



EduME
Education & Mechanical Engineering

HÅLLFASTHETSLÄRA ÖVNINGSUPPGIFTER

Datum: 2021-12-27

Detta häfte är ett levande dokument. Jag fyller på med uppgifter, gör förbättringar och rättar de slarvfel som är svåra att undvika när man utvecklar material.

Det finns inskannade lösningar till samtliga tal i ett separat dokument som finns att ladda ner på hemsidan.

På YouTube kanalen, "EduME:s Övningsuppgifter i hållfasthetslära", finns inspelade lösningsförslag till många av uppgifterna. Uppgifterna finns även på spellistor med introducerande teori på olika avsnitt.

Det är fritt fram att använda detta material för dig som undervisar, men materialet ersätter inte en bra handledning av elever/studenter.

Häftet får inte editeras eller omarbetas.

Dela med dig av kanalen till dina studenter och/eller bädda in lämpliga videos på din lärplattform.

Jag använder mig att Karl Björks "Formler och Tabeller för Mekanisk konstruktion" när jag löser uppgifterna. Denna finns att beställa på bjorksforlag.se

En komplett översikt av kanalen och materialet finns på edume.nu



<https://www.youtube.com/channel/UCZWty6uAUIkab9XyHQIAu9Q>



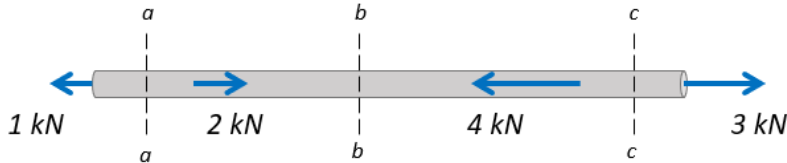
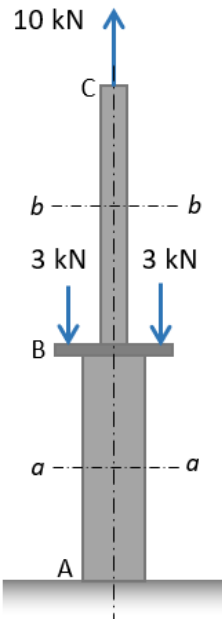
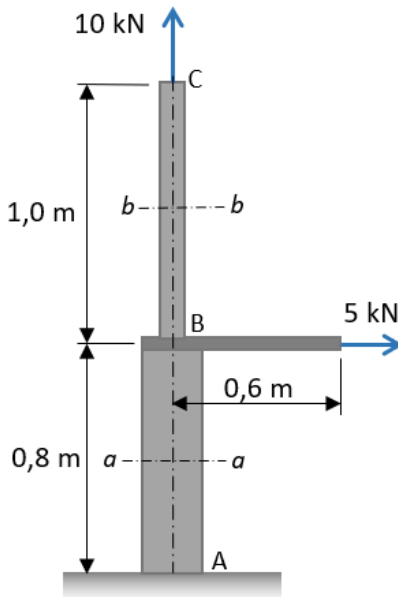
Madeleine Hermann

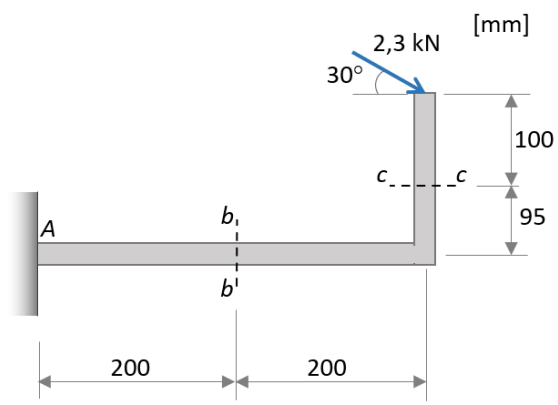
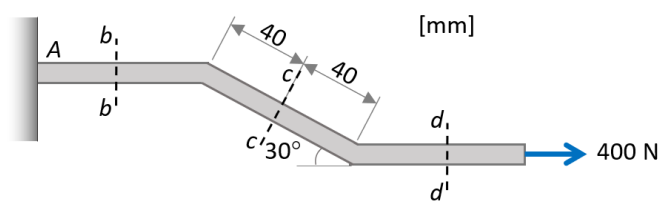
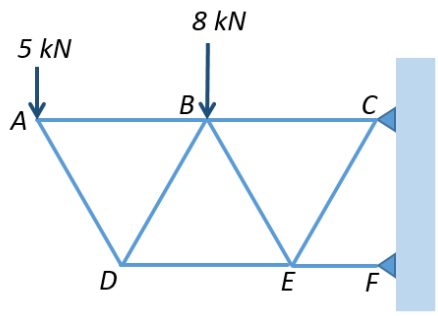
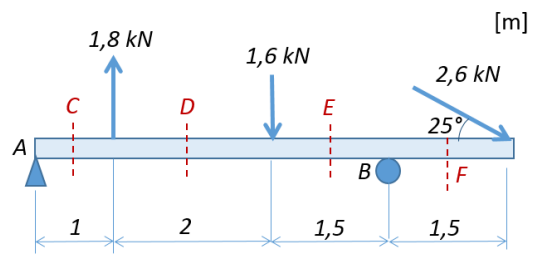
EduME – Education and Mechanical Engineering

Innehåll

1. Inre krafter och moment	2
2. Axiell belastning och yttryck.....	7
3. Termiska laster	13
4. Skjuvning (medelskjuvspänning)	16
5. Vridning	19
6. Moment och tvärkraftsdiagram	22
7. Böjspänningar.....	24
8. Balkböjning med superposition.....	29
9. Spänningskoncentrationer	30
10. Skjuvspänning/skjuvflöde pga tvärkraft. (kommer).....	33
11. Sammansatta spänningar	34
12. Knäckning (kommer)	35

1. Inre krafter och moment

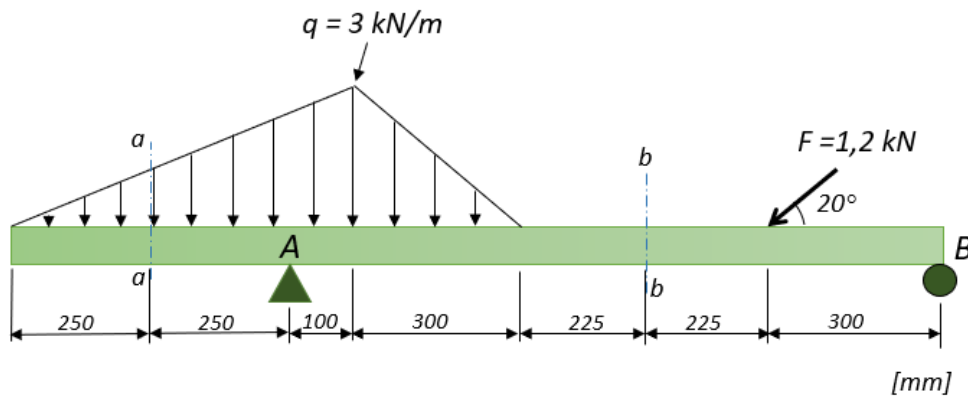
1.1	Nivå: Grund	Inre krafter och moment
Bestäm de inre normalkrafterna i $a-a$, $b-b$ och $c-c$. Varför blir det inga moment och tvärkrafter i stången?		
		
1.2	Nivå: Grund	Inre krafter och moment
 YouTube^{SE} Bestäm de inre normalkrafterna i $a-a$ och $b-b$. Varför blir det inga moment och tvärkrafter för denna struktur?		
		
1.3	Nivå: Grund	Inre krafter och moment
 YouTube^{SE} Bestäm de inre krafterna och momenten i snitt $a-a$ och $b-b$. Snitten är placerade mitt på respektive stång AB och BC.		
		

1.4	Nivå: Grund	Inre krafter och moment
En fast inspänd och vinklad profil påverkas i sin fria ände av en kraft. Egentyngden försummas. Beräkna inre krafter och moment i de markerade snitten $b-b$ och $c-c$.		
1.5	Nivå: Grund	Inre krafter och moment
En fast inspänd profil är vinklad på två ställen. Den påverkas av en dragkraft i den fria änden. Egenvikten försummas. Beräkna inre krafter och moment i de markerade snitten $b-b$, $c-c$ och $d-d$.		
1.6	Nivå: Grund	Inre krafter och moment
Fackverket belastas av två krafter. Bestäm inre krafter och moment i stängerna. Samtliga stänger är 1,5 m långa förutom EF som är 0,75 m. Försumma egenvikten.		
1.7	Nivå: Grund	Inre krafter och moment
Bestäm inre krafter och moment i de markerade snitten. Snitten ligger mitt emellan stöd/kraft eller kraft/kraft. Försumma egenvikten.		

En balk belastas av en linjärt utbredd last där $q = 3 \text{ kN/m}$ samt en punktlast $F = 1,2 \text{ kN}$.

- Frilägg balken och bestäm stödkrafterna i A och B.
- Bestäm inre krafter och moment i snitt $a-a$ och $b-b$.

Försumma balkens massa och en liten ursäkt för alla mått ... slarvfelsrisk 😊

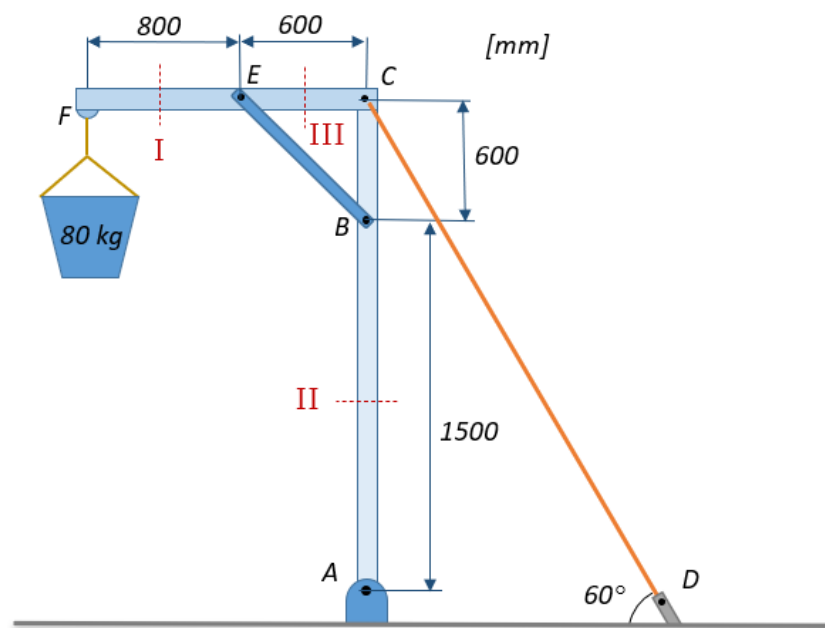


En lyftanordning används för att vinscha upp hinkar med betong.

Infästningen A, B, C, D och E är ledade. C-D är en vajer.

- Bestäm stödkrafterna i A och C.
- Bestäm inre krafter och moment för snitt I och II. Snitten är placerade mitt på respektive längd (800 och 1500). Var noga med friläggning av respektive snitt.
- ★ Bestäm inre krafter och moment för snitt III, placerad mitt på längden 600.

Försumma egenvikten.



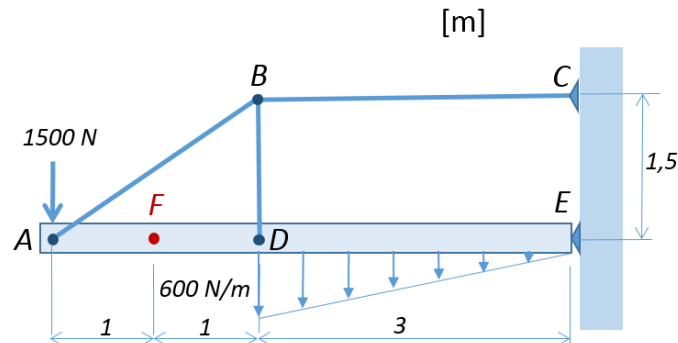
1.10

Nivå: Grund ★

Inre krafter och moment



Bestäm inre krafter och moment i ett snitt vid F.
A, B, C, D och E är momentfria infästningar.
Egenvikten kan försummas.

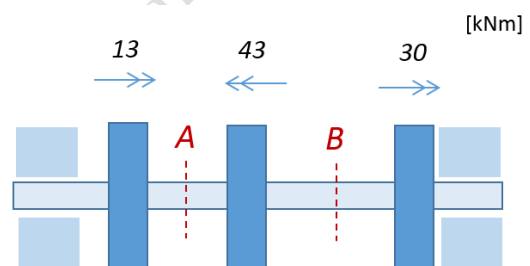


1.11

Nivå: Grund

Inre krafter och moment

Bestäm inre vridmoment i ett snitt vid A och B.
Försumma egenvikt.

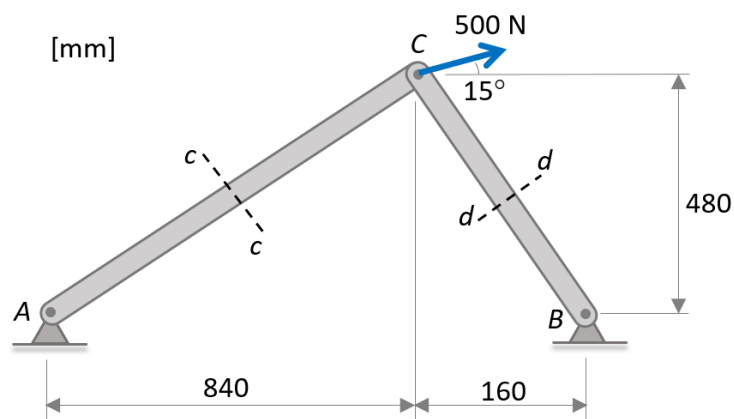


1.12

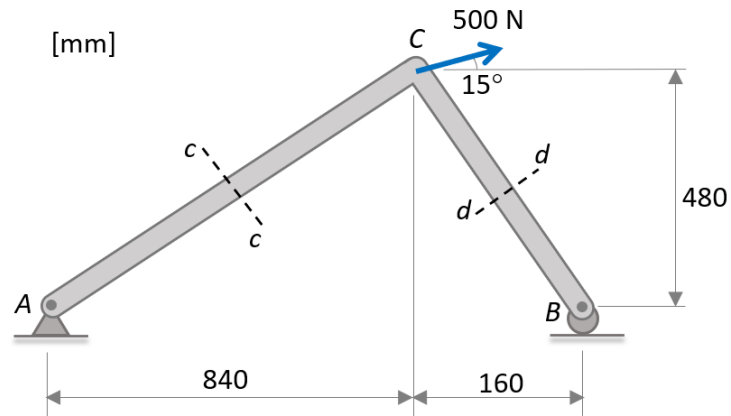
Nivå: Grund ★

Inre krafter och moment

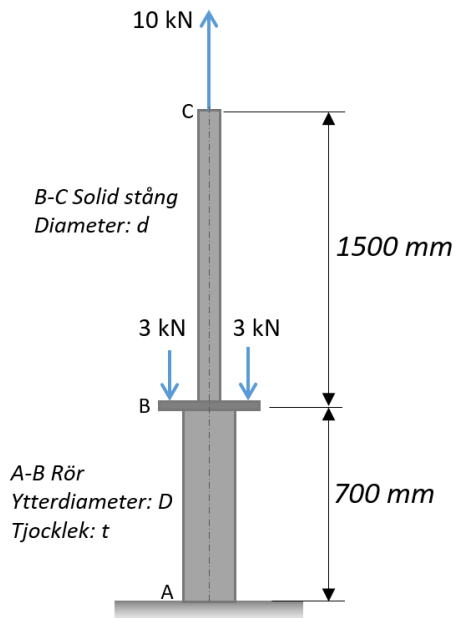
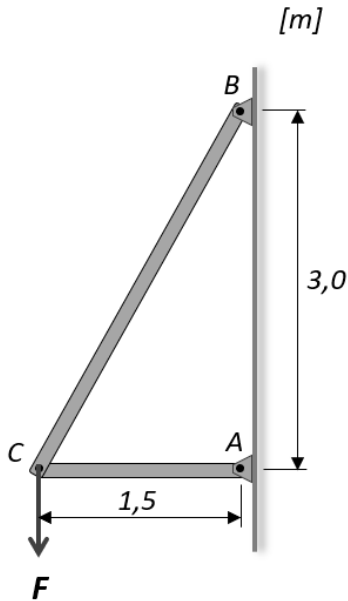
Två profiler är ledat infästa i A, B och C. Profilerna belastas i punkten C med en punktlast.
Egentyngden försummas.
Bestäm krafter och moment i mittsnitten c-c och d-d.



En vinklad profil, ACD, belastas i punkten C med en punktlast. Egentyngden försummas. Bestäm krafter och moment i mittsnitten c-c och d-d.



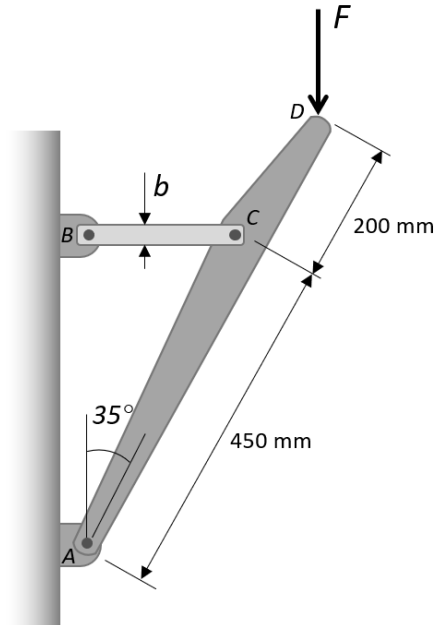
2. Axiell belastning och yttryck

2.1	Nivå: Grund	Axiell belastning
En solid stång BC är sammanfogad med ett rör AB. Hur stora blir spänningarna i stången BC respektive röret AB? $D = 50 \text{ mm}$, $t = 2 \text{ mm}$ och $d = 12 \text{ mm}$  $B-C$ Solid stång Diameter: d $A-B$ Rör Ytterdiameter: D Tjocklek: t		
2.2	Nivå: Grund	Axiell belastning
 YouTube SE AC och BC är två plattjärn, $40 \times 4 \text{ mm}$. Plattjärnen är ledat infästa i A, B och C och belastas med $F = 25 \text{ kN}$. - Hur stora blir spänningen i BC respektive AC? - Hur stor blir säkerhetsfaktorn mot permanenta deformationen respektive brott om plattjärnen är tillverkade av S235.  [m]		



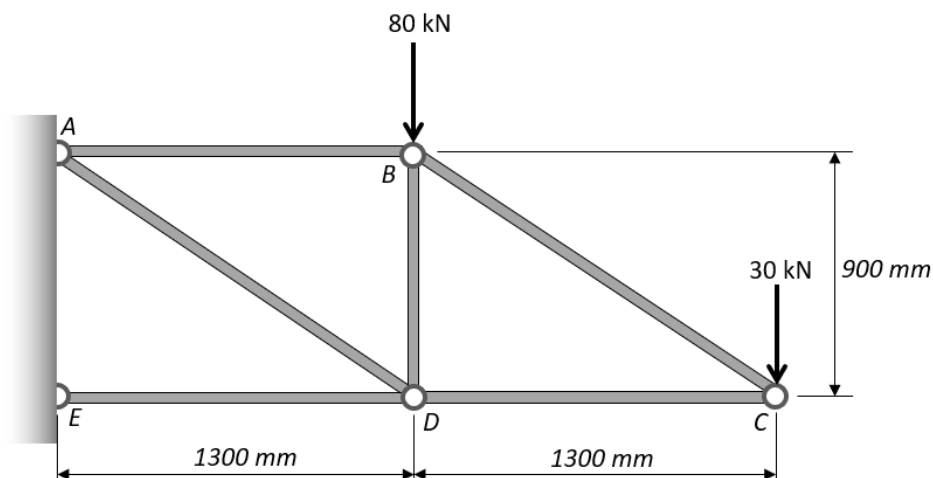
Länken BC är ett plattjärn med tjockleken 6 mm. Hur stor måste bredden, b , vara om tillåten spänning är $\sigma_{till} = 150 \text{ MPa}$?

Konstruktionen belastas av $F = 40 \text{ kN}$.



De runda stängerna AB och BE i fackverket består av samma material. AB har en diameter av 24 mm och tål en maximal kraft av högst 55 kN.

- Bestäm vilken säkerhetsfaktor som gäller för AB.
- Bestäm diameter, d , som BC måste ha om båda stängerna skall ha samma säkerhetsfaktor (vara jämnstarka).



2.5

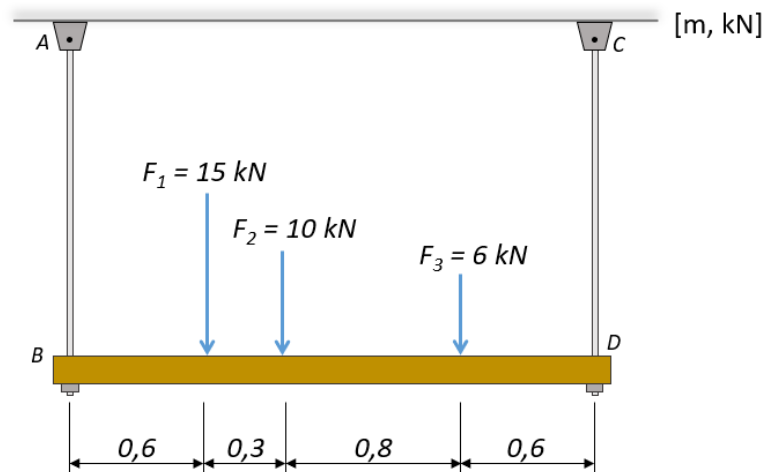
Nivå: Grund

Axiell belastning

En balk belastas av tre krafter, F_1 , F_2 och F_3 . Balken är upphängd i två stänger AB och CD. Stängerna kan antas vara momentfritt inspända i A, B, C och D.

Bestäm minsta diametern för stängerna.

Båda stängerna ska ha samma diameter och väljas ut ett sortiment med hela diametrar. Stängerna är av stål S275JR och det ska vara en tvåfaldig säkerhet mot permanenta deformationer.

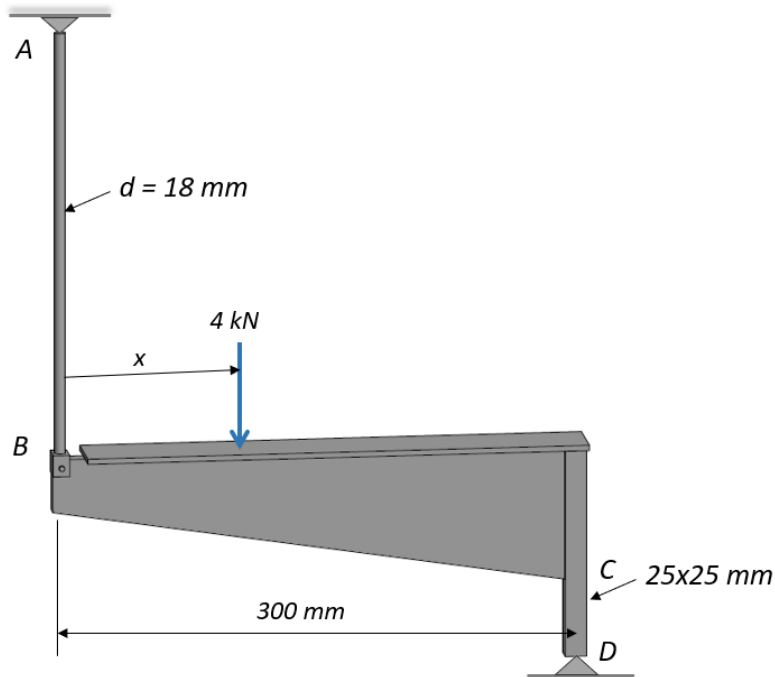


2.6

Nivå: Grund ★

Axiell belastning

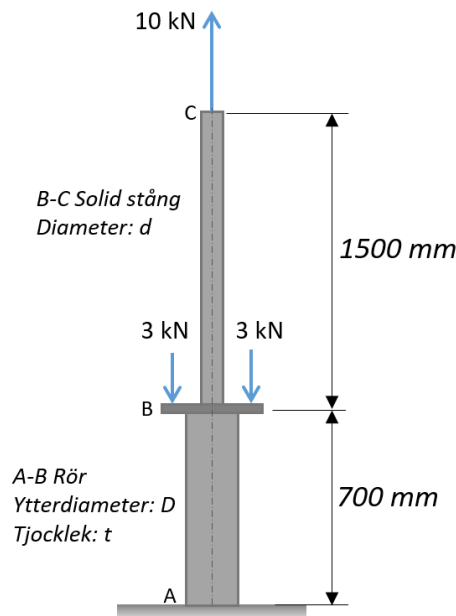
En balk belastas med en punktlast på 4 kN. Denna belastning ger drag i stängen AB och tryck i pelaren CD. Bestäm avståndet x så att tryckspänningen i pelaren bli lika stor som dragspänningen i stängen. Bestäm även hur stor denna spänning blir.



En solid stång och ett rör är sammanfogade i B med en stel platta.

- Hur mycket förändras längden av A-C?
- Hur mycket och i vilken riktning förflyttas punkten B?

Materialet är aluminium $E = 70 \text{ GPa}$. $D = 50 \text{ mm}$, $t = 2 \text{ mm}$ och $d = 12 \text{ mm}$



Man ska välja material och tvärsnitt till en 2 meters stång som utsätts för kraften 10 kN. Stången är solid och har ett cirkulärt tvärsnitt.

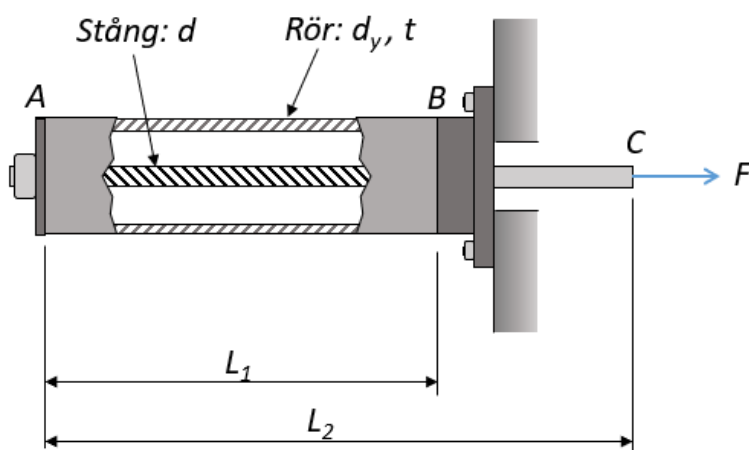
Man önskar en lätt konstruktion och vill även veta hur mycket stången förlängs vid belastning.

Material	Tillåten spänning
Stål	180 MPa
Aluminiumlegering	65 MPa
Kopparlegering	95 MPa

Fyll i följande tabell. Elasticitetsmodul och densitet finns i Karl Björks formelsamling.

Material	$d_{\min}$ [mm]	Densitet [kg/m ³]	Vikt per meter [kg/m]	E-modul [GPa]	δ [mm]
Stål					
Al - legering					
Cu - legering					

Vilket material är starkast i förhållande till sin vikt?

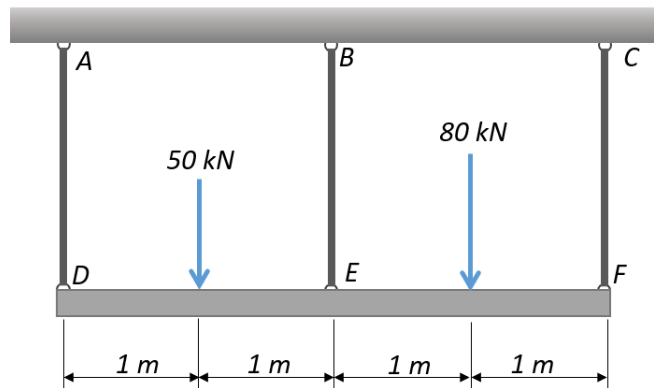
2.9	Nivå: Grund	Axiell belastning
En 60 meter lång wire får inte töjas ut mer än 48 mm när den utsätts för en last av 6 kN. E-modulen för materialet är 200 GPa. Bestäm den minsta diametern som man kan välja för wiren samt den normalspänning som uppträder i wiren.		
2.10	Nivå: Grund	Axiell belastning
En nylontråd utsätts för kraft, $F = 10$ N. E-modulen för materialet är $E = 2,8$ GPa och den tillåtna normalspänningen i materialet är $\sigma_{till} = 40$ MPa. <u>Bestäm den diameter, d, som tråden måste ha samt hur många procent tråden töjer sig under lasten.</u> Tråden går att få med diameter: 0,2 ; 0,3 ; 0,4 1,0 mm		
2.11	Nivå: Grund	Axiell belastning
En nylontråd utsätts för en kraft, $F=11$ N. E-modulen för materialet är $E=3,1$ GPa, den tillåtna normalspänningen i materialet är $\sigma_{till} = 40$ MPa och tråden får inte töja sig mer än 1% under lasten. <u>Bestäm den diameter som tråden minst måste ha.</u>		
2.12	Nivå: Grund ★	Axiell belastning
Konstruktionen nedan visar ett stålrör som en aluminiumstång löper igenom. Stången är monterade mot röret genom en stel platta vid A. Röret är monterat mot väggen med den stela hållaren B. Stången belastas med en kraft $F = 40$ kN i C. Bestäm punkten C:s lägesförändring. Röret har yttre diameter $d_y = 60$ mm, godstjockleken $t = 2$ mm och längden $L_1 = 600$ mm. Stången har diametern $d = 20$ mm och längden $L_2 = 800$ mm. 		

2.13

Nivå: Grund ★★

Axiell belastning

En stel balk är upphängd i tre lika dana stänger AD, BE och CF. Balken belastas enligt figuren. Bestäm spänningen i stängerna. Försumma balkens egenvikt. Stålstängerna har diametern 18 mm och längden 2,2 m.



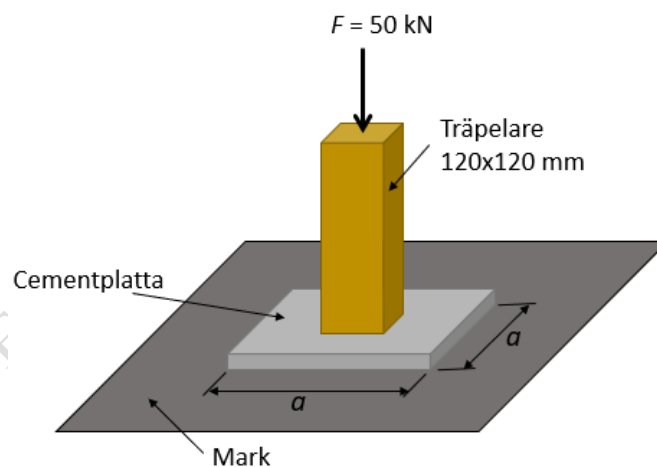
2.14

Nivå: Grund

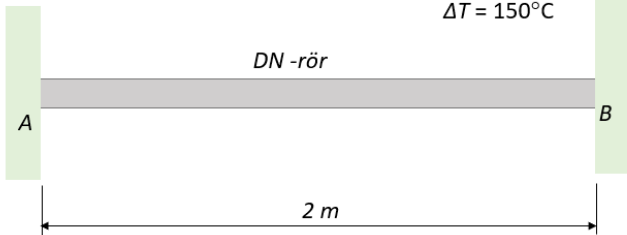
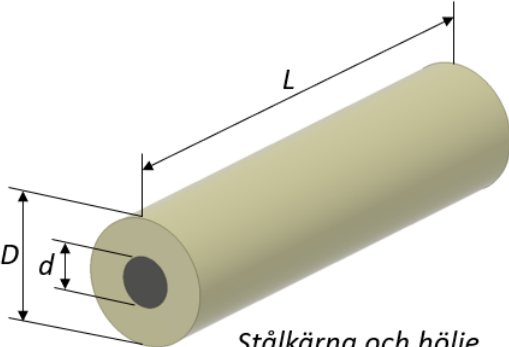
Yttryck

En träpelare (120x120 mm) ska användas för att stötta upp en byggnadskonstruktion temporärt. För att träpelaren inte ska sjunka ner i marken så använder man en cementplatta för att fördela ut kraften. Man uppskattar att maxkraften blir 50 kN.

- Bestäm trycket som pelaren ger på cementplattan.
- Hur stor cementplatta behövs om yttrycket på marken får uppgå till 150 kPa.



3. Termiska laster

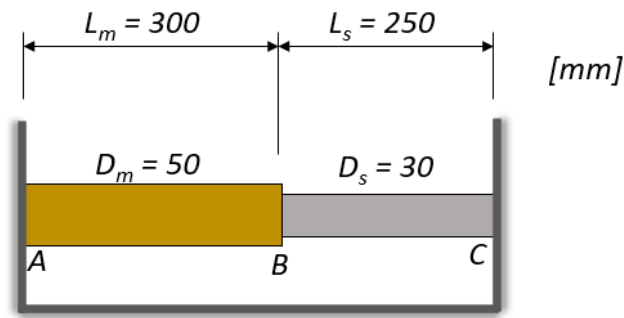
3.1	Nivå: Grund ★	Termiska laster																				
I ledningar använder man ofta stålrör med beteckningarna DN. Om det flödar t.ex. varmt vatten i rören så expanderar dessa rör. Två meters röret nedan är fast inspänd i båda ändarna och utsätts för en temperaturhöjning på $\Delta T = 150^\circ\text{C}$. <u>Bestäm spänningen och reaktionskrafterna vid A och B för rördimensionerna i tabellen. Reflektera över resultatet.</u>  <table border="1" style="margin: 20px auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <th>Rör</th> <th>d_y [mm]</th> <th>t [mm]</th> <th>σ [MPa]</th> <th>F [kN]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DN 50</td> <td>60,3</td> <td>2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>DN 125</td> <td>139,7</td> <td>4</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>DN 300</td> <td>324,0</td> <td>4</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Rör	d_y [mm]	t [mm]	σ [MPa]	F [kN]	DN 50	60,3	2			DN 125	139,7	4			DN 300	324,0	4		
Rör	d_y [mm]	t [mm]	σ [MPa]	F [kN]																		
DN 50	60,3	2																				
DN 125	139,7	4																				
DN 300	324,0	4																				
3.2	Nivå: Grund ★	Termiska laster																				
YouTube SE Kompositstången består av en kärna av stål som är fast sammanbunden med ett hölje av aluminium. Stången är spänningsfri vid $T=20^\circ\text{C}$. Temperaturen i stången höjs nu med 180°C. a) Beräkna normalspänningarna som uppstår i aluminiumhöljet samt stålkärnan. b) Hur mycket förlängs kompositstången vid temperaturökningen. Materialdata finns i Karl Björks formelsamling men är även given här: Aluminium: $E_{al} = 70 \text{ GPa}$, $\alpha_{al} = 23,5 \cdot 10^{-6} \text{ } 1/^\circ\text{C}$ Stål: $E_s = 210 \text{ GPa}$, $\alpha_s = 12 \cdot 10^{-6} \text{ } 1/^\circ\text{C}$ $L = 300 \text{ mm}$, $D = 60 \text{ mm}$, $d = 30 \text{ mm}$  Stålkärna och hölje av aluminium.																						

En stav är insatt med exakt passning mellan två väggar. AB är gjord av mässing och BC av stål. Stången är spänningsfri vid rumstemperatur. Temperaturen höjs med 50°C .

- Bestäm normalspänningarna i delarna AB och BC .
- Bestäm förskjutningen av punkten B .

Mässing: $E_m = 105 \text{ GPa}$, $\alpha_m = 19,6 \cdot 10^{-6} \text{ } 1/^\circ\text{C}$

Stål: $E_s = 210 \text{ GPa}$, $\alpha_s = 12 \cdot 10^{-6} \text{ } 1/^\circ\text{C}$



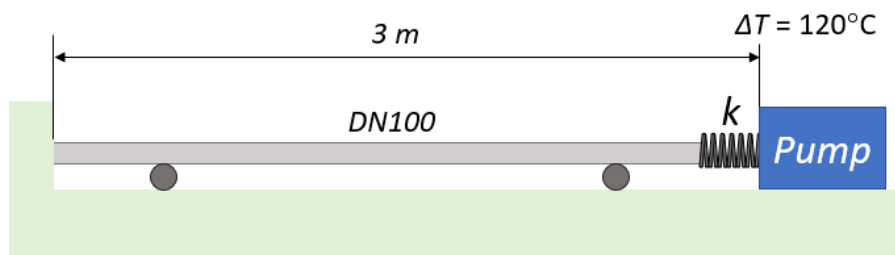
En ledning måste dras kortaste vägen från en anslutning i väggen till pumpen som är fast monterad i golvet. För att minska krafterna på pumpen monterar man en flexibel metallbälga.

Bestäm max fjäderkonstant hos metallbälgen om kraften på pumpen inte får överskrida den tillåtna.

Pumpen tål en axiell belastning på: $F_{till}^{pump} = 1200 \text{ N}$.

DN 100 är ett stål rör med tvärsnittsarean $A_{DN100} = 1252 \text{ mm}^2$.

Om du är nyfiken på hur en metallbälga kan se ut sök på: "metal bellow expansion joint".

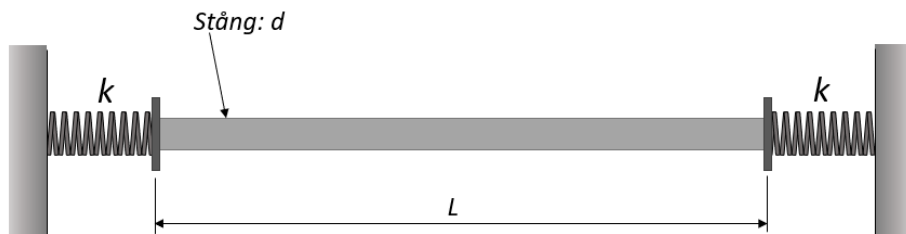


3.5

Nivå: Grund ★★

Termiska laster

En stång med diametern $d = 6$ mm och längden $L = 1500$ mm spänns in mellan två fjädrar. Fjädrarna har fjäderkonstanten $k = 1500$ N/mm. Vid temperaturen 15°C monteras stängen mellan fjädrarna som då trycks ihop 4 mm per fjäder. Hur stor blir kraften i stängen om temperaturen höjs till 200°C ?

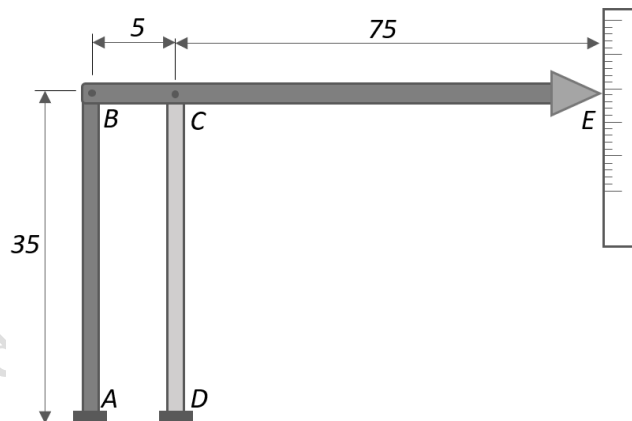


3.6

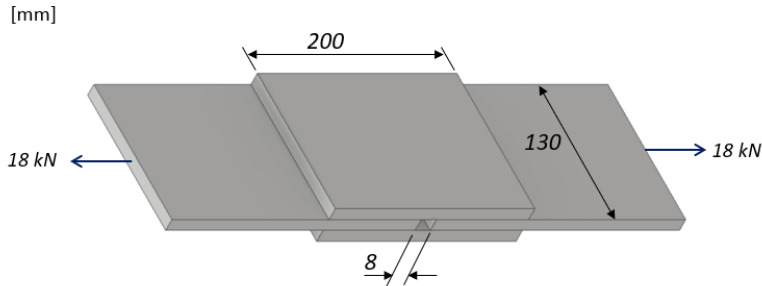
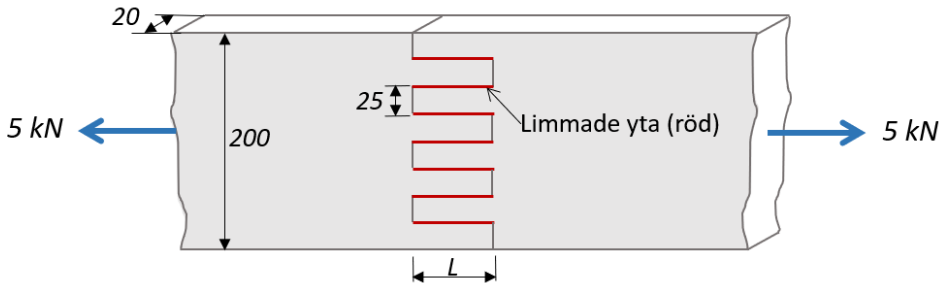
Nivå: Grund ★★

Termiska laster

Genom att använda olika metaller kan man utnyttja deras längdutvidgningskoefficienter och bygga en temperaturgivare som mäter temperaturskillnaden. AB är stål, DC är av aluminium och BE är en mycket lätt visare. Bestäm visarens lägesförändring, E , vid en temperaturhöjning på 40 grader.



4. Skjuvning (medelskjuvspänning)

4.1	Nivå: Grund	Skjuvning
 Träskivorna är sammanfogade med ett limförband. Limmets skjuvbrottgränsen är $\tau_b = 2,5$ MPa. Bestäm förbandets säkerhet mot brott. 		
4.2	Nivå: Grund	Skjuvning
 Två brädor 20x200 ska limmas ihop. Man skapar en fog av rektangulära spår och lägger lim på de horisontella ytorna (röda). Bestäm hur djupa, L, spårerna minst måste vara om limmet har en tillåten skjuvspänning $\tau_{\text{till}} = 2$ MPa och brädorna ska belastas med 5 kN. 		
4.3	Nivå: Grund	Skjuvning
 Bestäm diametern på det största cirkulära hålet som kan stansas ut ur ett 8 mm tjock platta av polystyren. Polystyren är en plast som till exempel används i engångsartiklar och förpackningar. Stanskraften är 40 kN. Skjuvbrottspänningen för polystyren är $\tau_b = 55$ MPa		

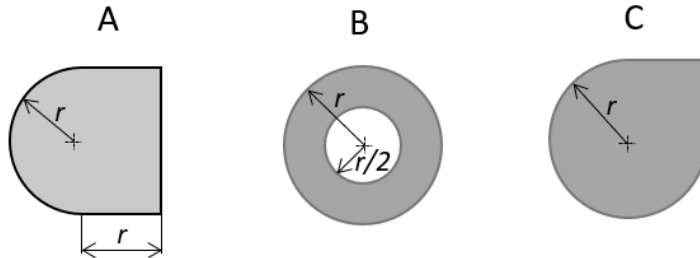
4.4

Nivå: Grund

Skjuvning

Formerna A, B och C ska stansas från en 2 mm:s plåt med brottgränsen $R_m = 420$ MPa. Stanskraften är 120 kN.

Bestäm hur stora former som kan stansas dvs. r_{max} för A, B och C.

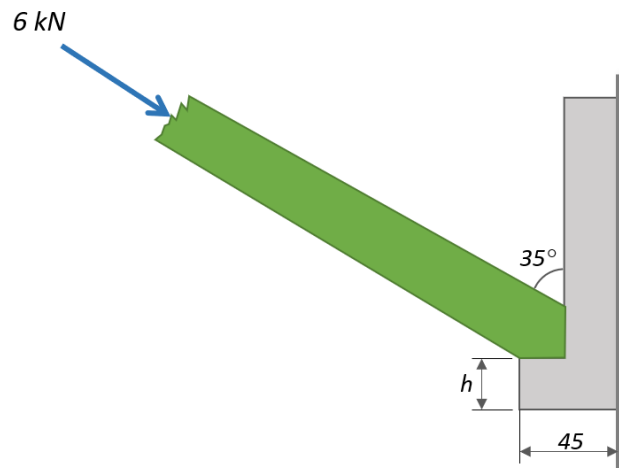


4.5

Nivå: Grund

Skjuvning

En träregel 30x30 mm vilar på en vinkel med tjockleken 30 mm. Bestäm vinkelns höjd, h , om tillåten spänning är $\sigma_{till} = 15$ MPa. Välj en höjd från hela centimetrar.



4.6

Nivå: Grund

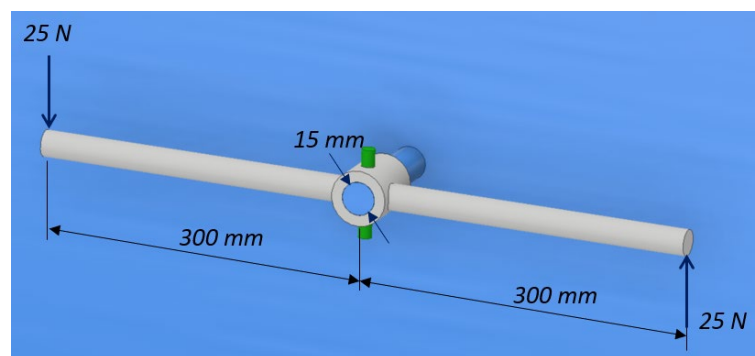
Skjuvning



För att vrida en axel med diametern 15 mm trär man över ett vred (grå). Vredet låses till axeln med en pinne (grön). Pinnens diameter är $d = 6$ mm.

Axeln kan till exempel leda till vattenkran och vredet används för att stänga och sätta på vattnet.

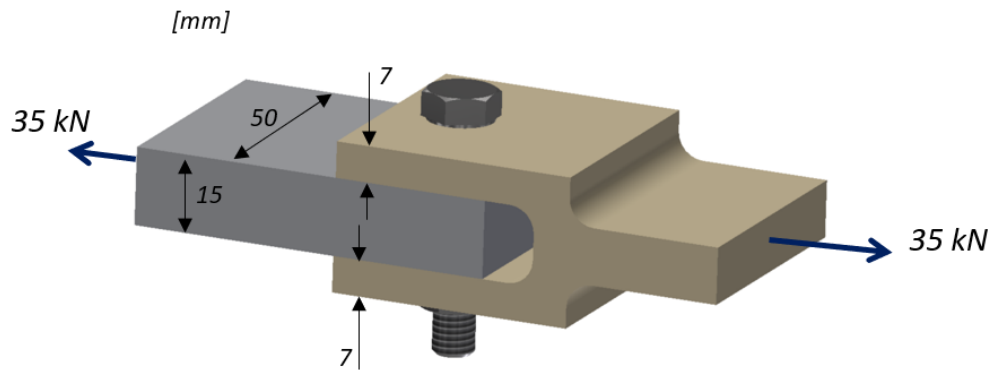
Bestäm skjuvspänningen i pinnen när man vrider med kraftparet 25 N.



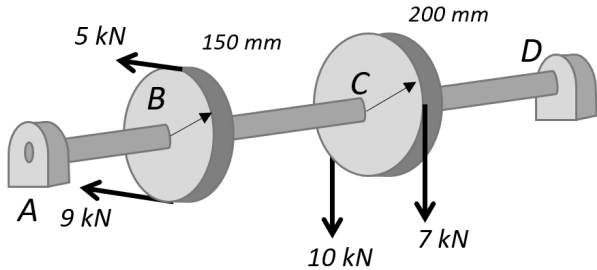
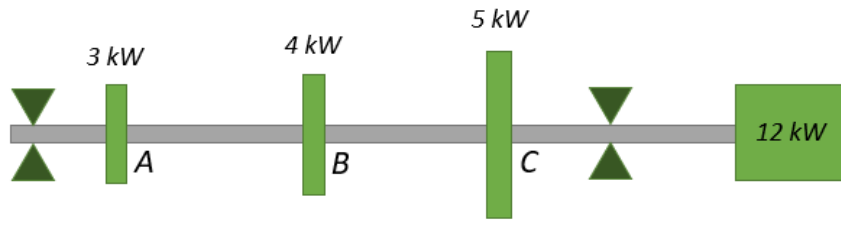
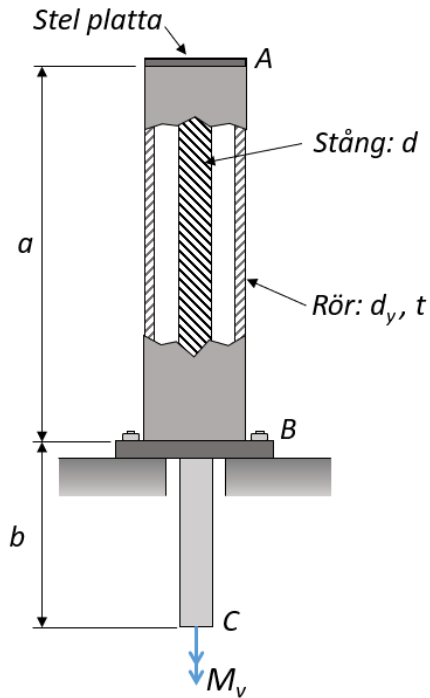


En koppling ska överföra en dragkraft på 35 kN.

- Bestäm den minsta diametern som bulten ska ha om tillåten skjuvspänning är $\tau_{ill} = 180$ MPa.
- Bestäm det högsta hålkantstrycket som uppkommer i kopplingen.
- Bestäm max dragspänning i ”klon” samt i plattjärnet med tjockleken 15 mm.



5. Vridning

5.1	Nivå: Grund	Vridning
Figuren visar en remdrift med krafterna som påverkar remhjulen. Bestäm skjuvspänningen i axeln BC. Axeln har diametern 30 mm och är lagrad friktionsfritt i A och D. 		
5.2	Nivå: Grund	Vridning
En motor ger 12 kW och man plockar ut 3 kW, 4 kW och 5 kW på respektive kugghjul vid varvtalet 50 varv/s. Bestäm max skjuvspänning i axeln om axeldiametern, $d = 25$ mm. 		
5.3	Nivå: Grund	Vridning
En solid stång AC är sammanbunden med ett rör AB via en stel platta i A. Röret har en max tillåten spänning $\tau_{till}^{AB} = 55$ MPa. - Bestäm max tillåtet vridmoment, M_v. - Bestäm stångens diameter, d, om max tillåten spänning är $\tau_{till}^{AC} = 80$ MPa. $a = 300$ mm, $b = 125$ mm $t = 4$ mm, $d_y = 70$ mm 		

5.4

Nivå: Grund

Vridning



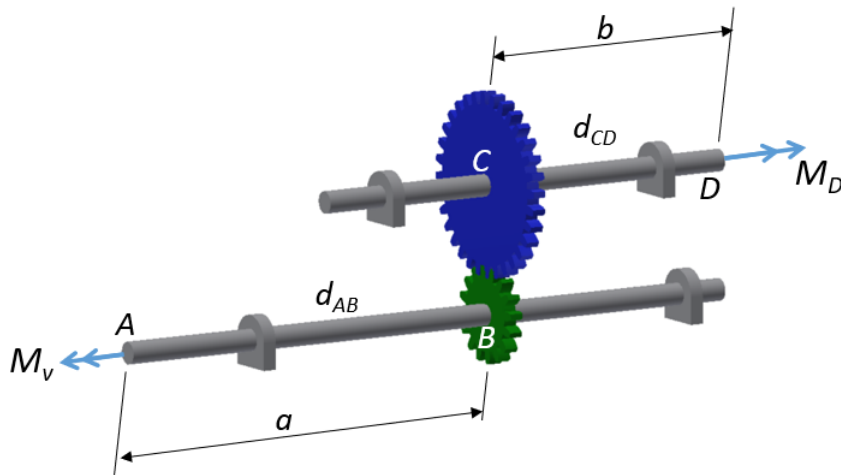
En enkel växellåda består av två kugghjul som för över ett moment från axel AB till axel CD. Hur stor blir maxspänningen i axlarna om $M_v = 500 \text{ Nm}$ appliceras vid A?

$$d_{AB} = 45 \text{ mm}, d_{CD} = 65 \text{ mm}$$

Radie för kugghjulen:

$$r_b = 250 \text{ mm (blåa)}$$

$$r_g = 100 \text{ mm (gröna)}$$



5.5

Nivå: ★★

Vridning



En enkel växellåda består av två kugghjul som för över ett moment från axel AB till axel CD. Bestäm vinkeln som ände A vrids då $M_v = 500 \text{ Nm}$ appliceras vid A? Axlarna är tillverkade av stål med skjuvmodulen, $G = 70 \text{ GPa}$.

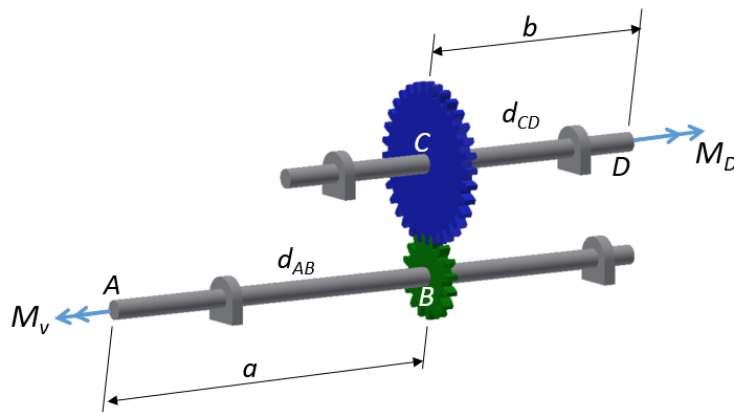
$$d_{AB} = 45 \text{ mm}, d_{CD} = 65 \text{ mm}$$

$$a = 800 \text{ mm}, b = 600 \text{ mm}$$

Radie för kugghjulen:

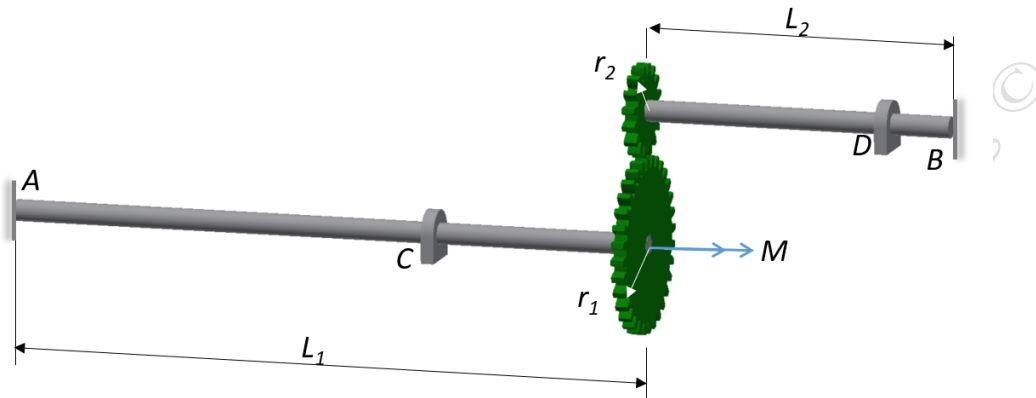
$$r_b = 250 \text{ mm (blåa)}$$

$$r_g = 100 \text{ mm (gröna)}$$

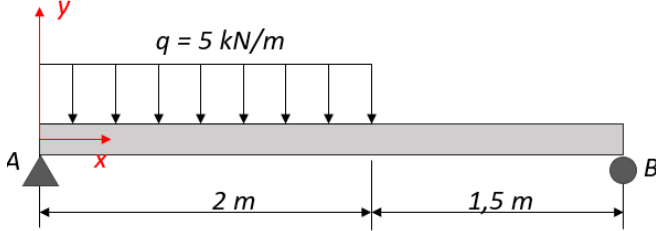
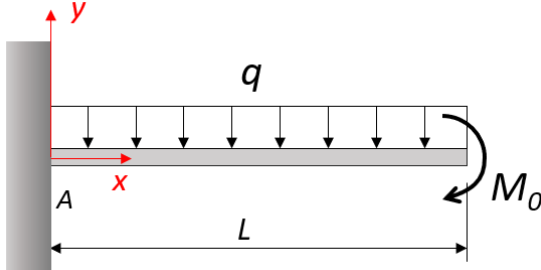
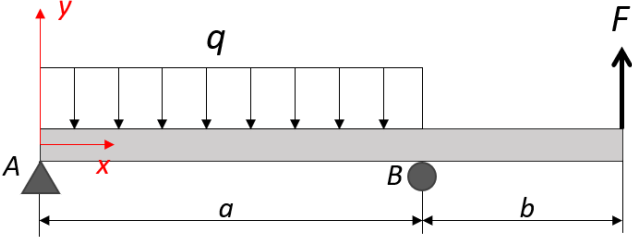


Två stålaxlar är sammankopplade genom en växel. Axlarna är fixerade i A och B. Växeln består av två kugghjul med radierna, $r_1 = 50$ mm och $r_2 = 100$ mm.

Bestäm reaktionsmomenten i A och B om det större kugghjulet belastas av momentet, $M = 500$ Nm. Axlarna har samma diameter $d = 25$ mm med olika längder, $L_1 = 1500$ mm och $L_2 = 750$ mm, samt är momentfritt lagrade i stöden.



6. Moment och tvärkraftsdiagram

6.1	Nivå: Grund	Moment och tvärkraftsdiagram
 En balk är upplagd på två stöd och belastas av en utbredd last, $q = 5 \text{ kN/m}$. - Frilägg och bestäm stödkrafter i A och B. - Bestäm $V(x)$ och $M(x)$ i de två delområdena (det blir fyra ekvationer). - Rita moment och tvärkraftsdiagram utifrån ekvationerna i c). - Rita moment och tvärkraftsdiagrammen med den förenklade metoden. 		
6.2	Nivå: Grund	Moment och tvärkraftsdiagram
 En balk är fast inspänd vid A och belastas av en utbredd last $q = 10 \text{ kN/m}$ och ett moment $M_0 = 15 \text{ kNm}$. $L = 3 \text{ m}$ - Frilägg och bestäm stödkrafter/moment. - Bestäm $V(x)$ och $M(x)$. - Rita moment och tvärkraftsdiagram utifrån $V(x)$ och $M(x)$. - Rita moment och tvärkraftsdiagrammen med den förenklade metoden. 		
6.3	Nivå: Grund	Moment och tvärkraftsdiagram
 En balk är upplagd på två stöd och belastas med $q = 4 \text{ kN/m}$ samt $F = 3 \text{ kN}$. $a = 1,5 \text{ m}$, $b = 0,3 \text{ m}$ - Frilägg och bestäm stödkrafter. - Rita moment och tvärkraftsdiagrammen med den förenklade metoden. - Bestäm $V(x)$ och $M(x)$ mellan A och B. 		

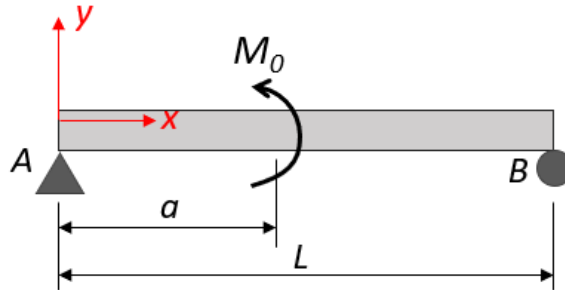


En balk belastas med ett moment, $M_0 = 8 \text{ kNm}$.

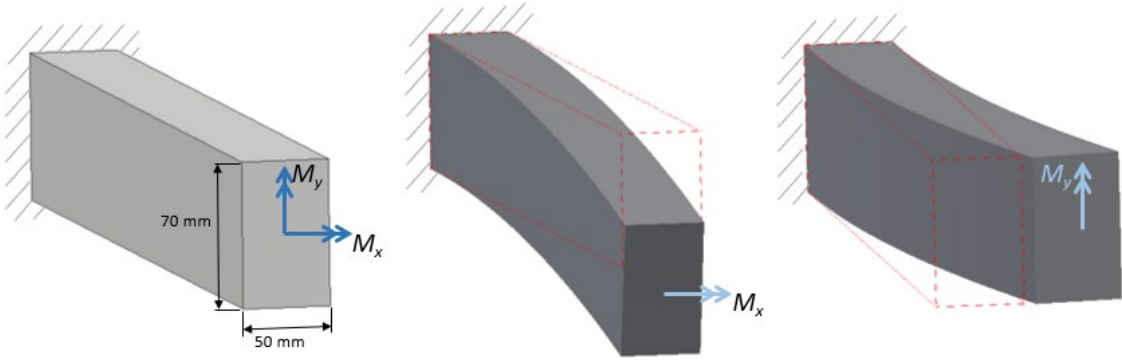
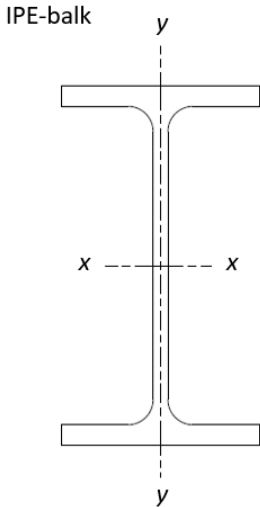
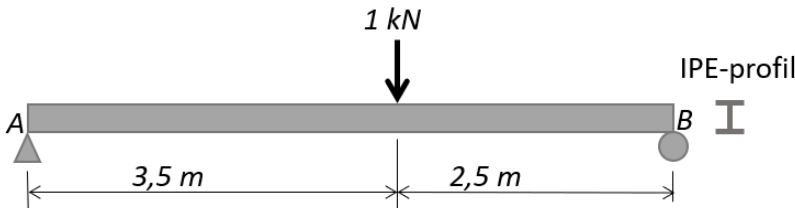
- Frilägg och bestäm stödkrafter.
- Rita moment och tvärkraftsdiagram med valfri metod.

$$a = 2 \text{ m}$$

$$L = 5 \text{ m}$$



7. Böjspänningar

7.1	Nivå: Grund	Böjspänningar
 Ett böjmoment $M = 4,2 \text{ kNm}$ belastar balken. Bestäm maximala spänningen om - momentet böjer kring x-axeln, M_x. - momentet böjer kring y-axeln, M_y. 		
7.2	Nivå: Grund	Böjspänningar
 Vid dimensionering av en IPE-balk så är det maximala böjmomentet 15 kNm. Materialet är konstruktionsstålet S275JR och det ska vara en säkerhet på 1,5 mot permanenta deformationer. - Bestäm minsta möjliga böjmotstånd (W) för balken. - Bestäm en lämplig IPE-balk för böjning kring x- respektive y-axeln. 		
7.3	Nivå: Grund	Böjspänningar
 En fritt upplagd balk med profilen IPE-100 belastas av en punktlast. - Bestäm max böjmoment. - Bestäm max böjspänning. Egenvikten kan försummas. 		

7.4

Nivå: Grund

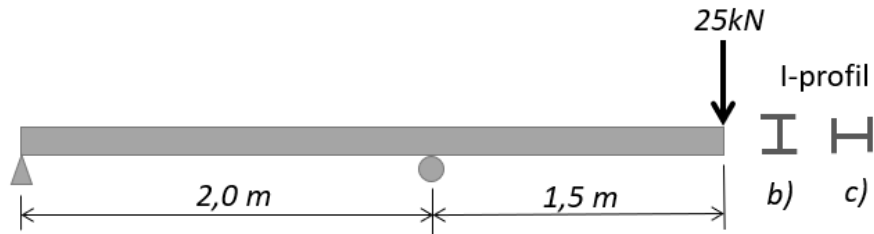
Böjspänningar



En I-balk belastas enligt figuren.

- Bestäm max böjande moment.
- Välj lämplig I-profil om profilen är stående enligt b) och $\sigma_{till} = 120 \text{ MPa}$.
- Välj lämplig I-profil om profilen är liggande enligt c) och $\sigma_{till} = 120 \text{ MPa}$.

Egenvikten kan försummas.



7.5

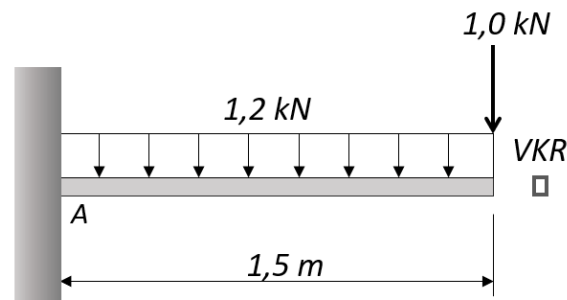
Nivå: Grund

Böjspänningar

En konsolbalk av VKR-profil 100x50x5, stående på högkant, belastas enligt figuren. Materialet är S355JR.

Bestäm säkerheten mot sträckning (permanenta deformationer).

Egenvikten försummas.



7.6

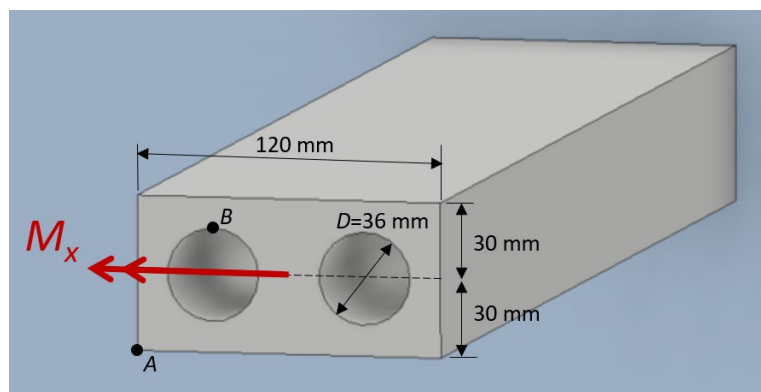
Nivå: Grund

Böjspänningar



En aluminiumprofil är extruderad så att det finns två kanaler i längsriktningen. Kanalerna gör det möjligt att dra kablar genom profilen.

Profilen böjs med $M_x = 3 \text{ kNm}$. Beräkna spänningarna i punkterna A och B.

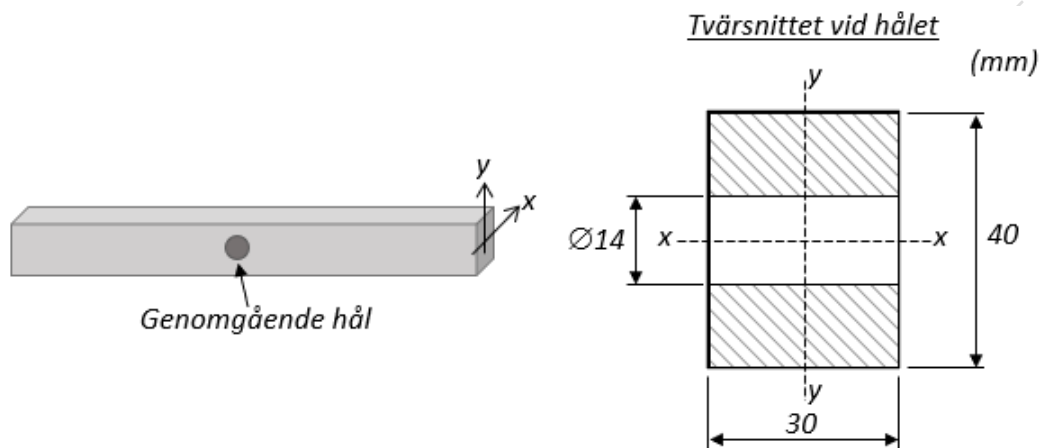




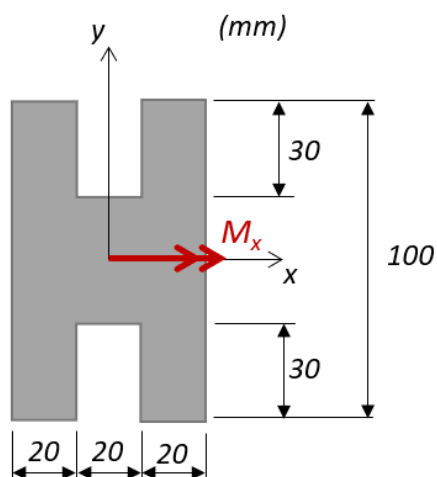
En solid balk har ett genomgående hål. Bestäm maxspänningen i balken om den belastas med böjmomentet, $M = 300 \text{ Nm}$.

- Böjning sker kring x-axeln.
- Böjningen sker kring y-axeln.
- Hur mycket ökar spänningen jämfört med den solida balken vid böjningen enligt a) och b). Reflektera över svaret!

Ta ej hänsyn till ev. spänningskoncentrationer vid hålet om du redan är bekant med effekten av dessa.



Bestäm max tillåtna moment, M_x , om max tillåtna böjspänning är $\sigma_{till} = 120 \text{ MPa}$.



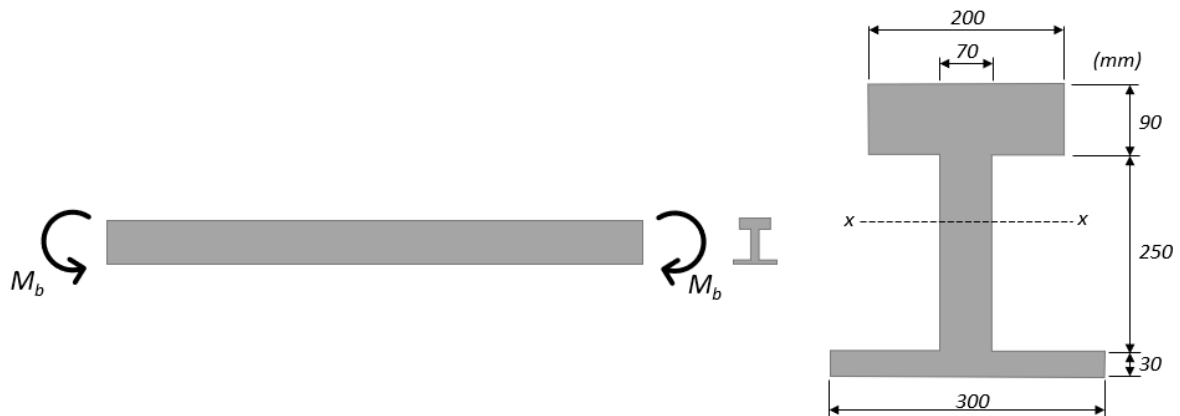
7.9

Nivå: Grund

Böjspänningar



Balken belastas av ett böjande moment, $M_b = 90 \text{ kNm}$.
Bestäm max drag- och tryckspänning i tvärsnittet.



7.10

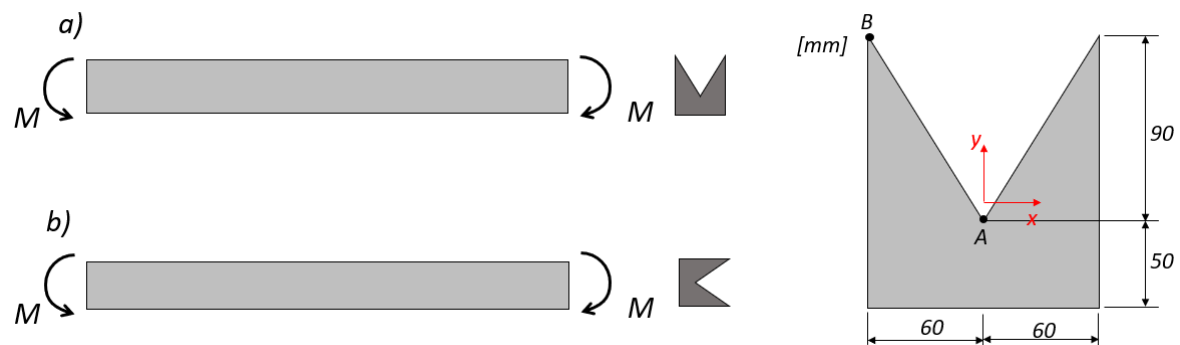
Nivå: Grund

Böjspänningar



En balk har ett tvärsnitt enligt figuren och belastas med momentet, $M = 35 \text{ kNm}$.

- Bestäm böjspänningarna i A och B om balken är orienterad enligt a).
- Bestäm böjspänningarna i A och B om balken är orienterad enligt b).

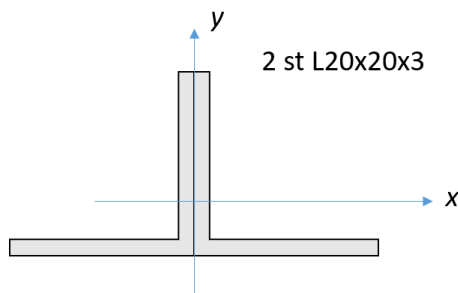


7.11

Nivå: Grund

Böjspänningar

Bestäm I_x och I_y för det sammansatta tvärsnittet.

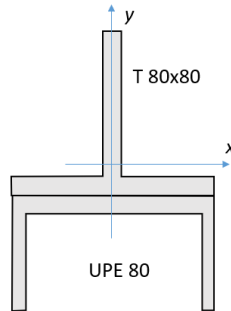


7.12

Nivå: Grund

Böjspänningar

Bestäm I_x och I_y för det sammansatta tvärsnittet.



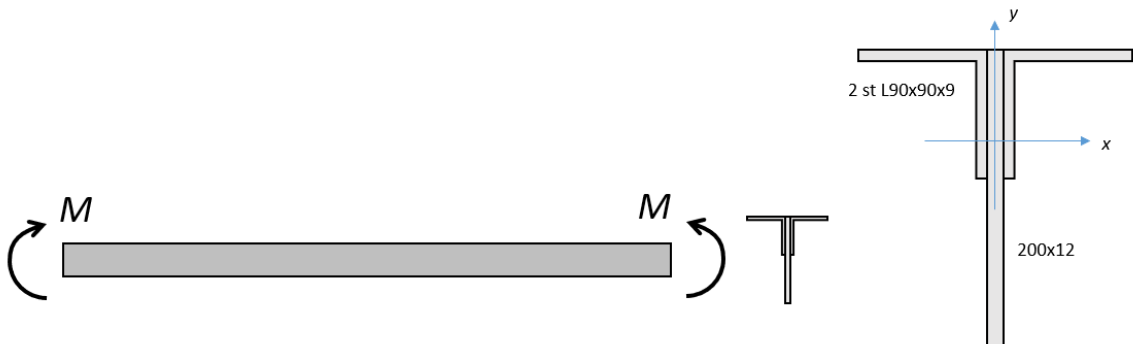
7.13

Nivå: Grund

Böjspänningar

En profil är sammansatt av ett plattjärn och två vinkelprofiler. Balken belastas av ett böjmoment på 18 kNm.

Bestäm maximal drag- och tryckspänning i snittet vid böjning kring x-axeln.



7.14

Nivå: Grund

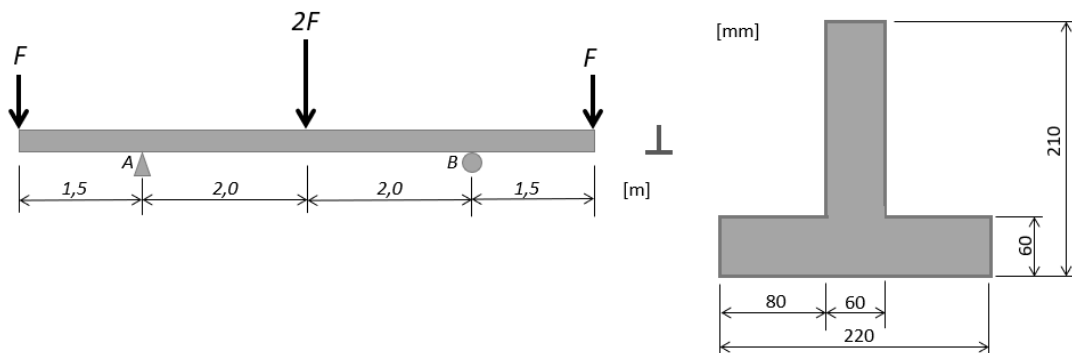
Böjspänningar

En balk som är utkragad i båda ändarna påverkas av tre punktlaster. Balken är tillverkad av gråjärn. Gråjärn har sämre draghållfasthet än tryckhållfasthet (jämför med betong).

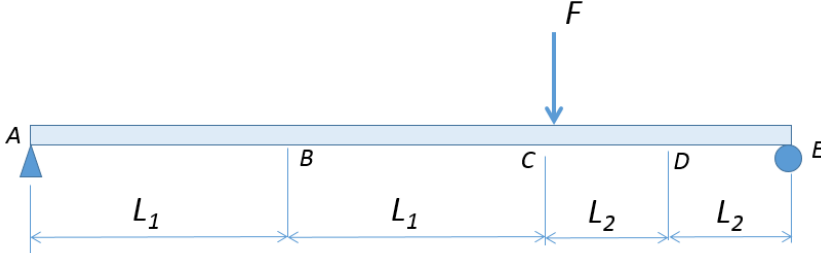
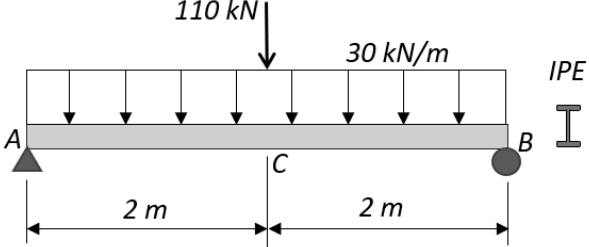
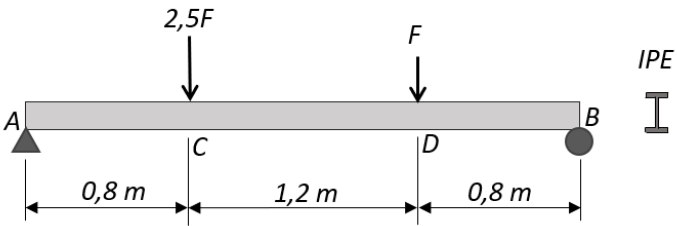
Tillåten dragspänning är, $\sigma_{till}^{drag} = 40 \text{ MPa}$. Tillåten tryckspänning är, $\sigma_{till}^{tryck} = 120 \text{ MPa}$

Balkens egentyngd kan försummas.

Bestäm max tillåten kraft, F .



8. Balkböjning med superposition

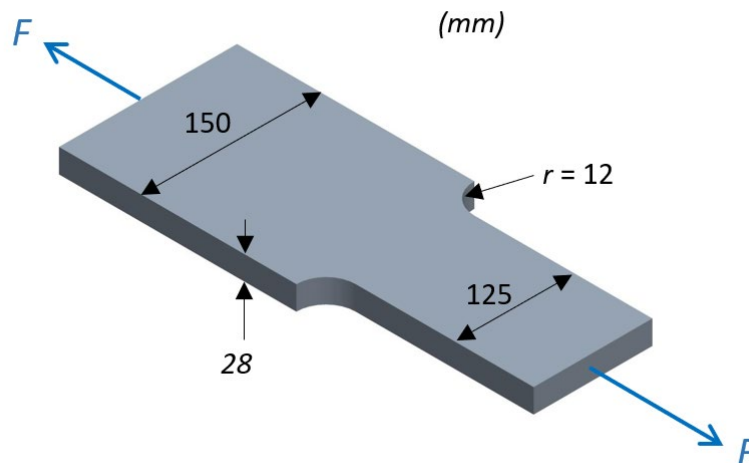
8.1	Nivå: Grund	Balkböjning med superposition
För lastfallet nedan bestäm: - Nedböjning i C. - Nedböjning i B. - Nedböjning i D. - Vinkeländring vid A. - Vinkeländring vid E. Stålbalken är VKR 90x90x5 och $E = 210 \text{ GPa}$. $L_1 = 0,6 \text{ m}$ $L_2 = 0,4 \text{ m}$ $F = 30 \text{ kN}$ 		
8.2	Nivå: Grund	Balkböjning med superposition
 YouTube SE En stålbalk av typen IPE 360 belastas med en punktlast och en utbredd last. Bestäm utböjningen i C samt vinkeländringen (lutningen) i B. 		
8.3	Nivå: Grund	Balkböjning med superposition
 YouTube SE En stålbalk av typen IPE 270 belastas med två punktlaster där $F = 40 \text{ kN}$. - Bestäm utböjningen i C samt vinkeländringen (lutningen) i A. - Bestäm maxspänningen i balken. 		

9. Spänningskoncentrationer

9.1	Nivå: Grund	Spänningskoncentrationer
-----	-------------	--------------------------



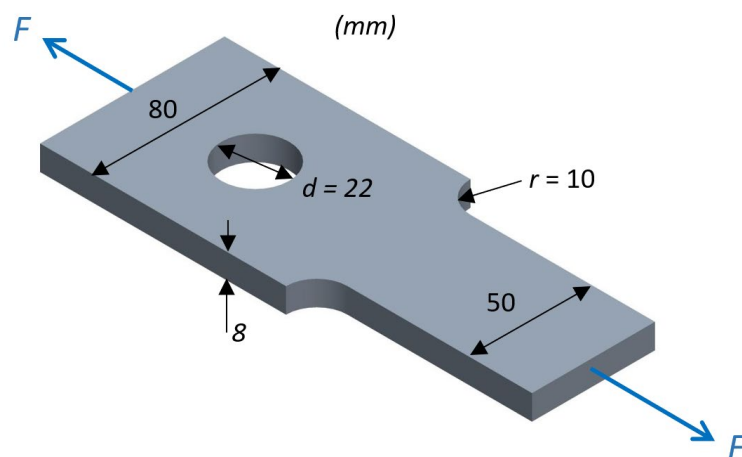
En kraft $F = 200 \text{ kN}$ belastar plattstången med kälradien, r .
Bestäm maxspänningen som uppstår.



9.2	Nivå: Grund	Spänningskoncentrationer
-----	-------------	--------------------------



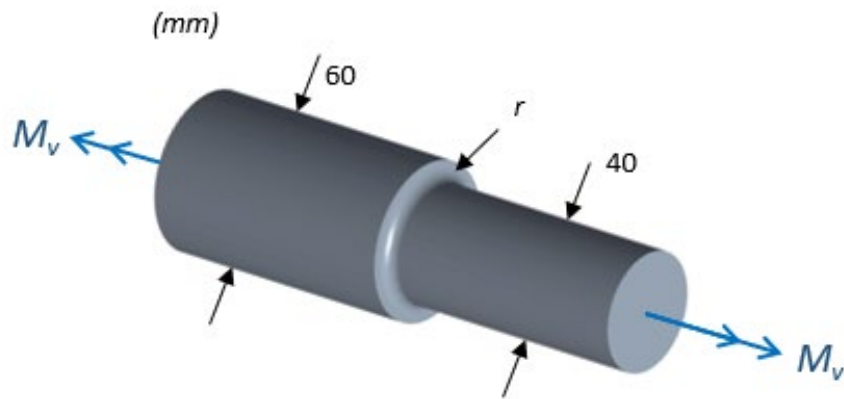
Bestäm den max tillåtna kraften, F_{till} , om tillåten spänning är 160 MPa .



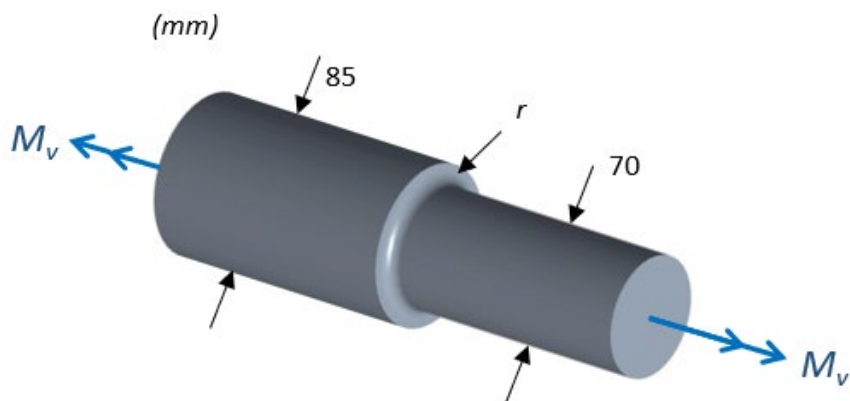


En solid axel belastas av ett vridmoment, $M_v = 280 \text{ Nm}$.

Med hur många procent minskar spänningarna om övergången har en radie på 5 mm jämfört med en mindre radie på 0,8 mm?

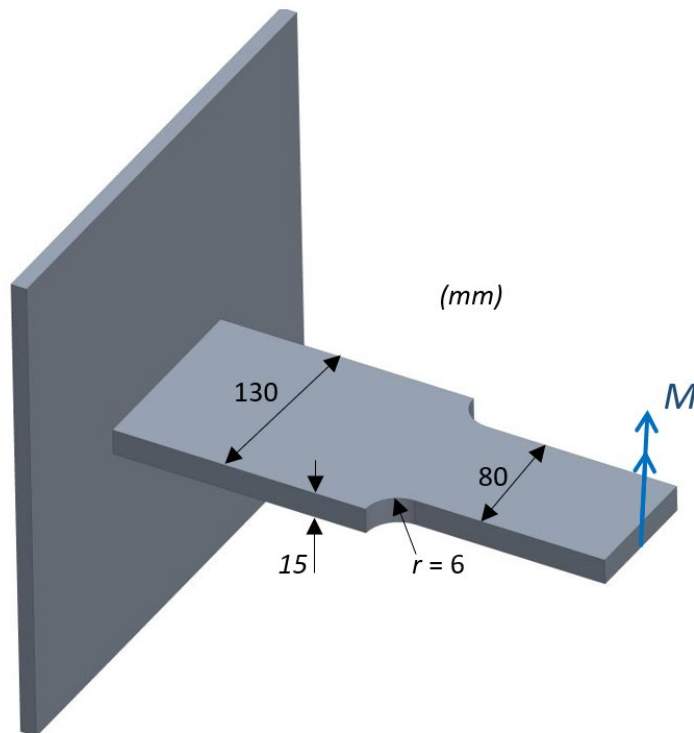


Axeln ska överföra 125 kW vid 450 rpm. Maximalt tillåten spänning i axeln är $\tau_{till} = 50 \text{ MPa}$. Bestäm den minsta radie som övergången mellan axeldiametrarna får ha.

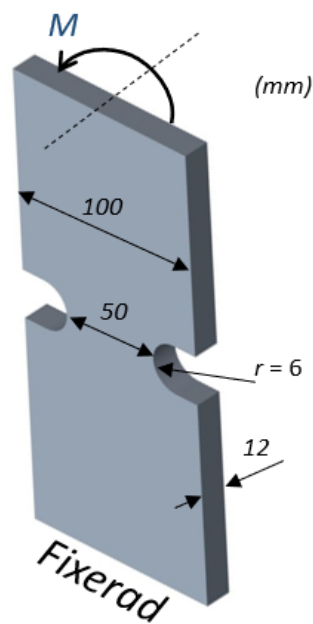




Plattjärnet med kälradie belastas med momentet $M = 1,2 \text{ kNm}$. Bestäm maxspänningen.



Tillåten spänningen i plåten är $\sigma_{till} = 90 \text{ MPa}$. Bestäm det maximalt tillåtna momentet M .



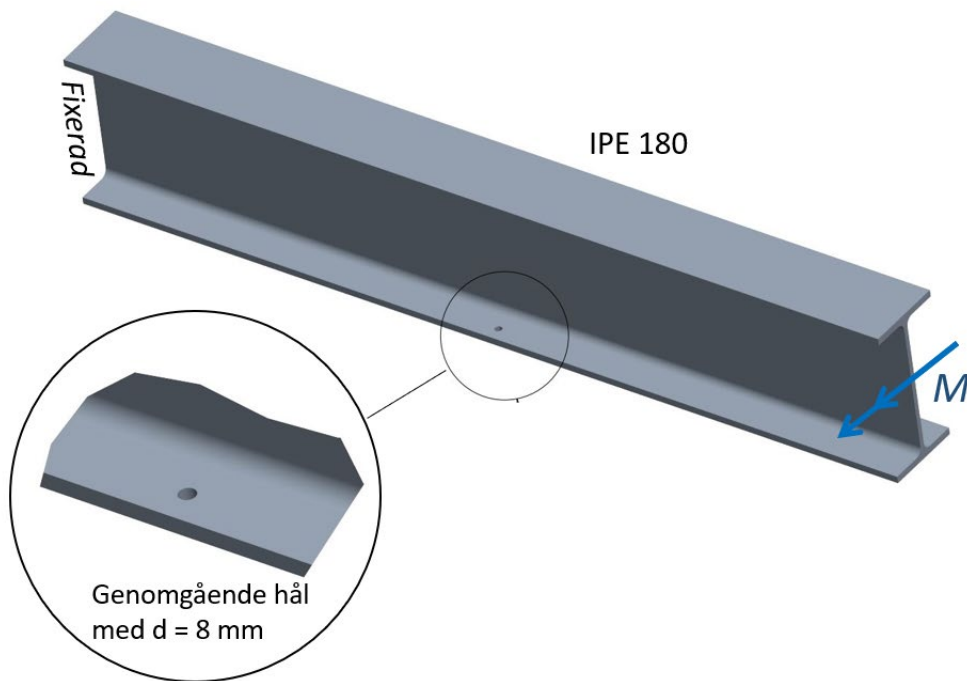


En IPE-balk belastas av momentet, $M = 12 \text{ kNm}$. För att montera något i balken borrar ett litet hål i flänsen med diametern, $d = 8 \text{ mm}$.

Om man endast ser till hålet kommer detta ge spänningskoncentrationer även om inget monteras i hålet och belastat balken ytterligare.

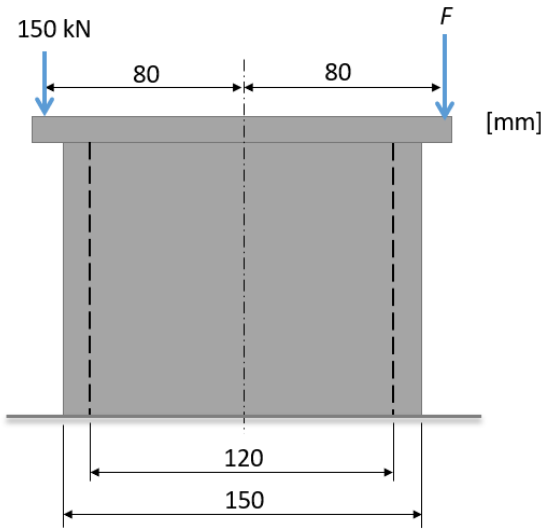
Bestäm maxspänningen vid hålet då detta endast belastas av momentet, M .

Detta är en uppgift som bygger på antaganden och resonemang.



10. Skjuvspänning/skjuvflöde pga tvärkraft. (kommer)

11. Sammansatta spänningar

11.1	Nivå: ★ ★	Sammansatta spänningar
 YouTube SE Två krafter belastar en stel platta som sitter på ett rör med $d_y = 150$ mm och $d_i = 120$ mm. Den tillåtna spänningen är $\sigma_{ill} = 70$ MPa. Bestäm i vilket intervall kraften F måste ligga för att vara tillåten. 		
11.2	Nivå: ★ ★ ★	Sammansatta spänningar
 YouTube SE Röret i figuren belastas genom en förspänd kabel som är förspänd med kraften $S = 15$ kN. Bestäm de spänningar som uppträder i punkterna B och C. Redovisa noga vilken typ av spänningen, riktning och om det är aktuellt jämförelsespänning (von Mises). 