



## Försättsblad Prov Original

Kurskod	Provkod	Tentamensdatum
M T 0 7 9 G	T E N T	2 0 1 9 - 0 1 - 0 9
Kursnamn	Maskinteknik GR (C), Maskinelement	
Provnamn	Tentamen	
Ort	Östersund	
Termin		
Ämne		





# Mittuniversitetet

MID SWEDEN UNIVERSITY

TENTAMEN : Maskinelement (MT079G), 7,5 hp

DATUM: 2019-01-09

PROGRAM: TSPMG; TMPRG  
ÅRSKURS: 3

DENNA TENTAMEN BESTÅR AV: 7 uppg. om totalt 40 p.

BETYGSGRÄNSER: A  $\geq$  90%, B  $\geq$  80%, C  $\geq$  70%, D  $\geq$  60%, E  $\geq$  50%  
F<sub>x</sub>  $\geq$  40%, F < 40%. Avrundning av gräns sker till närmaste ½-poäng.

EXAMINATOR: Mikael Bäckström

LÄRARE: Peter Novak, tel. 070-2301066

HJÄLPMEDEL:

- Egen räknedosa
- TEFYMA
- Karl Björk: Formler och tabeller för mekanisk konstruktion
- Formelsamling Kuggformler
- Formelsamling Datorstödd dimensionering / Maskinelement
- Formler & tabeller Axel-navförband
- Formelblad Axlar
- Linjal och gradskiva

#### ANVISNINGAR TILL TENTANDER:

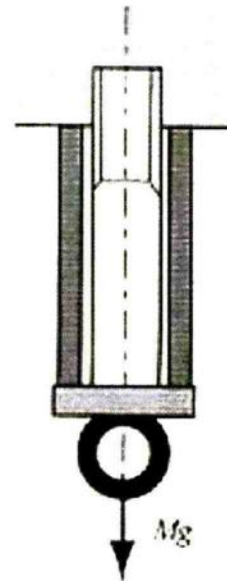
- Numrera samt ange ditt personliga kodnummer på varje inlämnat papper.
- Redovisa problemuppställningarna tillsammans med fullständiga lösningar, förklarande figurer och motiveringar till varför ni använder olika lagar och formler vid olika tillfällen.
- Gör en rimlighetsvärdering av dina svar.



## Uppgift 1. Gängmekanik och förband (8p)

I figuren visas ett förband där en hylsa (rörformad) skruvas fast mot ett underlag (underlaget är överst i figuren) med hjälp av en skruv som är försedd med en fastsvetsad ögla. I öglan appliceras en last med massan  $M$ . I första läget görs en förspänning av skruvförbundet till kraften  $F_0 = 15 \text{ kN}$  och därefter läggs yttre lasten  $M = 1000 \text{ kg}$  på.

Data: Skruv M8 av hållfasthetsklass 8.8, hylsans längd 40 mm, hylsans inre respektive yttre diameter är 10 mm och 15 mm, elasticitetsmodul för både hylsa och skruv är 210 GPa, gängfriktionen  $\mu_g = 0,15$ , underlagsfriktion  $\mu_{ti} = 0,20$ . Antag att skruvskalle och ögla är helt stela och att de ej behöver tas med i beräkningar. Övriga data se tabell nedan.



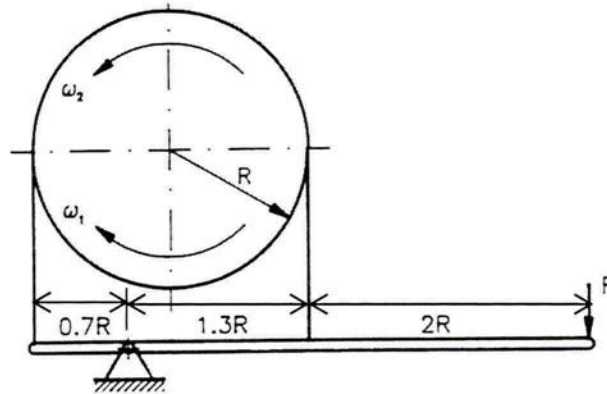
- Vilket totalt åtdragningsmoment behövs på skruven för att skapa förspänningskraften  $F_0 = 15 \text{ kN}$ ? (3p)
- Beräkna och redovisa skruvens styvhet ( $k_s$ ) och hylsans styvhet ( $k_h$ ). Hylsans hela area kan anses vara spänningstagande. (1p)
- Vad blir deformationsförändringen ( $\Delta\delta$ ) efter att massan  $M$  lagts på? (2p)
- Rita ett tydligt förspänningsdiagram (F- $\delta$  diagram) som visar systemet före och efter pålagd last. Ange förspänningskraften ( $F_0$ ), skruvkraft vid förspänning ( $F_s$ ), skruvens styvhet ( $k_s$ ), skruvens förlängning vid förspänning ( $\delta_s$ ), kraften i hylsan vid förspänning ( $F_h$ ), hylsans styvhet ( $k_h$ ), hylsans hoptryckning vid förspänning ( $\delta_h$ ), pålagda massans tyngd ( $Mg$ ) och deformationsförändringen ( $\Delta\delta$ ) efter att massan  $M$  lagts på. (2p)

		M3	M4	M5	M6	M8	M10
Ytterdiameter	$d$ mm	3	4	5	6	8	10
Medeldiameter	$d_m$ mm	2,675	3,545	4,48	5,35	7,188	9,026
Innerdiameter	$d_i$ mm	2,459	3,242	4,134	4,917	6,647	8,376
Stigning	$p$ mm	0,5	0,7	0,8	1	1,25	1,5
Spänningsarea	$A_s$ mm <sup>2</sup>	5,03	8,78	14,2	20,1	36,6	58
Håldiameter	$d_h$ mm	3,4	4,5	5,5	6,6	9	11
Nyckelvidd	$N$ mm	5,5	7	8	10	13	17
Åtdragningsmom	$M_1$ Nm	1,29	2,94	5,88	9,93	24,1	47,3
Förspänningskraft	$F_i$ kN	2,33	4,03	6,59	9,28	17,1	27,2
Brottkraft (8.8)	$F_B$ kN	4,02	7,02	11,3	16,1	29,2	46,4
Sträckkraft (8.8)	$F_s$ kN	3,22	5,62	9,09	12,9	23,4	37,1



### Uppgift 2. Bandbroms (6p)

Figuren föreställer en bandbroms. Bestäm förhållandet mellan bromsmomenten för rotationsriktningarna medurs  $\omega_1$  resp. moturs  $\omega_2$ . Friktionskoefficienten,  $\mu = 0.1$ . (6p)



### Uppgift 3. Fjädrar (5p)

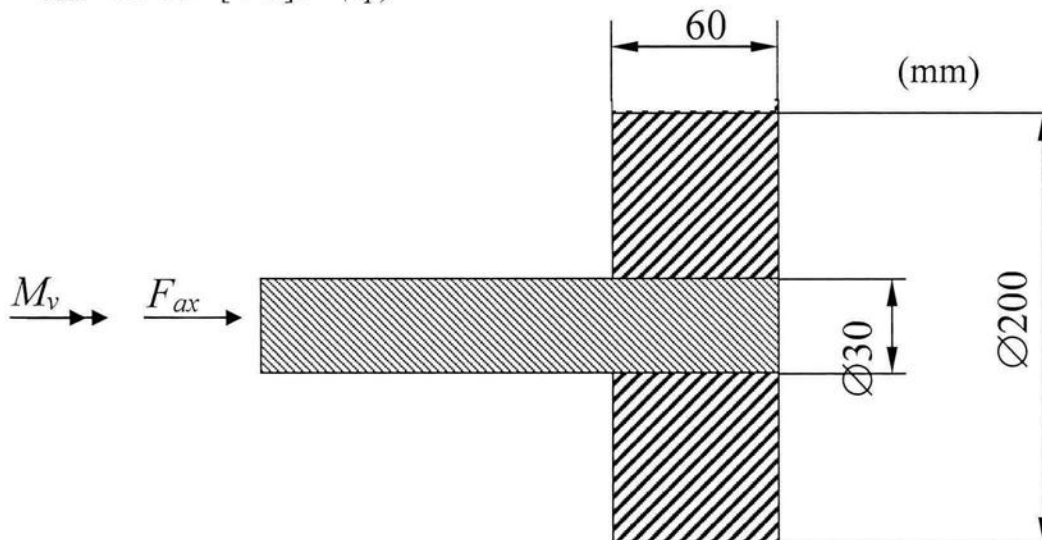
En kulspetspenna hålls upp och ned med knappen placerad på en hushållsvåg. Man trycker ner den och då knappen precis börjar röra sig avläser man på vågen 150 g. Då knappen tryckts in 5 mm avläses 250 g. Man plockar isär pennan och finner då bland annat en cylindrisk skruvfjäder av stål med ytterdiametern 4 mm och tråddiametern 0,35 mm. Stålet i fjädern har elasticitetsmodulen 208 GPa och skjuvmodulen 80 GPa.

- Rita upp fjäderns F- $\delta$ -diagram för aktuella deformationer, redovisa ingående beräkningar (3p)
- Hur många verksamma varv har fjädern? (2p)

### Uppgift 4. Krympförband (6p)

Ett krympförband förbinder ett nav av stål med en stålaxel. Förbandet skall kunna överföra ett vridmoment  $M_v = 600$  Nm och en axialkraft  $F_{ax} = 40$  kN. Båda belastningar antas verka samtidigt. Stålet har  $E = 210$  GPa. Antag  $\mu = 0,15$  och se figur nedan för geometriska data.

- Vilket diametralt grepp behövs för att klara angivna krav? Ansätt en säkerhetsfaktor på 1,5. (5p)
- Innan montering av navet på axeln värms det upp för att kunna träs på axeln som håller 20°C. Vilken temperatur måste navet värmas till om värmeutvidgningstalet är  $\alpha_{stål} = 12 \cdot 10^{-6} [-/^{\circ}\text{C}]$ ? (1p)







### Uppgift 5. Lager (7p)

a. Man vill sätta ihop en axellagring med hjälp av tre kullager. Alla tre lager har ett varvtal 3000 rpm. Beräkningar på belastning och givet varvtal visar på att de tre lagren får följande livslängder:

Lager 1:  $L_{10h} = 10000$  tim

Lager 2:  $L_{10h} = 10000$  tim

Lager 3:  $L_{10h} = 12000$  tim

Beräkna den kombinerade livslängden för lagringen både i driftstimmar och miljoner varv!  
OBS: Använd livslängdsfaktor  $\kappa=1,5$ , ej den som anges i formelsamling Maskinelement. (3p)

b. Hur påverkas excentriciteten i ett radiellt glidlager av belastningen? Förklara varför. Hur påverkas effektförlusterna av smörjmedlets viskositet? Förklara varför. (2p)

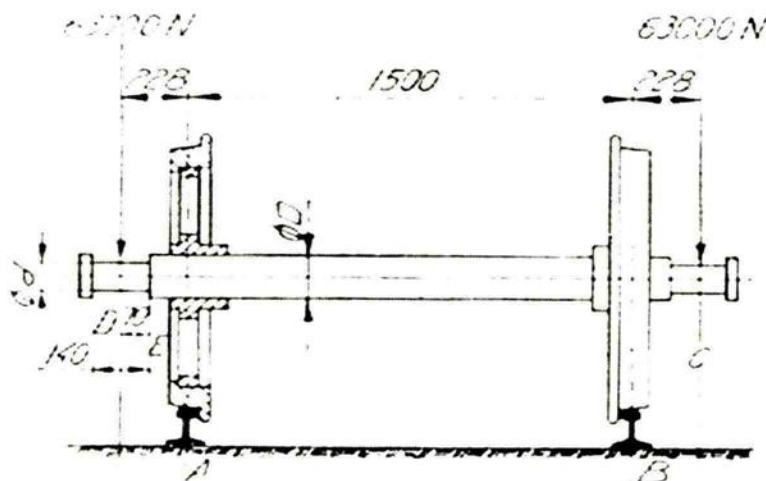
c. Vad menas med ekvivalent dynamisk belastning och hur används den vid dimensionering av rullningslager? (1p)

d. Vilka tre förutsättningar tar SKF:s livslängdsfaktor hänsyn till vid beräkning av ett rullningslagers förväntade livslängd? (1p)

### Uppgift 6. Axeldimensionering (5p)

En järnvägsaxel utsätts för belastningar från vagnschassit på sina ändtappar med krafterna 63 kN enligt figuren nedan.

- Rita upp ett momentdiagram för hela axelns längd, redovisa ingående beräkningar. (2p)
- Dimensionera erforderliga mått för diametrarna  $d$  på ändtappen med hänsyn till belastning, ev. utmattning samt ev. kälverkan. Måtten i figuren är i mm. Axelmaterialiet har en sträckgräns  $ReL = 270$  MPa. Hjulen är krympmonterade på axeln utan kilar. (3p)



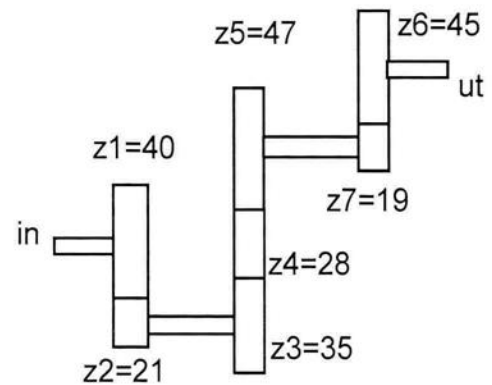
Förtydligande av mått i figur:

- Måttet mellan kraftens angreppspunkt och ändtappens inre ansats är 70 mm.
- Måttet mellan ändtappens inre och yttre ansats är 140 mm.



### Uppgift 7. Transmission (3p)

a. Vad blir utväxlingen i figurens växel? Ange även rotationsriktning på utgående axel i förhållande till ingående axel. Vilket ingående varvtal krävs för ett utgående varvtal på 350 rpm? (2p)



b. Ange och motivera minst en betydande fördel och en dito nackdel med kedjedrift i jämförelse med kuggremsdrift (1p)

