

MEMO 65 A
TSS 25 L
ARMERING
DIMENSJONERING

Dato: 04.10.2011
Siste rev.: 30.11.2020
Dok. nr.: K3-10/60

Sign.: sss
Sign.: ML
Kontr.: ps
Kontr IC: SB

FORANKRING AV TSS 25 L

INNHold

DEL 1 – GRUNNLEGGENDE FORUTSETNINGER OG ANTAGELSER.....	2
GENERELT	2
STANDARDER.....	2
KVALITETER.....	3
DIMENSJONER OG TVERRSNITTSVERDIER.....	4
Stålkonstruksjoner	4
Betongkonstruksjoner	5
LASTER	6
DEL 2 – FORANKRING AV TSS25 L I TRAPPELØP	7
STATISKE MODELLER OG LIKEVEKTSBEREGNINGER	7
BRUDDFIGURER FOR OPPTAK AV KREFTENE R_1 , R_2 og R_h	9
BETONGPARAMETRE ETTER CEN/TS 1992-4-2:2009,pkt 6.2.5.1	10
OPPTAK AV KRAFTEN R_1	10
OPPTAK AV KRAFTEN R_2	11
OPPTAK AV KRAFTEN R_h	12
ARMERINGSTVERRSNITT FOR LØFT 1200 kg	13
KAPASITETSOVERSIKT	14
DEL 3 – FORANKRING AV TSS25 L I REPOS	15
STATISKE MODELLER OG DIMENSJONERING.....	15
ARMERING OPPLEGGSNISJE I REPOS.....	17

DEL 1 – GRUNNLEGGENDE FORUTSETNINGER OG ANTAGELSER

GENERELT

De følgende beregninger av forankring av enheten og den dertil hørende armering er å betrakte som et eksempel som illustrerer dimensjoneringsmodellen. Det må alltid kontrolleres at kreftene fra forankringsarmeringen kan overføres til elementets øvrige armering. Den anbefalte armering inkluderer kun den armering som skal til for å forankre enheten i betongen. Elementet må i nærheten av enheten dimensjoneres for enkeltlasten R_1 .

STANDARDER

Beregningene er utført i henhold til:

- Eurocode 2: Prosjektering av betongkonstruksjoner. Del 1-1: Allmenne regler og regler for bygninger.
- Eurocode 3: Prosjektering av stålkonstruksjoner. Del 1-1: Allmenne regler og regler for bygninger.
- Teknisk Spesifikasjon CEN/TS 1992-4-1:2009 Dimensjonering av festemidler til betong Del 4-1: Allmenne regler.
- Teknisk Spesifikasjon CEN/TS 1992-4-2:2009 Dimensjonering av festemidler til betong Del 4-2: Bolter med hode.
- Teknisk rapport CEN/TR 15728:2016. Prosjektering og bruk av innstøpningsgods for løfing og håndtering av prefabrikkerte betongelementer

For alle NDP-er (Nationally Determined Parameter) i Eurocodene samt CEN/TR 15728:2016 er Norske verdier benyttet.

NDP-ene er som følger:

Tilstand	Betong							Stål		
	γ_c	α_{cc}	α_{ct}	η_1	η_2	$\alpha_{Tidligfasthet}^{1)}$	γ_s	γ_{MO}	γ_{M1}	γ_{M2}
Bruddgrensetilstand (ULS)	1,5	0,85	0,85	1,0	1,0		1,15	1,05	1,05	1,25
Betongparametre ved løft/montasje		0,85	0,85	1,0	1,0	0,8				

1) Reduksjonsfaktoren $\alpha_{Tidligfasthet}$ er definert av konstruktør. Angir minimum fasthet for uttak av elemeter fra form.

Tabell 1: NDP-er i EC-2 og EC-3.

	γ_c, γ_s	γ_1	γ_{I+h}	Sikkerhetsfaktor SF	Merknad
Betong					
Betongbrudd	1,5	1,35	1,5	3,04	$SF = \gamma_c \times \gamma_1 \times \gamma_{I+h}$
Forankringsarmering	1,15	1,35	1,5	2,33	$SF = \gamma_s \times \gamma_1 \times \gamma_{I+h}$
Stål					
Konstruksjonsstål	1,25	1,35	1,8	3,04	$SF = \gamma_s \times \gamma_1 \times \gamma_{I+h}$

Tabell 2: Bereningsparametre etter CEN/TR 15728:2016.




KVALITETER

Materialparametre	Betong- og armeringskvaliteter					Stål	Merknad
	B30 (N/mm ²)	B35 (N/mm ²)	B45 (N/mm ²)	B55 (N/mm ²)	B 500 C (N/mm ²)	S355 (N/mm ²)	
f_{ck}	30	35	45	55			EC2, Tabell 3.1
$f_{ck,cube}$	37	45	55	67			EC2, Tabell 3.1
$f_{ctk,0,05}$	2,00	2,20	2,70	3,00			EC2, Tabell 3.1
f_{yk}					500		EC2, Tillegg C
f_{cd}	17,0	19,8	25,5	31,2			$f_{cd} = f_{ck} \times \alpha_{cc} / \gamma_c$
f_{ctd}	1,13	1,25	1,53	1,70			$f_{ctd} = f_{ctk,0,05} \times \alpha_{ct} / \gamma_c$
f_{bd}	2,55	2,81	3,44	3,83			$f_{bd} = 2,25 \times \eta_1 \times \eta_2 \times f_{ctd}$
f_{yd}					435		$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$
$f_{cd,løft}$	6,7	7,8	10,1	12,3			$f_{cd,løft} = f_{ck} \times \alpha_{cc} \times \alpha_{Tidligfasthet} / SF$
$f_{ctd,løft}$	0,45	0,49	0,60	0,67			$f_{ctd,løft} = f_{ctk,0,05} \times \alpha_{ct} \times \alpha_{Tidligfasthet} / SF$
$f_{bd,løft}$	1,01	1,11	1,36	1,51			$f_{bd,løft} = 2,25 \times \eta_1 \times \eta_2 \times f_{ctd,løft} / \text{montasje} / SF$
$f_{yd,løft}$					215		$f_{yd,løft} = f_{yk} / SF$
E						210000	E-modul, EC3 pkt 3.2.6
G						81000	Skjærmodul, EC3 pkt 3.2.6
ν						0,3	Poisson-tall, EC3 pkt 3.2.6
f_u						510	EN 10025-2 (Brudfasthet)
f_y						355	EN 10025-2 (fasthet for trykk og strekk)
f_{yd}						338	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{MO}$
$f_{sd, sveis}$						262	$f_{sd,sveis} = f_u / (\gamma_{M2} \times \sqrt{3} \times \beta_w); \beta_w = 0,9$
f_{sd}						195	$f_{sd} = f_{yk} / (\gamma_{MO} \times \sqrt{3})$
$f_{yd, løft}$						117	$f_{yd, løft} = f_{yk} / SF$
$f_{sd, sveis, løft}$						108	$f_{sd,sveis,løft} = f_u / (SF \times \sqrt{3} \times \beta_w); \beta_w = 0,9$
$f_{sd, løft}$						67	$f_{sd,løft} = f_{yk} / (SF \times \sqrt{3})$

DIMENSJONER OG TVERRSNITTSVERDIER

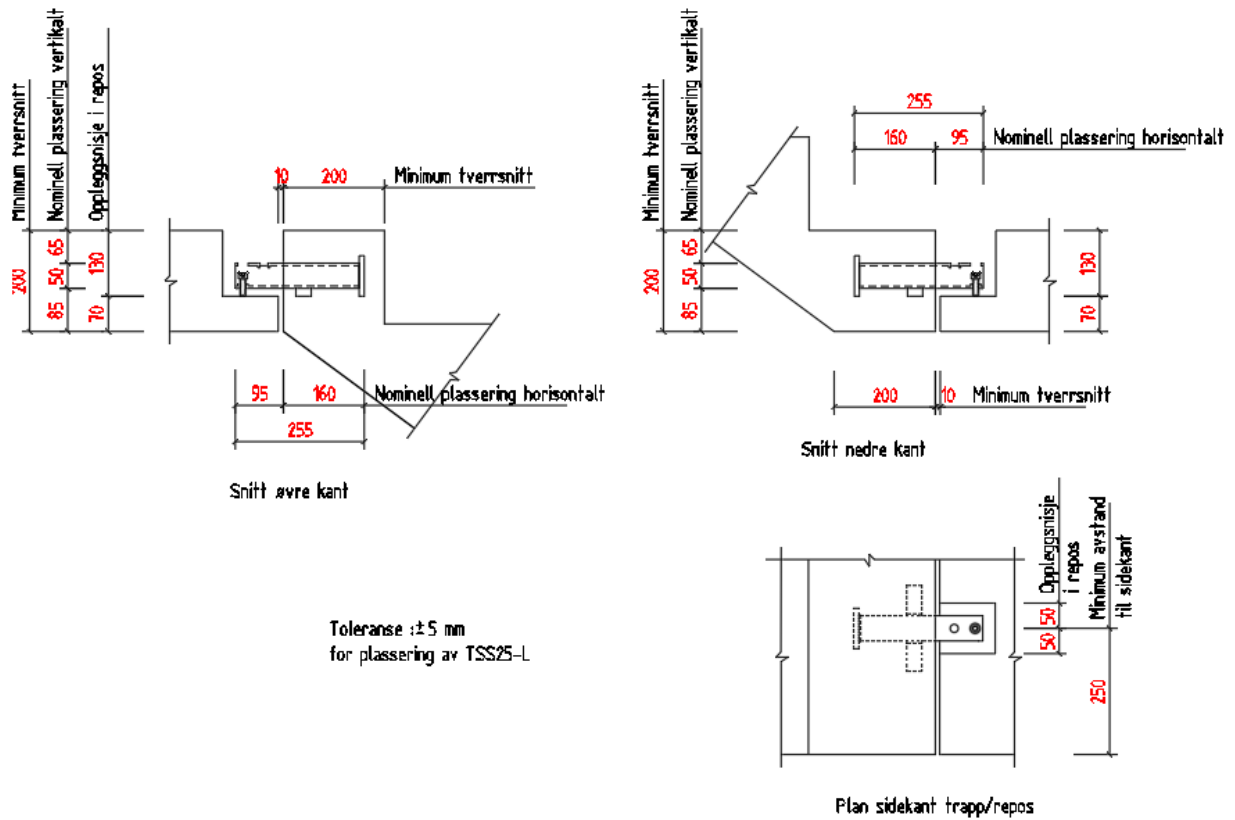
Stålkonstruksjoner

Rør: CFRHS 50x50x5, L=245 mm. Kaldformet S355

Dimensjoner og tverrsnittskonstanter etter NS-EN 10219-2	B mm	H mm	S mm	Vekt kg/m	A mm ²	I · 10 ⁻⁶ mm ⁴	W _{ely} · 10 ⁻³ mm ³	A _v mm ²
 Normaltverrsnitt	50	50	5,0	6,56	836	0,270	10,82	400
 Tverrsnitt med hull	50	50	5,0	6,56	756	0,225	9,97	400
 Rotert tverrsnitt I forbindelse med løft	70,7	70,7	5,0	6,56	836	0,270	8,66	400

Plater påsveiset CFRHS 50x50x5	B mm	H mm	A mm ²	W _{ely} mm ³	W _{ply} mm ³
Plate 80x80x10	80	80	800	-	-
Plate 30x170x15	30	15	450	1125,000	1687,50

Betongkonstruksjoner



Figur 1: Minimumstverrsnitt i trapp og repos

LASTER

Bruddgrense

Bruddgrenselast vertikalt: $F_{Ed} = 25 \text{ kN}$.

Bruddgrenselast horisontal på opplegg, som følge av friksjon: $H_{Ed} = 0,15 \times F_{Ed} = 0,15 \times 25 \text{ kN} = 3,75 \sim 4 \text{ kN}$.

Horisontalkraft H_{Ed} er en antatt friksjonskraft som inkluderes i tverrsnittskontrollen for selve stålenheten, samt i beregningen av forankringskreftene i armeringen. Horisontalkraften må ikke forstås som en kapasitet som kan utnyttes for overførelse av krefter i konstruksjonen.

Løft/montasje

Laster i forbindelse med uttak av trappelementer fra støpeform er beregnet med utgangspunkt i trappeformelen som er et anbefalt verktøy for utforming av trapper i Norge. Denne anbefalingen gir ulike helninger for elementene som påvirke kreftene i forbindelse med løft og montasje.

Største løftekraft uarmert (vertikalt) i TSS 25 L: 8 kN

(Løfteanker M16, maksimal elementvekt: $4 \times 8 = 32 \text{ kN} = 3,26 \text{ t}$).

Forutsetningene for maksimal oppnåelig løftekraft er angitt under pkt forankring.

Last-situasjon	Inntrinn (mm)	Opptrinn (mm)	Trappens helning (°)	Andel horisontalkraft	Andel vertikalkraft	$F_{Løft}$ (kN)	F_h (kN)
case 1	400	110	15,38	0,265	0,964	7,71	2,12
case 2	250	185	36,50	0,595	0,804	6,43	4,76
case 3	380	120	17,53	0,301	0,954	7,63	2,41
case 4	200	210	46,40	0,724	0,690	5,52	5,79
case 5				0,000	1,000	8,00	0,00

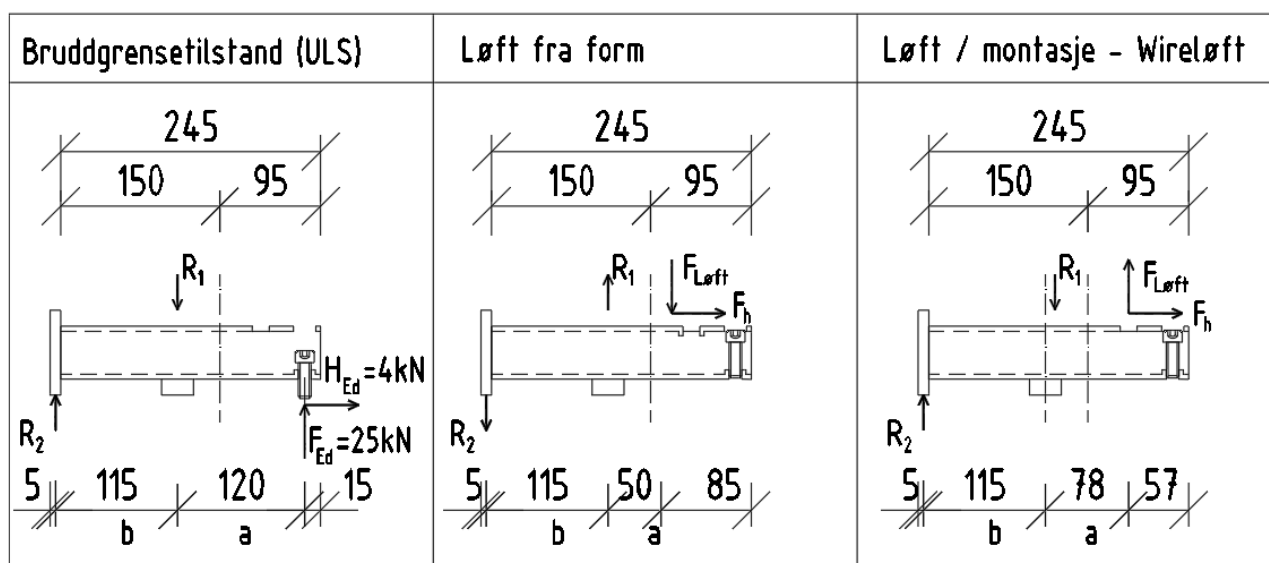
Største kraft-komponenter for alle lastsituasjonene:

$F_{Løft} = 8,00 \text{ kN}$ (uarmert)

$F_h = 5,79 \text{ kN}$ (uarmert)

DEL 2 – FORANKRING AV TSS25 L I TRAPPELØP

STATISKE MODELLER OG LIKEVEKTSBEREGNINGER

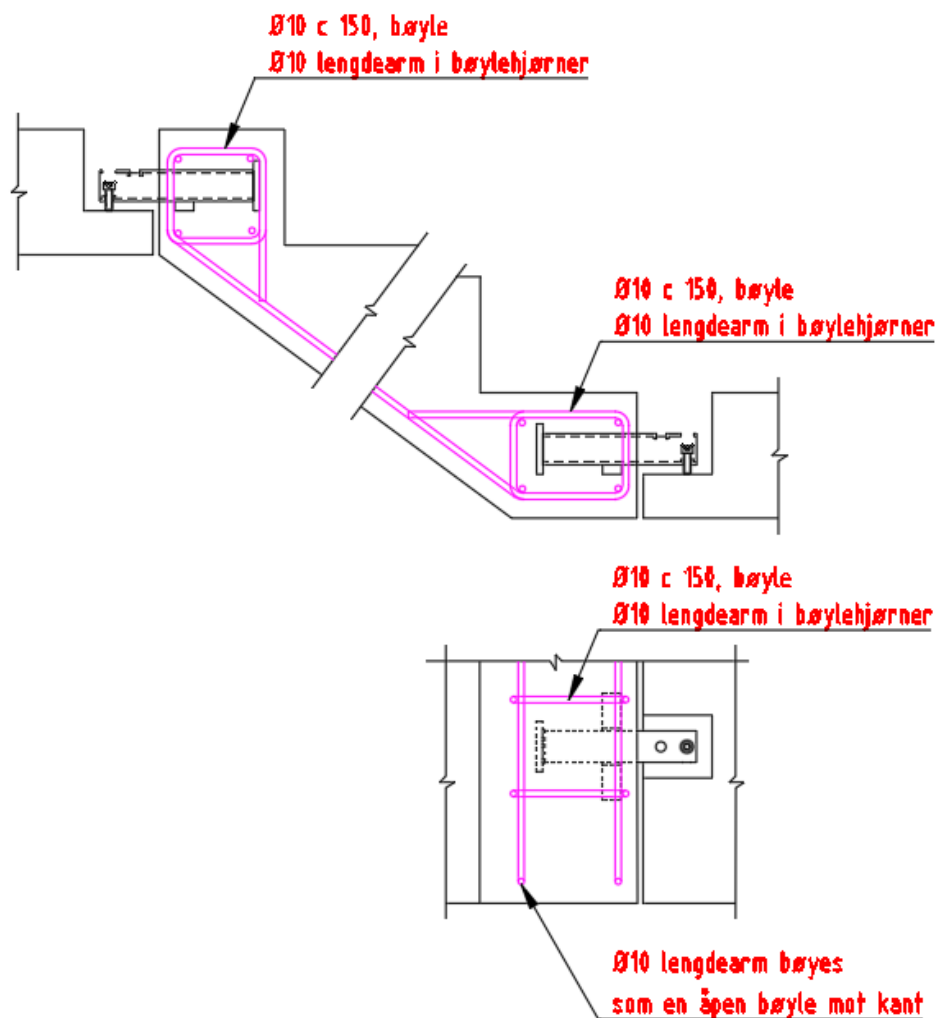


Figur 1: Statiske modeller

Statikkdel	Oppleggskraft (F_{Ed} eller $F_{Løft}$)	a (mm)	b (mm)	R_1 (kN)	R_2 (kN)
Bruddgrensetilstand (ULS)	25	120	115	39,56	14,56
Løft - byggeplass	8	78	115	13,43	5,43
Løft ut av form/rotering	8	50	115	11,48	3,48

Merknader :

1) Løft ut av form forutsetter bruk av løftebrakett som gir maksimal arm $a = 50$ mm



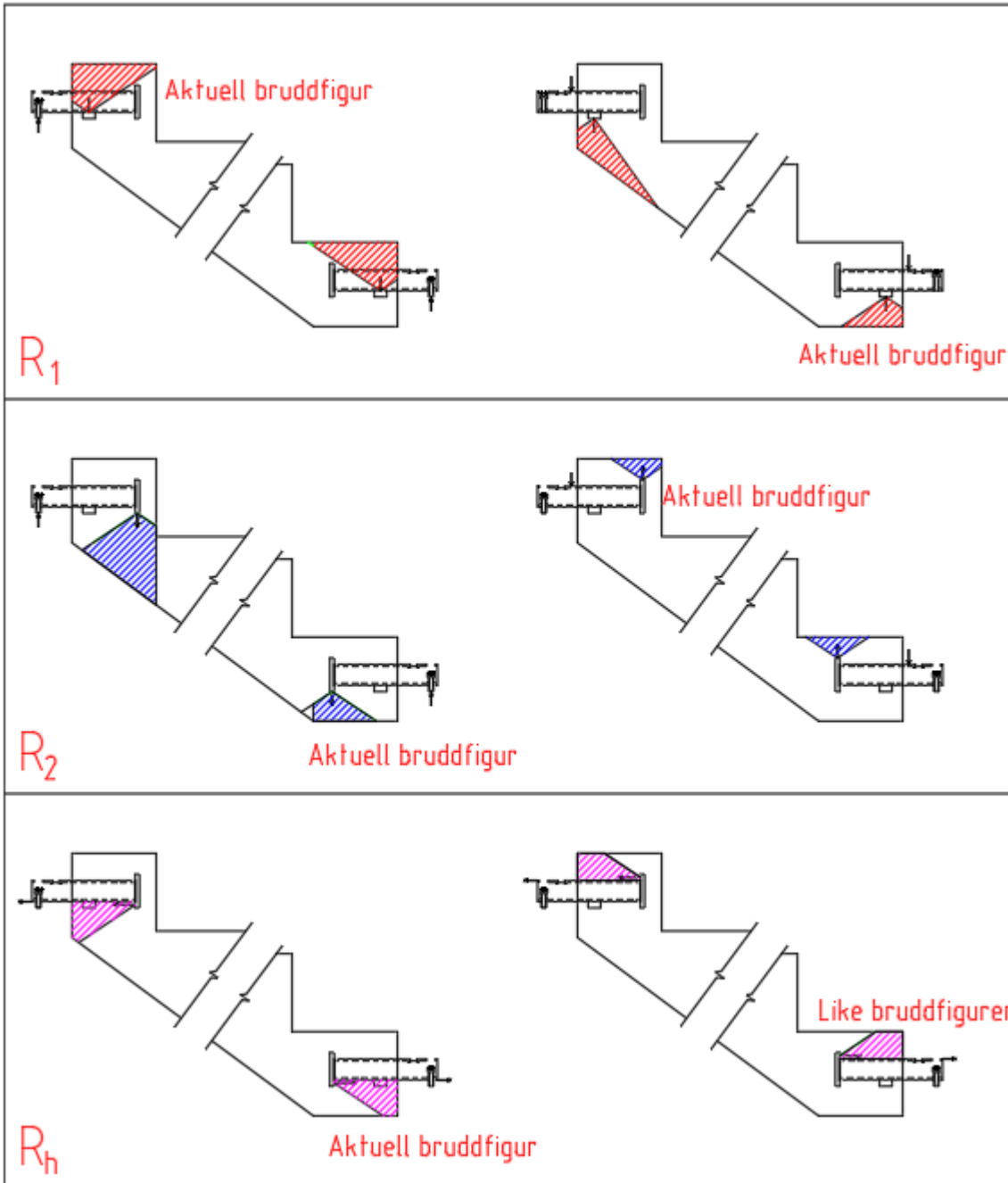
Figur 2: Armeringsskisse : Minimumsarmering i trappeender.

Forankring av TSS25-L er beregnet etter regler i Teknisk spesifisering CEN/TS 1992-4-2:2009. Betongelementboken bind B, kap. B19.3.2.1 Generelt kjeglebrudd lik denne tekniske spesifiseringen. TSS25-L har påsveiset flattjern som aktiviserer betongtverrsnittet i tilstandene som er beskrevet overfor. Forutsetningene for beregningene er en urisset betongkonstruksjon for kraften R_1 og for de horisontale kreftene H_{Ed} og F_h . Denne forutsetningen medfører at det skal legges armering i randsonene som vist på figur 2. Nødvendig armering bestemmes ut fra største beregnet armeringsmengde i følgende tre punkter:

- 1) EC2, pkt 9.3.1.1 merknad til (1), Minimumsarmering ved TSS25-L tilsvarende $\varnothing 10$ c 150.
20 % økning av beregnet bruddlast (R_1) som tas opp av en bøyte på hver side av oppleggspunkt.
- 2) EC2, pkt 9.3.1.1, bestemt av formel $A_{s,min} = 0,26 (f_{ctm}/f_{yk})bd$
- 3) EC2, pkt 9.3.1.2 (1), 50 % av hovedarmeringen bør føres til opplegg og forankres der etter pkt 8.4.4.

Kraften R_2 er beregnet tatt opp i en risset konstruksjon, dvs i prinsippet et uarmert tverrsnitt.

BRUDDFIGURER FOR OPPTAK AV KREFTENE R_1 , R_2 og R_h



BETONGPARAMETRE ETTER CEN/TS 1992-4-2:2009,pkt 6.2.5.1

Materialparametre	Betongkvalitet				Merknad
	B30 (N/mm ²)	B35 (N/mm ²)	B45 (N/mm ²)	B55 (N/mm ²)	
$f_{ck,cube}$	37	45	55	67	EC2, Tabell 3.1
URISSET $K_{1,\gamma c}$ (N/mm ^{1,5})	48,3	53,2	58,8	64,9	6.2.5.1 (5) - $K_{1,\gamma c} = 11,9/1,5 \times \sqrt{f_{ck,cube}}$
URISSET $K_{1,SF}$ (N/mm ^{1,5})	23,8	26,3	29,1	32,1	6.2.5.1 (5) - $K_{1,SF} = 11,9/SF \times \sqrt{f_{ck,cube}}$
RISSET $K_{1,\gamma c}$ (N/mm ^{1,5})	34,5	38,0	42,0	46,4	6.2.5.1 (6) - $K_{1,\gamma c} = 8,5/1,5 \times \sqrt{f_{ck,cube}}$
RISSET $K_{1,SF}$ (N/mm ^{1,5})	17,0	18,8	20,8	22,9	6.2.5.1 (6) - $K_{1,SF} = 8,5/SF \times \sqrt{f_{ck,cube}}$

OPPTAK AV KRAFTEN R_1

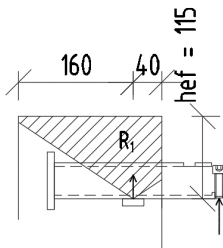
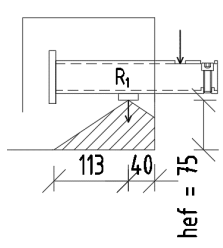
Plate 30x170x15 i UK HUP, $s_1 =$	83 mm			Areal forankringsfot A_{h1} ; $b =$	30	
Kantavstand en side, $a_1 =$	40 mm 0 dersom $a_1 > 1,5 \times h_{ef}$			$l =$	40	
Kantavstand mot opptrinn, $a_2 =$	160 mm 0 dersom $a_2 > 1,5 \times h_{ef}$			$A_{h1} =$	1200	
Kantavstand mot trappeside, $b_1 =$	0 mm 0 dersom $b_1 > 1,5 \times h_{ef}$					
Oppadrettet kraft, $h_{ef} =$	115 mm					
Bruddareal $A_{cN} =$	85600 mm ²					
Forankringsdybde $h_{ef} =$	115	A_{cN}^0 (for $N_{Rd,c}^0$ eller $N_{Rd,cSF}^0$) =		119025	Bruddareal $A_{cN}^0 = (3 \times h_{ef}) \times (3 \times h_{ef})$	
Betongkvalitet						
Materialparametre	B30	B35	B45	B55	Merknad	
$N_{Rd,c}^0$	59,5	65,6	72,6	80,1	$N_{Rd,c}^0 = K_{1,\gamma c} \times h_{ef}^{1,5}$	
$N_{Rd,c,SF}^0$	23,5	25,9	28,7	31,6	$N_{Rd,c,SF}^0 = K_{1,SF} \times h_{ef}^{1,5} \times \alpha_{Tidligfasthet}$	
Urisset $N_{Rd,c,urisset}$	42,8	47,2	52,2	57,6	$N_{Rd,c,urisset} = N_{Rd,c}^0 \times A_{cN} / A_{cN}^0$	
Tillatt trykk mot fotplate σ_c	207,200	252,000	308,000	375,200	$\sigma_c = 8,4 \times f_{ck,cube} / \gamma_c$	
Urisset $N_{Rd,c,SF,urisset}$	16,9	18,6	20,6	22,8	$N_{Rd,c,SF,urisset} = N_{Rd,c,SF}^0 \times A_{cN} / A_{cN}^0$	
Tillatt trykk mot fotplate σ_c	81,9	99,6	121,7	148,2	$\sigma_c = 8,4 \times f_{ck,cube} \times \alpha_{Tidligfasthet} / SF$	
					$R_{1,ULS} =$	39,56 kN, Kapasitet OK for B30
					$R_{1,Løft} =$	13,43 kN, Kapasitet OK for B30
					Merknad: Løftekapasitet for B30 : 800 kg	

Plate 30x170x15 i UK HUP, $s_1 =$	83 mm			Areal forankringsfot A_{h1} ; $b =$	30	
Kantavstand en side, $a_1 =$	40 mm 0 dersom $a_1 > 1,5 \times h_{ef}$			$l =$	30	
Kantavstand mot opptrinn, $a_2 =$	105 mm 0 dersom $a_2 > 1,5 \times h_{ef}$			$A_{h1} =$	900	
Kantavstand mot trappeside, $b_1 =$	0 mm 0 dersom $b_1 > 1,5 \times h_{ef}$					
Nedadrettet kraft, $h_{ef} =$	70 mm					
Bruddareal $A_{cN} =$	42485 mm ²					
Forankringsdybde $h_{ef} =$	70	A_{cN}^0 (for $N_{Rd,c}^0$ eller $N_{Rd,cSF}^0$) =		44100	Bruddareal $A_{cN}^0 = (3 \times h_{ef}) \times (3 \times h_{ef})$	
Betongkvalitet						
Materialparametre	B30	B35	B45	B55	Merknad	
$N_{Rd,c,SF}^0$	11,2	12,3	13,6	15,0	$N_{Rd,c,SF}^0 = K_{1,SF} \times h_{ef}^{1,5} \times \alpha_{Tidligfasthet}$	
Urisset $N_{Rd,c,SF,urisset}$	10,8	11,9	13,1	14,5	$N_{Rd,c,SF,urisset} = N_{Rd,c,SF}^0 \times A_{cN} / A_{cN}^0$	
Tillatt trykk mot fotplate σ_c	81,9	99,6	121,7	148,2	$\sigma_c = 8,4 \times f_{ck,cube} \times \alpha_{Tidligfasthet} / SF$	
					Løftesituasjon : Uttak fra form	
					$R_{1,Løft} =$	11,48 kN, kapasitet OK for B35
					Merknad: Løftekapasitet for B30 : 700 kg	

OPPTAK AV KRAFTEN R_2

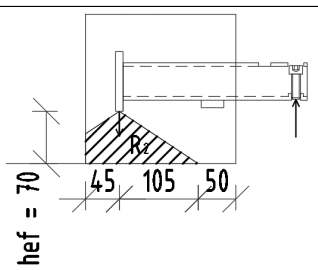
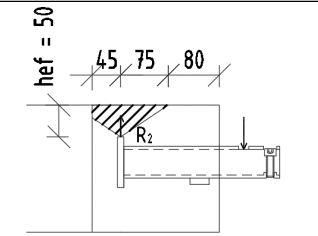
Plate 10x80x10 i UK HUP, $s_1 =$	0 mm	Areal forankringsfot $A_h :$			$b =$	10																																														
Kantavstand en side, $a_1 =$	45 mm			$l =$		15																																														
Oppadrettet kraft, $h_{ef} =$	70 mm			$A_h =$		150																																														
Bruddareal $A_{cN} =$	31500 mm ²																																																			
Forankringsdybde $h_{ef} =$	70	A_{cN}^0 (for $N_{Rd,c}^0$ ($N_{Rd,cSF}^0$)) =	44100	Bruddareal $A_{cN}^0 =$	$(3 \times h_{ef}) \times (3 \times h_{ef})$																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Materialparametre</th> <th colspan="4">Betongkvalitet</th> <th rowspan="2">Merknad</th> </tr> <tr> <th>B30</th> <th>B35</th> <th>B45</th> <th>B55</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$N_{Rd,c}^0$</td> <td>28,3</td> <td>31,2</td> <td>34,5</td> <td>38,0</td> <td>$N_{Rd,c}^0 = K_{1,\gamma c} \times h_{ef}^{1,5}$</td> </tr> <tr> <td>$N_{Rd,cSF}^0$</td> <td>11,2</td> <td>12,3</td> <td>13,6</td> <td>15,0</td> <td>$N_{Rd,cSF}^0 = K_{1,SF} \times h_{ef}^{1,5} \times \alpha_{Tidligfasthet}$</td> </tr> <tr> <td>Uarmert $N_{Rd,c,uarmeret}$</td> <td>14,1</td> <td>15,6</td> <td>17,2</td> <td>19,0</td> <td>$N_{Rd,c,urisset} = 0,7 \times N_{Rd,c}^0 \times A_{cN} / A_{cN}^0$</td> </tr> <tr> <td>Tillatt trykk mot fotplate σ_c</td> <td>148,000</td> <td>180,000</td> <td>220,000</td> <td>268,000</td> <td>$\sigma_c = 6,0 \times f_{ck,cube} / \gamma_c$</td> </tr> <tr> <td>Uarmert $N_{Rd,c,SF,uarmeret}$</td> <td>5,6</td> <td>6,2</td> <td>6,8</td> <td>7,5</td> <td>$N_{Rd,c,SF,uarmeret} = 0,7 \times N_{Rd,c,SF}^0 \times A_{cN} / A_{cN}^0$</td> </tr> <tr> <td>Tillatt trykk mot fotplate σ_c</td> <td>58,5</td> <td>71,1</td> <td>86,9</td> <td>105,9</td> <td>$\sigma_c = 6,0 \times f_{ck,cube} \times \alpha_{Tidligfasthet} / SF$</td> </tr> </tbody> </table>							Materialparametre	Betongkvalitet				Merknad	B30	B35	B45	B55	$N_{Rd,c}^0$	28,3	31,2	34,5	38,0	$N_{Rd,c}^0 = K_{1,\gamma c} \times h_{ef}^{1,5}$	$N_{Rd,cSF}^0$	11,2	12,3	13,6	15,0	$N_{Rd,cSF}^0 = K_{1,SF} \times h_{ef}^{1,5} \times \alpha_{Tidligfasthet}$	Uarmert $N_{Rd,c,uarmeret}$	14,1	15,6	17,2	19,0	$N_{Rd,c,urisset} = 0,7 \times N_{Rd,c}^0 \times A_{cN} / A_{cN}^0$	Tillatt trykk mot fotplate σ_c	148,000	180,000	220,000	268,000	$\sigma_c = 6,0 \times f_{ck,cube} / \gamma_c$	Uarmert $N_{Rd,c,SF,uarmeret}$	5,6	6,2	6,8	7,5	$N_{Rd,c,SF,uarmeret} = 0,7 \times N_{Rd,c,SF}^0 \times A_{cN} / A_{cN}^0$	Tillatt trykk mot fotplate σ_c	58,5	71,1	86,9	105,9	$\sigma_c = 6,0 \times f_{ck,cube} \times \alpha_{Tidligfasthet} / SF$
Materialparametre	Betongkvalitet				Merknad																																															
	B30	B35	B45	B55																																																
$N_{Rd,c}^0$	28,3	31,2	34,5	38,0	$N_{Rd,c}^0 = K_{1,\gamma c} \times h_{ef}^{1,5}$																																															
$N_{Rd,cSF}^0$	11,2	12,3	13,6	15,0	$N_{Rd,cSF}^0 = K_{1,SF} \times h_{ef}^{1,5} \times \alpha_{Tidligfasthet}$																																															
Uarmert $N_{Rd,c,uarmeret}$	14,1	15,6	17,2	19,0	$N_{Rd,c,urisset} = 0,7 \times N_{Rd,c}^0 \times A_{cN} / A_{cN}^0$																																															
Tillatt trykk mot fotplate σ_c	148,000	180,000	220,000	268,000	$\sigma_c = 6,0 \times f_{ck,cube} / \gamma_c$																																															
Uarmert $N_{Rd,c,SF,uarmeret}$	5,6	6,2	6,8	7,5	$N_{Rd,c,SF,uarmeret} = 0,7 \times N_{Rd,c,SF}^0 \times A_{cN} / A_{cN}^0$																																															
Tillatt trykk mot fotplate σ_c	58,5	71,1	86,9	105,9	$\sigma_c = 6,0 \times f_{ck,cube} \times \alpha_{Tidligfasthet} / SF$																																															
																																																				
					$R_{2, ULS} =$	14,56 kN																																														
					Merknad : B30 for $F_{Ed} <$	24,27 kN																																														
					$R_{2, Løft} =$	5,43 kN, Kapasitet OK for B30																																														
					Merknad: Løftekapasitet for B30 : 800 kg																																															

Plate 30x200x10 i UK HUP, $s_1 =$	0 mm	Areal forankringsfot $A_h :$			$b =$	10																												
Kantavstand en side, $a_1 =$	45 mm			$l =$		15																												
nedadrettet kraft, $h_{ef} =$	50 mm			$A_h =$		150																												
Bruddareal $A_{cN} =$	18000 mm ²																																	
Forankringsdybde $h_{ef} =$	50	A_{cN}^0 (for $N_{Rd,c}^0$ ($N_{Rd,cSF}^0$)) =	22500	Bruddareal $A_{cN}^0 =$	$(3 \times h_{ef}) \times (3 \times h_{ef})$																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Materialparametre</th> <th colspan="4">Betongkvalitet</th> <th rowspan="2">Merknad</th> </tr> <tr> <th>B30</th> <th>B35</th> <th>B45</th> <th>B55</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$N_{Rd,c,SF}^0$</td> <td>6,7</td> <td>7,4</td> <td>8,2</td> <td>9,1</td> <td>$N_{Rd,c,SF}^0 = K_{1,SF} \times h_{ef}^{1,5} \times \alpha_{Tidligfasthet}$</td> </tr> <tr> <td>Uarmert $N_{Rd,c,SF,uarmeret}$</td> <td>3,77</td> <td>4,16</td> <td>4,60</td> <td>5,08</td> <td>$N_{Rd,c,SF,uarmeret} = 0,7 \times N_{Rd,c,SF}^0 \times A_{cN} / A_{cN}^0$</td> </tr> <tr> <td>Tillatt trykk mot fotplate σ_c</td> <td>58,5</td> <td>71,1</td> <td>86,9</td> <td>105,9</td> <td>$\sigma_c = 6,0 \times f_{ck,cube} \times \alpha_{Tidligfasthet} / SF$</td> </tr> </tbody> </table>							Materialparametre	Betongkvalitet				Merknad	B30	B35	B45	B55	$N_{Rd,c,SF}^0$	6,7	7,4	8,2	9,1	$N_{Rd,c,SF}^0 = K_{1,SF} \times h_{ef}^{1,5} \times \alpha_{Tidligfasthet}$	Uarmert $N_{Rd,c,SF,uarmeret}$	3,77	4,16	4,60	5,08	$N_{Rd,c,SF,uarmeret} = 0,7 \times N_{Rd,c,SF}^0 \times A_{cN} / A_{cN}^0$	Tillatt trykk mot fotplate σ_c	58,5	71,1	86,9	105,9	$\sigma_c = 6,0 \times f_{ck,cube} \times \alpha_{Tidligfasthet} / SF$
Materialparametre	Betongkvalitet				Merknad																													
	B30	B35	B45	B55																														
$N_{Rd,c,SF}^0$	6,7	7,4	8,2	9,1	$N_{Rd,c,SF}^0 = K_{1,SF} \times h_{ef}^{1,5} \times \alpha_{Tidligfasthet}$																													
Uarmert $N_{Rd,c,SF,uarmeret}$	3,77	4,16	4,60	5,08	$N_{Rd,c,SF,uarmeret} = 0,7 \times N_{Rd,c,SF}^0 \times A_{cN} / A_{cN}^0$																													
Tillatt trykk mot fotplate σ_c	58,5	71,1	86,9	105,9	$\sigma_c = 6,0 \times f_{ck,cube} \times \alpha_{Tidligfasthet} / SF$																													
																																		
					Løftesituasjon : Uttak fra form																													
					$R_{2, Løft} =$	3,48 kN, Kapasitet OK for B30																												
					Merknad: Løftekapasitet for B30 : 800 kg																													

OPPTAK AV KRAFTEN R_h

utstikk bakplate, $s_1 =$		0 mm		Areal forankringsfot $A_h :$		$b =$	30
Kantavstand en side, $a_1 =$		85 mm,		$a_2 =$		$l =$	75
Hor. Kraft i uk, $h_{ef} =$		150 mm				$A_h =$	2250
Bruddareal $A_{cN} =$		38250 mm ²					
Forankringsdybde	$h_{ef} =$	150	A_{cN}^0 (for $N_{Rd,c}^0$ ($N_{Rd,cSF}^0$)) =		202500	Bruddareal $A_{cN}^0 = (3 \times h_{ef}) \times (3 \times h_{ef})$	
Materialparametre		Betongkvalitet				Merknad	
		B30	B35	B45	B55		
$N_{Rd,c}^0$		88,7	97,8	108,1	119,3	$N_{Rd,c}^0 = K_{1,\gamma c} \times h_{ef}^{1,5}$	
$N_{Rd,cSF}^0$		35,0	38,6	42,7	47,1	$N_{Rd,cSF}^0 = K_{1,SF} \times h_{ef}^{1,5} \times \alpha_{Tidligfasthet}$	
Urisset	$N_{Rd,c,urisset}$	16,7	18,5	20,4	22,5	$N_{Rd,c,urisset} = N_{Rd,c}^0 \times A_{cN} / A_{cN}^0$	
Tillatt trykk mot fotplate σ_c		207,200	252,000	308,000	375,200	$\sigma_c = 8,4 \times f_{ck,cube} / \gamma_c$	
Urisset	$N_{Rd,c,SF,urisset}$	6,6	7,3	8,1	8,9	$N_{Rd,c,SF,urisset} = N_{Rd,c,SF}^0 \times A_{cN} / A_{cN}^0$	
Tillatt trykk mot fotplate σ_c		81,9	99,6	121,7	148,2	$\sigma_c = 8,4 \times f_{ck,cube} \times \alpha_{Tidligfasthet} / SF$	
						$H_{Ed, uLS} =$	4,0 kN, kapasitet Ok for B30
						Største $F_h =$	5,79 kN, kapasitet Ok for B30
						Merknad: Løftekapasitet for B30 : 800 kg	

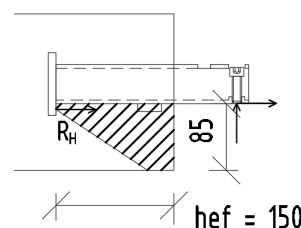
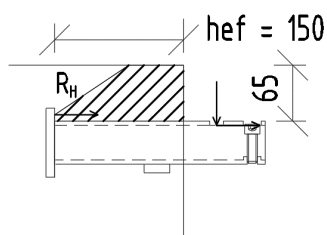


Plate 30x200x10 i UK HUP, $s_1 =$		0 mm		Areal forankringsfot $A_h :$		$b =$	30
Kantavstand en side, $a_1 =$		65 mm,		$a_2 =$		$l =$	75
hor. kraft i ok, $h_{ef} =$		150 mm				$A_h =$	2250
Bruddareal $A_{cN} =$		29250 mm ²					
Forankringsdybde	$h_{ef} =$	150	A_{cN}^0 (for $N_{Rd,c}^0$ ($N_{Rd,cSF}^0$)) =		202500	Bruddareal $A_{cN}^0 = (3 \times h_{ef}) \times (3 \times h_{ef})$	
Materialparametre		Betongkvalitet				Merknad	
		B30	B35	B45	B55		
$N_{Rd,c}^0$		88,7	97,8	108,1	119,3	$N_{Rd,c}^0 = K_{1,\gamma c} \times h_{ef}^{1,5}$	
$N_{Rd,c,SF}^0$		35,0	38,6	42,7	47,1	$N_{Rd,c,SF}^0 = K_{1,SF} \times h_{ef}^{1,5} \times \alpha_{Tidligfasthet}$	
Urisset	$N_{Rd,c,SF,urisset}$	5,1	5,6	6,2	6,8	$N_{Rd,c,SF,urisset} = N_{Rd,c,SF}^0 \times A_{cN} / A_{cN}^0$	
Tillatt trykk mot fotplate σ_c		81,9	99,6	121,7	148,2	$\sigma_c = 8,4 \times f_{ck,cube} \times \alpha_{Tidligfasthet} / SF$	
						Løftesituasjon : Uttak fra form	
						Største $F_h =$	5,79 kN, kapasitet ok for B45
						Merknad: Løftekapasitet for B30=700 kg , B35=750 kg	



ARMERINGSTVERSNITT FOR LØFT 1200 kg

TSS25 L må armeres særskilt dersom egenvekten av elementet overskrider 3,26 t (4 x 8 kN og betongkvalitet > B35). Største løftekraft i en armert forbindelse (vertikalt) i TSS 25 L er satt til: 12 kN (maksimal elementvekt 4 x 12 = 48 kN = 4,89 t)

Ytre kraftkomponenter:

$F_{Løft,armert} = 12,00$ kN (armert)

$F_{h,armert} = 8,69$ kN (armert)

Indre kraftkomponenter tilsvarende fig 1 med tilhørende tabell.

Statikkdel	Oppleggskraft ($F_{Løft}$)	a (mm)	b (mm)	R ₁ (kN)	R ₂ (kN)
Armert løft - byggeplass	12	78	115	20,15	8,15
Armert løft ut av form	12	50	115	17,22	5,22

Løft inntil 1200 kg (12 kN) anbefales armeret for begge kreftene R₁ (20,15 kN), R₂ (8,15 kN)

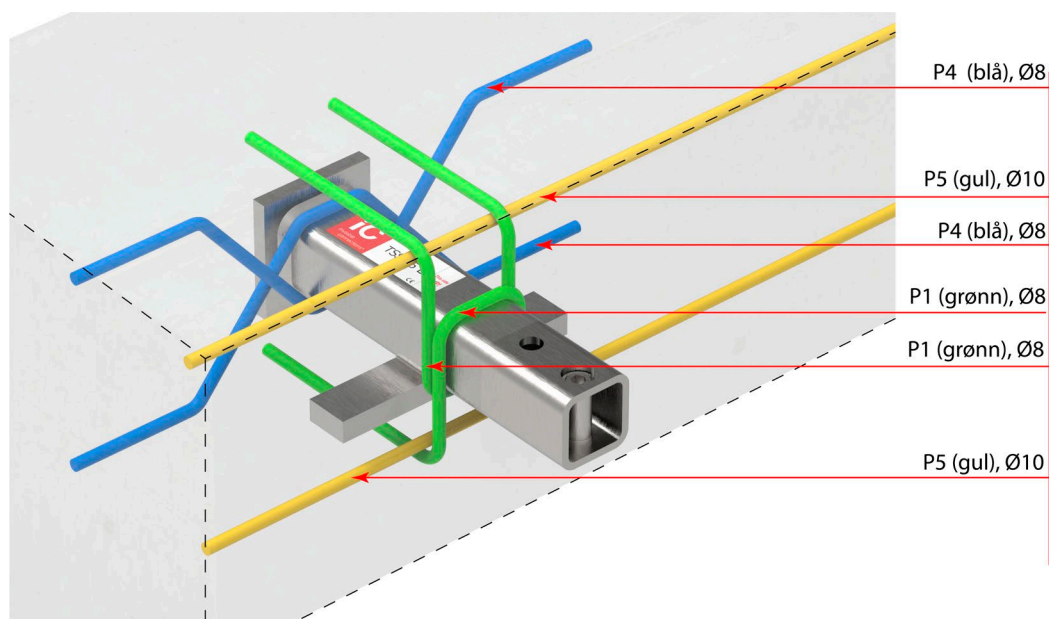
Armeringstvernsnitt for å ta opp kraften $F_{h,armert}$ i varetas av minimum armeringsbøyle vist i figur 2 (2 stk Ø10c150)

Nødvendig armeringstvernsnitt for å ta opp kraften 20,15 kN : $A_{s,løft} = R_1 / f_{yd,løft} = 20150 / 215 = 93,9$ mm²

Dvs Ø8 mm bøyle (2 snitt), $A_s = 50,26 \times 2 = 100,52$ mm²

Velger å legge samme armering for både R₁ og R₂

Armeringsprinsipp :



P4 (blå), Ø8

P5 (gul), Ø10

P4 (blå), Ø8

P1 (grønn), Ø8

P1 (grønn), Ø8

P5 (gul), Ø10

KAPASITETSOVERSIKT

Lastsituasjon	Betongkvalitet			
	B30	B35	B45	B55
Begrensning i oppleggskrefter - bruddgrense (ULS)	< 23 kN	25 kN		
Uttak av element fra støpeform - Uarmert	700 kg	750 kg	800 kg	800 kg
Løft ved hjelp av wireløft – Uarmert	800 kg	800 kg	800 kg	800 kg
Armert løfteforbindelse	1200 kg	1200 kg	1200 kg	1200 kg

DEL 3 – FORANKRING AV TSS25 L I REPOS

STATISKE MODELLER OG DIMENSJONERING

Ideell plassering av lasten F_{Ed} :

$$\begin{aligned} F_{Ed} &= 25 \text{ kN} \\ a &= 68 \text{ mm} \\ b &= 68 \text{ mm} \\ l &= 136 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$V_{Ed, \text{M2}} = 12,50 \text{ kN}$$

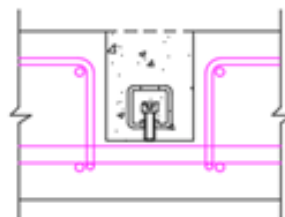
$$V_{Ed, \text{M1}} = 12,50 \text{ kN}$$

$$M_{Ed, 1} = 425,00 \text{ kNm}$$

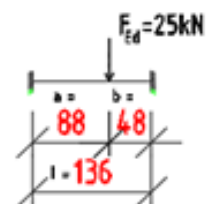
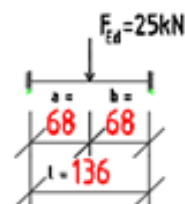
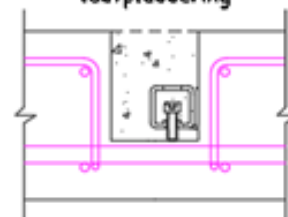
$$M_{Ed, 2} = 425,00 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed, 3} = 425,00 \text{ kNm}$$

Ideell lastplassering



20 mm avvik i lastplassering



20 mm avvik i plassering av lasten F_{Ed} :

$$\begin{aligned} F_{Ed} &= 25 \text{ kN} \\ a &= 88 \text{ mm} \\ b &= 48 \text{ mm} \\ l &= 136 \text{ mm} \end{aligned}$$

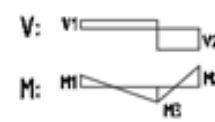
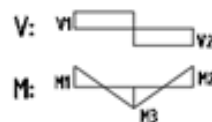
$$V_{Ed, \text{M2}} = 17,86 \text{ kN}$$

$$V_{Ed, \text{M1}} = 7,14 \text{ kN}$$

$$M_{Ed, 1} = 274,05 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed, 2} = 354,65 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed, 3} = 502,42 \text{ kNm}$$



Største skjærkraft og moment opptrer i samme snitt.

$$M_{Ed} = 502,42 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 17,86 \text{ kN}$$

Antar at hele lasten F_{Ed} tas opp i armering uten bidrag fra betongkonstruksjonen.

Horizontal stang dimensjoneres for en kombinert belastning M_{Ed} og V_{Ed} .

Antar armering $\varnothing 20$.

Momentkapasitet av stang :

$$M_{\text{red,1 stang}} = W f_{yd} = 341,5 \text{ kNmm} < M_{Ed} \Rightarrow 2 \text{ } \varnothing 20, M_{\text{red,1 tot}} = 683,0 \text{ kNmm, OK}$$

$$W = \pi \varnothing^3 / 32 = 785,40 \text{ mm}^3$$

$$f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$$

Skjærkapasitet av stang :

$$V_{\text{red,1 stang}} = A_s f_{yd} / \sqrt{3} = 78,9 \text{ kN} > V_{Ed}, \text{ OK} \quad \text{Kapasitet for to stenger } V_{\text{red,1 tot}} = 157,72 \text{ kN}$$

$$A_s = 314,16 \text{ mm}^2$$

$$\text{Kombinert belastning : } (V_{Ed}/V_{red})^2 + (M_{Ed}/M_{red})^2 \leq 1,0 \quad 0,554 < 1,0 \text{ ok}$$

Opptak av oppleggskraft V2 :

$$\text{Opptak av oppleggskraft V2} = 17,86 \text{ kN}$$

$$\text{Nødvendig armeringstverrsnitt : } A_{s2} = V2 / f_{yd} = 41,1 \text{ mm}^2$$

Stabilisering av oppleggsmomenter M2 (M1).

Antar at stangen avsluttes $L_2 = 120 \text{ mm}$ fra opptak av kraften V2

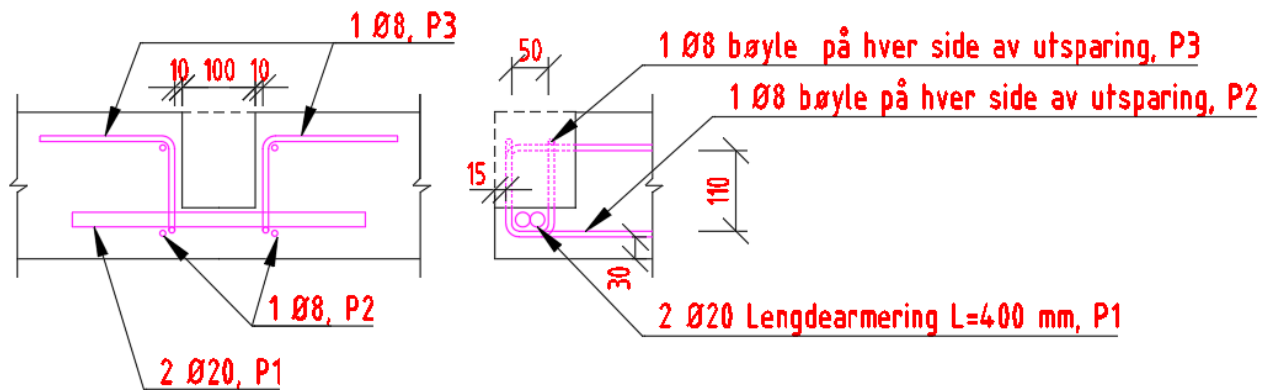
$$\text{Kraft i enden : } P = M_2 / L_2 = 4,19 \text{ kN}$$

$$\text{Nødvendig flate i Betong B30 : } \sigma = P / f_{cd,B30} = 246,29 \text{ mm}^2 \text{ (flate } 10 \text{ mm x } 25 \text{ mm)}$$

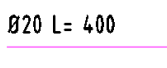
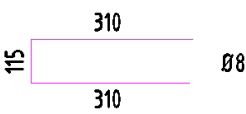
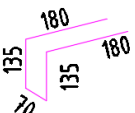
$$f_{cd,B30} = 17 \text{ N/mm}^2$$

Stabiliserende kraft er liten og anses ikke dimensjonerende for forbindelsen.

ARMERING OPPLEGGSNISJE I REPOS



Bøylisteforslag for armeringen.

P1		Ø20 L= 400
P2		Ø8
P3		Ø8

REVISJON	
Dato:	Beskrivelse:
10.04.2015	Første utgave.
08.01.2016	Inkludert merknad om duktilitetsklasse armering.
20.05.2016	Ny mal
04.09.2019	Inkludert horisontalkraft pga friksjon på opplegg. Endret materialsikkerhetsfaktor til $\gamma_{s,red2}$ for forankringsarmeringen.
24.01.2020	TSS25-L erstatter TSS20-FA
27.03.2020	Inkludert beregning av armeringsføring i repos
24.04.2020	Tabell – kapasitetsoversikt. Mindre revisjon av tekst side 6.
15.09.2020	Armert løfteforbindelse
30.11.2020	Løftekapasitet 12 kN flyttet til eget delkapitel