

SENSORVEILEDNING

Emnekode:	IRM30015
Emnenavn:	Konstruksjon med 3D modellering Deleksamen 1
Eksamensform:	Skriftlig
Dato:	26.11.2018
Faglærer:	Steinar Heidenberg
Eventuelt:	



Litteraturliste

NS-EN 1993-1-1 og NS-EN 1993-1-9 (Eurokode 3)
Stålkonstruksjoner: profiler og formler, Fagbokforlaget
Johansen J. *Tekniske tabeller*, Cappelen Forlag
SKF-katalogen
Handouts og kompendier vil tilkomme i løpet av studiet

Undervisningplan

Uke	Mandag	Tirsdag	Tema
34		21.08	Eurokode 3 - introduksjon
35	27.08	28.08	Eurokode 3 - introduksjon og momentkapasitet
36	03.09	04.09	Eurokode 3 - momentkapasitet og vipping
37	10.09	11.09	Eurokode 3 - Knekking
38	17.09	18.09	Eurokode 3 - Interaksjonsformel
39	24.09	25.09	Utmatting
40	01.10	02.10	Utmatting
41	08.10		Utmatting
42	15.10	16.10	Reimer og kjeder
43	22.10	23.10	Tannhjul
44	29.10	30.10	Kulelager
45	05.11	06.11	Kulelager
46	12.11	13.11	Repetisjon

Forventning til besvarelsene (inklusive løsningsforslag)

Oppgave 1a (5%)

$$\frac{c}{t} = \frac{180}{10} = 18$$
$$\text{Trykk} \Rightarrow 33 \cdot \epsilon = 33 \cdot 0,81 = 26,73$$
$$18 > 26,73$$

Trersnittsklasse 1

Studenten skal bevise at c/t forholdet er mindre en kravet. Her deler vi svaret i 3: c/t forhold teller 50%, krav teller 30% og konklusjon teller 20%

Oppgave 1b (5%)

$$W_x = (200 \cdot 100 \cdot 50 - 180 \cdot 90 \cdot 45) \cdot 2$$
$$= 542\,000 \text{ mm}^3$$

Her skal studenten bare vise en enkel utregning. I løsningsforslaget er det satt inn to ledd innenfor parentesen. Om det er en feil i ett av leddene straffes det med trekk på 30%. Er det feil i begge leddene straffes det med 60%. For å ta med under og over må man gange med 2. Er dette uteglemt straffes det med 40%

Oppgave 1c (5%)

Siden dette er et
hullprofil og $I_y = I_z$
vil ikke dette profilet
kunne være utsatt for vipping
 $\chi_{LT} = 1$

Spørsmålet er delt i 2. Forklaring og konklusjon. Hver del gir 50%. Konklusjonen er at $\chi_{LT} = 1$. I løsningsforslaget er det to argumenter, om studenten har med ett av disse kvalifiserer det til den andre 50 prosenten.

Oppgave 1d (5%)

$$M_{Ed} = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{20 \cdot 5^2}{8} = 62,5 \text{ kN}$$
$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$$
$$= 1 \cdot 542000 \cdot \frac{355}{1,05} = 183,25 \text{ kNm}$$
$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{62,5}{183,25} = 0,341$$

UF: 34,1%

Her skal studenten regne ut M_{Ed} som teller 40%, $M_{b,Rd}$ teller 40%, og sette inn i formel og komme med korrekt svar teller 20%

Oppgave 1e (10%)

$$\bar{e} = 67,3$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \sqrt{\frac{235}{355}} = 76,4$$

$$\bar{\lambda} = \frac{5000}{67,3 \cdot 76,4} = 0,973$$

$$\text{Knekkurve } C = 7 \quad \alpha = 0,49$$

$$\bar{\Phi} = 0,5 \left(1 + 0,49(0,973 - 0,2) + 0,973^2 \right)$$
$$= 1,163$$

$$\chi = \frac{1}{1,163 + \sqrt{1,163^2 - 0,973^2}} = 0,503$$

$$A = 200^2 - 180^2 = 7600 \text{ mm}^2$$

$$N_{b,Rd} = \frac{0,503 \cdot 7600 \cdot 355}{1,05} = 1292,4 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{200}{1292,4} = 0,155$$

$$UF: 15,5 \%$$

Her er det mange ting studenten skal gjøre. Ved hvert avvik straffes det 30%. Om studenten velger å lese av knekkkurvene er det greit, men det gis et trekk på 20%.

Oppgave 1f (10%)

$$\begin{aligned}M_{Ed} &= 62,5 \text{ kNm} \\N_{Ed} &= 200 \text{ kN} \\ \chi_y &= 0,503 \\ \chi_{Lt} &= 1 \\ N_{Rk} &= 7600 \cdot 355 = 2698 \text{ kN} \\ M_{Rk} &= 542000 \cdot 355 = 192,41 \text{ kNm} \\ \hline C_{my} &= 0,95 \\ k_{yy} &= 0,95(1 + (0,973 - 0,2) \cdot \frac{200 \cdot 1,05}{0,503 \cdot 2698}) \\ &= 1,064 \\ \hline \frac{200 \cdot 1,05}{0,503 \cdot 2698} + 1,064 \cdot \frac{62,5 \cdot 1,05}{1 \cdot 192,41} &= 0,518 \\ \hline \underline{\underline{UF = 51,8\%}}\end{aligned}$$

Her straffes også studenten 30% ved hvert avvik. Er det feil pga. tidligere beregninger (følgefeil) straffes det 10%

Litt avvik pga. avrundinger må selvsagt godtas.

Oppgave 2a (10%)

$$d = 20 \text{ mm} \quad D = 47 \text{ mm}$$

$$C_{SB} = 14,3 \text{ kN} \quad C_{OSB} = 8,15$$

$$P_{USB} = 0,345 \text{ kN}$$

$$F_r = 2000 \text{ N} \quad F_a = 5000 \text{ N}$$

$$C = 1,62 \cdot 14,3 = 23,17 \text{ kN}$$

$$P_u = 2 \cdot 0,345 = 0,69 \text{ kN}$$

$$\frac{F_a}{F_r} = \frac{5000}{2000} = 2,5 > 1,14$$

↓↓

$$P = 0,57 \cdot 2000 + 0,93 \cdot 5000$$
$$= 5790 \text{ N} = 5,79 \text{ kN}$$

$$L_{10} = \left(\frac{23,17}{5,79} \right)^3 = 64,08$$

$$L_{10h} = \frac{64,08 \cdot 10^6}{60 \cdot 2000} = \underline{\underline{534 \text{ timer}}}$$

Her straffes også studenten 30% ved hvert avvik.

Oppgave 2b (10%)

$$V = 28 \text{ mm}^2/\text{s}$$

$$V_1 = 15 \text{ mm}^2/\text{s}$$

$$d_m = \frac{20 + 47}{2} = 33,5 \text{ mm}$$

$$K = \frac{28}{15} = 1,86$$

$$\frac{\eta_c \cdot P_u}{P} = \frac{0,6 \cdot 0,69}{5,79} = 0,072$$

$$a_{skf} = 2,7$$

$$L_{10nmh} = 534 \cdot 2,7 = \underline{\underline{1442 \text{ timer}}}$$

Her leses v , v_1 og a_{skf} faktor ut av diagram. Her godtas det små avvik (10%-15%).
Overskridelser av dette og avvik i øvrig oppsett og utregning straffes med 30%.

Oppgave 3a (5%)

$$a = \frac{m(z_1 + z_2)}{2} = \frac{3 \cdot (50 + 27)}{2} = \underline{\underline{115,5 \text{ mm}}}$$

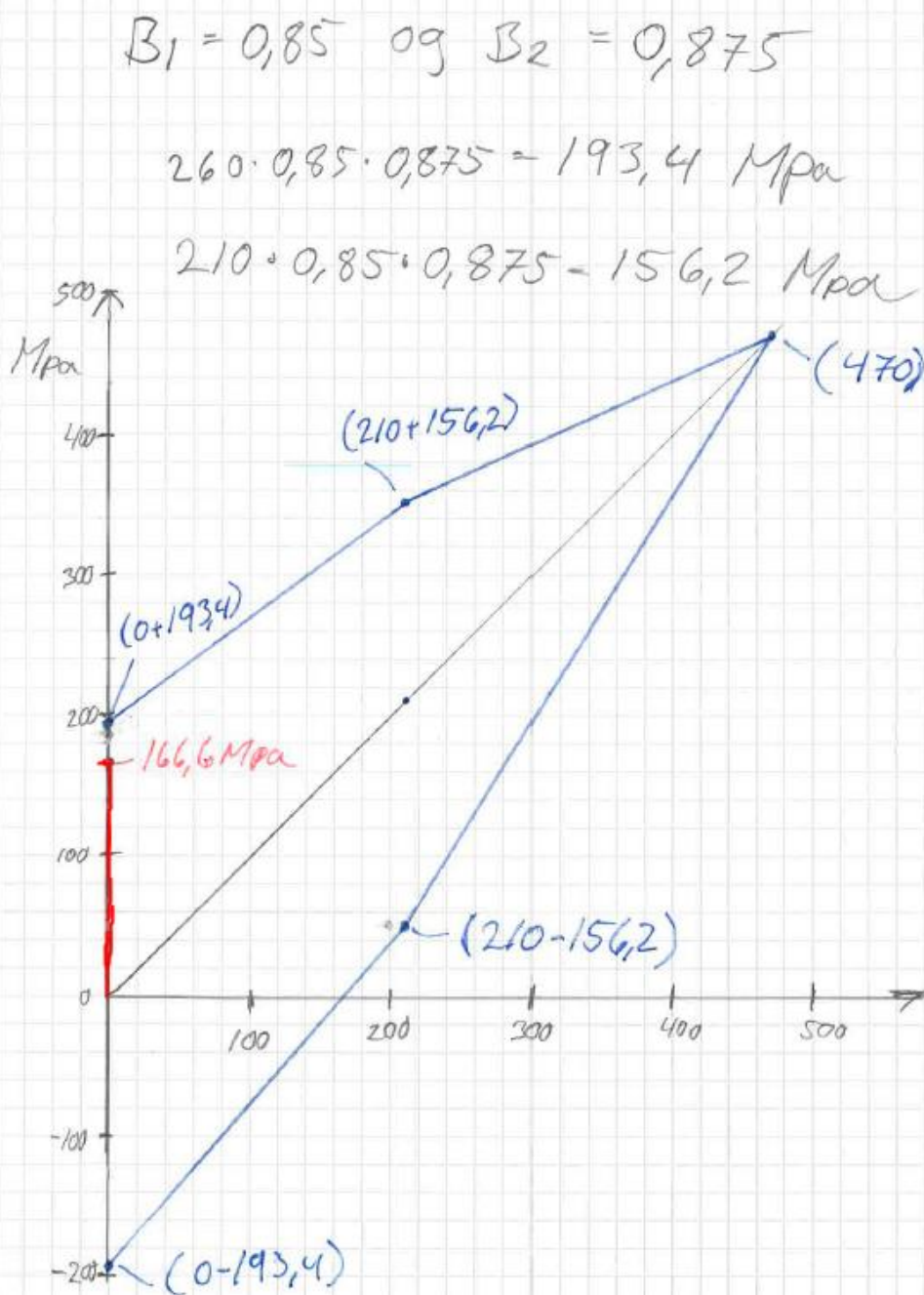
Første feil her straffes med 50%. Ytterligere feil straffes med skjønn. Dette er ett lett spørsmål og studenten bør ikke få uttelling her om det rotes for mye.

Oppgave 3b (10%)

$$\begin{aligned} F_{\text{tan}} &= Q \cdot \cos 20 \\ &= 500 \cdot \cos 20 = 469,85 \text{ N} \\ M &= F_{\text{tan}} \cdot \frac{z_2 \cdot m}{2} = 469,85 \cdot \frac{27 \cdot 3}{2} \\ &= 19029 \text{ Nmm} \approx \underline{\underline{19 \text{ Nm}}} \\ P &= M \cdot \omega = M \cdot \frac{n \cdot \pi}{30} = \\ &= 19 \cdot \frac{5000 \cdot \pi}{30} = 9948 \text{ W} \\ &= \underline{\underline{9,95 \text{ kW}}} \end{aligned}$$

Hvert avvik her straffes med 30%, men oppgaven kan gjøres på andre måter en løsningsforslaget, og riktig svar ved annen fremgangsmåte gis full uttelling.

Oppgave 4a (10%)



Faktorene B_1 og B_2 er avleste verdier fra diagram og tolereres et avvik på 2%. Ytterligere feil straffes med 20%.

Smittsdiagrammet skal se slik ut. Avvik straffes med 30%. Viktig at verdiene ved alle de merkede punktene er satt inn. Om dette ikke er utført vil det gi et trekk på 20%.

Belastningen som er markert med rødt skal først trekkes i oppgave 4b om det er avvik.

Oppgave 3b (10%)

$$\sigma_b = \frac{(100-2) \cdot 2500 \cdot 32}{\pi \cdot 30^3} = 92,42 \text{ MPa}$$

$$\tau_{r\max} = \frac{300000 \cdot 16}{\pi \cdot 30^3} = 56,58 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ra} = \frac{56,58}{2} = 28,29$$

$$\frac{r}{d} = \frac{2}{30} = 0,067 \quad \frac{D}{d} = \frac{40}{30} = 1,33$$

$$k_{tb} = 1,85; k_{tv} = 1,55; \eta = 0,75$$

$$k_{fb} = 1 + 0,75(1,85-1) = 1,64$$

$$k_{fv} = 1 + 0,75(1,55-1) = 1,41$$

$$\sigma_{ea} = \sqrt{(92,42 \cdot 1,64)^2 + 3 \cdot (28,29 \cdot 1,41)^2}$$

$$= 166,6 \text{ MPa}$$

Avvik i denne delen straffes med 20%. k_{tb} og k_{tv} er lest ut av diagram og tolereres et avvik på 2%. Utover dette straffes det med 20%

Oppgave 3c (5%)

$$\eta_u = \frac{\text{Kap}}{\text{bEC}} = \frac{193,4}{166,6} = \underline{\underline{1,16}}$$

Hver følgefeil straffes med 20%
Andre feil med 50%.

Sluttvurdering:

Om studenten har utelatt en deloppgave skal ikke studenten ha toppkarakter.

Hvis studenten røper i sin besvarelse at den mangler forståelse over temaet, kan det vurderes at studenten skal settes ned en karakter.

Små avlesningsfeil og avrundingsfeil kan tolereres, om dette ikke skaper alt for store avvik.

Noen oppgaver kan løses på forskjellige måter. Om studenten har løst oppgaven på en annen måte en løsningsforslaget, og kommet fram til riktig svar skal det selvsagt gis full uttelling.

Karakterskala:

A	100 - 90 %
B	89 - 80 %
C	79 - 60 %
D	59 - 50 %
E	49 - 40 %
F	39 - 0 %