

Zdvihadla

Pojmem **zdvihadla** (nebo poněkud přesněji „**jednoduchá zdvihadla**“) rozumíme zdvihací zařízení, členěná dále do těchto tří skupin:

zvedáky,
kladkostroje,
navíjedla.

Zdvihadla jsou všeobecně charakterizována tím, že při práci (během pracovního cyklu) **nemění své umístění**, ač jinak jsou zpravidla **snadno přemístitelná**;

v poměru ke zvedací síle, již vyvozují, mají **malou hmotnost** (zejména ve srovnání s druhými dvěma kategoriemi zdvihacích zařízení, tj. s jeřáby a výtahy).

Zvedáky

Vyvozují zvedací sílu poměrně velmi značnou (až několik set tun), ale při poměrně malém zdvihu.

Pohon bývá nejčastěji ruční.

Používá se jich ponejvíce k pomocným pracím jak v montážních dílnách, tak i na stavbách, zejména inženýrských.

Mají mít proto podle možnosti malou vlastní hmotnost, aby je bylo možno snadno přemísťovat.

Zvedáky hřebenové

Hnací síla, působící na ruční kliku, se převádí zpravidla dvěma ozubenými předlohami a dalším pastorkem na tyč s hřebenovým ozubením, axiálně vedenou, která je zatížena břemenem, a to buď na svém horním konci na hlavici, nebo dole na bočně vysazené opěrné patce (v tomto případě však se zřetelem na excentrické zatížení se smí zatížit pouze polovičním dovoleným zatížením). Jakmile se pohyb kliky zvedající břemeno zastaví, je pastorek (v kterékoliv poloze) zadržován rohatkou se západkou; břemeno se spouští při otáčení kliky v opačném smyslu, při němž je západka vyřazena z činnosti. Používá se též pojistných klik.

Aby bylo možno zvedák snadno přenášet, musí mít hlavně malou hmotnost a malé rozměry. Aby se dosáhlo potřebného převodu s co nejmenšími koly, mívá pastorek zabírající s ozubenou tyčí i oba pastorky předloh minimální přípustný počet zubů, tj. čtyři; tyto zuby bývají vyfrézovány přímo z hřídelů, takže jsou vyztuženy materiálem zbylým po stranách.

Tyč zvedáku je namáhána tlakem silou Q ,
dále ohybem jednak vodorovnou složkou tlaku v zubech, jednak dvojicí $Q.e$,
kde e je kolmá vzdálenost osy tyče od působíště síly v zubech.

Protože maximum obou ohybových momentů je v témž průřezu tyče, lze
snadno určit maximální výsledný ohybový moment a jsou-li rozměry tyče b a h ,
celkové namáhání je pak:

$$\sigma = -\sigma_{tl} - \sigma_o = \frac{m \cdot g}{b \cdot h} - \frac{M_{\max}}{\frac{b \cdot h^2}{6}} \quad \text{kde} \quad M_{\max} = \left(m \cdot g \cdot \frac{e}{l} + p \cdot \frac{c}{l} \right) \cdot d$$

l [m] - rozteč opěr [m],

d, c [m] - ramena k místu působíště sil,

p [MPa] - dovolený měrný tlak v ložiskách.

Pro ušlechtilou ocel pevnosti 750 až 950 MPa (N/mm²) se připouští **dovolené namáhání tyče** $\sigma_{\text{dov}} = 250$ až 350 MPa.

Zuby pastorku se počítají jen na ohyb a vzhledem k občasnému provozu se pro ušlechtilou ocel s povrchovou tvrdostí přibližně 55 MPa (podle Brinella) připouští **dovolené namáhání až 350 MPa**.

Dovolené namáhání hřídelů:

v ohybu $\sigma_{\text{oh(dov)}} = 200$ až 300 MPa

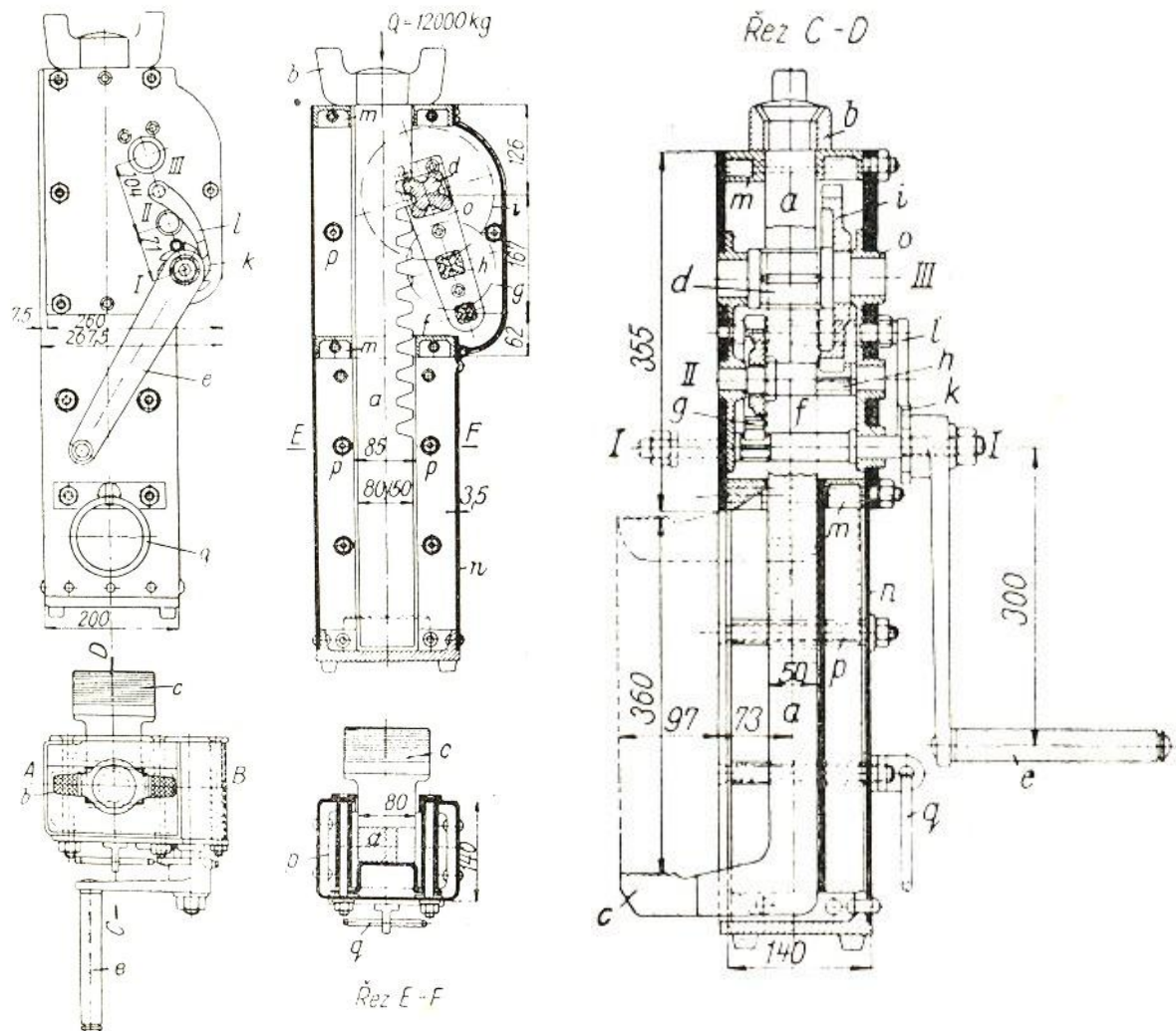
v krůtu $\tau_{\text{dov}} = 100$ až 150 MPa.

Dovolený měrný tlak v ložiskách:

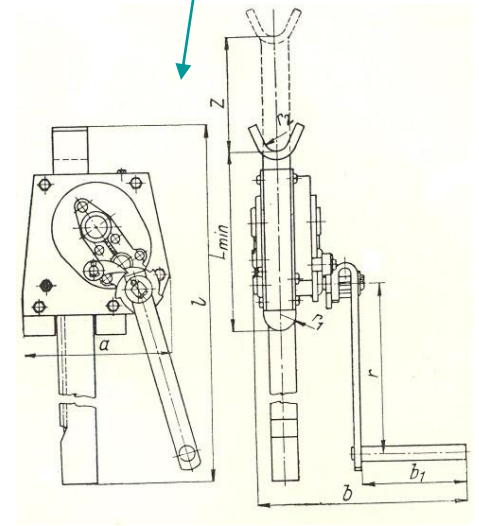
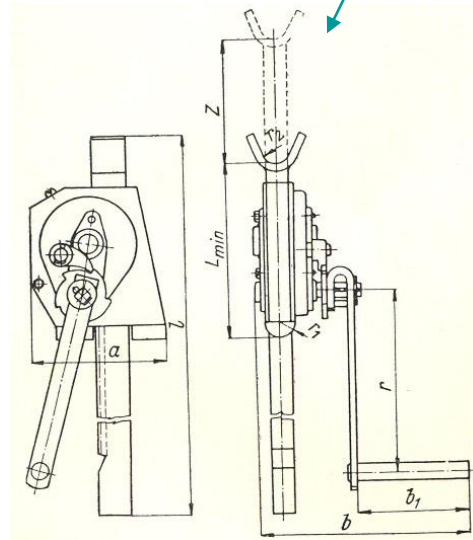
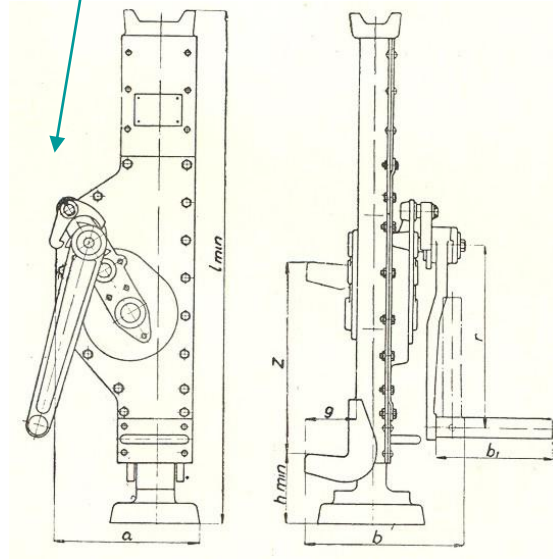
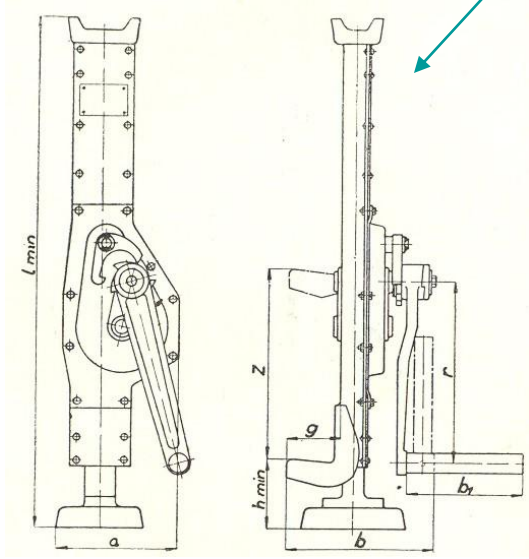
$p = 20$ až 40 MPa.

Lokomotivní zvedák nosnosti 12 t a zdvihu 360 mm.

Ozubená tyč **a** s otočnou podpěrou **b** vybíhá dole v opěrnou patku **c**; pastorek **d** dostává pohyb od kliky **e** přes první předlohu **f - g** a druhou **h - i**. Do rohatky **k** zapadá západka **l**. Tyč má vedení **m**; ložiska **o** hřídelů předloh jsou upevněna na postranicích **n** zvedáku, které jsou navzájem spojeny šrouby **p**, opatřenými distančními vložkami. K uchopení zvedáku slouží kruh **g**.



U nás jsou hřebenové zvedáky typizovány ve dvou provedeních, a to jednak jako tzv. zvedáky patkové (obr. 2 a 3), jednak jako tzv. zvedáky sklápěcí (obr.4 a 5), používané ke sklápění koreb nákladních vozů.



Hlavní technické údaje hřebenových zvedáků patkových jsou v tab.1, hřebenových zvedáků sklápěcích v tab.2.

Hřebenové zvedáky patkové

Tabulka 1

| Typ | Nosnost*) [t] | Zdvih Z [mm] | Rozměry [mm] | | | | | | | Síla na klíce [kg] | Váha [kg] | Schema |
|------|------------------|-----------------|--------------|-----|------------|-----|-----|-----|-------|-----------------------|-----------|---------------|
| | | | h_{\min} | g | l_{\min} | a | b | r | b_1 | | | |
| Z 20 | 2,5 | 345 | 80 | 61 | 750 | 155 | 182 | 280 | 200 | 33 | 16 | } obr. 7-3 |
| Z 20 | 5 | 370 | 90 | 77 | 780 | 195 | 225 | 280 | 200 | 47 | 23 | |
| Z 21 | 7,5 | 380 | 105 | 79 | 780 | 218 | 245 | 300 | 200 | 29 | 31 | |
| Z 21 | 10 | 380 | 80 | 80 | 800 | 228 | 245 | 300 | 200 | 46 | 36 | } obr. 7-4 |
| Z 21 | 15 | 400 | 135 | 90 | 870 | 248 | 265 | 380 | 300 | 57 | 54 | |
| Z 21 | 20 | 500 | 125 | 85 | 935 | 340 | 275 | 380 | 300 | 49 | 80 | |
| Z 21 | 30 | 530 | 125 | 85 | 1065 | 395 | 310 | 380 | 300 | 73 | 108 | |

Hřebenové zvedáky sklápěcí

Tabulka 2

| Typ | Nosnost*) [t] | Zdvih Z [mm] | Rozměry [mm] | | | | | | | | Síle na klíce [kg] | Váha [kg] | Schema |
|------|------------------|-----------------|--------------|-----|-----|------|-------|-------|-----|-------|-----------------------|-----------|-------------|
| | | | h_{\min} | a | b | l | r_1 | r_2 | r | b_1 | | | |
| Z 30 | 4 | 700 | 250 | 190 | 312 | 972 | 20 | 20 | 260 | 170 | 26 | 19 | obr. 7-5 |
| Z 31 | 7 | 800 | 270 | 223 | 328 | 1003 | 25 | 20 | 300 | 190 | 27 | 28 | obr. 7-6 |

*) Nová norma určuje řadu nosností odlišnou od dosud běžně vyráběných typů. Řada nosností podle ČSN 27 0010 je: 2; 3,2; 5; 8; 10; 16; 20 t.

Zvedáky šroubové

U jednoduchých šroubových zvedáků otáčí hnací síla, působící na ruční páku, šroubem vedeným v matici v litém podstavci; osová síla šroubu působí přes otočnou hlavici na břemeno, které se otáčením šroubu zdvíhá nebo spouští.

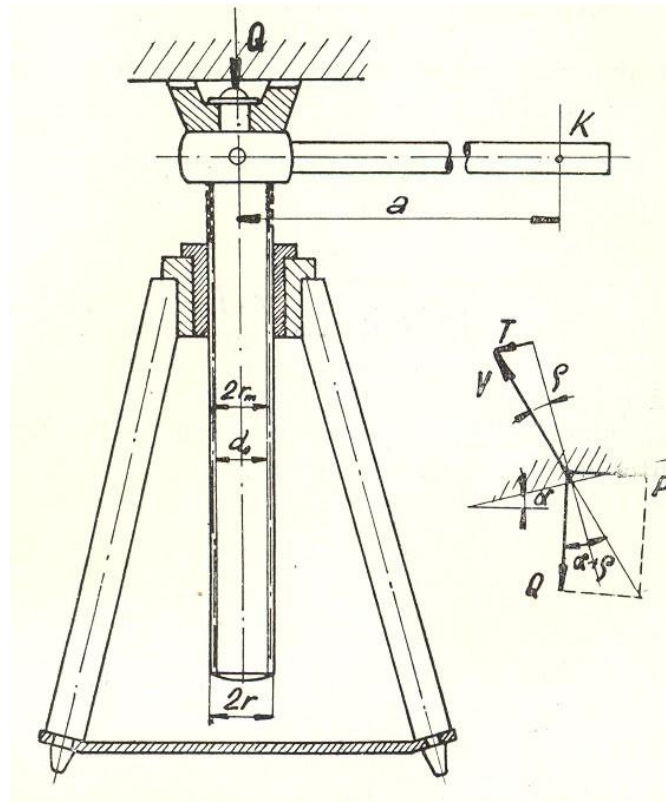


Schéma šroubového zvedáku

Šroub je jednoduchý, samosvorný; účinnost zvedáku je proto jen 30 až 40%.

Při použití označení podle obr. platí: $K \cdot a = P \cdot r_m$

kde P je obvodová síla na poloměru r_m .

Nepřehlízíme-li k tření otočné hlavice na konci vřetena, pak: $P = Q \cdot \operatorname{tg}(\alpha \pm \rho)$

kde ρ je úhel třecí a znaménko $+$ platí pro zvedání,
znaménko $-$ pro spouštění břemena

a dále: $M_k = K \cdot a = m \cdot g \cdot r_m \cdot \operatorname{tg}(\alpha \pm \rho)$

Podmínka samosvornosti: pro $f = \operatorname{tg} \rho = 0,1$ je $\rho = 6^\circ$, tedy $\alpha = 4$ až 5° .

Je-li r střední poloměr mezikruhové třecí plochy hlavice a f_1 součinitel tření mezi hlavicí a vřetenem, pak:

$$M_k = K \cdot a = Q \cdot [r_m \cdot \operatorname{tg}(\alpha \pm \rho) + r \cdot f_1]$$

Účinnost zvedáku:

$$\eta = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg}(\alpha \pm \rho) + \frac{r \cdot f_1}{r_m}}$$

V praxi bývá η jen asi 30 až 40%.

Vřeteno je namáháno **tlakem** (po případě vzpěrem) a **krutem**.

Pro namáhání tlakem je napětí:
$$\sigma_{tl} = \frac{m \cdot g}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}}$$

Pro krut:
$$\tau = \frac{M_k}{W_k} = - \frac{m \cdot g \cdot [r_m \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho) + r \cdot f]}{\frac{\pi \cdot d^3}{16}}$$

kde **d** je průměr jádra šroubu.

Pro srovnávací napětí $\sigma_s = \sqrt{\sigma_{tl}^2 + 4 \cdot \tau^2}$ jsou dovolená namáhání (pro materiál 11500):

$\sigma_{s(dov)} = 100$ až 150 MPa, jde-li o ruční pohon,

$\sigma_{s(dov)} = 80$ až 100 MPa, jde-li o lehký provoz při motorickém pohonu,

$\sigma_{s(dov)} = 60$ až 80 MPa, jde-li o trvalé zdvihání maximálních břemen.

Vřeteno nutno kontrolovat na **vzpěr**, je-li jeho volná délka **l** větší než **5d**:

$$\sigma_{vz} = \sigma_{tl} \cdot c$$

kde součinitel vzpěru **c** se najde v tabulkách pro štíhlostní poměr

$$\lambda = \frac{l}{i} = \frac{4 \cdot l}{d}$$

Bezpečnost se volí 4 až 6.

Závit má zpravidla profil **lichoběžníkový**, někdy u silně namáhaných zvedáků **pilový**, který má výhodu menších ztrát třením.

Přípustný měrný tlak v závitech:

litinová matice: $p = 4$ až 6 MPa (při ručním pohonu až 15 MPa),

bronzová matice: $p = 8$ až 12 MPa.

Přípustný tlak p mezi hlavicí a vřetenem bývá 10 MPa.

Nosnost jednoduchých šroubových zvedáků v normálním provedení bývá 2 až 35 t, zdvih 100 až 300 mm; vlastní váha 5 až 50 kg.

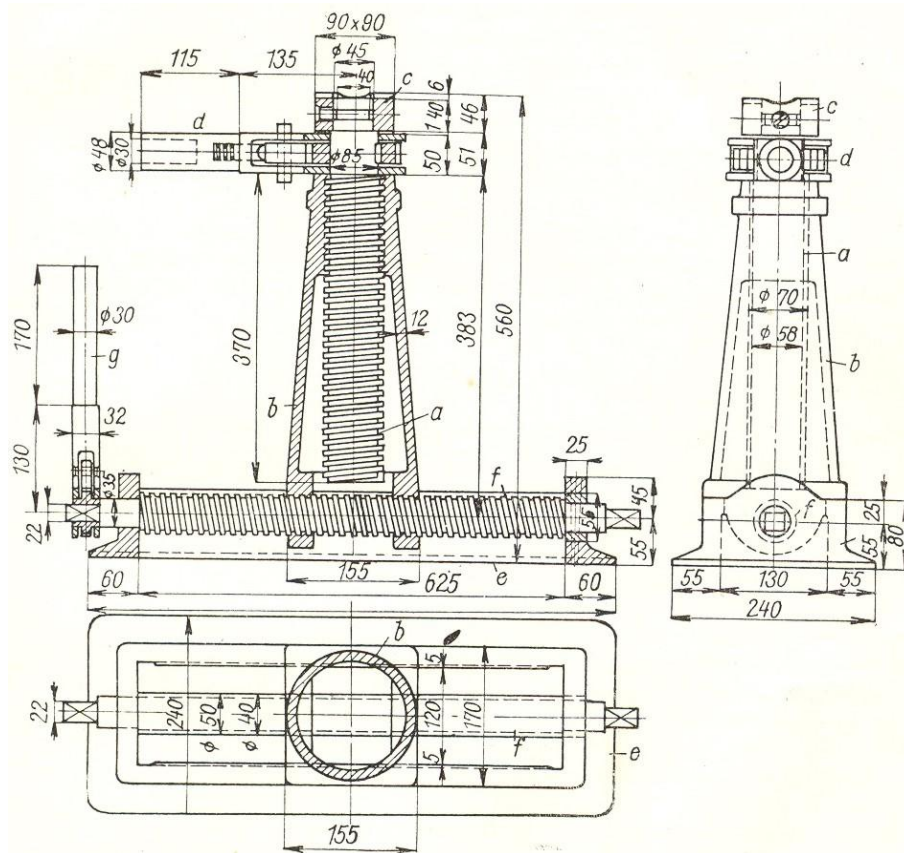
Pro montáž ocelových mostů a jiných konstrukcí, jakož i k podpírání složitých lešení železobetonových staveb mívají šroubové zvedáky nosnost 12 až 35 t a zvláště široké podstavce; zdvih bývá 200 až 320 mm.

Proti hřebenovým zvedákům jsou šroubové výrobně levnější, zvedají však pomaleji a mají malou účinnost. Používá se jich spíše k podpírání než k proměnlivému zvedání a spouštění.



Zvlášť lehké jsou **automobilové šroubové zvedáky s pákovým převodem, tzv. nůžkové.**

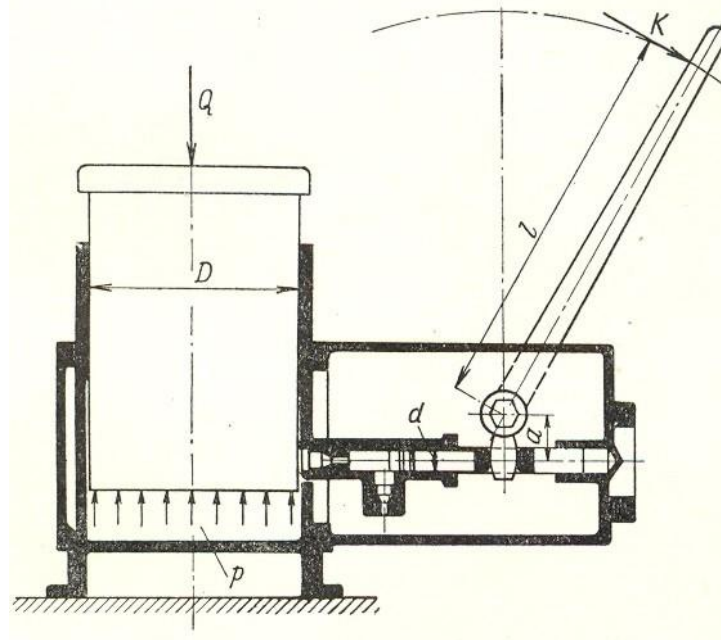
Šroubovými zvedáky saňovými lze břemeno nejen zvedat, nýbrž i poněkud vodorovné posouvat, asi o 180 až 350 mm, podle nosnosti, jež bývá 5 až 20 t. Na obr. je naznačen šroubový saňový zvedák, jehož vřeteno **a** v matici **b** je posuvné v saních **e**, pomocí vodorovného vřetena **f**; **d** je řehačka ke zvedání, **g** pro vodorovný posuv. Zdvíhané břemeno má hlavici **c**. Nosnost zobrazeného zvedáku je 20 t, zdvih 250 mm, posuv 350 mm.



Zvedáky hydraulické

Využití ve **stavebnictví** (posouvání a zvedání těžkých konstrukcí),
strojírenství (jako **zařízení zdvihacích**, ke **speciálním úkolům** např.
lisování kol na nápravy nebo jejich snímání).

Princip je patrný viz obr. Ruční pákou se převodem l/a pohybuje pístem průměru d , který přes ventil dodává tlakovou kapalinu, nejčastěji olej nebo směs 2 dílů vody a 1 dílu glycerinu (do $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$), pod píst (průměru D) zvedáku. (Při stejném dílu vody a glycerinu lze použít směs při mrazu až $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$.) Břemeno se spouští převáděním kapalinu zpět uvolněním ručního ventilu.



Celkový převod:

$$\frac{1}{i} = \frac{D^2}{d^2} \cdot \frac{1}{a}$$

Tlak pod pístem zvedáku:

$$p = \frac{Q}{\frac{\pi \cdot D^2}{4}}$$

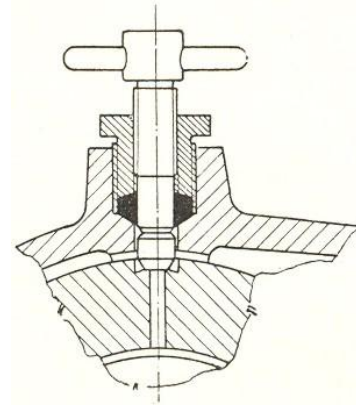
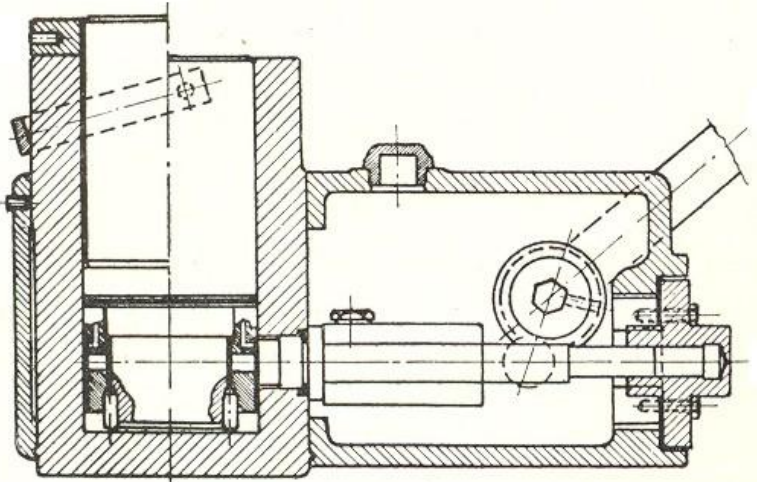
Tlak na pístek

$$P = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot p$$

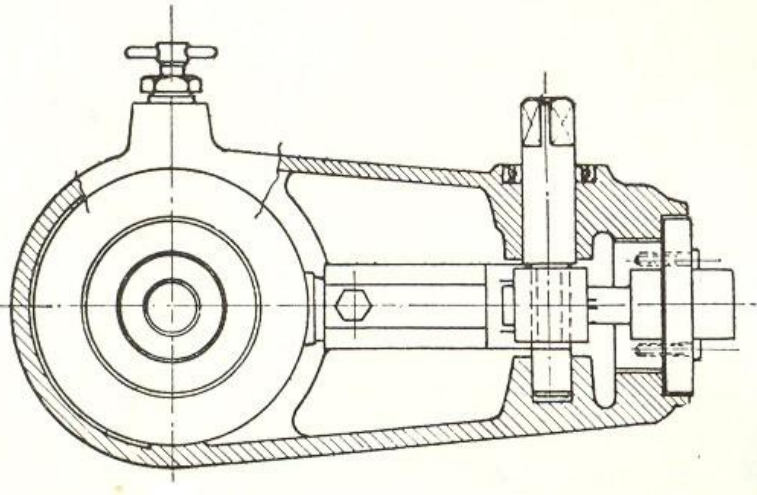
Potřebná síla na páce

$$K = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot p \cdot \frac{a}{l} \cdot \frac{1}{\eta} = Q \cdot \frac{d^2}{D^2} \cdot \frac{a}{l} \cdot \frac{1}{\eta}$$

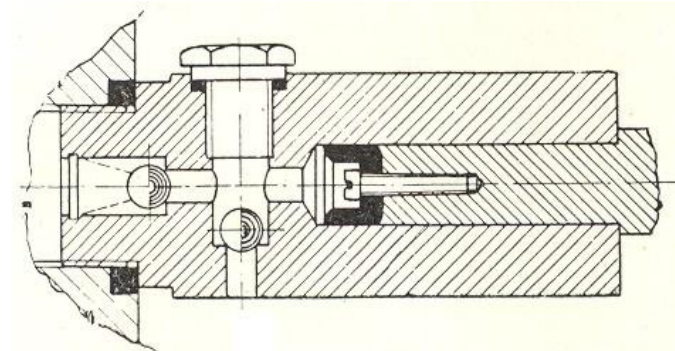
Hydraulický zvedák české produkce



Přepouštěcí ventil

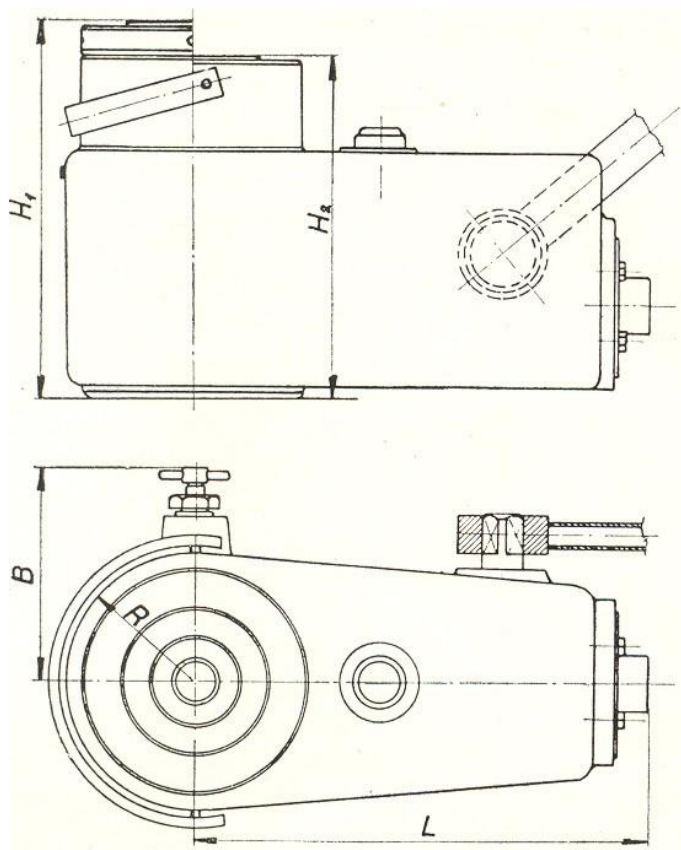


Hydraulický zvedák



Sací a výtlačný ventil

Tabulka obsahuje hlavní technické údaje s rozměrovým schématem obr. (pro dvě provedení, lišící se celkovou výškou).

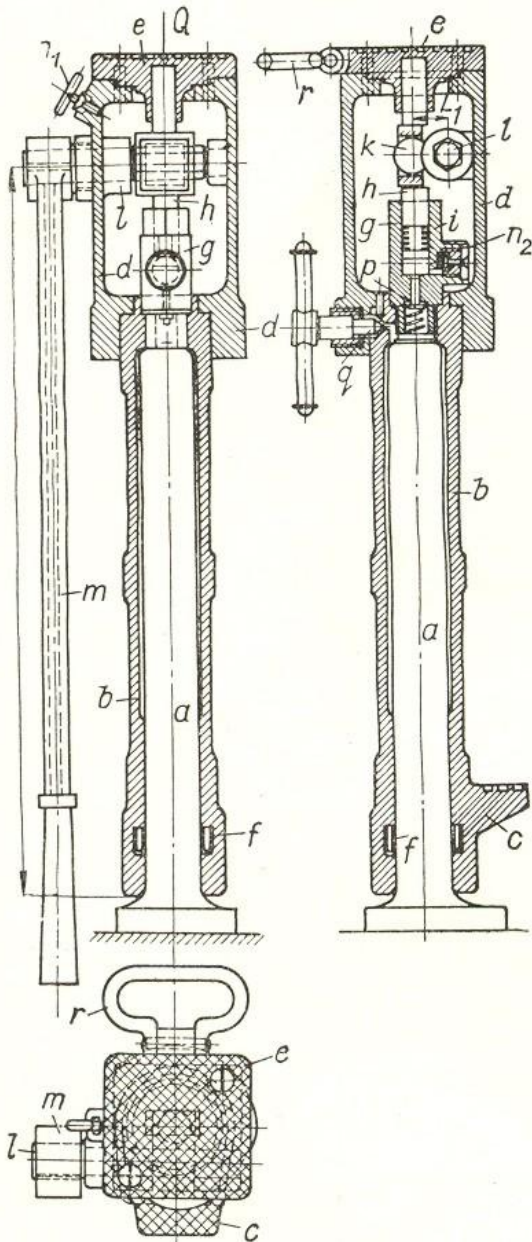


Hydraulické zvedáky (podle obr)

| Nosnost [t] | 25 | 50 | 100 | 200 |
|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|
| Zdvih [mm]. | 145 | 145 | 150 | 155 |
| Průměr pístu [mm] | 90 | 130 | 180 | 250 |
| Kapalina [l]. | 2 | 3,5 | 5,5 | 9,5 |
| Váha zvedáku [kg] | 46 | 83 | 158 | 310 |
| Rozměry [mm]: | | | | |
| H_1 | 265 | 285 | 315 | 360 |
| H_2 | 240 | 255 | 275 | 300 |
| B | 130 | 150 | 185 | 230 |
| R | 82 | 108 | 148 | 195 |
| L | 290 | 335 | 365 | 415 |

Rozměrové schéma
hydraulického zvedáku

Při méně obvyklém provedení se zvedá válec, zatím co píst je nehybný; válec mívá někdy postranní patku, kterou lze zatížit asi na čtvrtinu nosnosti (obr.)



Hydraulický zvedák s nehybným pístem

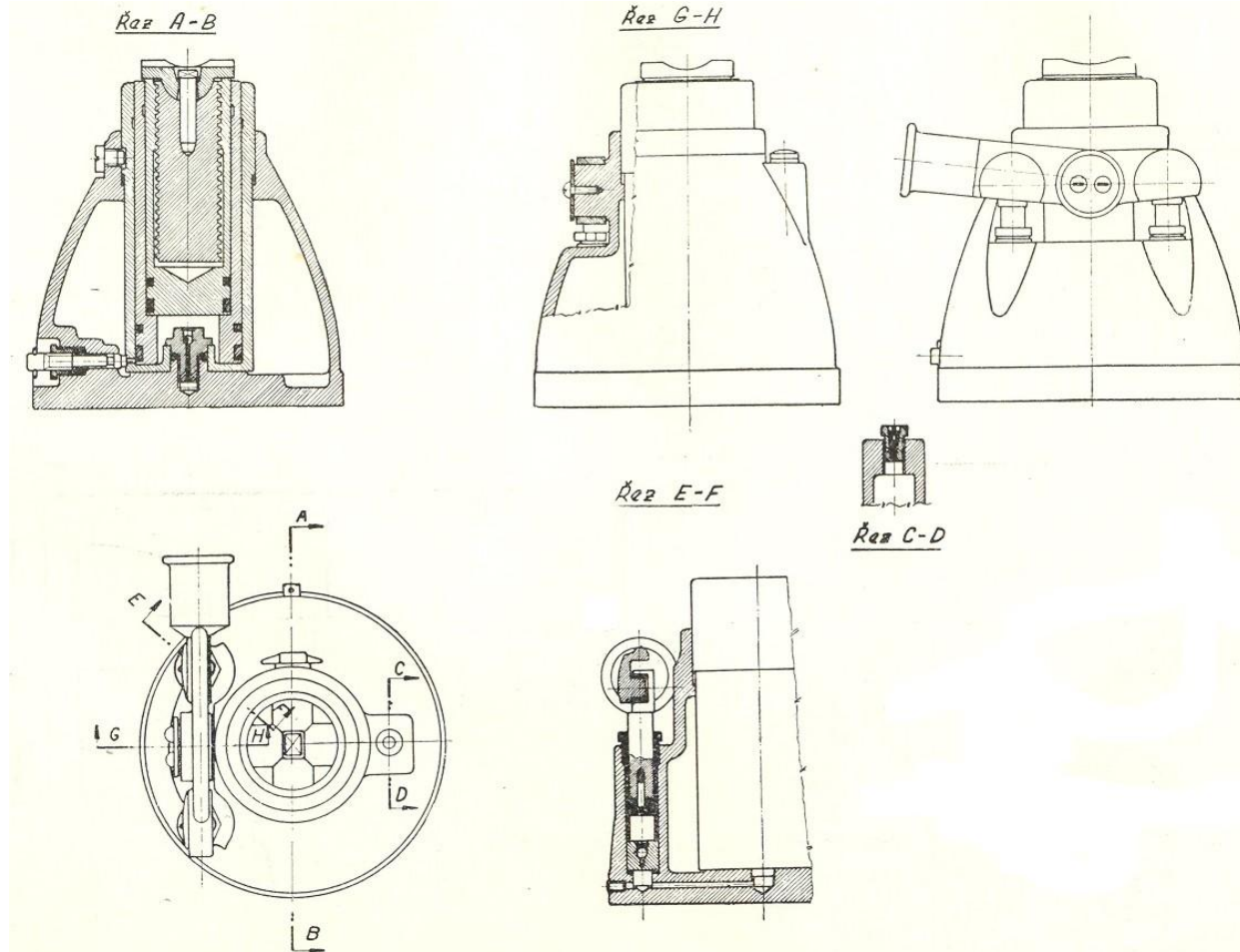
a - nehybný píst; b - zdvižný válec s postranní patkou c; d - těleso čerpadla s víkem e, které je vytvořeno jako opěrná deska; f - koženě těsnění; g - válec čerpadla; h - plunžr s těsněním i, ovládaný pákou k na hřídeli l s ruční pákou m; n_1 - uzávěr plnicího otvoru; n_2 - sítko; o - sací ventil; p - výtlačný ventil; q - regulární šroub; r - rukojeť.

Hydraulický zvedák automobilový pro nosnost 3,7 nebo 10 t.

K dosažení většího zdvihu má zvedák dva do sebe zapadající písty.

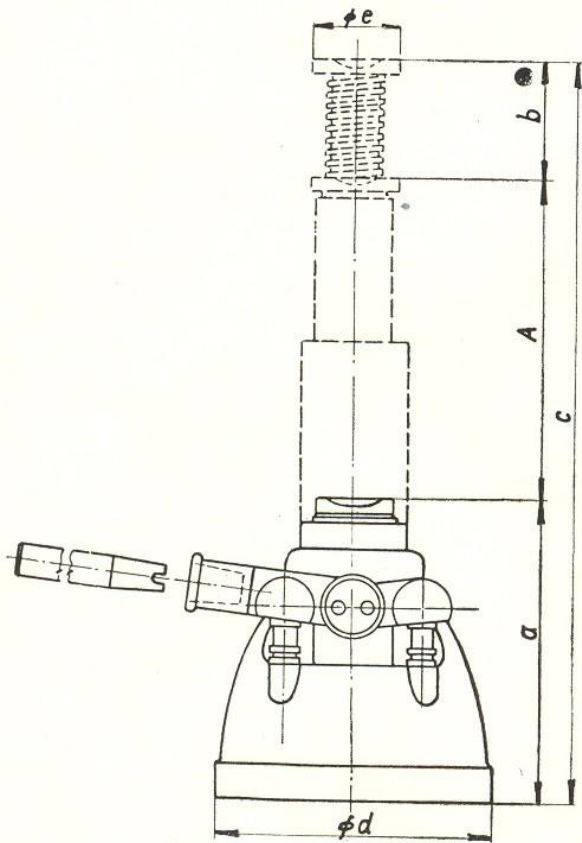
Hlava zvedáku otočná na vřeteně, které lze v určitých mezích z druhého pístu vyšroubovat, a tím nastavit (ještě před zvedáním) tak, aby vlastní zdvih nemusel být značný.

Dvoupístové čerpadlo umožňuje nepřetržité zvedání; spouštění lze regulovat jemně nastavitelným přepouštěcím ventilem.



V tab. (s příslušným schematickým obr.) jsou hlavní technické údaje.

Výhodou hydraulických zvedáků je jejich značný převod, nevýhodou poměrně malý zdvih; tomu se odpomáhá buď uspořádáním dvou pístů, nebo např. u konstrukce „Perpetuum“ možností podkládat zvedák při zvedání vysokými podložkami, např. pražci, takže zvedání se děje nepřetržitě a celkový zdvih může být značný.

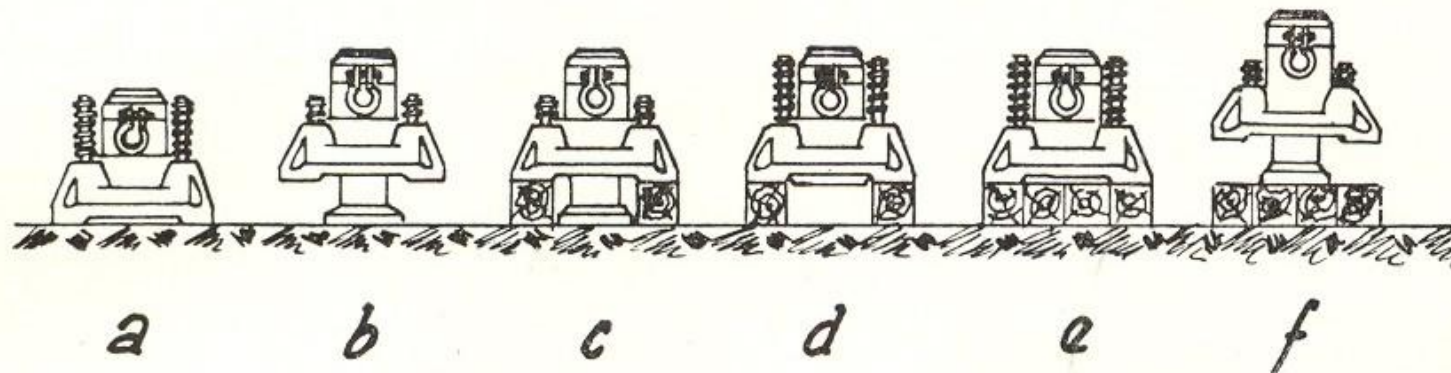


Hydraulické zvedáky automobilové (podle obr)

| Nosnost [t] | 3 | 7 | 10 |
|----------------|-----|-----|-----|
| Zdvih A [mm] | 200 | 270 | 280 |
| Váha [kg] | 12 | 20 | 30 |
| Rozměry [mm]: | | | |
| a | 185 | 230 | 250 |
| b | 63 | 110 | 115 |
| c | 448 | 610 | 645 |
| d | 160 | 190 | 220 |
| e | 40 | 55 | 65 |

Postup práce zvedáku je patrný z obr.

Tab. uvádí hlavní údaje o čtyřech provedeních tohoto zvedáku; předpokládá se tlak kapaliny 500 at, síla na rukojeti 70 kg a čtyři muži k obsluze.



Hydraulické zvedáky Perpetuum

| Nosnost [t] | 50 | 100 | 200 | 300 |
|------------------------------------|-----|-----|-----|------|
| Zdvih [mm]. | 120 | 170 | 220 | 220 |
| Průměr pístu [mm] | 120 | 160 | 225 | 275 |
| Rychlost zdvihu [mm/min] | 13 | 8 | 4 | 2,5 |
| Váha [kg]. | 125 | 350 | 700 | 1400 |