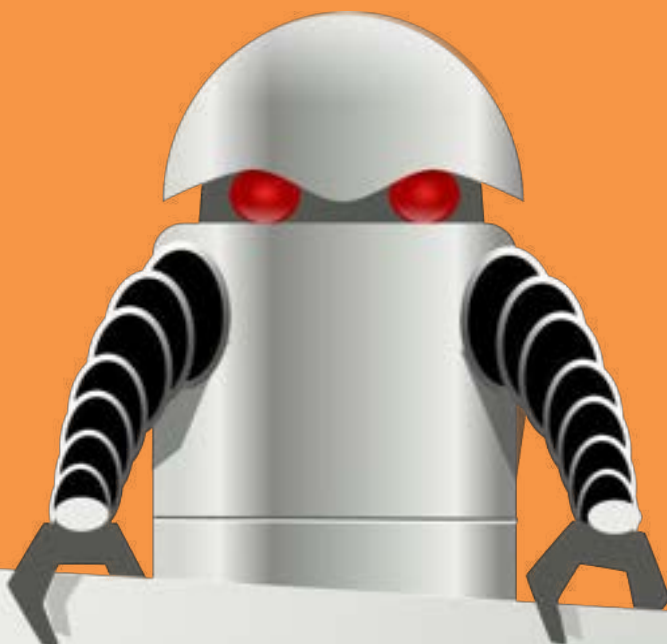


STŘEDNÍ PRŮMYSLOVÁ ŠKOLA STROJNICKÁ A STŘEDNÍ ODBORNÁ ŠKOLA
PROFESORA ŠVEJCARA, PLZEŇ, KLATOVSKÁ 109



Josef Gruber

MECHANIKA I

STATIKA – 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

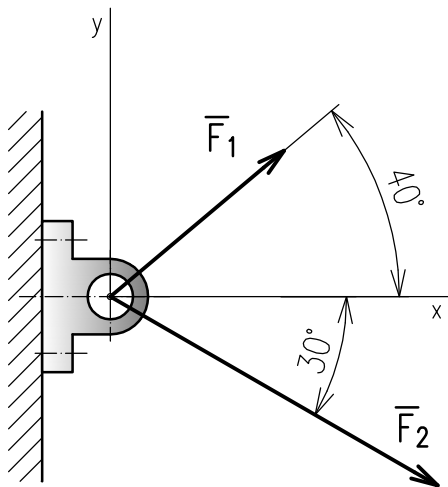


Dílo podléhá licenci Creative Commons Uveďte autora-Nevyužívejte dílo komerčně-Zachovejte licenci 3.0 Česko.

1. STATIKA - GRAFICKÉ SKLÁDÁNÍ DVOU RŮZNOBĚŽNÝCH SIL 1

Graficky určete výslednici dvou sil (velikost a směrový úhel).

Dáno: $F_1 = 600 \text{ N}$, $F_2 = 1\,000 \text{ N}$, měřítko sil určete na základě odměření z obrázku umístění.



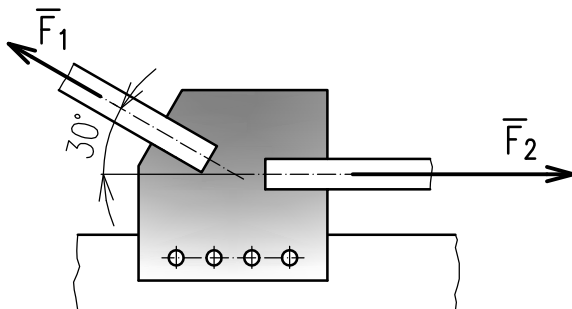
Měřítko sil:

Silový trojúhelník:

$FR =$

$\alpha =$

Dáno: $F_1 = 1\,200 \text{ N}$, $F_2 = 800 \text{ N}$, měřítko sil volte (síly nejsou kresleny v měřítku).



Měřítko sil:

Zobrazení posunutých sil v měřítku:

Silový trojúhelník:

$FR =$

$\alpha =$

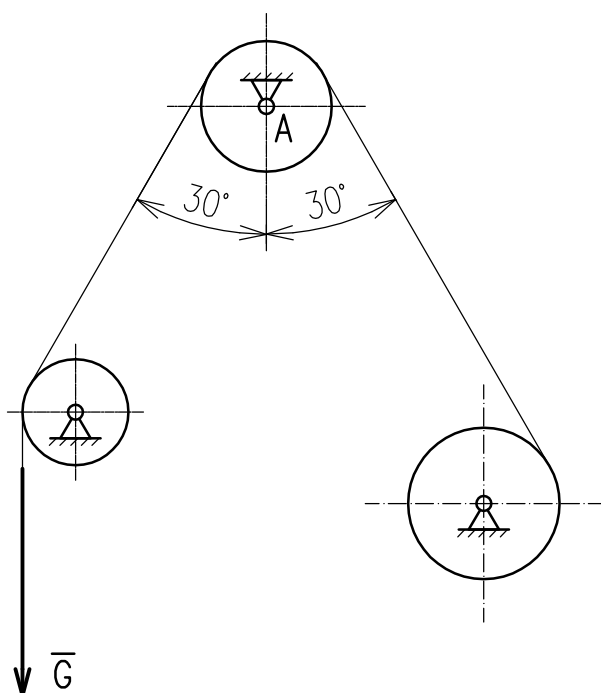
2. STATIKA - GRAFICKÉ SKLÁDÁNÍ DVOU RŮZNOBĚŽNÝCH SIL 2

Dáno: $G = 3\,000\text{ N}$, měřítko určete odměřením.

Graficky určete: Výslednici sil působící na stropní kladku v bodě A.

Měřítko sil:

Silový trojúhelník:



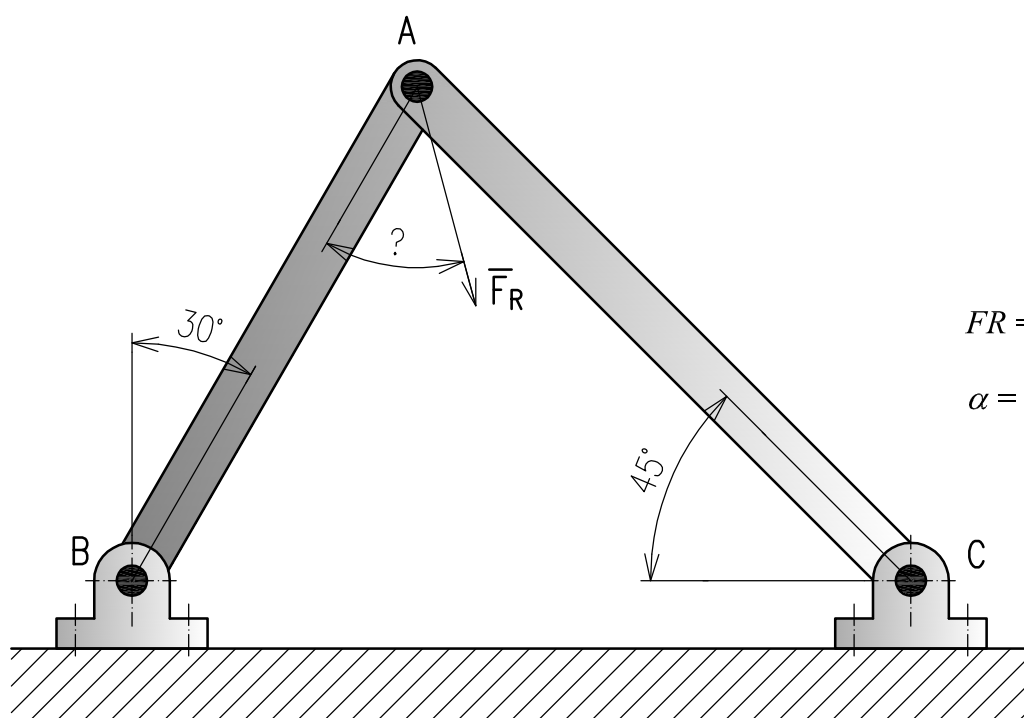
$FR =$

$\alpha =$

Dáno: Síla ve směru AB o velikosti 40 N, síla ve směru AC o velikosti 60 N.

Graficky určete: Výslednici sil FR a její úhel od ramene AB.

Měřítko sil:



$FR =$

$\alpha =$

3. STATIKA - ROZKLAD SÍLY DO DVOU RŮZNOBĚŽNÝCH SLOŽEK 1

Graficky i početně rozložte danou sílu na složky v určených směrech (x, y nebo 1, 2) a stanovte měřítko sil.

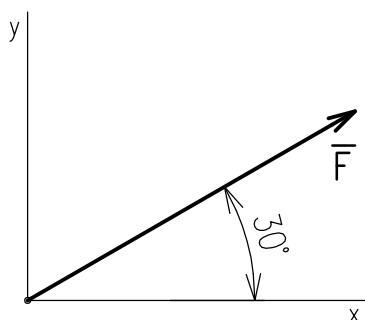
Dáno: $F = 500 \text{ N}$.

Graficky

$mF =$

$F_x =$

$F_y =$



Početně

$F_x =$

$F_y =$

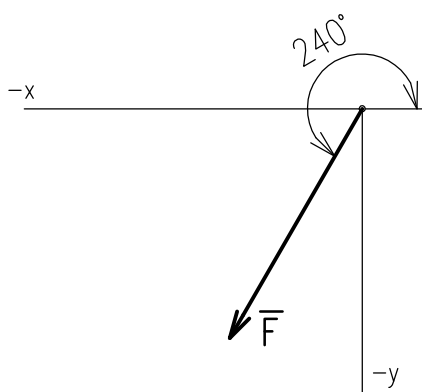
Dáno: $F = 70 \text{ N}$.

Graficky

$mF =$

$F_x =$

$F_y =$



Početně

$F_x =$

$F_y =$

Dáno: $F = 12 \text{ kN}$.

Graficky

$mF =$

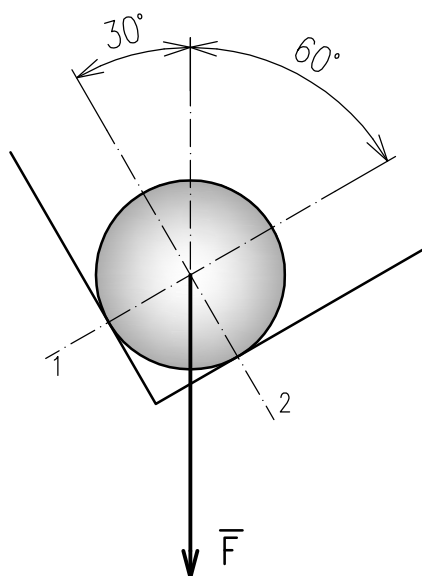
$F_1 =$

$F_2 =$

Početně

$F_1 =$

$F_2 =$



Dáno: tlak na píst $p = 0,4 \text{ MPa}$

Graficky

$mF =$

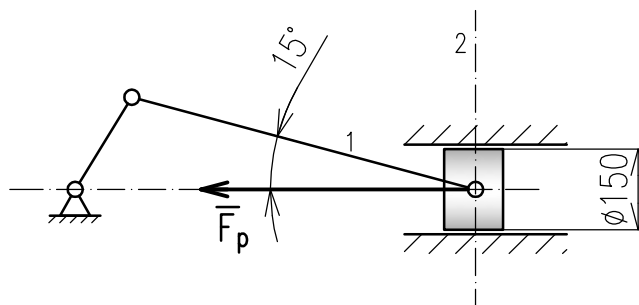
$F_1 =$

$F_2 =$

Početně

$F_1 =$

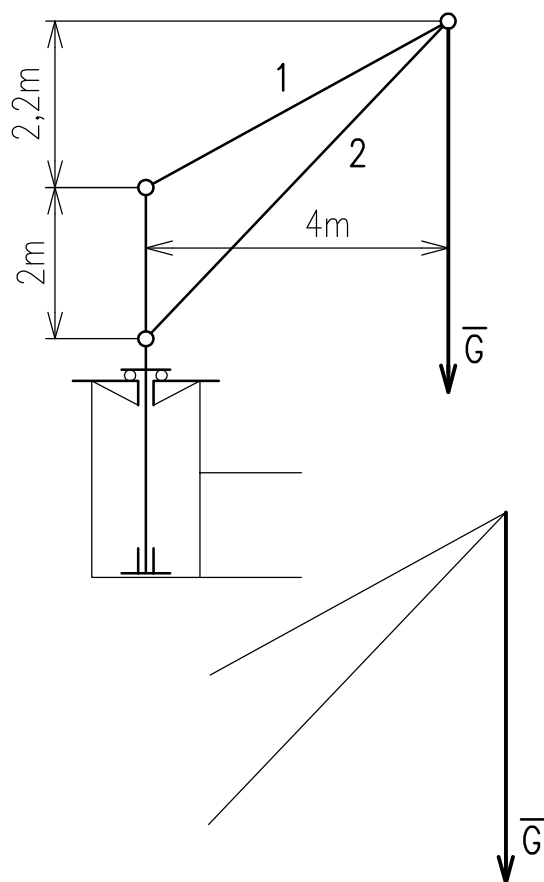
$F_2 =$



4. STATIKA - ROZKLAD SÍLY DO DVOU RŮZNOBĚŽNÝCH SLOŽEK 2

Dáno: Hmotnost břemene na otočném jeřábu $m = 5\,000\text{ kg}$.

Proveďte: Graficky rozložte tíhovou sílu břemene na složky ve směrech prutů 1 a 2. Měřítko síly G určete odměřením.

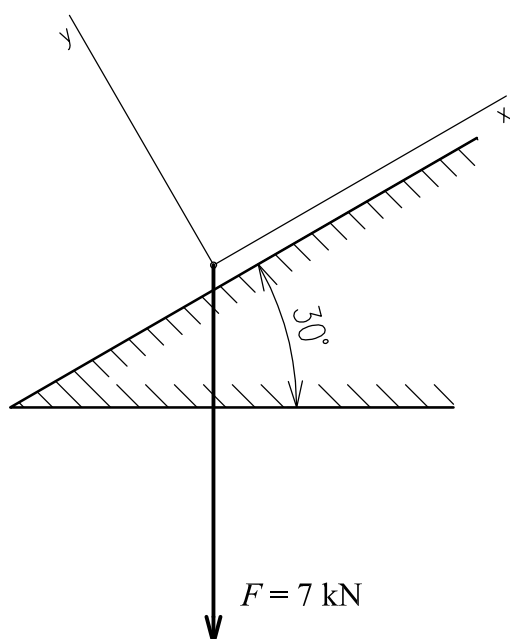


$$mF =$$

$$F1 =$$

$$F2 =$$

Početně rozložte danou sílu do směrů udaných souřadných os.



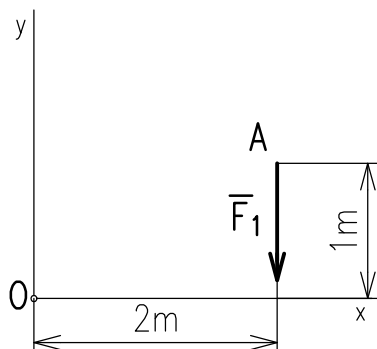
$$F_x =$$

$$F_y =$$

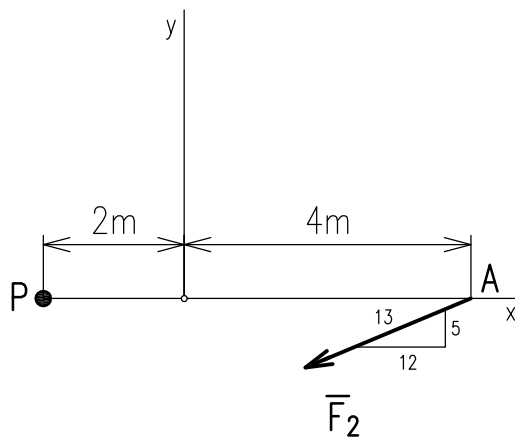
5. STATIKA - MOMENT SÍLY K BODU

Dáno: Síly $F_1 = 200\text{ N}$ a $F_2 = 260\text{ N}$.

Proveďte: Výpočet momentu síly F_1 k bodu O a momentu síly F_2 k bodu P.



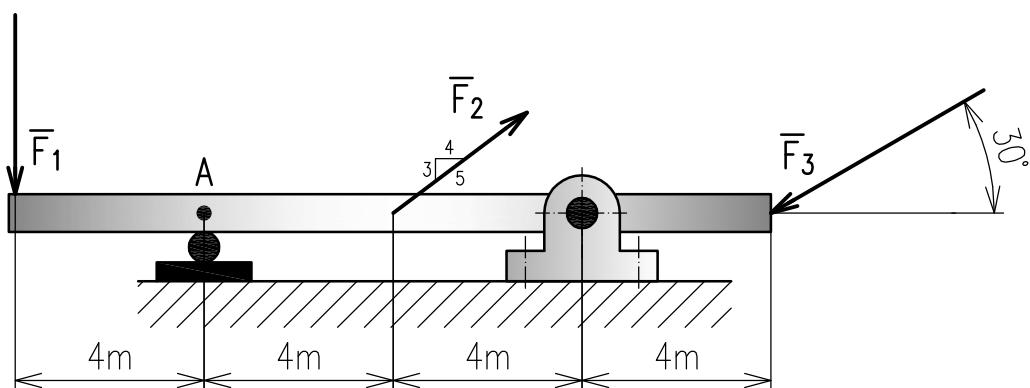
$M_O =$



$M_P =$

Dáno: Síly $F_1 = 400\text{ N}$, $F_2 = 250\text{ N}$, $F_3 = 500\text{ N}$.

Proveďte: Výpočet momentů jednotlivých sil k bodu A.



$M_1 =$

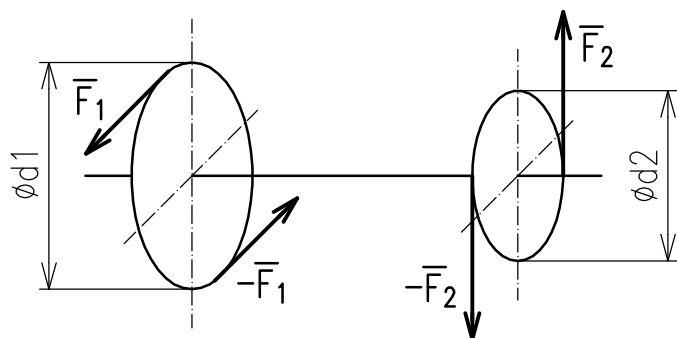
$M_2 =$

$M_3 =$

6. STATIKA - SILOVÁ DVOJICE, PŘELOŽENÍ SÍLY

Dáno: Síla $F_1 = 200 \text{ N}$, $d_1 = 300 \text{ mm}$, $d_2 = 120 \text{ mm}$

Proveďte: Nahraďte danou dvojici sil $\mathbf{F}_1$ silovou dvojicí $\mathbf{F}_2$ ležící v rovnoběžné rovině.

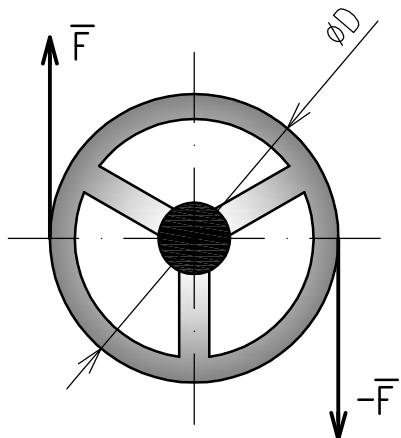


$M =$

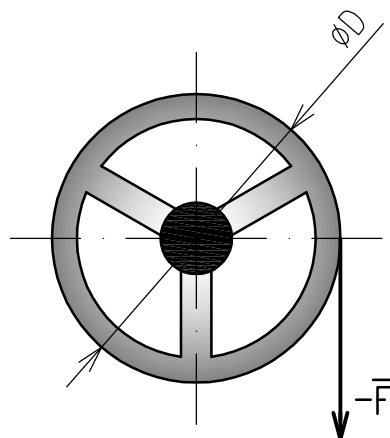
$F_2 =$

Dáno: Síla $F = 50 \text{ N}$, $D = 300 \text{ mm}$

Proveďte: V prvním případě vypočtete moment silové dvojice, ve druhém přeložte sílu do osy volantu a porovnejte silové účinky v obou případech.



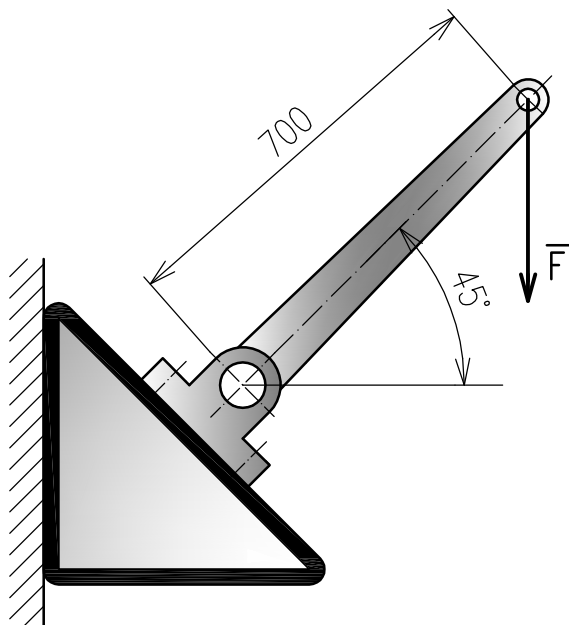
$M =$



$M =$

Dáno: Síla $F = 100 \text{ N}$

Proveďte: Přeložte sílu do otočného bodu páky.



$M =$

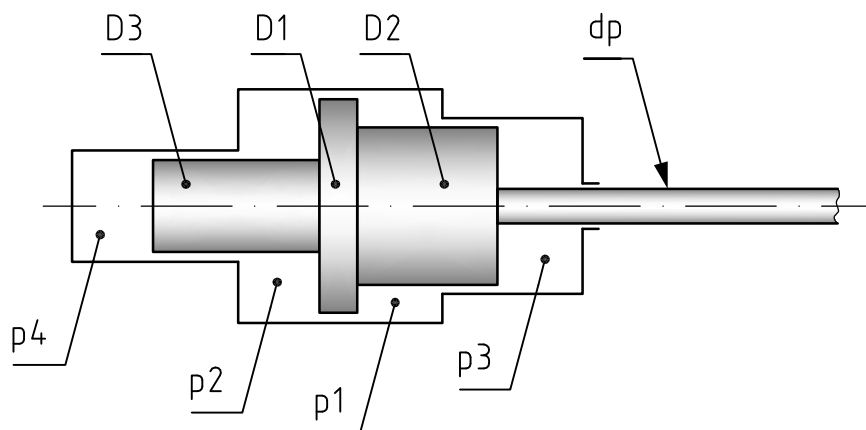
7. STATIKA - ROVINNÁ SOUSTAVA SIL PŮSOBÍCÍCH V TÉŽE VEKTOROVÉ PŘÍMCE

Dáno: Lokomotiva táhne vlak složený z 12 vagónů. Každý vagón má tíhu 64 MN a odpor proti jeho pohybu činí 1/15 tíhy. Lokomotiva má tíhu 110 MN a odpor proti pohybu je 1/20 tíhy.

Proved'te: Určete početně tažnou sílu lokomotivy **F**.

Dáno: Diferenciální píst kompresoru o daných rozměrech, na plochy pístu působí dané tlaky: $D1 = 300 \text{ mm}$, $D2 = 172 \text{ mm}$, $D3 = 96 \text{ mm}$, $dp = 33 \text{ mm}$, $p1 = 0,1 \text{ MPa}$, $p2 = 0,28 \text{ MPa}$, $p3 = 0,78 \text{ MPa}$, $p4 = 2,2 \text{ MPa}$.

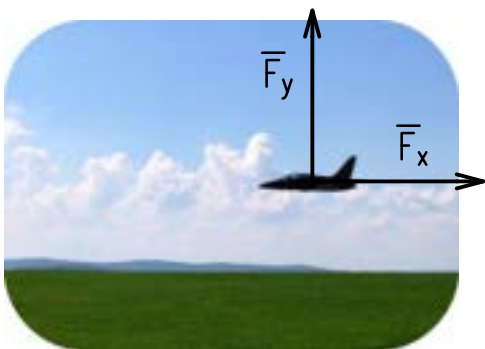
Proved'te: Grafické i početní určení výsledné síly působící na pístní tyč.



Tlakové síly na píst:

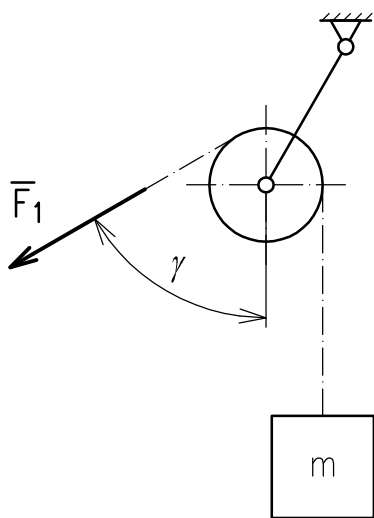
8. STATIKA - ROVINNÁ SOUSTAVA SIL, JEJICHŽ NOSITELKY PROCHÁZEJÍ SPOLEČNÝM BODEM 1

Dáno: Na letadlo působí během letu odpor $F_x = 7\,900\text{ N}$ a vztlak $F_y = 117\,000\text{ N}$.
Proved'te: Grafické a početní určení výsledné aerodynamické síly FR .



Dáno: Břemeno o hmotnosti $m = 600\text{ kg}$ je zvedáno přes pevnou kladku. Ta je zavěšena kyvně na rameni. Větve lana svírají úhel 60° .

Proved'te: Určení výsledné síly, která namáhá závěs, a určení velikosti úhlu sklonu závěsu. Od ruky naznačte grafické řešení a řešte početně.



$F_1 =$

Náčrt:

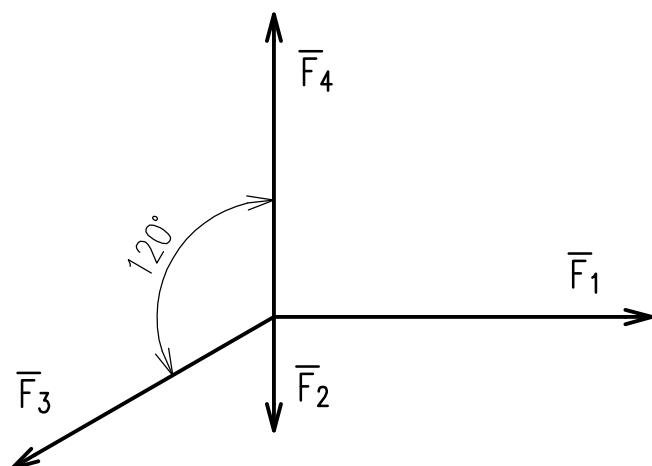
$FR =$

$\alpha =$

9. STATIKA - ROVINNÁ SOUSTAVA SIL, JEJICHŽ NOSITELKY PROCHÁZEJÍ SPOLEČNÝM BODEM 2

Dáno: Soustava 4 různoběžných sil o velikostech: $F_1 = 100 \text{ kN}$, $F_2 = 30 \text{ kN}$, $F_3 = 80 \text{ kN}$, $F_4 = 80 \text{ kN}$.

Proveďte: Grafické a početní určení výslednice FR . Měřítko určete odměřením z obrázku.



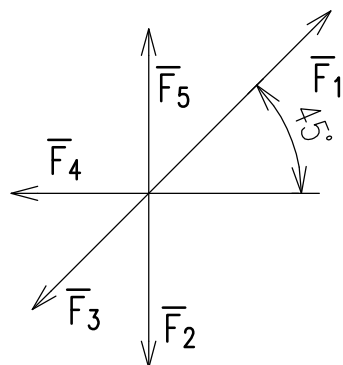
$FR =$

$\alpha =$

10. STATIKA - ROVINNÁ SOUSTAVA SIL, JEJICHŽ NOSITELKY PROCHÁZEJÍ SPOLEČNÝM BODEM 3

Dáno: Soustava 5 různoběžných sil o velikostech: $F_1 = 4\,500\text{ N}$, $F_2 = 3\,500\text{ N}$, $F_3 = 3\,000\text{ N}$, $F_4 = 2\,000\text{ N}$, $F_5 = 2\,500\text{ N}$.

Proveďte: Grafické a početní určení výslednice FR . Měřítko zvolte a síly zobrazte.



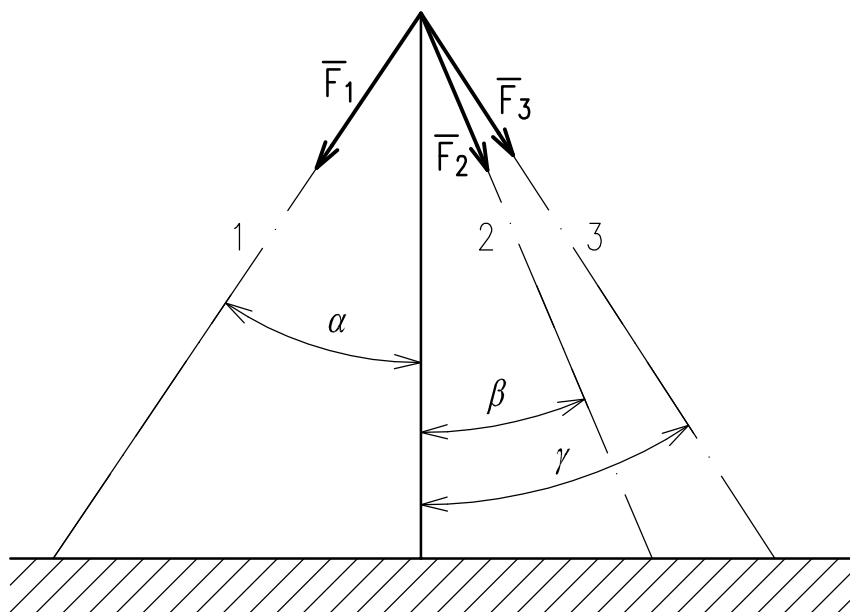
$FR =$

$\alpha =$

11. STATIKA - ROVINNÁ SOUSTAVA SIL, JEJICHŽ NOSITELKY PROCHÁZEJÍ SPOLEČNÝM BODEM 4

Dáno: Sloup je upevněn třemi lany, která jsou v jedné rovině. Lano 1 je napínáno silou $F_1 = 518$ N a svírá s osou sloupu úhel $\alpha = 34^\circ$. Lano 2 svírá s osou sloupu úhel $\beta = 23^\circ$ a je napínáno silou $F_2 = 287$ N.

Proveďte: Určení úhlu γ , pod nímž má být napjato lano 3, má-li být zatíženo silou $F_3 = 329$ N, a má-li sloup být zatížen svislou výslednicí FR . Grafické řešení proveďte od ruky jako rozbor úlohy.



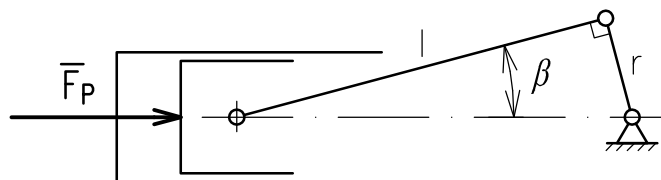
$$\gamma =$$

$$FR =$$

12. STATIKA - ROVINNÁ SOUSTAVA SIL, JEJICHŽ NOSITELKY PROCHÁZEJÍ SPOLEČNÝM BODEM 5

Dáno: Na píst spalovacího motoru působí tlaková síla $F_p = 3\,500\text{ N}$. Mechanismus je v poloze, kdy osy kliky a ojnice jsou vzájemně kolmé.

Proveďte: Grafické a početní určení síly v ojnici F_o a síly na stěnu válce N . Měřítko zvolte, úhel odměřte.

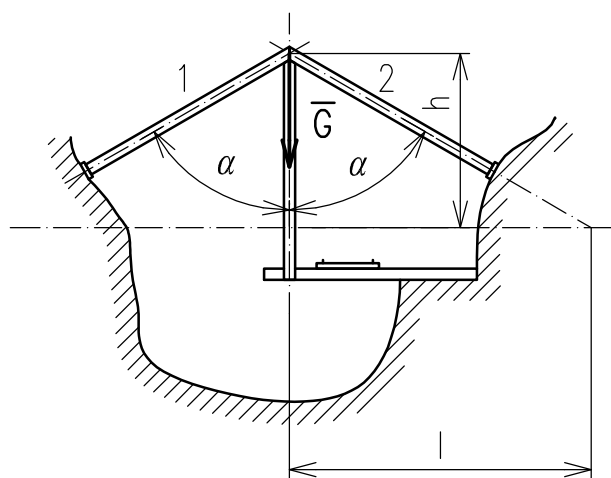


$$F_o =$$

$$N =$$

Dáno: V rokli vede trať visuté dráhy a je zavěšena na konzolách. Na jednu konzolu připadá síla $G = 500\text{ kN}$. Rozměry $h = 6,1\text{ m}$, $l = 11,65\text{ m}$.

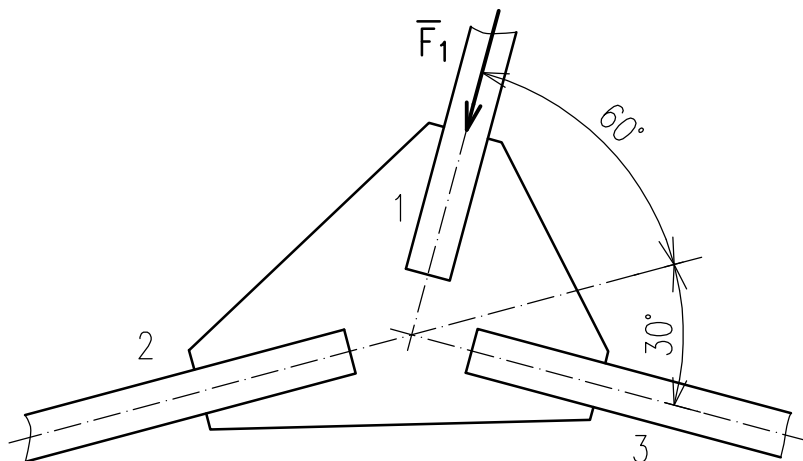
Proveďte: Grafické a početní řešení sil v prutech 1, 2 závěsu.



13. STATIKA - ROVINNÁ SOUSTAVA SIL, JEJICHŽ NOSITELKY PROCHÁZEJÍ SPOLEČNÝM BODEM 6

Dáno: Tři pruty a styčnický plech tvoří svařovaný styčník prutové konstrukce. V prutu 1 působí síla $F_1 = 1\,320\text{ N}$.

Proveďte: Určení sil F_2 a F_3 tak, aby udržely v rovnováze sílu F_1 .



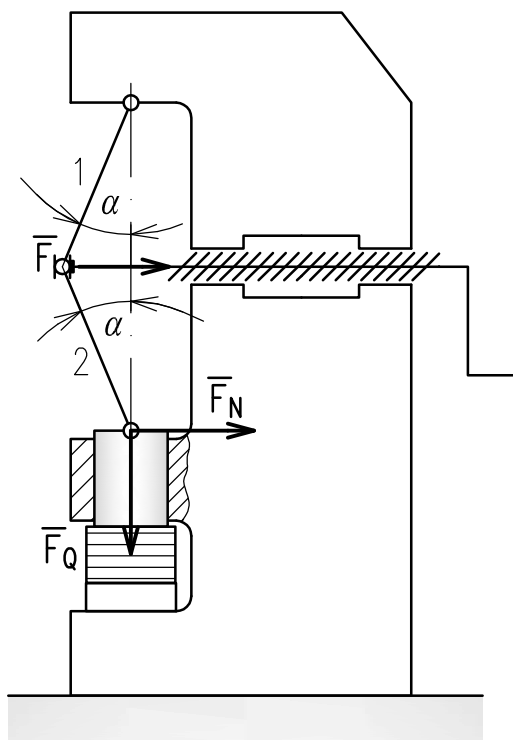
$$F_2 =$$

$$F_3 =$$

14. STATIKA - ROVINNÁ SOUSTAVA SIL, JEJICHŽ NOSITELKY PROCHÁZEJÍ SPOLEČNÝM BODEM 7

Dáno: Ruční pákový lis je pohybovým šroubem, poháněným ruční klikou, zatížen silou $F = 1\,500\text{ N}$.

Proveďte: Určení sil F_1 a F_2 ve vzpěrách 1, 2, lisovací sílu F_Q a boční sílu F_N . Úhel odměřte.



$$F_1 =$$

$$F_2 =$$

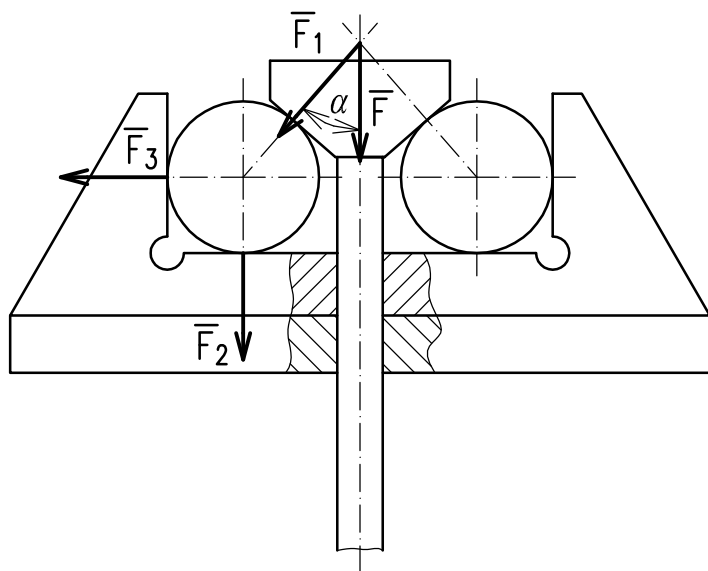
$$F_Q =$$

$$F_N =$$

15. STATIKA - ROVINNÁ SOUSTAVA SIL, JEJICHŽ NOSITELKY PROCHÁZEJÍ SPOLEČNÝM BODEM 8

Dáno: V přípravku jsou upnuty dvě válcové součásti. V ose upínacího táhla působí síla $F = 465 \text{ N}$. $\alpha = 50^\circ$.

Proveďte: Určení upínací síly F_1 a sil F_2 , F_3 , kterými součást působí na upínací plochy přípravku. Hmotnosti součástí zanedbejte.



$$F_1 =$$

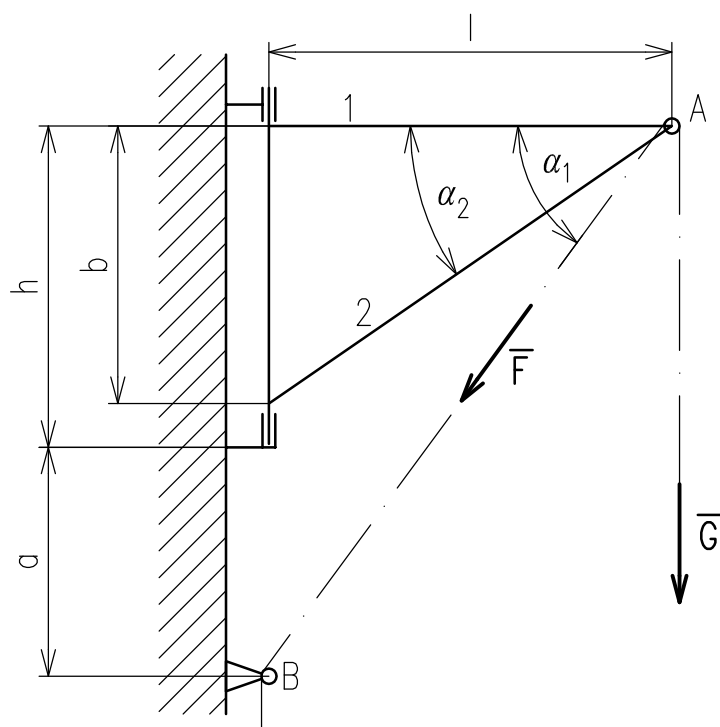
$$F_2 =$$

$$F_3 =$$

16. STATIKA - ROVINNÁ SOUSTAVA SIL, JEJICHŽ NOSITELKY PROCHÁZEJÍ SPOLEČNÝM BODEM 9

Dáno: Skladištní konzolový jeřáb nese břemeno $G = 2500$ N. Rozměry konstrukce jsou $l = 2$ m, $h = 1,84$ m, $a = 1,2$ m, $b = 1,6$ m. $F = G$.

Proved'te: Určení sil v prutech 1 a 2. Uvažujte, že všechny síly procházejí společným bodem A.



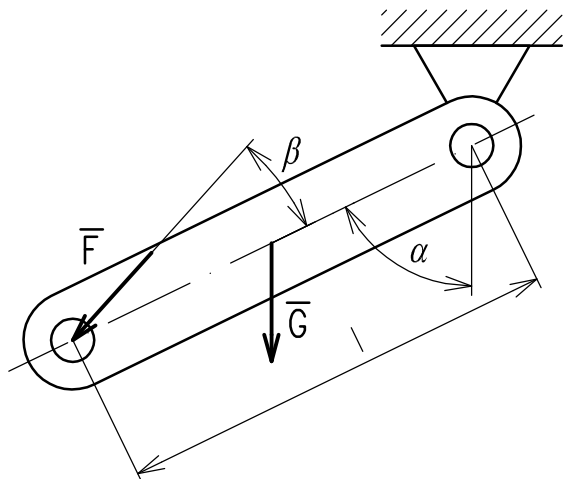
$$F_1 =$$

$$F_2 =$$

17. STATIKA - MOMENTOVÁ VĚTA 1

Dáno: Jednoramenná páka a o tíze $G = 76 \text{ N}$ a délce $l = 480 \text{ mm}$ je vychýlena ze svislé polohy o úhel $\alpha = 64^\circ$.

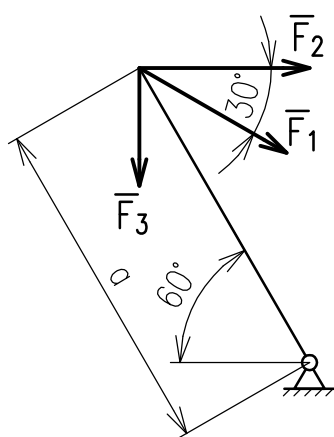
Proveďte: Určení síly F pod úhlem $\beta = 42^\circ$ tak, aby na páku působil výsledný moment $M = 830 \text{ Nm}$.



$$F =$$

Dáno: Na rameno délky $a = 90 \text{ mm}$ působí tři síly: $F_1 = 60 \text{ N}$, $F_2 = 60 \text{ N}$, $F_3 = 30 \text{ N}$.

Proveďte: Určení výsledného momentu k otočnému bodu.

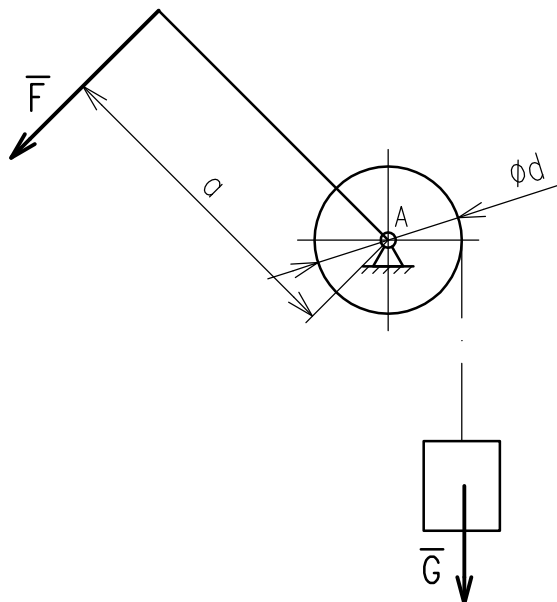


$$M =$$

18. STATIKA - MOMENTOVÁ VĚTA 2

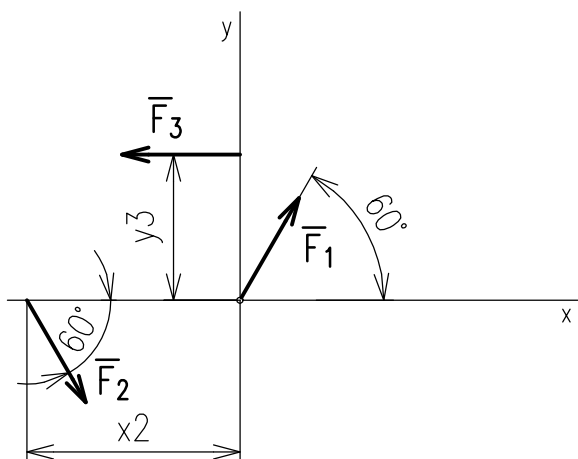
Dáno: Na rumpálu visí břemeno tíhy $G = 1\,200\text{ N}$. Průměr bubnu je $d = 200\text{ mm}$, délka kliky je $a = 450\text{ mm}$.

Proveďte: Výpočet velikosti síly F .



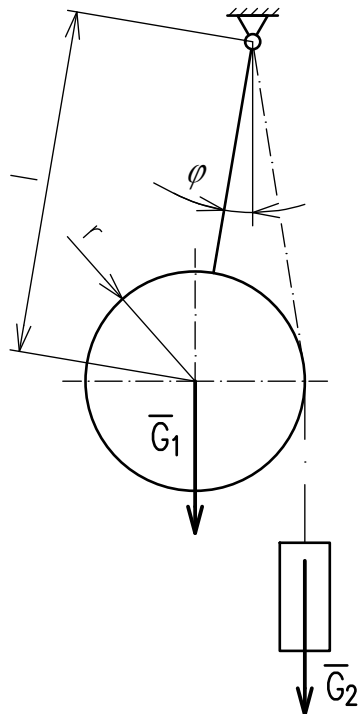
Dáno: Soustava tří sil stejné velikosti 750 N , $x_2 = 3\text{ m}$, $y_3 = 2\text{ m}$.

Proveďte: Určení výsledných účinků a posouzení, zda může být tato soustava v rovnováze.



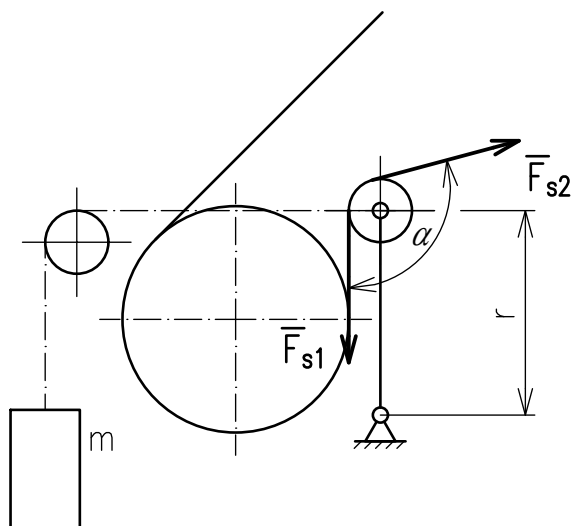
19. STATIKA - MOMENTOVÁ VĚTA 3

Dáno: Koule na pevné tyči je volně zavěšena. Hmotnost koule je $m_1 = 10 \text{ kg}$. $l = 0,4 \text{ m}$, $r = 0,2 \text{ m}$.
Proved'te: Určení úhlu φ , o který vychýlí kouli závaží o hmotnosti $m_2 = 5 \text{ kg}$.



Dáno: Napínací kladka vyvodí v plochem řemenu síly $F_{s1} = F_{s2} = 1\,500 \text{ N}$.
Proved'te: Určení potřebné hmotnosti závaží m . Úhel $\alpha = 120^\circ$.

Silové poměry na napínací kladce:

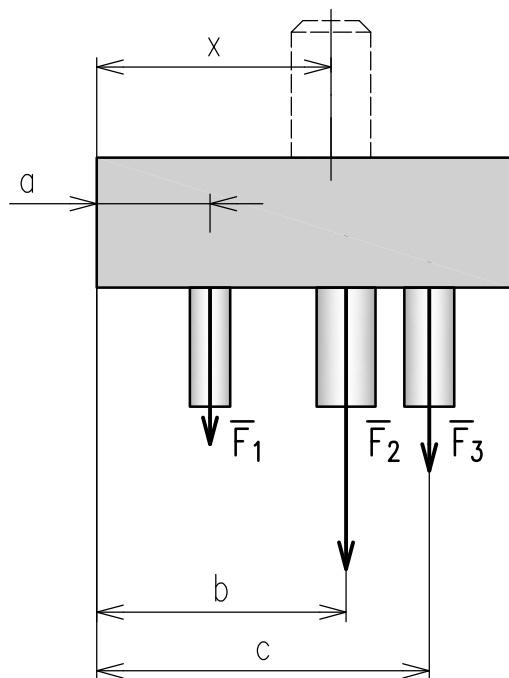


Rovnováha momentů:

20. STATIKA - VÝSLEDNICE OBECNÉ ROVINNÉ SOUSTAVY SIL 1

Dáno: Prostřihovacím nástrojem se vystřihují tři otvory, přičemž v jednotlivých střížnicích působí síly $F_1 = 5\,600\text{ N}$, $F_2 = 8\,900\text{ N}$, $F_3 = 6\,300\text{ N}$. $a = 150\text{ mm}$, $b = 330\text{ mm}$, $c = 440\text{ mm}$.

Proveďte: Určení polohy x stopky tak, aby výsledná síla působila v její ose. Měřítko pro grafické řešení určete na základě odměření.



Měřítko délek a sil:

Silový mnohoúhelník, vlákna:

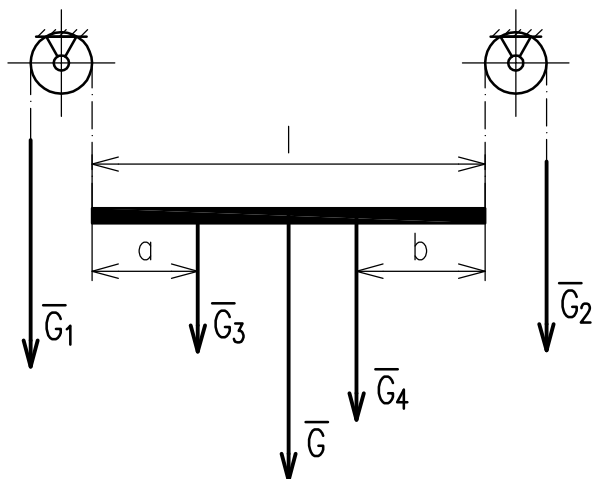
Početní řešení:

21. STATIKA - VÝSLEDNICE OBECNÉ ROVINNÉ SOUSTAVY SIL 2

Dáno: Na tyči o tíze $G = 35 \text{ N}$ a délce $l = 520 \text{ mm}$ jsou zavěšena závaží o tíhách $G_3 = 18 \text{ N}$ a $G_4 = 27 \text{ N}$. Tyč je odlehčena kladkami, na kterých jsou lanka se závažími $G_1 = 30 \text{ N}$ a $G_2 = 25 \text{ N}$. Vzdálenosti $a = 140 \text{ mm}$, $b = 170 \text{ mm}$.

Proveďte: Stanovení vzdálenosti x , v níž musíme tyč podepřít, aby zůstala v rovnováze. (Určení polohy výslednice soustavy sil). Měřítka pro grafické řešení určete odměřením.

Měřítka délek a sil:



Silový mnohoúhelník, vlákna:

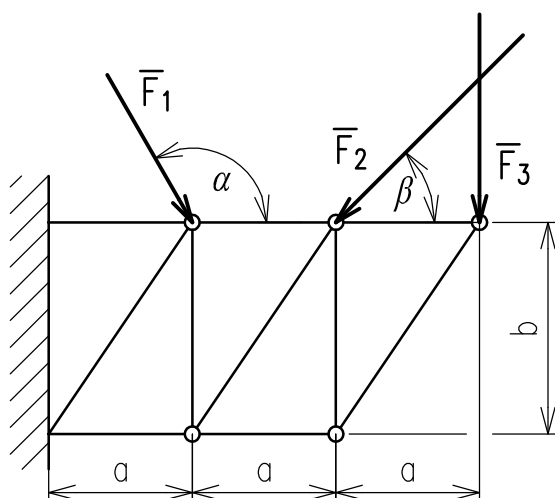
Početní řešení:

22. STATIKA - VÝSLEDNICE OBECNÉ ROVINNÉ SOUSTAVY SIL 3

Dáno: Na prutovou konstrukci působí tři síly $F_1 = 900 \text{ N}$, $F_2 = 1\,400 \text{ N}$, $F_3 = 1\,100 \text{ N}$. $\alpha = 120^\circ$, $\beta = 45^\circ$, $a = 380 \text{ mm}$, $b = 560 \text{ mm}$.

Proveďte: Určení velikosti výslednice a polohu jejího průsečíku s horní hranou konstrukce.

Měřítko pro grafické řešení určete odměřením.



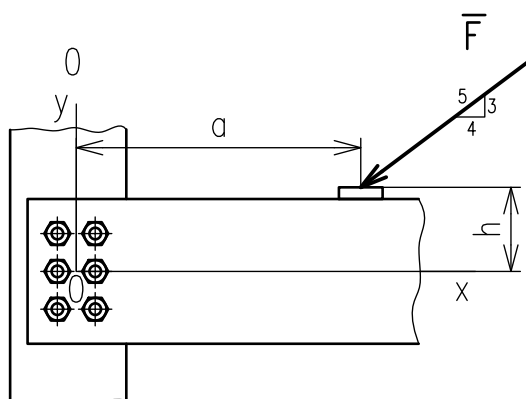
Měřítko délek a sil:

Silový mnohoúhelník, vlákna:

Početní řešení:

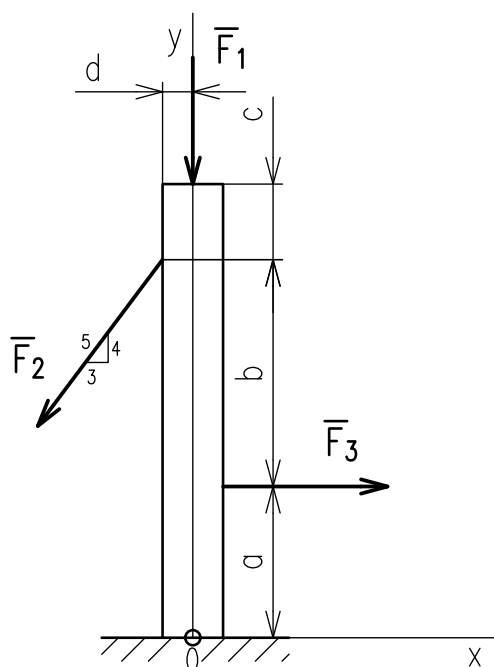
23. STATIKA - VÝSLEDNICE OBECNÉ ROVINNÉ SOUSTAVY SIL 4

Dáno: Prvek konstrukce je zatížen silou $F = 8 \text{ kN}$. Vzdálenosti $a = 180 \text{ mm}$, $h = 60 \text{ mm}$.
Proved'te: Přeložení síly do bodu 0 a doplnění momentem dvojice.



Dáno: Na sloup působí tři síly $F_1 = 30 \text{ N}$, $F_2 = 60 \text{ N}$ a $F_3 = 40 \text{ N}$ ve vzdálenostech $a = 2 \text{ m}$, $b = 3 \text{ m}$, $c = 1 \text{ m}$, $d = 0,4 \text{ m}$.

Proved'te: Náhradu soustavy výslednicí a momentem v bodě 0.



Částečná výslednice FR_x :

Částečná výslednice FR_y :

Výslednice FR :

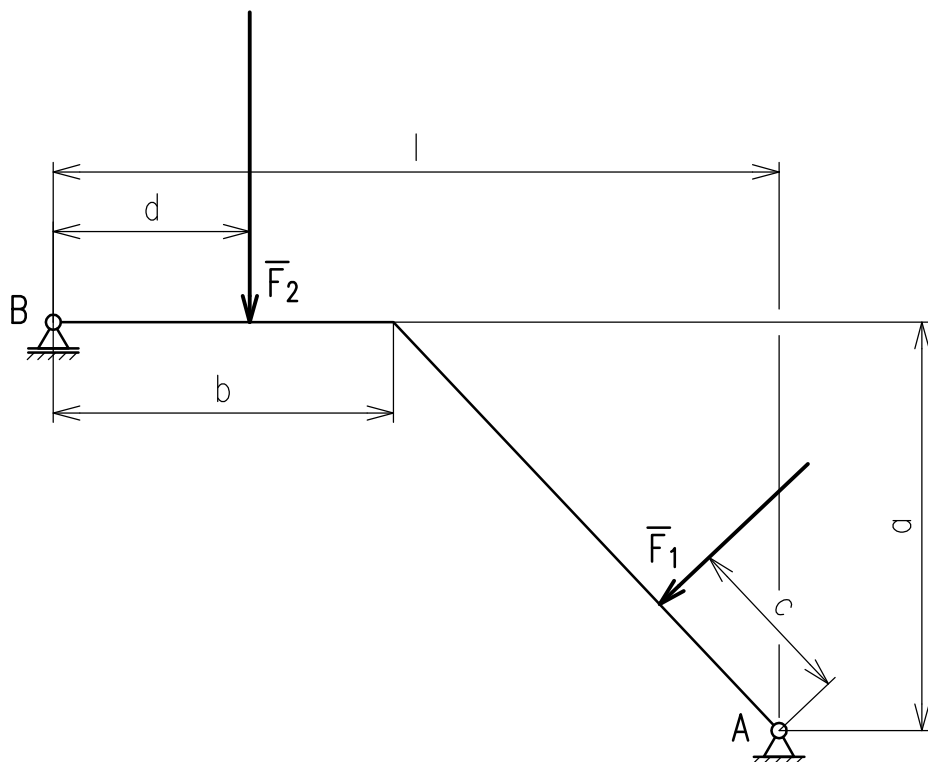
Směrový úhel:

Moment M_0 :

24. STATIKA - ROVNOVÁHA OBECNÉ ROVINNÉ SOUSTAVY SIL 1

Dáno: Na lomený nosník působí dvě síly $F_1 = 270 \text{ N}$, $F_2 = 410 \text{ N}$. Vzdálenosti $a = 540 \text{ mm}$, $b = 450 \text{ mm}$, $c = 230 \text{ mm}$, $d = 260 \text{ mm}$, $l = 960 \text{ mm}$.

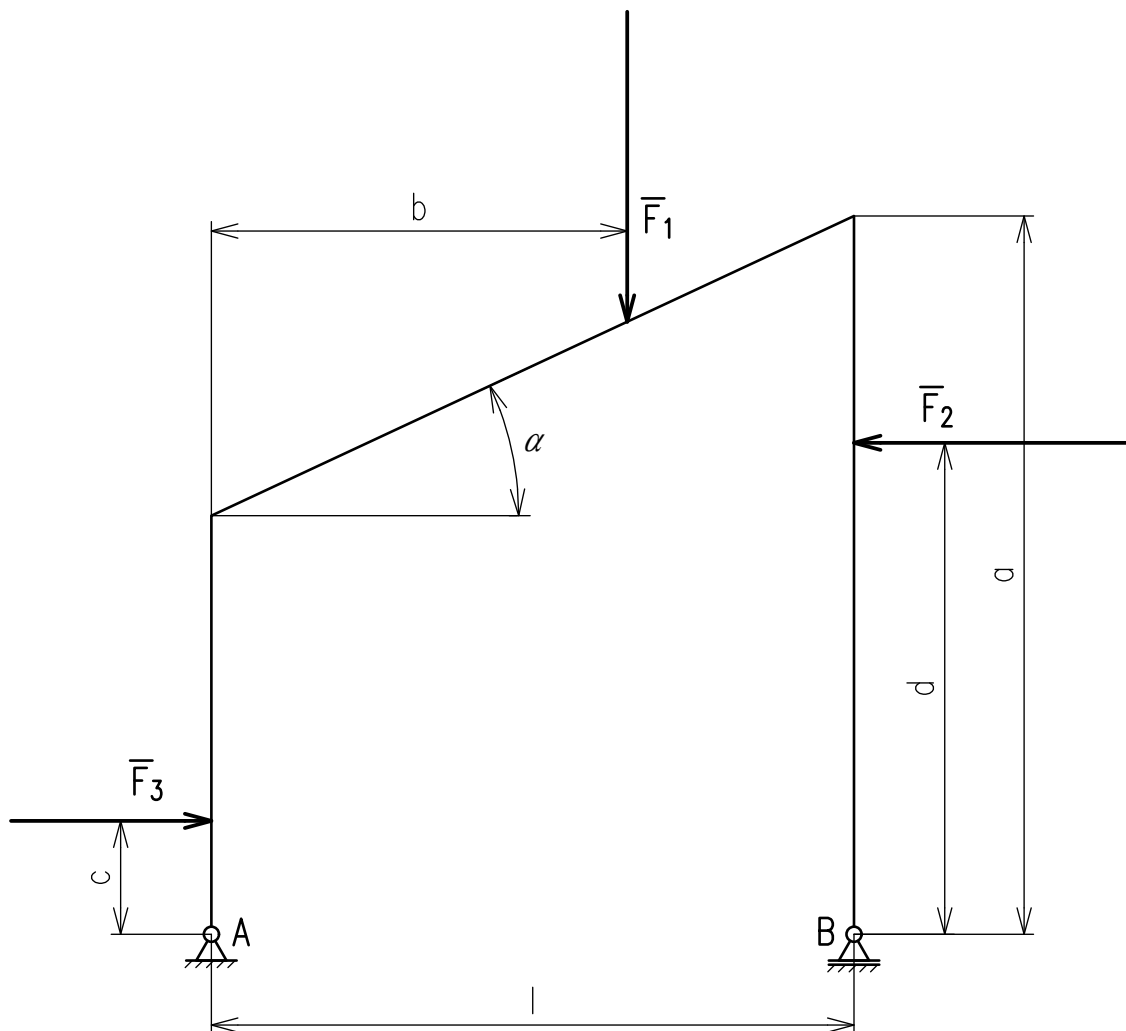
Proveďte: Grafické určení vazbových sil F_A , F_B . Měřítko určete odměřením.



25. STATIKA - ROVNOVÁHA OBECNÉ ROVINNÉ SOUSTAVY SIL 2

Dáno: Na rám působí tři síly $F_1 = 820 \text{ N}$, $F_2 = 740 \text{ N}$ a $F_3 = 530 \text{ N}$. Vzdálenosti $a = 540 \text{ mm}$, $b = 450 \text{ mm}$, $c = 230 \text{ mm}$, $d = 260 \text{ mm}$, $l = 960 \text{ mm}$.

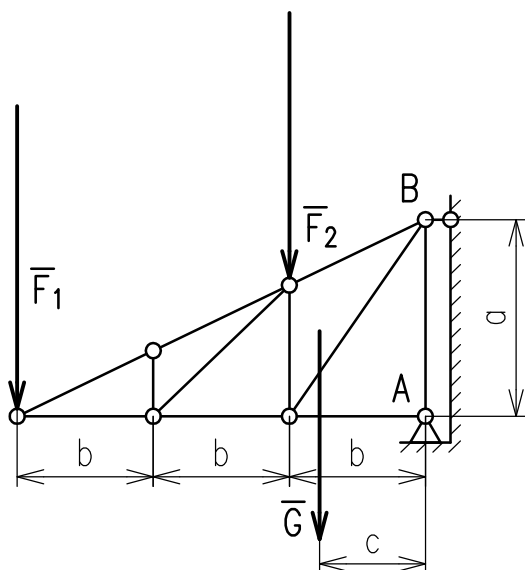
Proveďte: Určení vazbových sil F_A , F_B . Měřítka pro grafické řešení určete odměřením.



26. STATIKA - ROVNOVÁHA OBECNÉ ROVINNÉ SOUSTAVY SIL 3

Dáno: Na prutovou konstrukci konzoly působí vlastní tíha $G = 1\,100\text{ N}$ a dvě síly $F_1 = 1\,600\text{ N}$, $F_2 = 1\,400\text{ N}$. Vzdálenosti $a = 1,3\text{ m}$, $b = 0,9\text{ m}$, $c = 0,7\text{ m}$.

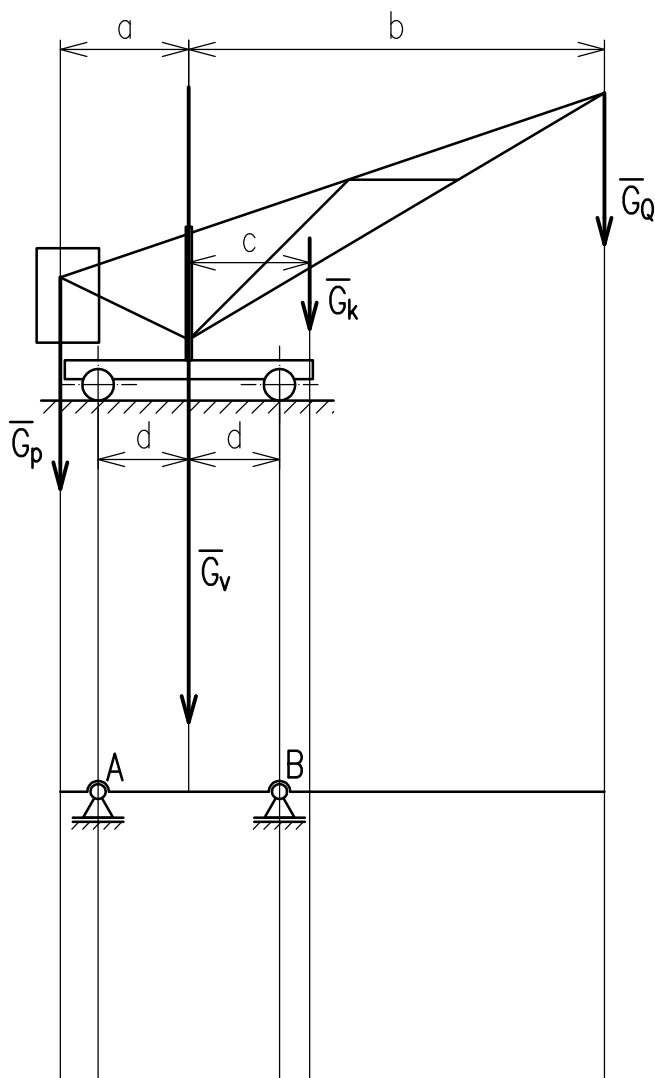
Proveďte: Určení vazbových sil F_A , F_B . Měřítko pro grafické řešení určete odměřením.



27. STATIKA - ROVNOVÁHA OBECNÉ ROVINNÉ SOUSTAVY SIL 4

Dáno: Na kolejový jeřáb působí tyto síly: tíha břemene $G_Q = 10\,000\text{ N}$, tíha konstrukce $G_k = 6\,000\text{ N}$, tíha pojezdu $G_v = 42\,000\text{ N}$, tíha protizávaží $G_p = 14\,000\text{ N}$. Vzdálenosti: $a = 1,7\text{ m}$, $b = 5,5\text{ m}$, $c = 1,6\text{ m}$, $d = 1,2\text{ m}$.

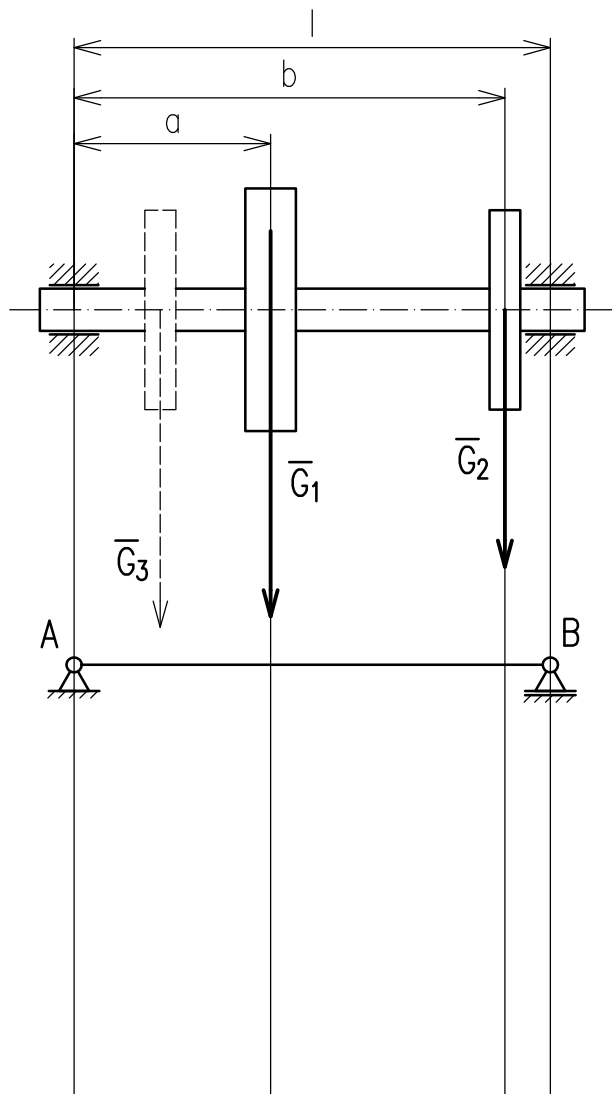
Proveďte: Určení vazbových sil F_A , F_B . Měřítko pro grafické řešení určete odměřením.



28. STATIKA - ROVNOVÁHA OBECNÉ ROVINNÉ SOUSTAVY SIL 5

Dáno: Hřídel uložená ve dvou ložiskách A, B nese tři těžké řemenice. $G_1 = 510 \text{ N}$, $G_2 = 340 \text{ N}$. Vzdálenosti $a = 260 \text{ mm}$, $b = 570 \text{ mm}$, $l = 630 \text{ mm}$.

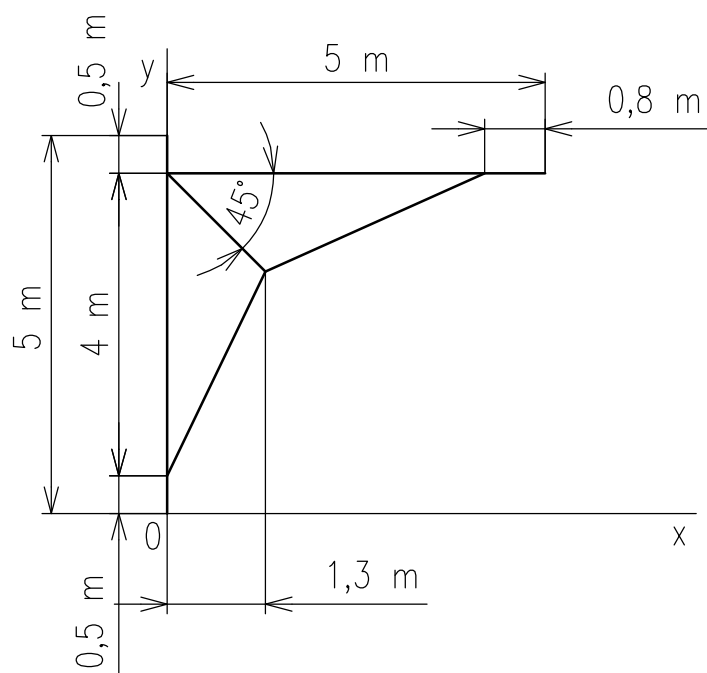
Proveďte: Určení vzdálenosti třetí řemenice o tíze $G_3 = 420 \text{ N}$ od levého ložiska tak, aby vazbové síly v ložiskách měly stejnou velikost. Měřítka pro grafické řešení určete odměřením.



29. STATIKA - TĚŽIŠTĚ (GEOMETRICKÉ STŘEDISKO) ČAR 1

Dáno: Je dána jeřábová konstrukce, tíhy prutů jsou úměrné jejich délkám.

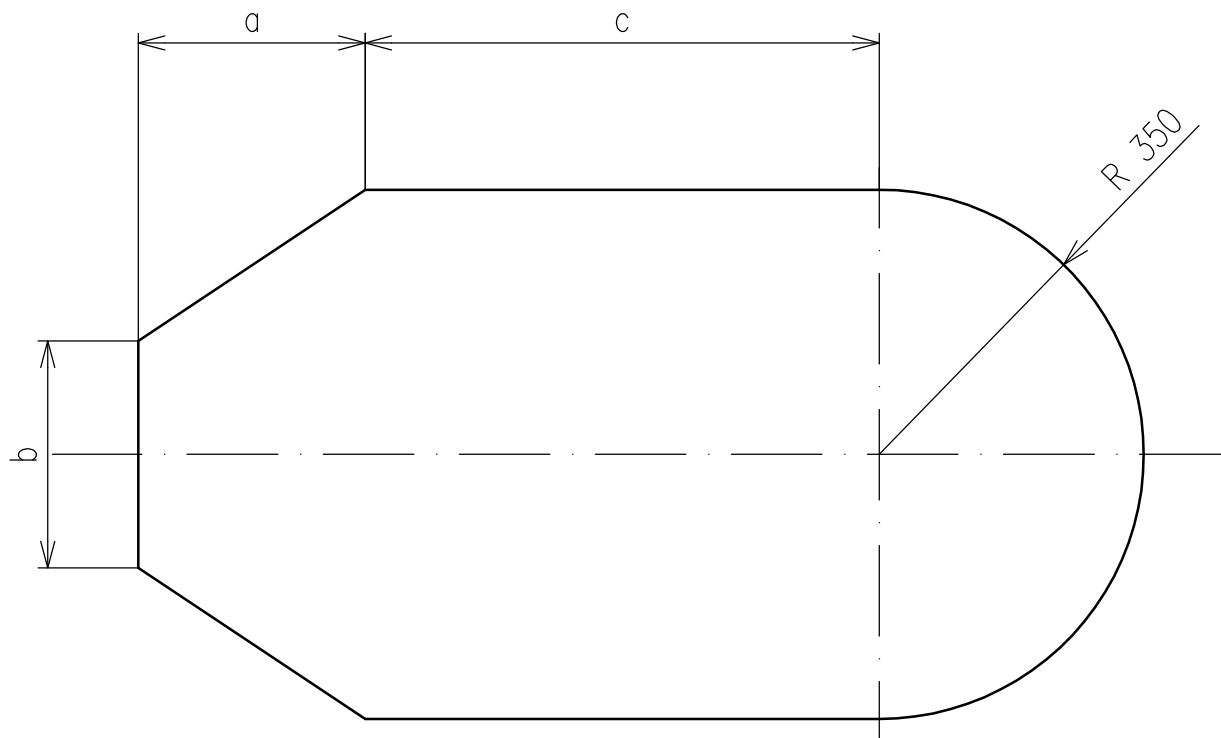
Proveďte: Grafické stanovení polohy těžiště konstrukce. Schéma je v měřítku 1:100.



30. STATIKA - TĚŽIŠTĚ (GEOMETRICKÉ STŘEDISKO) ČAR 2

Dáno: Rám daného tvaru podle schématu. $a = 300$ mm, $b = 300$ mm, $c = 680$ mm.

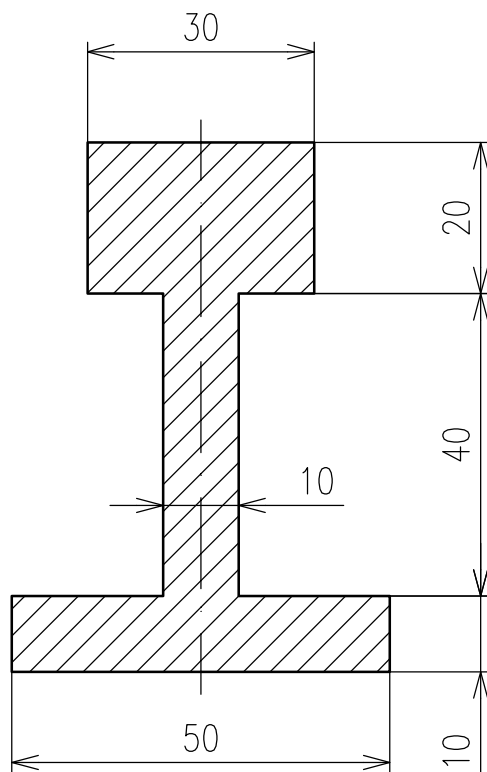
Proveďte: Grafické i početní stanovení polohy těžiště obrysu rámu. Schéma je v měřítku 1:10.



31. STATIKA - TĚŽIŠTĚ (GEOMETRICKÉ STŘEDISKO) PLOCH 1

Dáno: Profil daného tvaru podle schématu (M 1:1).

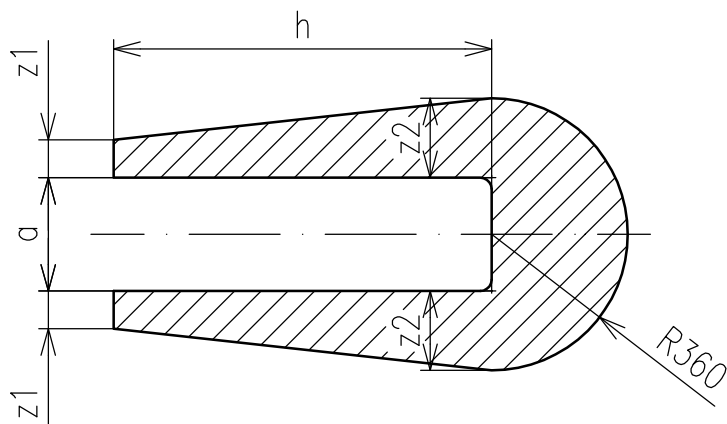
Proveďte: Grafické i početní stanovení polohy těžiště profilu.



32. STATIKA - TĚŽIŠTĚ (GEOMETRICKÉ STŘEDISKO) PLOCH 2

Dáno: Třmen se základnou daného tvaru podle schématu. $a = 300$ mm, $h = 1000$ mm, $z_1 = 100$ mm, $z_2 = 210$ mm (M 1:20).

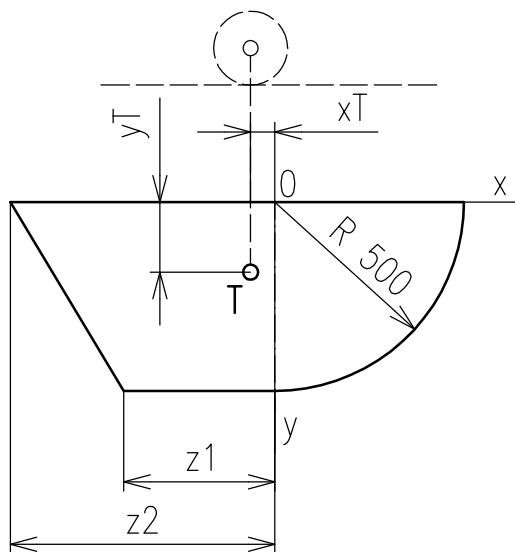
Proveďte: Grafické i početní stanovení polohy těžiště základny.



33. STATIKA - TĚŽIŠTĚ (GEOMETRICKÉ STŘEDISKO) PLOCH 3

Dáno: Vozík lanové dráhy s rozměry $z_1 = 400 \text{ mm}$, $z_2 = 70 \text{ mm}$, $R = 500 \text{ mm}$.

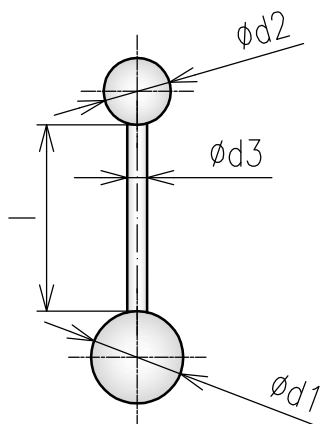
Proveďte: Určení polohy těžiště postranice.



34. STATIKA - TĚŽIŠTĚ TĚLESA

Dáno: Homogenní těleso se skládá ze dvou koulí o průměrech $d_1 = 50$ mm, $d_2 = 35$ mm a válcové tyče o průměru $d_3 = 15$ mm a délce $l = 110$ mm.

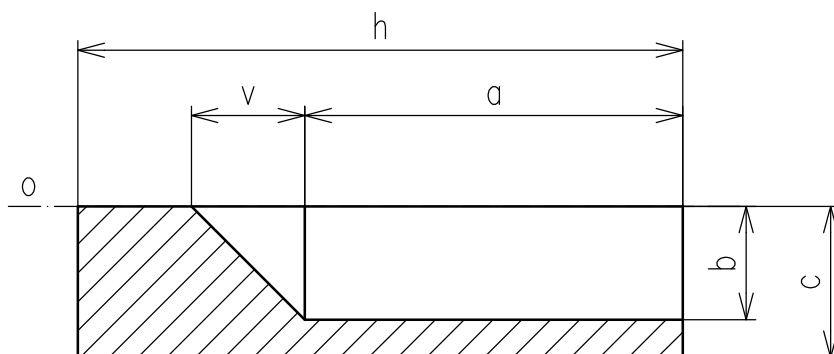
Proveďte: Určení polohy těžiště. Zakřivení tyče na koncích neuvažujte. Obrázek není v měřítku.



35. STATIKA - GULDINOVY VĚTY 1

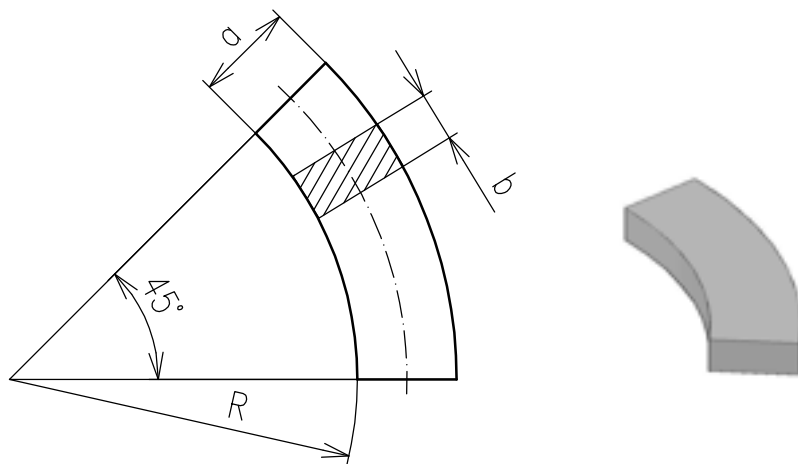
Dáno: Tvořící plocha, jejíž rotací vznikne těleso. $h = 80 \text{ mm}$, $c = 20 \text{ mm}$, $a = 50 \text{ mm}$, $b = 15 \text{ mm}$, $v = 15 \text{ mm}$.

Proveďte: Pomocí Guldinovy věty vypočtete objem tělesa, které vznikne rotací vyšrafované plochy kolem naznačené osy o , a dále určete těžiště vzniklého tělesa (těžiště kužele leží v $\frac{1}{4}$ výšky).



36. STATIKA - GULDINOVY VĚTY 2

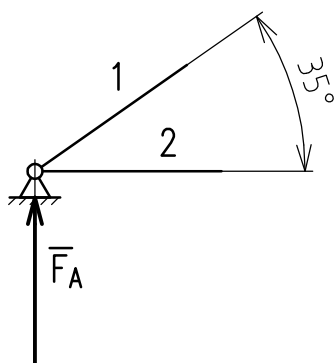
Dáno: Je dán kruhový segment o rozměrech $a = 0,5$ m, $b = 0,2$ m, $R = 2$ m.
Proved'te: Pomocí Guldinových vět vypočtete povrch a objem segmentu.



37. STATIKA - PRUTOVÉ SOUSTAVY 1

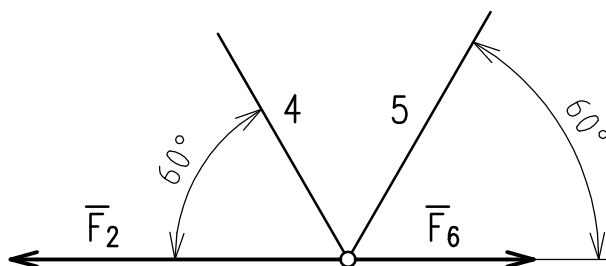
Dáno: V pevné podpoře prutové soustavy působí vazbová síla o velikosti $F_A = 50 \text{ kN}$.

Proveďte: Graficky i početně určete vnitřní síly v prutech 1 a 2 a rozhodněte o namáhání (tlak/tah).



Dáno: Ve styčnicku prutové soustavy působí dvě známé síly o velikostech $F_2 = 80 \text{ kN}$ a $F_6 = 30 \text{ kN}$ (nejsou kresleny v měřítku).

Proveďte: Graficky i početně určete vnitřní síly v prutech 4 a 5 a rozhodněte o namáhání (tlak/tah).



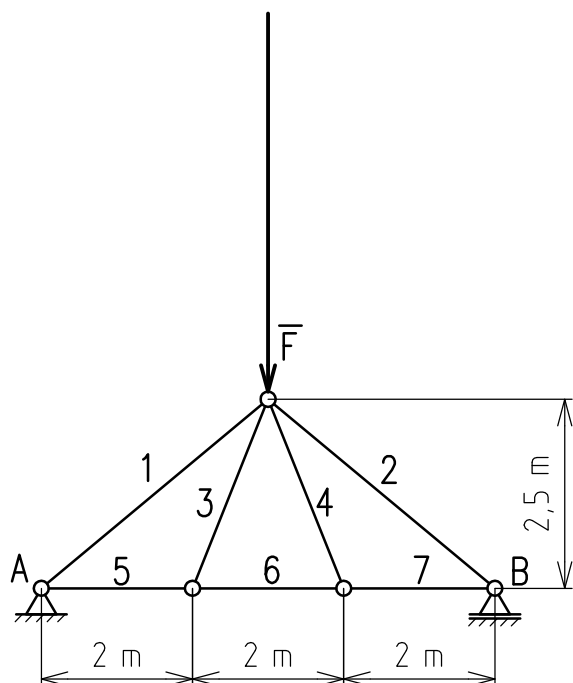
38. STATIKA - PRUTOVÉ SOUSTAVY 2

Dáno: Prutová soustava je zatížena silou o velikosti $F = 10 \text{ kN}$.

Proveďte: Graficky určete vnitřní síly v prutech a rozhodněte o namáhání (tlak/tah).

$M 1 : 100$

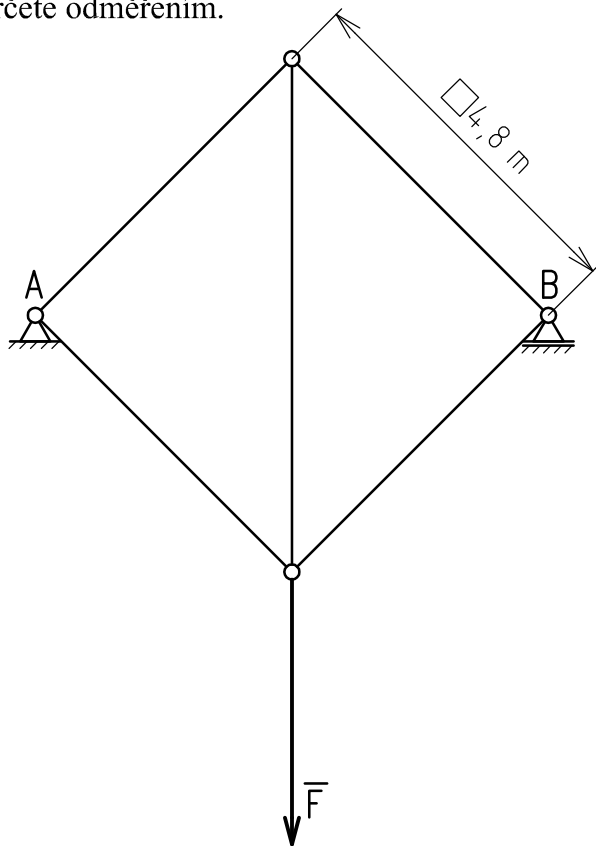
$mF = 200 \text{ N.mm-1}$



39. STATIKA - PRUTOVÉ SOUSTAVY 3

Dáno: Prutová soustava je zatížena silou o velikosti $F = 3\,500\text{ N}$.

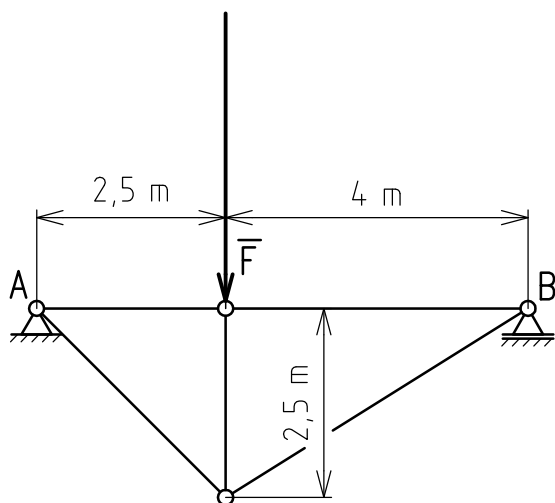
Proved'te: Graficky určete vnitřní síly v prutech a rozhodněte o namáhání (tlak/tah). Měřítko určete odměřením.



40. STATIKA - PRUTOVÉ SOUSTAVY 4

Dáno: Prutová soustava je zatížena silou o velikosti $F = 3\,800\text{ N}$.

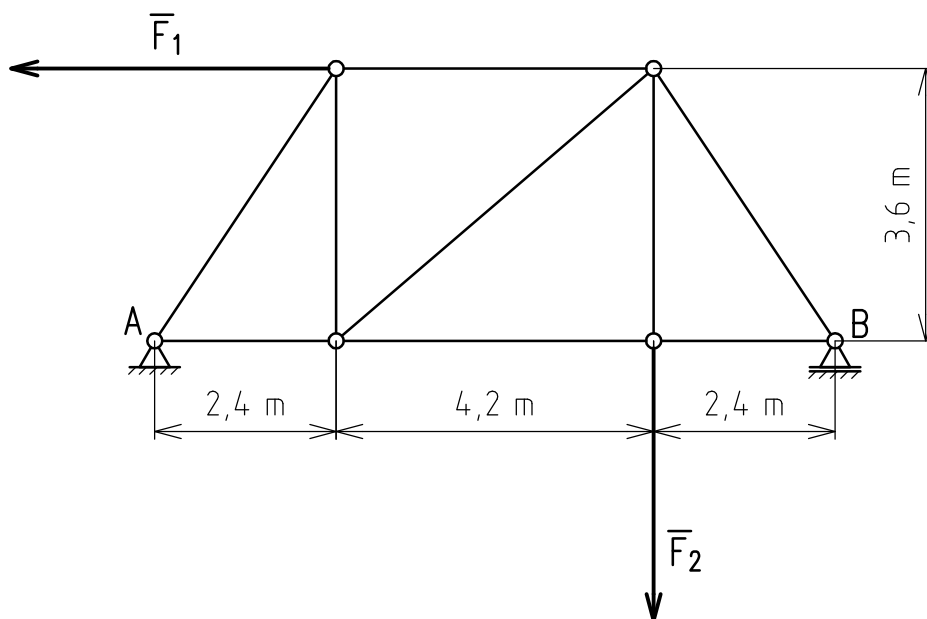
Proved'te: Graficky určete vnitřní síly v prutech a rozhodněte o namáhání (tlak/tah). Měřítka určete odměřením.



41. STATIKA - PRUTOVÉ SOUSTAVY 5

Dáno: Prutová soustava je zatížena silami o velikostech $F_1 = 4\,200\text{ N}$ a $F_2 = 3\,600\text{ N}$.
Vzdálenosti $a = 2,4\text{ m}$, $b = 4,2\text{ m}$, $c = 3,6\text{ m}$.

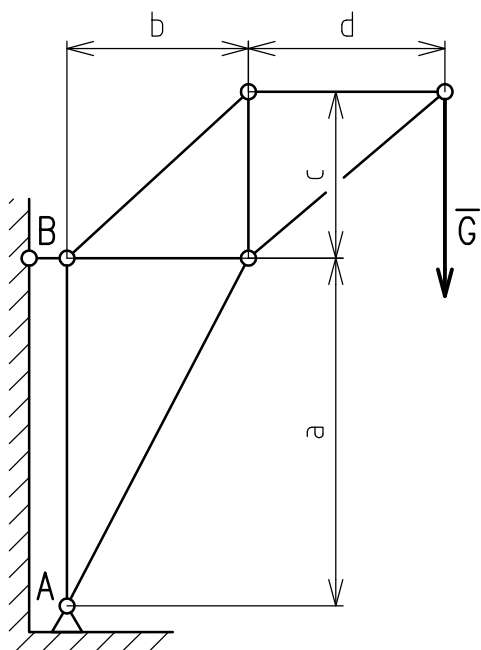
Proveďte: Graficky určete vnitřní síly v prutech a rozhodněte o namáhání (tlak/tah).



42. STATIKA - PRUTOVÉ SOUSTAVY 6

Dáno: Jeřábová konstrukce je zatížena břemenem o velikosti $G = 26 \text{ kN}$, $a = 4,6 \text{ m}$, $b = 2,4 \text{ m}$, $c = 2,2 \text{ m}$, $d = 2,6 \text{ m}$.

Proveďte: Graficky určete vnitřní síly v prutech a rozhodněte o namáhání (tlak/tah).



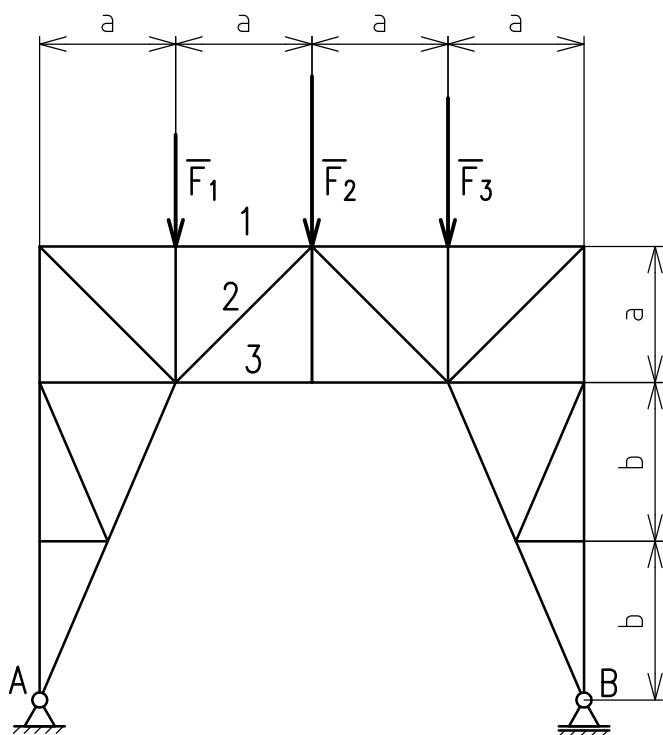
$M 1 : 100$

$mF = 1 \text{ kN.mm-1}$

43. STATIKA - PRUTOVÉ SOUSTAVY 7

Dáno: Portálová konstrukce je zatížena silami o velikostech $F_1 = 4,8 \text{ kN}$, $F_2 = 7,6 \text{ kN}$, $F_3 = 6,2 \text{ kN}$, $a = 1,8 \text{ m}$, $b = 2,1 \text{ m}$.

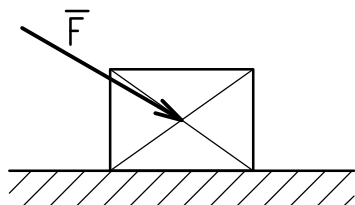
Proveďte: Početně určete vnitřní síly v prutech 1, 2, 3 a rozhodněte o namáhání (tlak/tah).



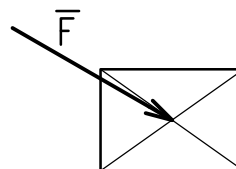
44. STATIKA - SMYKOVÉ TŘENÍ 1

Dáno: Dřevěný hranol se má smýkat po vodorovné podložce účinkem síly $F = 716$ N. Síla je skloněna o 30° od vodorovné roviny. Rozměry hranolu jsou $2\,240 \times 760 \times 250$ mm, hustota dřeva je $\rho = 840$ kg.m⁻³.

Proveďte: Výpočet součinitele smykového tření.



Uvolnění hranolu:



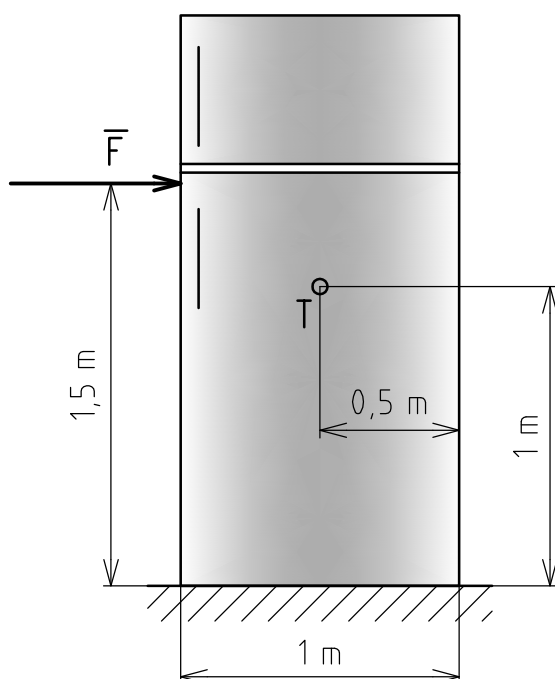
$$\Sigma F_{ix} = 0:$$

$$\Sigma F_{iy} = 0:$$

Zákon smykového tření:

Dáno: Chladnička má hmotnost $m = 200$ kg, poloha těžiště je vyznačena na obrázku. Chladnička se má posunout, součinitel tření za klidu je $f_0 = 0,4$.

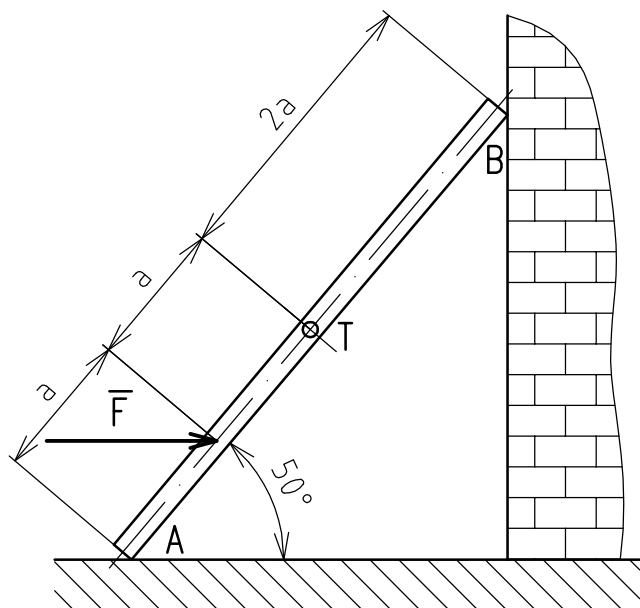
Proveďte: Výpočet síly F pro posunutí (na mezi pohybu) a ověření, zda nedojde k překlopení chladničky (porovnání síly pro smýkání se silou pro překlopení).



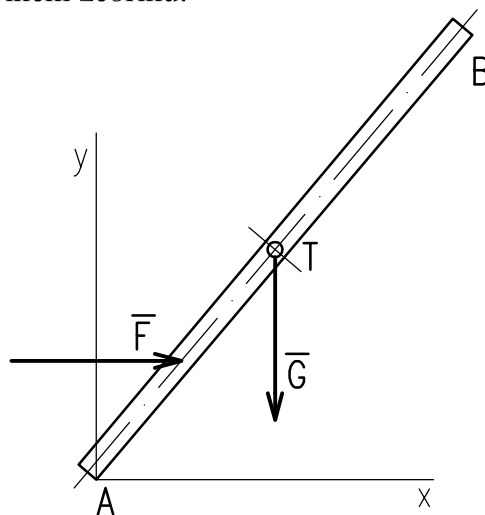
45. STATIKA - SMYKOVÉ TŘENÍ 2

Dáno: Žebřík o hmotnosti $m = 17 \text{ kg}$ je opřen o stěnu. Součinitele smykového tření v bodech A, B mají shodnou hodnotu $f = 0,3$.

Proveďte: Určení nejmenší síly F potřebné pro posunutí žebříku.



Uvolnění žebříku:



$$\Sigma F_{ix} = 0:$$

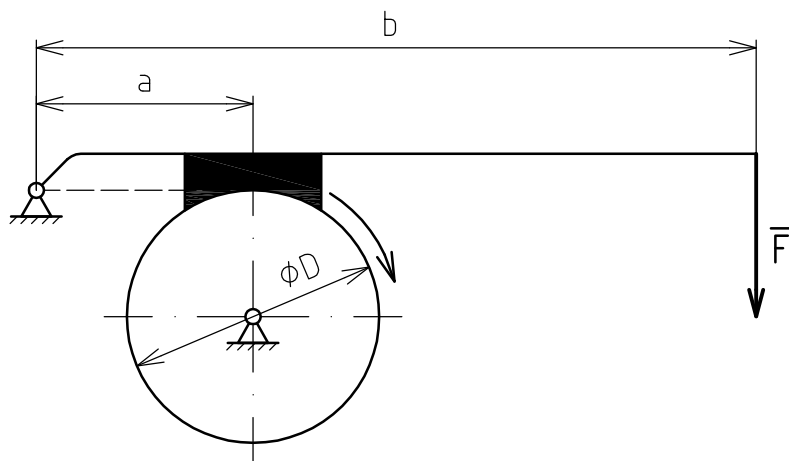
$$\Sigma F_{iy} = 0:$$

$$\Sigma M_{iA} = 0:$$

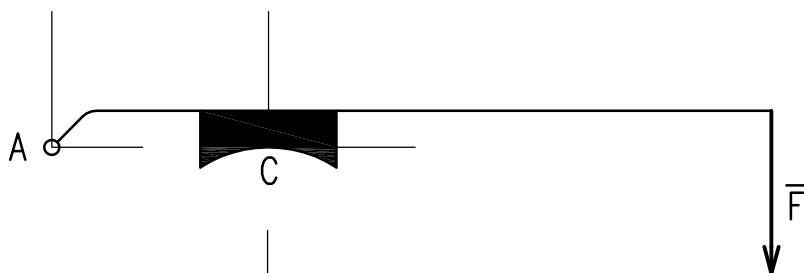
Zákon smykového tření v bodech A, B:

46. STATIKA - SMYKOVÉ TŘENÍ 3

Dáno: Součinitel tření mezi čelistí jednočelist'ové brzdy a brzdovým kotoučem je $f = 0,4$.
 K zabrzdění hřídele, otáčejícího se účinkem momentu $M = 168 \text{ Nm}$, je zapotřebí síly F . Průměr kotouče je $D = 600 \text{ mm}$, ramena páky jsou $a = 250 \text{ mm}$, $b = 1\,400 \text{ mm}$.
 Proved'te: Určení síly F potřebné pro zabrzdění.

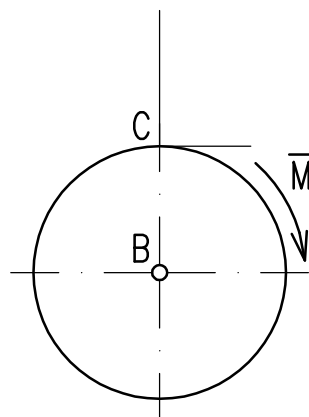


Uvolnění páky:



$$\sum M_i A = 0:$$

Uvolnění kotouče:



(Pozor na princip akce a reakce v bodě C).

(Síly v bodech A, B zde nemusíme řešit, pouze je zakreslíme, řešení by připadalo v úvahu při konstrukčním návrhu brzdy).

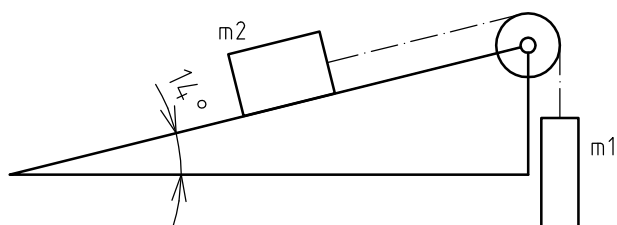
$$\sum M_i B = 0:$$

Zákon smykového tření (bod C):

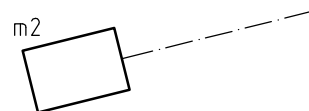
47. STATIKA - SMYKOVÉ TŘENÍ 4

Dáno: Těleso neznámé hmotnosti je na nakloněné rovině s úhlem sklonu 14° . Součinitel tření na mezi pohybu je $f_0 = 0,18$. V rovnováze je drženo závažím o hmotnosti $m_1 = 48 \text{ kg}$.

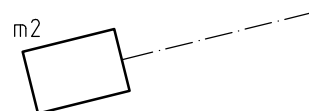
Proveďte: Ověření samosvornosti nebo nesamosvornosti nakloněné roviny a určení maximální a minimální hmotnosti tělesa m_2 , kterou závaží udrží v rovnováze na mezi pohybu.



1. Mez pohybu při zvedání:



2. Mez pohybu při spouštění:



48. STATIKA - SMYKOVÉ TŘENÍ 5



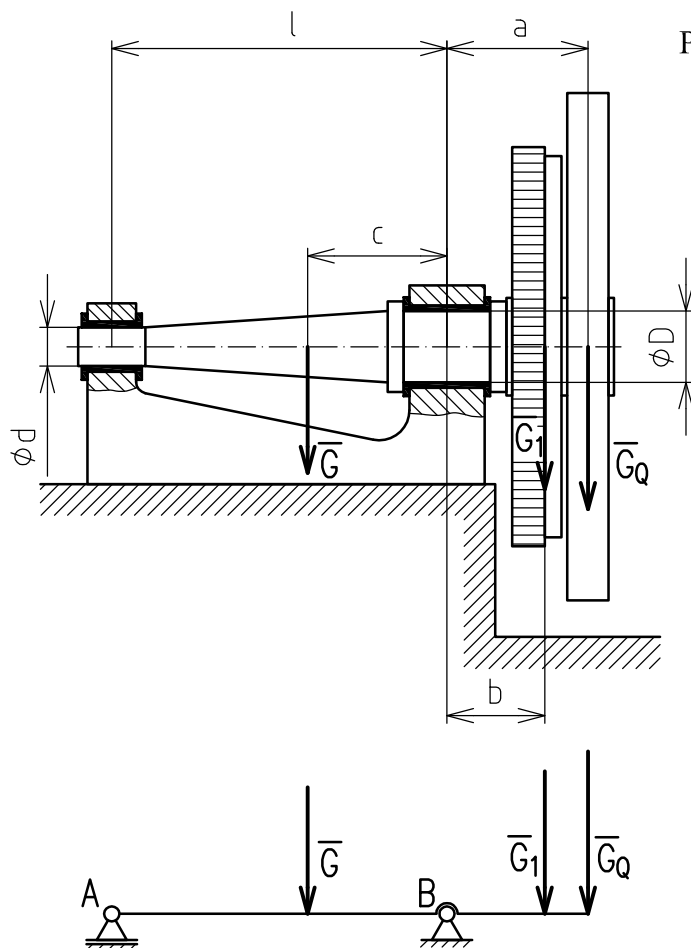
Dáno: Šroub zvedáku má plochý závit se středním průměrem $d_2 = 36 \text{ mm}$ a stoupání $Ph = 4 \text{ mm}$. Na páce s ramenem $a = 980 \text{ mm}$ působíme silou $F = 21,6 \text{ N}$.

Proved'te: Určení hmotnosti břemene, které rovnoměrně zvedáme se součinitelem tření $0,12$, a určení hmotnosti břemene, které bychom teoreticky zvedli bez tření. Z výsledků odvod'te účinnost zvedáku.

49. STATIKA - ČEPOVÉ TŘENÍ 1

Dáno: Vřeteno čelního soustruhu má tíhovou sílu $G = 12,5 \text{ kN}$. Čelní kotouč s ozubeným věncem má tíhovou sílu $G_1 = 52 \text{ kN}$. Upnutý soustružený setrvačnický má tíhovou sílu $G_Q = 98 \text{ kN}$. Rozměry: $l = 2,3 \text{ m}$, $a = 1,13 \text{ m}$, $b = 0,75 \text{ m}$, $c = 0,52 \text{ m}$, $d = 280 \text{ mm}$, $D = 460 \text{ mm}$. Součinitele čepového tření v kluzných ložiskách mají hodnotu $f_{\check{c}} = 0,08$.

Proveďte: Výpočet velikosti momentu M potřebného pro rovnoměrné protáčení vřetene naprázdno.



Podmínky rovnováhy, výpočet vazbových sil:

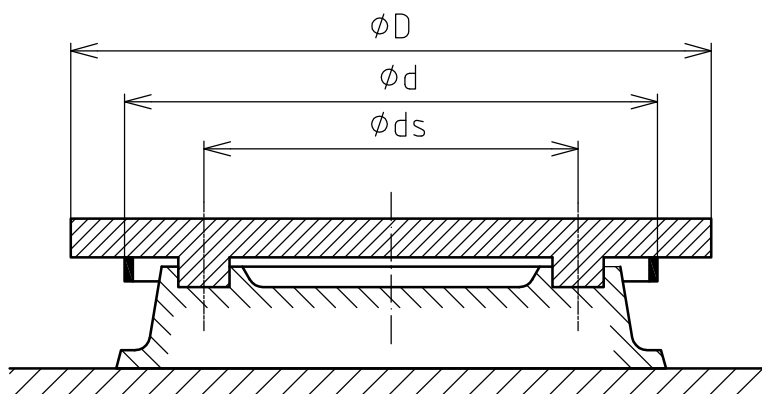
Moment čepového tření v ložisku A:

Moment čepového tření v ložisku B:

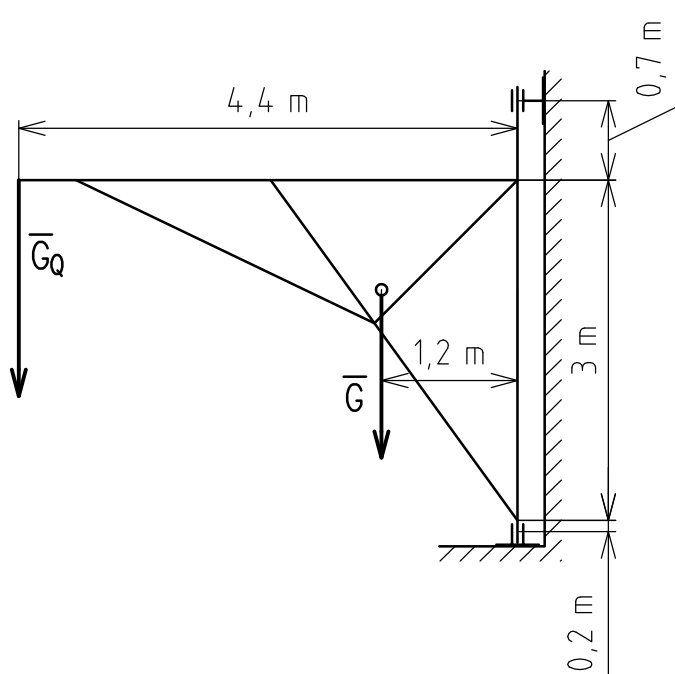
Výsledný moment pro volné otáčení:

50. STATIKA - ČEPOVÉ TŘENÍ 2

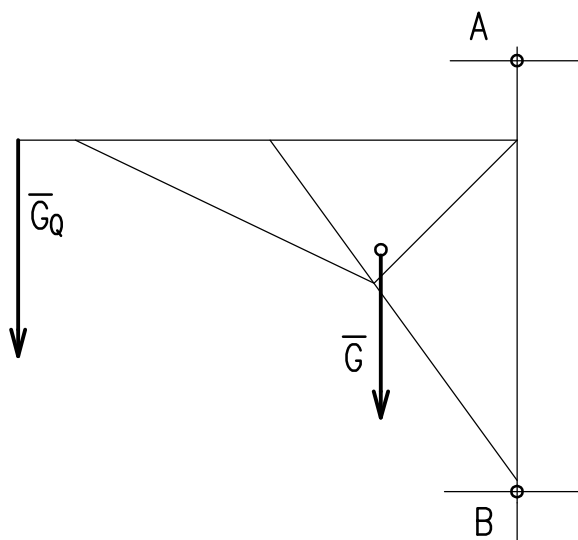
Dáno: U vodorovného soustruhu (karuselu) je uložen stůl o průměru $D = 6$ m v kruhové drážce, jejíž střední průměr je $ds = 2,8$ m. Průměr ozubeného věnce pro otáčení stolu je $d = 3,5$ m. Hmotnost stolu s upnutým obrobkem je $m = 4,2$ t, součinitel smykového tření v drážce je $f = 0,05$. Proved'te: Určení obvodové síly F na ozubeném věnci pro rovnoměrné otáčení stolu s obrobkem naprázdno.



Dáno: Slévárenský otočný jeřáb má vyložení 4,4 m a nosnost $mQ = 2\,500$ kg. Jeho vlastní tíha je $G = 23\,000$ N. Průměry patního i vodicího čepu jsou stejné, $d = 80$ mm. Patní čep je bez vybrání, zaběhaný. Součinitel smykového tření je $f = 0,1$, součinitel čepového tření je $f_{\check{c}} = 0,06$. Proved'te: Určení síly, která je potřebná k otáčení jeřábu s břemenem, působí-li tato síla na konci výložníku (stranový tah za břemeno).



Uvolnění konstrukce, vazbové síly:

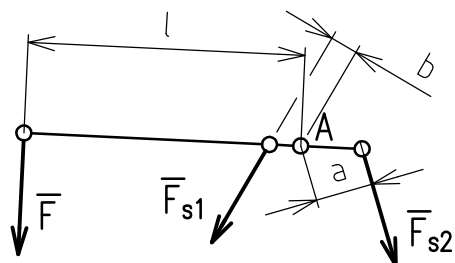
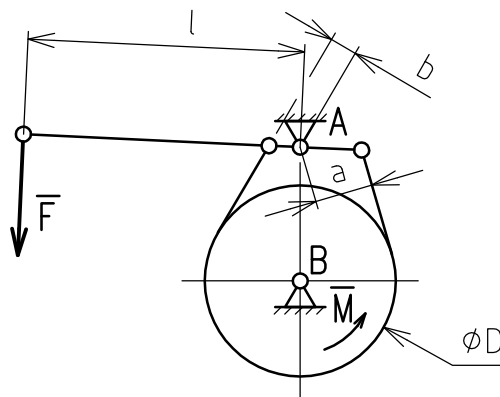


51. STATIKA - VLÁKNOVÉ TŘENÍ

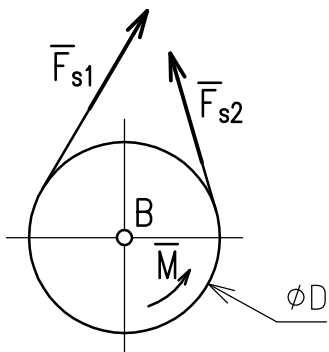
Dáno: Konopné lano je přetaženo přes nehybný dřevěný buben. Na jednom konci je zavěšeno břemeno $G = 640 \text{ N}$. Lano se dotýká poloviny obvodu bubnu, součinitel tření je $f = 0,5$.

Proveďte: Výpočet velikosti síly F , jaká musí působit na druhém konci lana při rovnoměrném zvedání a spouštění.

Dáno: Na obrázku je jeden typ pásové brzdy. Jsou dány rozměry a brzděný moment M .
Proveďte: Zakreslení úhlu opásání, zakreslení chybějících sil a odvození vztahu pro brzdnu sílu F .



$$\sum M_{iA} = 0:$$



$$\sum M_{iB} = 0:$$

Vztah mezi F_{s1} a F_{s2} :

Samostatně můžete odvodit vztah pro opačný smysl otáčení a porovnat s předchozí silou.

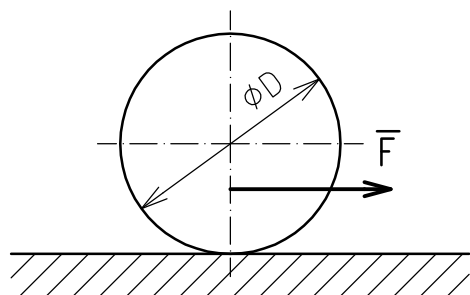
52. STATIKA - VALIVÉ TŘENÍ

Dáno: Most o hmotnosti $m = 2000$ t je posouván po ocelových válečkách o průměru $d = 100$ mm na ocelových deskách.

Proveďte: Výpočet síly pro rovnoměrný vodorovný pohyb.

Dáno: Ocelový válec o průměru $D = 120$ mm a tíze $G = 350$ N se rovnoměrně odvaluje po ocelové podložce účinkem vodorovné síly $F = 49$ N, která působí ve vzdálenosti $a = 43$ mm od podložky.

Proveďte: Určení minimálního součinitele tření f_{min} , který musí být mezi válcem a podložkou, aby se válec odvaloval a nesmýkal.



Dáno: Na podvěsném dopravníku se pohybuje po kolejničích nosná kladka nesoucí dopravní koš o hmotnosti $m = 680$ kg. Poloměr kladky je $R = 130$ mm, poloměr čepu kluzného uložení je $r_c = 10$ mm, součinitel čepového tření je $f_c = 0,03$.

Proveďte: Určení síly pro rovnoměrný pohyb kladky vzhůru (F_1) a dolů (F_2).

