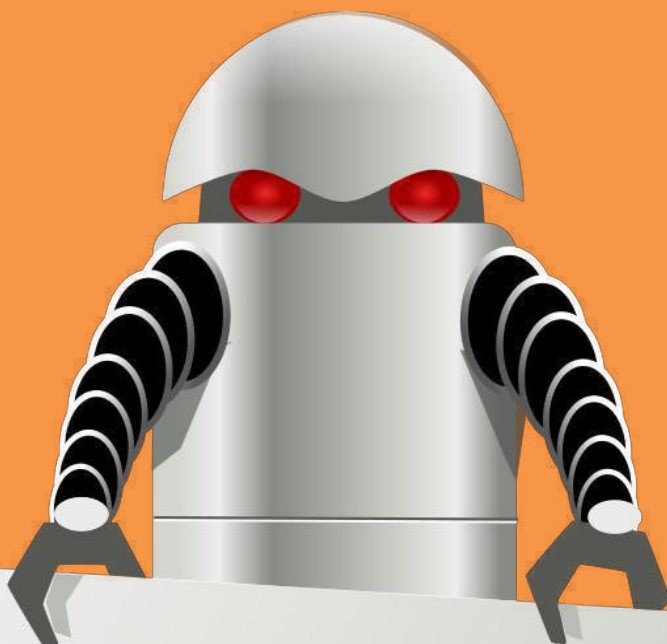


STŘEDNÍ PRŮMYSLOVÁ ŠKOLA STROJNICKÁ A STŘEDNÍ ODBORNÁ ŠKOLA  
PROFESORA ŠVEJCARA, PLZEŇ, KLATOVSKÁ 109



**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

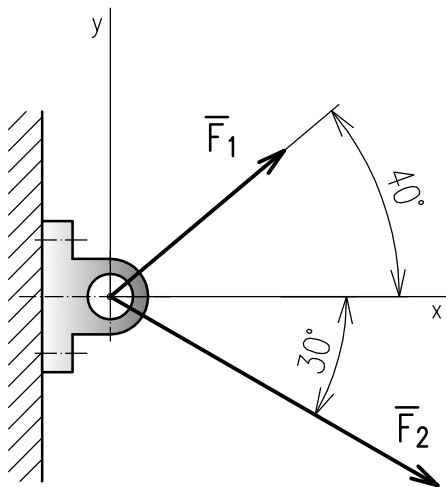


Dílo podléhá licenci Creative Commons Uveďte autora-Nevyživejte dílo komerčně-Zachovejte licenci 3.0 Česko.

# 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.



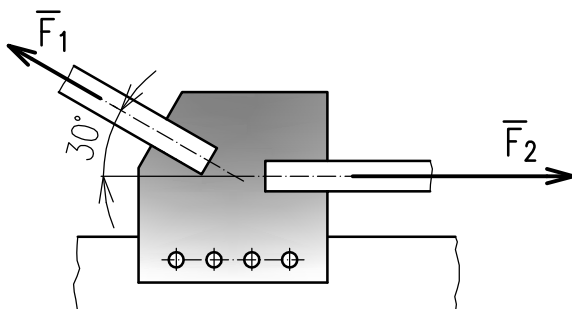
Měřítko sil:

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:

$FR =$

$\alpha =$

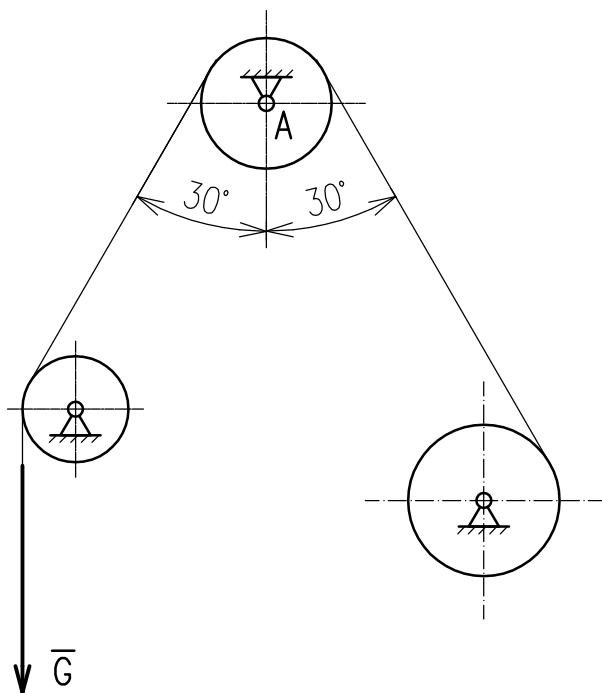
## 2. STATIKA - GRAFICKÉ SKLÁDÁNÍ DVOU RŮZNOBĚŽNÝCH SIL 2

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

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

Měřítko sil:

Silový trojúhelník:



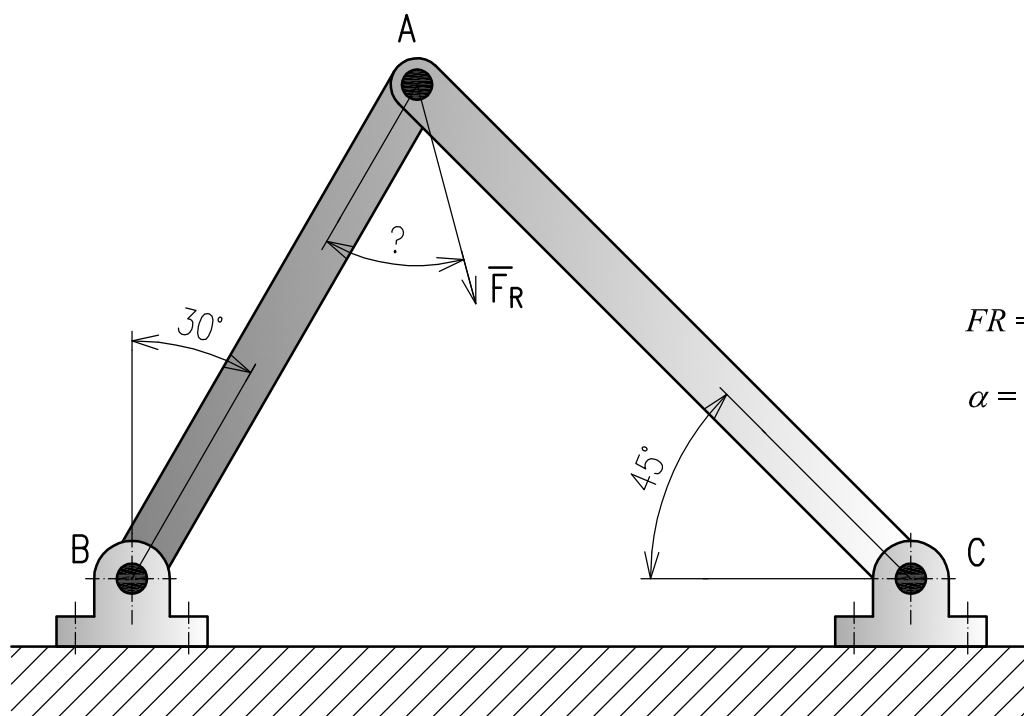
$FR =$

$\alpha =$

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.

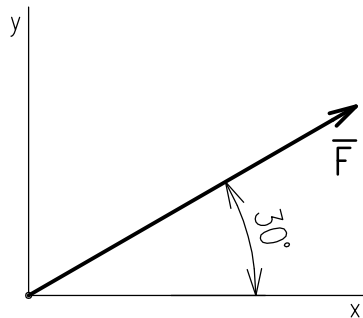
Dáno:  $F = 500 \text{ N}$ .

Graficky

$mF =$

$F_x =$

$F_y =$



Početně

$F_x =$

$F_y =$

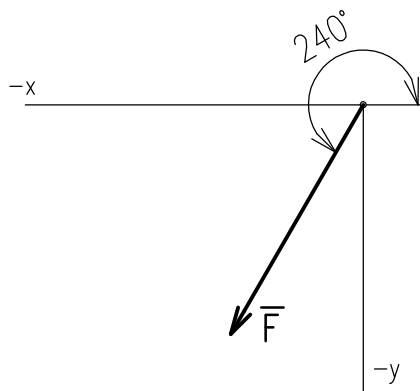
Dáno:  $F = 70 \text{ N}$ .

Graficky

$mF =$

$F_x =$

$F_y =$



Početně

$F_x =$

$F_y =$

Dáno:  $F = 12 \text{ kN}$ .

Graficky

$mF =$

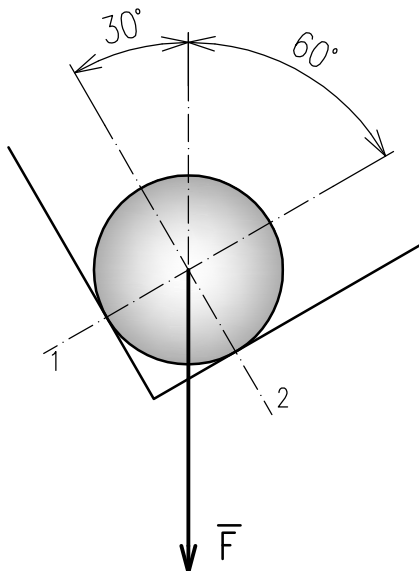
$F_1 =$

$F_2 =$

Početně

$F_1 =$

$F_2 =$



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

Graficky

$mF =$

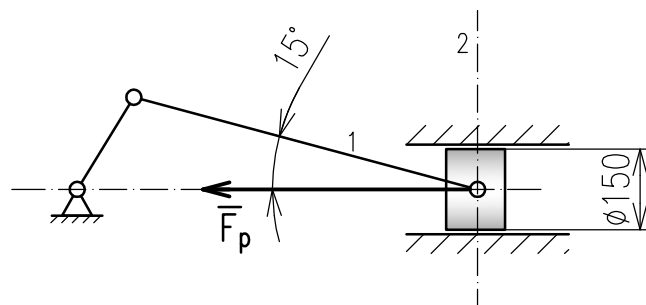
$F_1 =$

$F_2 =$

Početně

$F_1 =$

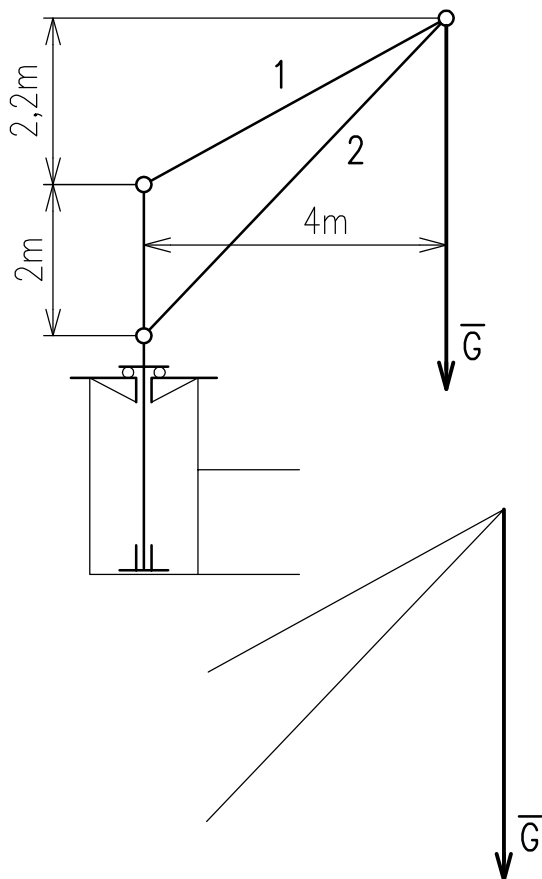
$F_2 =$



#### 4. STATIKA - ROZKLAD SÍLY DO DVOU RÚZNOBĚŽNÝCH 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.

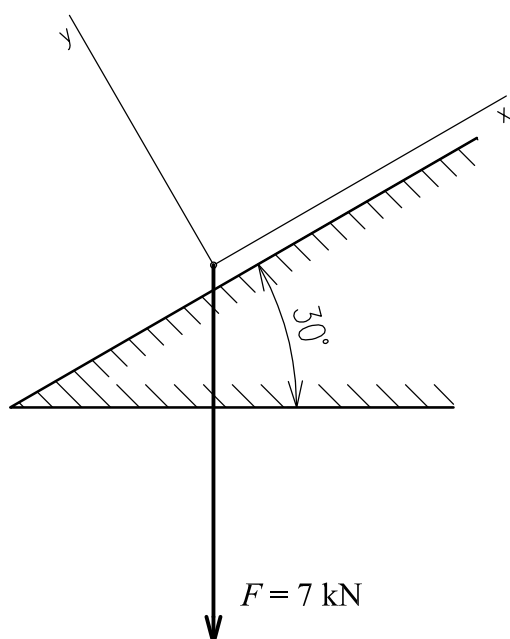


$$mF =$$

$$F1 =$$

$$F2 =$$

Početně rozložte danou sílu do směrů udaných souřadných os.



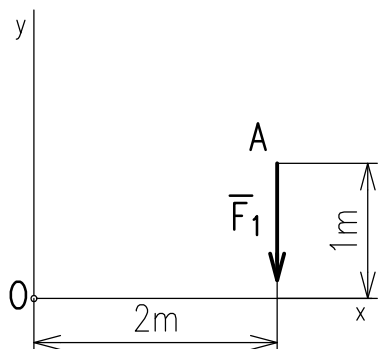
$$F_x =$$

$$F_y =$$

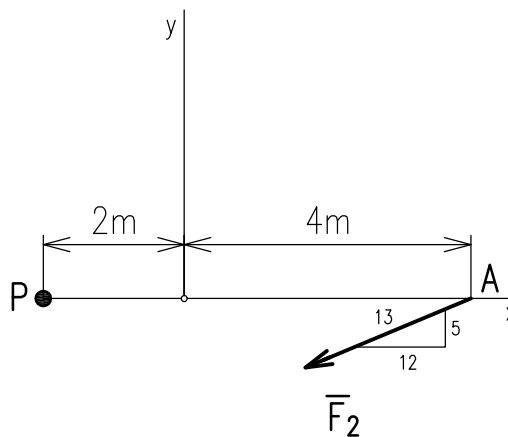
## 5. STATIKA - MOMENT SÍLY K BODU

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.



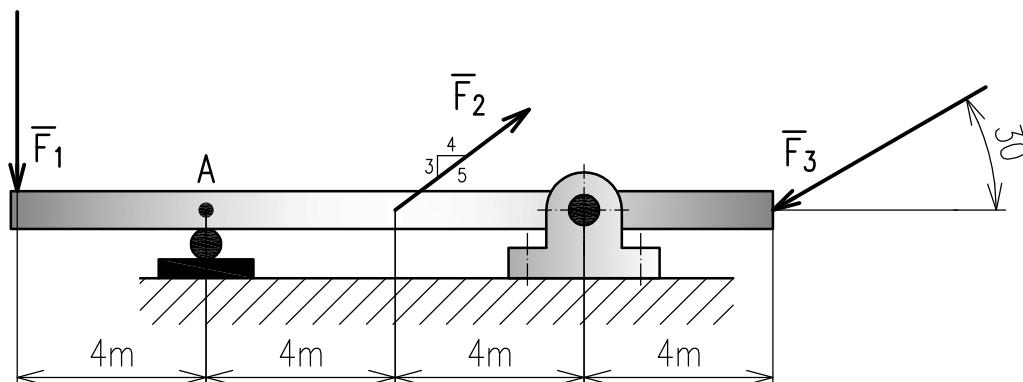
$$M_O =$$



$$M_P =$$

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.



$$M_1 =$$

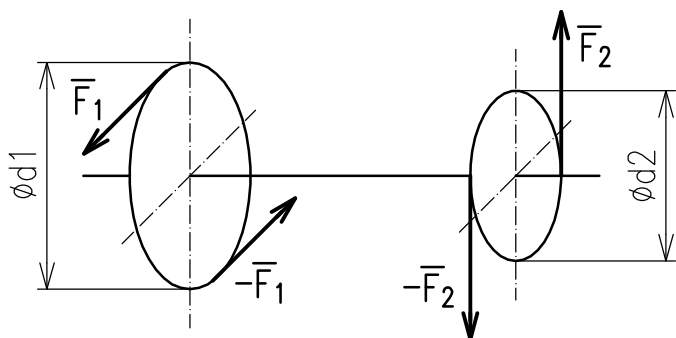
$$M_2 =$$

$$M_3 =$$

## 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  $F_1$  silovou dvojicí  $F_2$  ležící v rovnoběžné rovině.

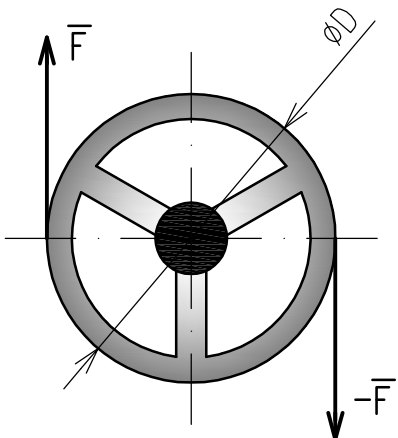


$M =$

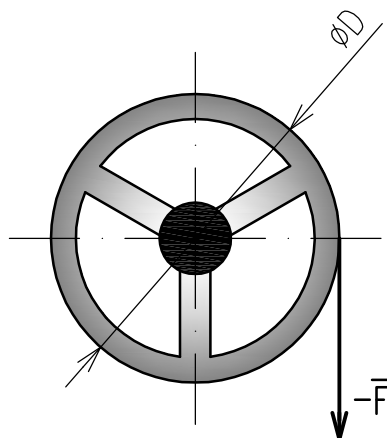
$F_2 =$

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

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



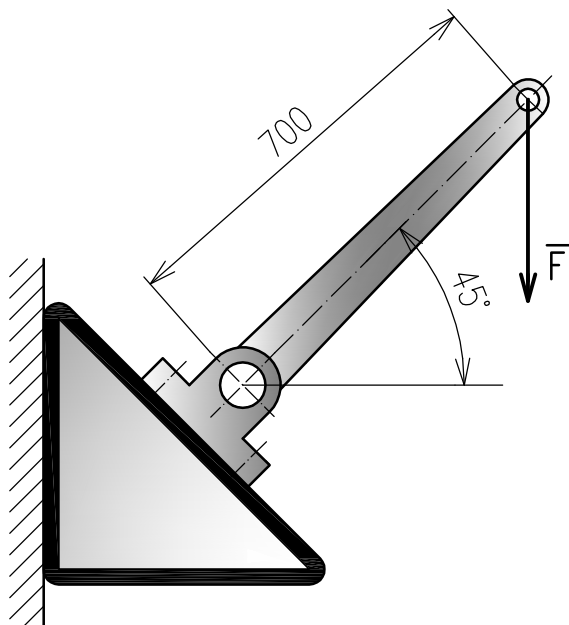
$M =$



$M =$

Dáno: Síla  $F = 100 \text{ N}$

Proveďte: Přeložte sílu do otočného bodu páky.



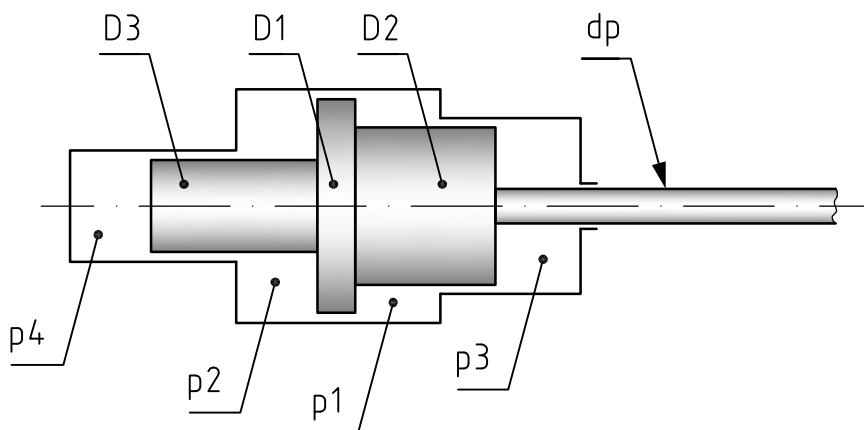
$M =$

## 7. STATIKA - ROVINNÁ SOUSTAVA SIL PŮSOBÍCÍCH V TĚŽE 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:  $D1 = 300$  mm,  $D2 = 172$  mm,  $D3 = 96$  mm,  $dp = 33$  mm,  $p1 = 0,1$  MPa,  $p2 = 0,28$  MPa,  $p3 = 0,78$  MPa,  $p4 = 2,2$  MPa.

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

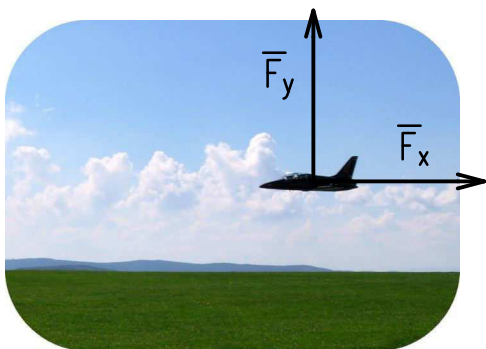


Tlakové síly na píst:



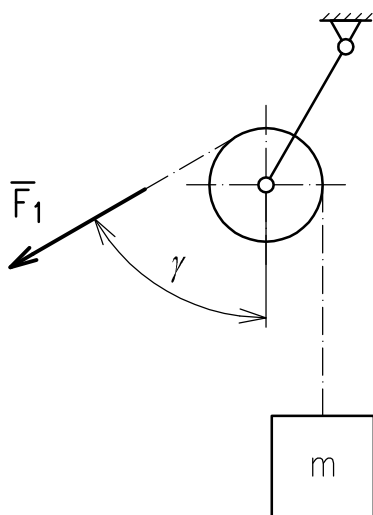
## 8. STATIKA - ROVINNÁ SOUSTAVA SIL, JEJICHŽ NOSITELKY PROCHÁZEJÍ SPOLEČNÝM BODEM 1

Dáno: Na letadlo působí během letu odpor  $F_x = 7\,900\text{ N}$  a vztlak  $F_y = 117\,000\text{ N}$ .  
Proveďte: 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  $60^\circ$ .

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



$F_1 =$

Náčrt:

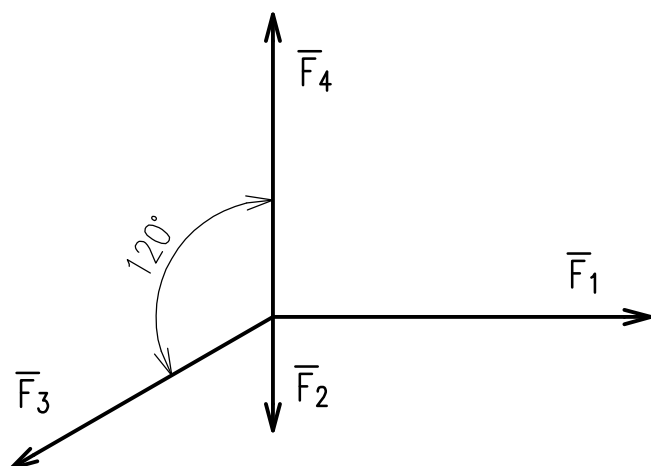
$FR =$

$\alpha =$

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

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

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



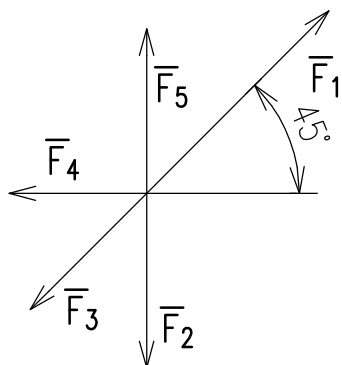
$FR =$

$\alpha =$

## 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.



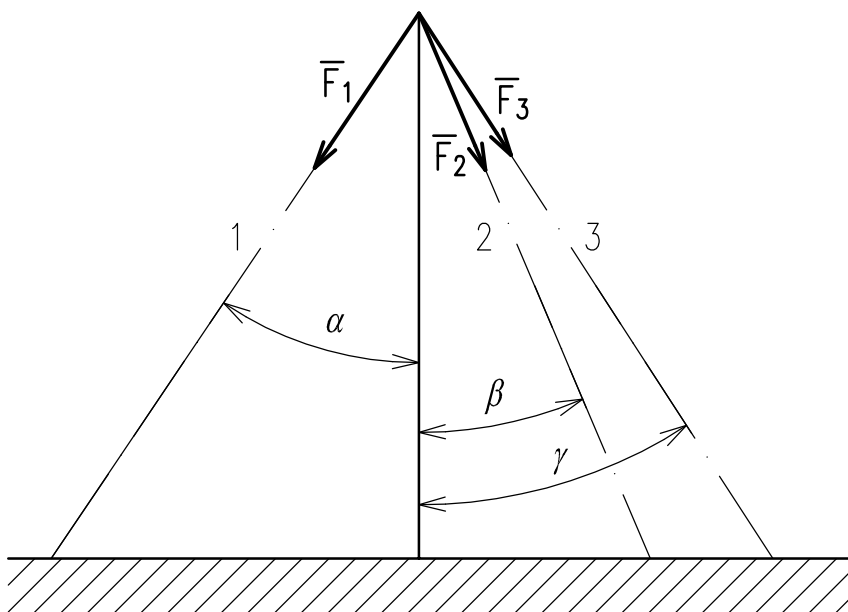
$$FR =$$

$$\alpha =$$

## 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  $\gamma$ , 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.



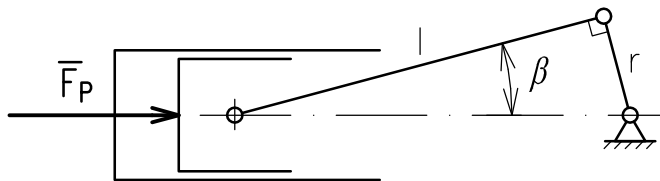
$$\gamma =$$

$$FR =$$

## 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  $N$ . Měřítka zvolte, úhel odměřte.

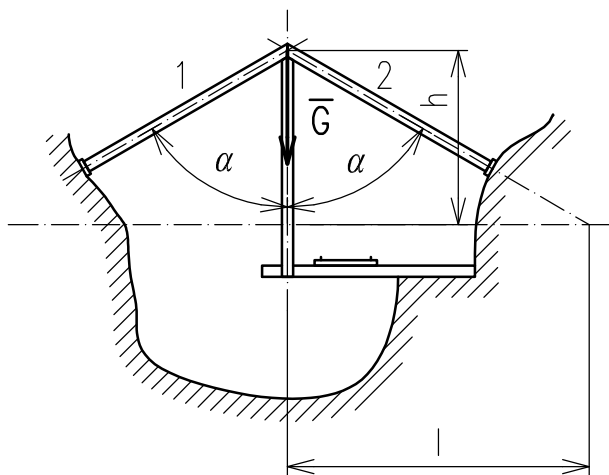


$$F_o =$$

$$N =$$

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

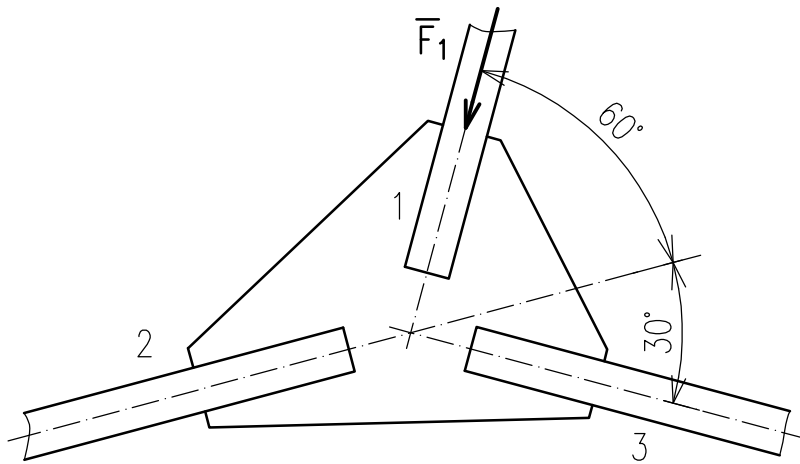
Proveďte: Grafické a početní řešení sil v prutech 1, 2 závěsu.



### 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  $F_1$ .



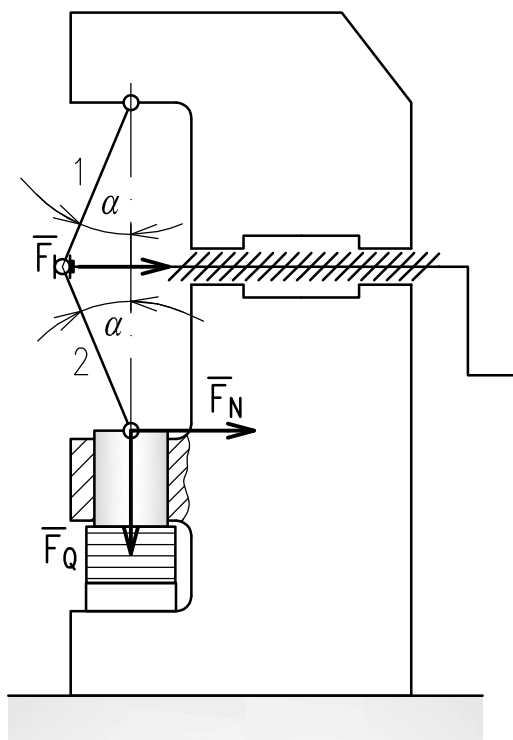
$$F_2 =$$

$$F_3 =$$

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

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

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



$$F_1 =$$

$$F_2 =$$

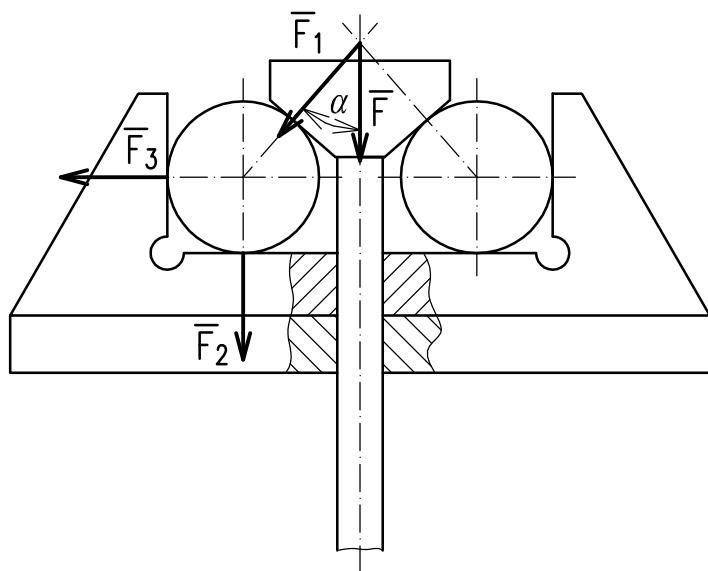
$$F_Q =$$

$$F_N =$$

## 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.



$$F_1 =$$

$$F_2 =$$

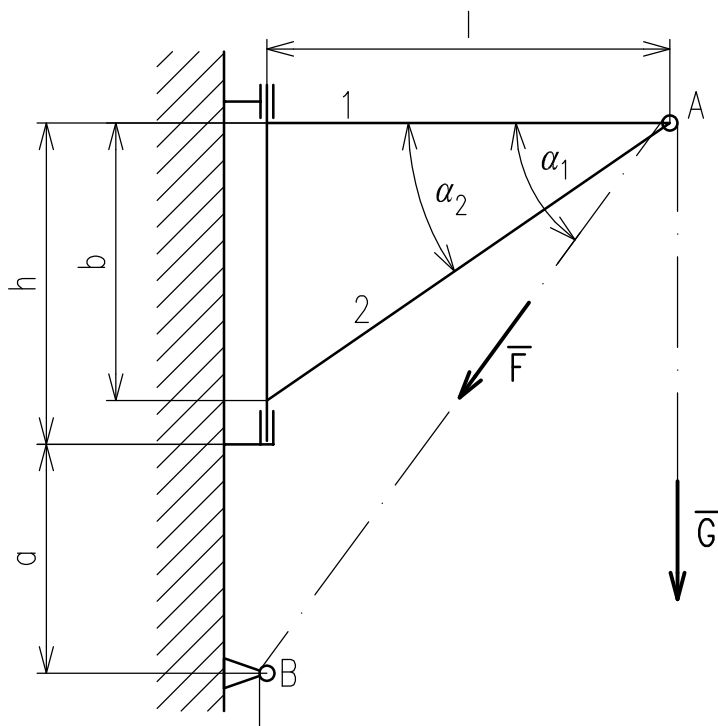
$$F_3 =$$



## 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.



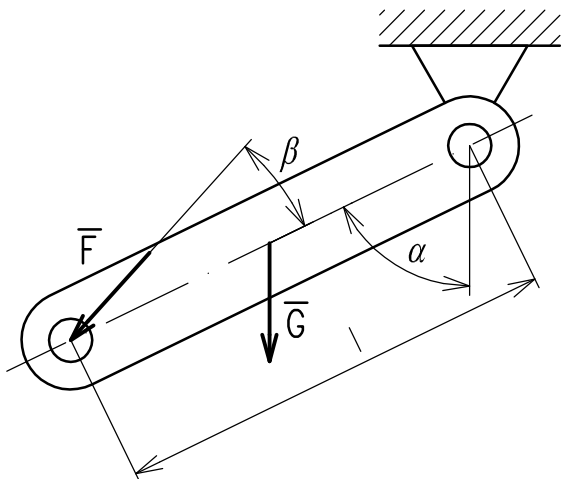
$$F_1 =$$

$$F_2 =$$

## 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  $\alpha = 64^\circ$ .

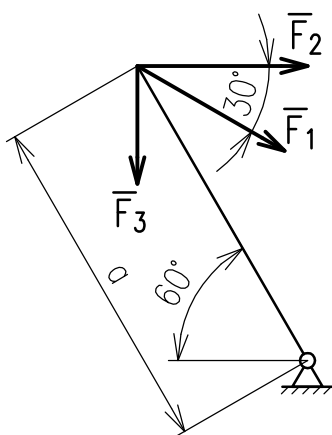
Proveďte: Určení síly  $F$  pod úhlem  $\beta = 42^\circ$  tak, aby na páku působil výsledný moment  $M = 830 \text{ Nm}$ .



$$F =$$

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.

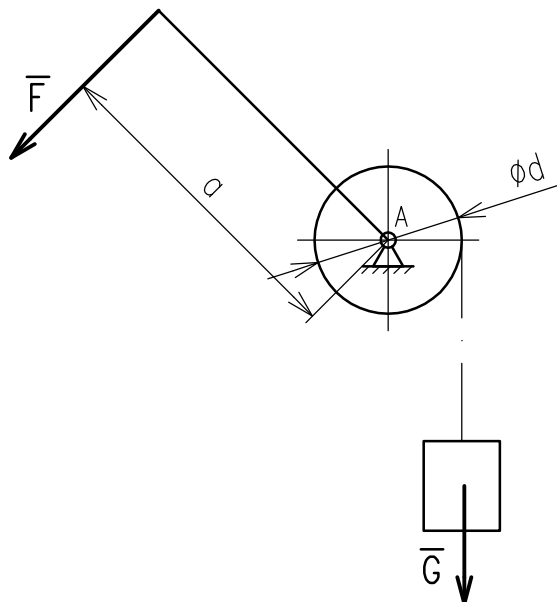


$$M =$$

## 18. STATIKA - MOMENTOVÁ VĚTA 2

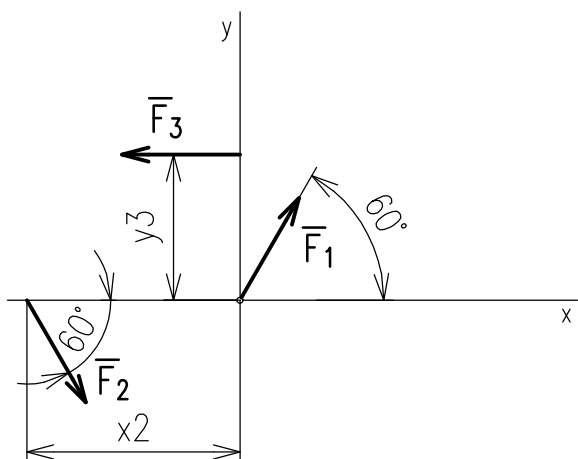
Dáno: Na rumpálu visí břemeno tíhy  $G = 1\,200\text{ N}$ . Průměr bubnu je  $d = 200\text{ mm}$ , délka kliky je  $a = 450\text{ mm}$ .

Proveďte: Výpočet velikosti síly  $F$ .



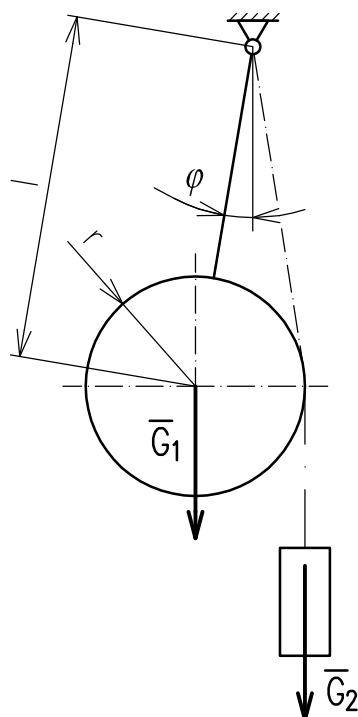
Dáno: Soustava tří sil stejné velikosti  $750\text{ N}$ ,  $x_2 = 3\text{ m}$ ,  $y_3 = 2\text{ m}$ .

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



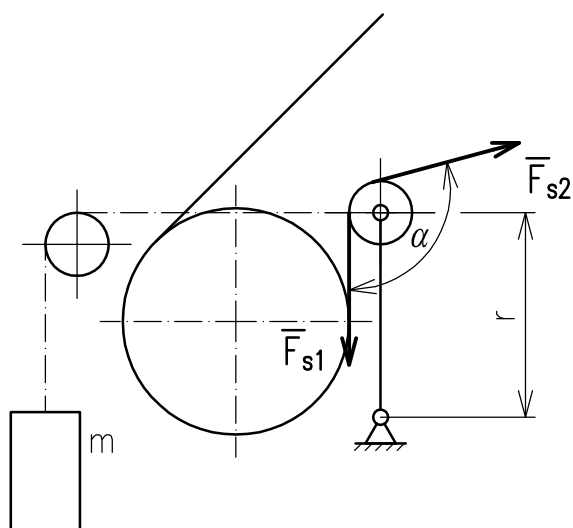
### 19. STATIKA - MOMENTOVÁ VĚTA 3

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



Dáno: Napínací kladka vyvodí v plochem řemenu síly  $F_{s1} = F_{s2} = 1\,500 \text{ N}$ .  
Proveďte: Určení potřebné hmotnosti závaží  $m$ .

Silové poměry na napínací kladce:

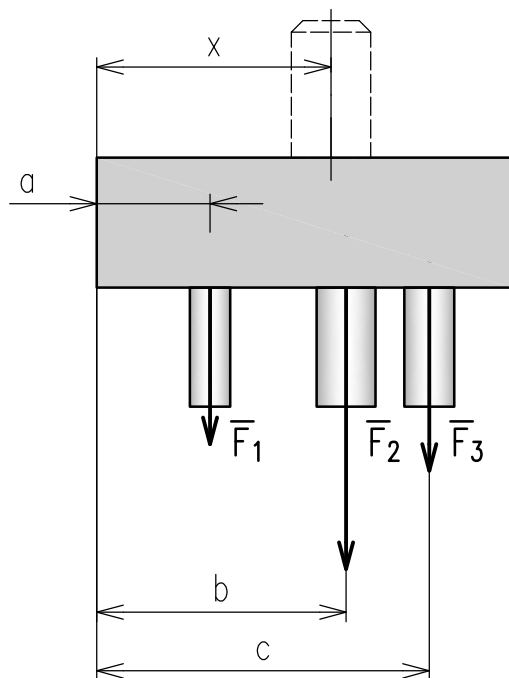


Rovnováha momentů:

## 20. STATIKA - VÝSLEDNICE OBECNÉ ROVINNÉ SOUSTAVY SIL 1

Dáno: Prostříhovacím nástrojem se vystříhují 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. Měřítka pro grafické řešení určete na základě odměření.



Měřítka délek a sil:

Silový mnohoúhelník, vlákna:

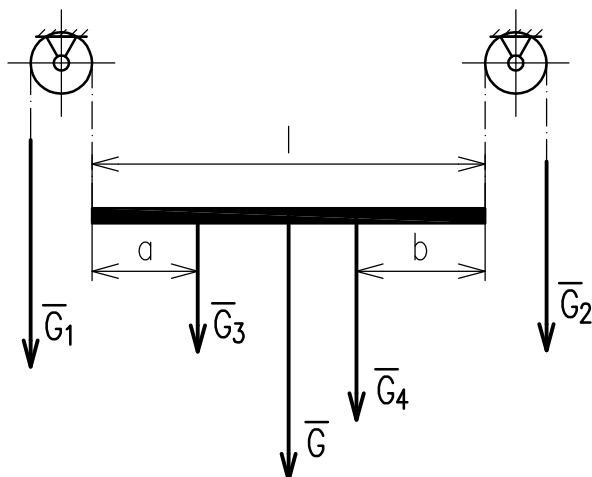
Početní řešení:

## 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:

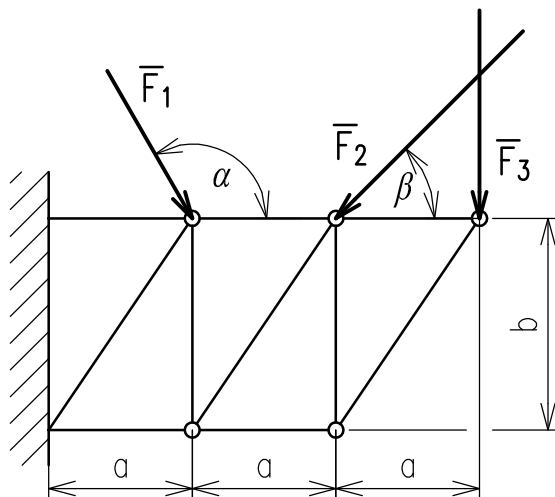
Početní řešení:

## 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.



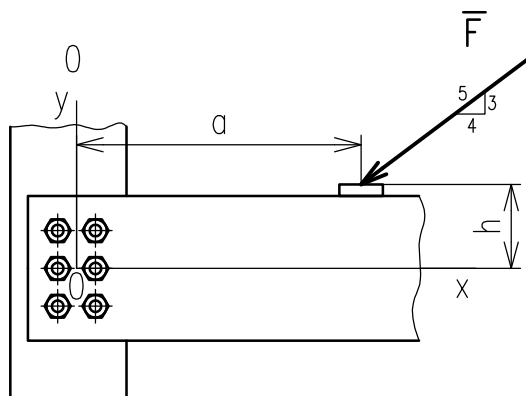
Měřítko délek a sil:

Silový mnohoúhelník, vlákna:

Početní řešení:

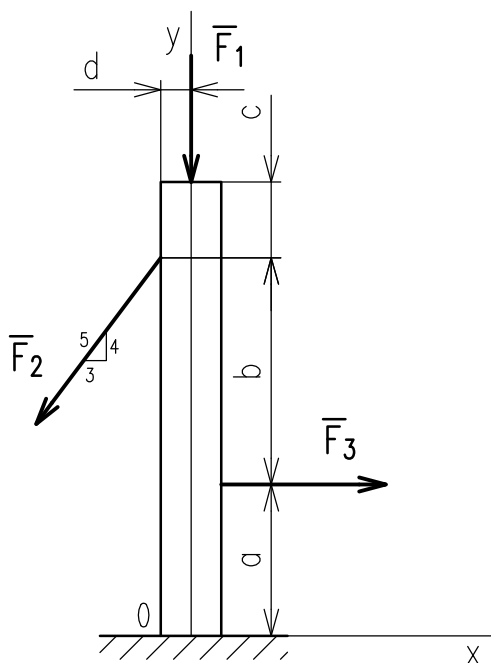
## 23. STATIKA - VÝSLEDNICE OBECNÉ ROVINNÉ SOUSTAVY SIL 4

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:

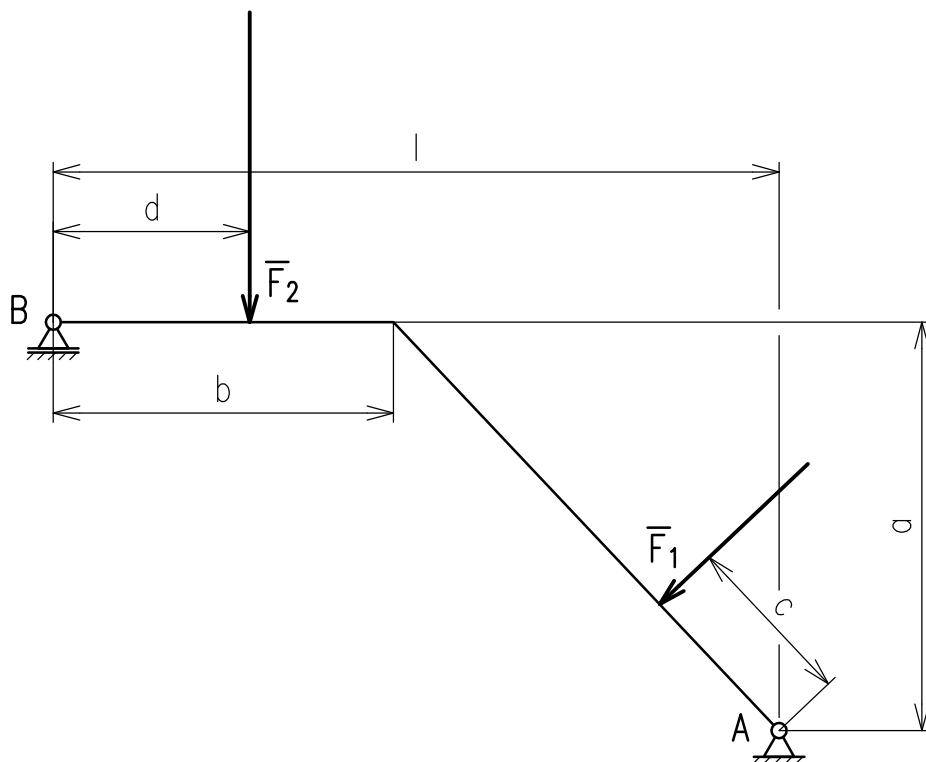
Moment  $M_0$ :



## 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  $a = 540 \text{ mm}$ ,  $b = 450 \text{ mm}$ ,  $c = 230 \text{ mm}$ ,  $d = 260 \text{ mm}$ ,  $l = 960 \text{ mm}$ .

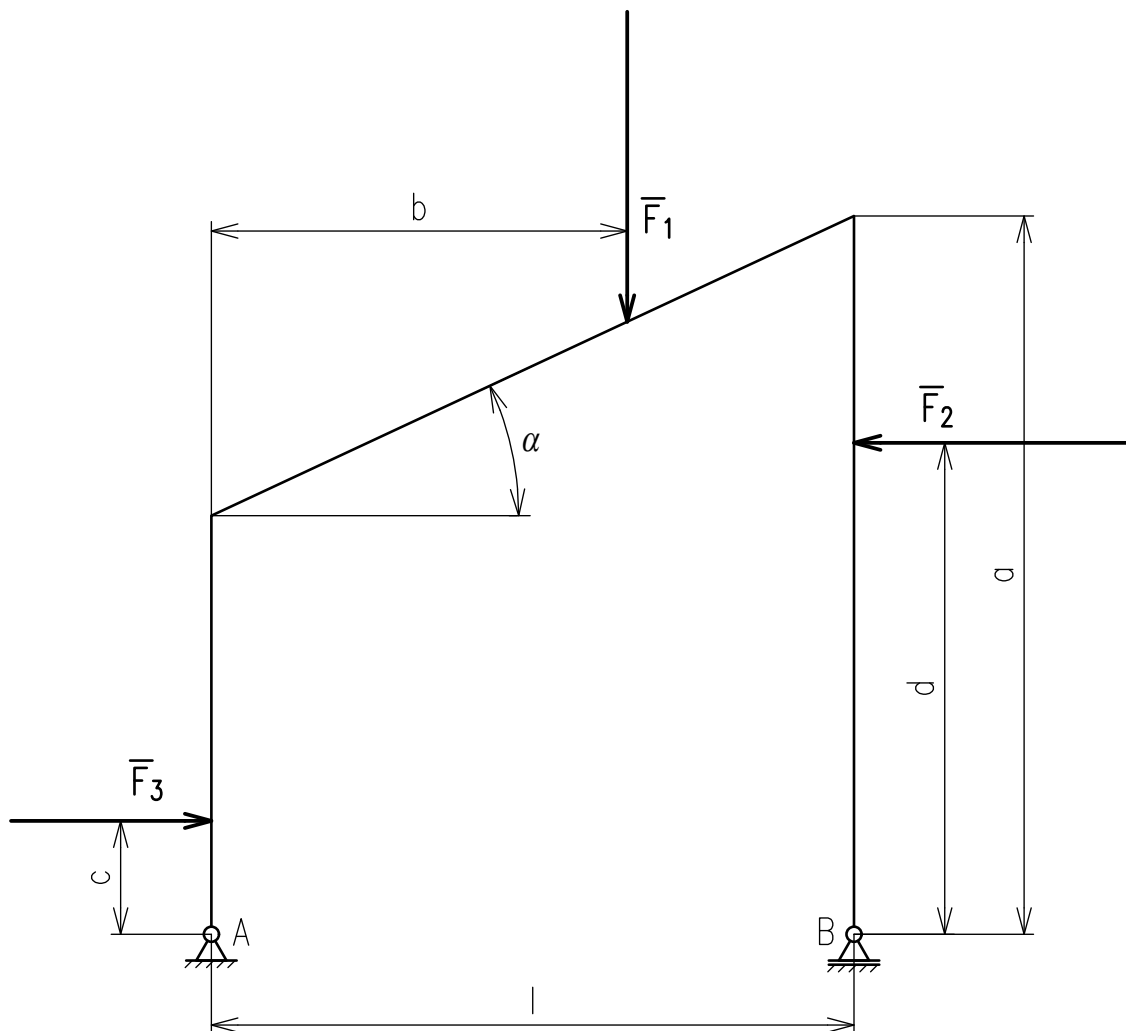
Proveďte: Grafické určení vazbových sil  $F_A$ ,  $F_B$ . Měřítka určete odměřením.



## STATIKA - ROVNOVÁHA OBEČNÉ 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  $a = 950 \text{ mm}$ ,  $b = 550 \text{ mm}$ ,  $c = 150 \text{ mm}$ ,  $d = 650 \text{ mm}$ ,  $l = 850 \text{ mm}$ .

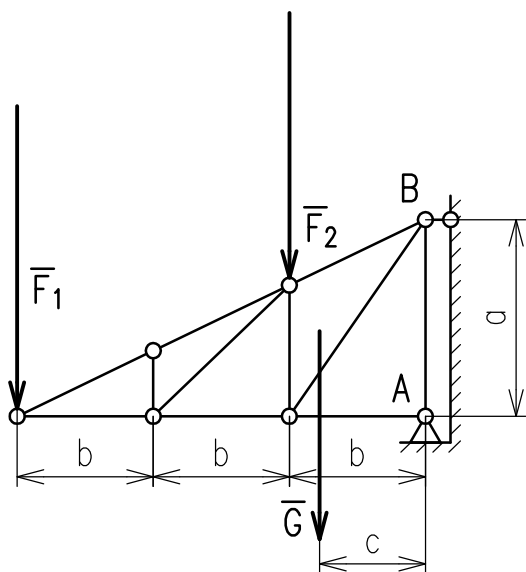
Proveďte: Určení vazbových sil  $F_A$ ,  $F_B$ . Měřítka pro grafické řešení určete odměřením.



## 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  $a = 1,3\text{ m}$ ,  $b = 0,9\text{ m}$ ,  $c = 0,7\text{ m}$ .

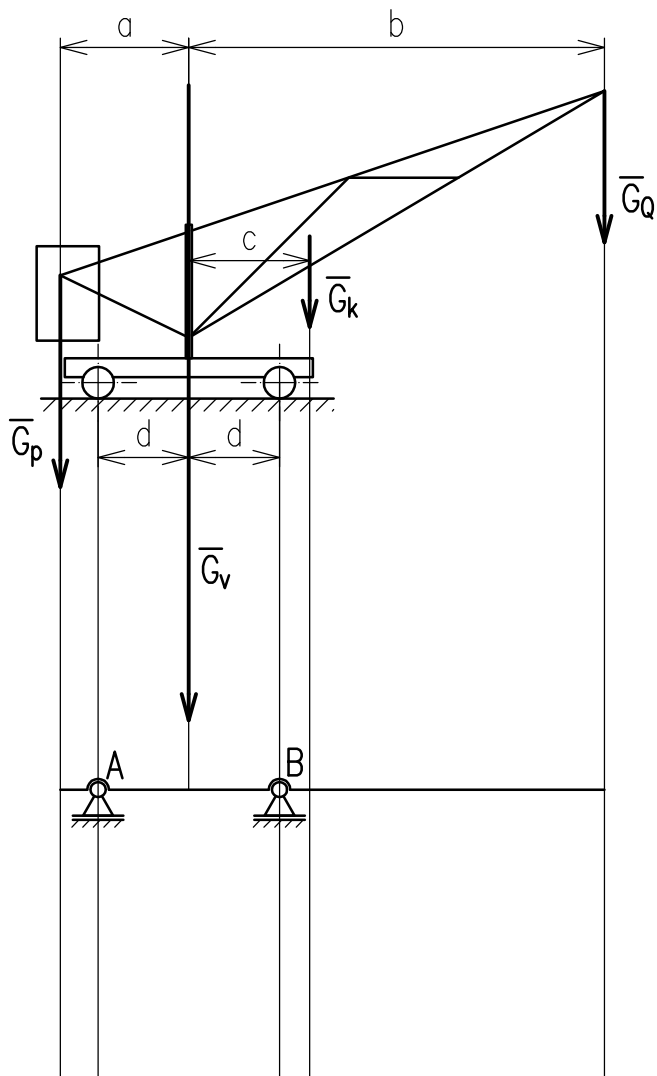
Proveďte: Určení vazbových sil  $F_A$ ,  $F_B$ . Měřítko pro grafické řešení určete odměřením.



## 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:  $a = 1,7\text{ m}$ ,  $b = 5,5\text{ m}$ ,  $c = 1,6\text{ m}$ ,  $d = 1,2\text{ m}$ .

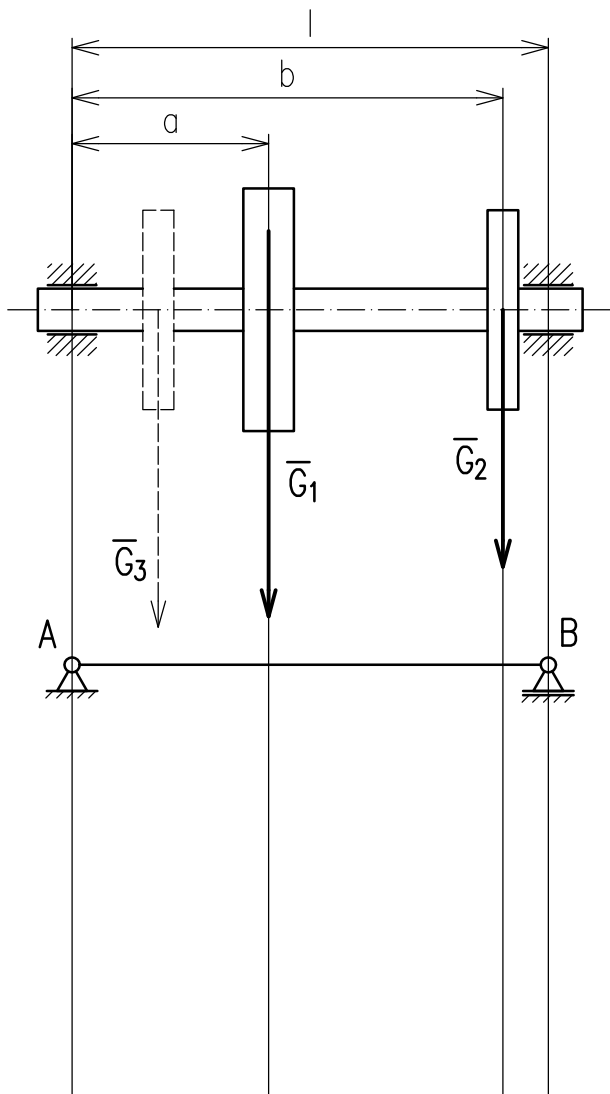
Proveďte: Určení vazbových sil  $F_A$ ,  $F_B$ . Měřítko pro grafické řešení určete odměřením.



## 28. STATIKA - ROVNOVÁHA OBECNÉ ROVINNÉ SOUSTAVY SIL 5

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

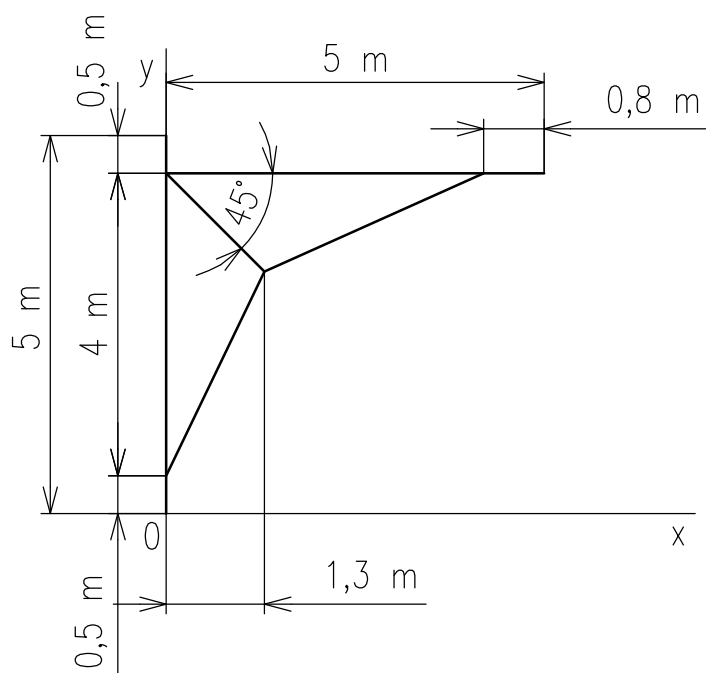
Proveďte: Určení vzdálenosti třetí řemenice o tíze  $G_3 = 420$  N od levého ložiska tak, aby vazbové síly v ložiskách měly stejnou velikost. Měřítka pro grafické řešení určete odměřením.



## 29. STATIKA - TĚŽIŠTĚ (GEOMETRICKÉ STŘEDISKO) ČAR 1

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

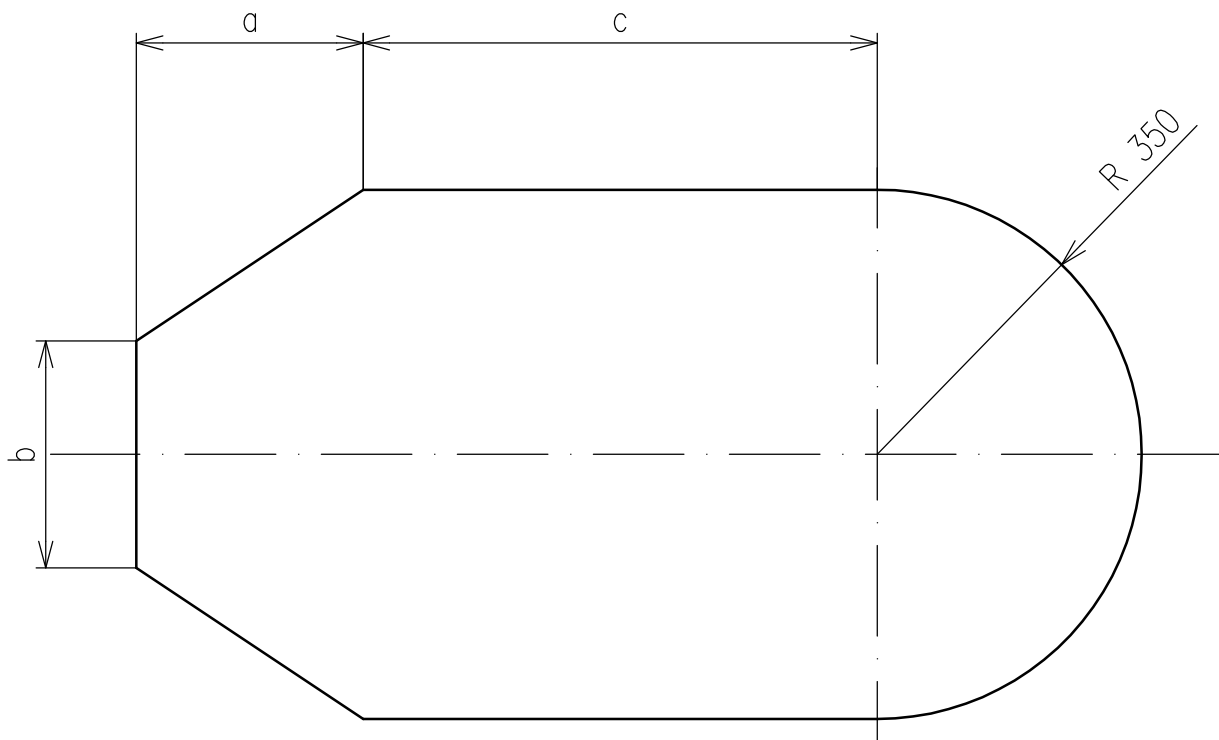
Proveďte: Grafické stanovení polohy těžiště konstrukce. Schéma je v měřítku 1:100.



### 30. STATIKA - TĚŽIŠTĚ (GEOMETRICKÉ STŘEDISKO) ČAR 2

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

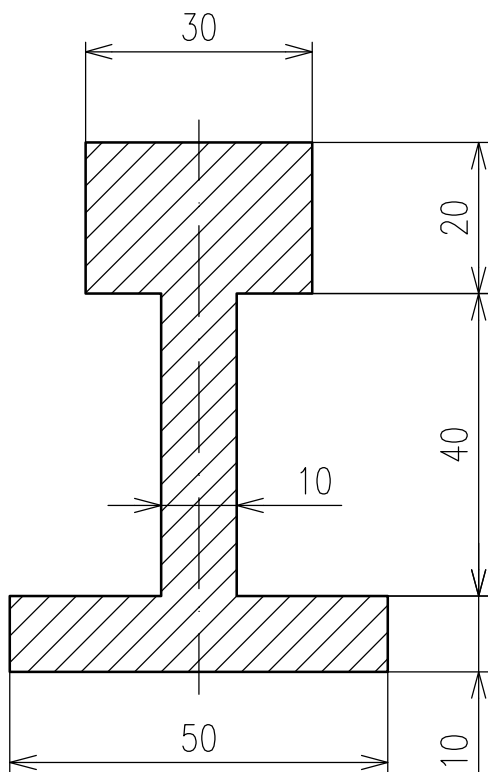
Proveďte: Grafické i početní stanovení polohy těžiště obrysu rámu. Schéma je v měřítku 1:10.



### 31. STATIKA - TĚŽIŠTĚ (GEOMETRICKÉ STŘEDISKO) PLOCH 1

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

Proveďte: Grafické i početní stanovení polohy těžiště profilu.

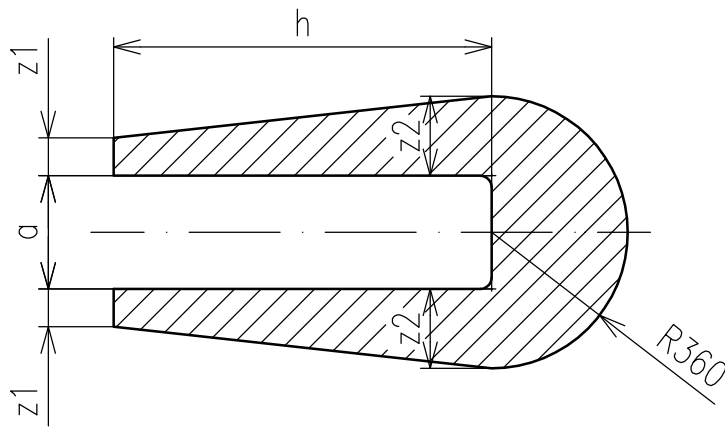




### 32. STATIKA - TĚŽIŠTĚ (GEOMETRICKÉ STŘEDISKO) PLOCH 2

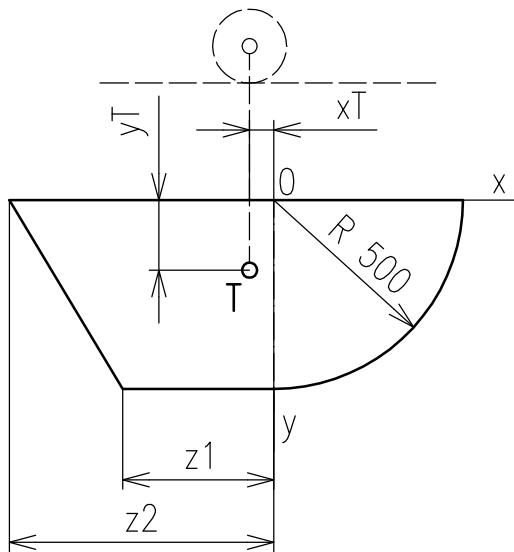
Dáno: Třmen se základnou daného tvaru podle schématu.  $a = 300$  mm,  $h = 1000$  mm,  $z_1 = 100$  mm,  $z_2 = 210$  mm (M 1:20).

Proveďte: Grafické i početní stanovení polohy těžiště základny.



### 33. STATIKA - TĚŽIŠTĚ (GEOMETRICKÉ STŘEDISKO) PLOCH 3

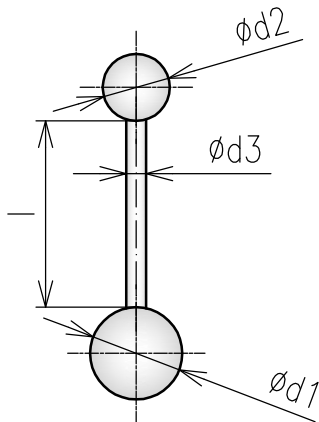
Dáno: Vozík lanové dráhy s rozměry  $z_1 = 400$  mm,  $z_2 = 70$  mm,  $R = 500$  mm.  
Proveďte: Určení polohy těžiště postranice.



### 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.

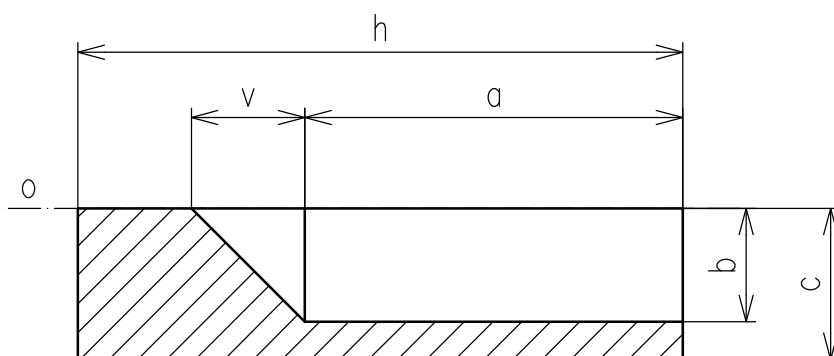
Proveďte: Určení polohy těžiště. Zakřivení tyče na koncích neuvažujte. Obrázek není v měřítku.



### 35. STATIKA - GULDINOVY VĚTY 1

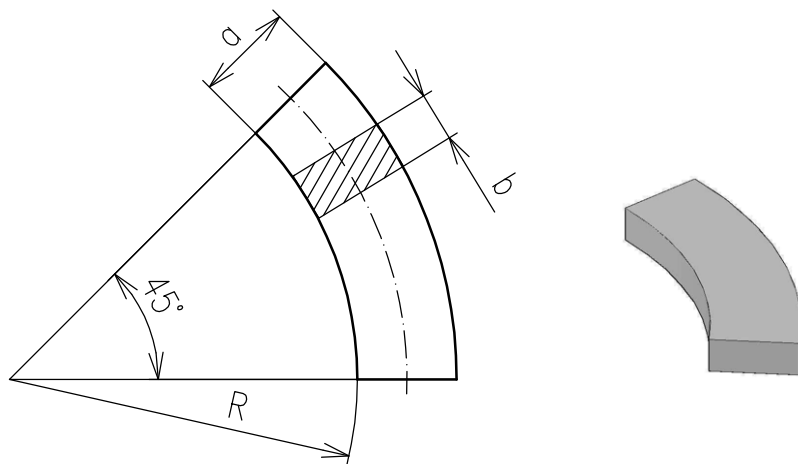
Dáno: Tvořící plocha, jejíž rotací vznikne těleso.  $h = 80$  mm,  $c = 20$  mm,  $a = 50$  mm,  $b = 15$  mm,  $v = 15$  mm.

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

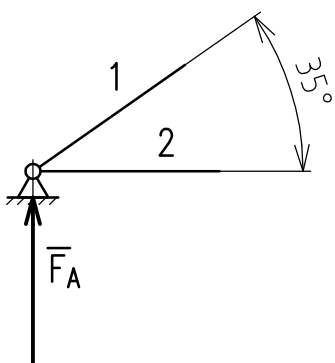
Dáno: Je dán kruhový segment o rozměrech  $a = 0,5$  m,  $b = 0,2$  m,  $R = 2$  m.  
Proveďte: Pomocí Guldinových vět vypočítejte povrch a objem segmentu.



### 37. STATIKA - PRUTOVÉ SOUSTAVY 1

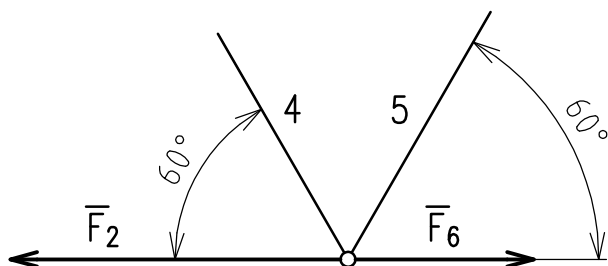
Dáno: V pevné podpoře prutové soustavy působí vazbová síla o velikosti  $F_A = 50$  kN.

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  $F_2 = 80$  kN a  $F_6 = 30$  kN (nejsou kresleny v měřítku).

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



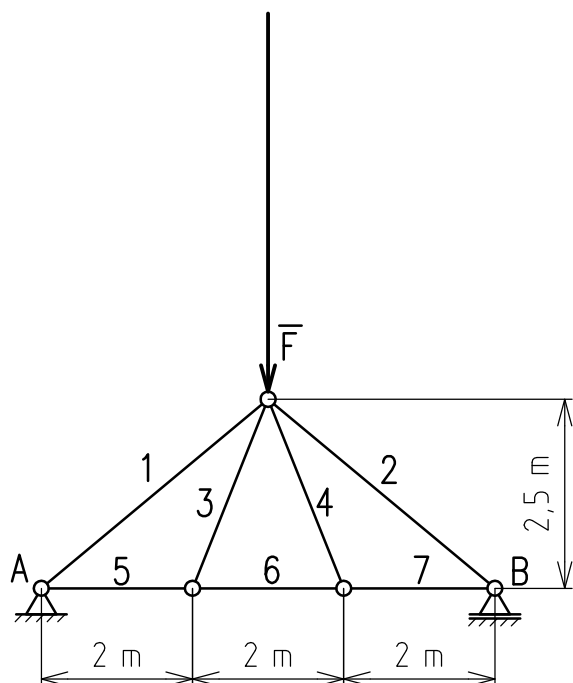
### 38. STATIKA - PRUTOVÉ SOUSTAVY 2

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).

$M 1 : 100$

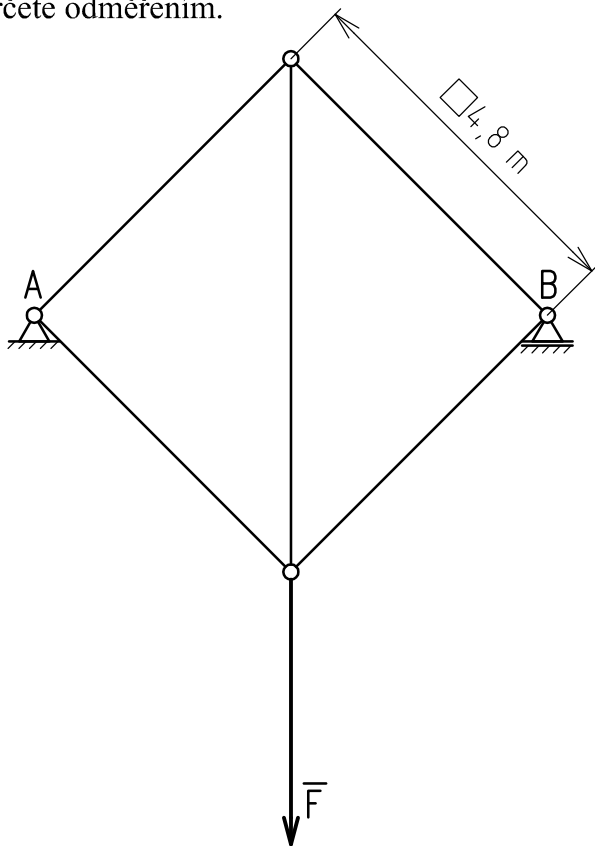
$mF = 200 \text{ N.mm-1}$



### 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.

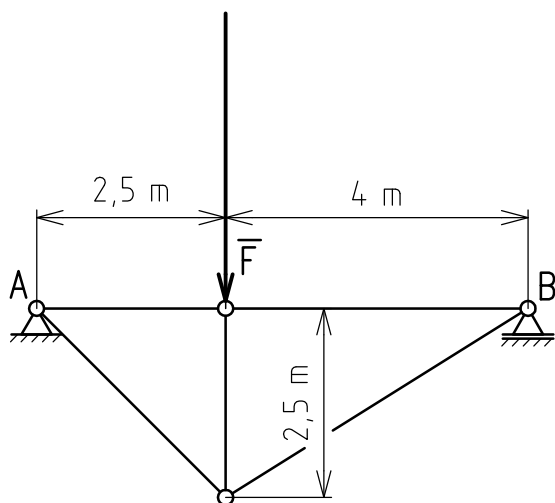




## 40. STATIKA - PRUTOVÉ SOUSTAVY 4

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

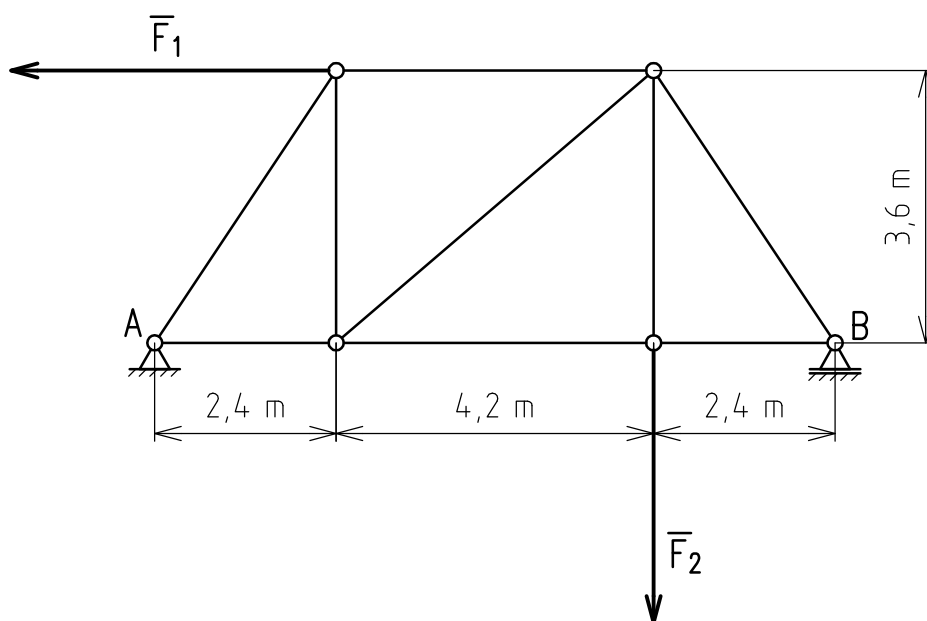
Proveďte: Graficky určete vnitřní síly v prutech a rozhodněte o namáhání (tlak/tah). Měřítko určete odměřením.



## 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  $a = 2,4\text{ m}$ ,  $b = 4,2\text{ m}$ ,  $c = 3,6\text{ m}$ .

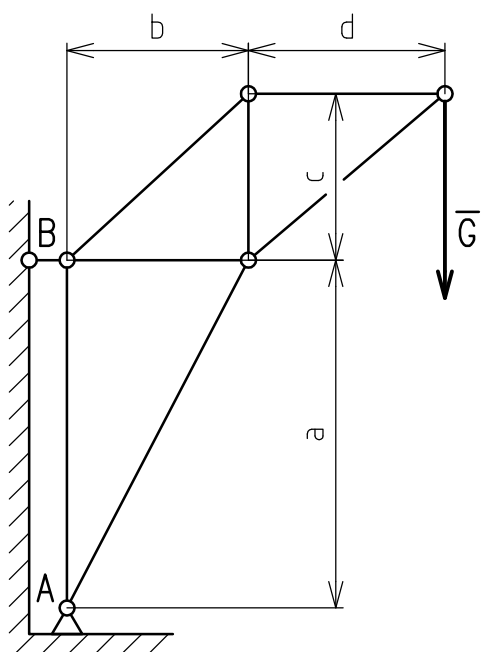
Proveďte: Graficky určete vnitřní síly v prutech a rozhodněte o namáhání (tlak/tah).



## 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).

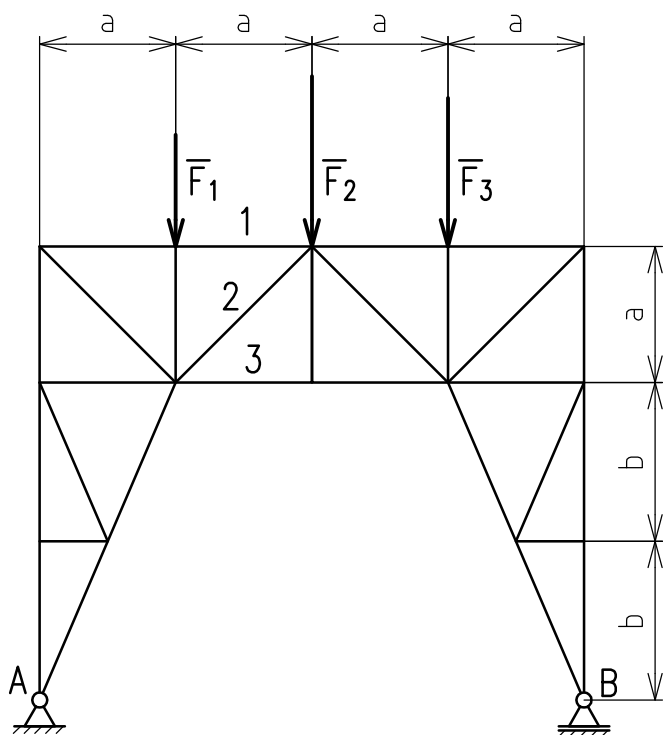


$M 1 : 100$   
 $mF = 1 \text{ kN.mm-1}$

### 43. STATIKA - PRUTOVÉ SOUSTAVY 7

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

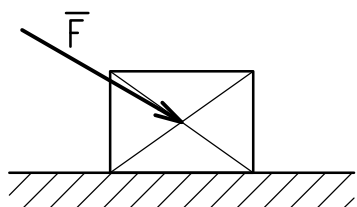
Proveďte: Početně určete vnitřní síly v prutech 1, 2, 3 a rozhodněte o namáhání (tlak/tah).



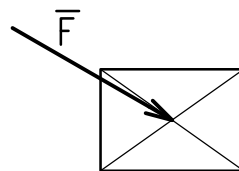
## 44. STATIKA - SMYKOVÉ TŘENÍ 1

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

Proveďte: Výpočet součinitele smykového tření.



Uvolnění hranolu:



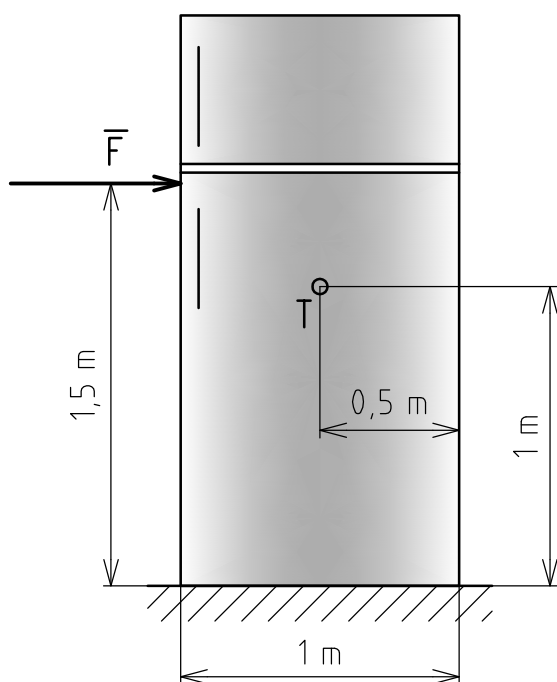
$$\Sigma F_{ix} = 0:$$

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

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  $f_0 = 0,4$ .

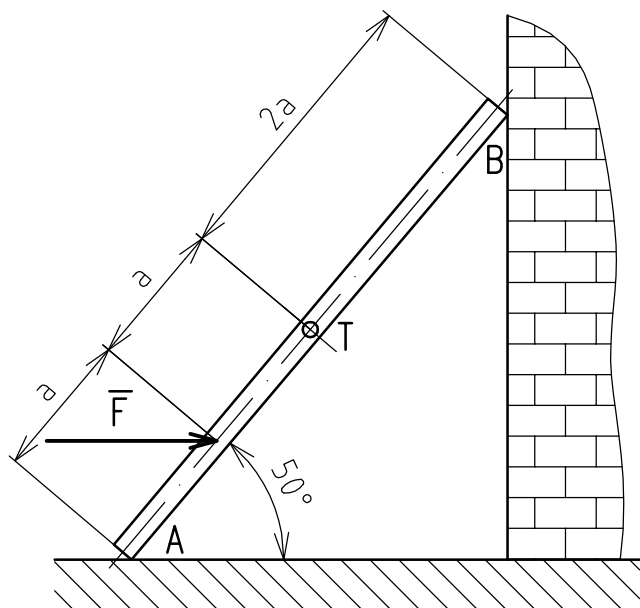
Proveďte: Výpočet síly  $F$  pro posunutí (na mezi pohybu) a ověření, zda nedojde k překlopení chladničky (porovnání síly pro smýkání se silou pro překlopení).



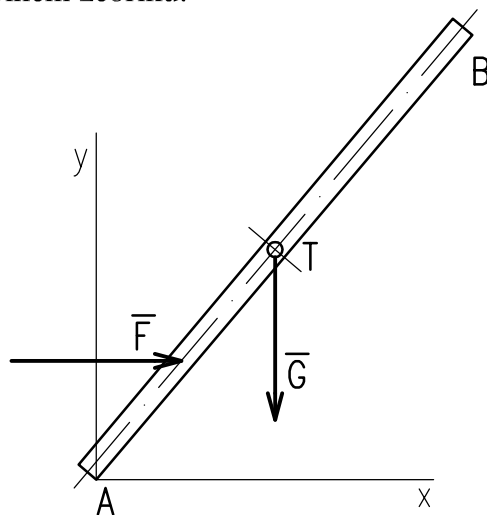
## 45. STATIKA - SMYKOVÉ TŘENÍ 2

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:



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

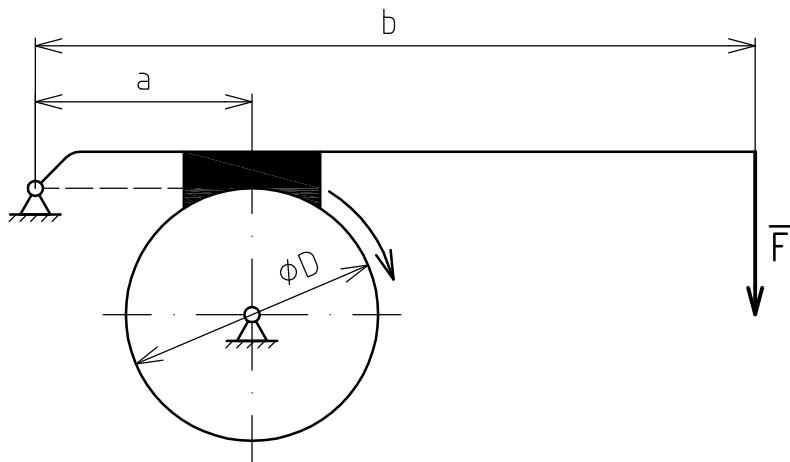
$$\Sigma F_{iy} = 0:$$

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

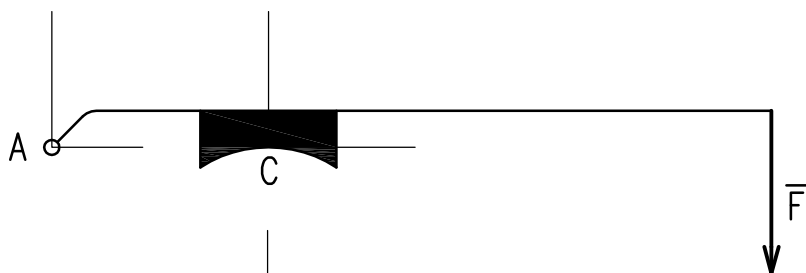
Zákon smykového tření v bodech A, B:

## 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.

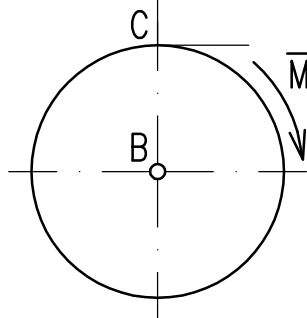


Uvolnění páky:



$$\sum M_i A = 0:$$

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).*

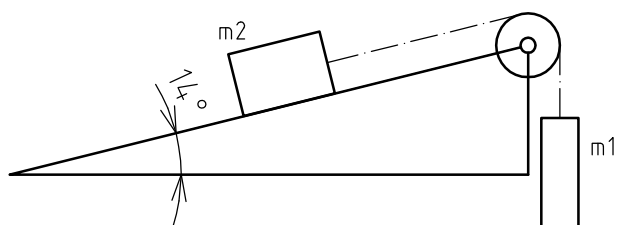
$$\sum M_i B = 0:$$

Zákon smykového tření (bod C):

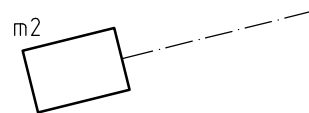
## 47. STATIKA - SMYKOVÉ TŘENÍ 4

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

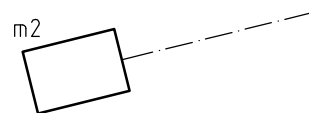
Proveďte: Ověření samosvornosti nebo nesamosvornosti nakloněné roviny a určení maximální a minimální hmotnosti tělesa  $m_2$ , kterou závaží udrží v rovnováze na mezi pohybu.



1. Mez pohybu při zvedání:



2. Mez pohybu při spouštění:





## 48. STATIKA - SMYKOVÉ TŘENÍ 5



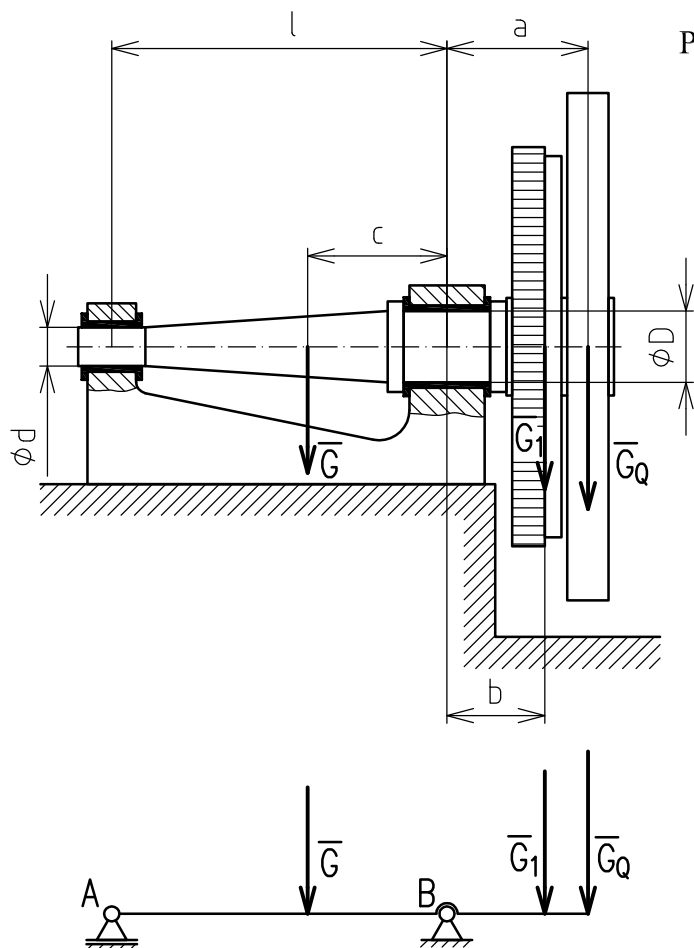
Dáno: Šroub zvedáku má plochý závit se středním průměrem  $d_2 = 36$  mm a stoupání  $Ph = 4$  mm. Na páce s ramenem  $a = 980$  mm působíme silou  $F = 21,6$  N.

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  $G = 12,5$  kN. Čelní kotouč s ozubeným věncem má tíhovou sílu  $G_1 = 52$  kN. Upnutý soustružený setrvačnický kotouč má tíhovou sílu  $G_Q = 98$  kN. Rozměry:  $l = 2,3$  m,  $a = 1,13$  m,  $b = 0,75$  m,  $c = 0,52$  m,  $d = 280$  mm,  $D = 460$  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:

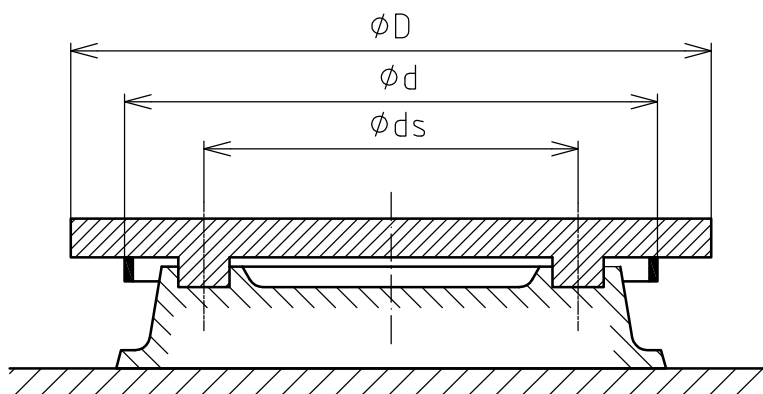
Moment čepového tření v ložisku A:

Moment čepového tření v ložisku B:

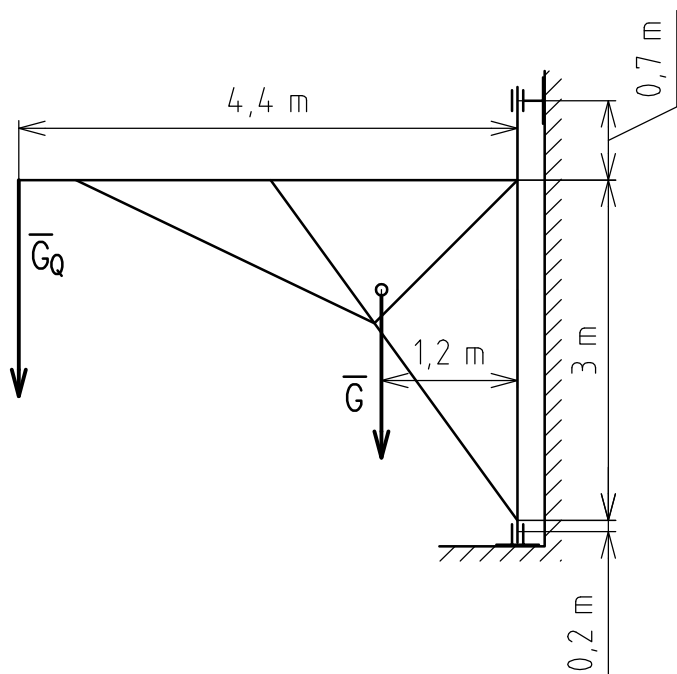
Výsledný moment pro volné otáčení:

## 50. STATIKA - ČEPOVÉ TŘENÍ 2

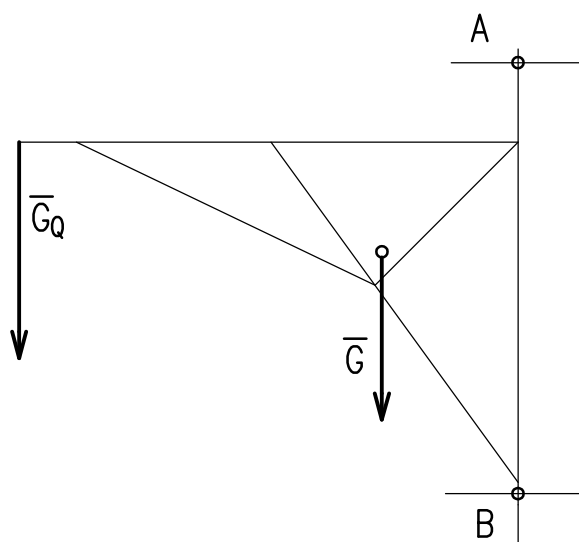
Dáno: U vodorovného soustruhu (karuselu) je uložen stůl o průměru  $D = 6$  m v kruhové drážce, jejíž střední průměr je  $d_s = 2,8$  m. Průměr ozubeného věnce pro otáčení stolu je  $d = 3,5$  m. Hmotnost stolu s upnutým obrobkem je  $m = 4,2$  t, součinitel smykového tření v drážce je  $f = 0,05$ . 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).



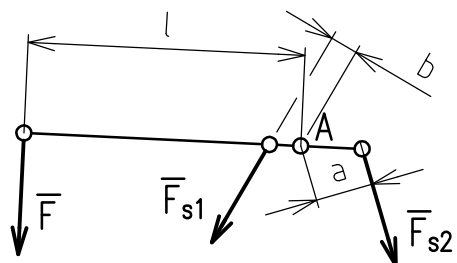
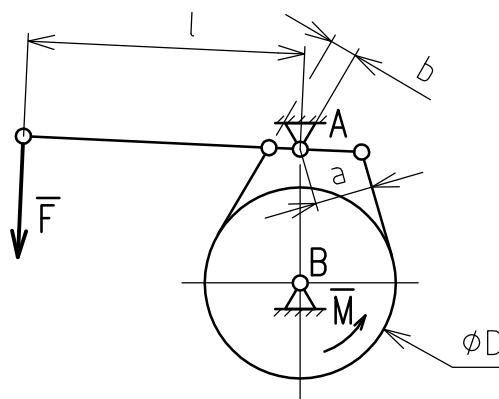
Uvolnění konstrukce, vazbové síly:



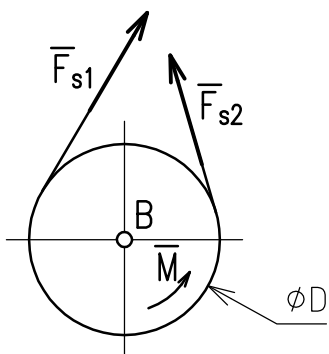
## 51. STATIKA - VLÁKNOVÉ TŘENÍ

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.*

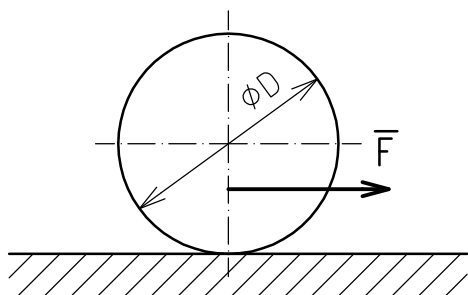
## 52. STATIKA - VALIVÉ TŘENÍ

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 ( $F_2$ ).

