs for asymmetriske belastninger kan forskydningskapaciteten være forskellig for højre og venstre side.

Der er endvidere indført et bæreevnekriterie mht. tøjningen i trækzonen i den midterste del af bjælken. Træktøjningen i nederste liggefuge skal være mindre end 0.5 o/oo for at bæreevnen vurderes som tilstrækkelig. Forsøg på Murværk, Teknologisk Institut har vist, at denne værdi er på den sikre side for normalt anvendte bjælker.

Bilag 6

Teknologisk Institut
Kongsvang Allé
8000 Århus C

Projekt navn: Kogebog
Komponent: B6.Præfab 4 skifte

Sagsansvarlig: pdc

Dato: 02-02-2012

Tid: 12:16

Sagsnummer: 1355724-03

Modul: Teglbjælke

Delresultater**Reaktioner:**

Venstre side = 5,62 kN Højre side = 5,62 kN

Snitkræfter:

M_{\max} = 3,46 kNm Afstand fra venstre understøtning = 1235 mm

Q_{\max} ved venstre lysningskant = 5,22 kN

Q_{\max} ved højre lysningskant = 5,22 kN

Q_{\max} i afstanden $d/2$ fra venstre lysningskant = 4,83 kN

Q_{\max} i afstanden $d/2$ fra højre lysningskant = 4,83 kN

Eventuel forøgelse af kohæsion

Ved venstre lysningskant = 1,00

Ved højre lysningskant = 1,00

Bæreevne:

$M_{\text{kapacitet}}$ = 4,82 kNm

$Q_{\text{kapacitet}}$ v.start lysn.kant = 8,81 kN

$Q_{\text{kapacitet}}$ i afstanden $d/2$ fra lysn.kant = 8,81 kN

(Note: $Q_{\text{kapacitet}} > Q_{\max}$ enten ved start lysningskant **eller** i afstanden $d/2$ fra lysningkant)

Kipningslængden = 6480 mm

Kipningslængden er større end den faktiske længde og giver dermed ikke anledning til problemer.

Den elastiske nedbøjning er bestemt til = 3,61 mm

Tøjningen i trækzonen er bestemt til = 0,05 ‰

Tøjningen er mindre end revnetøjningen, hvilket betyder at hele tværsnittet er urevnet.

Bilag 6

Ved anvendelse af systemarmering i bunden skal forankringslængden l_b (målt fra lysningskanten til armeringens afslutning) mindst være:

Murtec (tråddiameter 3.65 mm)	= 260 mm
Murfor (tråddiameter 3-5 mm)	= 289 mm

Bilag 6

Teknologisk Institut
Kongsvang Allé
8000 Århus C

Projekt navn: Kogebog
Komponent: B6.Præfab 4 skifte

Sagsansvarlig: pdc

Dato: 02-02-2012

Tid: 12:16

Sagsnummer: 1355724-03

Modul: Teglbjælke

Resultat:

Bæreevnen er tilstrækkelig.

Udnyttelsesgrad for:

Moment = 0,72

Forskydning ved venstre kant = 0,55

Forskydning ved højre kant = 0,55

Elastisk udbøjning er bestemt til = 3,61 mm

Bilag 7

Teknologisk Institut
Kongsvang Allé
8000 Århus C

Projekt navn: Kogebog
Komponent: B7.6 skifte bjælke

Sagsansvarlig: pdc

Dato: 02-02-2012

Tid: 12:17

Sagsnummer: 1355724-03

Modul: Teglbjælke

Specifikke forudsætninger

Bjælkens dimensioner:

Lysningsvidde	$L = 2290 \text{ mm}$	Vederlagslængde	$u = 228 \text{ mm}$
Effektiv længde($L + \min(u, d)$)	$l_{ef} = 2518 \text{ mm}$	Murtykkelse	$t = 108 \text{ mm}$
Højde	$h = 388 \text{ mm}$	Effektiv højde	$d = 336 \text{ mm}$
Højde fra lysningsoverkant til armeringens tyngdepunkt			$= 30 \text{ mm}$

Materialeparametre for murværk:

Konsekvensklasse	= Normal	Kontrolklasse	= Normal
Part.koeff. for f_k og E_{0k}	= 1,60	Part.koeff. for f_{vk0}	= 1,70
Karakt. basistrykstyrke	$f_k = 5,89 \text{ MPa}$	Regn.mæss. b.trykstyrke	$f_d = 3,68 \text{ MPa}$
Karakt. E-modul	$E_{0k} = 2358 \text{ MPa}$	Regn.mæss. E-modul	$E_{0d} = 1474 \text{ MPa}$
Karakt. kohæsion	$f_{vk0} = 0,21 \text{ MPa}$	Regn.mæss. kohæsion	$f_{vd0} = 0,12 \text{ MPa}$

Materialeparametre for armering

Karakt. flydespænding	$f_{yk} = 550 \text{ MPa}$	Karakt. E-modul,	$E_{sk} = 200000 \text{ MPa}$
Konsekvensklasse	= Normal	Kontrolklasse	= Normal
Partialkoefficient	= 1,20		
Regn.mæss. flydespænding	$f_{yd} = 458 \text{ MPa}$	Regn.mæss. E-modul	$E_{sd} = 116279 \text{ MPa}$
Armeringsdiameter	$d_a = 5,00 \text{ mm}$	Antal armeringstråde	= 2

Armeringen er forspændt iht. Dansk Overliggerkontrol

Regningsmæssige lodrette laster:

Jævnt fordelt lodret last, inkl. egenlast, $q = 4,56 \text{ kN/m}$

Ingen enkeltkræfter!

Bilag 7

Teknologisk Institut
Kongsvang Allé
8000 Århus C

Projekt navn: Kogebog
Komponent: B7.6 skifte bjælke

Sagsansvarlig: pdc

Dato: 02-02-2012

Tid: 12:17

Sagsnummer: 1355724-03

Modul: Teglbjælke

Generelle forudsætninger

Programmet beregner teglbjælker efter de beregningsregler der er angivet i EN 1996-1-1 samt DS/INF 167

Beregningsreglerne er verificeret vha. nye og tidligere udførte danske forsøg med teglbjælker. Korrelationen mellem beregningsmodellen og forsøgsresultaterne er fornuftig, såfremt realistiske, differentierede materialeparametre anvendes (fx materialemodellerne beskrevet i pjecen TEG L 24). Det danske forsøgsmateriale består af mere end 100 teglbjælker med varierende parametre.

Den effektive bjælkelængde regnes som lysningsvidden + minimum(vederlagslængden eller den effektive højde).

Forskydningskraften bestemmes, iht EN 1996 - 1 - 1, i afstanden $\frac{1}{2}$ * den effektive højde fra lysningsviddens start. Derfor bliver forskydningskraften svagt mindre end reaktionen.

Kohæsionen kan forøges såfremt forholdet mellem forskydningsspændvidden (a_v) og den effektive højde (d) er mindre end 2 dvs. ($a_v/d < 2$). Kohæsionen kan forøges med en faktor ($\max(4, 2d/a_v)$)

Forøges kohæsionen skal forskydningskraften dog bestemmes ved lysningsviddens start. Dvs for asymmetriske belastninger kan forskydningskapaciteten være forskellig for højre og venstre side.

Der er endvidere indført et bæreevnekriterie mht. tøjningen i trækzonen i den midterste del af bjælken. Træktøjningen i nederste liggefuge skal være mindre end 0.5 o/oo for at bæreevnen vurderes som tilstrækkelig. Forsøg på Murværk, Teknologisk Institut har vist, at denne værdi er på den sikre side for normalt anvendte bjælker.

Bilag 7

Teknologisk Institut
Kongsvang Allé
8000 Århus C

Projekt navn: Kogebog
Komponent: B7.6 skifte bjælke

Sagsansvarlig: pdc

Dato: 02-02-2012

Tid: 12:17

Sagsnummer: 1355724-03

Modul: Teglbjælke

Delresultater**Reaktioner:**

Venstre side = 5,74 kN Højre side = 5,74 kN

Snitkræfter:

M_{\max} = 3,61 kNm Afstand fra venstre understøtning = 1253 mm

Q_{\max} ved venstre lysningskant = 5,22 kN

Q_{\max} ved højre lysningskant = 5,22 kN

Q_{\max} i afstanden $d/2$ fra venstre lysningskant = 4,45 kN

Q_{\max} i afstanden $d/2$ fra højre lysningskant = 4,45 kN

Eventuel forøgelse af kohæsion

Ved venstre lysningskant = 1,07

Ved højre lysningskant = 1,07

Bæreevne:

$M_{\text{kapacitet}}$ = 5,57 kNm

$Q_{\text{kapacitet}}$ v.start lysn.kant = 4,79 kN

$Q_{\text{kapacitet}}$ i afstanden $d/2$ fra lysn.kant = 4,49 kN

(Note: $Q_{\text{kapacitet}} > Q_{\max}$ enten ved start lysningskant **eller** i afstanden $d/2$ fra lysningkant)

Kipningslængden = 6480 mm

Kipningslængden er større end den faktiske længde og giver dermed ikke anledning til problemer.

Den elastiske nedbøjning er bestemt til = 1,09 mm

Tøjningen i trækzonen er bestemt til = 0,28 ‰

Bilag 7

Tøjningen er mindre end revnetøjningen, hvilket betyder at hele tværsnittet er urevnet.

Bilag 7

Teknologisk Institut
Kongsvang Allé
8000 Århus C

Projekt navn: Kogebog
Komponent: B7.6 skifte bjælke

Sagsansvarlig: pdc

Dato: 02-02-2012

Tid: 12:17

Sagsnummer: 1355724-03

Modul: Teglbjælke

Resultat:

Bæreevnen er tilstrækkelig.

Udnyttelsesgrad for:

Moment = 0,65

Forskydning ved venstre kant = 0,99

Forskydning ved højre kant = 0,99

Elastisk udbøjning er bestemt til = 1,09 mm

Bilag 8

Teknologisk Institut
Kongsvang Allé
8000 Århus C
Projekt navn: Kogebog
Komponent: B8. Gavl

Sagsansvarlig: pdc
Dato: 02-02-2012
Tid: 12:18
Sagsnummer: 1355724-03
Modul: Skive

Specifikke forudsætninger:

Det stabiliserende vægfelt (regningsmæssige) dimensioner:-

Højde = 5,200 m Længde = 7,854 m Tykkelse = 108 mm

Lastværdier:

Regn.mæss. lodret last ved vægtop	(pos. nedad)	N	= 0,00 kN
Regn.mæss. vandret last v. vægtop	(pos. højre)	W	= 54,00 kN
excentricitet vinkelret på væg	(abs. værdi)	e_0	= 18 mm
excentricitet parallel med væg	(pos. højre)	e_L	= 0 mm

Materialeparametre for vægfelt og bund:

Kar. kohæsion i vægfelt	= 0,23 MPa	Kar. friktionskoeff. i vægfelt	= 1,00
Kar. kohæsion ved bund	= 0,23 MPa	Kar. friktionskoeff. ved bund	= 1,00
Konsekvens klasse	= Normal	Kontrolklasse	= Normal
Partialkoefficient	= 1,70	Partialkoefficient	= 1,30
Regn.mæss. kohæsion i vægfelt	= 0,14 MPa	Regn.mæss. friktionskoeff. i vægfelt	= 0,77
Regn.mæssig kohæsion ved bund	= 0,14 MPa	Regn.mæssig friktionskoeff. ved bund	= 0,77
Densitet	= 1800 kg/m ³	km-faktor	= 0,07
Sten/blokstyrke	= 25,00 MPa	Genn.gående studsfiger i hver	2. skifte
Regningsmæssig kapacitet af trækstringer			= 20,00 kN

Bilag 8

Fællesdata for flanger:

f_{cnk}	= 5,90 MPa	Konsek.v.kl.	= Normal	Part.koeff	= 1,60
f_{cnd}	= 3,69 MPa	Kontrolkl.	= Normal		
$\frac{1}{2} * f_{cnd}$	= 1,84 MPa	(Trykstyrken i studsfuger)			
Bindere indlagt i hver					2. fuge (BF)
Karakteristisk forankringsstyrke					= 2,90 kN
Partialkoefficient					= 1,70
Regningsmæssig forankringsstyrke					= 1,71 kN

f_{cnk} er basistrykstyrken for vægfeltet, men er medtaget i fællesdata for flanger, da værdien kun anvendes ved beregningen af overgangen mellem vægfelt og flanger.

Binderens længde forudsættes mindst at være lig med den lodrette binderafstand, hvorved der kan udvikles trykstringere mellem binderne under 45°.

Flange i venstre side:

Total-bredde	= 0,600 m	Tykkelse	= 125 mm
--------------	-----------	----------	----------

Total-bredden er summen af flange-bredderne ind i og ud fra vægfeltsplanen.

Flangebredde ind i planen:

0,600 m	= Minimum (8*t, 0,2*Højde, Max-længde angivet af brugeren)
	= Minimum (1,000 m, 1,040 m, 0,600 m)

Flangebredde ud fra planen :

0,000 m	= Minimum (8*t, 0,2*Højde, Max-længde angivet af brugeren)
	= Minimum (1,000 m, 1,040 m, 0,000 m)

Lastværdier:

Regn.mæss. lodret last ved vægtop (pos. nedad)		= 27,15 kN/m
excentricitet vinkelret på væg (pos. indad)	e_0	= 18 mm
Densitet		= 535 kg/m ³

Bilag 8

Delresultater

Lodret forskydningskapacitet i det stabiliserende vægfelt

{Kapacitet af gennemmuret vægsnit}

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{Ber}} &= km \cdot st \cdot tykk. \cdot højde \cdot (1-1/s) \cdot 0,825 &= 405,41 \text{ kN} \\
 Q_{\text{max}} &= (1,5 \text{ MPa}) \cdot tykk. \cdot højde \cdot (1-1/s) \cdot 0,825 &= 347,49 \text{ kN} \\
 Q_{\text{Kap., lliggef}} &= \text{Minimum}(Q_{\text{Ber}}, Q_{\text{max}}) &= 347,49 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Lodret forskydningskapacitet mellem flanger og stabiliserende vægfelt

{Kapacitet af samling mellem væg og flanger}

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{trykstringer}} &= \frac{1}{2} \cdot f_{\text{cnd}} \cdot højde \cdot stringerareal / 2 \cdot BF \cdot 66.7 &= 91,52 \text{ kN} \\
 Q_{\text{binder}} &= \text{Forankr. styrke} \cdot højde / BF \cdot 66.7 &= 66,53 \text{ kN} \\
 Q_{\text{Flange}} &= \text{Minimum}(Q_{\text{trykstringer}}, Q_{\text{binder}}) &= 66,53 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Venstre flange

$$Q_{\text{venstre flange}} = 18,38 \text{ kN}$$

Reaktioner, længder, egenvægt

Reaktionerne er udregnet på baggrund af lasterne på den stabiliserende væg og eventuelle reducerede flanger.

$$\begin{aligned}
 \Sigma N &= \text{Summen af egenvægte og lodrette laster} &= 97,77 \text{ kN} \\
 e &= \text{Excentricitet af } \Sigma N. \text{ Pos. mod højre} &= 2,125 \text{ m} \\
 \text{egv} &= \text{Egenvægt af den stabiliserende væg} &= 10,109 \text{ kN/m} \\
 \text{LAB} &= \text{Afstand til last fra venstre flange} &= 0,000 \text{ m} \\
 \text{LBC} &= \text{Afstand mellem spændingsfordeling -top og bund} &= 4,250 \text{ m} \\
 \text{LCD} &= \text{Udstrækn. af reaktionen fra højre kant} &= 3,60 \text{ m} \\
 \text{nb} &= \text{Ensfordelt lodret reaktion} &= 0,25 \text{ MPa} \\
 \text{wb} &= \text{Ensfordelt vandret reaktion} &= 0,14 \text{ MPa} \\
 f_{\text{cnd}} &= \text{Regningsmæssig normalspænding} &= 3,69 \text{ MPa} \\
 \tau_{\text{bund,d}} &= \text{Regn. forskyd.spænd. (nb} \cdot \mu_{\text{bund,d}} + c_{\text{bund,d}}) &= 0,33 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$\text{nb} < f_{\text{cnd}}$: ok !

$\text{wb} < \tau_{\text{bund,d}}$: ok !

Bilag 8Lodret snitflade (B). Umiddelbart før lastpåvirkning

$$Q_B = Q_{\text{venstre flange}} + \text{egv} * L_{AB} = 18,38 \text{ kN}$$

Kapacitet mht brud i liggefuger:

$$Q_{\text{Kap,liggef.}} = c * \text{højde} * \text{tykkelse} = 75,98 \text{ kN}$$

$$Q_{\text{Kap}} = \text{Min}(Q_{\text{Kap,liggef.}}, Q_{\text{Kap,}\perp\text{liggef.}}) = 75,98 \text{ kN}$$

$Q_B < Q_{\text{Kap}}$: ok !

Optagelse af momentet:

$$M_B = 0,00 \text{ kNm}$$

$$h_{ts} = \text{Trykzonehøjden i væggen} = 0,000 \text{ m}$$

$h_{ts} < 0.3 * \text{væghøjde}$: ok !

$$f_{B,\text{Stringer}} = M / (\text{højde} - 1/2 * h_{ts}) = 0,00 \text{ kN}$$

$$T_s = \text{Trækstringerens kapacitet} = 20,00 \text{ kN}$$

$f_{B,\text{Stringer}} < T_s$: ok !

Lodret snitflade (C). Umiddelbart før reaktion

$$Q_C = Q_B + \text{egv} * L_{BC} + L_{BC} * N / L_{BD} = 61,34 \text{ kN}$$

Kapacitet mht brud i liggefuger:

$$Q_{\text{Ber,liggef.}} = (\mu * \sigma + c) * (\text{højde} * \text{tykkelse}) = 130,24 \text{ kN}$$

$$Q_{\text{max,liggef.}} = (1,5 \text{ MPa}) * (\text{højde} * \text{tykkelse}) = 842,40 \text{ kN}$$

$$Q_{\text{Kap,liggef.}} = \text{Minimum}(Q_{\text{Ber,lf.}}, Q_{\text{max,lf.}}) = 130,24 \text{ kN}$$

$$Q_{\text{Kap}} = \text{Min}(Q_{\text{Kap,liggef.}}, Q_{\text{Kap}\perp\text{liggef.}}) = 130,24 \text{ kN}$$

$Q_C < Q_{\text{Kap}}$: ok !

Bilag 8

Optagelse af momentet:

$$M_C = 93,44 \text{ kNm}$$

$$h_{ts} = \text{Trykzonehøjden i væggen} = 0,09 \text{ m}$$

 $h_{ts} < 0.3 * \text{væghøjde}$: ok !

$$f_{C, \text{Stringer}} = M / (\text{højde} - \frac{1}{2} * h_{ts}) = 18,13 \text{ kN}$$

$$T_s = \text{Trækstringerens kapacitet} = 20,00 \text{ kN}$$

 $f_{C, \text{Stringer}} < T_s$: ok !

Optagelse af normalkraften:

$$sc = \text{Normalkraftens trykspænding i resttværsnittet} = 0,05 \text{ MPa}$$

$$\frac{1}{2} * f_{cnd} = \text{Tilladelig trykspænding} = 1,84 \text{ MPa}$$

 $sc < \frac{1}{2} * f_{cnd}$: ok !Forhold umiddelbart over trykstringer

Kræfterne i trykstringeren samt den vandrette reaktion fremkalder forskydningsspændinger i liggefugen umiddelbart over stringeren.

Strækning BC:

$$w\text{-BC} = \text{abs}(f_{B, \text{Stringer}} - f_{C, \text{Stringer}}) / LBC * \text{tykkelse} = 0,04 \text{ MPa}$$

$$c = \text{Regningsmæssig forskydningsspænding} = 0,14 \text{ MPa}$$

 $w\text{-BC} < c$: ok !

Strækning CD:

$$w\text{-CD} = \text{abs}(f_{C, \text{Stringer}} - W) / LCD * \text{tykkelse} = 0,09 \text{ MPa}$$

$$\tau_d = \text{Regn. forskyd.spænd. (nb} * \mu + c) = 0,33 \text{ MPa}$$

 $w\text{-CD} < \tau_d$: ok !

Bilag 8Forhold umiddelbart under trækstringer

Kræfterne i trækstringeren samt den vandrette påvirkning fremkalder forskydningsspændinger i liggefugen umiddelbart under stringeren.

Excentrisk virkende forskydningsspænding fra vandret belastning (w_l):

$$w_l = W / ((\text{tykkelse} - 2 * e_0) * LBD) = 0,10 \text{ MPa}$$

Excentrisk virkende normalspænding fra lodret belastning (n_l):

$$n_l = N / ((\text{tykkelse} - 2 * e_0) * LBD) = 0,00 \text{ MPa}$$

Strækning BC:

Centralt virkende forskydningsspænding fra trækstringer (w_a):

$$w_a = (f_{C, \text{Stringer}} - f_{B, \text{Stringer}}) / LBC * \text{tykkelse} = 0,04 \text{ MPa}$$

Under lasten:

$$w\text{-BC} = \text{Samlet forskydningsspænding abs}(w_a + w_l) = 0,13 \text{ MPa}$$

$$\tau_d = \text{Regningsmæssig forskydningsspænding } (n_l * \mu + c) = 0,14 \text{ MPa}$$

$w\text{-BC} < \tau_d$: ok !

Udenfor lasten:

$$w_a = \text{Forskydningsspænding abs}(w_a) = 0,04 \text{ MPa}$$

$$c = \text{Regningsmæssig forskydningsspænding} = 0,14 \text{ MPa}$$

$\text{abs}(w_a) < c$: ok !

Strækning CD:

Centralt virkende forskydningsspænding fra trækstringer (w_a):

$$w_a = - (f_{C, \text{Stringer}}) / LCD * \text{tykkelse} = -0,05 \text{ MPa}$$

Bilag 8

Under lasten:

$$\begin{aligned} w\text{-CD} &= \text{Samlet forskydningsspænding } \text{abs}(w_a+w_l) &= 0,05 \text{ MPa} \\ \tau_d &= \text{Regningsmæssig forskydningsspænding } (n_l*\mu+c) &= 0,14 \text{ MPa} \end{aligned}$$

 $w\text{-CD} < \tau_d$: ok !

Udenfor lasten:

$$\begin{aligned} w_a &= \text{Forskydningsspænding } \text{abs}(w_a) &= 0,05 \text{ MPa} \\ c &= \text{Regningsmæssig forskydningsspænding} &= 0,14 \text{ MPa} \end{aligned}$$

 $w_a < c$: ok !

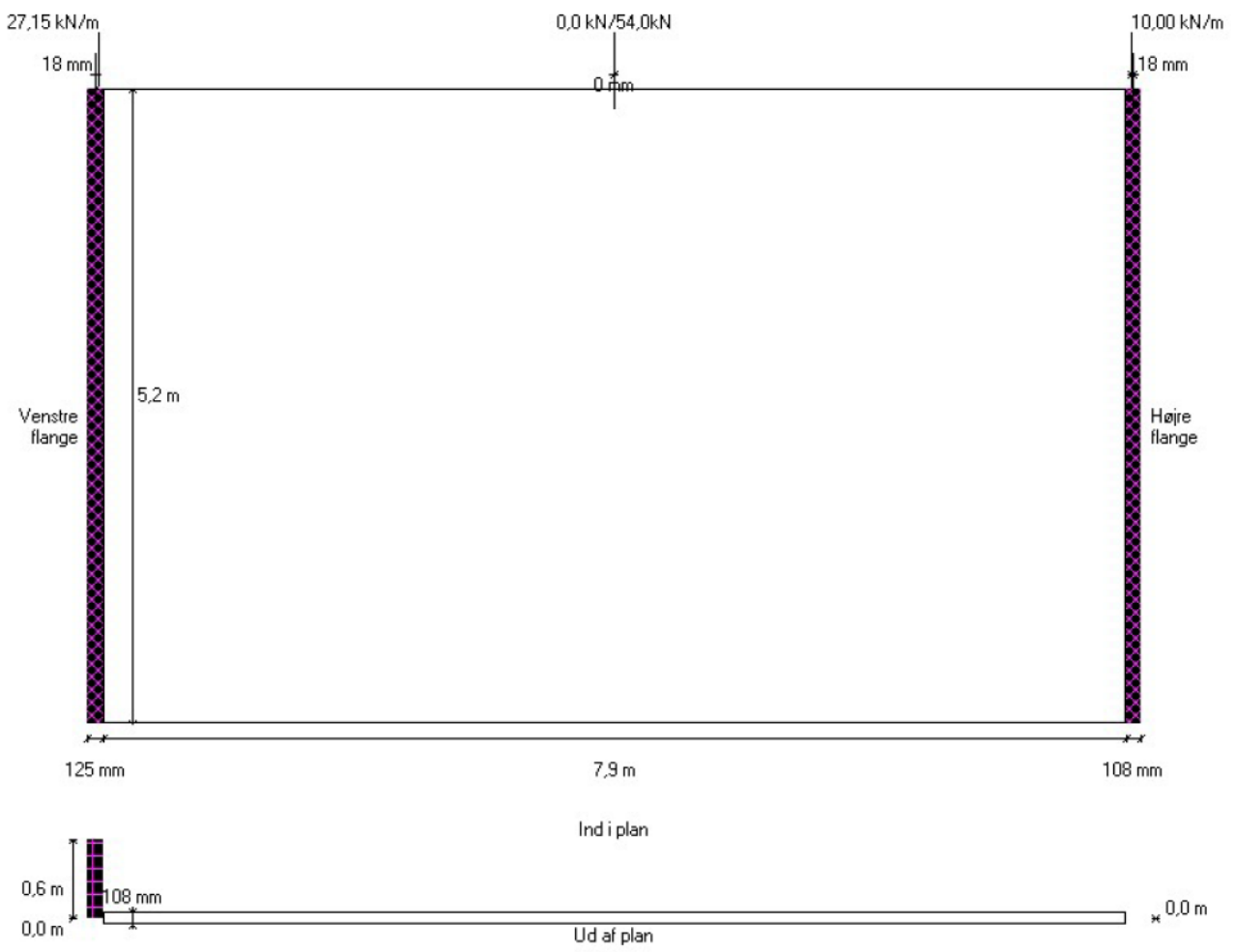
Belastningsfladen

$$\begin{aligned} w_l &= \text{Samlet forskydningsspænding} &= 0,10 \text{ MPa} \\ \tau_d &= \text{Regningsmæssig forskydningsspænding } (n_l*\mu+c) &= 0,14 \text{ MPa} \end{aligned}$$

 $w_l < \tau_d$: ok !**Resultat**

Bæreevnen af den stabiliserende væg er tilstrækkelig!

Bilag 8



Bilag 9

Teknologisk Institut	Sagsansvarlig: pdc
Kongsvang Allé	Dato: 02-02-2012
8000 Århus C	Tid: 12:19
Projekt navn: Kogebog	Sagsnummer: 1355724-03
Komponent: B9. Væg I ... IV	Modul: Skive

Specifikke forudsætninger:

Det stabiliserende vægfelt (regningsmæssige) dimensioner:-

Højde = 2,600 m Længde = 1,500 m Tykkelse = 125 mm

Lastværdier:

Regn.mæss. lodret last ved vægtop	(pos. nedad)	N	= 49,00 kN
Regn.mæss. vandret last v. vægtop	(pos. højre)	W	= 10,20 kN
excentricitet vinkelret på væg	(abs. værdi)	e_0	= 21 mm
excentricitet parallel med væg	(pos. højre)	e_L	= 0 mm

Materialeparametre for vægfelt og bund:

Kar. kohæsion i vægfelt	= 0,40 MPa	Kar. friktionskoeff. i vægfelt	= 1,00
Kar. kohæsion ved bund	= 0,40 MPa	Kar. friktionskoeff. ved bund	= 1,00
Konsekvens klasse	= Normal	Kontrolklasse	= Normal
Partialkoefficient	= 1,70	Partialkoefficient	= 1,30
Regn.mæss. kohæsion i vægfelt	= 0,24 MPa	Regn.mæss. friktionskoeff. i vægfelt	= 0,77
Regn.mæssig kohæsion ved bund	= 0,24 MPa	Regn.mæssig friktionskoeff. ved bund	= 0,77
Densitet	= 535 kg/m ³	km-faktor	= 0,20
Sten/blokstyrke	= 3,50 MPa	Genn.gående studs fuger i hver	2. skifte
Regningsmæssig kapacitet af trækstringer			= 20,00 kN

Bilag 9

Delresultater

Lodret forskydningskapacitet i det stabiliserende vægfelt

{Kapacitet af gennemmuret vægsnit}

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{Ber}} &= km \cdot st \cdot tykk. \cdot højde \cdot (1-1/s) \cdot 0,825 &= 93,84 \text{ kN} \\
 Q_{\text{max}} &= (1,5 \text{ MPa}) \cdot tykk. \cdot højde \cdot (1-1/s) \cdot 0,825 &= 201,09 \text{ kN} \\
 Q_{\text{Kap, lliggef}} &= \text{Minimum}(Q_{\text{Ber}}, Q_{\text{max}}) &= 93,84 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Reaktioner, længder, egenvægt

Reaktionerne er udregnet på baggrund af lasterne på den stabiliserende væg og eventuelle reducerede flanger.

$$\begin{aligned}
 \Sigma N &= \text{Summen af egenvægte og lodrette laster} &= 51,61 \text{ kN} \\
 e &= \text{Excentricitet af } \Sigma N. \text{ Pos. mod højre} &= 0,514 \text{ m} \\
 \text{egv} &= \text{Egenvægt af den stabiliserende væg} &= 1,739 \text{ kN/m} \\
 \text{LAB} &= \text{Afstand til last fra venstre flange} &= 0,000 \text{ m} \\
 \text{LBC} &= \text{Afstand mellem spændingsfordeling -top og bund} &= 1,028 \text{ m} \\
 \text{LCD} &= \text{Udstrækn. af reaktionen fra højre kant} &= 0,47 \text{ m} \\
 nb &= \text{Ensfordelt lodret reaktion} &= 0,87 \text{ MPa} \\
 wb &= \text{Ensfordelt vandret reaktion} &= 0,17 \text{ MPa} \\
 f_{\text{cnd}} &= \text{Regningsmæssig normalspænding} &= 3,69 \text{ MPa} \\
 \tau_{\text{bund,d}} &= \text{Regn. forskyd.spænd. } (nb \cdot \mu_{\text{bund,d}} + c_{\text{bund,d}}) &= 0,91 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$nb < f_{\text{cnd}}$: ok !

$wb < \tau_{\text{bund,d}}$: ok !

Lodret snitflade (B). Umiddelbart før lastpåvirkning

$$Q_B = \text{egv} \cdot \text{LAB} = 0,00 \text{ kN}$$

Kapacitet mht brud i liggefuger:

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{Kap,liggef.}} &= c \cdot højde \cdot tykkelse &= 76,47 \text{ kN} \\
 Q_{\text{Kap}} &= \text{Min}(Q_{\text{Kap,liggef.}}, Q_{\text{Kap, lliggef.}}) &= 76,47 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$Q_B < Q_{\text{Kap}}$: ok !

Bilag 9

Optagelse af momentet:

$$M_B = 0,00 \text{ kNm}$$

$$h_{ts} = \text{Trykzonehøjden i væggen} = 0,000 \text{ m}$$

 $h_{ts} < 0.3 * \text{væghøjde}$: ok !

$$f_{B, \text{Stringer}} = M / (højde - 1/2 * h_{ts}) = 0,00 \text{ kN}$$

$$T_s = \text{Trækstringerens kapacitet} = 20,00 \text{ kN}$$

 $f_{B, \text{Stringer}} < T_s$: ok !Lodret snitflade (C). Umiddelbart før reaktion

$$Q_C = Q_B + \text{egv} * LBC + LBC * N / LBD = 35,36 \text{ kN}$$

Kapacitet mht brud i liggefuger:

$$Q_{\text{Ber, liggef.}} = (\mu * \sigma + c) * (højde * tykkelse) = 218,42 \text{ kN}$$

$$Q_{\text{max, liggef.}} = (1,5 \text{ MPa}) * (højde * tykkelse) = 487,50 \text{ kN}$$

$$Q_{\text{Kap, liggef.}} = \text{Minimum}(Q_{\text{Ber, lf.}}, Q_{\text{max, lf.}}) = 218,42 \text{ kN}$$

$$Q_{\text{Kap}} = \text{Min}(Q_{\text{Kap, liggef.}}, Q_{\text{Kap} \perp \text{liggef.}}) = 93,84 \text{ kN}$$

 $Q_C < Q_{\text{Kap}}$: ok !

Optagelse af momentet:

$$M_C = 9,09 \text{ kNm}$$

$$h_{ts} = \text{Trykzonehøjden i væggen} = 0,02 \text{ m}$$

 $h_{ts} < 0.3 * \text{væghøjde}$: ok !

$$f_{C, \text{Stringer}} = M / (højde - 1/2 * h_{ts}) = 3,50 \text{ kN}$$

$$T_s = \text{Trækstringerens kapacitet} = 20,00 \text{ kN}$$

 $f_{C, \text{Stringer}} < T_s$: ok !

Bilag 9

Optagelse af normalkraften:

$$\begin{aligned} sc &= \text{Normalkraftens trykspænding i resttværsnittet} && = 0,02 \text{ MPa} \\ \frac{1}{2} \cdot f_{cnd} &= \text{Tilladelig trykspænding} && = 1,84 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$sc < \frac{1}{2} \cdot f_{cnd}: \text{ ok !}$$

Forhold umiddelbart over trykstringer

Kræfterne i trykstringeren samt den vandrette reaktion fremkalder forskydningsspændinger i liggefugen umiddelbart over stringeren.

Strækning BC:

$$\begin{aligned} w\text{-BC} &= \text{abs}(f_{B, \text{Stringer}} - f_{C, \text{Stringer}}) / LBC \cdot \text{tykkelse} && = 0,03 \text{ MPa} \\ c &= \text{Regningsmæssig forskydningsspænding} && = 0,24 \text{ MPa} \\ w\text{-BC} &< c: \text{ ok !} \end{aligned}$$

Strækning CD:

$$\begin{aligned} w\text{-CD} &= \text{abs}(f_{C, \text{Stringer}} - W) / LCD \cdot \text{tykkelse} && = 0,11 \text{ MPa} \\ \tau_d &= \text{Regn. forskyd.spænd. (nb} \cdot \mu + c) && = 0,91 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$w\text{-CD} < \tau_d: \text{ ok !}$$

Forhold umiddelbart under trækstringer

Kræfterne i trækstringeren samt den vandrette påvirkning fremkalder forskydningsspændinger i liggefugen umiddelbart under stringeren.

Excentrisk virkende forskydningsspænding fra vandret belastning (wl):

$$wl = W / ((\text{tykkelse} - 2 \cdot e_0) \cdot LBD) = 0,08 \text{ MPa}$$

Excentrisk virkende normalspænding fra lodret belastning (nl):

$$nl = N / ((\text{tykkelse} - 2 \cdot e_0) \cdot LBD) = 0,39 \text{ MPa}$$

Bilag 9

Strækning BC:

Centralt virkende forskydningsspænding fra trækstringer (wa):

$$w_a = (f_{C, \text{Stringer}} - f_{B, \text{Stringer}}) / L_{BC} * \text{tykkelse} = 0,03 \text{ MPa}$$

Under lasten:

$$w\text{-BC} = \text{Samlet forskydningsspænding } \text{abs}(w_a + w_l) = 0,11 \text{ MPa}$$

$$\tau_d = \text{Regningsmæssig forskydningsspænding } (nl * \mu + c) = 0,54 \text{ MPa}$$

w-BC < τ_d : ok !

Udenfor lasten:

$$w_a = \text{Forskydningsspænding } \text{abs}(w_a) = 0,03 \text{ MPa}$$

$$c = \text{Regningsmæssig forskydningsspænding} = 0,24 \text{ MPa}$$

abs(wa) < c: ok !

Strækning CD:

Centralt virkende forskydningsspænding fra trækstringer (wa):

$$w_a = - (f_{C, \text{Stringer}}) / L_{CD} * \text{tykkelse} = -0,06 \text{ MPa}$$

Under lasten:

$$w\text{-CD} = \text{Samlet forskydningsspænding } \text{abs}(w_a + w_l) = 0,02 \text{ MPa}$$

$$\tau_d = \text{Regningsmæssig forskydningsspænding } (nl * \mu + c) = 0,54 \text{ MPa}$$

w-CD < τ_d : ok !

Udenfor lasten:

$$w_a = \text{Forskydningsspænding } \text{abs}(w_a) = 0,06 \text{ MPa}$$

$$c = \text{Regningsmæssig forskydningsspænding} = 0,24 \text{ MPa}$$

wa < c: ok !

Bilag 9

Belastningsfladen

w_l	= Samlet forskydningsspænding	= 0,08 MPa
τ_d	= Regningsmæssig forskydningsspænding ($n_l \cdot \mu + c$)	= 0,54 MPa

$w_l < \tau_d$: ok !

Resultat

Bæreevnen af den stabiliserende væg er tilstrækkelig!

Bilag 9

