

Kapitola 1 – Dopravní a zdvihací zdroje

Předmět: Stavba a provoz strojů

Ročník: 4.

Anotace: Digitální učební materiál zpracovaný na téma zdvihadla, představuje základní přehled o stavbě a rozdělení zvedáků, kladkostrojů a navijáků. Rovněž je doplněn radou podpůrných vizuálních pomůcek.

Klíčová slova: zvedák, kladkostroj, visutá kočka, naviják

Dopravní a zdvihací stroje

- ▶ **Zařízení sloužící k dopravě osob a různých nákladů z jednoho místa na místo druhé.**
- ▶ Dělí se dle mnoha parametrů, např.:
 - **Podle vzdálenosti dopravy**
 - Dálková (silniční, železniční, lodní, letecká doprava)
 - Blízká (např. v rámci výrobního závodu)
 - **Dle dopravního pohybu**
 - Plynulá (kontinuální)
 - Jednotlivá (např. když jsou zahrnuty mezisklady)
 - **Podle dopravovaného materiálu**
 - Pevný materiál
 - Sypký materiál
 - Kapalný materiál
 - Plynný materiál

Klasifikace dopravovaného materiálu

- ▶ Hlavními charakteristickými znaky jsou **znaky fyzikální** :
 - **Rozměry**
 - **Tvar**
 - **Hmotnost**
 - **Množství**
 - **Nebezpečí poškození (křehký, korozivní, výbušný)**
 - **Stav (mokrý, horký)**
 - **Legislativní omezení a normy**



Obr. 1: Značení látek tříd nebezpečnosti 1 - 9 (21 typů) [2]

Pohony dopravních a zdvihacích strojů

▶ Ruční pohon

- Používá se u malých pomocných zařízení, která nevyžadují vyšší výkon a pracují krátkodobě

▶ Pohon spalovacím motorem

- Používají se tam, kde není možné zavést elektrický proud.
- Z důvodu nemožnosti měnit směr pohybu a nutnosti spuštění bez zátěže jsou kombinovány s hydrodynamickým či hydrostatickým přenosem výkonu.

▶ Elektrický pohon

- Nejpoužívanější pohon, mezi hlavní výhody patří: jednoduché řízení, plynulost, možnost spuštění při plném zatížení, čistota, atd.

Pohony dopravních a zdvihacích strojů

- ▶ Speciální pohony
 - **Jaderný pohon** – k pohonu je určen malý jaderný reaktor (pouze velké námořní dopravní prostředky)
 - **Hydraulický pohon** – využití změny mechanické energie na energii kapaliny (označení pohon není přesné, jelikož jde jen o přenos výkonu)
 - **Pneumatický pohon** – využití přenosu mechanické energie na tlakovou energii vzduchu

Rozdělení dopravních a zdvihacích strojů

- ▶ **Podle užití typických konstrukčních znaků**
 - **Zdvihadla**
 - Jeřáby
 - Dopravníky
 - Výtahy
 - Motorová vozidla (silniční)

1) Zdvihadla

- ▶ Rozdělení a charakteristika zdvihadel
 - Mezi zdvihadla patří:
 - **zvedáky**
 - **kladkostroje**
 - **visuté kočky**
 - **navijáky**



Obr. 2: Elektrický lanový kladkostroj DRH [3]

Zvedáky

- ▶ **Jednoduché prostředky** pro manipulaci s materiálem
 - ▶ Určené pro **zvedání a spouštění břemen**
 - ▶ Základním konstrukčním prvkem je **tuhý zvedací člen**, který je součástí hlavního převodového ústrojí
 - ▶ Zvedáky jsou obvykle konstruovány **pro ruční nebo motorový pohon**
-
- ▶ **Vlastnosti:**
 - **Malá hmotnost vůči břemenu**
 - **Snadná přemístitelnost**
 - **Mají krátký zdvih**



Obr. 3: BRANO Hřebenový zvedák patkový 15-00 2,5t [4]

Zvedáky

- ▶ Dělí se na:
 - **Hřebenové**
 - **Šroubové**
 - **Hydraulické**

Tab. 1: Parametry zvedáků [1]

Druh zvedáku	Zdvih Z [mm]	Nosnost Q [t]	Účinnost η
hřebenový	300 – 500	2,5 – 30	0,6 – 0,8
šroubový	100 – 500	2 – 50	0,3 – 0,4
hydraulický	145 - 300	3 – 200	0,7 – 0,9

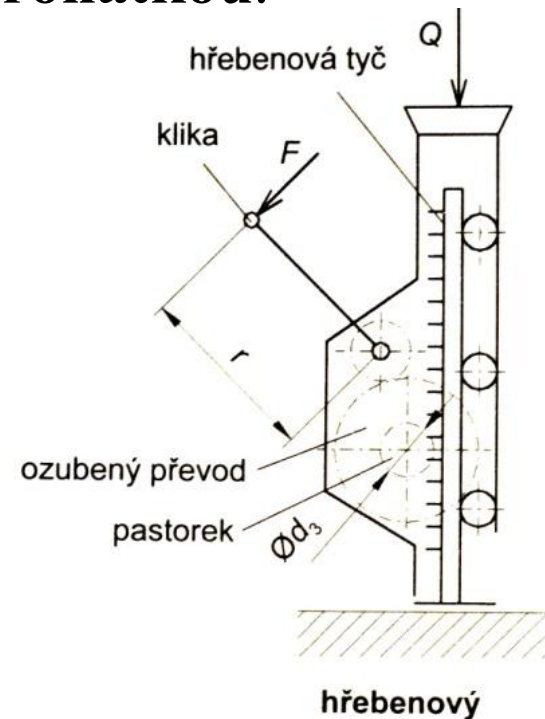
Hřebenový zvedák

- ▶ Tvoří jej **hřeben (ozubený tyč)**, která je uložena ve skříní a je **poháněna pákou přes několikanásobný ozubený převod**.
- ▶ Polohu břemena zajišťuje **západka s rohatkou**.
- ▶ Podmínka rovnováhy zvedáku

$$\sum M_i = 0$$

$$F \cdot r \cdot i_c \cdot \eta_c = Q \cdot \frac{d_3}{2}$$

- ▶ F = ovládací síla [N]
- ▶ r = délka ramene páky [m]
- ▶ i = celkový převodový poměr
- ▶ η = celková mechanická účinnost zvedáku
- ▶ Q = tíha břemene [N]
- ▶ d_3 = průměr roztečné kružnice ozubeného kola posledního ozubeného soukolí [m]



Obr. 4: Schéma hřebenového zvedáku [1]

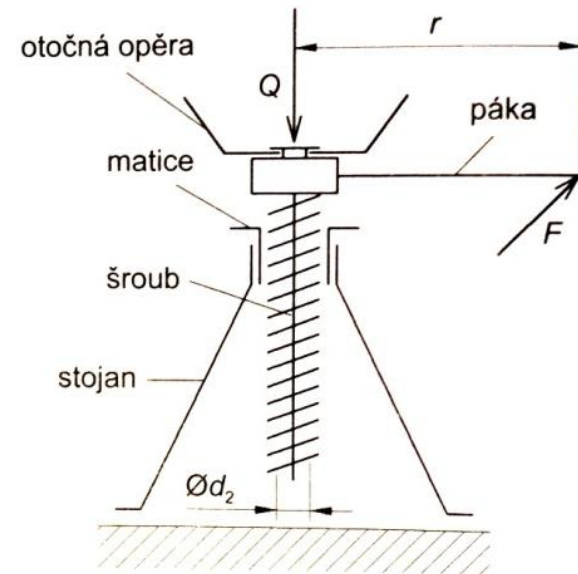
Šroubový zvedák

- ▶ Využívá **posuvu šroubu v matici**, která je pevně spojena se stojanem zvedáku. **Závit šroubu je obvykle lichoběžníkový** a musí být **samosvorný**, aby byla zajištěna poloha břemene
- ▶ Momentová rovnováha zvedáku:

$$\sum M_i = 0$$

$$F \cdot r \cdot i_c \cdot \eta_c = Q \cdot \frac{d_3}{2}$$

- ▶ F = ovládací síla [N]
- ▶ r = délka ramene páky [m]
- ▶ α = úhel stoupání šroubovice, $\alpha = p/\pi d_2$
- ▶ φ = třecí úhel (je roven součiniteli tření šroubu v matici f)
- ▶ Q = tíha břemene [N]
- ▶ d_2 = střední průměr závitu [m]
- ▶ p = stoupání závitu [m]

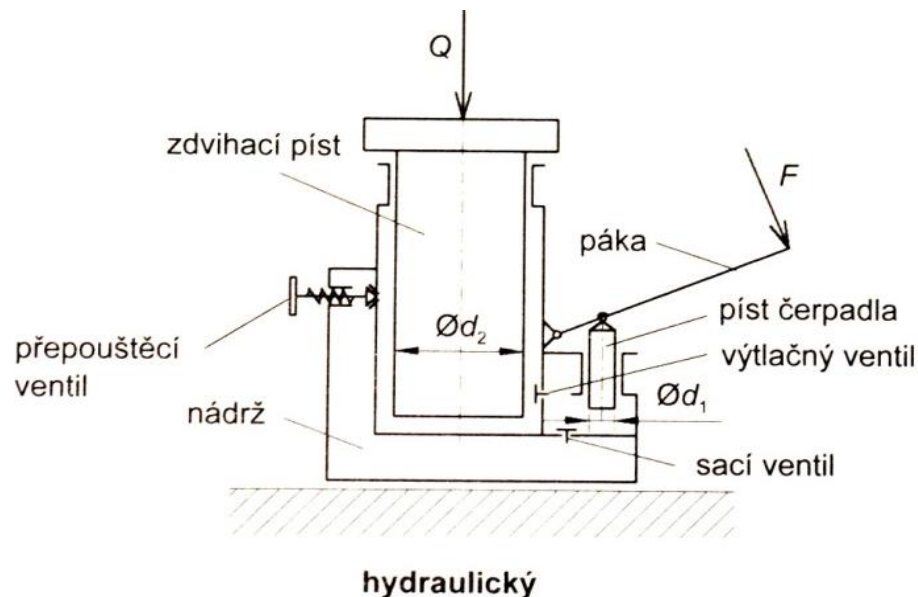


šroubový

Obr. 5: Schéma šroubového zvedáku [1]

Hydraulický zvedák

- ▶ Je založen na platnosti **Pascalova zákona**.
- ▶ **Břemeno zvedá píst**, který se pohybuje ve válci, do kterého je vháněna **pracovní kapalina z pístového čerpadla**.
- ▶ Spouštění je realizováno **přepouštěcím ventilem**.



Obr. 6: Schéma hydraulického zvedáku [1]

Hydraulický zvedák

- ▶ Podle **Pascalova zákona** (tlak v kapalině se šíří všemi směry rovnoměrně) platí:

- ▶ F = ovládací síla na pístu čerpadla [N]
- ▶ Q = tíha břemene [N]
- ▶ p_1 = tlak v pístovém čerpadle [m]
- ▶ p_2 = tlak v pracovním válci [m]
- ▶ d_1 = průměr pístu čerpadla [m]
- ▶ d_2 = průměr pracovního pístu [m]

$$p_1 = p_2$$

$$\frac{F}{S_1} = \frac{Q}{S_2}$$

$$\frac{F}{\frac{\pi \cdot d_1^2}{4}} = \frac{Q}{\frac{\pi \cdot d_2^2}{4}}$$

$$\frac{F}{Q} = \frac{d_1^2}{d_2^2}$$

Kladkostroje

- ▶ Zařízení určená ke **zdvihání a spouštění** zavěšených břemen.
- ▶ Jsou buď **pro pevné zavěšení**, nebo **na pojízdné dráze**
- ▶ Kladkostroje jsou obvykle konstruovány **pro ruční nebo elektrický pohon**

- ▶ **Vlastnosti:**
 - **Malá hmotnost i rozměry**
 - **Snadná přemístitelnost**



Obr. 7: Elektrický lanový kladkostroj [3]

Kladkostroje

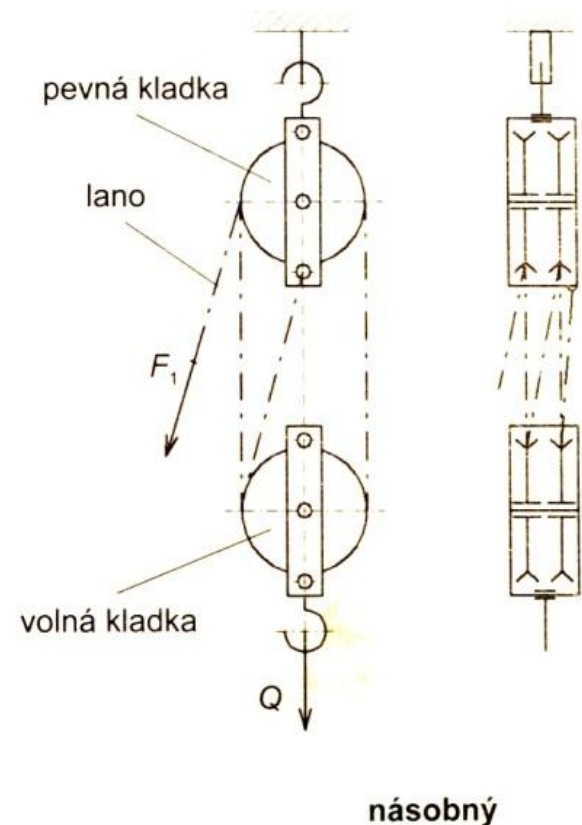
- ▶ Dělí se na:
 - **Násobné**
 - **Diferenciální**
 - **Šnekové**
 - **S čelními koly**

Tab. 2: Parametry kladkostrojů [1]

Druh kladkostroje	Nosnost Q [t]	Účinnost η
násobný	0,1 – 3 (konopné lano) 1 -8 (ocelové lano)	Až 0,91 (pro $i = 2$) !s rostoucím počtem kladek klesá!
diferenciální	0,1 – 1	Až 0,95
šnekový	0,5 -25	0,55 – 0,7
s čelními koly	0,25 - 10	0,75 – 0,85

Násobný kladkostroj

- ▶ Je tvořen **ohebným zvedacím členem** (lano, řetěz), **nepohyblivou a pohyblivou částí**.
- ▶ **Nepohyblivá část** je zavěšena na konstrukci, nosníku, visuté kočce, apod.
- ▶ **Pohyblivá část** je zavěšena na laně nebo na řetězu a tvoří ji kladnice s hákem pro zavěšení břemena.



Obr. 8: Schéma obecného násobného kladkostroje [1]

Násobný kladkostroj

- ▶ Teoretická ovládací síla F_i kladkostroje [N]

$$F_i = \frac{Q}{i}$$

- ▶ Teoretická ovládací síla pro zdvihání břemene F_1 [N]

$$F_1 = \frac{Q}{i \cdot \eta_c}, \text{ kde celková účinnost: } \eta_c = \eta_1 \cdot \frac{1 - \eta_1^i}{i \cdot (1 - \eta_1)}$$

- ▶ Teoretická ovládací síla pro spouštění břemene F_2 [N]

$$F_2 = \frac{Q}{i} \cdot \eta_c$$

Q = tíha břemene [N]

i = počet kladek

η_1 = účinnost jedné kladky

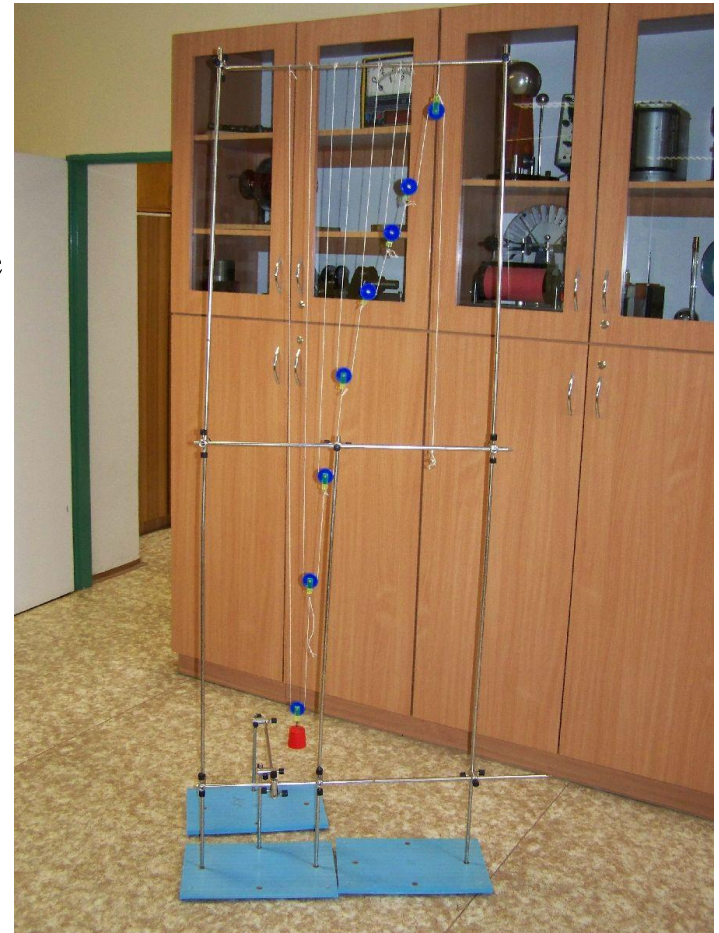
Násobný kladkostroj

► Archimédův kladkostroj

Soustava jedné pevné a několika volných kladek vázaných lanovými smyčkami s pevnými a pohyblivými závěsy. Dosahuje se jím značného převodu.

Při počtu volných kladek i a břemeni o tíze Q je zdvihací síla rovna:

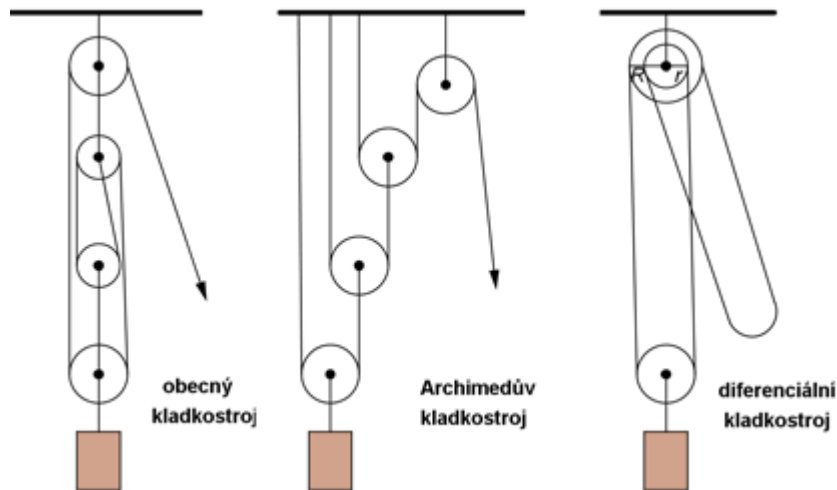
$$F = \frac{Q}{2^i}$$



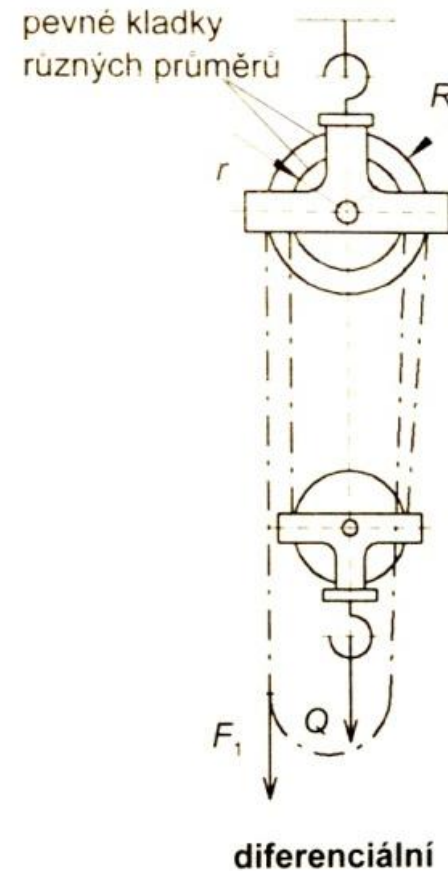
Obr. 9: Archimédův kladkostroj [5]

Diferenciální kladkostroj

- ▶ Je podobné konstrukce jako násobný.
- ▶ Je složen s kladek různých průměrů!
- ▶ Přes kladky je vedeno bezkoncové lano nebo řetěz.



Obr. 10: Srovnání kladkostrojů [6]



Obr. 11: Schéma diferenciálního kladkostroje [1]

Diferenciální kladkostroj

- ▶ Teoretická ovládací síla F_t kladkostroje [N]

$$F_t = \frac{Q}{2} \cdot \left(1 - \frac{r}{R}\right)$$

- ▶ Teoretická ovládací síla pro zdvihání břemene F_1 [N]

$$F_1 = Q \cdot \frac{\eta_1}{1 + \eta_1} \cdot \left(\frac{\eta_1}{\eta_1^2} - \frac{r}{R}\right)$$

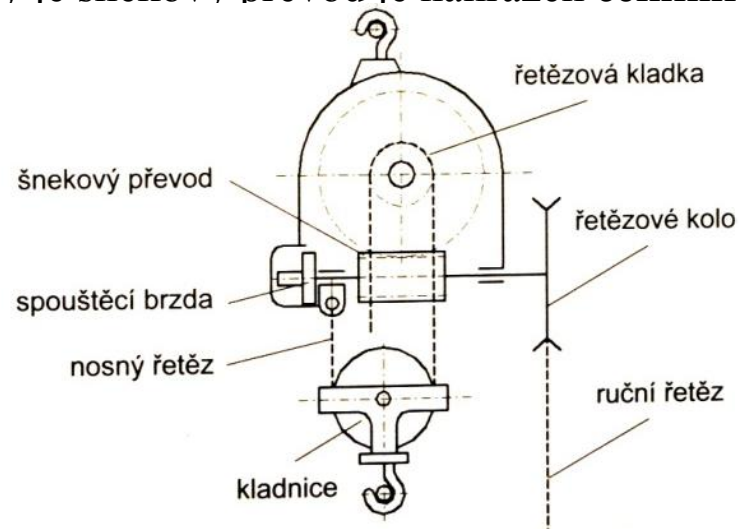
- ▶ F = ovládací síla [N]
- ▶ Q = tíha břemene [N]
- ▶ r, R = poloměry kladek [m]
- ▶ η_1 = účinnost kladky

Šnekový kladkostroj

- ▶ Základem je šnekový převod.
- ▶ Šnekové kolo je spojeno s řetězovým kolem, po kterém se obvykle odvíjí článkový řetěz se zavěšeným břemenem.
- ▶ Pohon šneku bývá **ruční** pomocí článkového řetězu
- ▶ Kladkostroj s čelními koly
 - Varianta šnekového kladkostroje, kdy je šnekový převod je nahrazen **čelními koly**



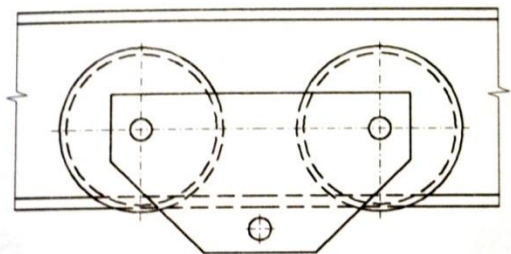
Obr. 12: Ruční kladkostroj SILVERLINE Stira S [7]



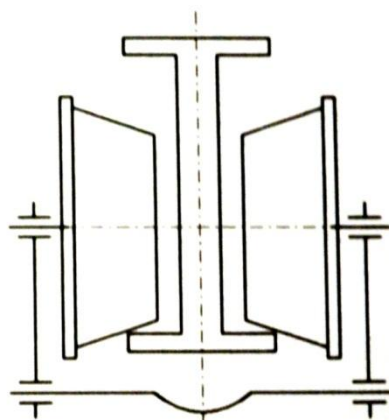
Obr. 13: Schéma šnekového kladkostroje [1]

Visutá kočka

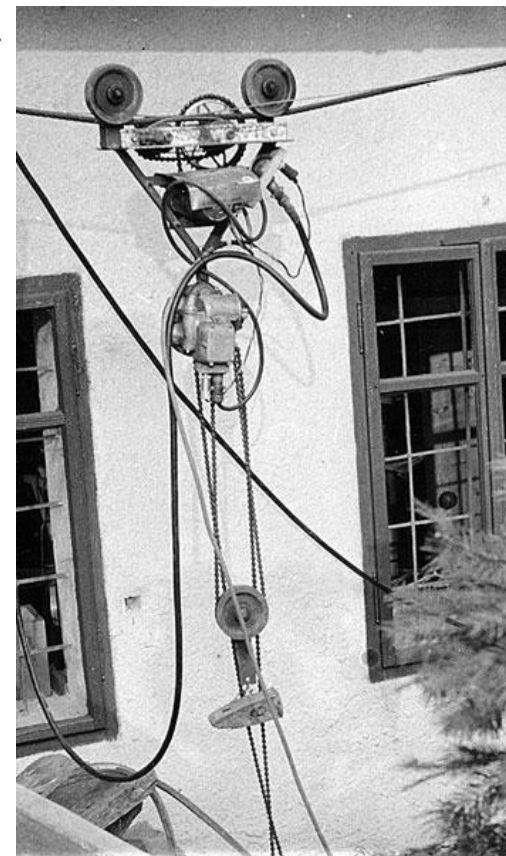
- ▶ Kombinace **pojízdného upevnění s kladkostrojem**.
- ▶ Umožňuje **přemístování břemen** zdvižených po visuté dráze (I profil nebo lano)
- ▶ Pohon může být **ruční nebo elektrický** nebo **žádný**.



Obr. 14: Pojízdná kočka [1]



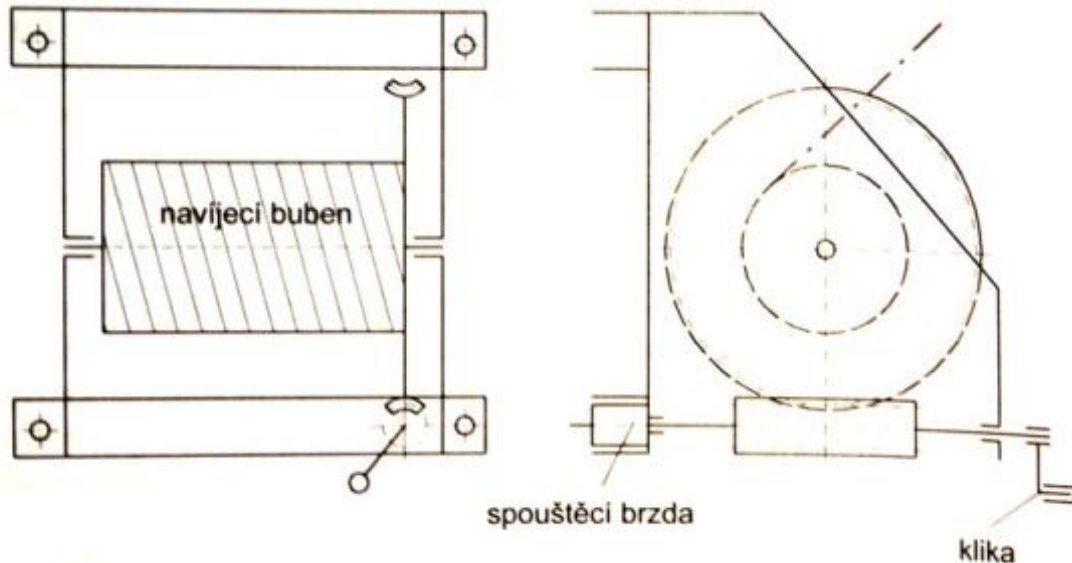
Obr. 15: I profil [1]



Obr. 16: Visutá kočka na laně [8]

Navijáky (navíjedla)

- ▶ Slouží ke **zdvihání** a **spouštění** břemen nebo k **tahání**.
- ▶ Hlavní částí je **buben s pro navíjení lana nebo řetězu**.
- ▶ Buben je přes **převod** poháněn **ručně nebo motorem**.
- ▶ Převody mohou být **ozubené, šnekové, třecí nebo řetězové**.
- ▶ Břemeno bývá zajištěno **brzdou**.
- ▶ Navíjedla mohou být **pojízdná** nebo **stabilní**.



Obr. 17: Na motorovou pilu přípojný naviják [1]

Hydraulický lanový naviják

Využívá jednostupňové planetové převodovky s pomaloběžným hydraulickým motorem!



Obr. 18: Hydraulický lanový naviják HSW K 35, HSW L 35 [9]

Navijáky (navíjedla)

- ▶ Podmínka rovnováhy:

$$\sum M_i = 0$$

- ▶ Ruční pohon:

$$Q \cdot \frac{D_b}{2} = F \cdot r \cdot i \cdot \eta_m$$

- ▶ Pohon motorem:

$$Q \cdot \frac{D_b}{2} = M_k \cdot i \cdot \eta_m$$

- ▶ F = ovládací síla [N]
- ▶ Q = tíha břemene [N]
- ▶ r = délka ramen páky [m]
- ▶ i = převodový poměr [m]
- ▶ D_b = průměr bubnu [m]
- ▶ M_k = kroutící moment motoru [N.m]
- ▶ η_1 = mechanická účinnost převodového ústrojí

Navijáky (navíjedla)

▶ VIDEOPREZENTACE POUŽITÍ:

http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=25TIRgNs42A#!



Obr. 19: Na motorovou pilu přípojný naviják MULTI VIP 1000 s vedením lana [10]