HÖGSKOLAN
I SKÖVDE

Institutionen för Ingenjörsvetenskap

TENTAMEN

Kurs:	Konceptuell Maskinteknik		
Kurskod:	MT102G	Högskolepoäng för tentamen:	1,0 hp
Datum:	2025-06-09	Skrivtid:	8:15-12:30
Ansvarig lärare:	Niclas Strand		
Hjälpmedel/bilagor:	Valfri miniräknare		

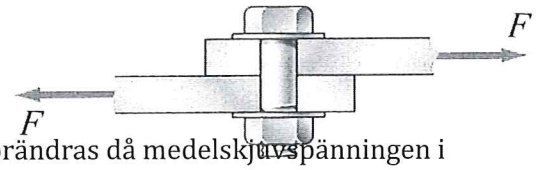
Anvisningar:

- ☒ Ta nytt blad för varje ny uppgift.
- ☒ Skriv endast på en sida av papperet.
- ☒ Skriv namn och personnummer på samtliga inlämnade blad.
- ☒ Numrera lösbladen löpande.
- ☒ Använd inte röd penna.
- ☒ Markera med kryss på omslaget vilka uppgifter som är lösta.

För godkänt resultat på tentamen krävs att alla uppgifter bedöms med betyget G. För G krävs att minst två av deluppgifterna (a, b, och c) för varje uppgift bedöms med G.

Uppgift 1 (U/G)

Två rektangulära plåtar med tjockleken t är sammanfogade med en skruv med diametern d. Plåtarna belastas med en dragkraft F i vardera änden.



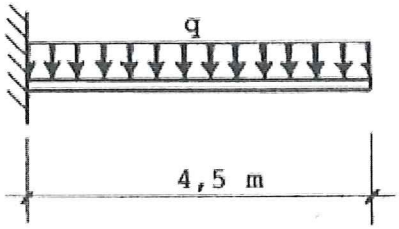
a) Plåttjockleken t ökas (medan allt annat är lika). Hur förändras då medelskjuvspänningen i skruven? Ökar den, minskar den eller är den oförändrad?

b) Skruvdiametern d ökas (medan allt annat är lika). Hur förändras då medelskjuvspänningen i skruven? Ökar den, minskar den eller är den oförändrad?

c) Bestäm medelskjuvspänningen i skruven (uttryckt i givna parametrar).

Uppgift 2 (U/G)

En konsolbalk av stål med längden L = 4,5m och profil IPE240 belastas med en jämnt utbredd last q=3.5kN/m enligt. Till följd av detta erhålls det största snittmomentet i balken vid infästningen i väggen.



a) Beräkna den maximala normalspänningen vid infästningen.

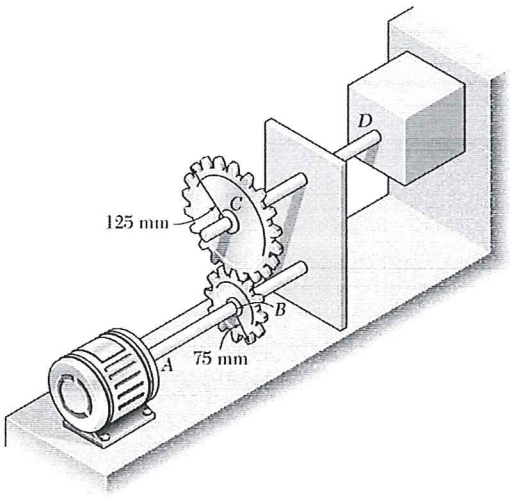
Hur förändras denna maximala normalspänning under följande två scenarier (b och c)? Ange om den ökar, minskar (eller är oförändrad) och i så fall med vilken faktor?

b) den utbredda lasten q ersätts med en punktlast med samma totala kraft[N] i den fria änden (dvs x = 4,5 m)

c) Balkens längd ändras från 4.5m till 5m (medan allt annat är lika).

Uppgift 3 (U/G)

Motorn vid A genererar effekten 160 kW med varvtalet 1500 varv per minut (rpm). Vid D sitter ett maskinverktyg som applicerar ett mothållande moment på axeln CD så att varvtalet på axlarna är konstanta. Motorn är kopplad till en massiv axel AB som via kugghjulen B och C överför rotationsrörelse till en annan massiv axel (axel CD). Axlarna är tillverkade av samma material och har samma diameter D=50 mm.

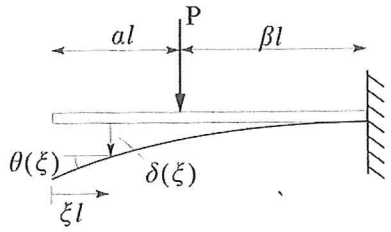
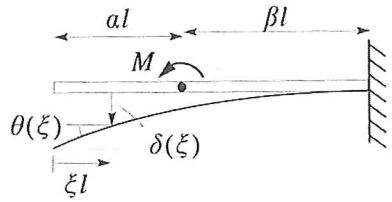
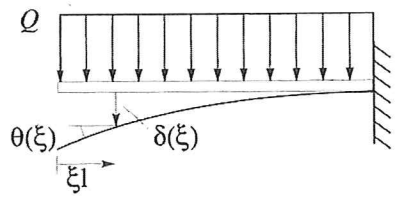
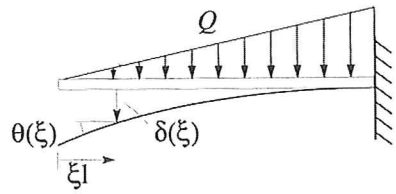
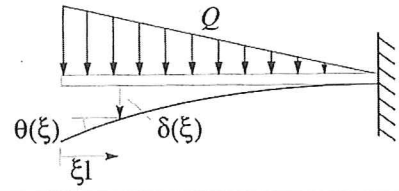


a) Vilken axel (AB eller CD) roterar med störst varvtal?

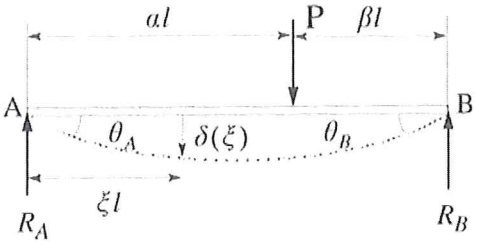
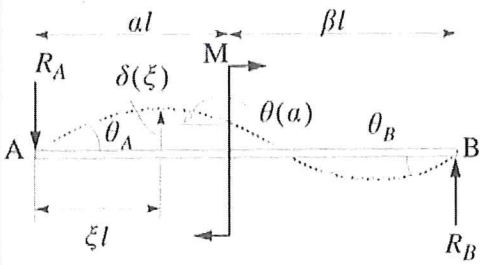
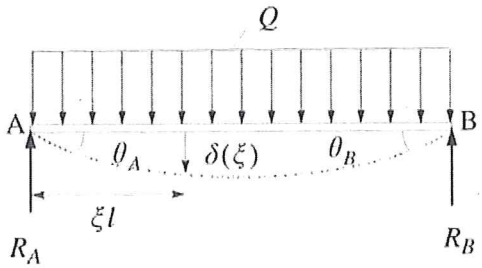
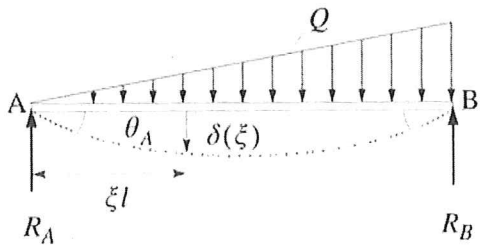
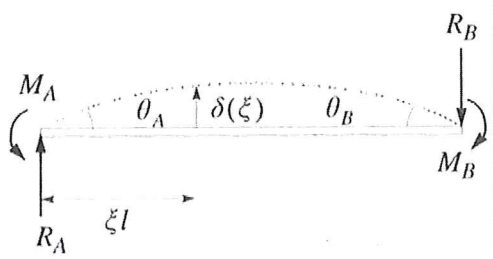
b) I vilken axel (AB eller CD) är vridmomentet störst?

c) Bestäm skjuvspänningen i respektive axel.

Elementarfall för balkar

Belastningsfall, $\alpha + \beta = 1$	θ = vinkeländring, $\delta(\xi = x/l)$ = förskjutning
	$\theta(\xi < \alpha) = \frac{Pl^2}{2EI}\beta^2$ $\delta(\xi < \alpha) = \frac{Pl^3}{6EI}(-\beta^3 + 3\beta^2(1-\xi))$ $\theta(\xi > \alpha) = \frac{Pl^2}{2EI}(\beta^2 - (\xi-\alpha)^2)$ $\delta(\xi > \alpha) = \frac{Pl^3}{6EI}((\xi-\alpha)^3 - 3\beta^2(\xi-\alpha) + 2\beta^3)$ $\theta(\alpha) = \frac{Pl^2}{2EI}\beta^2 \qquad \delta(\alpha) = \frac{Pl^3}{3EI}\beta^3$
	$\theta(\xi < \alpha) = \frac{Ml}{EI}\beta$ $\delta(\xi < \alpha) = \frac{Ml^2}{EI}\beta(1-\xi-\beta/2)$ $\theta(\xi > \alpha) = \frac{Ml}{EI}(1-\xi)$ $\delta(\xi > \alpha) = \frac{Ml^2}{2EI}((\xi-\alpha)^2 - 2\beta(\xi-\alpha) + \beta^2)$ $\theta(\alpha) = \frac{Ml}{EI}\beta \qquad \delta(\alpha) = \frac{Ml^2}{2EI}\beta^2$
	$\theta(\xi) = \frac{Ql^2}{6EI}(1-\xi^3)$ $\delta(\xi) = \frac{Ql^3}{24EI}(\xi^4 - 4\xi + 3)$
	$\theta(\xi) = \frac{Ql^2}{12EI}(1-\xi^4)$ $\delta(\xi) = \frac{Ql^3}{60EI}(\xi^5 - 5\xi + 4)$
	$\theta(\xi) = \frac{Ql^2}{12EI}(\xi^4 - 4\xi^3 + 3)$ $\delta(\xi) = \frac{Ql^3}{60EI}(-\xi^5 + 5\xi^4 - 15\xi + 11)$

Tabellen är hämtad från *Handbok och formelsamling Hållfasthetslära* av Bengt Sundström m.fl. (1998).

Belastningsfall, $(\alpha + \beta = 1)$	θ = vinkeländring, $\delta(\xi = x/l)$ = förskjutning
1. 	$R_A = \beta P \;;\; R_B = \alpha P$ $\theta_A = \frac{Pl^2}{6EI}\alpha\beta(1+\beta) \;;\; \theta_B = \frac{Pl^2}{6EI}\alpha\beta(1+\alpha)$ $\delta(\xi) = \frac{Pl^3}{6EI}\beta[(1-\beta^2)\xi - \xi^3]$ för $\xi \le \alpha$ $\delta(\alpha) = \frac{Pl^3}{3EI}\alpha^2\beta^2$
2. 	$R_A = R_B = M/l$ $\theta_A = \frac{Ml}{6EI}(1-3\beta^2) \;;\; \theta_B = \frac{Ml}{6EI}(1-3\alpha^2)$ $\delta(\xi) = \frac{Ml^2}{6EI}((1-3\beta^2)\xi - \xi^3)$ för $\xi \le \alpha$ $\delta(\alpha) = \frac{Ml^2}{3EI}\alpha\beta(\alpha-\beta) \;;\; \theta(\alpha) = \frac{Ml}{3EI}(1-3\alpha\beta)$
3. 	$R_A = R_B = Q/2$ $\theta_A = \theta_B = \frac{Ql^2}{24EI}$ $\delta(\xi) = \frac{Ql^3}{24EI}(\xi - 2\xi^3 + \xi^4)$ $\delta\left(\frac{1}{2}\right) = \frac{5}{384}\cdot\frac{Ql^3}{EI}$
4. 	$R_A = Q/3 \;;\; R_B = 2Q/3$ $\theta_A = \frac{7Ql^2}{180EI} \;;\; \theta_B = \frac{8Ql^2}{180EI}$ $\delta(\xi) = \frac{Ql^3}{180EI}(7\xi - 10\xi^3 + 3\xi^5)$
5. 	$R_A = R_B = (M_A - M_b)/l$ $\theta_A = \frac{M_A l}{3EI} + \frac{M_B l}{6EI} \;;\; \theta_B = \frac{M_A l}{6EI} + \frac{M_B l}{3EI}$ $\delta(\xi) = \frac{l^2}{6EI}[M_A(2\xi - 3\xi^2 + \xi^3) + M_B(\xi - \xi^3)]$ $M_A = M_B = M : \theta_A = \theta_B = \frac{Ml}{2EI};$ $\delta(\xi) = \frac{Ml^2}{2EI}(\xi - \xi^2)$

Tabellen är hämtad från *Handbok och formelsamling Hållfasthetslära* av Bengt Sundström m.fl. (1998).

Formler i hållfasthetslära

Grundläggande begrepp

Normalspänning: $\sigma = \dfrac{N}{A}$ Medelskjuvspänning: $\bar{\tau} = \dfrac{T}{A}$ Normaltöjning: $\varepsilon = \dfrac{\delta}{L}$

Hålkanttryck: $\sigma_b = \dfrac{F}{A_{proj}}$ Säkerhetsfaktor: $n = \dfrac{\sigma_s}{\sigma_{till}}$

Hookes lag: $\sigma = E\varepsilon$

Stångförlängning: $\delta = \dfrac{NL}{EA}$

Böjning

Maximal normalspänning: $|\sigma|_{\max} = \dfrac{M}{W_b}$

Vridning

Maximal skjuvspänning: $\tau_{\max} = \dfrac{M_v}{W_v}$

Transmission av rotationsrörelse och moment mellan axlar

Förhållandet mellan vinkelhastighet ω och varvtal n: $\omega = \dfrac{2\pi n}{60}$

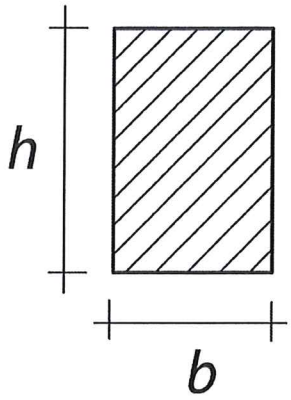
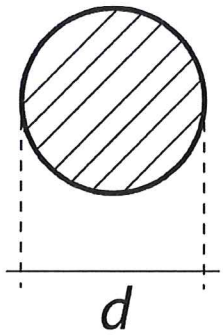
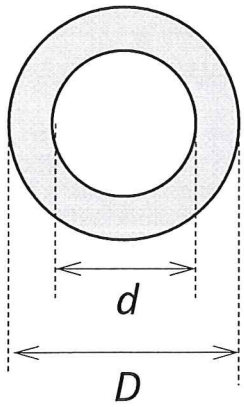
Motoreffekt: $P = M_v \cdot \omega$

Utväxling: $\dfrac{M_B}{M_A} = \dfrac{n_A}{n_B} = \dfrac{\omega_A}{\omega_B} = \dfrac{r_B}{r_A}$ där r_A och r_B är kugghjulsradier

Beteckningslista

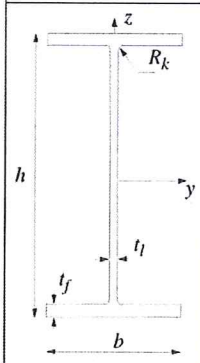
σ:	Normalspänning	M:	Moment
τ:	Skjuvspänning	A:	Tvärsnittsarea
ε:	Normaltöjning	A_{proj}:	Projicerad area
E:	Elasticitetsmodul	L:	Längd
σ_b:	Hålkanttryck	δ:	Förlängning
σ_s:	Sträckgräns	W_b:	Böjmotstånd
σ_{till}:	Tillåten normalspänning	I:	Yttröghetsmoment
n:	Säkerhetsfaktor	W_v:	Vridmotstånd
N:	Normalkraft	ω:	Vinkelhastighet
T:	Tvärkraft	P:	Effekt
F:	Kraft		

Tvärsnittsdata för några vanliga geometrier

Tvärsnitt	Yttröghetmoment	Böjmotstånd	Vridmotstånd
Rektangel 	$\frac{bh^3}{12}$	$\frac{bh^2}{6}$	-
Massiv cylinder 	$\frac{\pi d^4}{64}$	$\frac{\pi d^3}{32}$	$\frac{\pi d^3}{16}$
Cirkulärt rör 	$\frac{\pi(D^4 - d^4)}{64}$	$\frac{\pi(D^4 - d^4)}{32D}$	$\frac{\pi(D^4 - d^4)}{16D}$

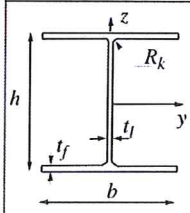
Tvärsnittsdata för några standardprofiler

Tvärsnittsdata för IPE-balkar



IPE-balk S275JR (SS 1412)	Beteckning	Mått						Area		Axel y–y (Böjning)		Axel z-z (Böjning)		Saint-Venant (Vridning)	
		vikt kg/m	h mm	b mm	t_l mm	t_f mm	R_k mm	A mm²	A_{liv} mm²	I_y 10^4mm⁴	W_y 10^3mm³	I_z 10^4mm⁴	W_z 10^3mm³	K_v 10^6mm⁴	W_v 10^3mm³
	IPE 80	6,0	80	46	3,8	5,2	5	764	264	80	20,0	8,5	3,69	0,0070	1,35
	IPE 100	8,1	100	55	4,1	5,7	7	1032	363	171	34,2	·15,9	5,79	0,0121	2,12
	IPE 120	10,4	120	64	4,4	6,3	7	1321	472	318	53,0	27,7	8,65	0,0174	2,76
	IPE 140	12,9	140	73	4,7	6,9	7	1643	593	541	77,3	45	12,3	0,0245	3,55
	IPE 160	15,8	160	82	5,0	7,4	9	2009	726	869	109	68	16,7	0,0362	4,89
	IPE 180	18,8	180	91	5,3	8,0	9	2395	869	1317	146	101	22,2	0,0480	6,00
	IPE 200	22,4	200	100	5,6	8,5	12	2848	1025	1943	194	142	28,5	0,0702	8,26
	IPE 220	26,2	220	110	5,9	9,2	12	3337	1189	2772	252	205	37,3	0,0910	9,89
	IPE 240	30,7	240	120	6,2	9,8	15	3912	1366	3892	324	290	47,3	0,129	13,2
	IPE 270	36,1	270	135	6,6	10,2	15	4594	1647	5790	429	420	62,2	0,160	15,7
	IPE 300	42,2	300	150	7,1	10,7	15	5381	1978	8356	557	604	80,5	0,202	18,9
	IPE 330	49,1	330	160	7,5	11,5	18	6261	2303	11770	713	788	98,5	0,283	24,6
	IPE 360	57,1	360	170	8,0	12,7	18	7273	2677	16270	904	1043	123	0,375	29,5
	IPE 400	66,3	400	180	8,6	13,5	21	8446	3208	23130	1160	1318	146	0,514	38,1
	IPE 450	77,5	450	190	9,4	14,6	21	9882	3956	33740	1500	1676	176	0,671	46,0
	IPE 500	90,7	500	200	10,2	16,0	21	11550	4774	48200	1930	2142	214	0,897	56,1
	IPE 550	106,0	550	210	11,1	17,2	24	13440	5723	67120	2440	2668	254	1,24	72,1
	IPE 600	122,0	600	220	12,0	19,0	24	15600	6744	92080	3070	3387	308	1,66	87,4

Tvärsnittsdata för HEB-balkar



HEB-balk S275JR (SS 1412)	Beteckning	Mått						Area		Axel y–y (Böjning)		Axel z–z (Böjning)		Saint-Venant (Vridning)	
		vikt kg/m	h mm	b mm	t_l mm	t_f mm	R_k mm	A mm²	A_{liv} mm²	I_y 10^4mm⁴	W_y 10^3mm³	I_z 10^4mm⁴	W_z 10^3mm³	K_v 10^6mm⁴	W_v 10^3mm³
	HEB 100	20,4	100	100	6,0	10,0	12	2604	480	449	89,9	167	33,5	0,0929	9,29
	HEB 120	26,7	120	120	6,5	11,0	12	3401	637	864	144	318	52,9	0,139	12,6
	HEB 140	33,7	140	140	7,0	12,0	12	4296	812	1509	216	550	78,5	0,201	16,7
	HEB 160	42,6	160	160	8,0	13,0	15	5425	1072	2492	311	889	111	0,314	24,2
	HEB 180	51,2	180	180	8,5	14,0	15	6525	1292	3831	426	1363	151	0,423	30.2
	HEB 200	61,3	200	200	9,0	15,0	18	7808	1530	5696	570	2003	200	0,595	39,7
	HEB 220	71,5	220	220	9,5	16,0	18	9104	1786	8091	736	2843	250	0,768	48,0
	HEB 240	83,2	240	240	10,0	17,0	21	10600	2060	11260	938	3923	327	1,03	60,6
	HEB 260	93,0	260	260	10,0	17,5	24	11840	2250	14920	1150	5135	395	1,24	70,9
	HEB 280	103	280	280	10,5	18,0	24	13140	2562	19270	1380	6595	471	1,44	80,0
	HEB 300	117	300	300	11,0	19,0	27	14910	2882	25170	1680	8563	571	1,86	97,9
	HEB 320	127	320	300	11,5	20,5	27	16130	3209	30820	1930	9239	616	2,26	110
	HEB 340	134	340	300	12,0	21,5	27	17090	3564	36660	2160	9690	646	2,58	120
	HEB 360	142	360	300	12,5	22,5	27	18060	3938	43190	2400	10140	676	2,93	130
	HEB 400	155	400	300	13,5	24,0	27	19780	4752	57680	2880	10820	721	3,57	149
	HEB 450	171	450	300	14,0	26,0	27	21800	5572	79890	3550	11720	781	4,42	170
	HEB 500	187	500	300	14,5	28,0	27	23860	6438	107200	4290	12620	842	5,40	193
	HEB 550	199	550	300	15,0	29,0	27	25410	7380	136700	4970	13080	872	6,02	208
	HEB 600	212	600	300	15,5	30,0	27	27000	8370	171000	5700	13530	902	6,69	223
	HEB 650	225	650	300	16,0	31,0	27	28630	9408	210600	6480	13980	932	7,41	239
	HEB 700	241	700	300	17,0	32,0	27	30640	10810	256900	7340	14440	963	8,33	260
	HEB 800	262	800	300	17,5	33,0	30	33420	12850	359100	8980	14900	994	9,49	288
	HEB 900	291	900	300	18,5	35,0	30	37130	15360	494100	11000	15820	1050	11,4	326
	HEB 1000	314	1000	300	19,0	36,0	30	40000	17630	644700	12900	16280	1090	12,6	350

Tabellerna är hämtade från *Handbok och formelsamling Hållfasthetslära* av Bengt Sundström m.fl. (1998).