

# Organizace a osnova konzultace III-IV

## Konzultace :

1. Zodpovězení problémů učební látky z konzultace I
2. Úvod do učební látky **Části strojů umožňujících pohyb**
3. Úvod do učební látky **Mechanické převody a mechanismy**
4. Zadání látky pro samostudium
5. Zadání příkladů pro osvojení nastudovaného učiva

# Části strojů umožňujících pohyb

- Funkce :
  - přenáší pohyb otáčivý a přímočarý z hnacího stroje na hnaný
- A. Součásti k přenosu otáčivého pohybu :
  1. **Hřídele**
  2. Hřídelové čepy
  3. Ložiska
  4. Spojky
  5. Brzdy
- B. Součásti k přenosu přímočarého pohybu :
  1. vedení

# Hřídele

- Základem součástí umožňujících pohyb jsou hřídele, na kterých si předvedeme jejich návrh a kontrolu
- Kontrola a navrhování ostatních součástí se odvíjí od hřídelů, které jsou jejich nedílnou součástí

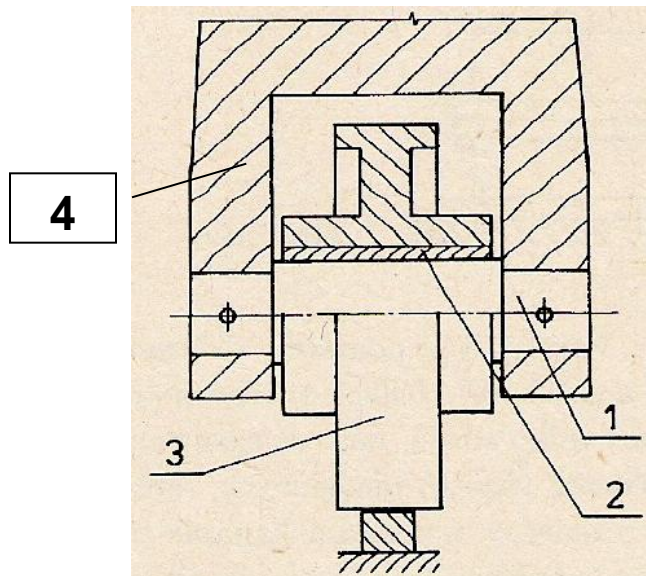
# Hřídele

- Jsou strojní součásti válcovitého tvaru, na které jsou nasazena ozubená kola, řetězová kola, řemenice, kladky, spojky, brzdy atd.
- Rozdělení hřídelí podle typu namáhání :
  - 1. Nosné** – jsou namáhány pouze na ohyb, nepřenáší žádný výkon (točivý moment)
  - 2. Pohybové** – jsou namáhány na krut (přenáší výkon) a ohyb

# Nosné hřídele- typy

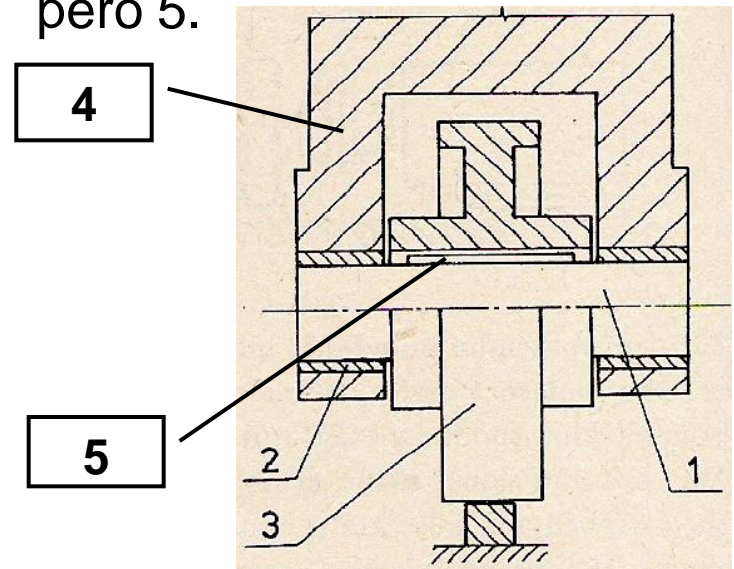
## a) Pevné

- Hřídel 1. je pevně uchycen na rám stroje 4. Na hřídeli je otočně přes kluzné ložisko 2. nasazena kladka 3.



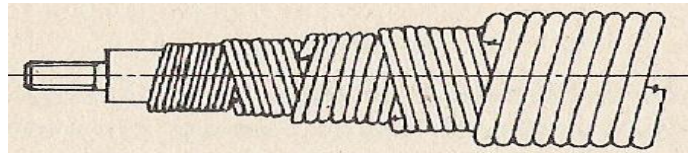
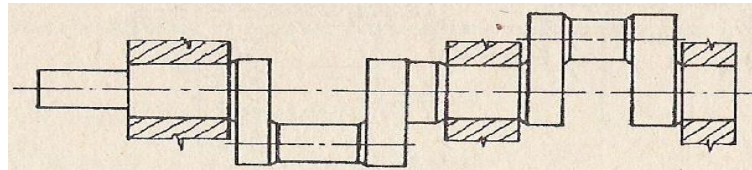
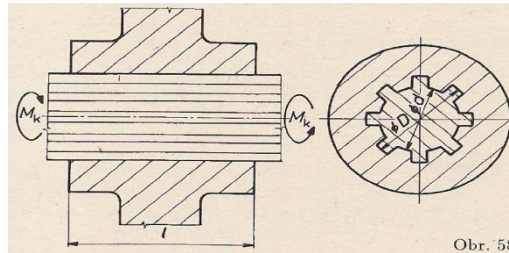
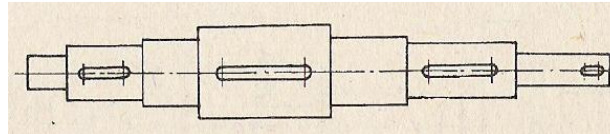
## b) Otočné

- Hřídel 1. je otočně přes kluzné ložiska 2. uchycena v rámu 4. Na hřídeli je pevně nasazena kladka 3. přes pero 5.



# Pohybové hřídele - typy

- Normální
- Duté
- Drážkové
- Zalomené
- Ohebné



# Kontrola a výpočet nosných hřídelů

- Protože jsou nosné hřídele namáhány pouze na ohyb, považujeme je za nosníky.
- Navrhujeme je a kontrolujeme je z hlediska **ohybu** a **otlačení**.
- Obvykle bývá **zadané** zatížení hřídele  $F$  ( $G$ ) a mez pevnosti v ohybu hřídele  $\sigma_0$  nebo dovolené namáhání v ohybu  $\sigma_{D_0}$
- Počítá se průměr hřídele **d** a kontroluje se na otlačení

# Postup výpočtu nosného hřídele

## – typ 1.

### A. Výpočet na ohyb

1. Reakce v podporách A,B

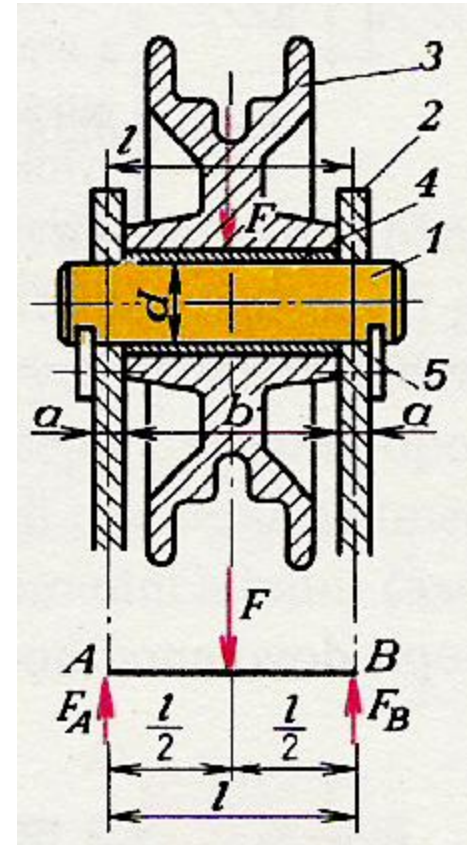
$$F_A = F_B = \frac{1}{2} F$$

2. Max.ohyb.moment –  
uprostřed

$$M_{o \max} = F_A \cdot \frac{1}{2} l = \frac{1}{2} F \cdot \frac{1}{2} l$$

3. Max.ohyb. napětí

$$\sigma_{o \max} = \frac{M_{o \max}}{W_o} = \frac{10 \cdot M_{o \max}}{d^3} \leq \sigma_{Do}$$





# Postup výpočtu nosného hřídele

## – typ 1.

4. Průměr hřídele

$$d = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot M_{o \max}}{\sigma_{Do}}}$$

B. Výpočet na otláčení

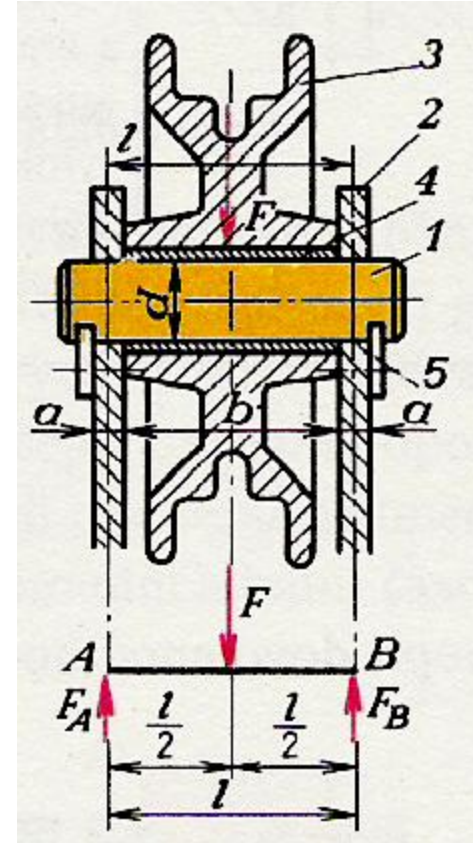
1. Tlak pod kotoučem

$$p_1 = \frac{F}{b \cdot d} \leq p_{D1}$$

2. Tlak v ložiskách

$$p_2 = \frac{F_A}{a \cdot d} = \frac{F}{2a \cdot d} \leq p_{D2}$$

a, b se buď volí nebo vypočítá  
z  $p_{D1}$

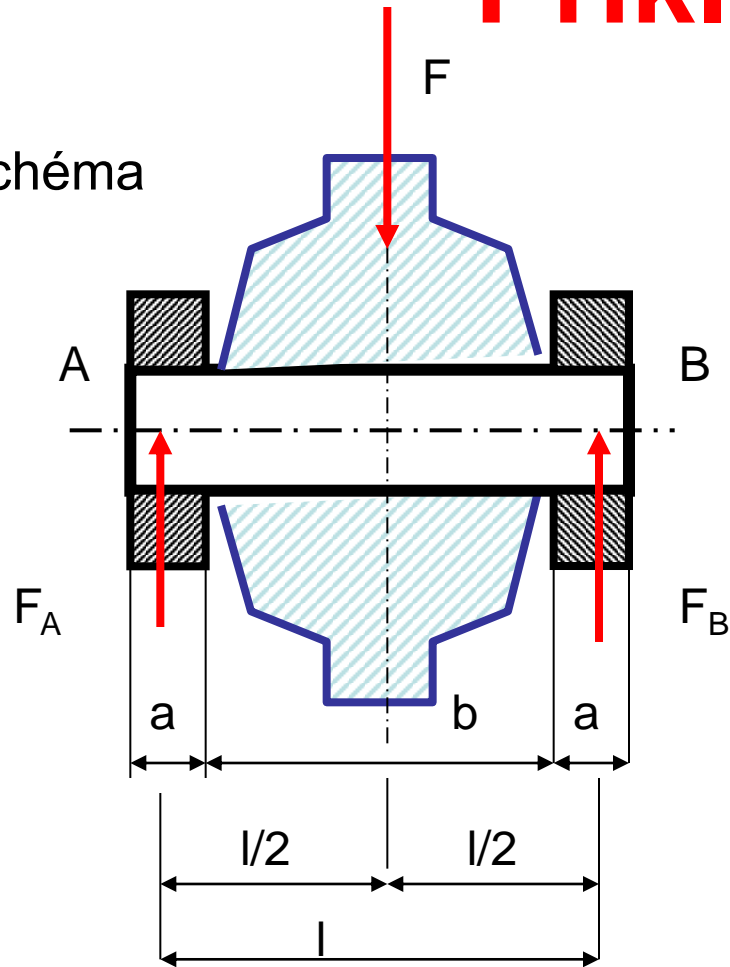


# Příklad 1.

- Zadání
  - Vypočtete průměr hřídele  $d$  řetězové kladky, která je zatížena silou  $F$  a zkontrolujte tlak v nosném plechu
- Dáno :
  - Výsledná síla od řetězu  $F = 42 \text{ kN}$
  - $a = 8 \text{ mm}$
  - $b = 140 \text{ mm}$
  - Materiál hřídele 11 700, který má dovolené namáhání v ohybu  $\sigma_{D0} = 120 \text{ MPa}$
  - Materiál nosného plechu 11 373, který má dovolené otláčení  $p_D = 70 \text{ MPa}$

# Příklad 1.

- Schéma



# Příklad 1.

1. Reakce v podporách  $F_A = F_B = \frac{1}{2} F = \frac{1}{2} 42 = 21kN$

2. Max.ohyb.moment –uprostřed

$$M_{o\max} = F_A \cdot \frac{1}{2} l = F_A \frac{1}{2} \cdot (b + a) = 21000 \cdot \frac{1}{2} (140 + 8) = 1554000 Nmm = 1554 Nm$$

3. Průměr hřídele

$$d = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot M_{o\max}}{\sigma_{Do}}} = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot 1554000}{120}} = 50,59 mm$$

Volíme normalizovaný průměr hřídele  $d=50mm$

# Příklad 1.

- Kontrola otláčení plechu

$$p_2 = \frac{F_A}{a.d} = \frac{F}{2a.d} = \frac{42000}{2 \cdot 8.50} = 52,5MPa \leq p_{D2} = 70MPa$$

- **Navržený průměr hřídel  $d=50\text{mm}$  vyhovuje zatížení i zvolenému materiálu**

# Postup výpočtu nosného hřídele

## – typ 2.

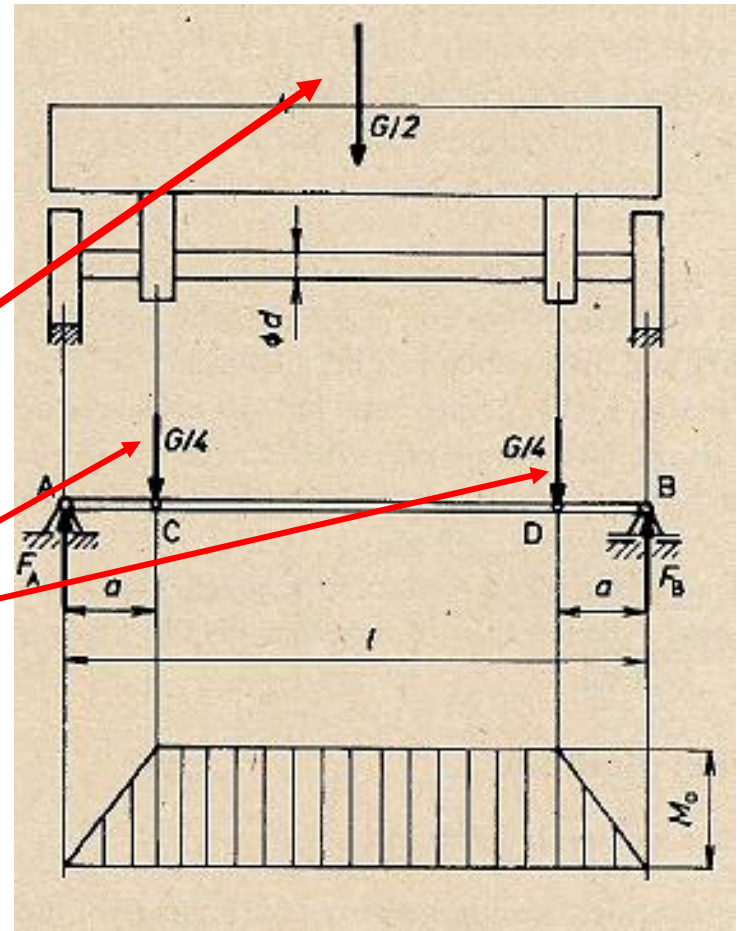
### 1. Zadání :

- Je dán železniční vagon, který má dvě nápravy (na schématu je pouze jedna)

### 2. Reakce v podporách

- Tíha vagonu  $G$  je na každé nápravě rozložena polovičním zatížením ( $G/2$ )
- Náprava je uchycena ve dvou bodech (C,D), takže v každém bodě působí čtvrtina tíhy vagonu ( $G/4$ )
- Reakce  $F_A$  a  $F_B$

$$F_A = F_B = \frac{G}{4}$$



# Postup výpočtu nosného hřídele

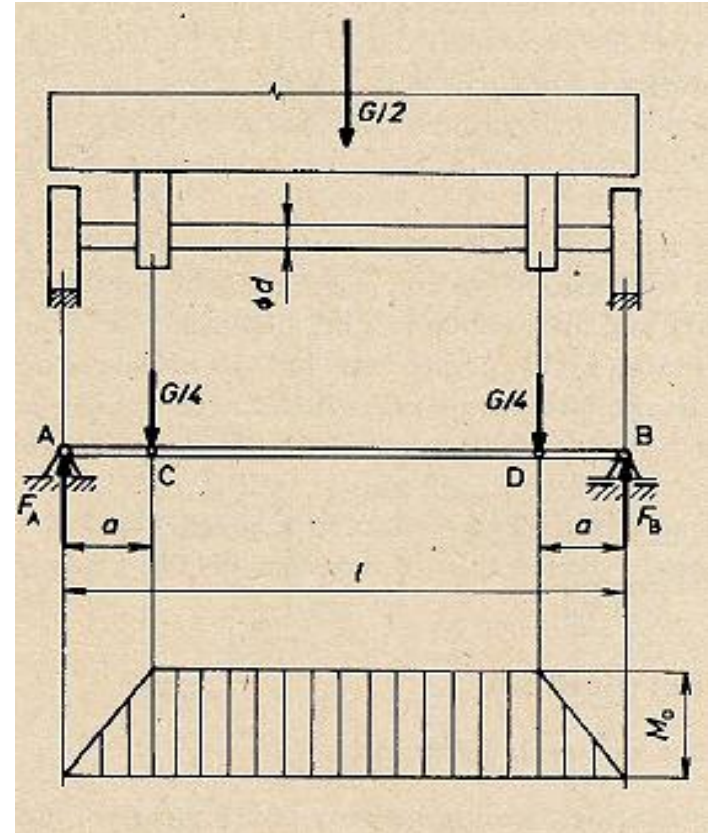
## – typ 2.

3. Max. ohybový moment
- Z obrázku je zřejmé, že max. ohybový moment působí mezi body C a D

$$M_{o\max} = F_A \cdot a = F_B \cdot a = \frac{G}{4} \cdot a$$

4. Max. ohyb. Napětí

$$\sigma_{o\max} = \frac{M_{o\max}}{W_o} = \frac{10 \cdot M_{o\max}}{d^3} \leq \sigma_{Do}$$

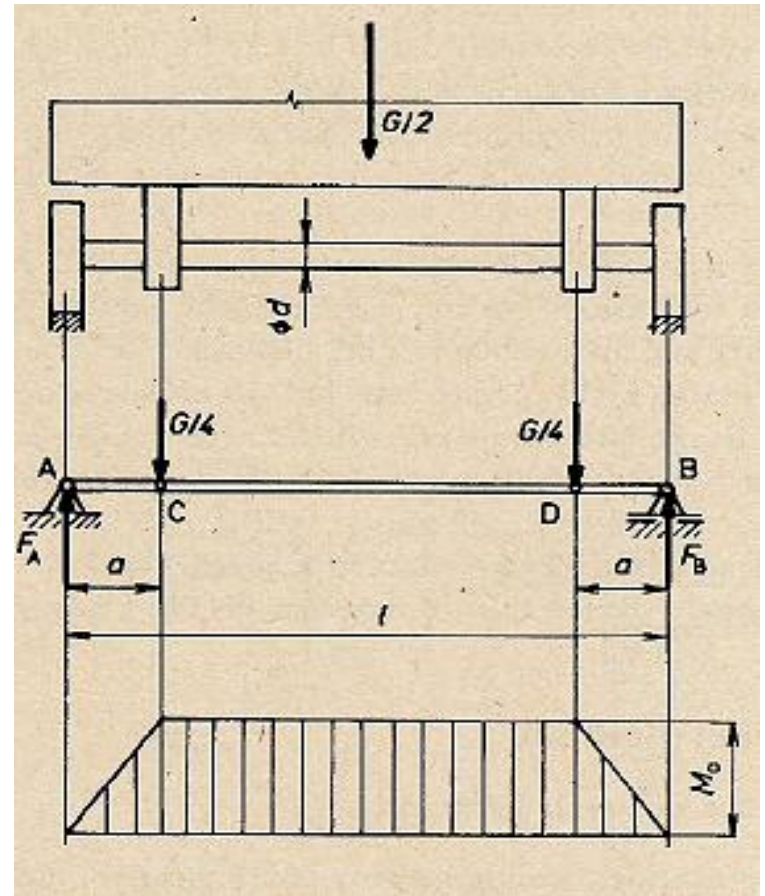


# Postup výpočtu nosného hřídele

## – typ 2

5. Průměr hřídele

$$d = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot M_{o \max}}{\sigma_{D0}}} = \sqrt[3]{\frac{8 \cdot G \cdot a}{\pi \cdot \sigma_{D0}}}$$



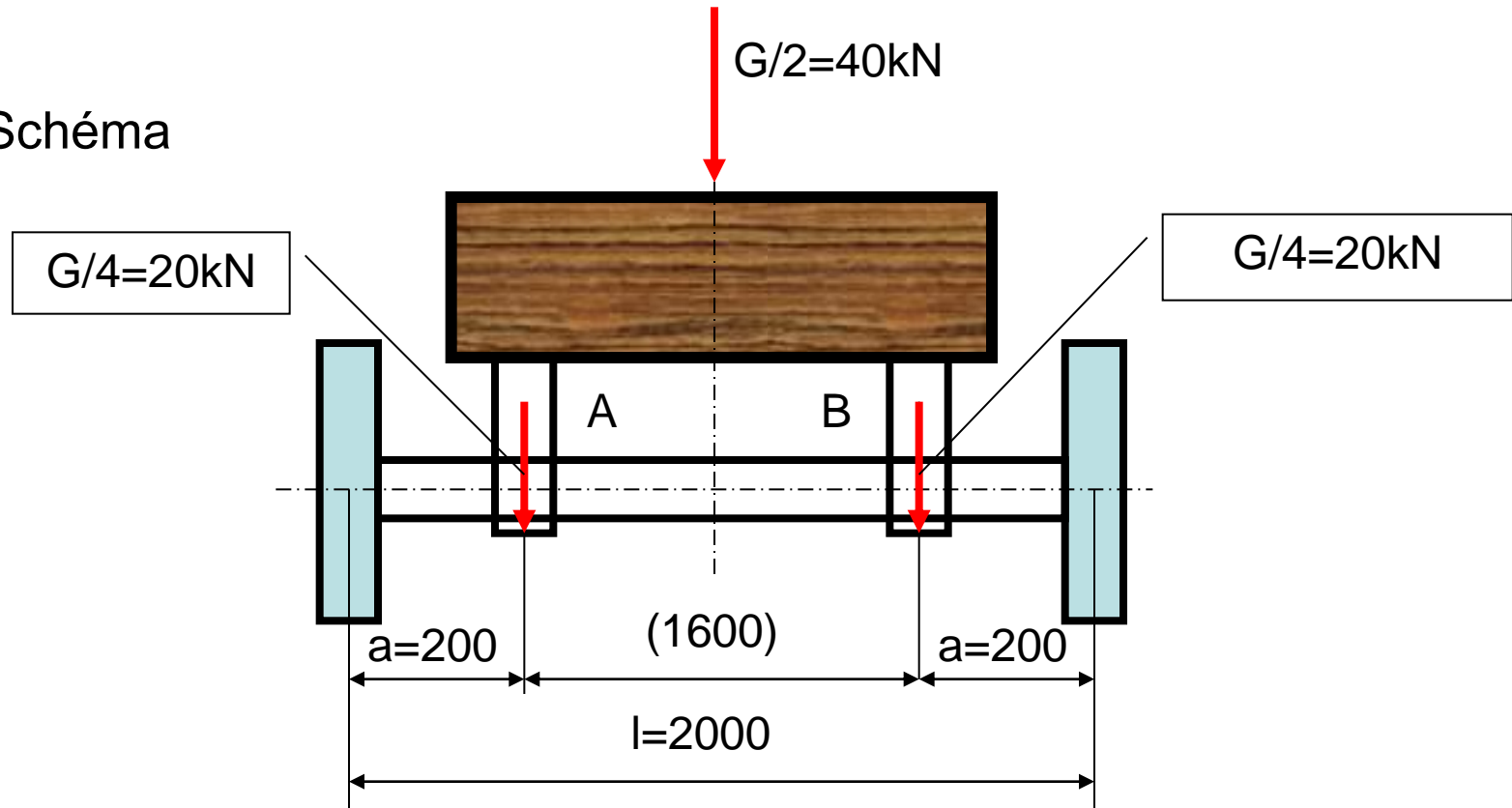


# Příklad 2.

- Zadání
  - Náprava vagonu je zatížena tíhou  $G=80\text{kN}$ . Nehybná náprava je vyrobena z oceli o průměru  $d=80\text{mm}$ . Zkontrolujte zda navržená náprava vyhovuje požadavkům.
- Dáno
  - $G=80\text{ kN}$
  - Průměr nápravy  $d = 80\text{ mm}$
  - Ocel nápravy má dovolenou mez v ohybu  $\sigma_{D_0}=80\text{ MPa}$
  - $a=200\text{mm}$
  - $l=2000\text{ mm}$

# Příklad 2.

- Schéma



# Příklad 2.

- Výpočet

1. Reakce v podpěrách A a B  $F_A = F_B = \frac{G}{4} = \frac{80}{4} = 20kN$

2. Max. ohybový moment  $M_{o\max}$

$$M_{o\max} = F_A \cdot a = F_B \cdot a = \frac{G}{4} \cdot a = \frac{80000}{4} \cdot 200 = 4000000 Nmm = 4kNm$$

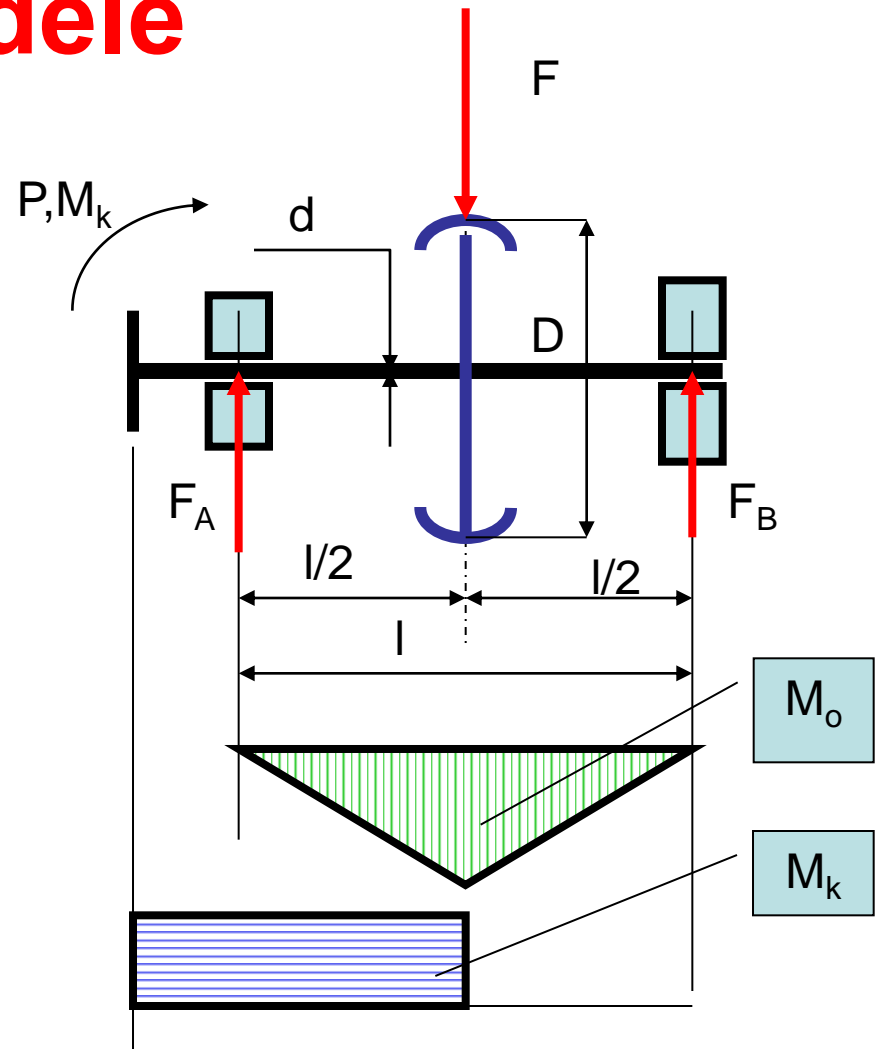
3. Výpočet skutečného max. ohybového namáhání  $\sigma_{o\max}$

$$\sigma_{o\max} = \frac{M_{o\max}}{W_o} = \frac{10 \cdot M_{o\max}}{d^3} = \frac{10 \cdot 4000000}{80^3} = 78,12 MPa \leq \sigma_{Do} = 80 MPa$$

- **Skutečné namáhání je menší než dovolené. Navržená náprava vyhovuje**

# Postup výpočtu pohybového hřídele

- Pohybové hřídele jsou namáhány současně na krut  $M_k$  a na ohyb  $M_o$  od přenášeného výkonu  $P$
- Proto je nutné počítat s tzv. redukovaným napětím  $\sigma_{red}$  a redukovaným ohybovým momentem  $M_{ored}$



# Postup výpočtu pohybového hřídele

1. Výpočet kroutícího moment  $M_k$ , síly  $F$  a reakcí  $F_A$  a  $F_B$ 
  - Vycházíme ze zadaného výkonu  $P$ , který hřídel přenáší. Vypočítáme  $M_k$  z něho sílu  $F$

$$M_k = \frac{30000 \cdot P}{\pi \cdot n}$$

$$F = \frac{2 \cdot M_k}{D}$$

$$F_A = F_B = \frac{F}{2}$$

# Postup výpočtu pohybového hřídele

2. Výpočet  $M_{o\max}$

$$M_{o\max} = F_A \cdot \frac{l}{2} = F_B \cdot \frac{l}{2} = \frac{F}{2} \cdot \frac{l}{2} = \frac{F \cdot l}{4}$$

3. Výpočet  $M_{red}$

$$M_{red} = \sqrt{M_o^2 + 0,75 \cdot M_k^2}$$

4. Výpočet ohybového napětí  $\sigma_{o\max}$ , napětí na krut  $\tau_k$  a redukovaného napětí  $\sigma_{red}$

$$\sigma_{o\max} = \frac{M_{o\max}}{W_o} \quad \tau_k = \frac{M_k}{W_k} \quad \sigma_{red} = \sqrt{\sigma_{o\max}^2 + 3 \cdot \tau_k^2}$$

# Postup výpočtu pohybového hřídele

5. Výpočet průměru hřídele  $d$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{red}}{\pi \cdot \sigma_{Do}}}$$

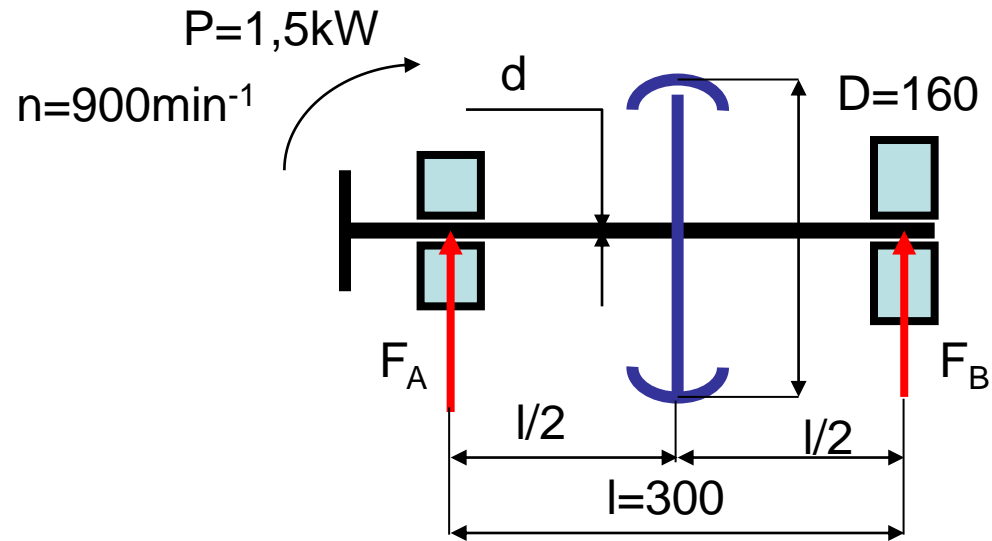
# Příklad 3.

- Zadání
  - Vypočítejte průměr hřídele  $d$ , který přenáší výkon  $P=1,5\text{kW}$  při otáčkách  $n=15\text{ s}^{-1}$ , za předpokladu, že je namáhán ohybem krutem. Na hřídeli je řemenice o průměru  $D=160\text{ mm}$ . Materiál hřídele 11 600, kterému odpovídá dovolené namáhání v ohybu  $\sigma_{D_0}=65\text{ MPa}$ .
- Dáno
  - $P=1,5\text{ kW}$
  - $n=15\text{s}^{-1}=900\text{min}^{-1}$
  - $D=160\text{mm}$
  - Mat. hřídel 11 600 =  $\sigma_{D_0}=65\text{ MPa}$
  - $l=300\text{ mm}$



# Příklad 3.

- Schéma



# Příklad 3.

1. Výpočet kroutícího moment  $M_k$

$$M_k = \frac{30000 \cdot P}{\pi \cdot n} = \frac{30000 \cdot 1500}{\pi \cdot 900} = 15915,49 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

2. Výpočet síly  $F$  a reakcí  $F_A$  a  $F_B$

$$F = \frac{2 \cdot M_k}{D} = \frac{2 \cdot 15915,49}{160} = 198,94 \text{ N} \quad F_A = F_B = \frac{F}{2} = \frac{198,94}{2} = 99,5 \text{ N}$$

3. Výpočet  $M_{\text{omax}}$

$$M_{\text{omax}} = F_A \cdot \frac{l}{2} = F_B \cdot \frac{l}{2} = \frac{F}{2} \cdot \frac{l}{2} = \frac{F \cdot l}{4} = \frac{198,94 \cdot 300}{4} = 14880 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

# Příklad 3.

4. Výpočet ohybového redukovaného momentu  $M_{ored}$

$$M_{red} = \sqrt{M_o^2 + 0,75.M_k^2} = \sqrt{14880^2 + 0,75.15915,49^2} = 20315,82N.mm$$

5. Výpočet průměru  $d$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32.M_{red}}{\pi.\sigma_{Do}}} = \sqrt[3]{\frac{32.20315,82}{\pi.65}} = 14,7mm$$

**Volíme průměr hřídele  $d = 15$  mm**

# Mechanické převody a mechanismy

- **Slouží :**
  - k přenosu pohybu z hnacího členu na člen hnaný,
  - ke změně rychlosti pohybu
  - k transformaci (změně) jednoho druhu pohybu na jiný druh pohybu

# Rozdělení mechanismů

## A. Mechanismy s tuhými členy :

### 1. Mechanické převody :

- Třecí převody :
  - » S konstantním převodem
  - » S plynule měnitelným převodem - variatory
- Řemenové převody
- Řetězové převody
- Převody ozubenými koly

### 2. Mechanismy pro transformaci (změnu) pohybu (tzv. kinematické) :

- Šroubové
- Klikové
- Kulisové
- Kloubové
- Vačkové

# Rozdělení mechanismů

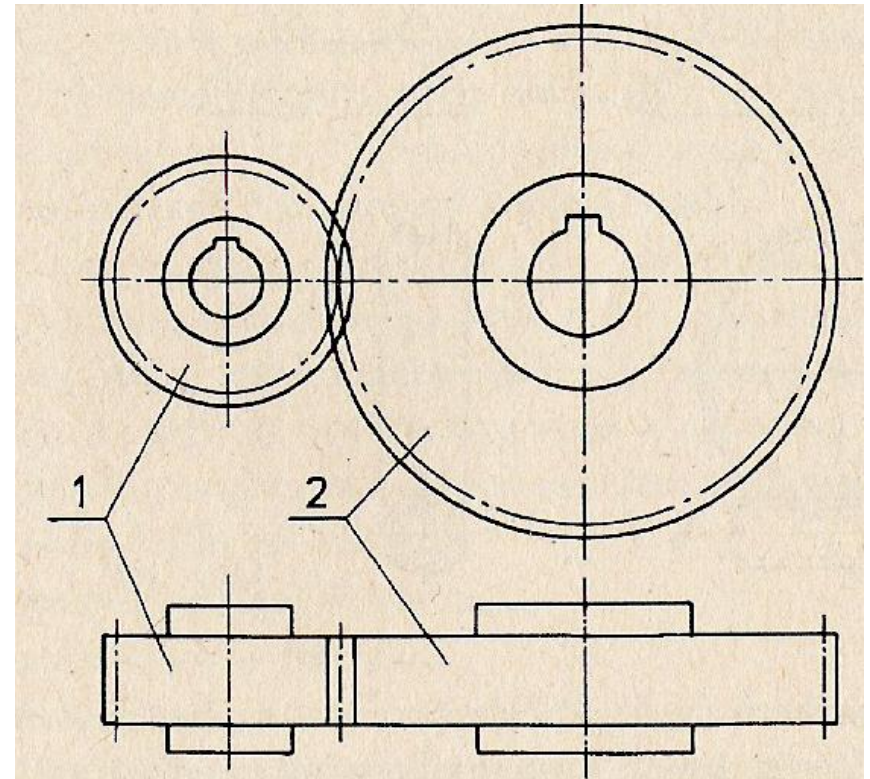
## A. Mechanismy tekutinové

1. Mechanismy hydraulické
2. Mechanismy pneumatické

- **Pro návrh a kontrolu mechanismů zvolíme nejčastěji používané mechanické převody s ozubenými koly.**

# Převody ozubenými koly

- Přenáší točivý moment z kola hnaného na kolo hnací
- Nejjednodušší převod ozubenými koly je tvořen dvěma koly, které nazýváme **soukolím**
- Menší kolo se nazývá – **pastorek (1)**
- Větší kolo se nazývá – **kolo (2)**



# Převody ozubenými koly

- Pro označení převodů se používá tzv. **převodové číslo =  $i$** , které charakterizuje každý mechanický převod

- **Převodové číslo**

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} = \frac{z_2}{z_1}$$

- Je-li ozubený převod tvořen složením několika koly, potom je převodové číslo dáno vztahem

$$i = \frac{n_1}{n_n} = \frac{D_2}{D_1} \cdot \frac{D_4}{D_3} \dots \frac{D_n}{D_{n-1}} = \frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{z_4}{z_3} \dots \frac{z_n}{z_{n-1}}$$

- Kde : index 1 – hnací; index 2 – hnané
  - $n_1$ -otáčky hnacího kola
  - $D_1$ -roztečná kružnice hnacího kola
  - $z_1$ -počet zubů hnacího kola
  - $n_2$ -otáčky hnaného kola
  - $D_2$ - roztečná kr. hnaného kola
  - $z_2$ -počet zubů hnaného kola



# Převody ozubenými koly

1. Je-li převodový poměr  $i > 1$ , jde o převod do pomala. Tzn.že otáčky kola hnacího jsou větší než otáčky kola hnaného ( $n_1 > n_2$ )
2. Je-li převodový poměr  $i < 1$ , jde o převod do rychla. Tzn.že otáčky kola hnacího jsou menší než otáčky kola hnaného ( $n_1 < n_2$ )

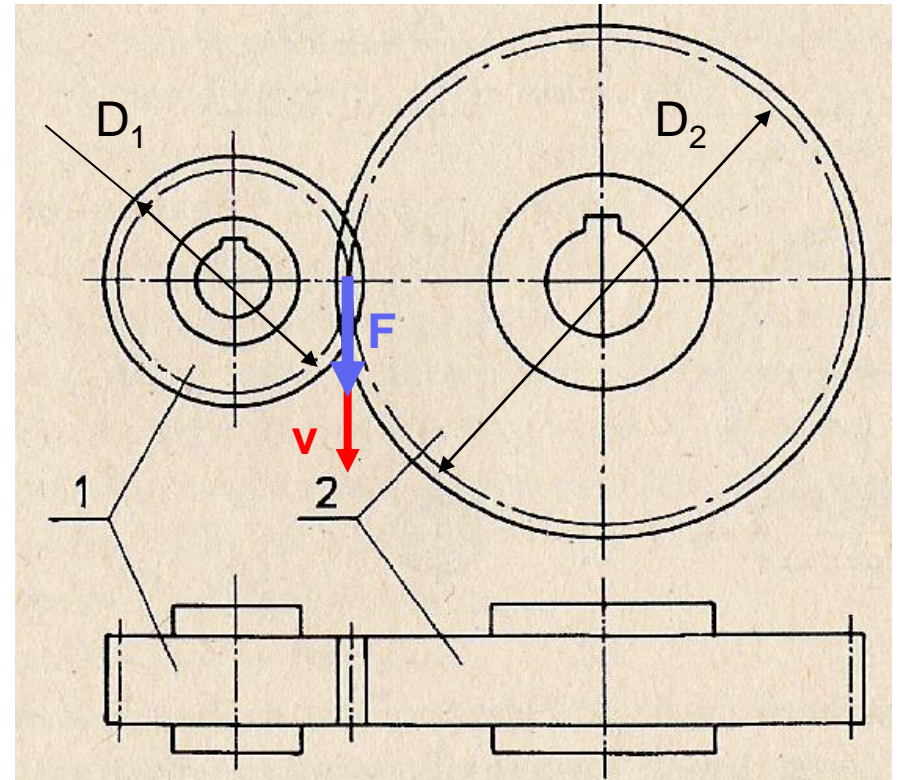
# Převody ozubenými koly

- Nemá-li dojít při otáčení k poničení zubů, musí být obvodová rychlost  $v$  i obvodová síla  $F$  na hnacím i hnaném kotouči stejně velká
- Matematický vztah pro obvodovou rychlost

$$v_1 = v_2 = v = v_1 \cdot \pi \cdot D_1 \cdot n_1 = \pi \cdot D_2 \cdot n_2$$

- Matematický vztah pro obvodovou sílu  $F$ , která zatěžuje hřídel na ohyb

$$F = \frac{2 \cdot M_{k1}}{D_1} = \frac{2 \cdot M_{k2}}{D_2} = \frac{P}{v}$$



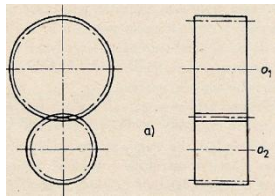
P-přenášený výkon

# Rozdělení převodů ozubenými koly

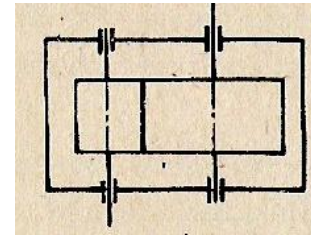
1. Podle vzájemné polohy os spolu zabírajících kol:

a) Osy rovnoběžné

- Soukolí čelní

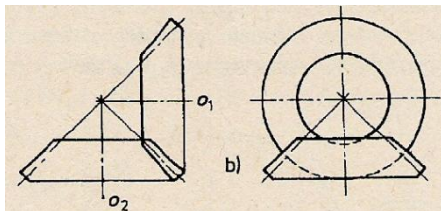


– tvoří převodovku čelní

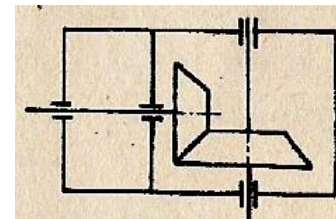


b) Osy různoběžné

- Soukolí kuželová



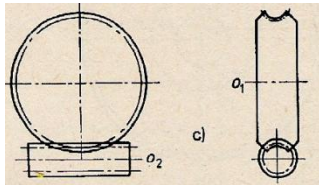
– tvoří převodovku kuželovou



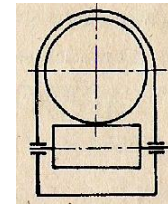
# Rozdělení převodů ozubenými koly

c) Osy mimoběžné

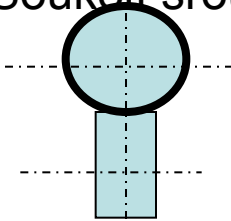
- Soukolí šnekové



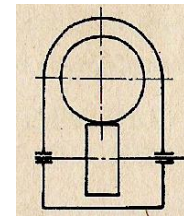
– převodovka šneková



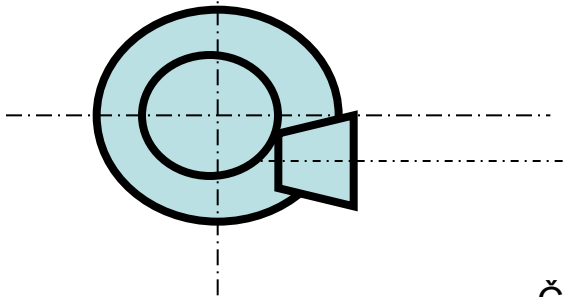
- Soukolí šroubové



–převodovka šroubová



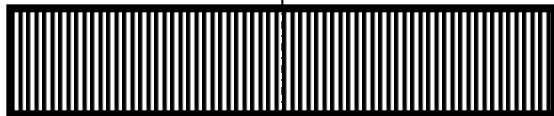
- Soukolí hypoidní



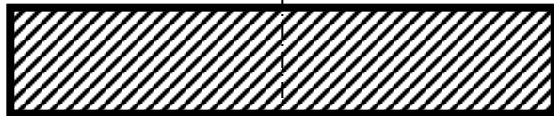
# Rozdělení převodů ozubenými koly

## 2. Podle směru a tvaru zubů

a) Přímé



b) Šikmé



c) Zakřivené

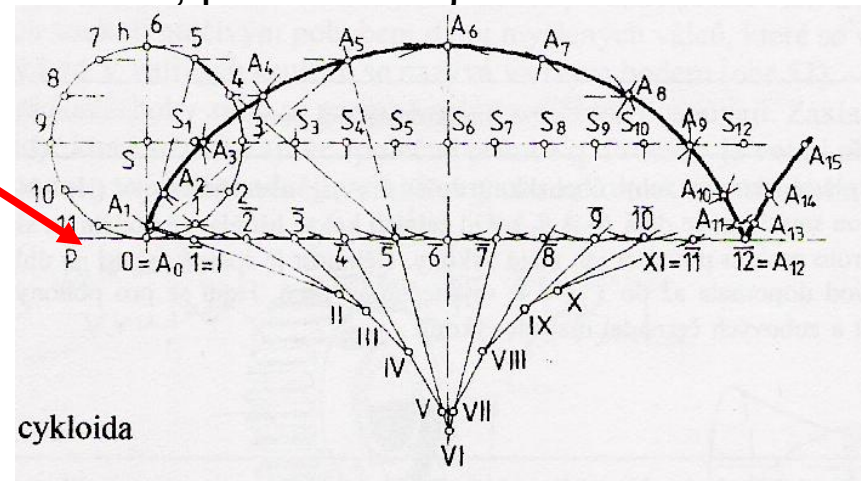
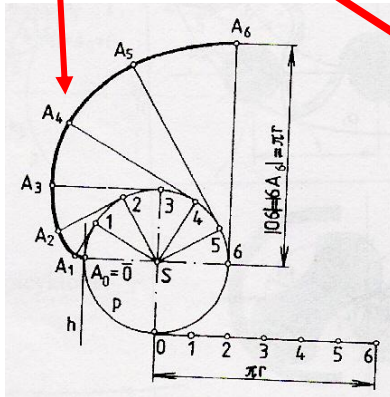


# Rozdělení převodů ozubenými koly

## 3. Podle tvaru boků zubů

- Při vzájemném záběru ozubených kol dochází v dotkových plochách ke ztrátám třením. Aby tyto ztráty byly co nejmenší, musí mít boky zubů nejvhodnější tvar. Nejvhodnější tvary s nízkým třením jsou :

- a) **Tvar evolventy** – je to křivka, kterou opisuje bod na přímce, která se odvaluje po kružnici- použití u většiny kol
- b) **Tvar cykloidy** – je to křivka, kterou opisuje bod na kružnici, která se odvaluje po přímce- méně používané, převážně v jemné mechanice



# Základní pojmy ozubeného kola

- Ozubená kola jsou složité součásti, které se vyrábějí na speciálních strojích
- Základní veličinou ozubených kol je MODUL –  $m$
- Modul – je část průměru roztečné kružnice, připadající na jeden zub  
Obvod roztečné kružnice vypočítáme

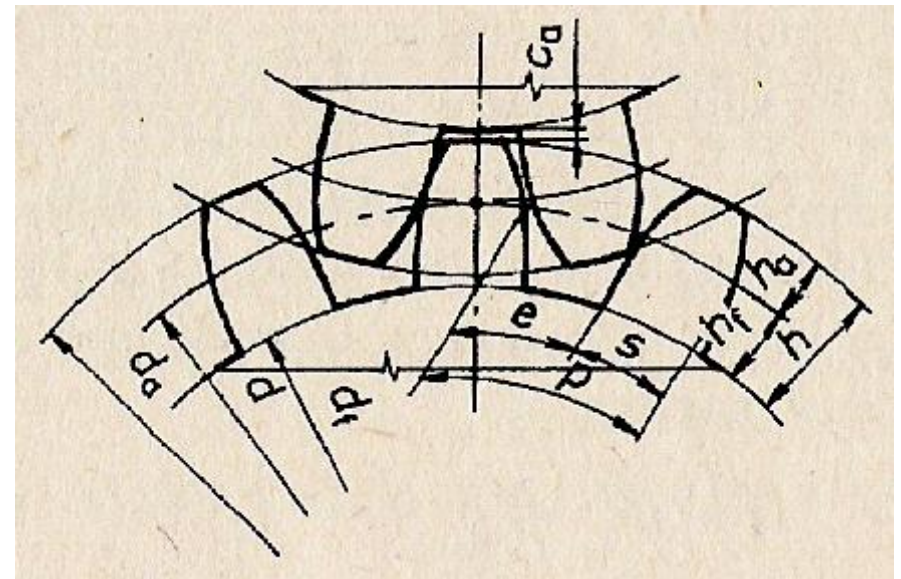
$$\pi \cdot d = z \cdot t \Rightarrow d = \frac{t}{\pi} \cdot z = m \cdot z \quad \text{kde} \quad m = \frac{t}{\pi}$$

- Spolu zabírající ozubená kola musí mít vždy stejný modul
- Všechny ostatní geometrické veličiny ozubeného kola jsou odvozeny jako násobek modulu



# Základní pojmy ozubeného kola

- Na každém kole rozeznáváme tři hlavní rozměry :
  1. Průměr hlavové kružnice  $d_a$
  2. Průměr roztečné kružnice  $d$
  3. Průměr patní kružnice  $d_f$
- Výška zubů  $h$  - vzdálenost mezi  $d_a$  a  $d_f$
- Rozteč zubů  $t$  ( $p$ )-vzdálenost dvou sousedních zubů na roztečné kružnici
- Zubní mezera  $e$
- Tloušťka zubu  $s$





# Základní pojmy ozubeného kola

- Nejmenší počet zubů  $z_{\min}=14$
- Při menším počtu zubů dochází při výrobě zubové mezery k tzv. podřezávání paty zubu a tím k jeho zeslabení
- Podřezávání zubů odstraňujeme tzv. korigováním zubu, při kterém upravujeme vzdálenost výrobního nástroje od obráběného kola
- Korigování kol používáme i v jiných případech jako je nutnost přenášet velké výkony rozměrově malými koly, nebo při nutnosti upravovat osové vzdálenosti středů hřídelů soukolí

# Hlavní geometrické rozměry ozubeného kola

název		Hnací kolo (1)	Hnané kolo (2)
Výška hlavy zubu	$h_a$	$=m$	$=m$
Hlavová vůle	$c_a$	$=0,25.m$	$=0,25.m$
Výška paty zubu	$h_f$	$=m+ c_a$	$=m+c_a$
Výška zubu	$h$	$= h_a +h_f$	$= h_a +h_f$
Průměr roztečné kruž.	$d$	$d_1=z_1.m$	$d_2=z_2.m$
Prům.hlavové kružnice	$d_a$	$d_{a1}=d_1+2.h_a$	$d_{a2}=d_2+2.h_a$
Prům.patni kružnice	$d_f$	$d_{f1}=d_1-2.h_f$	$d_{f2}=d_2-2h_f$
Rozteč	$t$	$=\pi.m$	$=\pi.m$
Šířka zub	$s$	$=t /2$	$=t /2$
Šířka zub. mezery	$e$	$=s$	$=s$
Šířka ozubeného kola	$b$	$= (10 až 30).m$	$= (10 až 30).m$

# Výpočet ozubených kol

- Výpočet ozubených kol je pracný a poměrně složitý. V dnešní době se používají počítače.
- Uvedeme si příklad výpočtu geometrických rozměrů jednoduchého čelního soukolí
- Kroutící moment na roztečné kružnici

$$M_k = \frac{30000 \cdot P}{\pi \cdot n}$$

- Přibližný výpočet modulu

$$m = \sqrt{\frac{M_{k1}}{(z + 2) \cdot b \cdot \sigma_{Do}}}$$

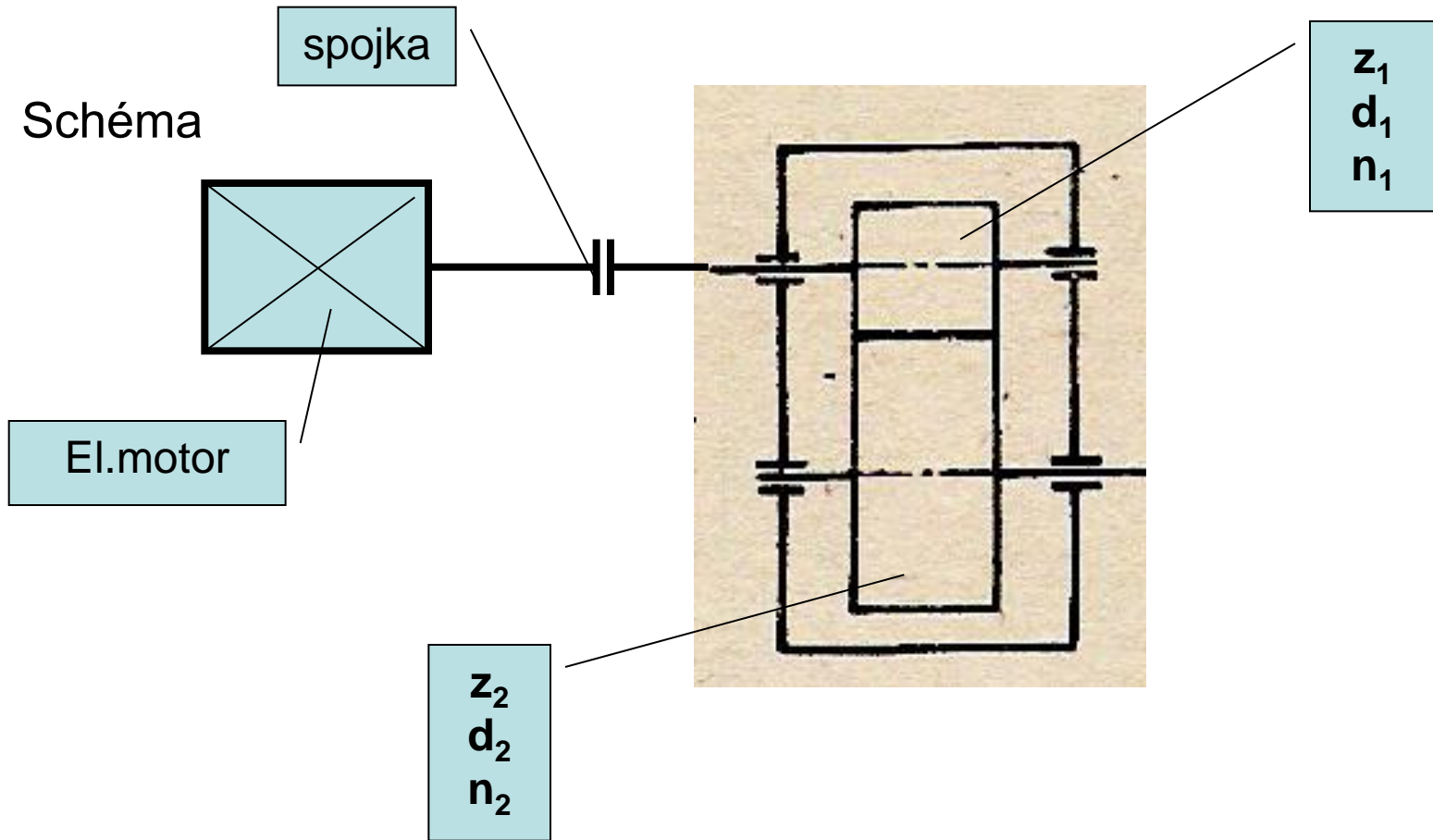
- Vypočtený modul se zaokrouhlí na normalizovaný modul daný normami
- Pomocí normalizovaného modulu vypočítáme rozměry kola

# Příklad 4.

- Zadání
  - Navrhnete rozměry ozubení čelní jednoduché převodovky. Převodovka má hnací kolo s počtem zubů  $z_1 = 16$ , převod je do pomala  $i = 3$ , materiál ozubených kol 14 420. Převodovka je přes spojku zapojena na elektromotor o výkonu  $P = 14 \text{ kW}$  s otáčkami  $n_1 = 720 \text{ min}^{-1}$ .
- Dáno
  - $i = 3$
  - $z_1 = 16$
  - $P = 14 \text{ kW}$
  - $n_1 = 720 \text{ min}^{-1}$
  - 14 420 odpovídá  $\sigma_{D0} = 100 \text{ MPa}$
  - Šířku ozub. Kola volíme  $b = 25 \text{ mm}$

# Příklad 4

- Schéma



# Příklad 4

- Výpočet
1. Kroutící moment na hnacím hřídeli

$$M_{k1} = \frac{30000 \cdot P}{\pi \cdot n_1} = \frac{30000 \cdot 14000}{\pi \cdot 720} = 185680,76 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

2. Modul

$$m = \sqrt{\frac{M_{k1}}{(z_1 + 2) \cdot b \cdot \sigma_{Do}}} = \sqrt{\frac{185680,76}{(16 + 2) \cdot 25 \cdot 100}} = 2,03 \text{ mm}$$

3. Volíme normalizovaný modul  $m=2$

# Příklad 4

## -geometrické rozměry hnacího a hnaného kola

z	$z_1=16$	$z_2=i.z_1=3.16=48$	
$h_a$	$=m=2$	$=m=2$	mm
$c_a$	$=0,25.m=0,25.2=0,5$	$=0,25.m=0,25.2=0,5$	mm
$h_f$	$=m+c_a=2+0,5=2,5$	$=m+c_a=2+0,5=2,5$	mm
h	$=h_a+h_f=2+2,5=4,5$	$=h_a+h_f=2+2,5=4,5$	mm
d	$d_1=z_1.m=16.2=32$	$d_2=z_2.m=48.2=96$	mm
$d_a$	$d_{a1}=d_1+2.h_a=32+2.2=36$	$d_{a2}=d_2+2.h_a=96+2.2=100$	mm
$d_f$	$d_{f1}=d_1-2.h_f=32-2.2,5=27$	$d_{f2}=d_2-2.h_f=96-2.2,5=95$	mm
t	$=\pi.m=3,14.2=6,283$	$=\pi.m=3,14.2=6,283$	mm
s	$=t/2=3,14$	$=t/2=3,14$	mm
e	$=s=3,14$	$=s=3,14$	mm

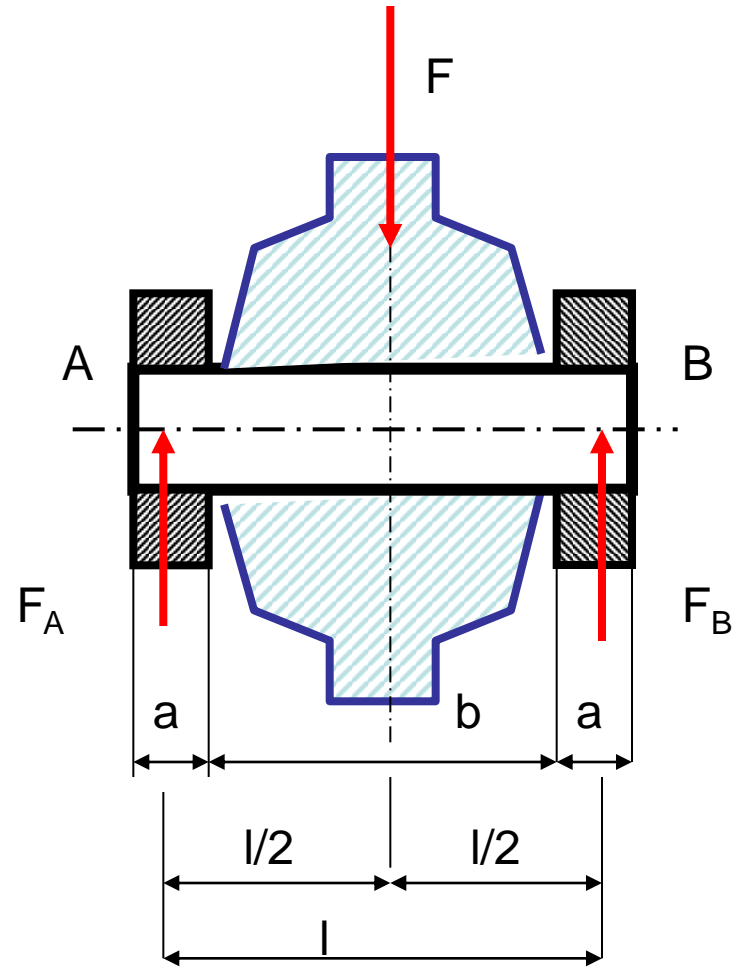
# Zadání látky pro samostudium

- Učebnice :
  - Části strojů pro učební a studijní obory SOU a SOŠ
  - Nastudovat látku :
    - str. 105 až 160-Části strojů umožňující pohyb
    - str.187 až 220 –Mechanismy
    - Příprava vyučujícího - PowerPoint
  - Nastudovat příklady :
    - Str.111 až 114-hřídele
    - Str.203 až 206-ozubená kola
    - Příprava vyučujícího - PowerPoint
  - Vypracování příkladů dle zadání vyučujícího



# Příklady k samostudium

- **Příklad 1**
- Vypočtete průměr hřídele d řetězové kladky, která je zatížena silou  $F = 50 \text{ kN}$  a zkontrolujte tlak v nosném plechu. Materiál hřídele je 11 700, který má dovolené namáhání v ohybu  $\sigma_{D0} = 120 \text{ MPa}$ . Materiál nosného plechu je 11 373, který má dovolené otláčení  $p_D = 70 \text{ MPa}$  ( $a = 10 \text{ mm}$ ,  $b = 200 \text{ mm}$ )

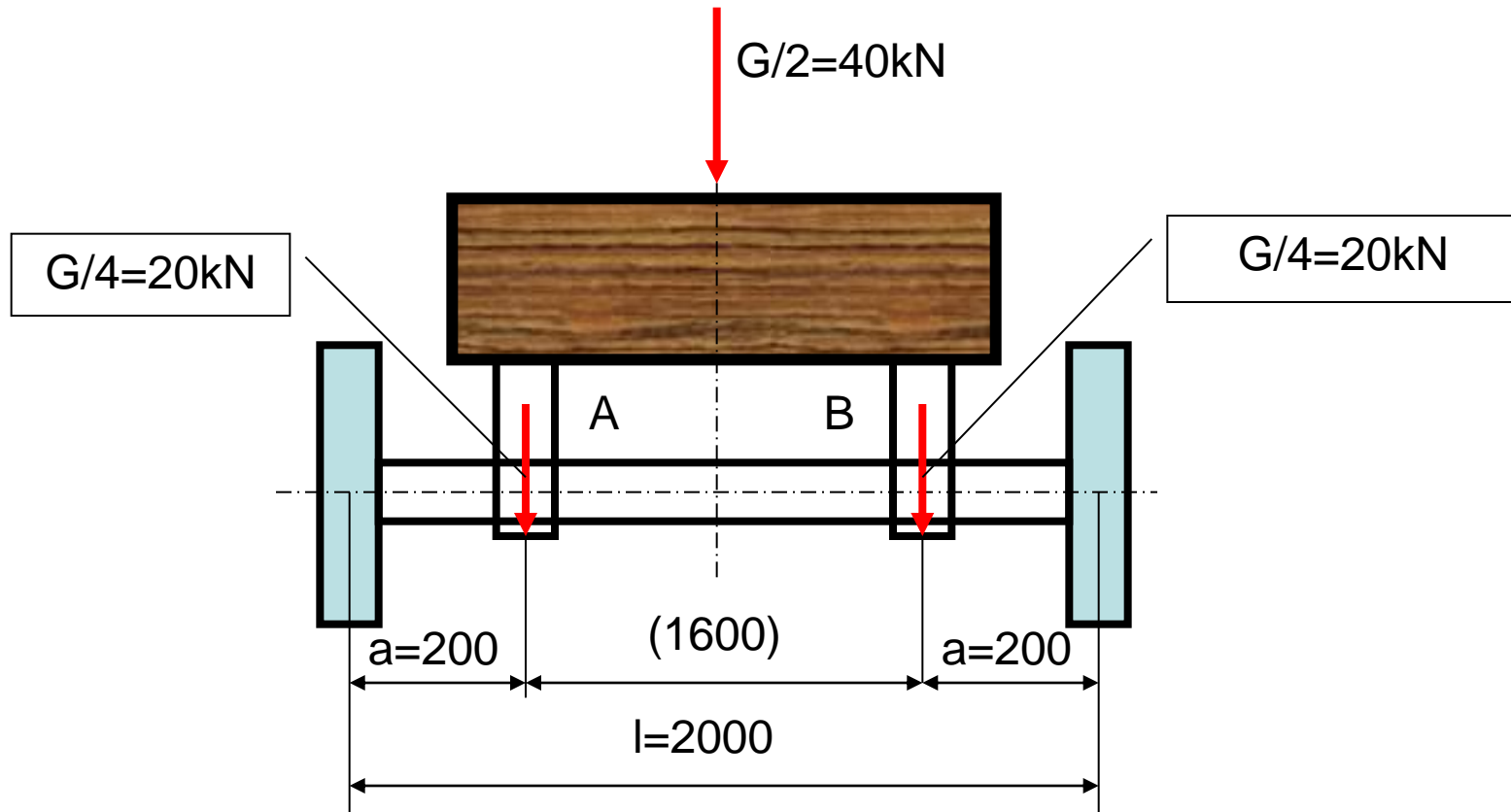


# Příklady k samostudium

- **Příklad 2**
- Náprava vagonu je zatížena tíhou  $G = 100 \text{ kN}$ . Nehybná náprava je vyrobena z oceli o průměru  $d=100\text{mm}$  a dovoleného namáhání na ohyb  $\sigma_{Do}=80 \text{ MPa}$ . Zkontrolujte zda navržená náprava vyhovuje požadavkům, je-li  $a = 250 \text{ mm}$  a  $l = 2000 \text{ mm}$

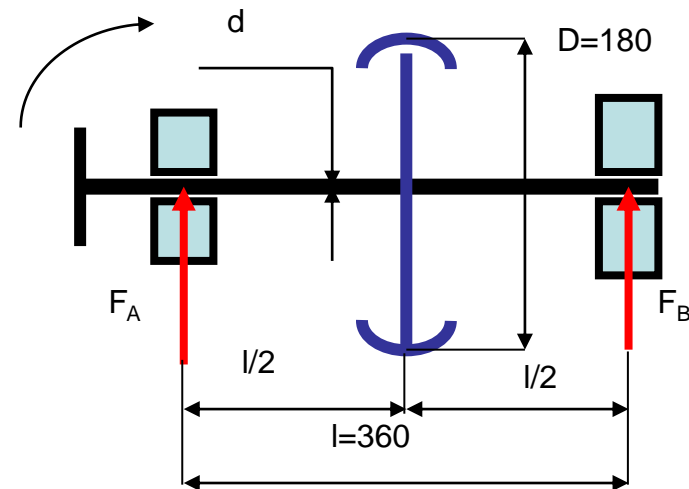
# Příklady k samostudium

## Příklad 2



# Příklady k samostudium

- Příklad 3
- Vypočítejte průměr hřídele  $d$ , který přenáší výkon  $P=2,0$  kW při otáčkách  $n=20$  s<sup>-1</sup>, za předpokladu, že je namáhán ohybem a krutem. Na hřídeli je řemenice o průměru  $D=180$  mm. Materiál hřídele 11 600, kterému odpovídá dovolené namáhání v ohybu  $\sigma_{D0}=65$  MPa. ( $l=360$  mm)

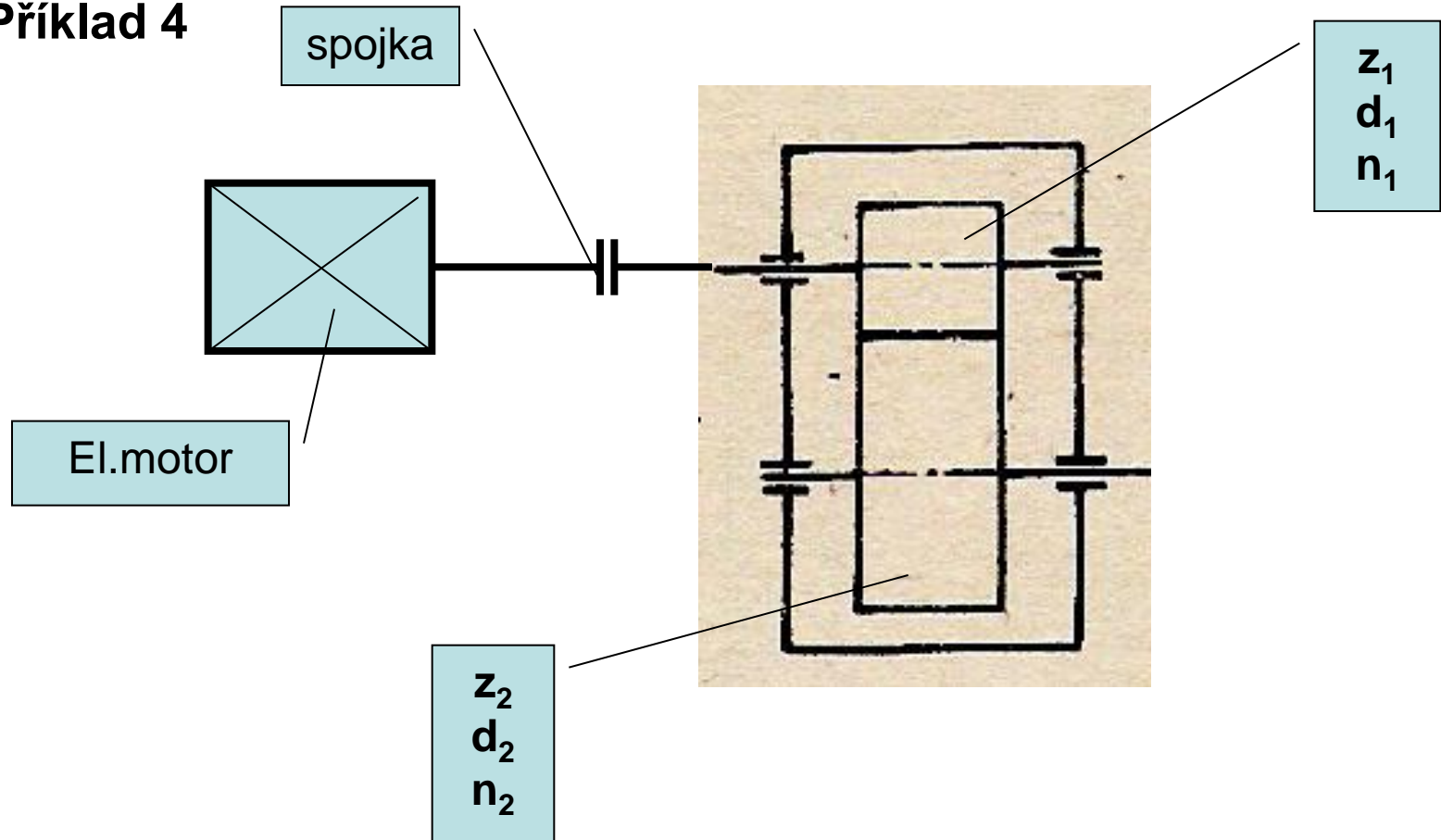


# Příklady k samostudium

- **Příklad 4**
- Vypočítej počet zubů hnaného kola  $z_2$  čelní převodovky, která je napojena na elektromotor o otáčkách  $n_1 = 12 \text{ s}^{-1}$ . Hnací pastorek má počet zubů  $z_1 = 18$ . Požadované výstupní otáčky hnaného hřídel jsou  $n_2 = 4$ . Jaký je převodový poměr převodovky  $i$ .

# Příklady k samostudium

- **Příklad 4**



# Příklady k samostudium

- Příklad 5
- Jednoduchá čelní převodovka má hnací kolo s počtem zubů  $z_1 = 18$ , převod je do pomala  $i = 2,5$ , materiál ozubených kol 14 420 ( $\sigma_{D0} = 100$  MPa). Převodovka je přes spojku zapojena na elektromotor o výkonu  $P = 15$  kW s otáčkami  $n_1 = 720$  min<sup>-1</sup>. Vypočítej počet zubů hnaného kola, roztečné, hlavové a patní kružnice hnacího i hnaného kola. (šířka ozubených kol  $b = 30$  mm)