

DIMENSJONERING AV DEKKE - BRUDDGRENSETILSTAND (ULS)

Egenskaper:

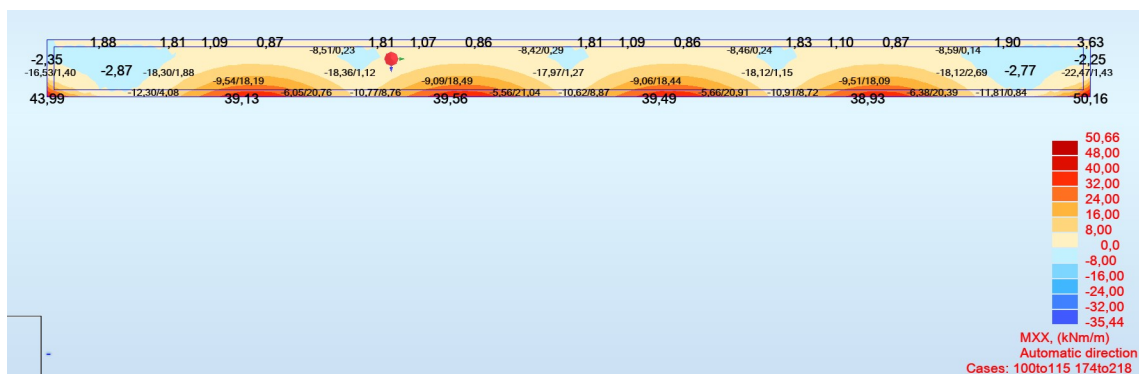
Fasthet for betong B45:	EC 2, Tabell 3.1	$f_{ck} := 45 \text{ N} \div \text{mm}^2$
Karakteristisk fasthet stål:		$f_{yk} := 500 \text{ MPa}$
Strekkfasthet:	EC 2, Tabell 3.1	$f_{ctm} := 3.8 \text{ MPa}$
Overdekning:	EC 2, 4.4.1.3	$c_{nom} := 70 \text{ mm}$
Materialfaktor betong:	EC 2 Tabell 2.1N	$\gamma_b := 1.50$
Materialfaktor armering:	EC 2 Tabell 2.1N	$\gamma_a := 1.15$
K-verdi:	Sørensen (tabell 4.3b)	$k := 0.275$
Dimensjonerende stålfasthet	EC 2, 3.2.7	$f_{yd} := f_{yk} \div \gamma_a = 435 \text{ MPa}$

Dimensjoner

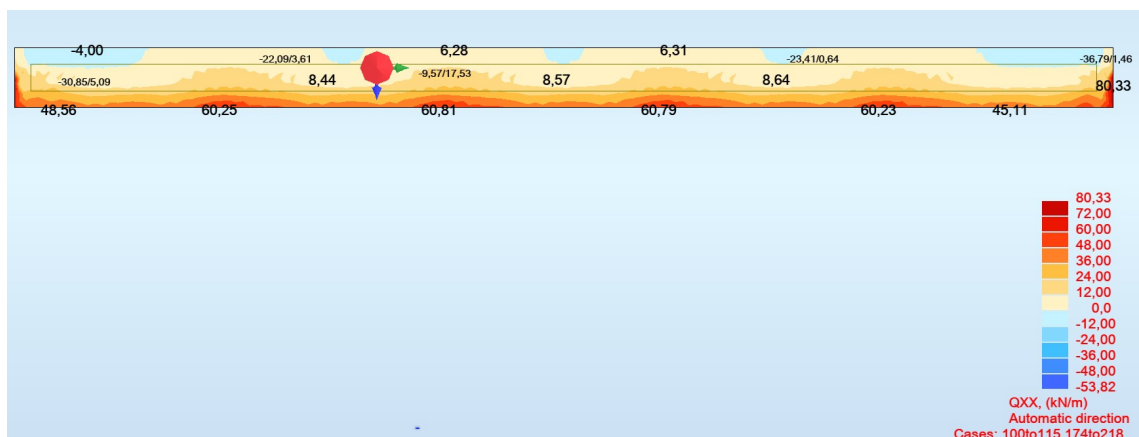
Lengde i spennretning:	$L := 2.40 \text{ m}$
Høyde:	$h := 0.25 \text{ m}$
Bredde:	$b := 1.00 \text{ m}$

Tegninger av krefter fra Autodesk Robot:

Momentkrefter:



Skjærkrefter:



Dimensjonerende moment:

Dimensjonerende moment **støtte** (Fra Autodesk Robot):

$$M_{Ed;støtte} := 39.56 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (\text{strekk i } \underline{\text{overkant}} \text{ av dekke})$$

Dimensjonerende moment **felt** (Fra Autodesk Robot):

$$M_{Ed;felt} := 18.36 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (\text{strekk i } \underline{\text{underkant}} \text{ av dekke})$$

Største opptredende skjærkraft (Fra Autodesk Robot):

$$V_{Ed} := 60.81 \text{ kN}$$

Armering

Lengdearmering **støtte**:

$$\phi_{LA.støtte} := 12 \text{ mm}$$

Fordelingsarmering **støtte**:

$$\phi_{FA.støtte} := 10 \text{ mm}$$

Effektiv høyde **støtte**:

$$d_{1;støtte} := c_{nom} + \frac{\phi_{LA.støtte}}{2} = 76 \text{ mm}$$

$$d_{støtte} := h - d_{1;støtte} = 174 \text{ mm}$$

Lengdearmering **felt**:

$$\phi_{LA.felt} := 12 \text{ mm}$$

Fordelingsarmering **felt**:

$$\phi_{FA.felt} := 10 \text{ mm}$$

Effektiv høyde **felt**:

$$d_{1;felt} := c_{nom} + \frac{\phi_{LA.felt}}{2} = 76 \text{ mm}$$

$$d_{felt} := h - d_{1;felt} = 174 \text{ mm}$$

Trykksoneens momentkapasitet:

Trykksonekapasiteten etter Sørensen (lign. 4.23 a)

$$M_{Rd;støtte} := k \cdot f_{ck} \cdot b \cdot (d_{støtte})^2 = 375 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Rd;felt} := k \cdot f_{ck} \cdot b \cdot (d_{felt})^2 = 375 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

M_{Rd} er mye større enn M_{Ed} . Det er derfor bare behov for strekkarmering (Delvis utnyttet trykksone).

Nødvendig strekkarmering:

Strekkzone støtte (delvis utnyttet trykksone):

$c = 1 - z/d$. Avrundete verdier for c er gitt i Sørensen (tabell 4.5).

$$c := 0.17$$

Indre momentarm etter Sørensen (lign. 4.28):

$$z_{støtte} := \left(1 - c \cdot \frac{M_{Ed;støtte}}{M_{Rd;støtte}} \right) \cdot d_{støtte} = 171 \text{ mm}$$

Hvor c finnes i Sørensen (tabell 4.5):

Nødvendig armering bestemmes ut i fra Sørensen (lign. 4.6):

$$A_{s;støtte} := \frac{M_{Ed;støtte}}{f_{yd} \cdot z_{støtte}} = 532 \text{ mm}^2$$

Bruker armering $\phi := 12 \text{ mm}$ $A_{s\phi;støtte} := \pi \cdot \left(\frac{\phi}{2} \right)^2 = 113 \text{ mm}^2$

Nødvendig antall stenger pr. bredde:

$$n_{støtte} := \frac{A_{s;støtte}}{A_{s\phi;støtte}} = 4.7 \qquad \text{ceil}(n_{støtte}) = 5$$

Maksimal senteravstand mellom stengene: (EC2, 9.3.1.1)

$$s_{støtte} \leq \frac{1000 \text{ mm}}{n}$$

$$s_{støtte} := \frac{1000 \text{ mm}}{\text{ceil}(n_{støtte})} = 200 \text{ mm}$$

Strekksone felt (delvis utnyttet trykksone):

Indre momentarm etter Sørensen (lign. 4.28):

$$z_{felt} := \left(1 - c \cdot \frac{M_{Ed;felt}}{M_{Rd;felt}}\right) \cdot d_{felt} = 173 \text{ mm}$$

$c=1-z/d$. Avrundete verdier for c er gitt i Sørensen (tabell 4.5):

Nødvendig armering bestemmes ut i fra Sørensen (lign. 4.6):

$$A_{s;felt} := \frac{M_{Ed;felt}}{f_{yd} \cdot z_{felt}} = 245 \text{ mm}^2$$

$$\text{Bruker armering } \phi := 12.00 \text{ mm} \quad A_{s\phi;felt} := \pi \cdot \left(\frac{\phi}{2}\right)^2 = 113 \text{ mm}^2$$

Nødvendig antall stenger pr. bredde:

$$n_{felt} := A_{s;felt} \div A_{s\phi;felt} = 2.164 \quad \text{ceil}(n_{felt}) = 3$$

Maksimal senteravstand mellom stengene: (EC2, 9.3.1.1)

$$s_{felt} \leq \frac{1000 \text{ mm}}{n}$$

$$s_{felt} := \frac{1000 \text{ mm}}{\text{ceil}(n_{felt})} = 333 \text{ mm}$$

På områder med konsentrerte laster benytter vi senteravstand 250 mm istedefor beregnet nødvendig avstand etter krav EK2.9.3. Vi setter derfor senteravstand lik **250 mm**.

$$s_{felt} := 250 \text{ mm}$$

Kontroller minimumsarmering og senteravstand:

Minimum armeringstverrsnitt (støtte):

$$A_{s,min;støtte} < A_s$$

Ligning etter EC2, NA.9.2.1.1(1)

$$A_{s,min1;støtte} := 0.26 \cdot b \cdot d_{støtte} \cdot f_{ctm} \div f_{yk} = 344 \text{ mm}^2 \quad (\text{EC2, NA.9.2.1.1(1)})$$

men også

$$A_{s,min2;støtte} := 0.0013 \cdot b \cdot d_{støtte} = 226 \text{ mm}^2$$

Maksimal senteravstand (støtte):

Etter armeringsregler i EC2, 9.3.1.1 i Områder med konsentrerte laster og max moment:

$$s_{max;dekke1} := \min(2 \cdot h, 250 \text{ mm}) = 250 \text{ mm} \quad (\text{for hovedarmering})$$

$$s_{max;dekke2} := \min(3 \cdot h, 400 \text{ mm}) = 400 \text{ mm} \quad (\text{for fordelingsarmering})$$

Minimum armeringstverrsnitt (felt):

$$A_{s,min;felt} < A_s$$

Ligning etter EC2, NA.9.2.1.1(1)

$$A_{s,min1;felt} := 0.26 \cdot b \cdot d_{felt} \cdot f_{ctm} \div f_{yk} = 344 \text{ mm}^2$$

men også

$$A_{s,min2;felt} := 0.0013 \cdot b \cdot d_{felt} = 226 \text{ mm}^2$$

Maksimal senteravstand (felt):

Etter armeringsregler i EC2, 9.3.1.1 i Områder med konsentrerte laster og max moment:

$$s_{max;dekke1} := \min(2 \cdot h, 250 \text{ mm}) = 250 \text{ mm} \quad (\text{for hovedarmering})$$

$$s_{max;dekke2} := \min(3 \cdot h, 400 \text{ mm}) = 400 \text{ mm} \quad (\text{for fordelingsarmering})$$

Vedlegg 1: Dimensjonering av dekke - bruddgrensetilstand (ULS)

Maksimumarmering for dekke:

$$A_c := b \cdot h$$

$$A_{s,max} := 0.04 \cdot A_c = 10000 \text{ mm}^2 \quad (\text{EC2, 9.2.1.1(3)})$$

Minimum fordelingsarmeing (støtte):

$$\text{Bruker armering } \phi := 10.00 \text{ mm} \quad A_{s\phi;støtte} := \pi \cdot (\phi \div 2)^2 = 78.54 \text{ mm}^2$$

$$A_{s;fordeling;støtte} := 20\% \cdot A_{s;støtte} = 106 \text{ mm}^2$$

$$n_{fordeling;støtte} := \frac{A_{s;fordeling;støtte}}{A_{s\phi;støtte}} = 1.356 \quad \text{ceil}(n_{fordeling;støtte}) = 2$$

Maksimal senteravstand mellom stengene: (EC2, 9.3.1.1)

$$s_{fordeling;støtte} \leq \frac{1000 \text{ mm}}{n}$$

$$s_{fordeling;støtte} := \frac{1000 \text{ mm}}{\text{ceil}(n_{fordeling;støtte})} = 500 \text{ mm}$$

Minimum fordelingsarmeing (felt):

$$A_{s;fordeling;felt} := 20\% \cdot A_{s;felt} = 49 \text{ mm}^2$$

$$\text{Bruker armering } \phi := 10.00 \text{ mm} \quad A_{s\phi;felt} := \pi \cdot \left(\frac{\phi}{2}\right)^2 = 79 \text{ mm}^2$$

$$A_{s;fordeling;støtte} := 20\% \cdot A_{s;felt} = 49 \text{ mm}^2$$

$$n_{støtte;felt} := \frac{A_{s;fordeling;felt}}{A_{s\phi;felt}} = 0.623 \quad \text{ceil}(n_{støtte;felt}) = 1$$

Maksimal senteravstand mellom stengene: (EC2, 9.3.1.1)

$$s_{felt} \leq \frac{1000 \text{ mm}}{n}$$

$$s_{fordeling;felt} := \frac{1000 \text{ mm}}{\text{ceil}(n_{støtte;felt})} = 1000 \text{ mm}$$

Minimumsavstand mellom armeringsstenger EC2; NA.8.2(2):

$$d_g := 16 \text{ mm} \quad k_1 := 2 \quad k_2 := 5 \text{ mm}$$

Avstand mellom samme lag:

$$a_{h.støtte.xx} := \max(k_1 \cdot \phi_{LA.støtte}, d_g + k_2, 20 \text{ mm}) = 24 \text{ mm}$$

$$a_{h.felt.xx} := \max(k_1 \cdot \phi_{LA.felt}, d_g + k_2, 20 \text{ mm}) = 24 \text{ mm}$$

Avstand mellom ulike lag:

$$k_1 := 1.5$$

$$a_{v.støtte.xx} := \max(k_1 \cdot \phi_{LA.støtte}, d_g + k_2, 20 \text{ mm}) = 21 \text{ mm}$$

$$a_{v.felt.xx} := \max(k_1 \cdot \phi_{LA.felt}, d_g + k_2, 20 \text{ mm}) = 21 \text{ mm}$$

Skjærkraftskapasiteten etter EC2:

0

○

Finner skjærkraftskapasiteten:

$$k_2 := 0.18$$

EC2, NA 6.2.2(1)

$$C_{Rd} := k_2 \div \gamma_b = 0.12$$

EC2, 6.2.2(1)

$$k := 1 + \sqrt{200 \div d} = 2.072$$

EC2, 6.2.2(1)

$$\rho_L := A_s \div (b \cdot d) = 0.001$$

EC2, 6.2.2(1)

$$V_{Rd} := C_{Rd} \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho_L \cdot f_{ck}\right)^{\frac{1}{3}} \cdot b \cdot d \cdot N = 80 \text{ kN}$$

EC2, 6.2.2(1)

$$V_{Ed} = 61 \text{ kN}$$

(Autodesk Robot)

$V_{Rd} > V_{Ed} \rightarrow$ Skjærekraftskapasiteten er tilstrekkelig, slik at det beregningsmessig ikke er nødvendig med skjærarmering.

ARMERING I BRUDDGRENSETILSTAND:

Lengdearmering **støtte**:

$$\phi_{LA.støtte} = 12 \text{ mm}$$

$$s_{støtte} = 200 \text{ mm}$$

→Ø12S200

Fordelingsarmering **støtte**:

$$\phi_{FA.støtte} = 10 \text{ mm}$$

$$s_{fordeling;støtte} = 500 \text{ mm}$$

Må gå ned til senteravstand på 300 mm for å tilfredsstille krav til maksimum senteravstand

→Ø10S300

Lengdearmering **felt**:

$$\phi_{LA.felt} = 12 \text{ mm}$$

$$s_{fordeling;felt} = 1000 \text{ mm}$$

Må gå ned til senteravstand på 200 mm for å tilfredsstille krav til maksimum senteravstand

→Ø12S200

Fordelingsarmering felt:

$$\phi_{FA.felt} = 10 \text{ mm}$$

$$s_{fordeling;felt} = 1000 \text{ mm}$$

Må gå ned til senteravstand på 300 mm for å tilfredsstille krav til maksimum senteravstand

→Ø10S300