

MEMO 812
BEREGNING AV ARMERING
DTF150/DTS150
DIMENSJONERING

Dato: 16.08.2012
Siste rev.: 13.05.2016
Dok. nr.: K6-10/12

Sign.: sss
Sign.: sss
Kontr.: ps

BEREGNING AV ARMERING DTF150/DTS150

INNHold

GRUNNLEGGENDE FORUTSETNINGER OG ANTAGELSER.....	2
GENERELT	2
STANDARDER.....	2
KVALITETER.....	3
LAST	3
ARMERINGSBEREGNING.....	4
YTRE LIKEVEKT	4
NØDVENDIG FORANKRINGSARMERING	4
BØYING AV FRONTARMERING.....	5
FORANKRING AV FRONTARMERING.....	6

DEL 1 GRUNNLEGGENDE FORUTSETNINGER OG ANTAGELSER

1.1 GENERELT

De følgende beregninger er kun å betrakte som et eksempel som illustrerer dimensjoneringsmodellen. Beregningen viser kun de belastningene enheten vil påføre i betongelementet og beregning av nødvendig armering for å forankre disse kreftene inn i elementet. Siden stålenhetene kan brukes i en rekke ulike DT-tverrsnitt er det ikke gitt anbefalinger på armeringsutførelse i enden av selve DT-elementet, da denne ikke kan generaliseres.

NB: DT-elementet må dimensjoneres for enkeltlastene R_1 og R_2 . Armeringsutførelse i enden av elementet for å sikre at disse kreftene kan tas imot og videreføres må alltid utarbeides av ansvarlig konstruktør med nødvendig kompetanse på betong og ståleregninger. Merk spesielt at bruk av DTF/DTS løsning fører til økt skjærkraft i enden av elementet (R_1) sammenlignet med bruk av underliggende opplegg hvor skjærkraften er lik opplagerkraften.

Enheten forankres i front for kraften R_1 vha spesielle armeringsbøyler. I bakkant av enheten vil normalt DT-ens vanlige skjærarmeringsbøyler kunne benyttes for innføring av kraften R_2 . Det legges da inn en eller to ekstra bøyler med nok tverrsnittsareal til å løfte kraften R_2 i dette punktet. Det bør imidlertid alltid vurderes om dette er realistisk kraftinnføring basert på tverrsnittets profil og skjærbøylene form.

Det er en forutsetning for stålenhetens kapasitet at forankringsbøyler er plassert i de posisjoner som er vist i Figur 3.

1.2 STANDARDER

Beregningene er utført i henhold til:

- Eurocode 2: Prosjektering av betongkonstruksjoner. Del 1-1: Allmenne regler og regler for bygninger.

For alle NDP-er (Nationally Determined Parameter) i Eurocodene er Norske verdier benyttet.

NDP-ene er som følger:

Parameter	γ_c	γ_s	α_{cc}	α_{ct}
Anbefalt verdi	1,5	1,15	1,0	1,0
NDP Norge	1,5	1,15	0,85	0,85
Benyttet	1,5	1,15	0,85	0,85

Tabell 1: NDP-er i EC2.

1.3 KVALITETER

Betong B30:	$f_{ck} = 30,0 \text{ MPa}$	EC2, Tabell 3.1
	$f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c = 0,85 \times 30 / 1,5 = 17,0 \text{ MPa}$	EC2, Pkt.3.15
	$f_{ctd} = \alpha_{ct} \times f_{ctk,0,05} / \gamma_c = 0,85 \times 2,00 / 1,5 = 1,13 \text{ MPa}$	EC2, Pkt.3.16
	$f_{bd} = 2,25 \times \eta_1 \times \eta_2 \times f_{ctd} = 2,25 \times 0,7 \times 1,0 \times 1,13 = 1,78 \text{ MPa}$	EC2, Pkt.8.4.2
Armering 500C (EN 1992-1-1, App. C):		
	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1,15 = 435 \text{ MPa}$	EC2, Pkt 3.2.7

Merk: Armering av annen stål kvalitet kan benyttes dersom beregningen tar høyde for faktisk flytespenning ($f_y \leq 500 \text{ MPa}$). Samtidig må materialets bøybarhet være tilstrekkelig til at armeringen kan tilpasses rundt halvrundstålet fremme på enheten.

1.4 LAST

Maksimum utkraging til lastpunkt: 75mm

Bruddgrenselast vertikalt: $F_V = 150 \text{ kN}$.

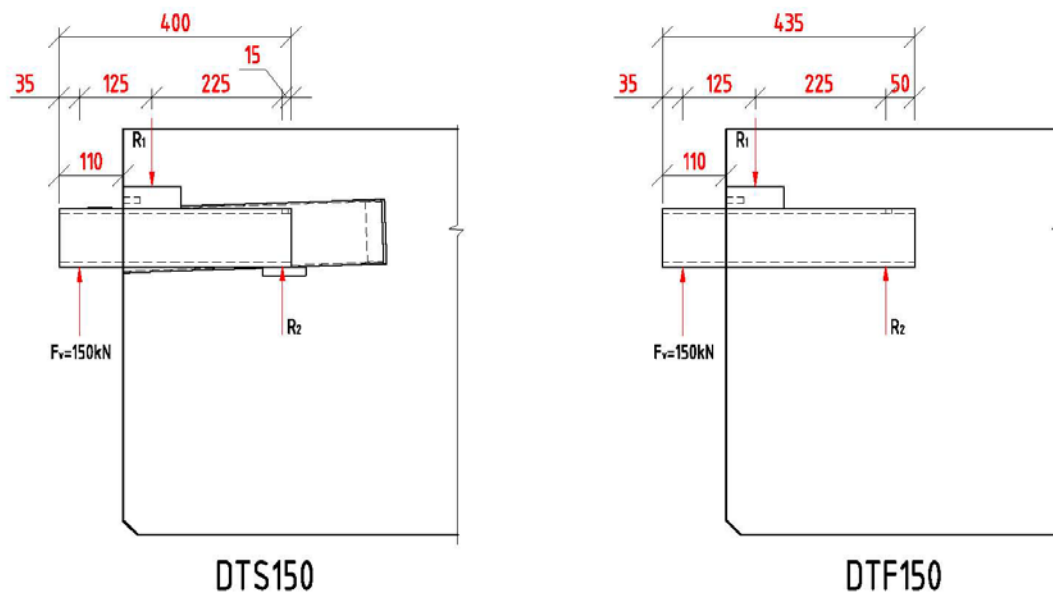
Bruddgrenselast horisontalt i aksialretning: $F_H = 0 \text{ kN}$.

Bruddgrenselast horisontalt på tvers: $F_T = 0 \text{ kN}$.

DEL 2 ARMERINGSBEREGNING

2.1 YTRE LIKEVEKT

Enhetens likevekt kan baseres på følgende geometri. Antatt plassering av reaksjonskreftene representerer en konservativ tilnærming og avrunding i forhold til de antagelser som er gjort ved dokumentasjon av enheten. Beregningen tar hensyn til ca 5mm toleranse på plassering av armering i forkant av enheten. Merk at nominell planlagt plassering er lik for DTS og DTF enhetene og skal være som vist i Figur 3.



Figur 1: Krefter på enhet.

F_v = Ytre last på HUP

R_1, R_2 = Ytre reaksjonskrefter mot HUP.

Setter opp likevektsligningene for HUP.

$$1): \sum M=0: \quad F_v \times 125 - R_2 \times 225 = 0$$

$$2): \sum F_y=0: \quad F_v + R_2 - R_1 = 0$$

Dette gir:

$$R_2 = \frac{150kN \times 125mm}{225mm} \approx 83kN$$

$$R_1 = 150kN + 83kN = 233kN$$

NØDVENDIG FORANKRINGSARMERING

Armering for opplagerkreftene R_1 :

$$A_{s1} = R_1 / f_{sd} = 233000 / 435 = 536 \text{ mm}^2$$

$$\text{Velger } 2\text{Ø}16 \text{ bøyer} = 2 \times 2 \times 201 \text{ mm}^2 = 804 \text{ mm}^2$$

$$\text{Kapazität på valgt armering: } R = 804 \text{ mm}^2 \times 435 \text{ MPa} = 350 \text{ kN}$$

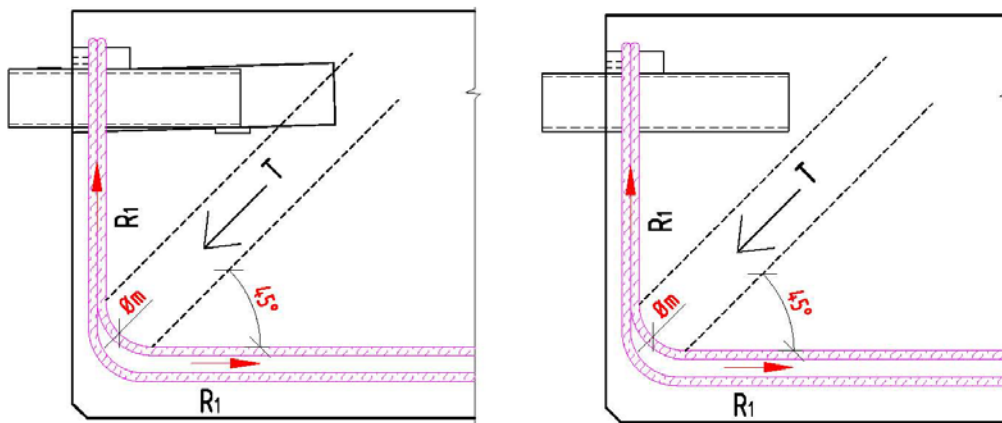
$$\text{Armeringsspenning: } \sigma = 233000 / 804 = 290 \text{ MPa}$$

Armering for opplagerkraften R_2 :

$$A_{s2} = R_2 / f_{sd} = 83000 / 435 = 191 \text{ mm}^2$$

Ved Ø8 skjærarmeringsbøyer i DT \Rightarrow To ekstra bøyer Ø8 (200 mm^2) i dette punktet vil være tilstrekkelig.

BØYING AV FRONTARMERING



Figur 2: Trykkdiagonal mot forankringsarmering.

Tillatt betongspenning i node, EC2, pkt 6.5.2:

$$f_{cd2} = 0,6 \times \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) \times f_{cd}$$

Opptredende betongspenning i node:

$$\sigma_c = \frac{R_1}{b \times \varnothing_m \times \sin \theta \times \cos \theta}$$

b = effektiv stegbredde for overføring av trykkdiagonal. For en lav DT vil trykkdiagonalen kunne krysse inner/ytterrøret. Bredden på inner/ytterrør må da trekkes fra stegbredden.

\varnothing_m = Dordiameter ved bøying av forankringsarmering.

θ = antar trykkdiagonal i 45grader

Løser ut for \emptyset_m :

$$\emptyset_m = \frac{R_1}{b \times \sigma_c \times \sin 45 \times \cos 45}$$

Minste tillatte dordiameter finnes ved å sette inn største tillatte betongspenning i uttrykket:

$$\emptyset_{m,\min} = \frac{R_1}{b \times f_{cd2} \times 0,5}$$

Når effektiv stegbredde (b) er kjent vil minste dordiameter for frontarmeringen kunne beregnes.

FORANKRING AV FRONTARMERING

Nødvendig forankringslengde, EC2 pkt 8.4.3 og 8.4.4, se Figur 3:

$$l_{bd} = \alpha_1 \times \alpha_2 \times \alpha_3 \times \alpha_4 \times \alpha_5 \times l_{b,reqd} \geq l_{b,\min}$$

$$\emptyset 16: l_{b,reqd} = \frac{\emptyset}{4} \times \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{16}{4} \times \frac{290}{1,78} = 652 \text{ mm}$$

$$l_{b,\min} = \max(0,3 \times l_{b,reqd}; 10 \times \emptyset; 100 \text{ mm}) = 196 \text{ mm}$$

Rett jern:

$$\alpha_1 = 1,0$$

Effekt av overdekning:

$$\alpha_2 = 1 - 0,15 \times (c_d - 3 \times \emptyset) / \emptyset$$

Pga kort avstand til overflate velges konservativt å sette $\alpha_2 = 1,0$

Effekt av tverrarmering:

$$\alpha_3 = 1 - K \times \lambda$$

Pga varierende armeringsutførelse velges konservativt å sette $\alpha_3 = 1,0$

Effekt av sveist tverrarmering:

$$\alpha_4 = 1,0 \text{ (Ikke relevant.)}$$

Effekt av tverrtrykk:

$$\alpha_5 = 1,0 \text{ (Ikke relevant.)}$$

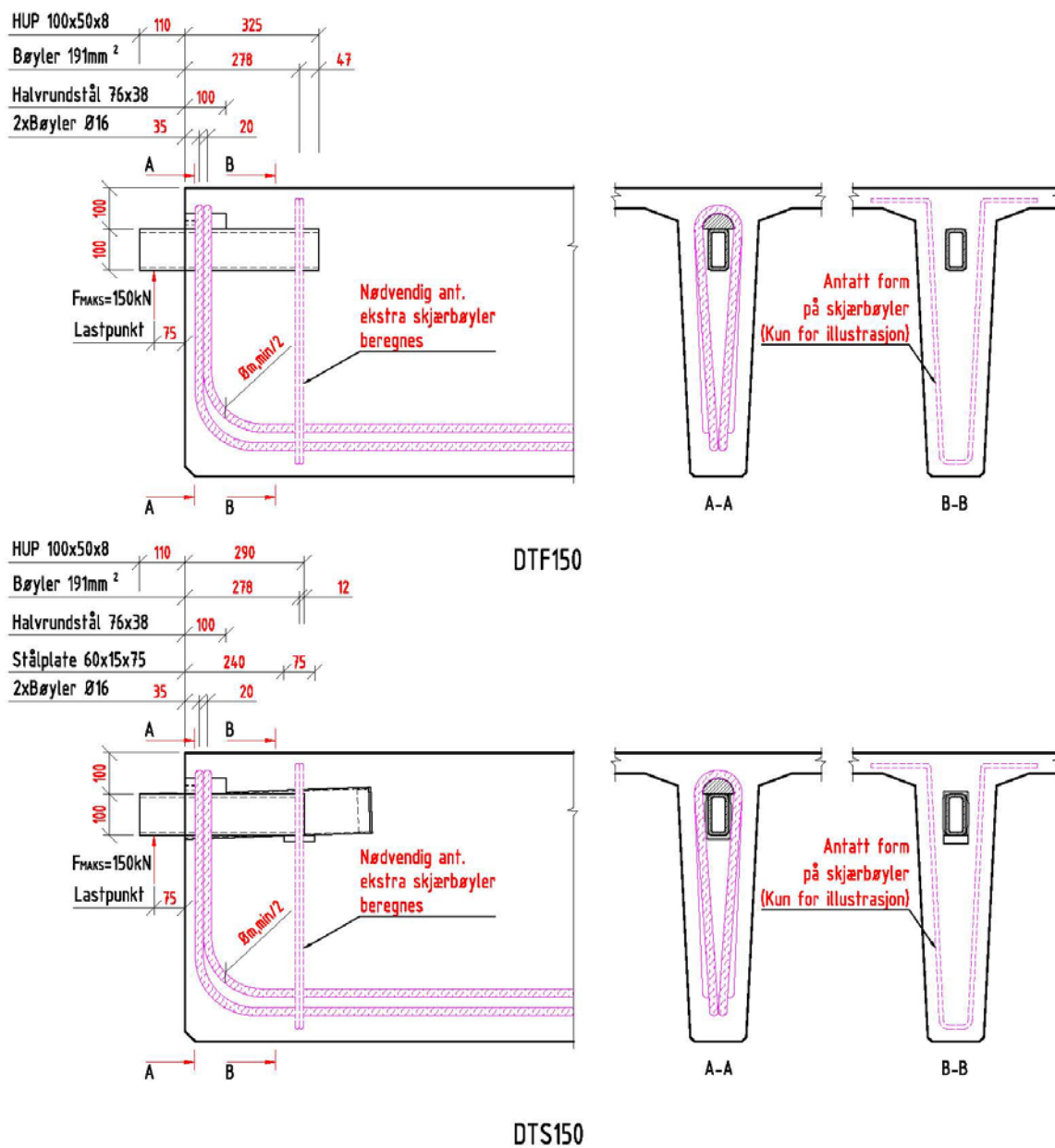
$$\alpha_2 \times \alpha_3 \times \alpha_5 = 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 1,0 > 0,7 - \text{OK}$$

$$l_{bd} = 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 652 = 652 \text{ mm}$$

⇒ Velger $l = 700 \text{ mm}$

Merk:

- Frontarmeringen må ha tilstrekkelig omfar med hovedarmering til at kreftene kan overføres. Dette kan gi behov for lenger lengde på horisontaldelen av bøylene enn beregnet her.
- Ved bruk av DTS/DTF forbindelse kan heftspenning for forankring av hovedarmering ved opplegg ikke regnes forhøyet, slik den kan ved underliggende opplegg. Dette medfører at man er lenger fra enden av elementet før hovedarmeringen er tilstrekkelig forankret til å ivareta tverrsnittskreftene. Dette kan kreve ytterligere økning av horisontaldelen på frontarmeringsbøylene.



Figur 3: Forankringsarmering.

Tverrsnittskapasitet av enhetens innerrør er basert på armeringsplassering som vist i Figur 3 og skal ikke endres.

REVISJON	
Dato:	Beskrivelse:
16.08.2012	Første utgave.
27.03.2013	Oppdatert.
11.01.2016	Inkludert revisjonstabell. Inkludert merknad om armeringskvalitet.
13.05.2016	Ny mal