

MEMO 704

BWC 55-740 / BWC 55 LIGHT – SØYLER I
FRONT – INNFESTING I PLASSTØPT
DEKKE EKSEMPEL
DIMENSJONERING

Dato: 18.02.2011

Siste rev.: 22.09.2016

Dok. nr.: K5-14/5

Sign.: sss

Sign.: sss

Kontr.: ps

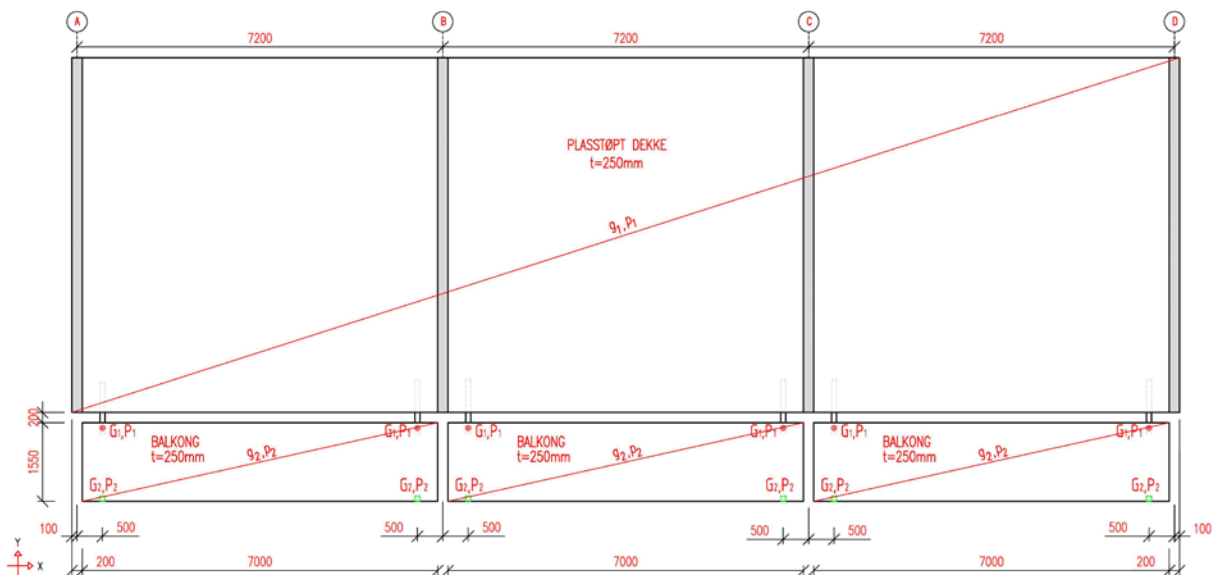
INNHold

GRUNNLEGGENDE FORUTSETNINGER OG ANTAGELSER.....	2
GENERELT	2
LASTER	2
BETONG OG ARMERING	3
DEKKETYKKELSER.....	3
BEREGNINGER.....	3
LASTER	3
ARMERING AV DEKKE	7
ARMERING AV BALKONG.....	12

GRUNNLEGGENDE FORUTSETNINGER OG ANTAGELSER

GENERELT

Det antas et bygg med geometri som vist i Figur 1. Illustrasjoner er gitt med BWC 55-740, men samme fremgangsmåte benyttes ved bruk av BWC 55 light utgaven.



Figur 1: Dekke med balkonger.

LASTER

Last på plasstøpt dekke:

- ✓ Påført egenvekt: $g_1=1.0\text{kN/m}^2$
- ✓ Nyttelast: $p_1=2.0\text{ kN/m}^2$

Last på balkong:

- ✓ Påført egenvekt: $g_2=0\text{kN/m}^2$
- ✓ Nyttelast: $p_2=4.0\text{ kN/m}^2$

BETONG OG ARMERING

Betongkvalitet: B30

$$f_{ctm}=2.9\text{MPa}$$

Armering 500C (EN 1992-1-1, App. C):

$$f_{yk}=500\text{MPa}$$

DEKKETYKKELSER

Tykkelse plasstøpt dekke: $t=250\text{mm}$.

Tykkelse balkong: $t=250\text{mm}$

BEREGNINGER

LASTER

Vertikal last på BWC enhet:

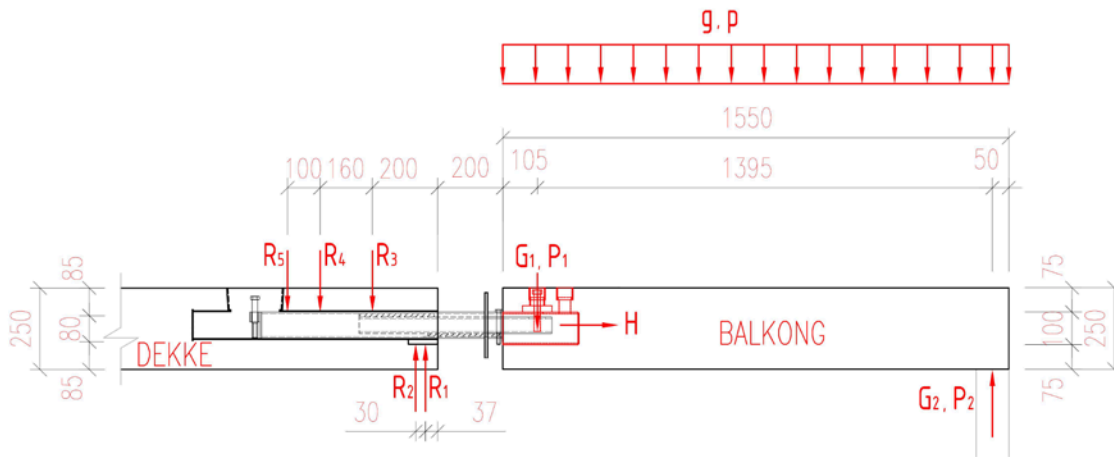
Last på BWC enhet blir som følger, se Figur 2:

$$g = (25\text{kN} / \text{m}^2 \cdot 0.250\text{m} + 0\text{kN} / \text{m}^2) \cdot 7.0\text{m} / 2 = 21.9\text{kN} / \text{m}$$

$$p = 4\text{kN} / \text{m}^2 \cdot 7.0\text{m} / 2 = 14\text{kN} / \text{m}$$

$$G_1 = \frac{g \cdot 1.55\text{m} \cdot (1.55\text{m} / 2 - 0.05\text{m})}{1.395\text{m}} = \frac{21.9\text{kN} / \text{m} \cdot 1.55\text{m} \cdot (1.55\text{m} / 2 - 0.05\text{m})}{1.395\text{m}} = 17.7\text{kN}$$

$$P_1 = \frac{p \cdot 1.55\text{m} \cdot (1.55\text{m} / 2 - 0.05\text{m})}{1.395\text{m}} = \frac{14\text{kN} / \text{m} \cdot 1.55\text{m} \cdot (1.55\text{m} / 2 - 0.05\text{m})}{1.395\text{m}} = 11.3\text{kN}$$



Figur 2: Illustrasjon

Bruddlast på BWC enhet:

$$R_y = G_1 \cdot 1.2 + P_1 \cdot 1.5 = 17.7kN \cdot 1.2 + 11.3kN \cdot 1.5 = 38.2kN$$

Dvs. bruddlast er mindre enn BWC enhetens kapasitet ⇒OK!

Horisontal last på BWC enhet:

Regner 0.5% skjevstillingslast i kombinasjon med vindsug. Antar forenklet 1.0kN/m² som bruddgrenselast vindsug. Antar videre 0.9m høyt rekkverk:

Skjevstillingslast:

$$H_{0.5\%} = \left[\frac{0.25m \cdot 7m \cdot 1.55m \cdot 25kN / m^3}{2} \cdot 1.2 + \frac{4kN / m^2 \cdot 7m \cdot 1.55m}{2} \cdot 1.5 \right] \cdot 0.005 = 3.7kN$$

Vindsug: $H_{vind} = 1.0kN / m^2 \cdot (0.9m + 0.25m) \cdot 7m / 2 = 4kN$

⇒ Bruddgrense horisontallast: $H_y = 4.0kN + 3.7kN = 7.7kN$

Dvs. bruddlast er mindre enn BWC enhetens kapasitet ⇒OK!

Last på søyler i front:

Last på søyler i front blir:

$$G_2 = g \cdot 1.55m - G_1 = 21.9kN / m \cdot 1.55m - 17.7kN = 16.3kN$$

$$P_2 = p \cdot 1.55m - P_1 = 14kN / m \cdot 1.55m - 11.3kN = 10.4kN$$

(Ved flere etasjer må last fra alle aktuelle etasjer inkluderes ved kontroll av søylene)

Punktlaster på dekkekant:

Det benyttes 5 bøyler rundt enheten inne i dekket. Dette gjør at enhetens likevekt statisk ubestemt. Det er derfor ikke gitt direkte hvor stor kraft som tas opp i hver stang. Velger å bruke resultater fra beregningene i Memo 702a og skalerer kreftene.

1) Finner først alle punktlastene fra egenvekt og nyttelast separat for å ha kunne legge disse inn i dekkeberegningen.

$$R_{1,G} = \frac{G_1}{55kN} \cdot 92.1kN = \frac{17.7kN}{55kN} \cdot 92.1kN = 29.7kN$$

$$R_{1,P} = \frac{P_1}{55kN} \cdot 92.1kN = \frac{11.3}{55kN} \cdot 92.1kN = 18.9kN$$

Bruddlast blir:

$$R_{1,\gamma} = R_{1,G} \cdot 1.2 + R_{1,P} \cdot 1.5 = 29.7kN \cdot 1.2 + 18.9kN \cdot 1.5 = 64kN$$

$$R_{2,G} = \frac{G_1}{55kN} \cdot 51kN = \frac{17.7kN}{55kN} \cdot 51kN = 16.4kN$$

$$R_{2,P} = \frac{P_1}{55kN} \cdot 51kN = \frac{11.3}{55kN} \cdot 51kN = 10.5kN$$

Bruddlast blir:

$$R_{2,\gamma} = R_{2,G} \cdot 1.2 + R_{2,P} \cdot 1.5 = 16.4kN \cdot 1.2 + 10.5kN \cdot 1.5 = 35.4kN$$

$$R_{3,G} = \frac{G_1}{55kN} \cdot 57.5kN = \frac{17.7kN}{55kN} \cdot 57.5kN = 18.5kN$$

$$R_{3,P} = \frac{P_1}{55kN} \cdot 57.5kN = \frac{11.3}{55kN} \cdot 57.5kN = 11.8kN$$

Bruddlast blir:

$$R_{3,\gamma} = R_{3,G} \cdot 1.2 + R_{3,P} \cdot 1.5 = 18.5kN \cdot 1.2 + 11.8kN \cdot 1.5 = 39.9kN$$

$$R_{4,G} = \frac{G_1}{55kN} \cdot 27.5kN = \frac{17.7kN}{55kN} \cdot 27.5kN = 8.9kN$$

$$R_{4,P} = \frac{P_1}{55kN} \cdot 27.5kN = \frac{11.3}{55kN} \cdot 27.5kN = 5.7kN$$

Bruddlast blir:

$$R_{4,\gamma} = R_{4,G} \cdot 1.2 + R_{4,P} \cdot 1.5 = 8.9kN \cdot 1.2 + 5.7kN \cdot 1.5 = 19.2kN$$

$$R_{5,G} = \frac{G_1}{55kN} \cdot 11.8kN = \frac{17.7kN}{55kN} \cdot 11.8kN = 3.8kN$$

$$R_{5,P} = \frac{P_1}{55kN} \cdot 11.8kN = \frac{11.3}{55kN} \cdot 11.8kN = 2.4kN$$

Bruddlast blir:

$$R_{5,\gamma} = R_{5,G} \cdot 1.2 + R_{5,P} \cdot 1.5 = 3.8kN \cdot 1.2 + 2.4kN \cdot 1.5 = 8.2kN$$

3) Beregner forankringsarmering for $R_{1,\gamma}$, $R_{2,\gamma}$, $R_{3,\gamma}$, $R_{4,\gamma}$ og $R_{5,\gamma}$

Forankringsarmering for opplagerkraften $R_{1,\gamma}$:

$$A_s = R_{1,\gamma} / f_{sd} = 64000 / 435 = 147 \text{mm}^2$$

$$\text{Bruker } 2\text{Ø}12 = 2 \cdot 2 \cdot 113 \text{mm}^2 = 452 \text{mm}^2$$

Forankringsarmering for opplagerkraften $R_{2,\gamma}$:

$$A_s = R_{2,\gamma} / f_{sd} = 35400 / 435 = 82 \text{mm}^2$$

$$\text{Bruker } 1\text{Ø}12 = 2 \cdot 113 \text{mm}^2 = 226 \text{mm}^2$$

Forankringsarmering for opplagerkraften $R_{3,\gamma}$:

$$A_s = R_{3,\gamma} / f_{sd} = 39900 / 435 = 92 \text{mm}^2$$

$$\text{Bruker } 1\text{Ø}12 = 2 \cdot 113 \text{mm}^2 = 226 \text{mm}^2$$

Forankringsarmering for opplagerkraften $R_{4,\gamma}$:

$$A_s = R_{4,\gamma} / f_{sd} = 19200 / 435 = 44 \text{mm}^2$$

$$\text{Bruker } 1\text{Ø}12 = 2 \cdot 113 \text{mm}^2 = 226 \text{mm}^2$$

Forankringsarmering for opplagerkraften $R_{5,\gamma}$:

$$A_s = R_{5,\gamma} / f_{sd} = 8200 / 435 = 19 \text{mm}^2$$

$$\text{Bruker } 1\text{Ø}12 = 2 \cdot 113 \text{mm}^2 = 226 \text{mm}^2$$

Benytter standard armeringsutførelse på detaljinnfesting av enhet, men velger å benytte Ø20 langs dekkekant. Dette gjør at bøyler P2 kommer litt lenger inn fra dekkekant enn hva som er anbefalt standard plassering. Pga. den lave utnyttelsen antas dette å være ok.

ARMERING AV DEKKE

Velger å beregne armering i dekke vha. OS-Flatedekke. Gjeldende versjon av OS-Flatedekke regner etter NS-3473. Minimumsarmering er bestemt fra Eurocode 2.

Følgende momenter må vurderes/ivaretas:

1 Gjennomlokking for punktlaster.

Dette kan være vanskelig å få modellert på skikkelig måte. Ved tvil om dekkets kapasitet bør man ikke spare på skjærarmering.

- Kontrollerer i dette tilfellet i OS-Flatedekke. Velger å påføre lasten ($R_1 + R_2$) på dekkekant. Deretter påføres lasten ($R_3 + R_4 + R_5$) i en avstand fra kanten med motsatt retning. Dersom gjennomlokkingsberegning gir behov for skjærarmering må denne plasseres slik at standardens krav til maksimal avstand mellom skjærenheter oppfylles. Det kan også vurderes å bruke BT-snitts gjennomlokkingsmodul til dokumentasjon. Det kan da vurderes å modellere enheten som en søyle og påføre lasten som kraft + moment. Dersom det gjøres en slik beregning, er det vår oppfatning at det beregningen bør gjøres med en redusert dekketykkelse. Dette siden man ikke har en søyle/kraft som angriper fra undersiden av dekket, men en kraft som angriper ved en dybde som bare er lik høyden ned til bøyn på forankringsbøylene. Det er fra dette nivået rissene vil spre seg og man har den «effektive» dekketykkelsen.

2 Nedbøyning av dekkekant:

- Det kan vurderes å øke armering langs dekkekant for å redusere nedbøyningen under punktlastene. Eventuelt kan det også forskales med overhøyde.

3 Innspenningsforhold dekke/vegg.

- Vil naturlig nok påvirke nedbøyningen av dekket. Ved like akseavstander og ellers like forhold vil største nedbøyninger finnes i endefelt.

4 Hovedarmering på tvers i overkant av dekket:

- På grunn av BWC-lastenes angrepspunkt får man et strekk på tvers av spennretningen i overkant av dekket. Dette må ivaretas av overkantarmering.

5 Minimumsarmering:

- Legges inn ihht standardens krav ift randbetingelser og antatt bæring.

Regler for minimumsarmering (NS-EN 1992-1-1:2004):

I) Arealer underkantarmring:

Hovedarmring UK pkt. 9.3.1.1 (1):

$$A_{s,min} = 0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yt}} \cdot b_t \cdot d \quad A_{s,min} = 0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yt}} \cdot b_t \cdot d$$

Antar: $d=250\text{mm}-35\text{mm}-15\text{mm}=200\text{mm}$

$$A_{s,min} = 0.26 \cdot \frac{2.9\text{MPa}}{500\text{MPa}} \cdot 1000\text{mm} \cdot 190\text{mm} = 286\text{mm}^2 \quad A_{s,min} = 0.26 \cdot \frac{2.9\text{MPa}}{500\text{MPa}} \cdot 1000\text{mm} \cdot 190\text{mm} =$$

286mm^2

Fordelingsarmring i UK, på tvers av hovedretning pkt. 9.3.1.1 (2): 20% av valgt hovedarmring.

II) Arealer overkantarmring:

I hovedbærerretning:

- ✓ 9.3.1.2 (2): Ved endeopplegg bør overkantarmringen kunne ta 15% av største underkantmoment i tilstøtende felt, uavhengig av om det er regnet fritt opplegg..
- ✓ Ved inneropplegg bør overkantarmringen kunne ta 25% av største underkantmoment i tilstøtende felt, uavhengig av om det er regnet fritt opplegg.

På tvers av hovedbæreretning:

- ✓ Ingen minimumskrav. (Her må imidlertid armeres i overkant for momentene fra punktlaster. Velger å plassere denne armeringen etter anvisninger i pkt 9.4.2)

III) Kantarmering:

- ✓ Langs fri kant bør legges inn bøyer. Pkt 9.3.1.4.

IV) Senteravstander:

- ✓ Hovedarmering generelt: $3h \leq 400\text{mm} \Rightarrow 400\text{mm}$
- ✓ Fordelingsarmering generelt: $3.5h \leq 450\text{mm} \Rightarrow 450\text{mm}$
- ✓ Hovedarmering ved punktlaster: $2h \leq 250\text{mm} \Rightarrow 250\text{mm}$
- ✓ Fordelingsarmering ved punktlaster: $3h \leq 400\text{mm} \Rightarrow 400\text{mm}$

Valgt armering:

Underkant:

- ✓ Hovedarmering uk: $\emptyset 20c200=1570\text{mm}^2/\text{m}$. Kontinuerlig.
- ✓ Tverrarmering uk: $\emptyset 10c250=314\text{mm}^2/\text{m}$ (=20% av hovedarmering). Kontinuerlig.

Overkant:

- ✓ Hovedarmering over innervegger ok $\emptyset 20c200=1570\text{mm}^2/\text{m}$. Velger å bruke denne kontinuerlig for enkelhets skyld.
- ✓ Tverrarmering ok: $\emptyset 10c250\ 314\text{mm}^2/\text{m}$ (=20% av hovedarmering). Kontinuerlig.
+2 $\emptyset 10$ ekstra ved hver BWC enhet.1 på hver side.

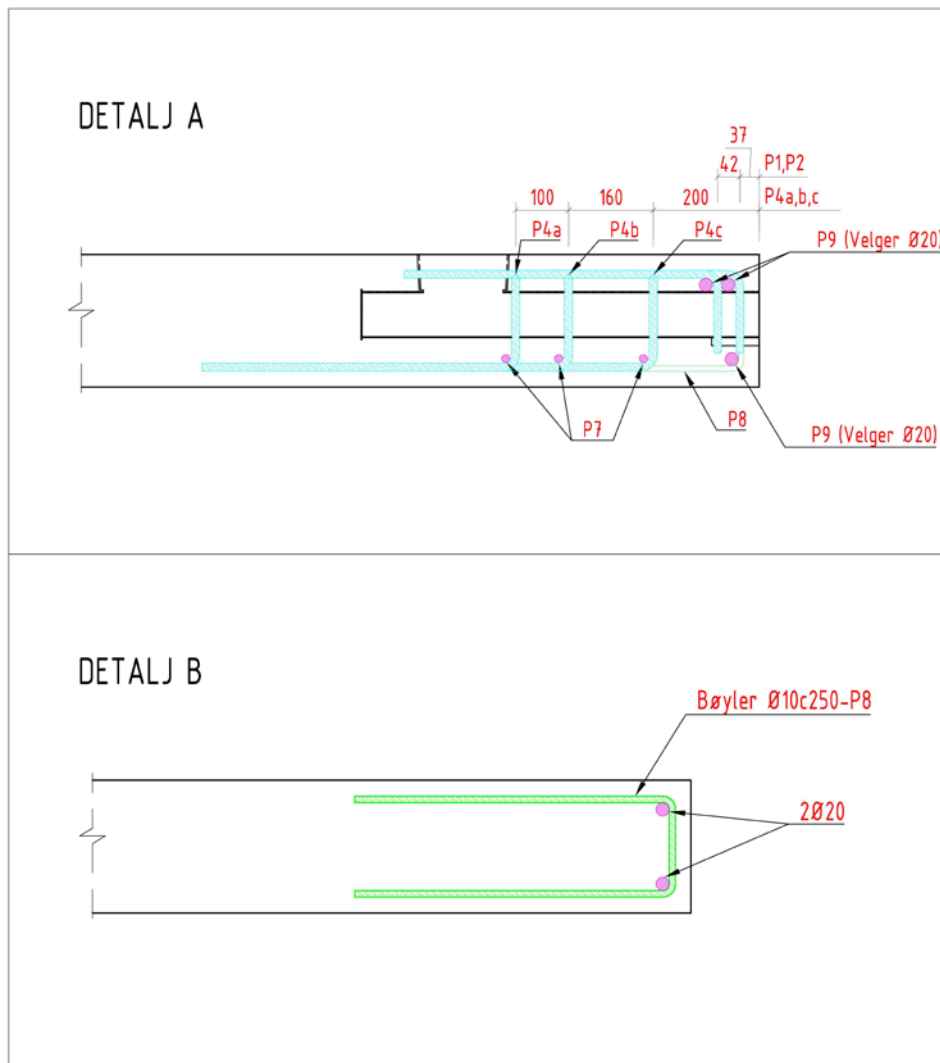
Kantarmering langs frie kanter:

- ✓ Bøyer $\emptyset 10c250$. Med 2 $\emptyset 20$ i bøy.

Armering ved BWC enheter:

- ✓ Utføres etter standard armeringsprinsipp, se Memo 703a/b.

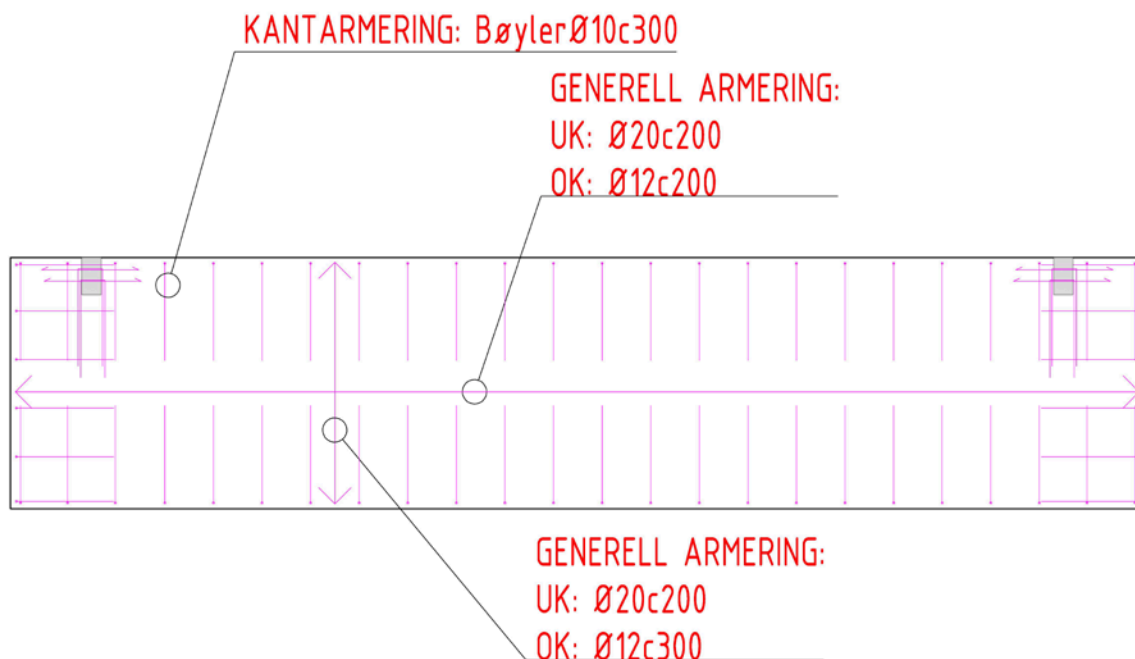
Beregningen i eksempelet tilsier en nedbøyning på 30mm. Dvs. dekket bør forskales og støpes med overhøyde.



Figur 4: Detaljer armering av dekke, se Memo 703a/b for standard bøyeformer og dimensjoner.

ARMERING AV BALKONG

Velger å beregne armering i balkong vha. OS-Flatedekke. Armering rundt utsparing i balkong utføres ihht. standard armering. Se Memo 703a/b for standard bøyeformer og dimensjoner.



Figur 5: Detaljer armering av balkong.

REVISJON	
Dato:	Beskrivelse:
18.02.2011	Første utgave.
15.05.2012	Revidert.
12.02.2015	Forbedret oppløsning på figurer.
11.01.2016	Endret angivelse av armeringstype.
19.01.2016	Endret utsparingskasse og oppdatert beregninger
08.02.2016	Korrigert beregninger.
15.04.2016	Endret benevnelse på BWC-55-740-light til BWC 55 light.
18.05.2016	Ny mal
22.09.2016	Korrigert tittelfelt