

ESF II projekt Západočeské univerzity v Plzni

reg. č. CZ.02.2.69/0.0/0.0/18_056/0013239



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání


MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

NÁVRH POHONU HYDRAULICKÉHO LISU

Předmět: **KKS/KVS (tvářecí stroje)**
přednáška

Doc. Ing. Jiří Staněk, CSc.
Katedra konstruování strojů, FST, ZČU v Plzni



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

OBSAH PŘEDNÁŠKY

- 1) Hydraulické pohony lisu
- 2) Hydraulické válce pracovní a zpětné
- 3) Pracovní kapaliny
- 4) Návrh průměru pracovního (zpětného) plunžru
- 5) Těsnění a vedení pracovního (zpětného) plunžru
- 6) Návrh tloušťky stěny hydraulického válce
- 7) Změna objemu hydraulického válce
- 8) Tvar pracovního hydraulického válce

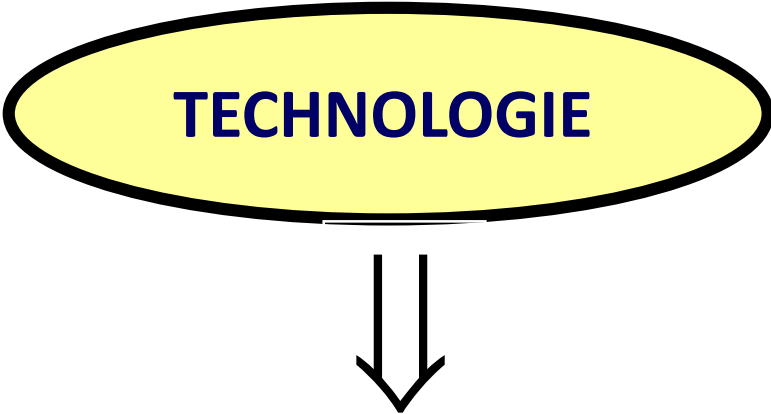


EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

- **Hydraulické pohony lisu**

TECHNOLOGIE



- **Velikost pracovního prostoru stroje**
- **Velikost síly pohonu**
- **Počet pracovních válců**

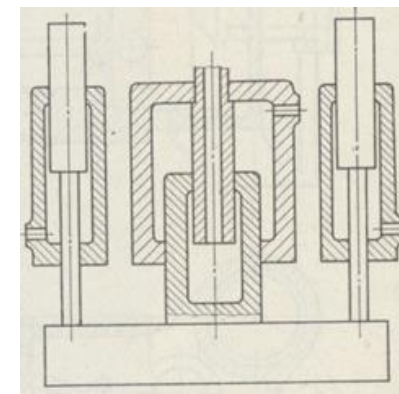
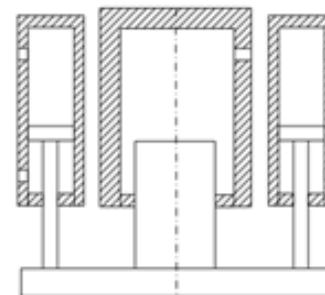
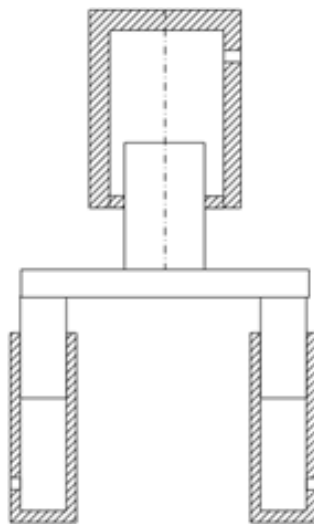
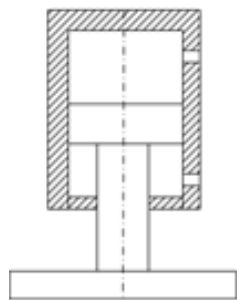


EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

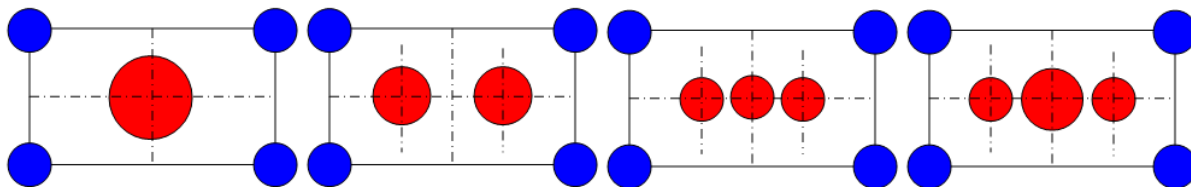
Pohon:

- pístový
- plunžrový
- kombinovaný



Pohon:

- jednoválec
- dvouválec
- tříválec



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

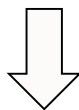
MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

TYPICKÁ PROVEDENÍ

HYDROMOTORŮ PRO PŘÍMOČARÝ POHYB

JEDNOČINNÉ

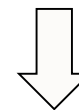
- **pracovní zdvih** - pracovní kapalina
- **zpětný zdvih** - **vnější zařízení**



Pístnice namáhána pouze
TLAKEM (na vzpěr)

DVOJČINNÉ

- **pracovní zdvih** - pracovní kapalina
- **zpětný zdvih** - pracovní kapalina



Pístnice namáhána střídavě
TLAKEM a **TAHEM** (vzpěr)



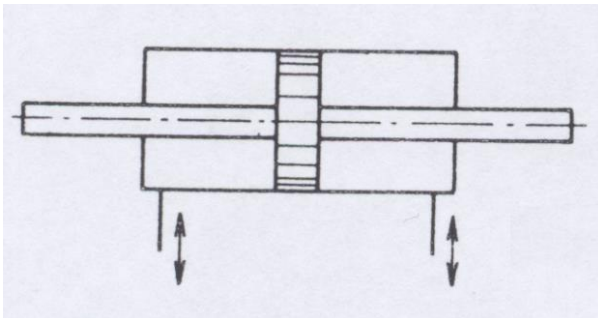
EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

Hydromotory s přímočarým pohybem (přímočarý hydromotor)

přímočarý hydromotor

- s jednostrannou pístnicí
- s oboustrannou pístnicí

Přímočarý hydromotor s oboustrannou pístnicí



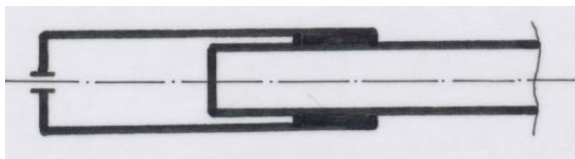
- převážně pro větší zdvihy
- pístnice namáhána pouze tahem



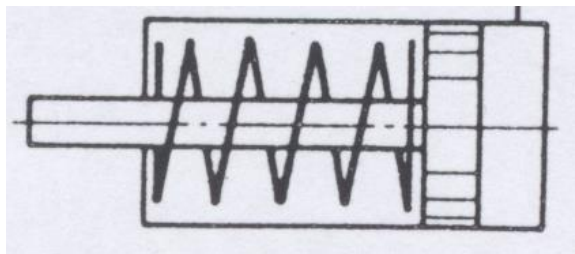
EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MSMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Přímočarý hydromotor s jednostrannou pístnicí

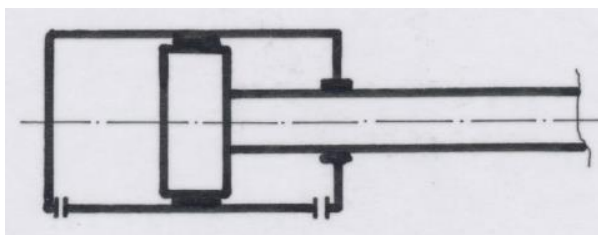


Plunžrové JEDNOČINNÉ provedení
- pouze jedno těsnění plunžru



Provedení JEDNOČINNÉ s pístem a pístnicí a jednostranným
přívodem tlakové kapaliny.

Zpětný pohyb pístu - pružinou (nebo přidavným zařízením)



Provedení DVOJČINNÉ s pístem a pístnicí a oboustranným
přívodem tlakové kapaliny (možno dosáhnout stejné pracovní
rychlosti v obou směrech)
- těsnění pístu i pístnice

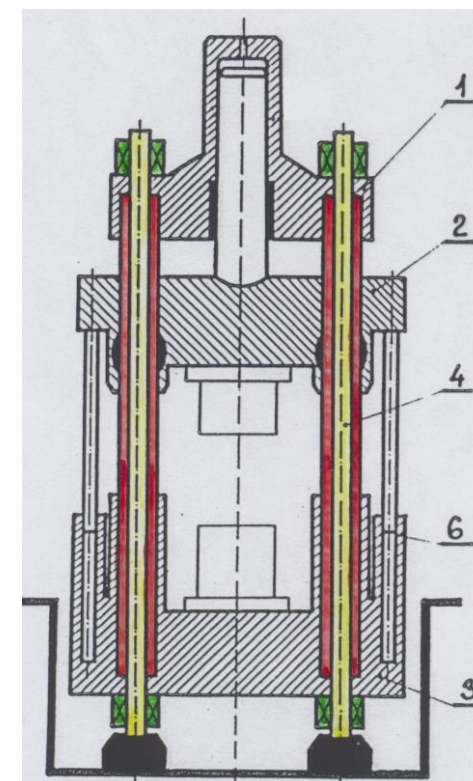
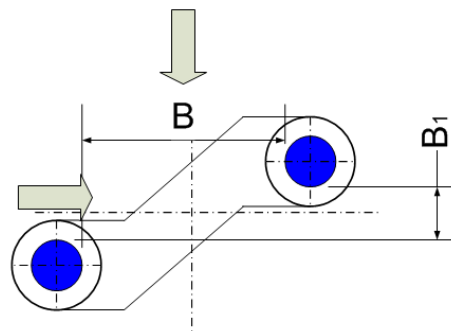
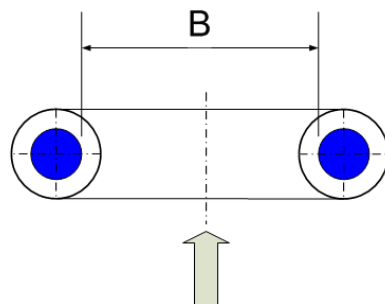
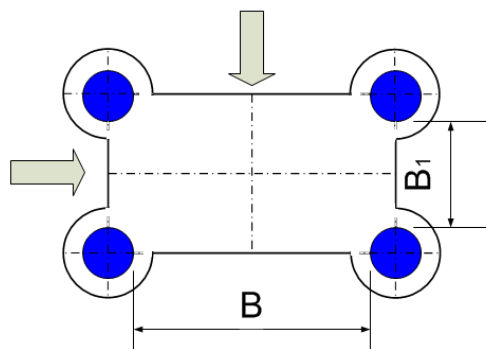


EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Pohon – volba podle velikosti pracovního prostoru stroje

- průchod mezi sloupy
- velikost zdvihu
- rozměry pracovního stolu
- přístupnost pracovního prostoru



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MSMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

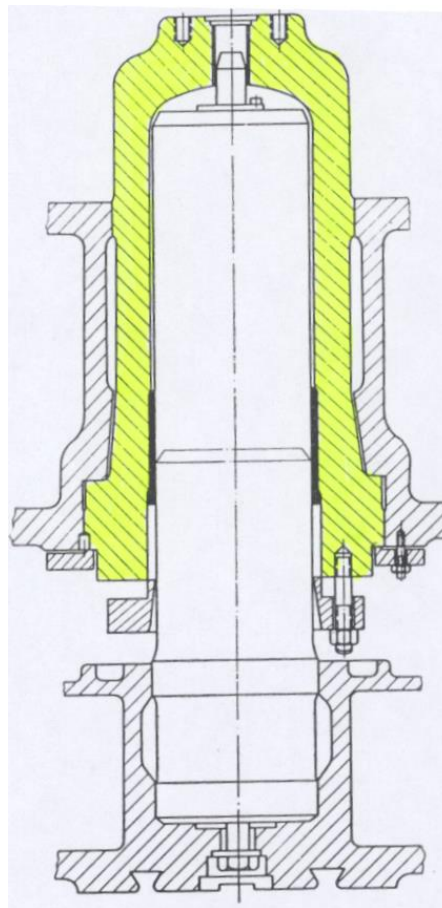
• Hydraulické válce pracovní a zpětné

HYDRAULICKÉ VÁLCE:

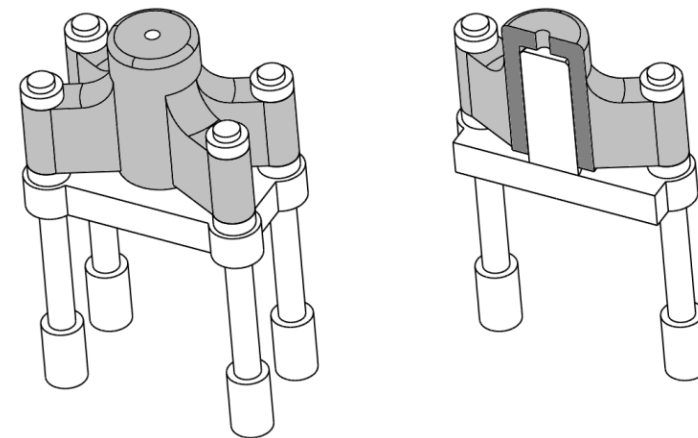
- Pracovní
- Zpětné

HYDRAULICKÉ VÁLCE:

- Vložené do traverzy
- Odlité s traverzou



Pracovní válec uložený v
horní traverze



Pracovní válec odlitý
společně s traverzou

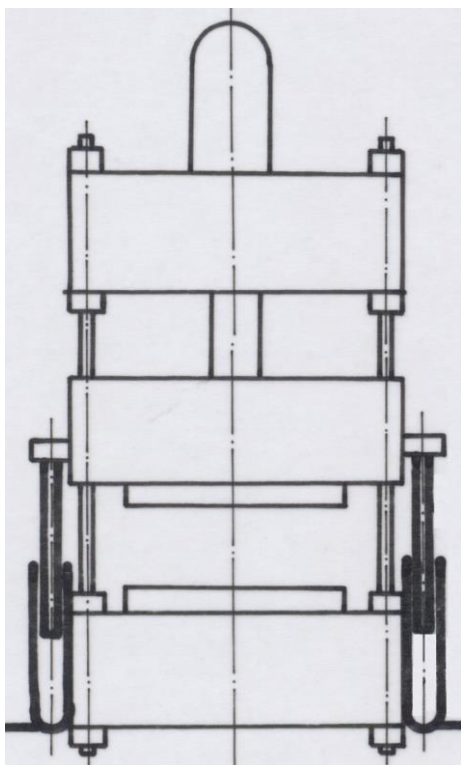


EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

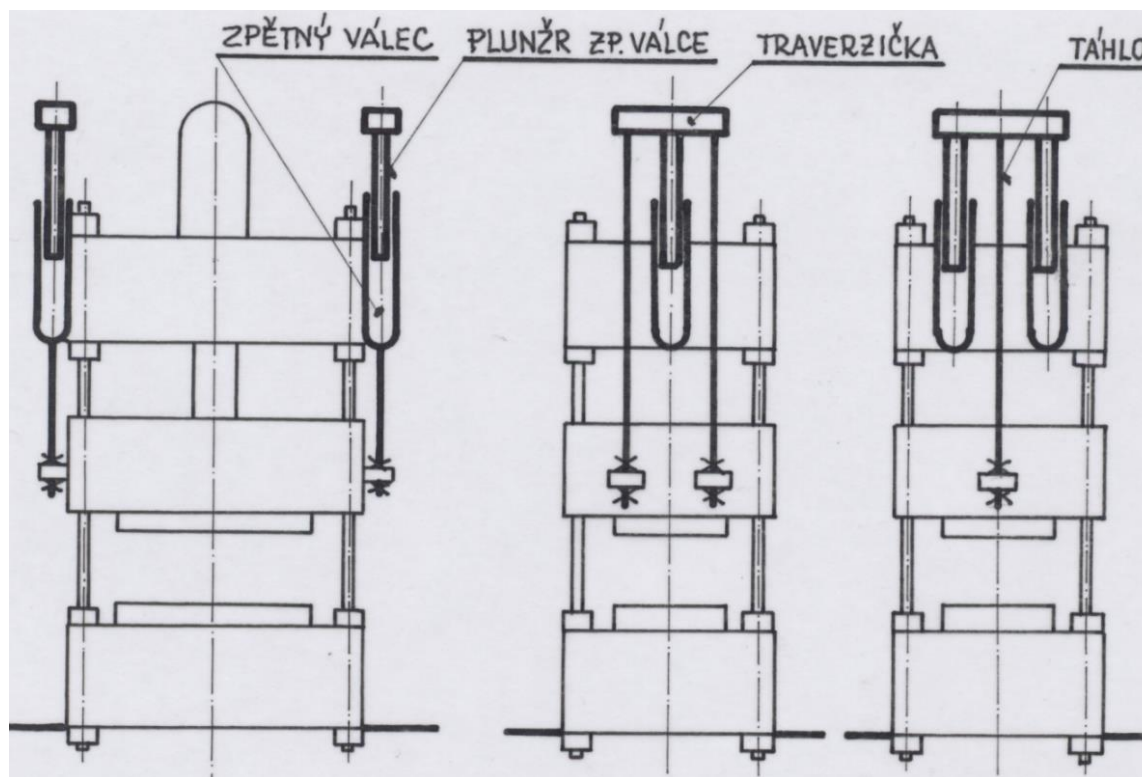
MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

ZPĚTNÉ HYDRAULICKÉ VÁLCE

$$F_{zp} = (0,07 \text{ až } 0,1) F_j$$



Uchycené na spodní traverze



Uchycené na horní traverze



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

- **Pracovní kapaliny**

- ✓ minerální oleje
- ✓ směs vody s vhodnými kapalinami
- ✓ syntetické kapaliny pro speciální účely

- **NEHOŘLAVÉ, EKOLOGICKÉ**

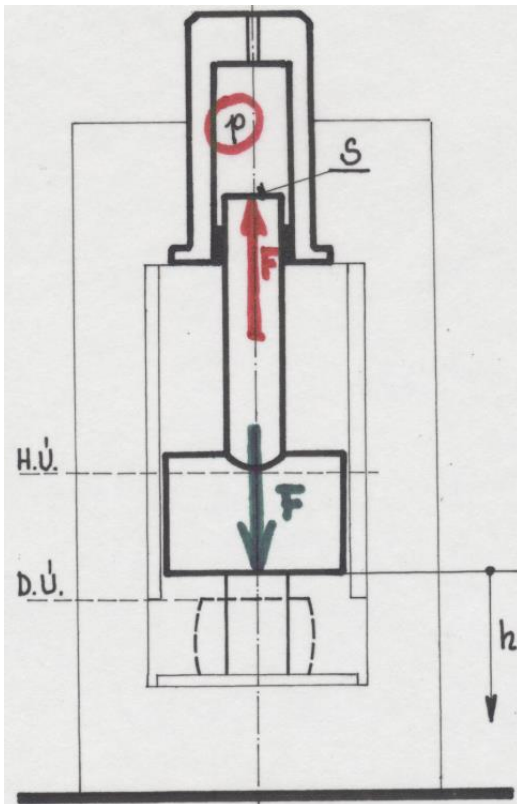
Provozní tlak:

cca 15 až 40 (80) [MPa]



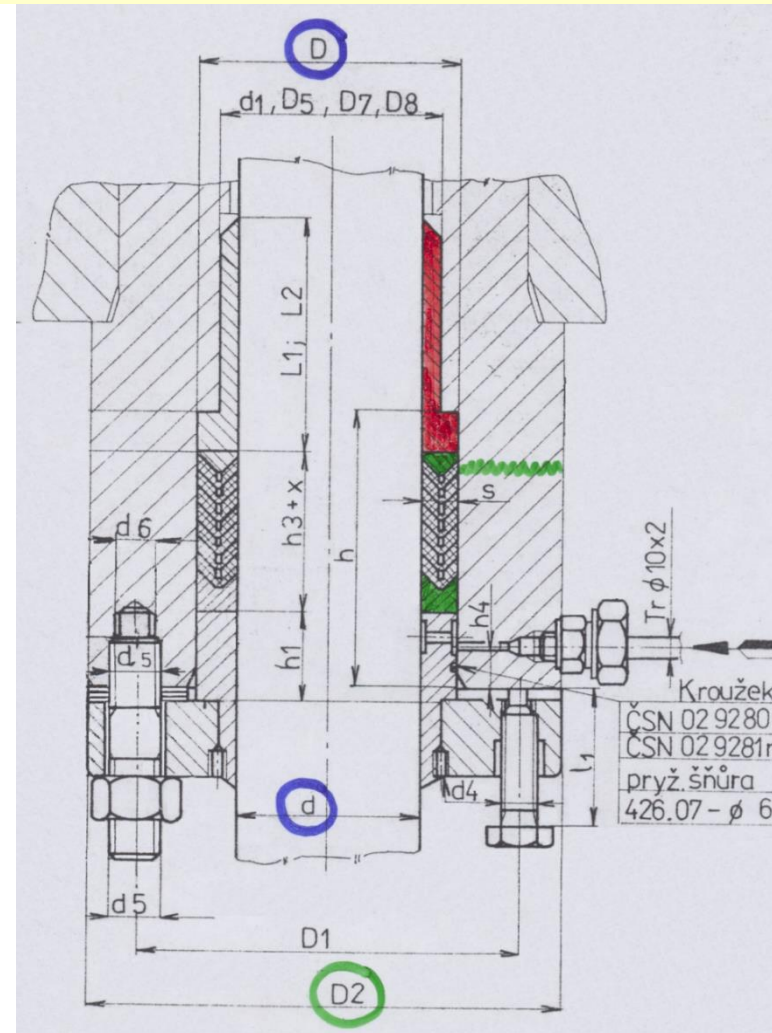
EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

- Návrh průměru pracovního (zpětného) plunžru



$$p = F / S$$

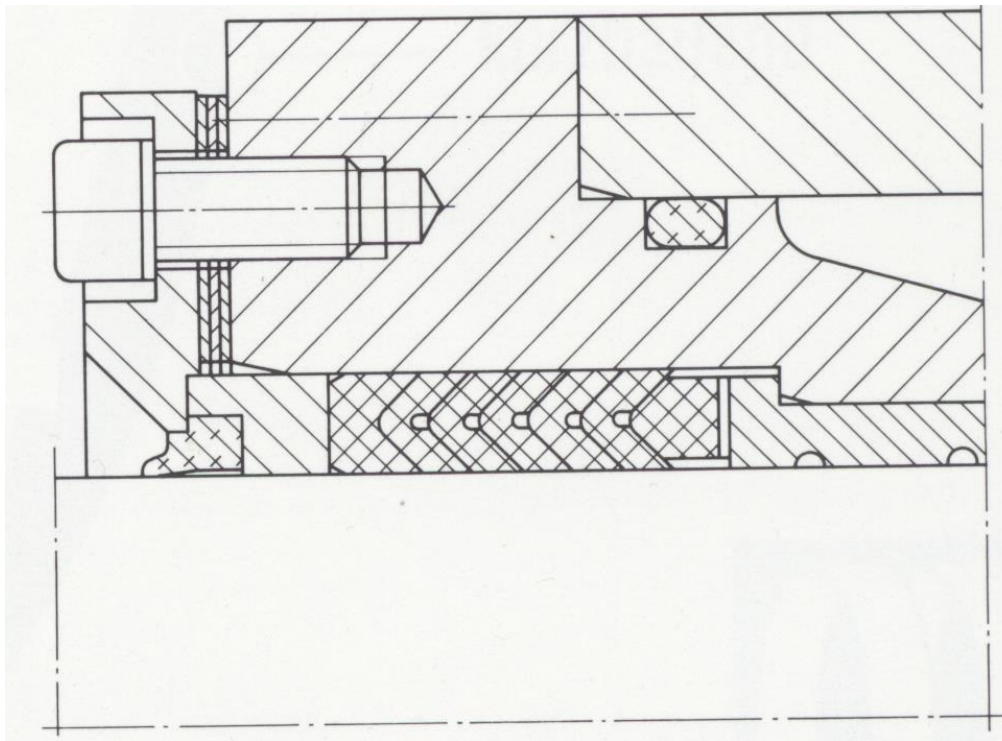
$$S = \pi \cdot d^2 / 4$$



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

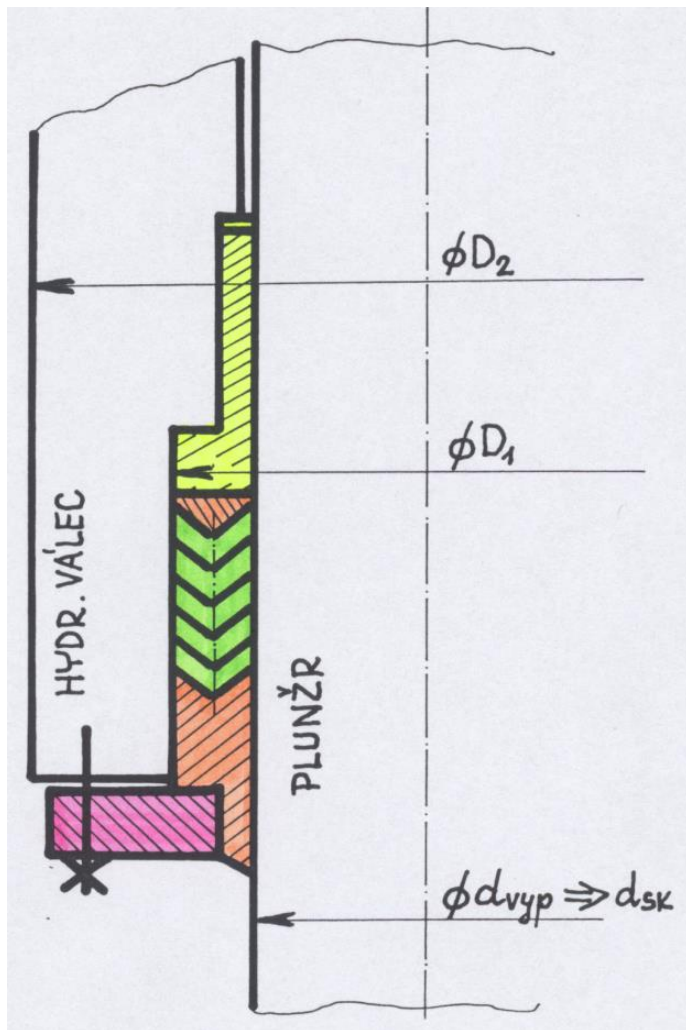
- **Těsnění a vedení pracovního (zpětného) plunžru**



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

- Návrh tloušťky stěny hydraulického válce



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

MATERIÁLY HYDRAULICKÝCH VÁLCŮ

Materiál hydraulického válce	Dovolené napětí (MPa)
Šedá litina	15 až 20
Očkováná litina	40
Ocel na odlitky	80
Kovaná uhlíková ocel	80 až 120
Kovaná legovaná ocel	150 až 180

11500.1

$R_e = 260$ [MPa]

$R_m = 500$ až 620 [MPa]

12050.1

$R_e = 330$ [MPa]

$R_m = \text{min } 550$ [MPa]

MATERIÁL PLUNŽRU

11700.2

$R_e = 380$ [MPa]

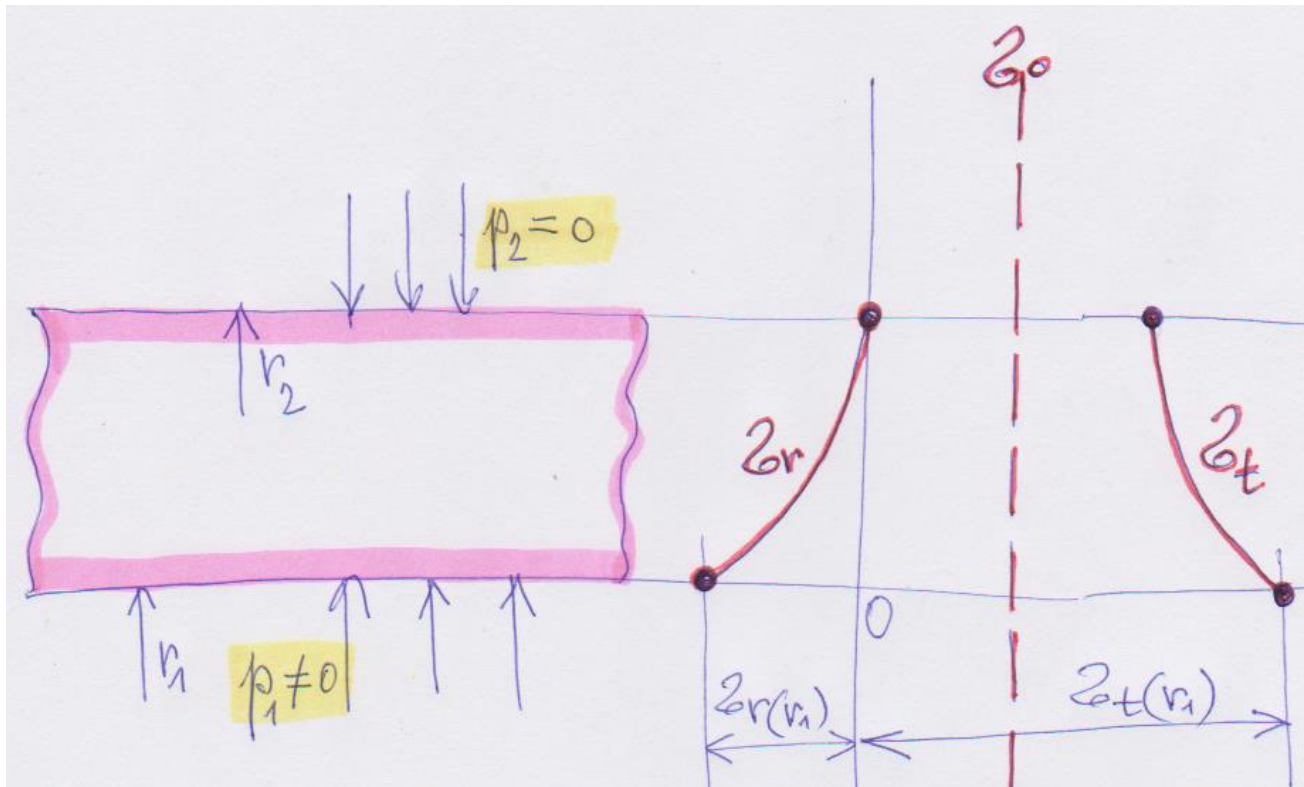
$R_m = 700$ až 850 [MPa]



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

TLUSTOTĚNNÉ, ROTAČNĚ SYMETRICKÉ, VÁLCOVÉ NÁDOBY



Jedná se o prostorovou napjatost:

- **Napětí osové**
- **Napětí radiální**
- **Napětí tečné**

Průběhy tečného a radiálního napětí ve stěně válce jsou hyperboly 2. stupně.

$$\sigma_o = \frac{p_1 \cdot r_1^2 - p_2 \cdot r_2^2}{r_2^2 - r_1^2}$$

Maximální napjatost je na vnitřním poloměru hydraulického válce, zde nutno stanovit velikost redukováného napětí.



▪ Redukované napětí ve stěně hydromotoru – pevnostní hypotézy

1) Hypotéza deformační energie změny tvaru (HMH)

- o kritickém stavu rozhoduje měrná deformační energie potřebná ke změně tvaru válce hydromotoru

$$\sigma_{red}^2 = \sigma_t^2 + \sigma_r^2 + \sigma_o^2 - \sigma_t * \sigma_r - \sigma_r * \sigma_o - \sigma_o * \sigma_t$$

2) Hypotéza největšího poměrného prodloužení (S.V.)

- o kritickém stavu rozhoduje velikost největšího poměrného prodloužení válce hydromotoru

$$\sigma_{red} = \sigma_t - \mu * (\sigma_r + \sigma_o)$$



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

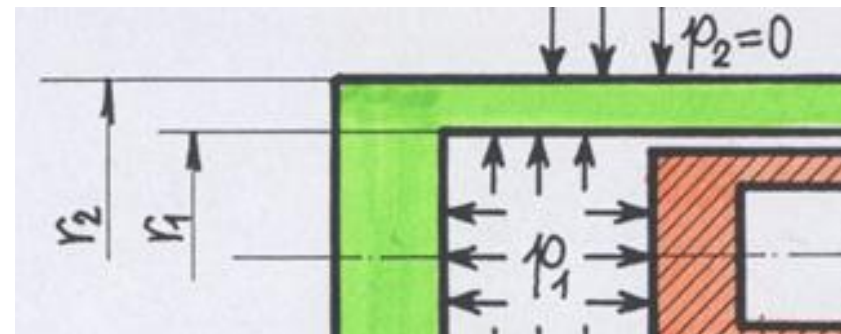
Redukované napětí položíme rovno napětí dovolenému



$$\left(\chi = \frac{r_2}{r_1} \right)$$

$$\chi_{S.V.} = \sqrt{\frac{0,4 \cdot p_1 + \delta_D}{\delta_D - 1,3 \cdot p_1}}$$

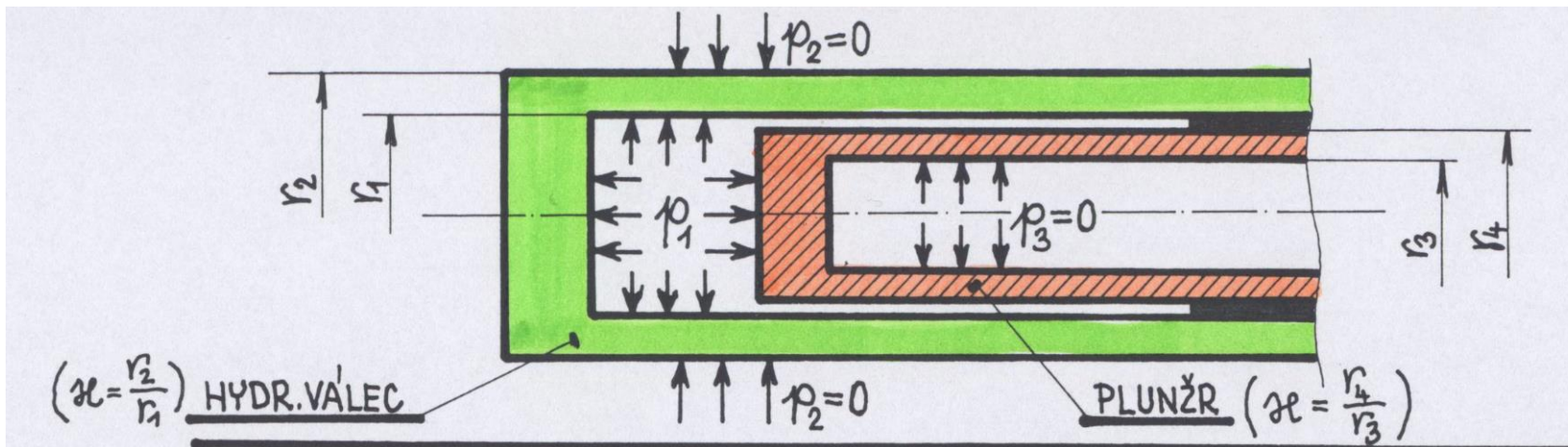
$$\chi_{HMH} = \sqrt{\frac{\delta_D}{\delta_D - p_1 \cdot \sqrt{3}}}$$



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Výpočet tloušťky stěny dutého plunžru



$$\frac{d_4}{d_3} = \sqrt{\frac{\sigma_D + 0,4 \cdot p_1}{\sigma_D - 1,3 \cdot p_1}}$$

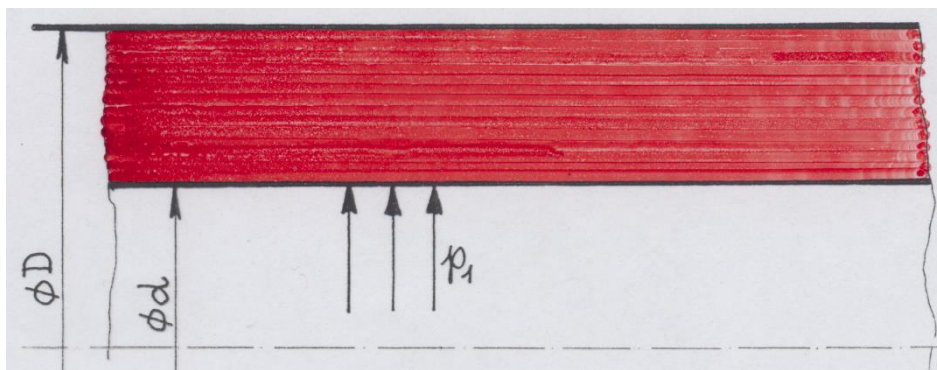
GELEJI, A. Walzwerks - und Schmiedemaschinen. Berlin: VEB Verlag Technik, 1961



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MSMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

- **Změna objemu hydraulického válce**



$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{2,6 \cdot D^2 + 1,2 \cdot d^2}{D^2 - d^2} \cdot \frac{p_1}{E}$$



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání