

DIMENSJONERING AV DEKKE - BRUKSGRENSETILSTAND (SLS)

Egenskaper

Valgt betongklasse		B45
Valgt armeringsklasse		B500NC
E-modul betong	EC 2, Tabell 3.1	$E_c := 34 \text{ kN} \div \text{mm}^2$
E-modul for stål	EC 2, 3.2.7(4)	$E_s := 200 \text{ kN} \div \text{mm}^2$

Dimensjoner

Lengde	$L := 2.4 \text{ m}$
Bredde	$b := 1000 \text{ mm}$
Høyde	$h := 250 \text{ mm}$
Betongtverrsnitt	$A_c := b \cdot h = 250000 \text{ mm}^2$
Senteravstand (støtte):	$S_{støtte} := 170 \text{ mm}$
Senteravstand (felt):	$S_{felt} := 250 \text{ mm}$
Nominell overdekning	$c_{nom} := 70 \text{ mm}$
Minimumsoverdekning (Tabell NA.4.5N)	$c_{min,dur} := 60 \text{ mm}$
Effektiv høyde:	$d := 174 \text{ mm}$

Armeringsareal

Armeringsdiameter lengdearmering:	$\phi := 12 \text{ mm}$
-----------------------------------	-------------------------

$$A_{s,støtte} := \pi \cdot \left(\frac{\phi}{2} \right)^2 \frac{1 \text{ m}}{S_{støtte}} = 665 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,felt} := \pi \cdot \left(\frac{\phi}{2} \right)^2 \frac{1 \text{ m}}{S_{felt}} = 452 \text{ mm}^2$$

Krefter:

Dimensjonerende moment støtte (SLS):	$M_{Ed,støtte} := 27.81 \text{ kN} \cdot \text{m}$
Dimensjonerende moment felt (SLS):	$M_{Ed,felt} := 14.03 \text{ kN} \cdot \text{m}$

NEDBØYNINGSBEREGNING:

Materialstivhetsforhold:

$$\eta := \frac{E_s}{E_c} = 5.9$$

Armeringsforhold:

$$\rho_{støtte} := \frac{A_{s,støtte}}{(b \cdot d)} = 0.004$$

Betongkonstruksjoner (s. 116)

$$\rho_{felt} := \frac{A_{s,felt}}{(b \cdot d)} = 0.003$$

Betongkonstruksjoner (s. 116)

$$\eta \rho_{støtte} := \eta \cdot \rho_{støtte} = 0.022$$

$$\alpha_{støtte} := \sqrt{(\eta \rho_{støtte})^2 + 2 \cdot \eta \rho_{støtte}} - \eta \rho_{støtte} = 0.191$$

Betongkonstruksjoner lign. (5.5)

$$\eta \rho_{felt} := \eta \cdot \rho_{felt} = 0.015$$

$$\alpha_{felt} := \sqrt{(\eta \rho_{felt})^2 + 2 \cdot \eta \rho_{felt}} - \eta \rho_{felt} = 0.16$$

Betongkonstruksjoner lign. (5.5)

Betongtrykksonen:

$$I_{c,støtte} := 0.5 \cdot \alpha_{støtte}^2 \left(1 - \frac{\alpha_{støtte}}{3} \right) \cdot b \cdot d^3 = (8.978 \cdot 10^7) \text{ mm}^4 \quad (\text{Betongkonstruksjon er Lign. 5.9})$$

$$I_{c,felt} := 0.5 \cdot \alpha_{felt}^2 \left(1 - \frac{\alpha_{felt}}{3} \right) \cdot b \cdot d^3 = (6.404 \cdot 10^7) \text{ mm}^4 \quad (\text{Betongkonstruksjon er Lign. 5.9})$$

Elastisitets modul:

$$EI_{støtte} := E_c \cdot I_{c,støtte} = (3.053 \cdot 10^{12}) \text{ N} \cdot \text{mm}^2$$

(Betongkonstruksjoner Lign. 5.10)

$$EI_{felt} := E_c \cdot I_{c,felt} = (2.177 \cdot 10^{12}) \text{ N} \cdot \text{mm}^2$$

(Betongkonstruksjoner Lign. 5.10)

Nedbøyning:

$$\delta_{robot} := 1.58 \text{ mm}$$

(Fra Autodesk Robot)

$$\frac{L}{250} = 9.6 \text{ mm}$$

(EC2, 7.4.1(4))

Konstruksjonen er godkjent for nedbøyning.

RISSVIDDEKONTROLL:

Vedlegg 2: Dimensjonering av dekke - bruksgrensetilstand (SLS)

$$\alpha_{støtte} = 0.191$$

$$\alpha_{felt} = 0.16$$

$$k_c := c_{nom} \div c_{min,dur} = 1.167$$

(EC2 NA. 7.3.1(5))

$$W_{maxstøtte} := 0.30 \cdot k_c = 0.35$$

(EC2 NA, Tabell 7.1N – Grenseverdier)

$$\sigma_{s,støtte} := E_s \cdot \frac{M_{Ed,støtte} \cdot (1 - \alpha_{støtte}) \cdot d}{EI_{støtte}} = 257 \text{ MPa}$$

Betongkonstruksjon er lign. (5.5)

$$\sigma_{s,felt} := E_s \cdot \frac{M_{Ed,felt} \cdot (1 - \alpha_{felt}) \cdot d}{EI_{felt}} = 188 \text{ MPa}$$

Betongkonstruksjon er lign. (5.5)

Forenklet rissviddekontroll etter EC2, 7.3.3(2):

Tabell 5.3 med armeringsdiameter 12 mm gir; $\sigma_{s,tillatt1} := 280 \text{ MPa}$

Tabell 5.4 med senteravstand 200 mm gir; $\sigma_{s,tillatt2} := 240 \text{ MPa}$

Rissviddekrav ikke tilfredsstilt!

Gjør da en risskontroll ved beregning av rissvidde:

Tillatt rissvidde: $W_{maxstøtte} = 0.35$

$$EI_{støtte} = (3.053 \cdot 10^{12}) \text{ N} \cdot \text{mm}^2$$

$$EI_{felt} = (2.177 \cdot 10^{12}) \text{ N} \cdot \text{mm}^2$$

$$f_{ct,eff} := 3.8 \text{ MPa} \quad (\text{EC2, Tabell 3.1 for B45})$$

$$h_{c,eff,støtte} := \min \left(2.5 (h - d), \left(\frac{h - \alpha_{støtte} \cdot d}{3} \right), \frac{h}{2} \right) = 72 \text{ mm} \quad \text{EC2, 7.3.2(3)}$$

$$h_{c,eff,felt} := \min \left(2.5 (h - d), \left(\frac{h - \alpha_{felt} \cdot d}{3} \right), \frac{h}{2} \right) = 74 \text{ mm} \quad \text{EC2, 7.3.2(3)}$$

$$A_{c,eff,støtte} := b \cdot h_{c,eff,støtte} = 72268 \text{ mm}^2 \quad \text{EC2, 7.3.2 (3)}$$

$$A_{c,eff,felt} := b \cdot h_{c,eff,felt} = 74038 \text{ mm}^2 \quad \text{EC2, 7.3.2 (3)}$$

$$\rho_{p,eff,støtte} := \frac{A_{s,støtte}}{A_{c,eff,støtte}} = 0.009 \quad \text{EC2, 7.3.4 (2)}$$

$$\rho_{p,eff,felt} := \frac{A_{s,felt}}{A_{c,eff,felt}} = 0.006 \quad \text{EC2, 7.3.4 (2)}$$

$$\eta = 5.882 \quad \text{EC2, 7.3.4 (2)}$$

Tøyningsdifferens:

Tøyningsdifferens etter lign 5.59 i Betongkonstruksjoner[]:

$$k_1 := 0.4 \quad (\text{for langvarig last})$$

$$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}):$$

$$\varepsilon_{1.støtte} := \frac{\sigma_{s.støtte} - k_1 \cdot (f_{ct;eff} \div \rho_{p;eff.støtte}) (1 + \eta \cdot \rho_{p;eff.støtte})}{E_s} = 0.00041 \quad \text{EC2, 7.3.4(2)}$$

$$\varepsilon_{1.felt} := \frac{\sigma_{s.felt} - k_1 \cdot (f_{ct;eff} \div \rho_{p;eff.felt}) (1 + \eta \cdot \rho_{p;eff.felt})}{E_s} = -0.00035 \quad \text{EC2, 7.3.4(2)}$$

$$\varepsilon_{2.støtte} := 0.6 \cdot \sigma_{s.støtte} \div E_s = 0.00076967$$

$$\varepsilon_{2.felt} := 0.6 \cdot \sigma_{s.felt} \div E_s = 0.00056489$$

$$\varepsilon_{støtte} := \max(\varepsilon_{1.støtte}, \varepsilon_{2.støtte}) = 0.000769673$$

$$\varepsilon_{felt} := \max(\varepsilon_{1.felt}, \varepsilon_{2.felt}) = 0.000564886$$

Største endelige rissavstand:

$$k_1 := 0.8 \quad (\text{EC2, 4.3.4(3)})$$

$$k_2 := 0.5 \quad (\text{EC2, 4.3.4(3)})$$

$$k_3 := 3.4 \quad (\text{NA. 7.3.4(3)})$$

$$k_4 := 0.425 \quad (\text{NA. 7.3.4(3)})$$

$$S_{støtte} = 170 \text{ mm}$$

$$S_{felt} = 250 \text{ mm}$$

$$S_{støtte;krav} := 5 \cdot (c_{nom} + \phi \div 2) = 380 \text{ mm}$$

$$S_{felt;krav} := 5 \cdot (c_{nom} + \phi \div 2) = 380 \text{ mm}$$

$$S_{enteravstand} < S_{felt;krav} = 380 \text{ mm} = \text{benytter likning (5.60) til } S_{r,max}:$$

$$S_{r,max.støtte} := k_3 \cdot c_{nom} + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \phi \div \rho_{p;eff.støtte} = 460 \text{ mm} \quad \text{EC2, 7.3.4(3) lign (7.11)}$$

$$S_{r,max.felt} := k_3 \cdot c_{nom} + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \phi \div \rho_{p;eff.felt} = 572 \text{ mm} \quad \text{EC2, 7.3.4(3) lign (7.11)}$$

Beregnet rissvidde:

$$W_{k.støtte} := S_{r,max.støtte} \cdot \varepsilon_{støtte} = 0.35 \text{ mm} \quad \text{EC2, 7.3.4 (1) lign (7.8)}$$

$$W_{k.felt} := S_{r,max.felt} \cdot \varepsilon_{felt} = 0.32 \text{ mm} \quad \text{EC2, 7.3.4 (1) lign (7.8)}$$

$$W_{maxstøtte} = 0.35$$

Dvs.

$W_k < W_{max}$ = **krav til rissvidde på støtte og felt er tilfredsstilt.**

ARMERING ETTER SLS-KONTROLL:

Lengdearmering **støtte**:

→Ø12S200

Fordelingsarmering **støtte**:

→Ø10S300

Lengdearmering **felt**:

→Ø12S200

Fordelingsarmering felt:

→Ø10S300