

ERFARINGER OG RESULTATER FRA PROJEKT OM RUNDJERNSBØJLER I SAMLINGER, HVOR DER ER DOKUMENTATION BRUG AF ARMERING MED FLYDESPÆNDING, DER FALDER UDENFOR EUROCODE 2 OG TILHØRENDE NATIONAL ANNEKS

HVEM ER DEN BETONHJERNE?



Tim Gudmand- Høyer
Ramboll, High Rise DK
Dynamisk Statiker, Betonmand
Senior Chief Specialist,
Fagchef for Beton i Byggeri DK
MSc. Ph.D.

HVAD ER BULLETIN NO 07 – RUNDJERNSBØJLER I ELEMENTKANTER ?

Bulletinen der anviser, hvorledes forankringskapaciteten af rundjernsbøjler kan beregnes ud fra empiriske bæreevneformler (fastlagt ved forsøg).

Projektnavn	Forankring af rundjernsbøjler i elementkanter
Modtager	Betonelement-Foreningen
Dokumenttype	Bulletin
Version	001
Dato	2019 12 20
Udarbejdet af	Tim Gudmand-Høyer og Bernt Suikkanen
Kontrolleret af	Lars Zenke Hansen
Godkendt af	Pernille Nyegaard, Lars Reimer og Mads Sørensen



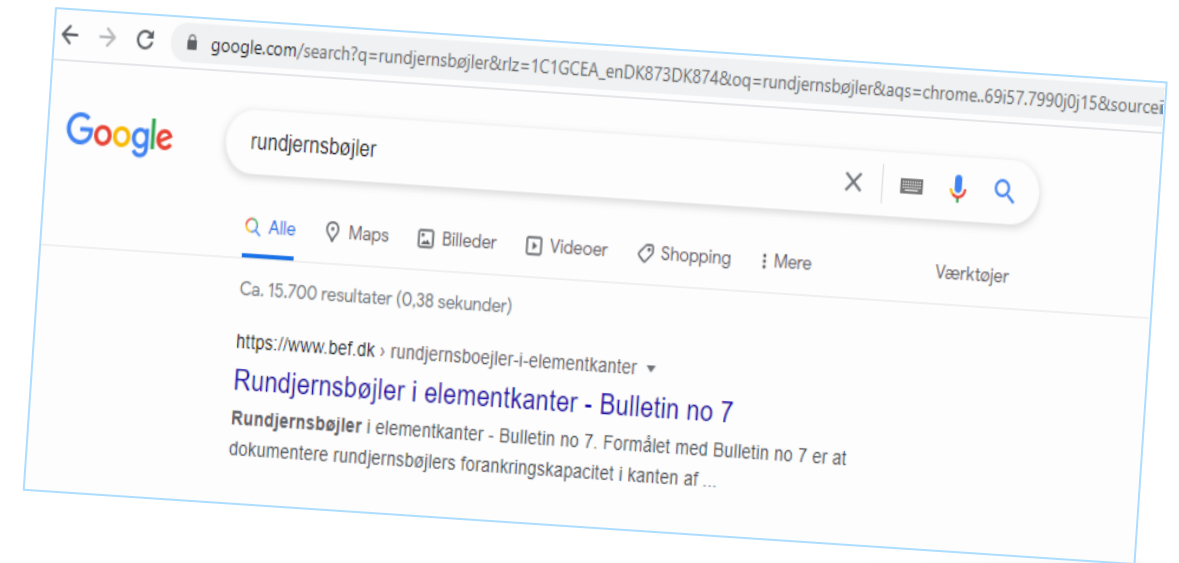
HVAD ER BULLETIN NO 07 – RUNDJERNSBØJLER I ELEMENTKANTER ?

Bulletinen der dokumenterer at det er ok at
lave disse samlinger



HVOR FINDER JEG BULLETIN NO 07 – RUNDJERNSBØJLER I ELEMENTKANTER ?

- <https://www.bef.dk/teknik-og-design/rundjernsboejler-i-elementkanter/>

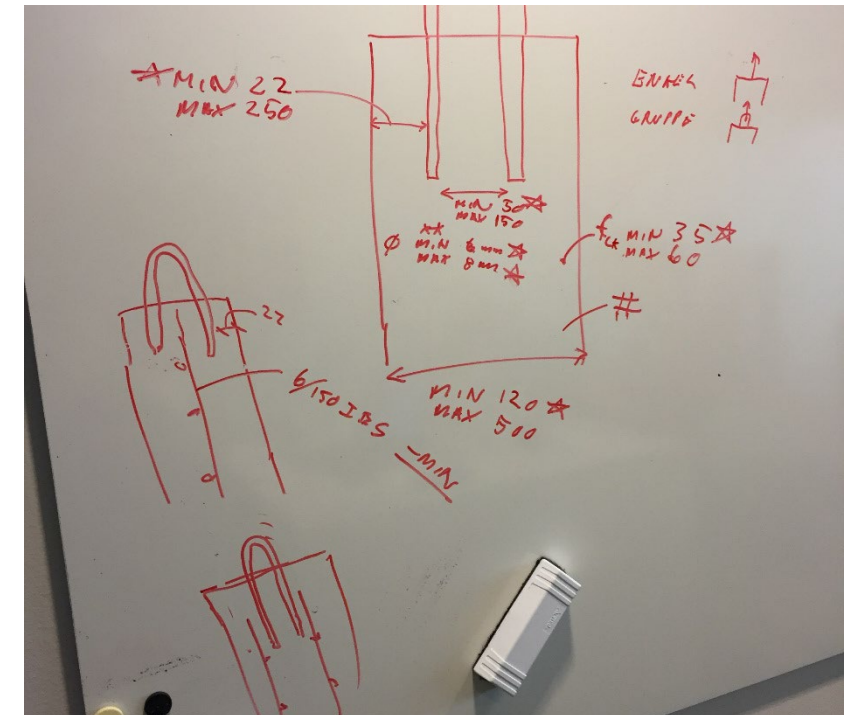


KORT OM BAGGRUNDEN

- 1992-1-1:

Såfremt der for armering med glat overflade regnes med overførelse af kræfter ved vedhæftning mellem beton og armering, må armeringen ikke have en karakteristisk flydespænding, der overstiger 250 MPa.

- Rundjern leveres med $f_{yk} > 250 \text{ MPa}$
- $\Rightarrow$ Bøvl med normen!
- BEF ønsker:
- Dokumentation der kan anvendes i praksis
- Brudkapaciteter der kan anvendes generelt

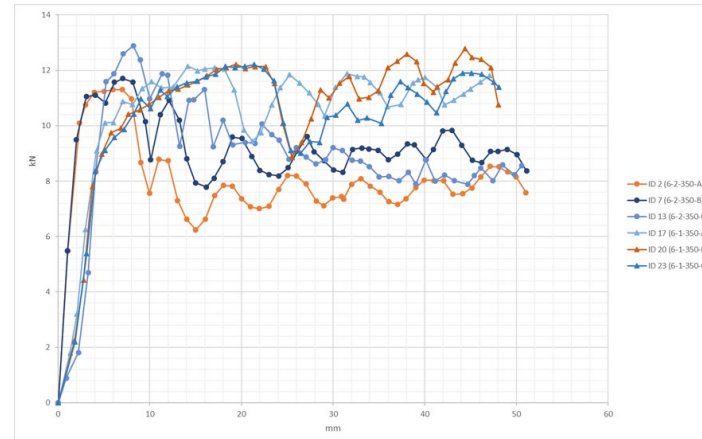


HVAD INDEHOLDER BULLETIN NO 07 – RUNDJERNSBØJLER I ELEMENTKANTER ?

- Test



- Databehandling



- Bæreevneudtryk

14.1 Beregningsudtryk for bøjler Ø6

Følgende hovedpunkter fremgår af bilag for bøjler Ø6 med $f_{u,30}$:

Bias $b = 1.04$ [formel (D.7) i EN1990]

Variationskoefficient for modelusikkerhed $V_{\delta} = 0.082$ [formel (D.13) i EN1990]

Variationskoefficient for beton trykstyrke fastsættes til 0.16 (se DS INF 172 – baggrundsdokument for Nationale Anneks, [2]).

Karakteristisk værdi for beton trykstyrke vælges til 35 MPa.

Delpartialkoefficient $\gamma_m = 1.26$ (Anneks F i DK NA EN1990, med $V_m = 0.16$)

Delpartialkoefficient $\gamma_2 = 1.08$ (Anneks F i DK NA EN1990, med $V_{\delta} = 0.082$)

og dermed

Materiale partialkoefficient $\gamma_M = 1.36$ (Anneks F i DK NA EN1990) – sejt brud).

Som det fremgår af Bilag 8 Statisk analyse og bæreevne modeller for rundjern, medfører dette følgende udtryk for en regningsmæssige bæreevne.

Karakteristisk forankringskapacitet:

$F_{u,30,k} = 0,013 L_{ind} + 4,9$ kN (i kN)

Hvor L_{ind} er indstøbningslængden i mm.

Regningsmæssig forankringskapacitet:

$F_{u,30,d} = F_{u,30,k} / 1,36$

Hvis forankring sker i forankringsmæssige "dårlige" forhold iht. DS/EN 1992-1-1 skal der reduceres med faktor 0,7.

HVAD HAR DER VÆRET AF OPDATERINGER?

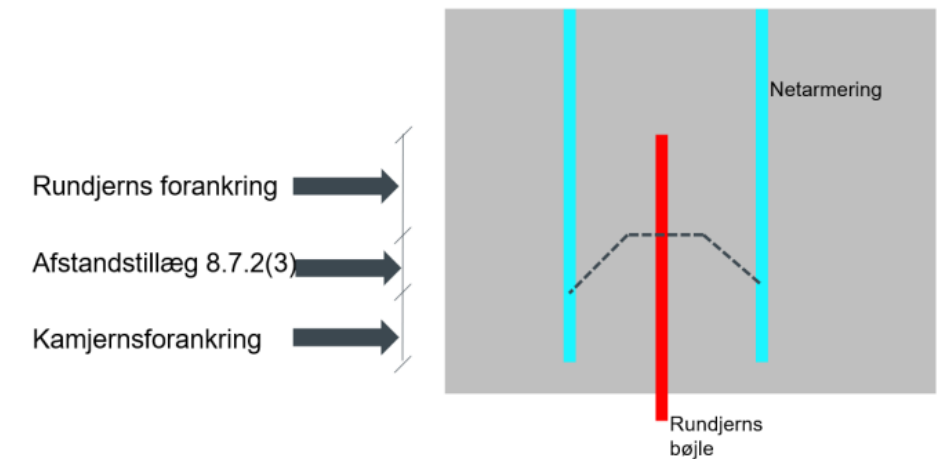
- Inden Bulletinen kom ud blev der indført kort afsnit om stød

16. EFTERVISNING AF STØD

Stød til armering skal som udgangspunkt dokumenteres i henhold til DS/EN 1992-1-1:2008+AC:2010+A1:2015 med tilhørende dansk anneks DS/EN 1992-1-1 DK NA:2017 (Eurocode2, 2008; Nationalt Anneks E. , 2017).

Idet forankringen nu er fastlagt iht. forsøg skal stød beregnes med udgangspunkt i normens anvisninger.

Der anvendes nedenstående simplificerede tilgang til udregning af stødlængden.



HVAD HAR DER VÆRET AF OPDATERINGER?

- Spørgsmål og svar der er lagt på hjemmesiden

Spm/svar

Spørgsmål til bulletin 7, version dec. 2019

Er det korrekt, at beregningsudtryk for bøjler i afsnit 14 er for de enkelte stænger?

Svar:

Det er korrekt, at beregningsudtryk for bøjler som angivet i afsnit 14.1 og 14.3 er gældende for den enkelte stang/ben, der forankres.

BRUGES BULLETIN NO 07 I RAMBØLL?

- Ja – det er indarbejdet i beregningsprogrammer

FUGELÅS - BEREGNINGSPROGRAM

Rambøll Danmark Software, R2, 07-12-2020

Projektnummer xxxxxxx	Udarbejdet af xxxx
Emne xxxxxxx	Dato xx-xx-xxxx

Fuge		Betonelement	
Geometri			
Samlingstype	Enkelt	Bredde	200 mm
Tandbredde	74 mm	Dæklag, vægarmering	22 mm
Beton			
Karakteristisk trykstyrke	25 MPa	Karakteristisk trykstyrke	35 MPa
Armering			
<u>U-bøjler</u>		<u>Lodret armering</u>	
Type	Rundjern	Karakteristisk flydespænding	500 MPa
Karakteristisk flydespænding, U-bøjler	400 MPa	Antal stænger pr. side, ved stødzonen vandret armering	1
Diameter	6 mm	Diameter	8 mm
Bukkediameter, beregnet værdi	Tast selv mm	<u>Vandret armering</u>	
Bukkediameter, angivet værdi (tast selv)	50 mm	Diameter	8 mm
Afstand	300 mm	Afstand	200 mm
<u>Længdearmering (lås ejern)</u>			
Diameter	12 mm		

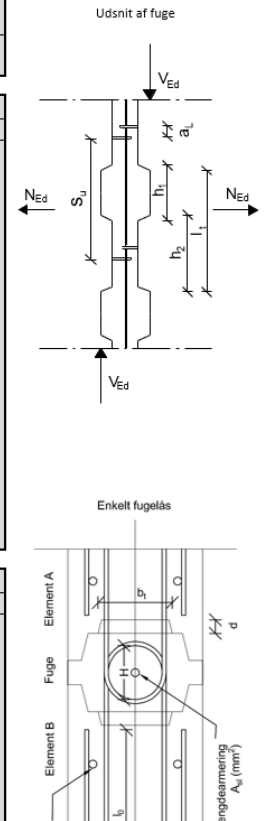
Fuge		Betonelement	
Geometri			
Tandlængde	159 mm	Fri afstand, U-bøjle til vandret vægarmering	30 mm
Tandlængde	159 mm		
Tanddybde	20 mm		
Afstand mellem tandlængdesæt	300 mm		
Sikkerhed			
Armering	1,20	Armering	1,20
Beton, tryk	1,45	Beton, tryk	1,40

INPUT - OUTPUT

Baggrundsinfo

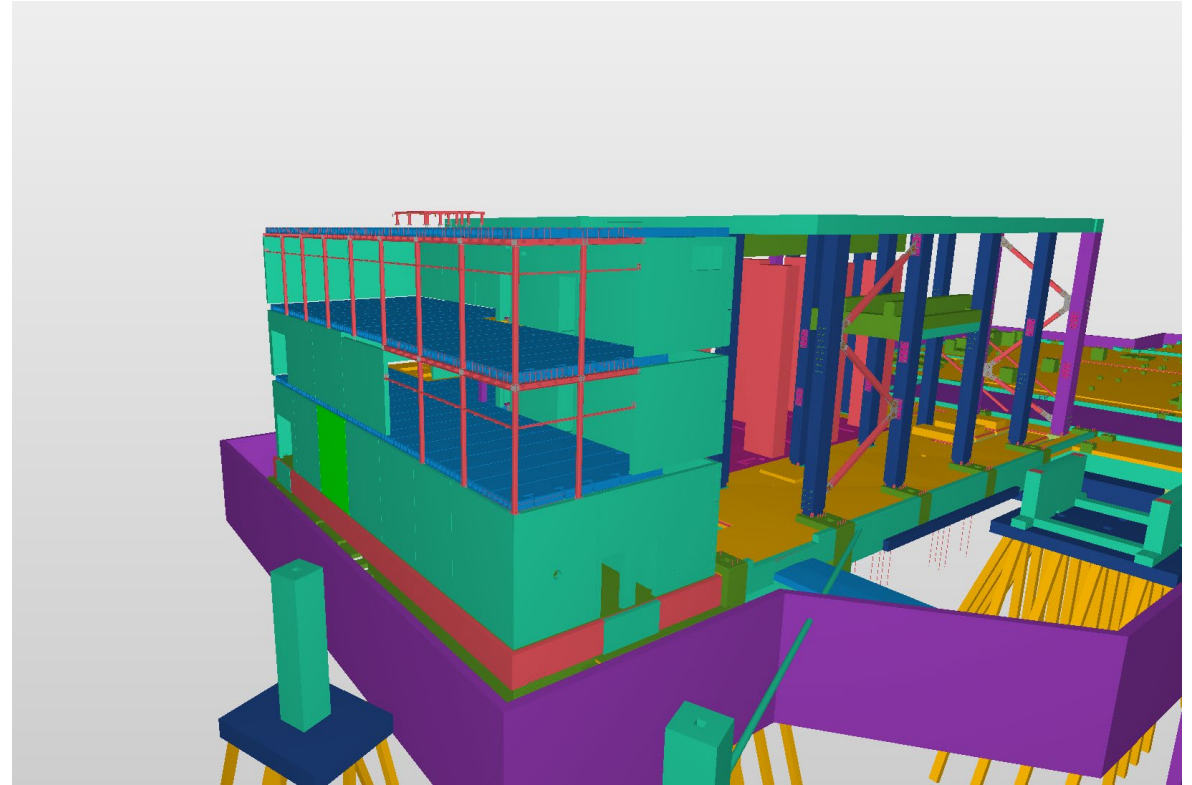
Juridisk information

Versionsstyring



BRUGES RUNDJERNBØJLER I RAMBØLL?

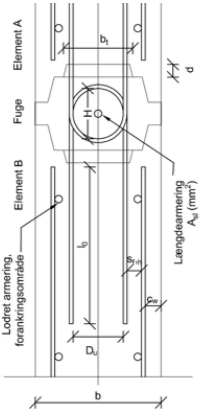
- Ja



ERFARINGER VEDR NO7 - FRA TIM I RAMBØLL

- Bulletinen bruges (men det er en god ide at indbygge begrænsninger i regneark/programmer)
- Der har været få spørgsmål til anvendelsen og selve bulletinen.

BAGGRUNDSINPUT					
Fuge			Betonelement		
Geometri			Geometri		
Tandlængde	h_1	159 mm	Fri afstand, U-bøjle til vandret vægarmering		
Tandlængde	h_2	159 mm		$s_{u,b}$	30 mm
Tanddybde	d	20 mm			
Afstand mellem tandlængdesæt	l_t	300 mm			
Sikkerhed			Sikkerhed		
Armering	γ_s	1,20	Armering	γ_s	1,20
Beton, tryk	γ_c	1,45	Beton, tryk	γ_c	1,40
Beton, træk	γ_{ct}	1,70	Beton, træk	γ_{ct}	1,60
Beton			Armering		
Friktionskoefficient	μ	0,90	U-bøjler fra fuge		
Kohæsionskoefficient	c	0,50	Faktor, forankringsforhold ¹	$\eta_{L,u}$	1,00
Betonsammensætning	Værste tilfælde		Faktor, tværarmering ¹	K_u	0,05
Armering			Øvrig armering i betonelement		
Karakteristisk flydespænding, længdearm.	$f_{yk,l}$	500 MPa			
Overlap, U-bøjler	H	50 mm	Faktor, forankringsforhold ¹	$\eta_{L,w}$	1,00
Overlap, tolerance	ΔH_{tol}	10 mm	Faktor, tværarmering ¹	K_w	0,00



Note 1: Se DS/EN-1992-1-1 - Figur 8.4 for bestemmelse af K_u og K_w - 8.4.2 for bestemmelse af forankringsforhold $\eta_{L,u}$ og $\eta_{L,w}$

KONTROL AF OVERHOLDELSE AF KRAV					
Minimumsarmering		Krav til fugeparametre		Krav ved brug af rundjern	
Forskydning i støbeskel		Efter DS/EN 1992-1-1, 6.2.5(6), herunder DK NA		Efter BEF Bulletin 7	
Efter DS/EN 1992-1-1, 6.2.5(1), herunder DK NA	OK	Overlap U-bøjler	H OK	Betontrykstyrke, væg	$f_{ct,w}$ OK
Fuge, støbeskel	OK			Dæklag, U-bøjle	c_u OK
Betonelement, støbeskel	OK	Tanddybde	d OK	Vægtykkelse	b OK
Lodret armering i stødzonen				Flydespænding	$f_{yk,u}$ OK
Efter DS/EN 1992-1-1, 8.7.3(1)	OK	Tandlængde 1	h_1 OK	Bukkediameter	D_u OK
		Tandlængde 2	h_2 OK	Afstand	s_u OK
				Afstand indv. ben	a_2 Ej relevant

ERFARINGER VEDR. NO7 - GENERELT

- Der har været få spørgsmål til anvendelsen af selve bulletinen
- Der har været en enkel bemærkning til begrænsning vedr. dorndiameter
- Der er mig bekendt ikke rejst spørgsmål til dokumentationen.

ERFARINGER VEDR. NO7 – PROCESSEN (TIMS VURDERING)

- Klart mål og begrænsning gør det lettere at komme i mål (det er ikke normarbejde eller grundforskning)
- Med kalibreret måleudstyr kan man nå langt i laboratorierne på elementfabrikkerne.
- Ud over god KS blev der gjort brug af sparringsmøder med "de lærde" - god mulighed for konstruktiv kritik.



MULIGE PROBLEMER FREMADRETTET?

- Grønnere beton med lavere styrke => uden for Bulletin no 07.
-og hvem ved hvad normer og anvisninger bringer.
- Mulige udvidelser:
 - Test med svagere beton
 - Test med kroge
 - Test med "grissehaler"

KAN MAN BRUGE BULLETIN NO 07 TIL ANDET?

- Fremragende hyggelæsning
- Som eksempel på hvordan man tester og dokumenterer så man overholder krav fra normer og anvisninger.



TAK

