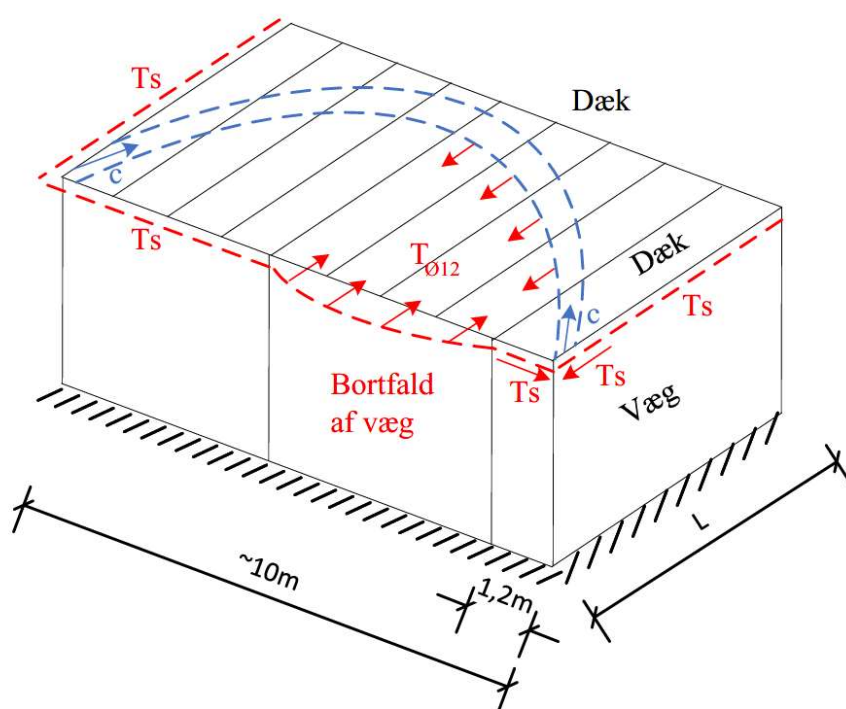


Bilag 2: Beregningsprincip – Buevirkning i dæk

Indledning:

I dette notat udføres en skitse beregning for buevirkning i dæk ifm. bortfald af element, der bæres etagevist af armering i randudstøbning.

Indledende beregninger har vist at stringerkraften (T_s) i randarmeringen er i størrelsesorden max 200- 250 kN. Se nedenstående figur



Figur 1. Oversigt over kraftforløb

Dækket udgør en form for modhold for de vandrette stringerkræfter. Umiddelbart over væggen, der bortfalder, er nedbøjningen maksimal, hvorved der ikke er megen stivhed i dækket i dette område.

Der vil ske en omlejring af kræfterne, således at der introduceres en indre bue i dækket. Se figur 1 stiplede linje

Buen holdes således i ligevægt af:

- stringer kraften T_s , der i nødvendigt omfang løber rundt hjørnet i begge ender af buen. Dvs. i begge hjørner for enden af den aktuelle væg.
- $T_{\theta 12}$ som er den maksimale trækraft der kan etableres i bøjlearmeringen

Bemærk alle kræfter i figur 1 repræsenterer således en slags egenpændings-tilstand.

Alle ydre kræfter i systemet, dvs. lodret påvirkning af stringer, der fremkalder T_s og lodret reaktion i bund er ikke påtegnet i figur 1.

Buen kan løbe i den del af dækket der ikke undergår store deformationer. Der vil i buen optræde mindre 2. ordens effekter, der regnes negligeble, da buen løber, hvor dækket kun har minimale eller ingen nedbøjninger

Parametre i beregning:

Her beskrives diverse parametre anvendt i beregning i bilag 1.

Bemærk er kun beregnet som omtrentlige

$$\begin{aligned} T_{\emptyset 12} &= 2 \times 12^2 \cdot \pi/4 \cdot 200 \text{ MPa}/1200 \text{ mm} \\ &= 38 \text{ N/mm} = 38 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Her anvendes dog kun

$$T_{\emptyset 12} = 20 \text{ kN (da det er rigeligt)}$$

Dækkets kohæsion

$$f_{vk0} = 2 \text{ MPa (Er armeret)}$$

Dækkets karak. trykstyrke

$$f_k = 20 \text{ MPa}$$

Dæktykkelse

$$T = 200 \text{ mm}$$

Buens bredde

$$= 400 \text{ mm}$$

Bredde af dækkene/rummet

$$= 10.000 \text{ mm}$$

Beregning:

Beregning er angivet i appendix 1, på følgende sider.

Det ses, at såfremt der er et dæk intakt (1.2 m før hjørnet) og såfremt bredde af dækkene for rummet er 10 m kan der fint optræde en bue såfremt:

$$L = 1.2 \text{ m}$$

Hvor L er længden af dækkene. Dvs. der skal meget lidt dæk til at stabilisere buen.

Værdierne kan sagtens optimeres, da der er rigelig med bæreevne, men en enkel regel kunne være, at der kan regnes med tilstrækkelig stabilitet i dækket, såfremt der minimum er 1,2 m væg/dæk til hjørnet samt længden af dækkene til væg eller åbning med fx trapper maksimalt er 1.2 m (ellers er vi henne i at beregne en hjørnesøjle)

Appendix 1 – EC6Design. Beregning af bue.

Masonry.dk	Sagsansvarlig: pdc
Filmbyen 23	Dato: 22-11-2023
8000 Århus C	Tid: 18:37
Projekt navn: RealDania - Robusthed	Sagsnummer: 242
Komponent: I dæk	Modul: Bue / EC6design v.8.0

Specifikke forudsætninger

Buens dimensioner:

Lysningsvidde	$L = 10000$ mm	Total højde	$h = 1200$ mm
Buehøjde ved understøtning	$t_b = 400$ mm	Pilhøjde	$p = 800$ mm
		Murtykkelse	$t_m = 200$ mm

Materialeparametre:

Konsekvensklasse	= Normal	Kontrolklasse	= Normal
Kar. basistrykst.	$f_k = 20,00$ MPa	Skønnet E-modul	$E_{od} = 4615$ MPa
Kar. kohæsion	$f_{vk0} = 2,00$ MPa	Kar. friktion	$\mu_k = 1,00$
Part.koeff. for f_k	= 1,60	Regn.mæss. trykstyrke	$f_d = 12,50$ MPa
Part.koeff. for f_{vk0}	= 1,70	Regn.mæss. kohæsion	$f_{vd0} = 1,18$ MPa
Part.koeff. for μ_k	= 1,30	Regn.mæss. friktion	$\mu_d = 0,77$

Buen beregnes som et stik.

Regningsmæssige lodrette laster:

Jævnt fordelt last, inkl egenlast:	$q = 20,00$ kN/m
------------------------------------	------------------

Generelle forudsætninger

Bæreevneeftervisningen foretages på grundlag af en tryklinie som indlægges i murværket.

Understøtninger er forudsat faste, således at en vandret reaktion kan optages. Denne forudsætning er helt essentiel for buer, idet en flytning/forskydning/deformation ved den vandrette understøtning kan medføre revner i murværket!

Murværket regnes afgrænset af en nedre og øvre begrænsningsflade.

Begrænsningsfladerne regnes vandrette eller parabelformet, geometrisk bestemt ved pilhøjde, længde, etc.

Understøtningerne regnes placeret på en lodret linie ved lysningskanterne.

Trykzonen er en symmetrisk zone omkring tryklinien hvor udstrækningen overalt er $2 \cdot$ den mindste afstand fra tryklinien til begrænsningsfladerne.

Den lodrette placering af understøtninger og midterste punkt af tryklinien bestemmes normalt ved iteration, således at udnyttelsesgraden minimeres.

Både for stik og skjulte buer undersøges forskydningskapaciteten ved understøtningerne. Her tages hensyn til den vandrette reaktions friktionsbidrag på en del af strækningen.

Ved stik regnes liggefugen orienteret vinkelret på den nedre begrænsningsflade. Udnyttelsesgraden defineres her som maksimumsværdien af:

$$(\sigma_{\text{liggefuge}}/f_d \text{ og } \tau_{\text{liggefuge}}/(\mu_d \cdot \sigma_{\text{liggefuge}} + f_{vd0})) \text{ målt i ethvert snit.}$$

Her er $\sigma_{\text{liggefuge}}$ og $\tau_{\text{liggefuge}}$ hhv. normal- og forskydningspænding i liggefugen

Ved skjulte buer skelnes mellem buer understøttet i vandret retning overalt og buer kun understøttet i vandret retning ved de to understøtninger.

Når buehøjden ved understøtningen angives lig den totale højde ($t_b = h$) defineres udnyttelsesgraden som maksimumsværdien af:

$$(\sigma_{\text{liggefuge}}/(1/2 \cdot f_d)) \text{ målt i ethvert snit.}$$

Når buehøjden ved understøtningen angives mindre end den totale højde ($t_b < h$) defineres udnyttelsesgraden som maksimumsværdien af:

$$(\sigma_{\text{liggefuge}}/(1/2 \cdot f_d) \text{ og } \tau_{\text{liggefuge}}/(\mu_d \cdot \sigma_{\text{liggefuge}} + f_{vd0})) \text{ målt i ethvert snit.}$$

Til beskrivelse af placeringer etc, indlægges et xy-koordinatsystem startende ved venstre lysningskant i nedre begrænsningsflade.

E-modulet anvendes til beregning af den elastiske udbøjning og kipningsmomentet. En præcis værdi er ikke afgørende for bæreevnen.

Kipningsmomentet er bestemt for en bue uden afstivninger vinkelret på bueplanet mellem understøtningerne.

Resultat

Hovedresultat: Buen har tilstrækkelig bæreevne !!!

Max. udnyttelsesgrad	= 0,45	Min. afstand fra tryklinie til begrænsningsflade	= 171 mm
Udn.grad mht forskydningen ved understøtninger.	= 0,00		

Lodret reaktion ved:		Placering af tryklinie ved:	
Venstre understøtning:	= 99,97 kN	Venstre understøtning:	= 177 mm
Højre understøtning:	= 100,03 kN	Højre understøtning:	= 176 mm
		Midten:	= 854 mm
Vandret reaktion:	= 370,02 kN		

Buens lodrette højde ved understøtningen (t_i) er beregnet til: = 419 mm

Den lodrette højde er reduceret med den elastisk bestemte udbøjning - U_d : 169 mm
Red. højde: 1031 mm

$M_{\text{midt}}/M_{\text{kip}}$ = 0,57

