

## EKSAMENSOPPGAVE

Emne: IRB22013 Konstruksjonsteknikk 2

Lærer/telefon: Geir Flote

Grupper: 2. Bygg	Dato: 04.01.2016	Tid: 09.00 – 13.00
Antall oppgavesider: 5	Antall vedleggsider: 1	
Sensurfrist: 25.01.16		
Hjelpemidler: : Utdelt kalkulator og egne Eurokoder for Betong, Stål og Tre. NS-EN 338, NS-EN 1194		
<b>KANDIDATEN MÅ SELV KONTROLLERE AT OPPGAVESETTET ER FULLSTENDIG</b>		

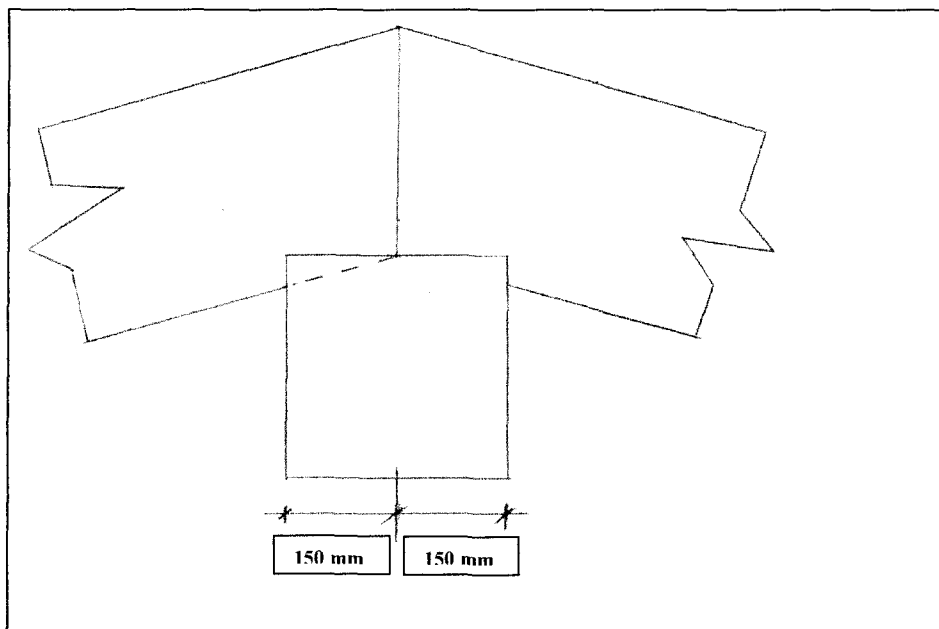
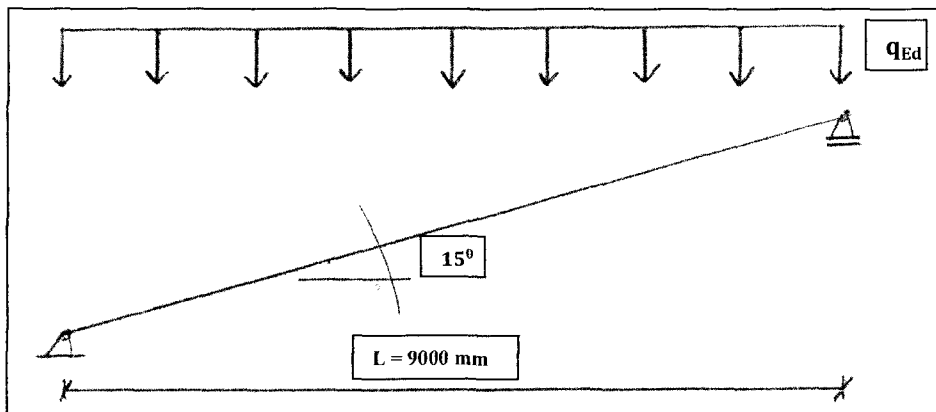
**Veiledende vektning:** betong: 45 %, tredel: 30 %, ståldel: 25 %

Dersom du mener det mangler opplysninger: Gjør nødvendige antagelser og begrunn dette i besvarelsen.

### Oppgave 1 Tre

Gitt et bæresystemet med sperrer av limtre GL 32 h for taket i et lagerbygg.

I møne er sperrene opplagt med innsnitt på drager. Se figurene under.



**For løsning av oppgavene gjelder følgende forutsetninger:**

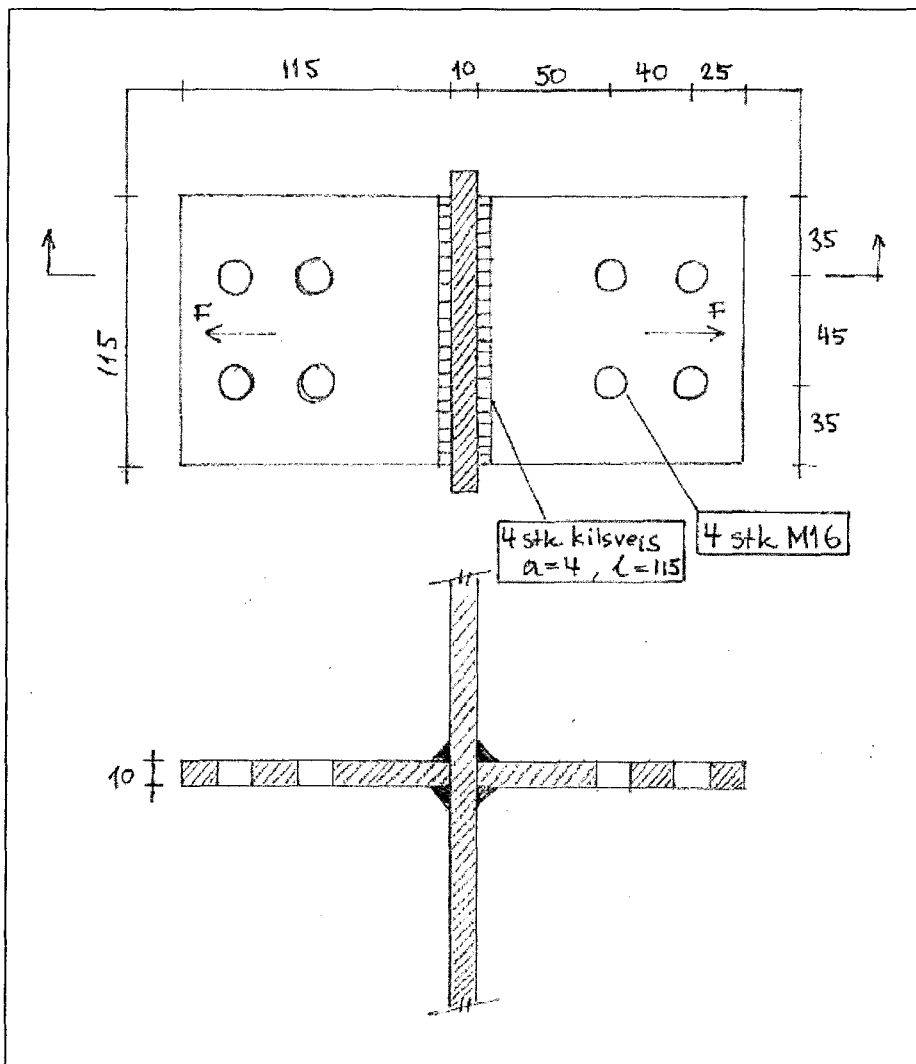
- Sperrene er fritt opplagt med horisontal spennvidde  $L = 9000 \text{ mm}$ .
  - Sperreavstand:  $c/c = 1,2 \text{ m}$ .
  - Sperrene har rektangulært tverrsnitt:  $b \times h = 90 \text{ mm} \times 450 \text{ mm}$
  - Lengden av innsnitt på sperrene:  $150 \text{ mm}$
  - Takvinkelen er lik  $15^\circ$
  - Dimensjonerende **flatelast**  $q_{Ed}$  - inkludert egenlast og snølast - er fordelt over horisontal lengde  $L = 9000 \text{ mm}$ . Flatelast  $q_{Ed}$  er beregnet til  $4,60 \text{ kN/m}^2$ . Det ses bort fra vindlast.
  - Det opptrer bare et moment  $M_y$  om den sterke y-aksen.
  - Fasthetsklasse: **GL 32 h**
  - Fasthetsfaktor:  $k_{mod} = 0,8$
  - Klimaklasse **2**
  - Systemfasthetsfaktor:  $k_{sys} = 1$
  - **Ψ2** – faktor for snølast: **0,2**
  - Motstandsmoment ved innsnitt:  $W = \frac{b \cdot h_{ef}^2}{6}$
  - Treghetsmoment:  $I = \frac{b \cdot h^3}{12}$
  - Nedbøyning med jevnt fordelt last:  $y = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E_{0,mean} \cdot I_y}$
- a) Bestem dimensjonerende linjelast  $q_{L,Ed}$ , skjærkraft  $V_{Ed}$  og moment  $M_{Ed}$  for sperrene. Vis utregningen.
- b) Kontroller skjærkapasiteten til sperrene med innsnitt ved opplegg i møne. Vis utregningen.
- c) Anta at overkanten av sperrene er **fastholdt sideveis** (fastholdt mot vipping). Kontroller bøyningkapasiteten til sperrene. Vis utregningen.
- d) Grenseverdien for nedbøyning av sperrene er bestemt til  $L / 300$ .

Anta at for bruksgrensetilstanden er dimensjonerende egenlast  $g_{Ed} = 0,8 \text{ kN/m}$  og snølast  $s_{Ed} = 1,5 \text{ kN/m}$  fordelt over horisontal lengde  $L = 9000 \text{ mm}$ .

Kontroller nedbøyningen av sperrene. Vis utregningen.

## Oppgave 2 Stål

- Figuren under viser to plater med hull for skrueforbindelse. Platene er sveist på hver side med av en gjennomgående plate. Lastretning er angitt med pil (F). Alle mål er i mm. Anta stål kvalitet S355 for plater og kv.8.8 for skruer.
- Sjekk om hull- og kantavstander er tilfredsstillende iht. minste krav. Vis utregningen.
- Gitt at det festes plater til hver av skruegruppene slik at skruene får avskjæring i ett snitt pr. skru (spenningsareal  $157 \text{ mm}^2$  pr skru). Hva blir forbindelsens kapasitet basert kun på avskjæring? Vis utregningen.
- Hvilke spenningskomponent(er) iht. retningsmetoden vil opptre i dimensjonerende snitt i sveiseforbindelsen for dette tilfellet? Vis med skisse.
- Bestem forbindelsens kapasitet basert på sveisens kapasitet iht. forenklet metode. Vis utregningen.



### Oppgave 3 Betong

Gitt en fritt opplagt bjelke med rektangulært tverrsnitt.

For løsning av oppgavene gjelder følgende forutsetninger:

- tverrsnitt:                   **bredde = 250 mm    høyde = 300 mm**
  - effektiv høyde:           **d = 249 mm**
  - betong:                   **B25, eksponeringsklasse XC3, 50 års dimensjonerende levetid, største tilslagsstørrelse  $d_g=16\text{mm}$**
  
  - armering:                   **B500NC**
  - strekkarmering:       **3 Ø16**
  - bøylearmering:       **Ø8**
- a) Bestem om bjelken er underarmert eller overarmert. Vis utregningen.
- b) Kontroller om armeringstøyningen er innenfor tillatt tøyning  $\epsilon_{ud} = 3 \%$ . Vis utregningen.
- c) Bestem betongtrykksoneens momentkapasitet. Vis utregningen.

## Oppgave 4 Betong

Gitt en fritt opplagt normalarmert bjelke med rektangulært tverrsnitt.

Bjelken er belastet med en jevnt fordelt dimensjonerende last:  $q_{Ed} = 20 \text{ kN/m}$ .

For løsning av oppgavene gjelder følgende forutsetninger:

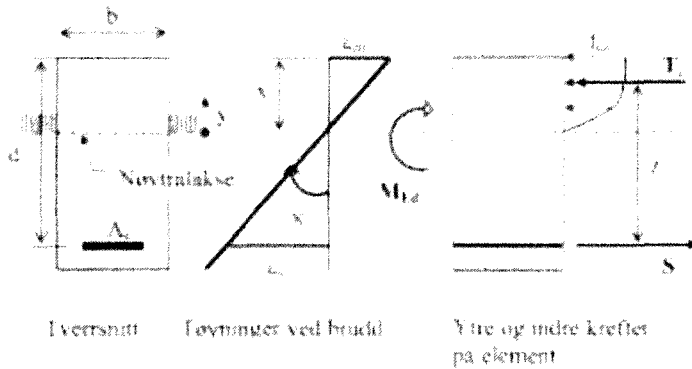
- spennvidde bjelke  $l = 8750 \text{ mm}$
- bredde på tverrsnitt:  $b = 375 \text{ mm}$
  
- betong: **B20**, eksponeringsklasse XC3, 50 års dimensjonerende levetid, største tilslagsstørrelse  $d_g = 16 \text{ mm}$
  
- armering: **B500NC**
- strekkarmering: **Ø25**
- bøylearmering: **Ø8**

- a) Bestem dimensjonerende skjærkraft  $V_{Ed}$  og moment  $M_{Ed}$  for bjelken. Vis utregningen.
- b) Bestem nødvendige mengde strekkarmering. Vis utregningen.
- c) Bestem minimum mengde strekkarmering. Vis utregningen.
- d) Armeringstenger, Ø25, skal brukes til strekkarmering. Bestem nødvendig antall armeringstenger, Ø25, og antall Ø25 stenger som det er plass til i et lag. Vis utregningen.
- e) Bestem nødvendig total tverrsnittshøyde. Vis utregningen.

## Vedlegg Betong

### For bøyningspåkjent tverrsnitt:

For betongkvaliteter B20 - B45 og armeringskvalitet B500NC:



For normalarmert tverrsnitt dvs  $\epsilon_s = 2\epsilon_{yk} = 0,005$ :

Betongtrykssonens dimensjonerende momentkapasitet:  $M_{Rd} = 0,275 \cdot f_{cd} \cdot b d^2$

Momentlikevekt om trykkresultanten gir:  $M_{Ed} = S \cdot z = f_{yd} A_s \cdot z$

for fullt utnyttet trykksone  $z = 0,835 d$

for delvis utnyttet trykksone:  $z = \left(1 - 0,17 \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}}\right) d$

Når betongens trykkapasitet er overskredet, bestemmes tilleggsarmeringen på trykk- og strekksiden,  $A_{s2}$ , med uttrykket:

$\Delta M_{Ed} = f_{yd} \cdot A_{s2} \cdot h'$  hvor  $\Delta M_{Ed} = M_{Ed} - M_{Rd}$  og  $h'$  er avstanden mellom armeringen på strekk- og trykksiden.

