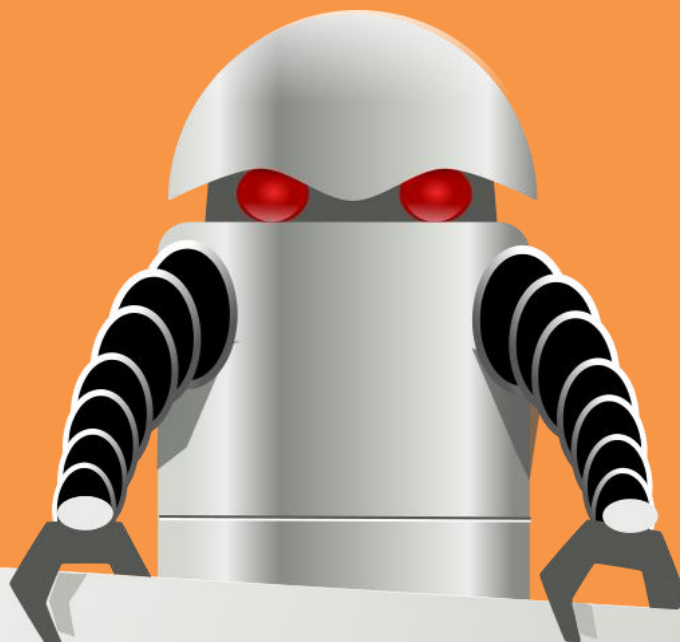


STŘEDNÍ PRŮMYSLOVÁ ŠKOLA STROJNICKÁ A STŘEDNÍ ODBORNÁ ŠKOLA
PROFESORA ŠVEJCARA, PLZEŇ, KLATOVSKÁ 109



Josef Gruber

MECHANIKA II

**PRUŽNOST A PEVNOST –
PRACOVNÍ SEŠIT**

Vytvořeno v rámci Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost
CZ.1.07/1.1.30/01.0038 Automatizace výrobních procesů ve strojírenství
a řemeslech



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



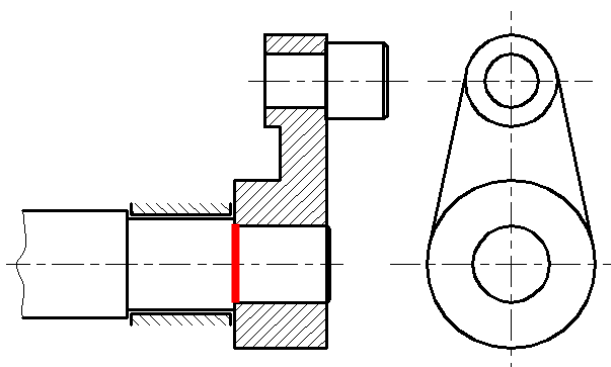
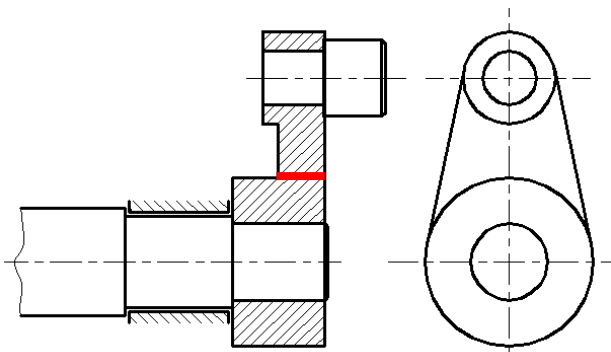
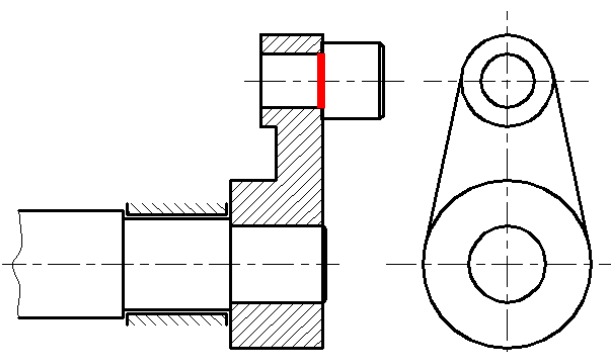
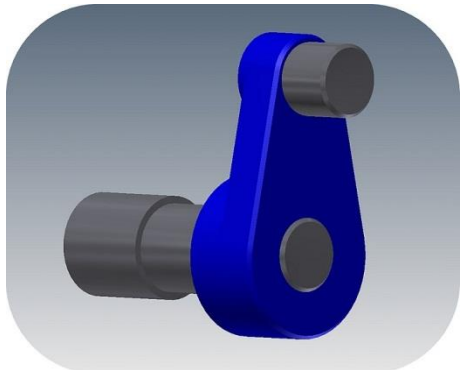
Dílo podléhá licenci Creative Commons Uveďte autora-Nevyživejte dílo komerčně-Zachovejte licenci 3.0 Česko.

1. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

OSA PRŮŘEZU 1

Dáno: Součást – klika podle obrázku.

Úkol: Určete osy označených průřezů a zakreslete je (barevně zvýrazněte).

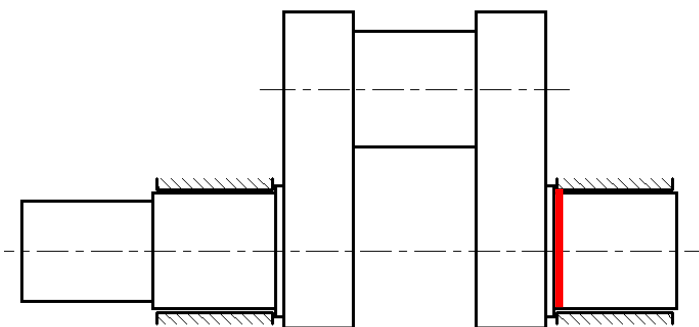
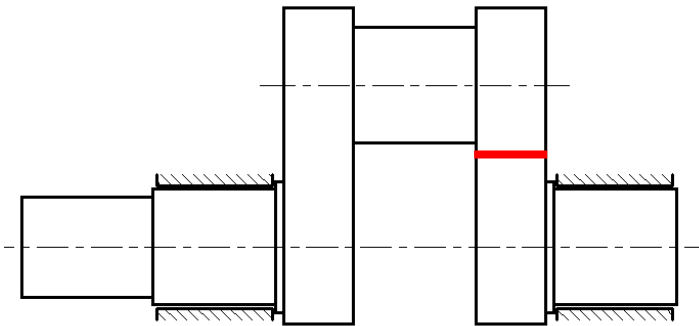
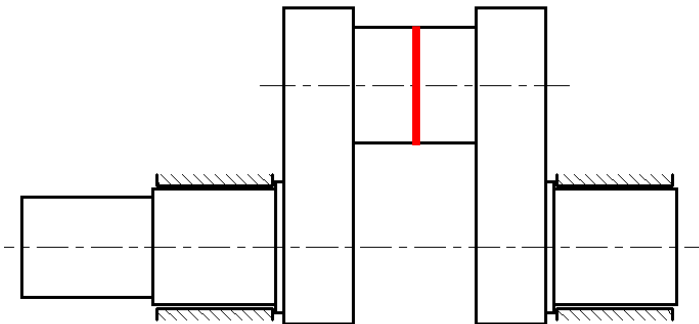
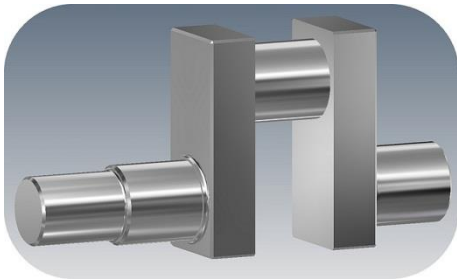


2. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

OSA PRŮŘEZU 2

Dáno: Součást – klikový hřídel podle obrázku.

Úkol: Určete osy označených průřezů a zakreslete je (barevně zvýrazněte).

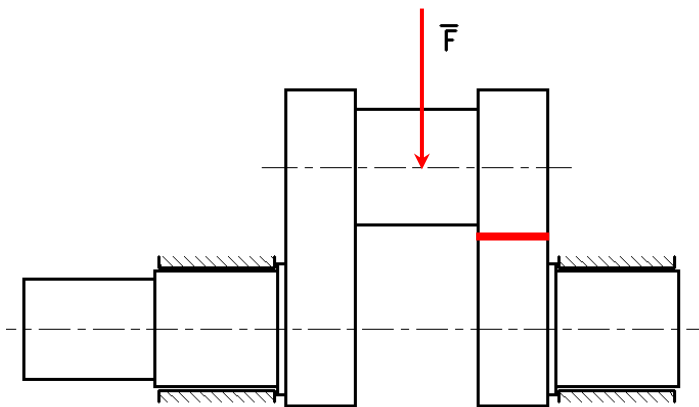
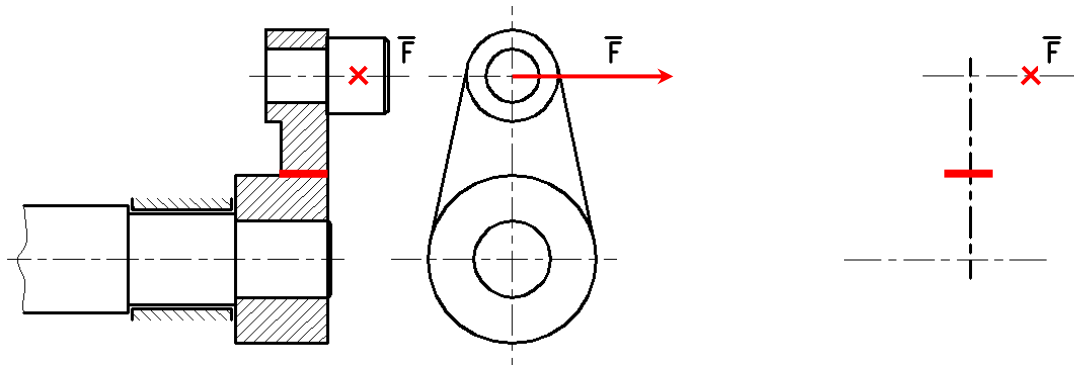


3. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

DRUHY NAMÁHÁNÍ

Dáno: Součásti s vyznačenými působícími silami.

Úkol: Nakreslete schéma s osou zvýrazněného průřezu podle prvního vzoru a rozhodněte o druzích namáhání daných průřezů.

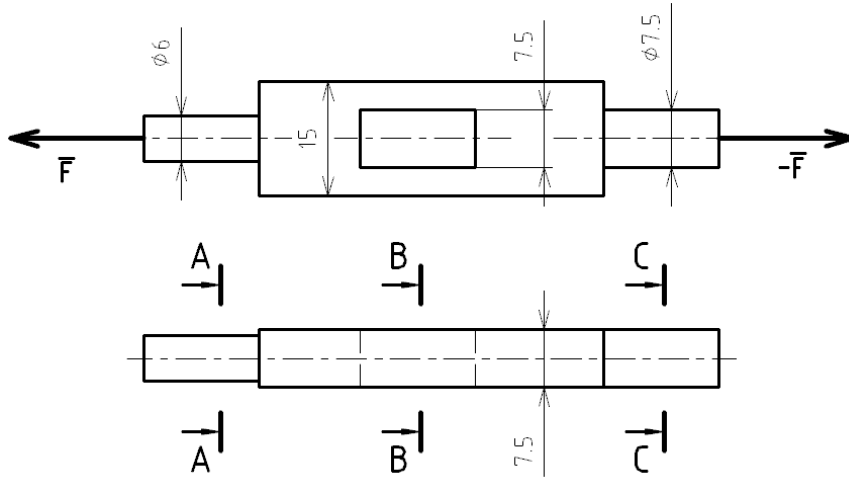


4. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

NAMÁHÁNÍ TAHEM 1

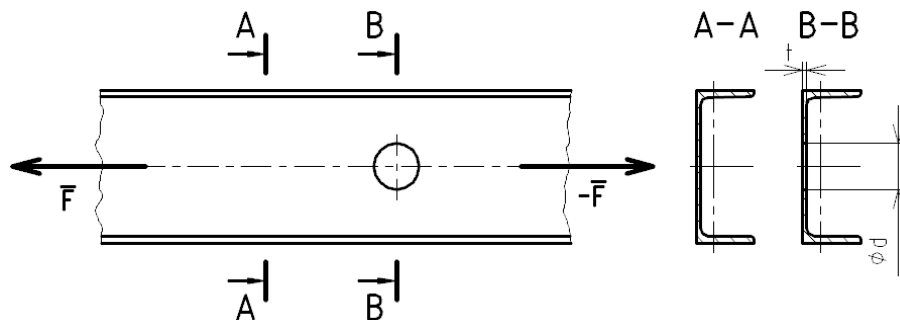
Dáno: Součást je zatížena osovou tahovou silou o velikosti $F = 10 \text{ kN}$.

Úkol: Vypočítejte napětí v průřezech A až C.



Dáno: Tyč profilu UE 200 ČSN 42 5571 – 11 523.0 je zatížena v ose průřezu silou o velikosti $F = 225 \text{ kN}$. Průměr otvoru je $d = 50 \text{ mm}$. Minimální bezpečnost je $k = 2$. Průměr $d = 50 \text{ mm}$, $t = 5,2 \text{ mm}$.

Úkol: Určete napětí v obou označených průřezech a proveďte pevnostní kontrolu.

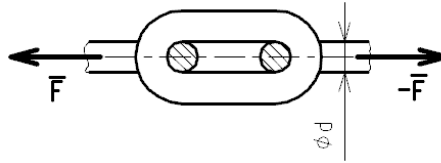


5. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

NAMÁHÁNÍ TAHEM 2

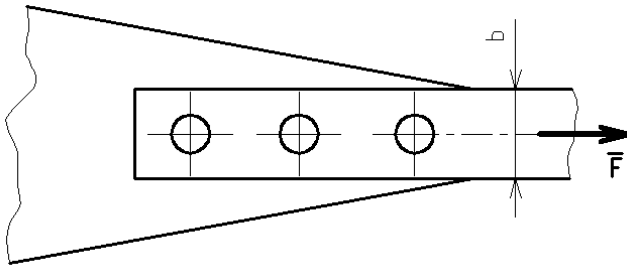
Dáno: Řetěz má přenášet sílu o velikosti $F = 100$ kN. Dovolené napětí materiálu je 150 MPa.

Úkol: Navrhněte průměr d článku řetězu. Předpokládejte míjivé zatížení, $c_H = 0,85$.



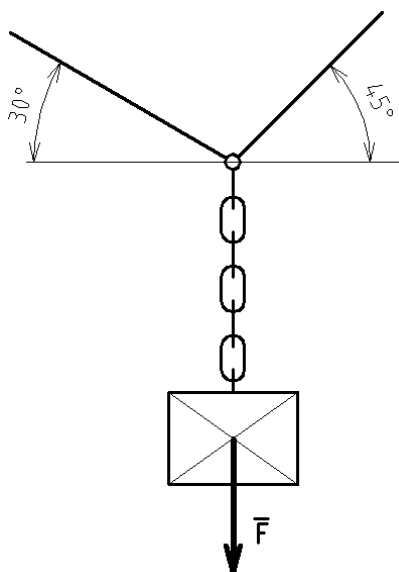
Dáno: Táhlo přenáší sílu o velikosti $F = 900$ kN. Dovolené napětí materiálu táhla je 80 MPa. Poměr stran průřezu táhla je $b:t = 4:1$. Průměr otvorů je roven tloušťce táhla.

Úkol: Navrhněte průřezové rozměry táhla b , t .



Dáno: Na dvou ocelových lanech je pomocí řetězu zavěšeno břemeno působící silou o velikosti $F = 200$ kN. Dovolené napětí materiálu řetězu je 90 MPa, dovolené napětí lana je 400 MPa.

Úkol: Navrhněte průměr článku řetězu a průřez lana.

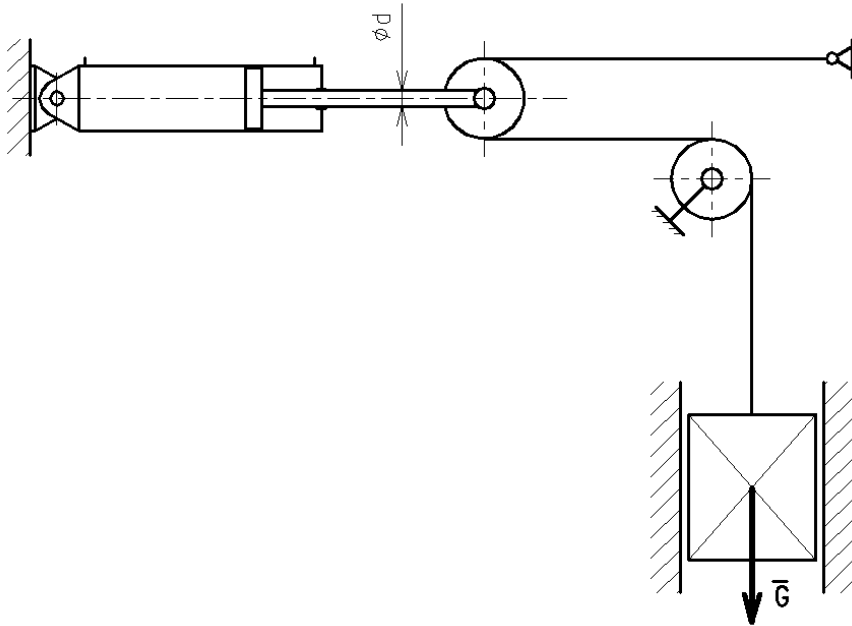


6. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

NAMÁHÁNÍ TAHEM 3

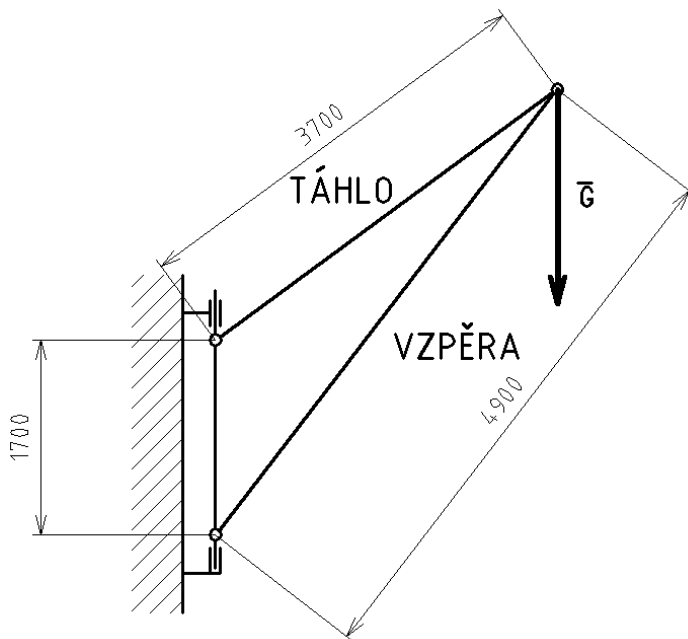
Dáno: Hydraulické zdvihadlo zvedá břemeno o tíze $G = 50 \text{ kN}$. Průměr pístnice $d = 32 \text{ mm}$.

Úkol: Navrhněte potřebný průřez lana, je-li dovolené napětí 400 MPa , a vypočítejte napětí v pístnici.



Dáno: Konzolový jeřáb nese břemeno $G = 2\,800 \text{ N}$. Táhlo je složeno ze dvou tyčí kruhového průřezu z oceli 11 370. Požadovaná bezpečnost je $k = 2$.

Úkol: Početně nebo graficky určete síly v táhle a ve vzpěře, navrhněte průměr d tyčí tvořících táhlo a vypočítejte jejich prosté prodloužení. Předpokládejte míjivé zatížení.

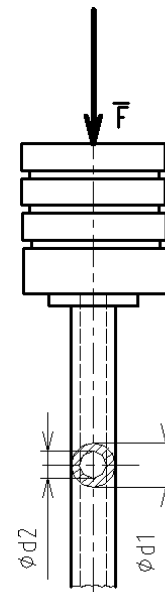


7. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

NAMÁHÁNÍ TLAKEM

Dáno: Na píst působí síla o velikosti $F = 120$ kN. Průměry pístní tyče jsou $d_1 = 300$ mm a $d_2 = 150$ mm.

Úkol: Vypočítejte tlakové napětí v průřezu pístní tyče.

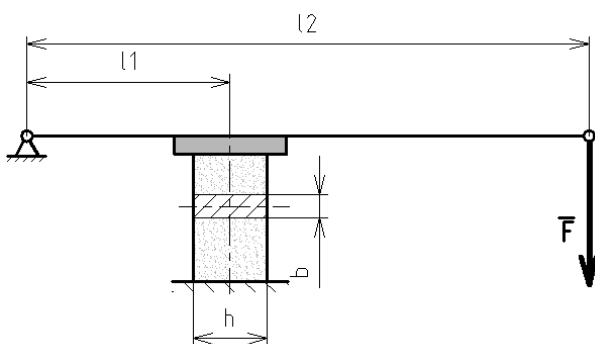


Dáno: Dutá podpěra mezikruhového průřezu ze šedé litiny bude zatížena tlakovou silou o velikosti $F = 240$ kN. Potřebná výška podpěry je $h = 150$ mm. Mez pevnosti materiálu je $R_{md} = 450$ MPa, doporučená míra bezpečnosti je $k = 3$.

Úkol: Navrhněte průměry duté podpěry D a d za podmínky $d/D = 0,6$ a vypočtete prosté zkrácení podpěry.

Dáno: Tlaková pevnost cihel se zkouší pákovým mechanismem. Délky ramen jsou $l_1 = 120$ mm, $l_2 = 480$ mm. Cihla o rozměrech průřezu $b = 50$ mm, $h = 200$ mm se rozdrtí při síle o velikosti $F = 60$ kN na konci páky.

Úkol: Vypočítejte mez pevnosti cihly R_{md} a dovolené napětí v tlaku při bezpečnosti $k = 12$.

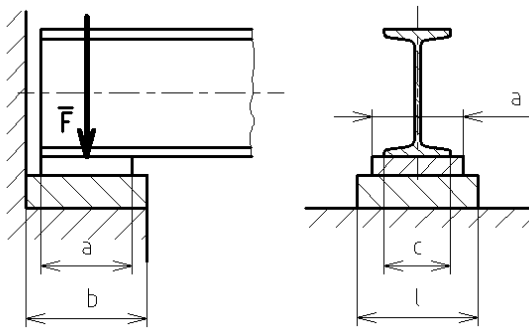


8. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

MĚRNÝ TLAK VE STYKOVÝCH PLOCHÁCH 1

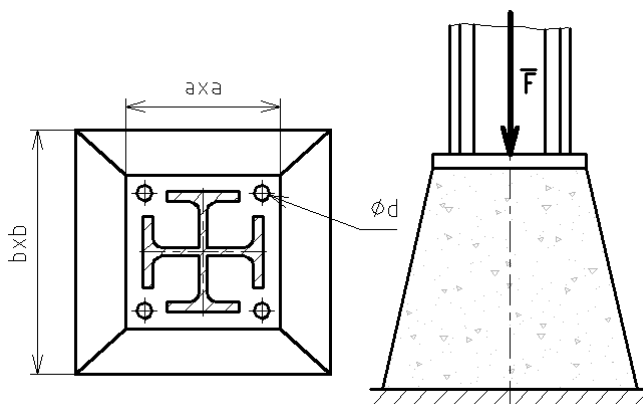
Dáno: Nosník profilu I je zatížen tak, že na podporu připadá síla $F = 150$ kN. Tato síla je zachycena podložkou z litiny, spočívající na pískovcovém kvádru, a tímto kvádrem je přenášena dále na zdivo.

Úkol: Vypočítejte stranu čtverce a podložky pro dovolený tlak $p_{D1} = 2,5$ MPa a potřebnou délku kvádru l pro šířku $b = 380$ mm a dovolený tlak $p_{D2} = 0,8$ MPa.



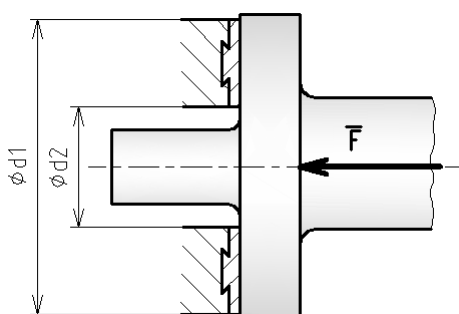
Dáno: Sloup, složený ze dvou profilů IPE, je uložen na betonový základ. Přenáší sílu o velikosti $F = 400$ kN, dovolený tlak mezi ocelovou deskou a betonem je $p_{D1} = 4$ MPa, dovolený tlak mezi betonem a zemínou je $p_{D2} = 0,2$ MPa. Průměr otvorů je $d = 30$ mm.

Úkol: Navrhněte stranu a čtvercové ocelové desky a stranu b betonového základu.



Dáno: Kluzné ložisko pro prstencový axiální čep má průměry $d_1 = 600$ mm a $d_2 = 300$ mm. Dovolенý tlak je $p_D = 6$ MPa.

Úkol: Vypočítejte největší sílu, kterou je možno ložisko zatížit.

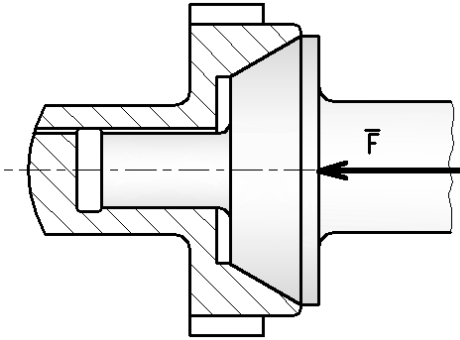


9. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

MĚRNÝ TLAK VE STYKOVÝCH PLOCHÁCH 2

Dáno: Beckerova kuželová brzda (na obrázku je základní funkční část), brzdí se třením v kuželové ploše.

Úkol: Sestavte rovnici pro výpočet měrného tlaku v kuželové ploše.



Dáno: Vřetenno šroubového lisu má vyvinout maximální sílu o velikosti $F = 180 \text{ kN}$. Závit je plochý, čtvercový, malý průměr závitu je 0,8 velkého průměru. Dovolené napětí v tlaku je 40 MPa. Dovolný měrný tlak v závitech je $p_D = 10 \text{ MPa}$.

Úkol: Vypočítejte malý a velký průměr šroubu (průměr jádra šroubu položte rovný malému průměru závitu), stoupání závitu, počet závitů a výšku matice.



Malý průměr závitu šroubu z pevnostní rovnice:

Velký průměr závitu:

Stoupání závitu (čtvercový profil):

Počet závitů (otlačení):

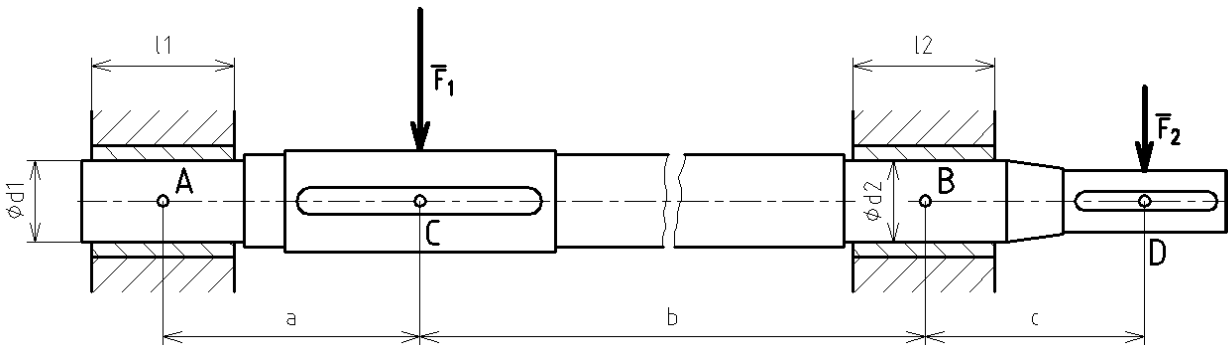
Výška matice:

10. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

MĚRNÝ TLAK VE STYKOVÝCH PLOCHÁCH 3

Dáno: Hřídel, uložený ve dvou kluzných ložiskách, je zatížen dvěma silami o velikostech $F_1 = 6 \text{ kN}$ a $F_2 = 2 \text{ kN}$. Dovolené tlaky v ložiskách jsou 5 MPa . Rozměry: $a = 0,4 \text{ m}$, $b = 0,8 \text{ m}$, $c = 0,3 \text{ m}$.

Úkol: Navrhněte průměr a délku kluzných ložisek. U obou ložisek má být poměr délky k průměru rovný dvěma.



Vazbové síly:

Výpočet ložisek:

11. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

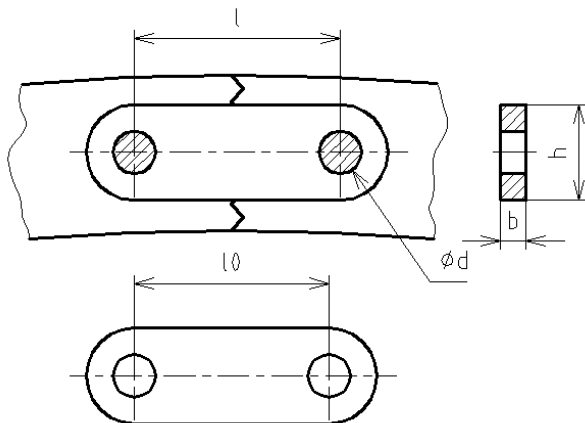
STATICKY NEURČITÉ PŘÍPADY, VLIV TEPLoty NA NAMÁHÁNÍ

Dáno: Ocelová výztuha profilu I 100 je na obou koncích upnuta.

Úkol: Vypočítejte, jaké napětí v tlaku a jaká síla vznikne ve výztuze, jestliže se ohřeje o 50 °C.

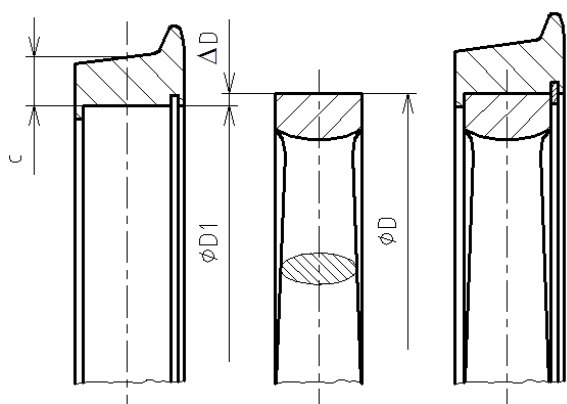
Dáno: Věnc dvoudílného setrvačnicku má být spojen plochými ocelovými zděřemi (sponami, které se za tepla nasadí na čepy). Vzdálenost os čepů je $l = 300$ mm. Rozměry průřezu zděře jsou $b = 40$ mm, $h = 150$ mm. Napětí ve zděři nemá překročit hodnotu $\sigma_t = 120$ MPa.

Úkol: Vypočítejte vzdálenost os otvorů volné studené zděře l_0 a sílu F , kterou zděř stahuje poloviny setrvačnicku po montáži. Vliv otvorů neuvažujte.



Dáno: Při rekonstrukci parní lokomotivy se za tepla nasazují nákolky na kola z lité oceli. Průměr kola $D = 1\,600$ mm. Střední tloušťka nákolku je $c = 75$ mm. Po nasazení a ochlazení nákolku v něm má vzniknout napětí $\sigma_t = 180$ MPa.

Úkol: Vypočítejte vnitřní průměr D_1 studeného nákolku, teplotní rozdíl, o který je třeba nákollek zahřát před nasazením ($E = 2,1 \cdot 10^5$ MPa), a měrný tlak mezi nákolkem a kolem za předpokladu, že kolo nezmění svůj průměr.



Potřebná změna průměru:

Vnitřní průměr nákolku:

Přírůstek teploty:

Měrný tlak (nákollek pokládejte za tenkostěnnou nádobu namáhanou vnitřním přetlakem):

12. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

NAMÁHÁNÍ TLAKOVÝCH NÁDOB A POTRUBÍ

Dáno: Kulový vařák vnitřního průměru $D = 900$ mm s vnitřním přetlakem $p = 0,8$ MPa a tloušťkou stěny $s = 12$ mm.

Úkol: Vypočítejte napětí ve stěně.

Dáno: Přivaděč vody (potrubí) k vodní turbíně je zatížen hydrostatickým tlakem sloupce vody o výšce $h = 200$ m. Potrubí s vnitřním průměrem $D = 1\,200$ mm má být z oceli 11 370, požadovaná bezpečnost je $k = 2$.

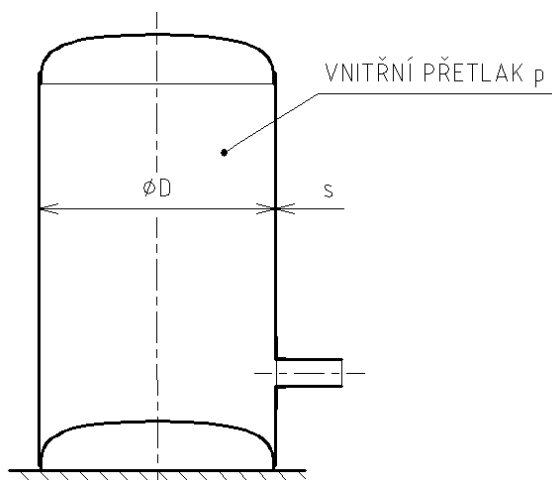
Úkol: Vypočítejte potřebnou teoretickou tloušťku stěny.

Dáno: Ocelová tlaková láhev na stlačené plyny má vnitřní průměr $D = 184$ mm a vnější průměr $D_1 = 200$ mm. Je vyrobena z oceli 11 650.

Úkol: Vypočítejte přetlak p , při němž by se láhev roztrhla.

Dáno: Vzdušník kompresoru (tlaková nádoba na vzduch) má být navržen na přetlak 1,5 MPa. Vnitřní průměr je $D = 600$ mm, vzdušník je zhotoven z ocelového plechu s mezí kluzu 220 MPa. Požadovaná bezpečnost je $k = 2$. Teoretickou tloušťku je nutno zvětšit o 20 % vzhledem k pevnosti svarů, doporučený přírůstek na korozi je $c = 1$ mm.

Úkol: Navrhněte potřebnou tloušťku plechu.

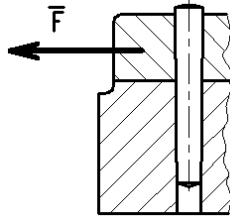


13. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

NAMÁHÁNÍ SMYKEM 1

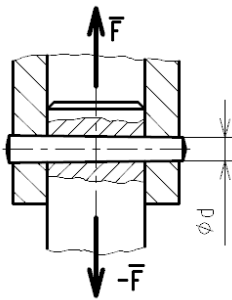
Dáno: Kolík je namáhán na smyk klidnou silou o velikosti $F = 10 \text{ kN}$. Dovolené napětí ve smyku je 50 MPa .

Úkol: Navrhněte průměr kolíku a vyberte normalizovaný kuželový kolík.



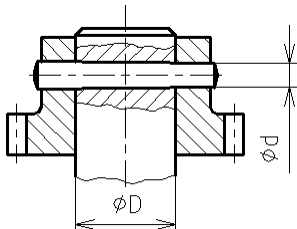
Dáno: Objímka je připojena k táhlu kuželovým kolíkem o průměru $d = 8 \text{ mm}$. Dovolené napětí ve smyku je 70 MPa .

Úkol: Vypočítejte velikost největší síly F_{max} , kterou může kolík přenést.



Dáno: Na hřídeli o průměru $D = 30 \text{ mm}$, který přenáší výkon $P = 0,75 \text{ kW}$ při otáčkách $n = 240 \text{ min}^{-1}$, je nasazeno ozubené kolečko. Spojení náboje s hřídelem je provedeno kuželovým kolíkem z oceli 11 500.

Úkol: Navrhněte podle normy průměr kolíku d tak, aby platilo $d < D/3$, a zkontrolujte smykové napětí. Dovolené napětí je 70 MPa .

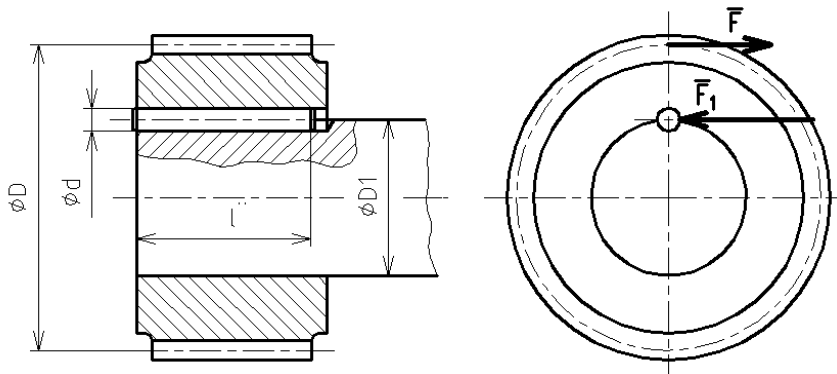


14. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

NAMÁHÁNÍ SMYKEM 2

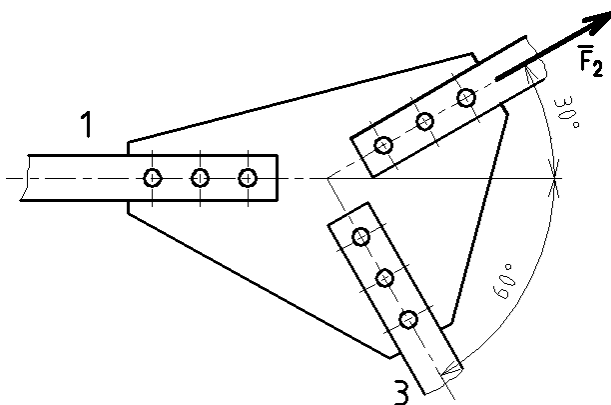
Dáno: Ozubené kolo s roztečným průměrem $D = 100$ mm přenáší obvodovou sílu o velikosti $F = 10$ kN. Průměr hřídele $D_1 = 50$ mm. Spojení je provedeno spárovým kolíkem o průměru $d = 10$ mm a délce $l = 70$ mm.

Úkol: Proveďte kontrolní výpočet kolíku na smyk a na otláčení, je-li dovolené napětí $\tau_{Ds} = 50$ MPa a dovolený tlak $p_D = 60$ MPa.



Dáno: Na styčnické příhradové nýtované konstrukce působí tři síly. Síla F_2 má velikost 40 kN. Jednostřížné nýty jsou z oceli 11 341. Plech i táhla mají tloušťku $t = 4$ mm. Dovolené napětí nýtů ve smyku $\tau_{Ds} = 80$ MPa, dovolený měrný tlak v oblíně nýtů je $p_D = 120$ MPa.

Úkol: Navrhněte průměr nýtů na základě obvyklého vztahu $d \approx 2t$ a určete počty nýtů ve spojích tak, aby nýty vyhovovaly na smyk i na otláčení.

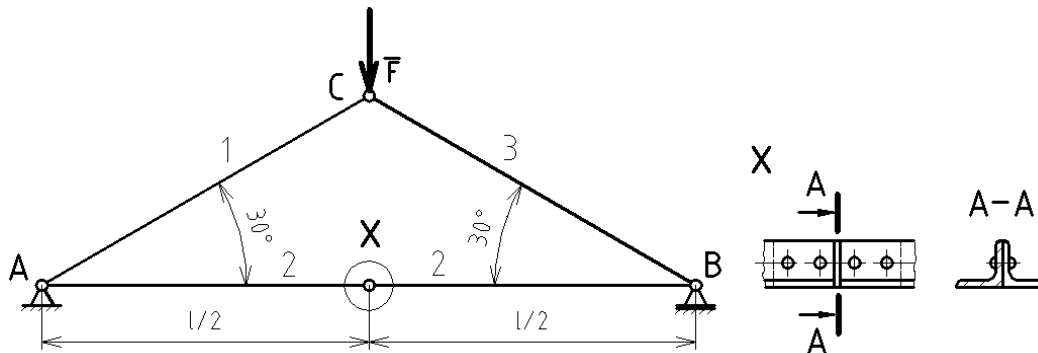


15. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

NAMÁHÁNÍ SMYKEM 3

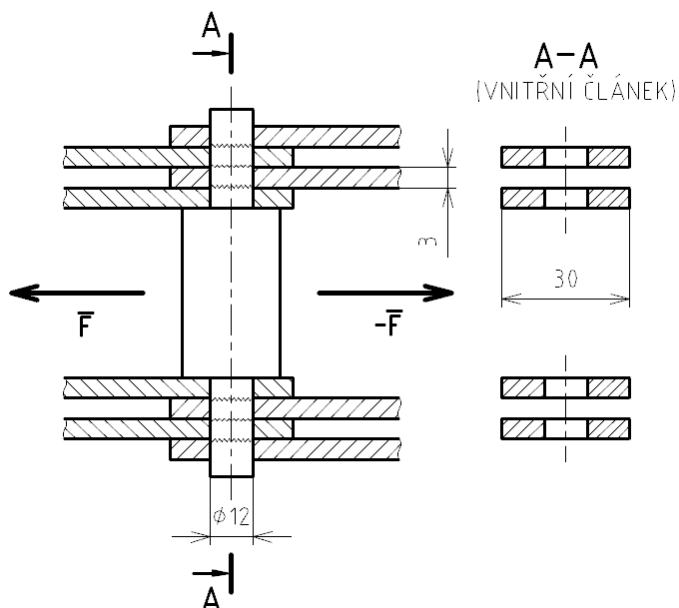
Dáno: Příhradová konstrukce je zatížena mívivou silou o velikosti $F = 60$ kN. Táhlo 2 je složeno ze dvou úhelníků $65 \times 65 \times 6$ ČSN 42 5541.01 – 10 341, které jsou snýtovány pomocí stejného stykového úhelníku nýty s průměrem $d = 12$ mm. Rozpětí konstrukce je $l = 4$ m. Dovolené napětí nýtů je $\tau_{Ds} = 66$ MPa a dovolený měrný tlak $p_D = 150$ MPa (započteno mívivé zatížení).

Úkol: Určete potřebný počet nýtů a zkontrolujte táhlo 2 pro součinitel bezpečnosti $k = 2$.



Dáno: Článek Gallova řetězu o rozteči 40 mm má tyto parametry: průměr čepu $d = 12$ mm, šířka destičky $b = 30$ mm, tloušťka destičky $s = 3$ mm. Řetěz přenáší sílu o velikosti $F = 16$ kN.

Úkol: Zkontrolujte smykové napětí v čepu a otláčení mezi čepem a destičkou. $\tau_{Ds} = 60$ MPa, $p_D = 120$ MPa.



16. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

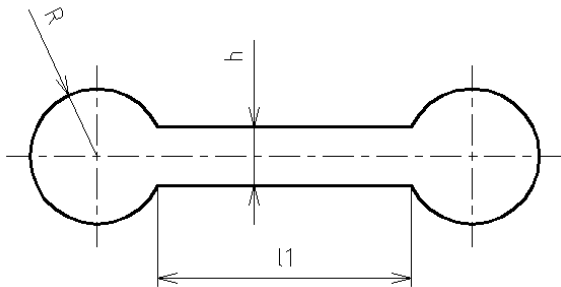
STŘÍHÁNÍ

Dáno: Kruhový výstřížek o průměru d z plechu tloušťky $s = 4$ mm. Mez pevnosti plechu ve smyku je $R_{ms} = 200$ MPa. Dovolené napětí kaleného střížného nástroje v tlaku je 500 MPa.

Úkol: Určete průměry otvorů, které je možno vystříhnout, aniž by byl střížník nepřípustně namáhán na tlak.

Dáno: Z plechu o tloušťce $s = 5$ mm má být vystřížen výstřížek podle obrázku. Mez pevnosti materiálu ve smyku je $R_{ms} = 300$ MPa. Rozměry výstřížku jsou $l_1 = 100$ mm, $R = 30$ mm, $h = 30$ mm.

Úkol: Určete minimální potřebnou střížnou sílu.



Dáno: Kaleným razníkem se má prostříhnout kruhový otvor o průměru d z plechu z oceli 10 370 s mezí pevnosti ve smyku $R_{ms} = 220$ MPa. Razník má mez pevnosti v tlaku $R_{md} = 1\,500$ MPa a dovolené napětí v tlaku je $0,8 R_{md}$.

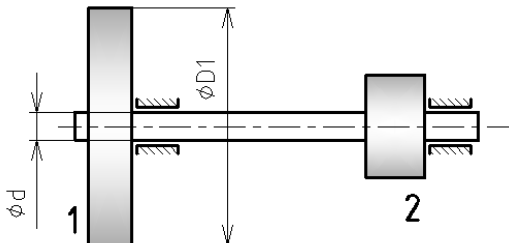
Úkol: Určete největší použitelný poměr tloušťky plechu s k průměru otvoru d .

17. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

NAMÁHÁNÍ KRUTEM 1

Dáno: Na předlohovový hřídel z oceli 11 500 se ozubenými koly přenáší výkon $P = 10$ kW. Hřídel se otáčí otáčkami $n = 300 \text{ min}^{-1}$ a je zatížen míjivě.

Úkol: Navrhněte minimální průměr hřídele pro bezpečnost $k = 2$.



Dáno: Automobil jede rychlostí 90 km.h^{-1} , výkon motoru při této rychlosti je $P = 35$ kW. Hnací polonáprava má průměr $d = 22$ mm, průměr kola je $D = 550$ mm. Ztráty v převodovém ústrojí jsou 10 %.

Úkol: Vypočítejte smykové napětí v jedné polonápravě. Určete, jak se změní napětí při jízdě do strmého kopce rychlostí 10 km.h^{-1} při plném výkonu motoru.

Dáno: Odstředivé čerpadlo dodávající objemový průtok $Q_V = 40 \text{ l.s}^{-1}$ do výšky $H = 80$ m je poháněno elektromotorem s krátkým hřídelem, který koná otáčky $n = 920 \text{ min}^{-1}$.

Úkol: Vypočítejte průměr hřídele d , je-li účinnost čerpadla 70 % a připouští-li se dovolené napětí $\tau_{Dk} = 60$ MPa.

18. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

NAMÁHÁNÍ KRUTEM 2

Dáno: Dutý litinový hřídel s vnějším průměrem $D = 200$ mm a s vnitřním průměrem $d = 150$ mm má být nahrazen plným hřídelem ocelovým.

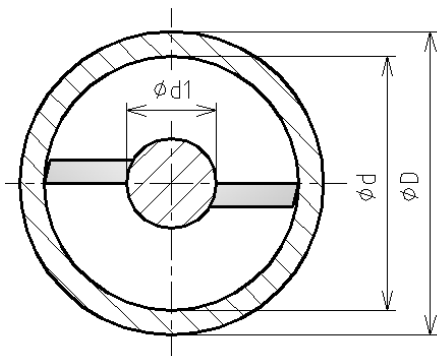
Úkol: Vypočítejte potřebný průměr d_2 nového hřídele, jestliže v litinovém hřídeli bylo největší napětí v krutu 20 MPa a v ocelovém má být 100 MPa.

Dáno: Plný ocelový hřídel o průměru $d_1 = 50$ mm má být nahrazen dutým hřídelem ocelovým o stejné únosnosti.

Úkol: Vypočítejte průměry dutého hřídele, jestliže poměr vnitřního a vnějšího průměru je $d/D = 0,6$, a porovnejte hmotnosti obou hřídelů.

Dáno: Válec o vnitřním průměru $d = 200$ mm a vnějším průměru $D = 250$ mm je vyvrtáván vyvrtávací tyčí, na jejíž jeden břit působí míjivá síla o velikosti $F = 10$ kN. Dovolené napětí vyvrtávací tyče je $\tau_{Dk} = 120$ MPa, $c_{II} = 0,70$.

Úkol: Navrhněte průměr d_1 vyvrtávací tyče a vypočítejte napětí v krutu v průřezu válce.

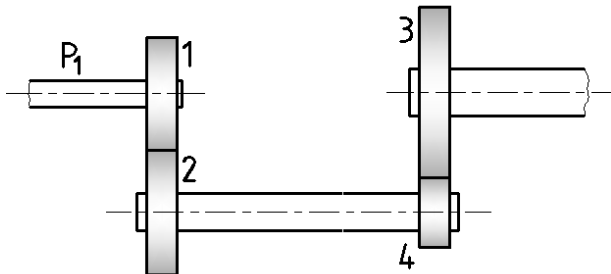


19. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

NAMÁHÁNÍ KRUTEM 3

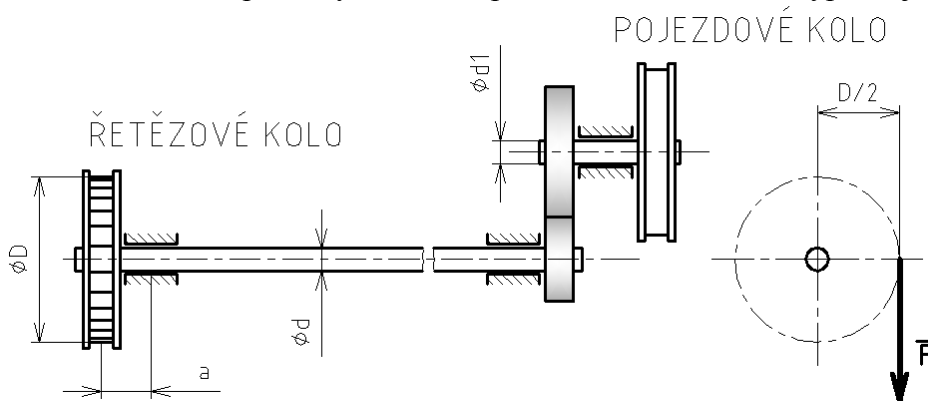
Dáno: Převod je složen z ozubených kol s počty zubů $z_1 = 50$, $z_2 = 60$, $z_3 = 45$, $z_4 = 130$. Vstupní výkon je $P_1 = 28$ kW, otáčky $n_1 = 30$ s⁻¹. Dovolené napětí hřídelů v krutu je 30 MPa.

Úkol: Navrhněte průměry hřídelů.



Dáno: Pojezdové kolo mostu jeřábu je poháněno řetězem na obvodu řetězového kola přes předlohový hřídel párem čelních ozubených kol s převodovým poměrem $i = 3$. Síla v ose řetězu má velikost $F = 200$ N, průměr řetězového kola je $D = 800$ mm. Hnací a předlohový hřídel budou z oceli 11 420. Zatížení je střídavé. Vzhledem k přidavnému ohybu volíme součinitel bezpečnosti $k = 2$. Ztráty zanedbejte.

Úkol: Navrhněte průměry hnacího a předlohového hřídele a vypočítejte zkrut hnacího hřídele.

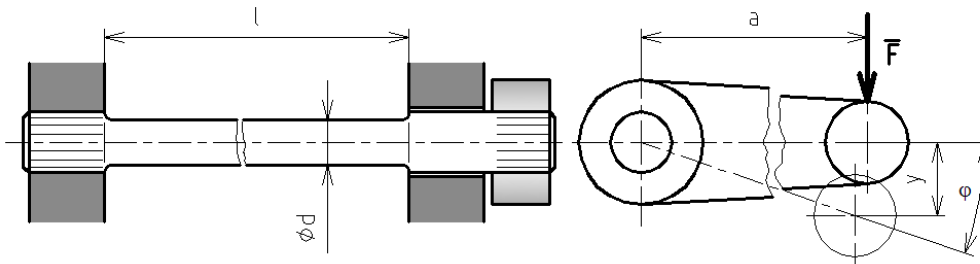


20. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

NAMÁHÁNÍ KRUTEM 4

Dáno: Torzní pružina přenáší sílu o velikosti $F = 3$ kN. Délka ramene $a = 300$ mm. Úhlu zkroucení přísluší deformační výchylka $y = 131$ mm.

Úkol: Navrhněte průměr d a délku l činné části torzní tyče, je-li materiálem pružinová ocel s dovoleným napětím v krutu 500 MPa a modulem pružnosti ve smyku $G = 0,83 \cdot 10^5$ MPa. Vzhledem k rázům za provozu a bezpečnosti počítejte s krouticím momentem zvětšeným o 50 %.



Krouticí moment:

Návrh průměru tyče:

Výpočet úhlu zkroucení:

Výpočet délky činné části:

Dáno: Regulační hřídel pro natáčení lopatek oběžného kola Kaplanovy turbíny má délku $l = 6$ m a má se pootáčet o úhel regulačního výkyvu 60° . Největší úhel zkroucení nesmí překročit 1 % regulačního výkyvu. Hřídel přenáší krouticí moment $M_k = 1\,500$ Nm.

Úkol: Navrhněte průměr hřídele pro $G = 0,8 \cdot 10^5$ MPa a $\tau_{Dk} = 30$ MPa.

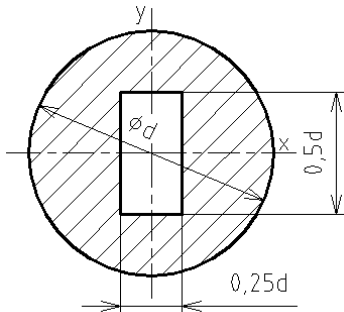


21. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

NAMÁHÁNÍ OHYBEM I

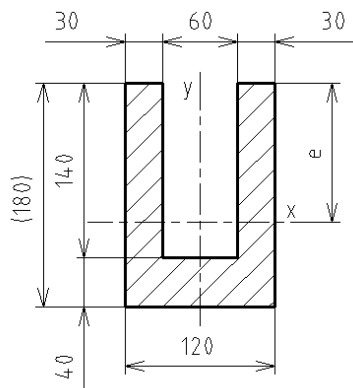
Dáno: Je dán kruhový profil o průměru $d = 100$ mm s obdélníkovým otvorem.

Úkol: Vypočítejte kvadratické momenty a průřezové moduly v ohybu k osám x , y .



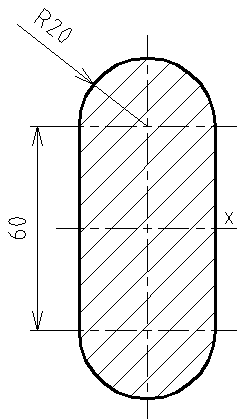
Dáno: Je dán profil tvaru U.

Úkol: Nalezněte polohu těžiště a vypočítejte kvadratické momenty k osám x , y .



Dáno: Je dán profil podle obrázku.

Úkol: Vypočítejte největší kvadratický moment a průřezový modul.

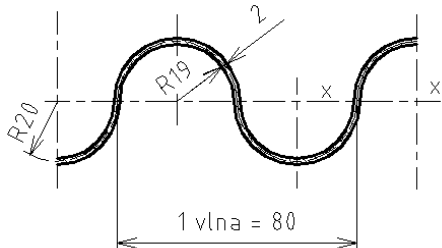


22. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

NAMÁHÁNÍ OHYBEM 2

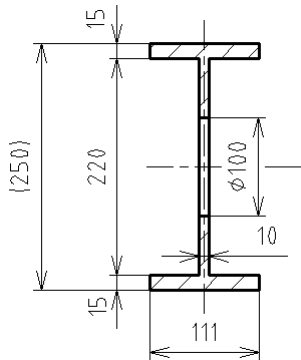
Dáno: Je dán profil vlnitého plechu o tloušťce 2 mm.

Úkol: Vypočítejte kvadratický moment jedné vlny, počet vln na 1 m šířky a celkový průřezový modul k ose x .



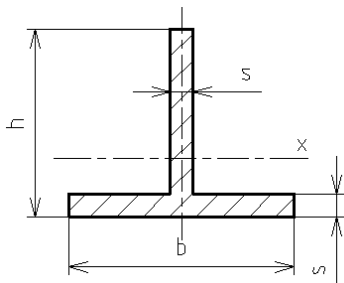
Dáno: Je dán profil I s otvorem.

Úkol: Vypočítejte, o kolik procent se zmenší průřez nosníku a o kolik průřezový modul v ohybu.



Dáno: Litinový rám, namáhaný ohybem, má mez pevnosti v tlaku třikrát větší než v tahu. Míra bezpečnosti je stejná pro tah i pro tlak. Výška $h = 12s$.

Úkol: Určete šířku b a průřezové moduly k ose x v závislosti na tloušťce s . (Návod: z poměru dovolených napětí určete vzdálenost krajních vláken od osy x , z rovnice pro určení polohy těžiště vypočtete b a následně vypočítejte průřezové moduly).

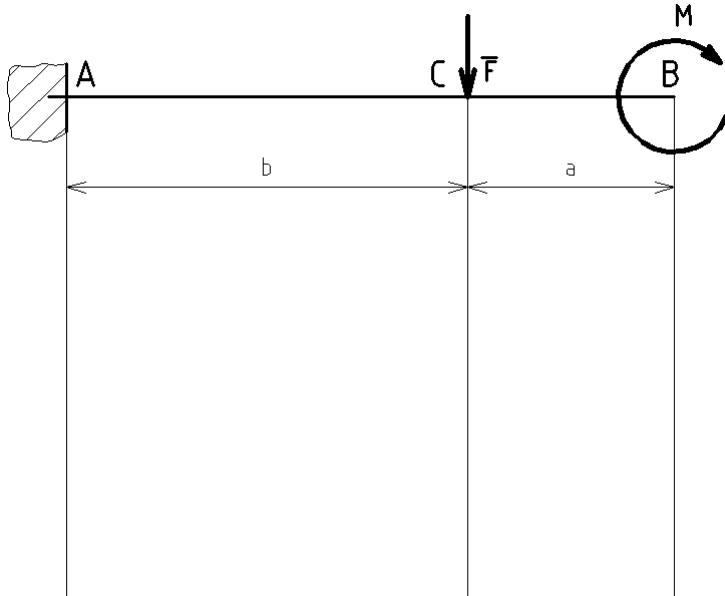


23. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

NAMÁHÁNÍ OHYBEM 3

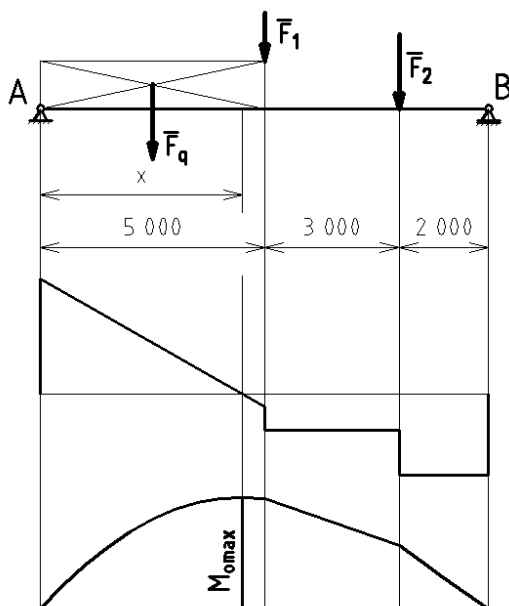
Dáno: Nosník je zatížen ohybovým momentem o velikosti $M = 132 \cdot 10^3 \text{ Nmm}$, působícím na konci, a osamělou silou o velikosti $F = 600 \text{ N}$. Vzdálenosti $a = 500 \text{ mm}$, $b = 1000 \text{ mm}$.

Úkol: Nakreslete průběhy posouvající síly a ohybového momentu a určete jejich maximální velikosti.



Dáno: Nosník na dvou podporách je zatížen osamělými silami o velikostech $F_1 = 9 \text{ kN}$, $F_2 = 15 \text{ kN}$ a spojitým zatížením $q = 10 \text{ N.mm}^{-1}$.

Úkol: Metodou superpozice analyzujte zatížení nosníku a nakreslete dílčí průběhy posouvajících sil a ohybových momentů. Vypočítejte vzdálenost x , v níž působí maximální moment, a určete jeho velikost.



24. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

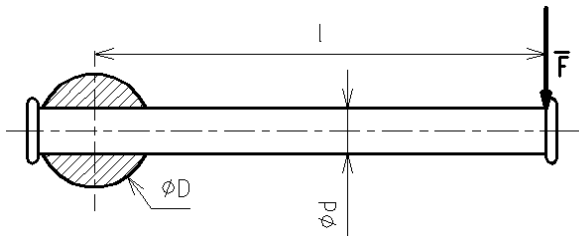
NAMÁHÁNÍ OHYBEM 4

Dáno: Vetknutý nosník délky $l = 1,5$ m je na volném konci zatížen břemenem o hmotnosti $m = 900$ kg.

Úkol: Určete číslo profilu I a napětí v nebezpečném průřezu, nemá-li průhyb na konci být větší než 5 mm.

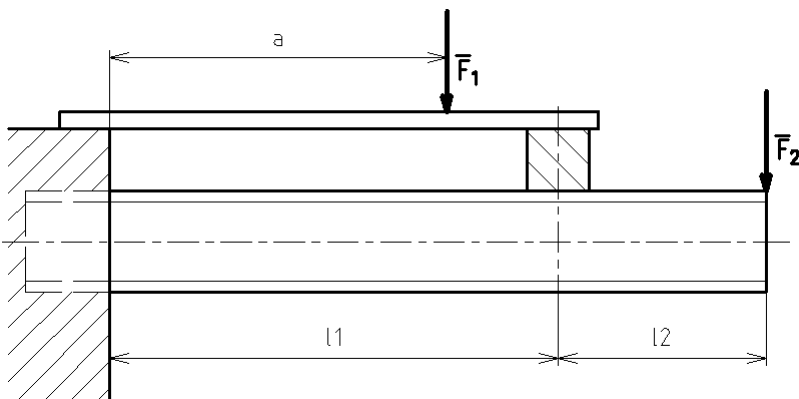
Dáno: Rukojeť svěráku o délce $l = 240$ mm, průměr vřetene je $D = 60$ mm. Na konci působí síla o velikosti $F = 500$ N. Dovolené napětí je 90 MPa.

Úkol: Navrhněte průměr rukojeti d .



Dáno: Vetknutý nosník s průřezem I 180 je zatížen podle schématu. Velikost síly $F_1 = 20$ kN, velikost síly $F_2 = 5$ kN. Délky $l_1 = 0,9$ m, $l_2 = 0,3$ m, $a = 0,54$ m.

Úkol: Proveďte kontrolní výpočet nosníku, je-li dovolené napětí 100 MPa.

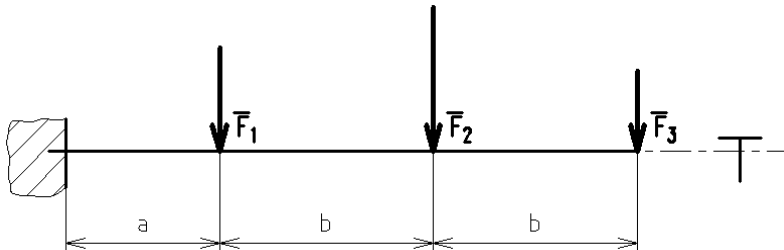


25. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

NAMÁHÁNÍ OHYBEM 5

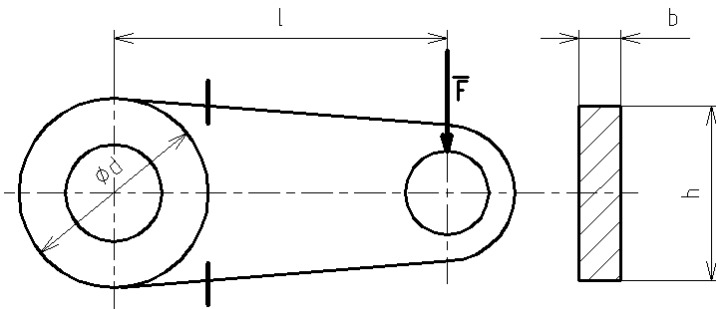
Dáno: Větknutý nosník je zatížen třemi osamělými silami o velikostech $F_1 = 300$ N, $F_2 = 500$ N a $F_3 = 200$ N. Vzdálenosti $a = 200$ mm, $b = 300$ mm. Materiál je 11 343.0, součinitel bezpečnosti $k = 1,6$, míjivé zatížení.

Úkol: Určete velikost profilu T a skutečné největší napětí v krajních tažených vláknech.



Dáno: Na páčku vačkového hřídele působí od ventilu zatěžující síla o velikosti $F = 1,4$ kN.

Úkol: Určete průřezové rozměry $b \times h$ v označeném průřezu, je-li $l = 44$ mm, $d = 25$ mm, poměr $b : h = 2 : 7$ a dovolené napětí 100 MPa.

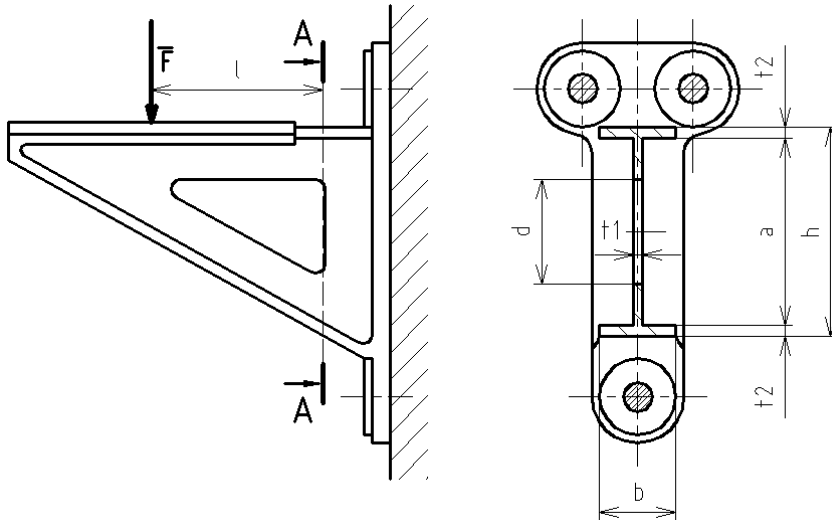


26. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

NAMÁHÁNÍ OHYBEM 6

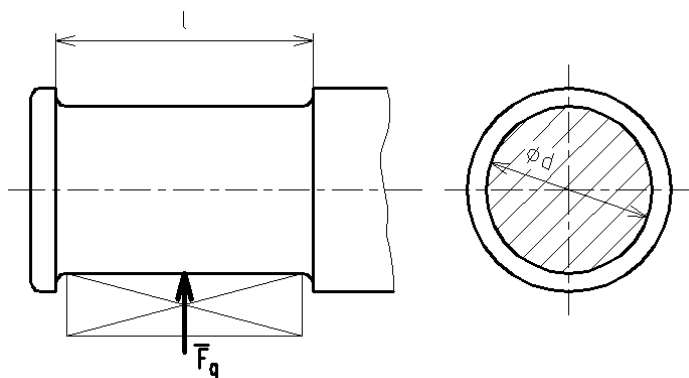
Dáno: Litá konzola s dovoleným napětím v ohybu 12 MPa. Rozměry: $l = 190$ mm, $h = 220$ mm, $b = 80$ mm, $t_1 = 10$ mm, $t_2 = 12$ mm, $d = 110$ mm.

Úkol: Vypočítejte kvadratický moment a průřezový modul vyznačeného průřezu a největší přípustnou zatěžující sílu.



Dáno: Ocelový válcový čep je zatížen spojitým zatížením, jehož výsledná síla má velikost $F_q = 90$ kN. Navržené rozměry čepu jsou $d = 130$ mm, $l = 200$ mm.

Úkol: Proveďte kontrolu čepu na střídavý ohyb a otláčení, jestliže $\sigma_{D0I} = 80$ MPa a $p_D = 5$ MPa.

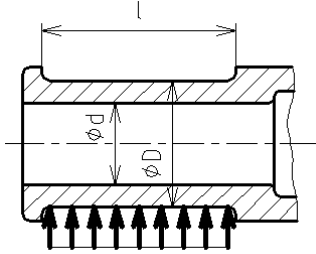


27. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

NAMÁHÁNÍ OHYBEM 7

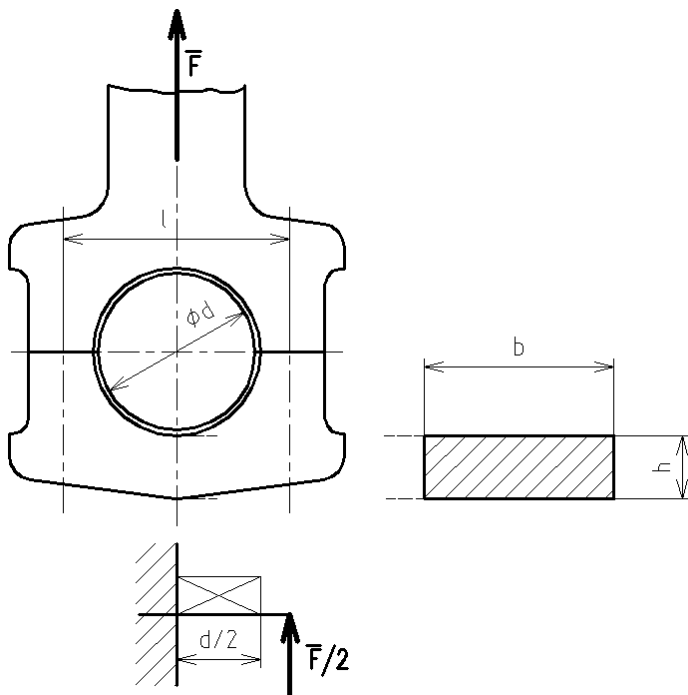
Dáno: Dutý čep má přenášet zatížení $q = 618 \text{ N.mm}^{-1}$. Poměr průměrů čepu je volen $d/D = 2/3$. Dovolené napětí v ohybu je $\sigma_{Do} = 60 \text{ MPa}$ a dovolený měrný tlak je $p_D = 5 \text{ MPa}$.

Úkol: Navrhněte průměry a délku dutého čepu.



Dáno: Ojnice spalovacího motoru je vyrobena z niklové oceli s mezí pevnosti $R_m = 750 \text{ MPa}$. Rozteč ojnicích šroubů je $l = 220 \text{ mm}$, průměr pánve $d = 165 \text{ mm}$, šířka víka hlavy $b = 110 \text{ mm}$.

Úkol: Navrhněte výšku h víka ojnicí hlavy. Víko považujte za dva vetknuté nosníky zatížené podle schématu. Uvažujte součinitel bezpečnosti $k = 10$.

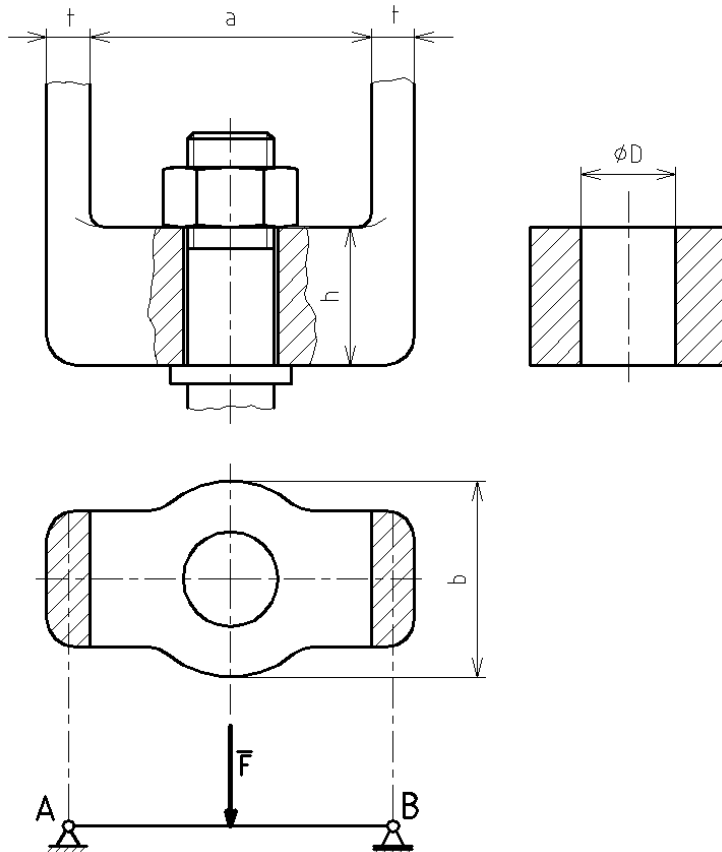


28. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

NAMÁHÁNÍ OHYBEM 8

Dáno: Je navrhován příčník pro zavěšení jeřábového háku. Nosnost je $m_Q = 3$ t a dovolené napětí je 60 MPa. Rozměry: $a = 100$ mm, $t = 15$ mm, $b = 80$ mm, $D = 36$ mm.

Úkol: Určete výšku příčníku h .



Dáno: Nosník z profilu I 140 délky $l = 5,2$ m je na obou koncích podepřen. Jeho největší průhyb smí být $y = 8$ mm.

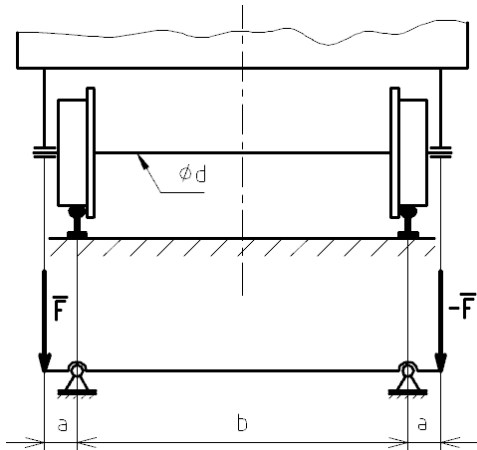
Úkol: Určete největší přípustné zatížení uprostřed nosníku bez zřetele k vlastní tíze nosníku a největší napětí v průřezu.

29. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

NAMÁHÁNÍ OHYBEM 9

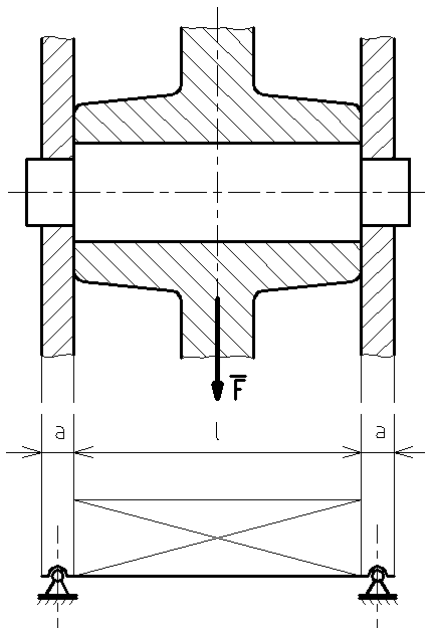
Dáno: Vozík je konstruován na největší zatížení 10 tun. Rozměry $a = 140$ mm, $b = 670$ mm.

Úkol: Navrhnete průměr nápravy d a určete největší průhyb. Předpokládaný materiál je ocel 11 500. (Pro výpočet průhybu nosník rozdělte uprostřed na dva vetknuté nosníky a pracujte metodou superpozice).



Dáno: Čep kladky o průměru $d = 50$ mm je uložen ve dvou postranicích, jejichž tloušťka je $a = 12$ mm; délka čepu je $l = 120$ mm. Z kladky na čep se přenáší síla o velikosti $F = 59$ kN.

Úkol: Zkontrolujte napětí v ohybu čepu a měrný tlak, je-li dovolené napětí 90 MPa a dovolený tlak ve styčné ploše 10 MPa.

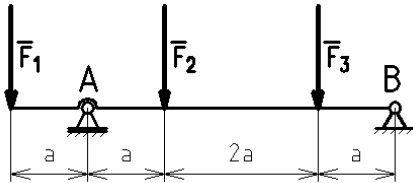


30. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

NAMÁHÁNÍ OHYBEM 10

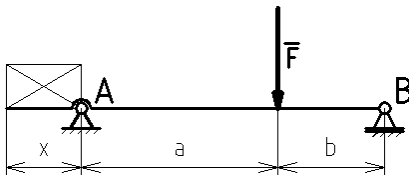
Dáno: Dřevěný trám nese zatížení $F_1 = 3\,000\text{ N}$, $F_2 = 4\,500\text{ N}$ a $F_3 = 1\,500\text{ N}$. Profil trámu je obdélníkový s poměrem stran $b : h = 5 : 7$, dovolené napětí v ohybu je 10 MPa , $a = 1\text{ m}$.

Úkol: Nakreslete obrazec posouvajících sil a ohybových momentů a určete rozměry trámu b , h .



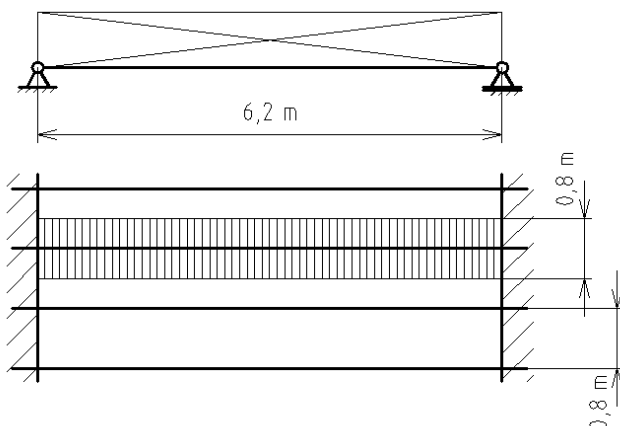
Dáno: Nosník profilu U je zatížen osamělou silou o velikosti $F = 10\text{ kN}$ a spojitým zatížením o velikosti $q = 8\text{ kN.m}^{-1}$. Vzdálenosti $a = 2,5\text{ m}$, $b = 1,5\text{ m}$.

Úkol: Stanovte délku x tak, aby moment v podpoře A byl stejný jako moment pod silou F a navrhnete číslo profilu U. Dovolené napětí v ohybu je 100 MPa .



Dáno: Podlaha skladiště je nesena trámy o průřezu $b \times h = 20 \times 28\text{ cm}$ na vzdálenost $s = 0,8\text{ m}$. Užitečné zatížení podlahy i s uvažováním vlastní hmotnosti je 600 kg.m^{-2} .

Úkol: Zkontrolujte trám, jestliže dovolené napětí v ohybu je 9 MPa a přípustný průhyb je 3 cm . (Návod: z plošného zatížení, které nese 1 trám, určete zatížení na 1 m délky trámu q).

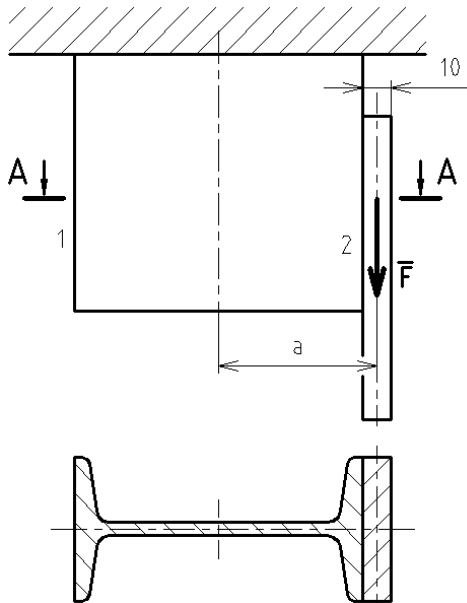


31. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

KOMBINOVANÉ NAMÁHÁNÍ 1

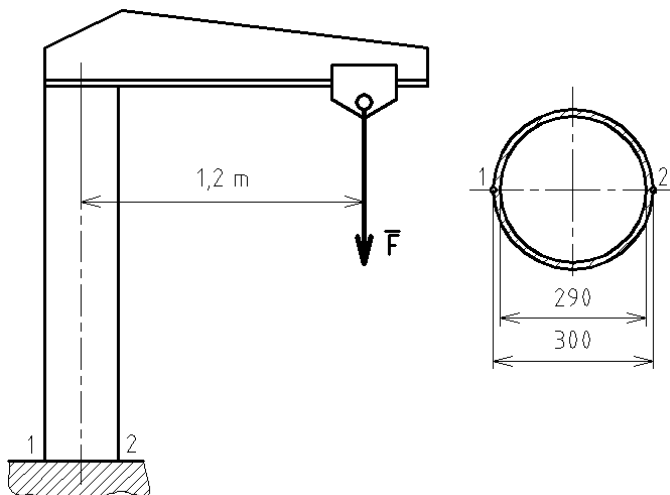
Dáno: K profilu I 100 – ČSN 42 5550 z oceli 11 343.0 je přivařena plochá tyč 50x10 – ČSN 42 5522 z téhož materiálu. Dovolené napětí $\sigma_{Dt} = 120$ MPa.

Úkol: Určete největší sílu, kterou můžeme soustavu zatížit.



Dáno: Sloupový jeřáb je zatížen břemenem, které působí silou o velikosti $F = 19$ kN. Sloup je dutý.

Úkol: Vypočítejte napětí v krajních vláknech 1 a 2 sloupu a nakreslete průběhy napětí.

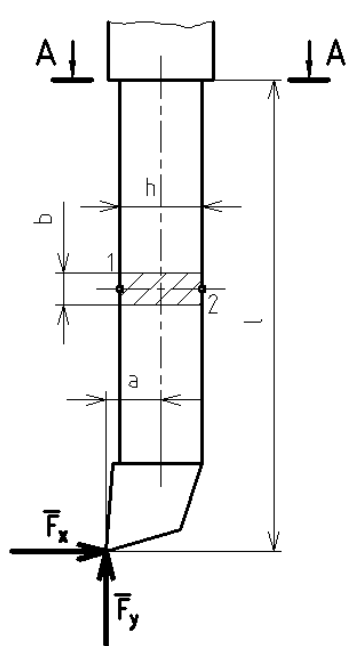


32. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

KOMBINOVANÉ NAMÁHÁNÍ 2

Dáno: Obráběcí nůž hoblovky je namáhán řeznou silou F_x a násadovou silou od odporu obrobku $F_y = F_x$. Řezná síla je dána součinem průřezu třísky S a řezného odporu p . Průřez třísky je $S = h \cdot s = 4 \text{ mm} \cdot 0,8 \text{ mm} = 3,2 \text{ mm}^2$, $p = 1\,550 \text{ MPa}$ (h je hloubka třísky, s je posuv). Rozměry nože jsou $a = 20 \text{ mm}$, $l = 120 \text{ mm}$, $b \times h = 20 \text{ mm} \times 30 \text{ mm}$.

Úkol: Určete největší napětí v průřezu A-A nože a posuďte výsledek.



Řezná síla a násadová síla:

Ohybové napětí od řezné síly:

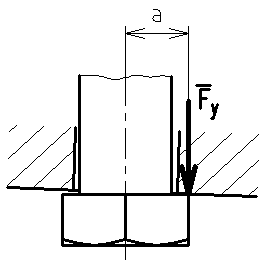
Tlakové napětí od násadové síly:

Ohybové napětí od násadové síly:

Výsledná napětí:

Dáno: Spojovací šroub M 16 se opírá o hranu šestihřanné hlavy.

Úkol: Porovnejte napětí, vznikající ve šroubu při tomto chybném styku, s napětím ve správně namontovaném šroubu.

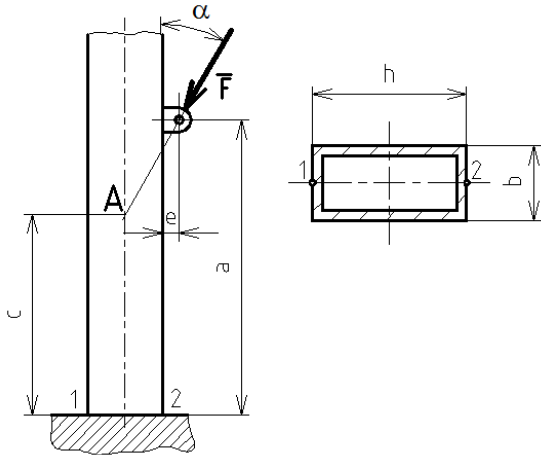


33. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

KOMBINOVANÉ NAMÁHÁNÍ 3

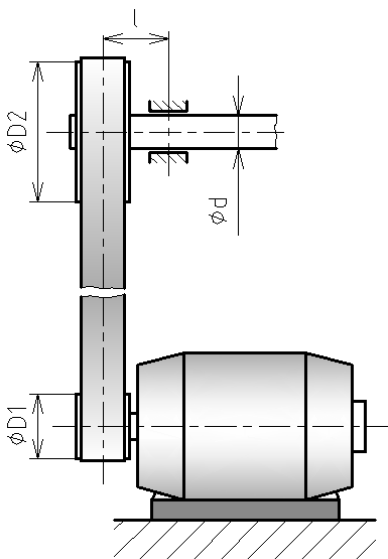
Dáno: Na sloup působí šikmá síla o velikosti $F = 45 \text{ kN}$. Sloup je dutý, rozměry jsou $h = 360 \text{ mm}$, $b = 120 \text{ mm}$, tloušťka stěny je $t = 12 \text{ mm}$. Vzdálenosti $a = 1485 \text{ mm}$, $e = 100 \text{ mm}$, úhel $\alpha = 30^\circ$.

Úkol: Vypočítejte napětí v krajních vláknech 1 a 2. (Návod: posuňte sílu F do bodu A).



Dáno: Z elektromotoru se řemenovým převodem přenáší na hnaný hřídel výkon $P = 10 \text{ kW}$ při otáčkách $n = 1440 \text{ min}^{-1}$. Průměr $D_1 = 100 \text{ mm}$, převodový poměr je $i = 3$, vzdálenost $l = 80 \text{ mm}$.

Úkol: Navrhněte průměr hřídele d , je-li hřídel z oceli 11 500.

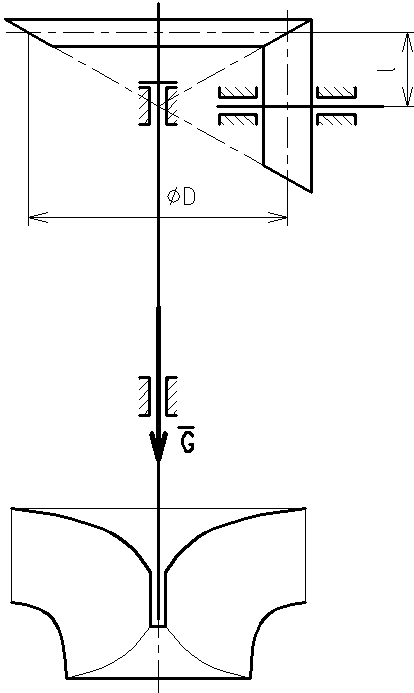


34. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

KOMBINOVANÉ NAMÁHÁNÍ 4

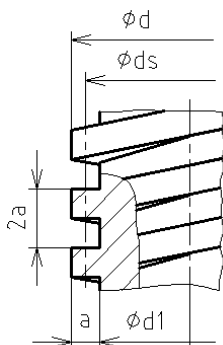
Dáno: Francisova turbína o výkonu $P = 1,47 \text{ MW}$ má otáčky $n = 15 \text{ min}^{-1}$. Na hřídel působí kromě krouticího momentu i osová síla o velikosti $G = 58 \text{ kN}$. Hřídel je z oceli s mezí kluzu 450 MPa . Rozměry $D = 1500 \text{ mm}$, $l = 500 \text{ mm}$.

Úkol: Navrhněte průměr hřídele d .



Dáno: Pohybovým šroubem se vyvozuje tlaková síla $F_o = 69 \text{ kN}$. Dovolené napětí jednocho-
dého šroubu je 58 MPa (šroub je z oceli 12 040), součinitel tření je $f = 0,1$.

Úkol: Navrhněte rozměry šroubu (d , d_1 , a , úhel stoupání) za podmínky, že velký průměr
šroubu $d = (1,2 \text{ až } 1,33) d_1$. (Návod: malý průměr navrhnete na prostý tlak s dovoleným napě-
tím sníženým na 70 % zadané hodnoty a proveďte kontrolu na kombinované namáhání. Krou-
ticí moment je moment obvodové síly).



35. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

KMITAVÉ NAMÁHÁNÍ A ÚNAVA MATERIÁLU 1

Dáno: Hladká válcová tyč o průměru $d = 20$ mm je namáhána osovou tahovou silou, jejíž velikost kolísá mezi $F_{max} = 31\,400$ N a $F_{min} = 10\,000$ N.

Úkol: Nakreslete časový průběh změny napětí, vypočítejte velikost středního napětí a určete, o jaký druh namáhání se jedná.

Dáno: Jsou dána kmitavá namáhání s těmito hodnotami amplitud: a) 30 MPa, b) 20 MPa, c) 15 MPa, d) 10 MPa. Střední napětí je ve všech případech 20 MPa.

Úkol: Nakreslete časové průběhy napětí a určete ve všech případech horní a dolní napětí. Jaké jsou názvy uvedených cyklů?

Dáno: Konaly se únavové zkoušky uhlíkové oceli s minimální pevností v tahu 400 MPa. Na 10 tyčích byly při souměrném střídavém zatížení zjištěny tyto výsledky:

Tyč č. 1	$\sigma_a = 420$ MPa	$N_1 = 2$ kmitů	praskla
Tyč č. 2	$\sigma_a = 400$ MPa	$N_2 = 10^4$ kmitů	praskla
Tyč č. 3	$\sigma_a = 350$ MPa	$N_3 = 5 \cdot 10^4$ kmitů	praskla
Tyč č. 4	$\sigma_a = 300$ MPa	$N_4 = 1,8 \cdot 10^5$ kmitů	praskla
Tyč č. 5	$\sigma_a = 250$ MPa	$N_5 = 4 \cdot 10^5$ kmitů	praskla
Tyč č. 6	$\sigma_a = 200$ MPa	$N_6 = 1,2 \cdot 10^6$ kmitů	praskla
Tyč č. 7	$\sigma_a = 150$ MPa	$N_7 = 2,5 \cdot 10^6$ kmitů	praskla
Tyč č. 8	$\sigma_a = 120$ MPa	$N_8 = 5 \cdot 10^6$ kmitů	praskla
Tyč č. 9	$\sigma_a = 110$ MPa	$N_9 = 10^7$ kmitů	praskla
Tyč č. 10	$\sigma_a = 105$ MPa	$N_{10} = 1,1 \cdot 10^7$ kmitů	nepraskla

Úkol: Pomocí milimetrového papíru nebo tabulkového kalkulátoru sestrojte Wöhlerovu křivku v semilogaritmických souřadnicích a vyznačte mez únavy zkoušené oceli.

36. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

KMITAVÉ NAMÁHÁNÍ A ÚNAVA MATERIÁLU 2

Dáno: Ocel z předchozí úlohy, Wöhlerova křivka.

Úkol: a) Určete počet kmitů, při němž se materiál poruší při amplitudě 140 MPa,
b) určete mez časové únavy pro $N = 2 \cdot 10^6$ kmitů.

Dáno: Ocel 11 423.

Úkol: Pomocí strojnických tabulek sestrojte v měřítku linearizovaný Smithův diagram pro ohyb. Pracujte na milimetrový papír nebo v grafickém programu.

Dáno: Ocel s mezí pevnosti $R_m = 370$ MPa, $R_e = 220$ MPa, $\sigma_C = 140$ MPa.

Úkol: Sestrojte Haighův diagram pomocí Goodmanova kritéria (Goodmanovy přímky), vyšrafujte oblast, která zahrnuje pouze pružné deformace a zjistěte velikost mezních amplitud hladkých zkušebních tyčí při středních napětích 50 MPa, 100 MPa, 200 MPa.

Dáno: Pulsující cykly jsou dány velikostí středních a horních napětí:

a)	$\sigma_m = 50$ MPa	$\sigma_h = 65$ MPa
b)	$\sigma_m = 35$ MPa	$\sigma_h = 40$ MPa
c)	$\sigma_m = 150$ MPa	$\sigma_h = 195$ MPa
d)	$\sigma_m = 140$ MPa	$\sigma_h = 160$ MPa
e)	$\sigma_m = 200$ MPa	$\sigma_h = 260$ MPa

Úkol: Zjistěte, které cykly jsou podobné.

Dáno: Součást z oceli s mezí pevnosti $R_m = 500$ MPa a mezí únavy v ohybu 200 MPa po krátké době provozu praskla. Amplituda střídavého napětí byla 82 MPa.

Úkol: Určete dynamickou bezpečnost a vyvoďte z výpočtu závěr, jestliže tvarový součinitel $\alpha = 4$ (ostré přechody), součinitel vrubové citlivosti $\eta = 0,5$, součinitel stavu povrchu $\varepsilon_p = 0,83$, součinitel velikosti $\varepsilon_m = 1$.

Vrubový součinitel β :

Snížená mez únavy:

Dynamická bezpečnost:

37. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

KMITAVÉ NAMÁHÁNÍ A ÚNAVA MATERIÁLU 3

Dáno: Hřídel o průměru $d = 40$ mm je zeslaben drážkou pro pero. Je zatížen krouticím momentem $M_k = 300 \cdot 10^3$ Nmm. Materiál hřídele je ocel 11 500.

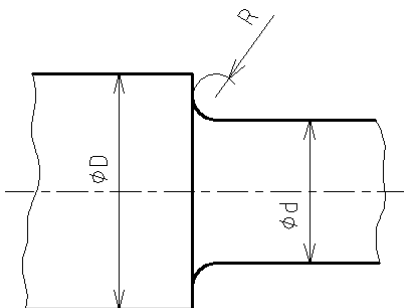
Úkol: Zjistěte skutečné maximální napětí v krutu. (Pozn.: Vztah pro výpočet napětí hřídele s drážkou je ve strojnických tabulkách).

Jmenovité napětí v krutu:

Vrubový součinitel pro krut (tabulky):

Maximální napětí v krutu:

Dáno: Broušený hřídel z oceli 11 423 je zatížen:



a) střídavým souměrným ohybem momentem o velikosti $M_o = \pm 75,2 \cdot 10^4$ Nmm,

b) míjivým ohybem s $M_{omax} = 75,2 \cdot 10^4$ Nmm,

c) střídavým nesouměrným ohybem, kdy velikosti momentů $M_{omax} = 46,2 \cdot 10^4$ mm, $M_{omin} = -29,0 \cdot 10^4$ Nmm, střední napětí je stálé.

Průměry $D = 82$ mm, $d = 50$ mm, poloměr zaoblení $R = 8$ mm.

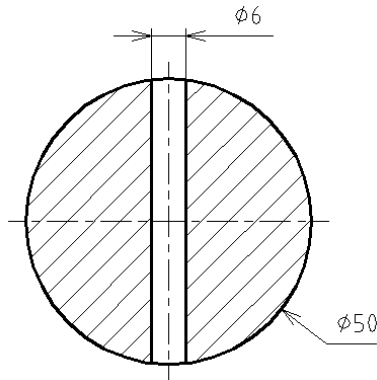
Úkol: Určete dynamickou bezpečnost ve všech třech případech a posuďte výsledky.

38. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

KMITAVÉ NAMÁHÁNÍ A ÚNAVA MATERIÁLU 4

Dáno: Jemně broušený hřídel z oceli 11 373 má mazací otvor. Hřídelem se přenáší kmitavý krouticí moment, jehož stálá střední hodnota je $M_{km} = 500 \text{ Nm}$ a amplituda $M_{ka} = \pm 600 \text{ Nm}$.

Úkol: Určete dynamickou bezpečnost.



Průběh napětí a základní hodnoty:

Určení snížené meze únavy:

Haighův nebo Smithův diagram a určení mezního cyklu:

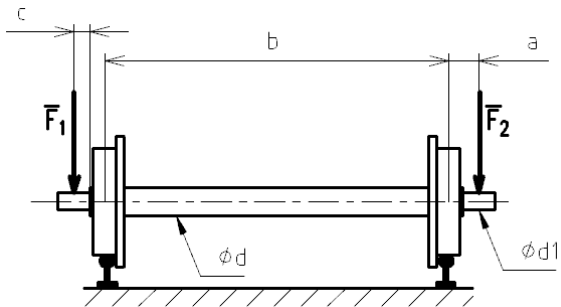
Dynamická bezpečnost:

39. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

KMITAVÉ NAMÁHÁNÍ A ÚNAVA MATERIÁLU 5

Dáno: Dvojkolí železničního vozu se skládá z ocelového hřídele, na který jsou nalisovaná kola z lité oceli. Pevnost v tahu oceli hřídele je $R_m = 500$ MPa, její mez únavy je $\sigma_{oC} = 240$ MPa. Na každý z čepů působí síla o velikosti $F_1 = F_2 = F = 63$ kN. Rozměry jsou $b = 1500$ mm, $a = 228$ mm, $c = 100$ mm, $d = 155$ mm, $d_1 = 115$ mm. Přejechod čepu na průměr hřídele (osazení) je zaoblený s poloměrem 15 mm.

Úkol: Zkontrolujte dynamickou bezpečnost v místě zaobleného přechodu, $k_{dmin} = 2$.

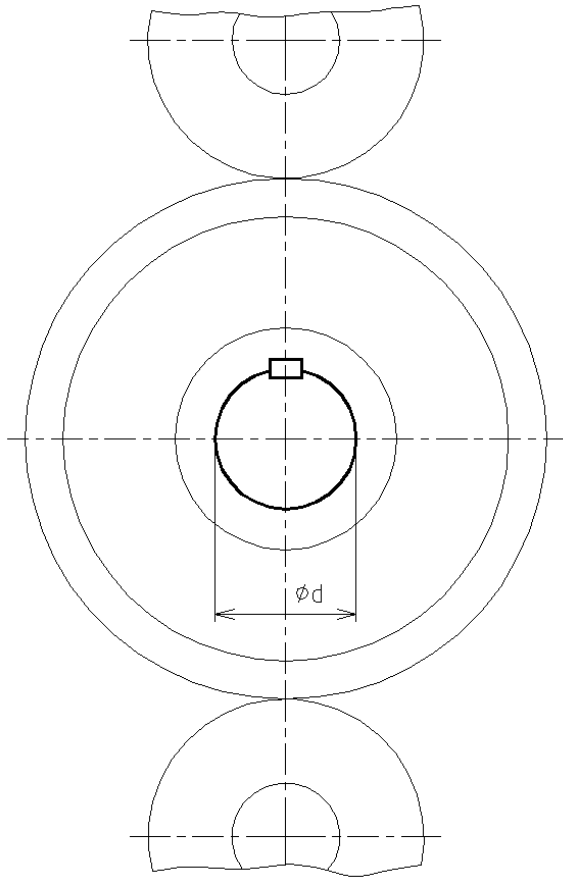


40. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

KMITAVÉ NAMÁHÁNÍ A ÚNAVA MATERIÁLU 6

Dáno: Hnací kolo třecího převodu je upevněno na broušený konec hřídele pomocí těsného pera. Kolem se přenáší maximální výkon $P = 20 \text{ kW}$ při úhlové rychlosti $\omega = 21 \text{ s}^{-1}$. Krouticí moment se mění míjivě. Materiál hřídele je ocel 11 500.

Úkol: Vypočítejte průměr konce hřídele vzhledem ke koncentraci napětí způsobené drážkou pro pero při dynamické bezpečnosti $k_d = 1,2$.



Dáno: Hlava válce kompresoru, který stlačuje vzduch na tlak $p = 0,9 \text{ MPa}$, je upevněna šrouby s metrickým závitem. Rozteč šroubů předpokládáme $t = 150 \text{ mm}$ (těsnost). Průměr (vrtání) válce je $D = 630 \text{ mm}$, šrouby s pevností 500 MPa jsou na roztečné kružnici o průměru $D_s = 730 \text{ mm}$. Šrouby jsou utaženy silou $1,3x$ větší, než je síla připadající na jeden šroub při plném tlaku vzduchu. Požadovaná dynamická bezpečnost je $k_d = 1,3$, vrubový součinitel šroubů je $\beta = 3$ (pro metrické šrouby volíme $2,5-3$), součinitel stavu povrchu $\varepsilon_p = 0,91$.

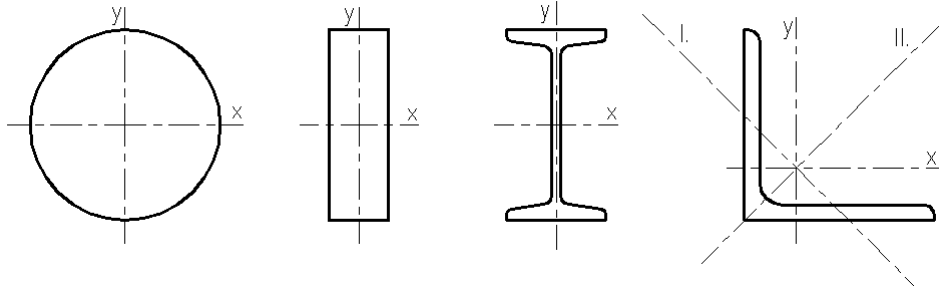
Úkol: Stanovte způsob namáhání šroubů a nakreslete časový průběh napětí a vypočítejte počet šroubů (zaokrouhlete na sudý počet) a velikost závitu.

41. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

VZPĚR 1

Dáno: Čtyři vzpěry s nakreslenými průřezy.

Úkol: Určete, kterým směrem dojde k vybočení, jestliže jsou konce ve směrech os x , y stejně uložené.



Dáno: Vzpěra průřezu I 80 má délku $l = 4\,000$ mm a její oba konce jsou vetknuté.

Úkol: Vypočítejte štíhlost pro dokonalá vetknutí a pro případ, že se předpokládá mírné natočení osy vzpěry.

Dáno: Přímý prut z ocelové trubky o průměrech $D = 40$ mm, $d = 34$ mm má oba konce uložené kloubově a vzdálenost kloubů je $l = 2$ m.

Úkol: Určete maximální provozní sílu, má-li být prut namáhán na vzpěr s požadovanou bezpečností $k = 3$.

42. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

VZPĚR 2

Dáno: Vzpěra mezikruhového průřezu má průměry $D = 160$ mm a $d = 50$ mm a štíhlost 47.

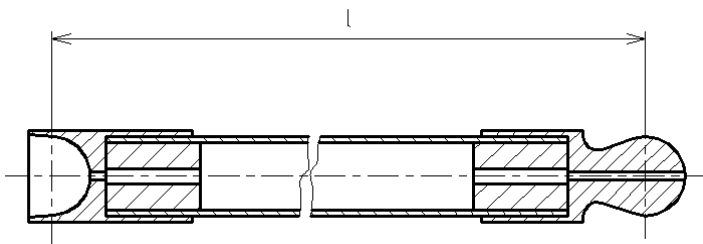
Úkol: Určete štíhlost vzpěry s plným kruhovým průřezem, jehož plocha je stejná jako plocha průřezu mezikruhového (za jinak stejných podmínek).

Dáno: Ocelová vzpěra kruhového průřezu je zatížena osovou tlakovou silou o velikosti $F = 78$ kN. Oba konce jsou uloženy kloubově a jejich vzdálenost je $l = 1\,350$ mm. Požadovaná míra bezpečnosti je $k = 3,5$.

Úkol: Určete průměr vzpěry. (*Pomůcka: předpokládejte pružný vzpěr a na konci výpočtu ověřte jeho platnost*).

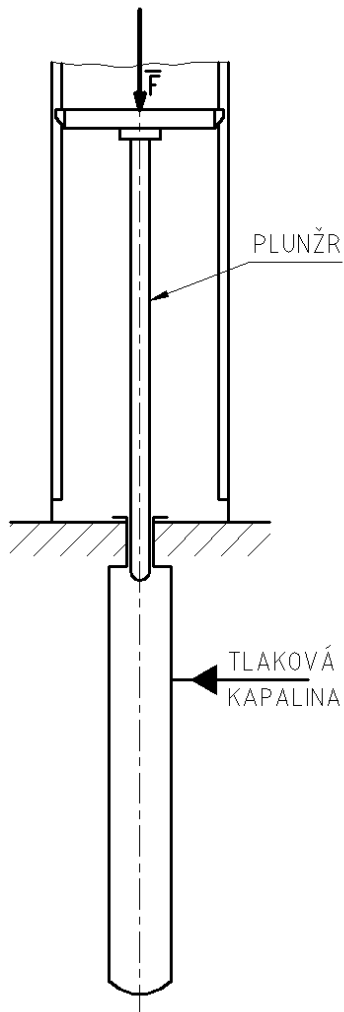
Dáno: Tyčka ventilového rozvodu OHV má mezikruhový průřez s průměry $d_1 = 6$ mm, $d_2 = 4,8$ mm. Přímá vzdálenost středů kulových čepů, jimiž se tyčka opírá o zdvihátko a vahadlo ventilu, je $l = 288$ mm. Osová tlaková síla, nutná pro otevření ventilu, má velikost $F = 275$ N. Tyčka je z oceli 11 500.

Úkol: Zkontrolujte tyčku při součiniteli bezpečnosti $k = 4$ (délku tyčky ztotožněte se vzdáleností středů kloubů).



43. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

VZPĚR 3



Dáno: Hydraulický výtah s přímým pohonem je poháněn ocelovým plunžrem. Plunžr má mezikruhový průřez s průměry $D = 90$ mm a $d = 74$ mm. Plošina výtahu je vedena výtahovou šachtou. V ose plunžru působí tlaková síla o velikosti $F = 8\,000$ N (tíha plošiny a tíha břemene). Výška zdvihu je $l = 6$ m.

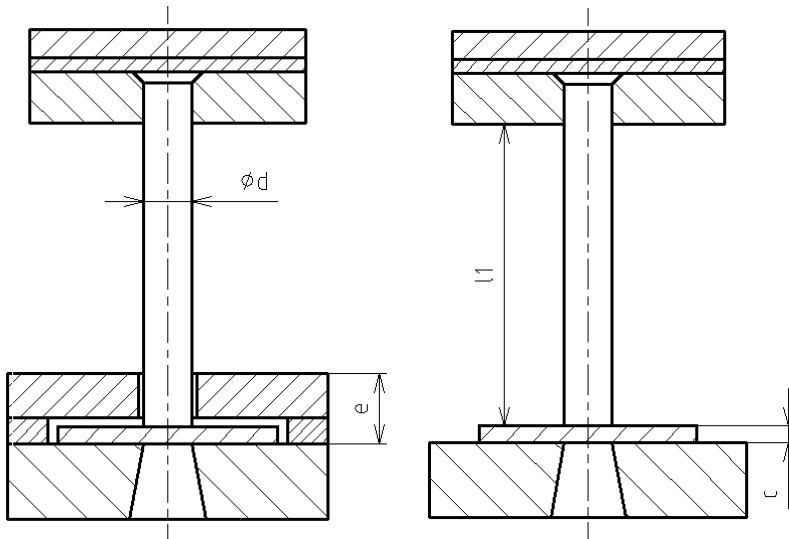
Úkol: Zkontrolujte rozměry plunžru, jestliže součinitel bezpečnosti má být $k = 12$.

44. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

VZPĚR 4

Dáno: Střížným nástrojem máme vystříhovat do plechu o tloušťce $c = 1,5$ mm kruhové otvory o průměru $d = 3$ mm. Plech je z hliníkové slitiny s mezí pevnosti ve smyku $R_{ms} = 98$ MPa. Střížník je zatížen maximální tlakovou silou o velikosti $F = 70\ 100$ N.

Úkol: Zkontrolujte střížník z hlediska tvarové stability v případech, že stříháme s vodící deskou a bez vodící desky. Volná délka střížníku $l_1 = 60$ mm, tloušťka vodící desky je $e = 11,5$ mm. Bezpečnost proti vybočení je $k = 2 - 3$.



Dáno: Vzpěra kruhového průřezu s průměrem $d = 80$ mm má délku $l = 2$ m a je zatížena osovou tlakovou silou $F = 50$ kN. Její konce jsou uloženy v neposuvných kloubech.

Úkol: Určete, o jaký teplotní rozdíl můžeme vzpěru ohřát, aby součinitel bezpečnosti proti vybočení byl ještě $k = 3$. Vzpěra je z oceli, jejíž napětí na mezi úměrnosti je 220 MPa, součinitel tepelné roztažnosti $\alpha = 11,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

45. PRACOVNÍ LIST – PRUŽNOST A PEVNOST

VZPĚR 5

Dáno: Pistní tyč délky $l = 1\,200$ mm má přenášet největší tlakovou sílu o velikosti $F = 196,2$ kN. Tyč má být z oceli 11 500, součinitel bezpečnosti $k = 8$.

Úkol: Navrhněte průměr pistní tyče (II. způsob uložení). Předběžný návrh proveďte na prostý tlak se sníženým dovoleným napětím 60 MPa.

Dáno: Ocelová konstrukce otočného jeřábu je z oceli 10 373. Vzpěra je složena ze dvou U profilů uspořádaných tak, že kvadratické momenty k osám x a y jsou shodné ($J_x = J_y$). Jeřáb nese břemeno o hmotnosti $m = 7\,000$ kg.

Úkol: Navrhněte číslo U profilů a určete jejich vzdálenost.

