

# UNIVERSITETET I TROMSØ

INSTITUTT FOR INGENIØRVITENSKAP OG SIKKERHET

## EKSAMENSOPPGAVE I

### **PG403 (10sp) Mekanikk**

Eksamensperiode : HØST 2009 (Kontinuasjon)

Klasse : SM2, NA2

Dato : Onsdag 24.02.2010

Tid : 09.00 – 14.15

**Den oppgitte tiden inkluderer matpause/klargjøring av besvarelsen**

Hjelpemidler : Pedersen, S. E. m.fl.: Teknisk formelsamling  
Haugan, John: Formler og tabeller  
Kalkulator

Antall tekstsider : 5  
(inkl. forside)

Antall vedlegg : 4

Ansvarlig faglærer : Tor Schive

Sensurfrist : 17.03.2010

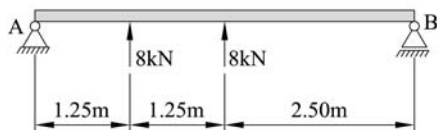
## Generell informasjon

- Alle deloppgaver teller likt
- Vedlegget inneholder en del nyttige formler
- I dimensjoneringsoppgaver er det ikke nødvendig å ta hensyn til skjærspenninger eller spenningskonsentrasjoner med mindre dette er spesielt bedt om.
- Vi ser bort fra konstruksjonens egenvekt, med mindre dette er spesielt bedt om.
- Tyngdens akselerasjon settes til  $9,81\text{m/s}^2$
- Med mindre annet fremkommer, benyttes materialet alminnelig konstruksjonsstål med følgende egenskaper:
  - Egenvekt  $\rho = 7850\text{kg/m}^3$
  - E-modul  $E = 206000\text{MPa}$
  - Flytegrense  $\sigma_F = 235\text{MPa}$
  - Strekkfasthet  $\sigma_B = 350\text{MPa}$

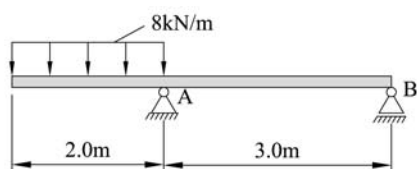
## Oppgave 1

Beregn opplagerkrefter og tegn belastningsdiagram for følgende lasttilfeller:

(a)



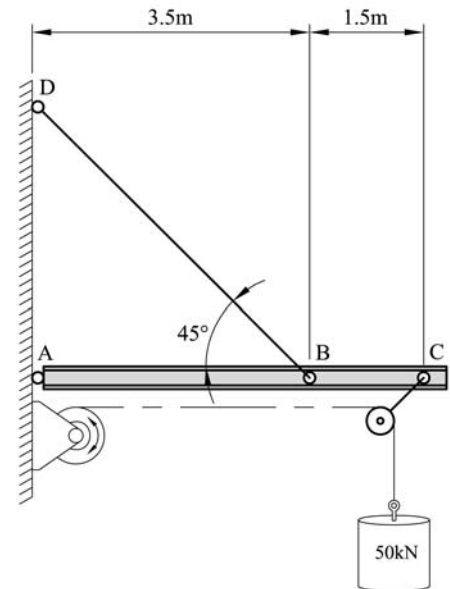
(b)



## Oppgave 2

Figuren viser en bom med lengde 5m som er leddet i A og som holdes oppe av et stag som er festet i B. Bommen skal benyttes til å løfte et lodd som veier 50kN. Selve heiseanordningen består av en vinsj som trekker et tau som ledes over en trinse. Trinsen er festet i C. Følgende dimensjoner benyttes:

Bom: IPE270-profil (se tabell på neste side)  
 Stag: Stangstål  $\varnothing 20\text{mm}$

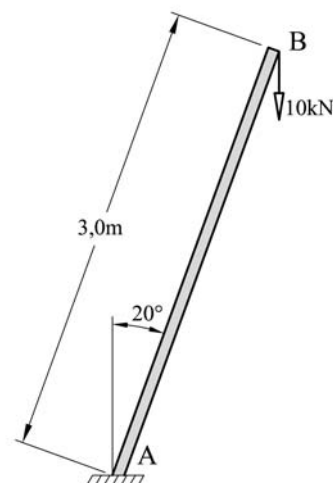


- Beregn opplagerkrefter i A og B for bommen. Tegn belastningsdiagram for bommen.
- Beregn normalspenninger i staget og forlengelsen av staget pga den ytre belastningen.
- Tegn normalkraft- skjærkraft- og bøyemomentdiagram for bommen.
- Beregn de største normalspenningene i bommen (her ser vi bort fra utkapp i bjelken). Hva er sikkerhetsfaktoren i forhold til flyt?
- For å feste ståltauet lages det et hull med diameter 50mm midt i bjelkens steg ved B. Beregn de største normalspenninger som opptrer ved snitt B når det tas hensyn til hullet. Det sees bort fra spenningskonsentrasjoner.
- Anta at all skjærkraft tas opp av steget og at skjærspenningene fordeles seg jevnt over bjelkens steg. Beregn de største jevnføringsspenningene i steget ved snitt B.
- Forklar hvorfor hullet har så liten betydning for spenningsbildet. Forklar hva vi mener med spenningskonsentrasjoner. Tegn gjerne figur.
- Beregn sikkerhetsfaktor i forhold til elastisk knekning for bommen. Knekkklengde settes til 3,5m.

### Oppgave 3

Figuren viser en skråstilt bjelke hvor det angriper en vertikallast på 10kN i øvre ende.

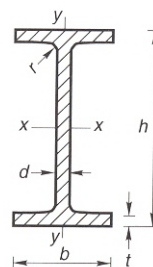
- Beregn reaksjonskrefter i A og tegn belastningsdiagram.
- Tegn normalkraft- skjærkraft- og bøyemomentdiagram for bjelken.
- Konstruksjonen skal bygges med IPE-bjelke (se tabell under). Hva er minste IPE-bjelke som kan brukes når sikkerhetsfaktor i forhold til flyt skal være minst  $n = 1,5$ ?



#### Bjelker IPE, S235JRG2/S235J0

Kvalitet S235JRG2 resp. S235J0  
etter EN 10 025  
(RSt37-2 resp. St52-3/DIN 17100)  
Toleranser etter DIN 1025-5/1965  
Sertifikat 3.1.B/EN 10 204

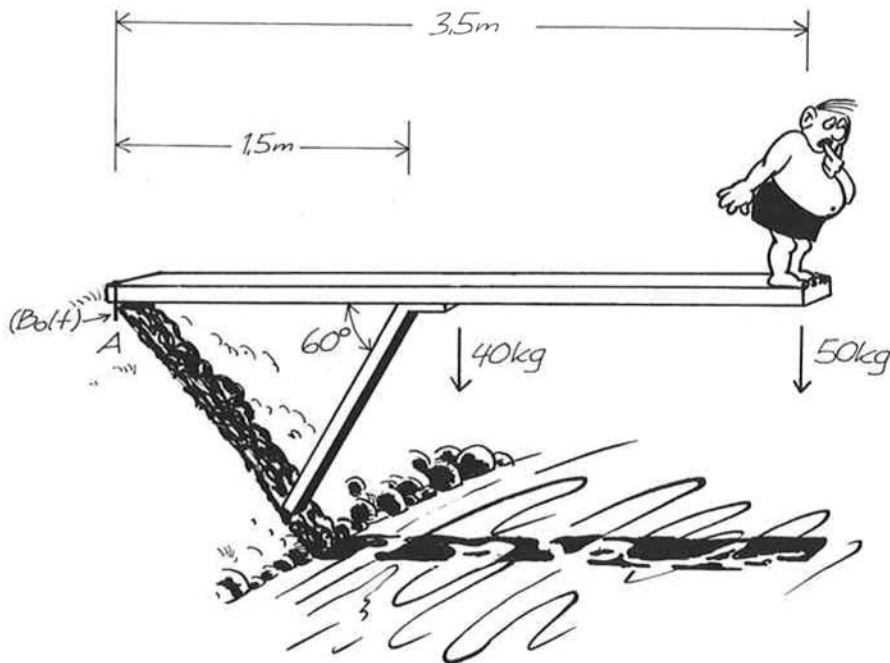
Kvalitetsmerking:  
S235JRG2  
– røde endeflater  
S235J0  
– alum. endeflater



INP nr.	Dimensjoner					Tverrsnitt $F$ cm <sup>2</sup>	Vekt per m $G$ kg/m	Annet areal- moment $J_x$ cm <sup>4</sup>	Tverrsnitts- modul $W_x$ cm <sup>3</sup>	Tregghets- radius $i_x$ cm	Annet areal- moment $J_y$ cm <sup>4</sup>	Tverrsnitts- modul $W_y$ cm <sup>3</sup>	Tregghets- radius $i_y$ cm
	$h$ mm	$b$ mm	$d$ mm	$t$ mm	$r$ mm								
80	80	46	3,8	5,2	5,0	7,64	6,00	80,1	20,0	3,24	8,49	3,69	1,05
100	100	55	4,1	5,7	7,0	10,3	8,10	171	34,2	4,07	15,9	5,79	1,24
120	120	64	4,4	6,3	7,0	13,2	10,4	318	53,0	4,90	27,7	8,65	1,45
140	140	73	4,7	6,9	7,0	16,4	12,9	541	77,3	5,74	44,9	12,3	1,65
160	160	82	5,0	7,4	9,0	20,1	15,8	869	109	6,58	68,3	16,7	1,84
180	180	91	5,3	8,0	9,0	23,9	18,8	1317	146	7,42	101	22,2	2,05
200	200	100	5,6	8,5	12,0	28,5	22,4	1943	194	8,26	142	28,5	2,24
220	220	110	5,9	9,2	12,0	33,4	26,2	2772	252	9,11	205	37,3	2,48
240	240	120	6,2	9,8	15,0	39,1	30,7	3892	324	9,97	284	47,3	2,69
270	270	135	6,6	10,2	15,0	45,9	36,1	5790	429	11,2	420	62,2	3,02
300	300	150	7,1	10,7	15,0	53,8	42,2	8356	557	12,5	604	80,5	3,35
330	330	160	7,5	11,5	18,0	62,6	49,1	11770	713	13,7	788	98,5	3,55
360	360	170	8,0	12,7	18,0	72,7	57,1	16270	904	15,0	1043	123	3,79
400	400	180	8,6	13,5	21,0	84,5	66,3	23130	1160	16,5	1318	146	3,95
450	450	190	9,4	14,6	21,0	98,8	77,6	33740	1500	18,5	1676	176	4,12
500	500	200	10,2	16,0	21,0	116	90,7	48200	1930	20,4	2142	214	4,31
550	550	210	11,1	17,2	24,0	134	106	67120	2440	22,3	2668	254	4,45
600	600	220	12,0	19,0	24,0	156	122	92080	3070	24,3	3387	308	4,66

## Oppgave 4

Figuren viser et stupebrett som består av en 3,5m lang planke som veier 40kg. Planken hviler på et bein (med neglisjerbar vekt), og bolter sørger for at planken holder seg fast i indre ende. En person på 50kg står ytterst på brettet.



- Tegn en statisk bestemt modell av konstruksjonen. Beregn trykkraften i beinet.
- Beregn størrelse og retning på kraften som virker på bolten i A. Retningen vises på figur.