

# Konstrukce zvedacího zařízení automobilu

Petr Baklík

---

Bakalářská práce  
2006

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2004/2005

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petr BAKLÍK**

Studijní program: **B3909 Procesní inženýrství**

Studijní obor: **Technologická zařízení - Vsetín**

Téma práce: **Konstrukce zvedacího zařízení automobilu**

Zásady pro vypracování:

1. Provedte literární studii
2. Navrhňte konstrukční řešení zvedacího zařízení
3. Vypracujte technickou dokumentaci

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

**Dle doporučení vedoucího bakalářské práce**

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. František Volek, CSc.**

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

**14. února 2005**

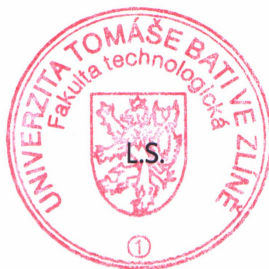
Termín odevzdání bakalářské práce:

**14. června 2005**

Ve Zlíně dne 14. února 2005



prof. Ing. Josef Šimoník, CSc.  
*děkan*



doc. Ing. Miroslav Maňas, CSc.  
*ředitel ústavu*

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce se zabývá návrhem zvedacího zařízení pro potřeby zvedání automobilu v pneuservisu. Na začátku práce jsou krátce popsány různé typy zvedacích zařízení a jejich pohonů. Podrobněji jsou popsány zejména zvedací zařízení používané pro zvedání automobilů. Hlavní část práce je pak věnována návrhu zvedacího zařízení pro použití v pneuservisu. Nejprve jsou shrnuty základní podmínky pro konstrukci zařízení a na základě nich je navrženo konstrukční řešení. Součástí práce je kompletní výpočetní dokumentace navrženého zařízení.

Klíčová slova:

Zvedací zařízení, automobilový zvedák, hydraulický zvedák

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis deals with the design of car lifting device for tire services purposes. At the beginning of the work various types of lifting devices and their drives are briefly described. Especially car lifting devices are described in more details. Main part of the work is then devoted to the design of a car lifting device for tire services. Basic conditions for construction are summarized first and then the structural design of the device is developed. The complete computational documentation is included in the work.

Keywords:

Lifting device, car lifter, hydraulic lifter

## OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>7</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>8</b>
<b>1 ZVEDACÍ ZAŘÍZENÍ</b> .....	<b>9</b>
1.1 DRUHY ZVEDACÍCH ZAŘÍZENÍ A JEJICH POUŽITÍ .....	9
1.1.1 Příklad použití zvedacích zařízení - jeřáby .....	10
1.2 AUTOMOBILOVÉ ZVEDÁKY .....	11
1.2.1 Sloupové zvedáky .....	11
1.2.2 Přenosné hydraulické zvedáky .....	11
1.2.3 Přenosné mechanické zvedáky .....	12
<b>2 ZÁKLADNÍ PODMÍNKY PŘI KONSTRUKCI AUTOMOBILOVÉHO ZVEDÁKU</b> .....	<b>14</b>
2.1 SVĚTLÁ VÝŠKA AUTOMOBILU .....	14
2.2 ZDVIH TLUMIČE AUTOMOBILU .....	14
2.3 VÁHA AUTOMOBILŮ .....	14
<b>3 RUČNÍ POHON</b> .....	<b>15</b>
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>16</b>
<b>4 NÁVRH KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ ZVEDACÍHO ZAŘÍZENÍ</b> .....	<b>17</b>
4.1 POŽADOVANÉ VLASTNOSTI ZAŘÍZENÍ .....	17
4.1.1 Zdvih zvedáku .....	17
4.1.2 Nosnost zvedáku .....	17
4.1.3 Délka ramene a páky zvedáku .....	18
4.2 VÝPOČET PRŮMĚRŮ PÍSTŮ HYDRAULICKÉHO ZVEDÁKU .....	18
4.2.1 Výpočet síly působící na velký píst .....	18
4.2.2 Výpočet síly působící na malý píst .....	22
4.3 VÝPOČET PRŮMĚRU ČEPŮ .....	24
4.3.1 Návrh průměru horního čepu ramene .....	24
4.3.2 Návrh průměru spodního čepu ramene .....	25
4.3.3 Návrh průměru čepu na pístu .....	25
4.4 NÁVRH AXIÁLNÍHO LOŽISKA .....	26
4.5 KONTROLA RAMENE NA OHYB .....	27
4.6 NÁVRH TLOUŠŤKY TÁHLA .....	27
<b>5 TECHNICKÁ DOKUMENTACE</b> .....	<b>29</b>
<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>30</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>31</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK</b> .....	<b>32</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>34</b>
<b>SEZNAM TABULEK</b> .....	<b>35</b>

<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>36</b>
---------------------------	-----------

## ÚVOD

V praxi se často setkáváme se snahou usnadnit a urychlit práci dělníka pomocí modernizace pracovního zařízení, zrychlením výrobních postupů nebo nahrazení lidské síly strojem. Tato snaha souvisí s cílem co nejvíce zefektivnit celý výrobní proces a nahradit, popřípadě zefektivnit práci člověka a tím také celý výrobní proces zlevnit.

Ve své práci jsem se rozhodl zaměřit na zefektivnění procesu opravy, popř. výměny pneumatik v pneuservisu. Celý proces výměny pneumatik automobilu je v dnešní době automatizován. Pro zvednutí automobilu jsou používány sloupové zvedáky. Uvolnění matic kol je realizováno pomocí pneumatických rázových utahováků. Výměna pneumatiky na disku kola je pak realizována na specializovaném zařízení. Vybavení pneuservisu je poměrně nákladná záležitost. Jedním z nejnákladnějších zařízení je nákup sloupového zvedáku, který představuje investici v řádu 50000Kč. Tato investice je finančně náročná zejména pro menší podnikatele.

V rámci této práce jsem se zabýval návrhem zvedacího zařízení, které by umožnilo snadné, rychlé a bezpečné zvednutí automobilu a přitom by jeho pořízení nepředstavovalo vynaložení vysokých finančních prostředků. Cílem této práce je navrhnout mobilní hydraulické zvedací zařízení, které by umožnilo jednoduše, za pomoci síly pracovníka, zvednout vozidlo tak, aby dvě jeho kola byla ve vzduchu. Při návrhu je potřeba zohlednit požadavek, že použitá páka nesmí být příliš dlouhá, aby byl zajištěn dostatek místa v dílně.

Struktura této práce je následující. V první kapitole jsou stručně popsány různé typy zvedacích zařízení a podrobněji jsou popsány zejména zvedací zařízení pro automobily. V druhé kapitole jsou shrnuty základní podmínky pro konstrukci automobilového zvedáku. Ruční pohon, který je použit pro zvedání, je analyzován v třetí kapitole. Čtvrtá kapitola se věnuje konstrukčnímu návrhu zvedacího zařízení. Technická dokumentace navrženého zařízení tvoří pátou kapitolu.

## I. TEORETICKÁ ČÁST



# 1 ZVEDACÍ ZAŘÍZENÍ

## 1.1 Druhy zvedacích zařízení a jejich použití

V oblasti dopravní techniky má vertikální doprava a tím i zdvihací zařízení mimořádný význam. Prudký rozvoj jednotlivých vědních disciplín, výrobních technologií a jejich široké uplatnění se musí nutně projevit v koncepci technického řešení zvedacích zařízení. Modernizace se nedotkla jen konstrukce zvedacích zařízení, ale i pohonů, nosnosti a jiných vlastností zvedacích zařízení.

Pohony zvedacích zařízení [1]:

- elektrický pohon
- spalovací motory
- hydraulický pohon
- pneumatický pohon
- ruční pohon

### **Zvedací zařízení s elektrickým pohonem**

Elektrický pohon je jedním nejrozšířenějších pohonů. Přes 80% všech motoricky poháněných zdvihacích strojů a zařízení je poháněno elektricky. Hlavní výhody a přednosti elektrického pohonu představuje stálá připravenost a schopnost provozu, čistota, snadná a pohodlná obsluha.

### **Zvedací zařízení poháněné spalovacím motorem**

Nejčastěji se používá naftový motor. Tyto pohony se používají většinou pro zvedací zařízení, jenž jsou používána na místech, kde není elektřina, popřípadě u mobilních zvedacích zařízení, kde by manipulace s přívodem elektřiny byla obtížná. Nevýhodou těchto pohonů je hlučnost, prostorová náročnost a škodlivé zplodiny, které se dostávají při provozu do ovzduší.

### **Zvedací zařízení s hydraulickým pohonem**

V principu jde o hydraulický systém, kde rotační čerpadlo poháněné elektromotorem podává tlakový olej hydromotoru, který předává kinetickou energii poháněcímu ústrojí zvedacího zařízení.

### **Zvedací zařízení na ruční pohon**

Používají se tam, kde není potřeba zvedat těžká břemena nebo kde by těžký pohon motorem překážel při manipulaci se zvedacím zařízením.

#### **1.1.1 Příklad použití zvedacích zařízení - jeřáby**

Zvedací zařízení se používá v mnoha odvětvích lidské činnosti. Průmyslové využití je určitě všeobecně známo. Jsou to především jeřáby. Ty dále můžeme podle [1] dělit na:

**Mostové jeřáby** - používají se ve výrobních halách, kde se jejich pojízdná část (most) pohybuje po kolejnicích, které jsou umístěny pod stropem haly. Na mostě se pak pohybuje kočka, výjimečně podvozek s otočným výložníkem.

**Portálové a poloportálové jeřáby** - jsou tvořené nosnou konstrukcí jeřábu (tzv. portál), který je vytvořen z jeřábového mostu a dvou podpěr. Portál je buď pevně zakotven nebo popojíždí po jeřábové dráze uložené na zemi.

**Konzolové jeřáby** - pojíždějí zpravidla po jeřábové dráze upevněné na stěně haly.

**Stavební jeřáby** - jsou všechny jeřáby používané ve stavebnictví.

**Vozidlové jeřáby** - jsou jeřáby s výložníkem, jejichž otočný svršek je uložen na podvozku, který při popojíždění není vázán na jeřábovou dráhu.

Dále se zvedací stroje používají například ve zdravotnictví, automobilovém průmyslu a mnoha jiných odvětvích.

## 1.2 Automobilové zvedáky

Pro zvednutí automobilů se používají především tři druhy zvedáků:

- sloupové
- přenosné hydraulické
- přenosné mechanické

### 1.2.1 Sloupové zvedáky

Sloupové zvedáky mají jeden nebo dva sloupy. Ve sloupech je ukryto (podle typu) buď šnekové soukolí, řetězový převod nebo píst, jenž jsou poháněny elektromotorem. Každý sloup má dvě posuvné ramena, pomocí kterých se automobil zvedá.

Díky vysoké ceně a náročnosti na prostor a montáž jsou používány převážně ve specializovaných servisech. Používají se při opravách automobilu, kdy se dělník potřebuje pohodlně dostat pod automobil. Zvedání automobilu je poměrně časově náročné, ale zvedák vyveze automobil až do výše 2m. Také nastavení zvedáku pod automobil je oproti ostatním typům zvedáků náročnější.

### 1.2.2 Přenosné hydraulické zvedáky

Používají se většinou v domácích dílnách a pneuservisech. Dokážou zvednout jen část automobilu a to do omezené výšky. Obvykle jsou na ruční pohon. Za pomoci páky, pístů a hydraulického oleje se lidská síla násobí.

Hydraulické zvedáky pro automobily se podle konstrukce dělí na:

- **pístové zvedáky** – (tzv. panenky) díky své výšce se používají jen zřídka, v pneuservisech se obvykle tento typ zvedáků nepoužívá vůbec.



*Obr. 1. Pístový zvedák*

- **nůžkové zvedáky** – hydraulický píst rozevívá ramena a zvedací plocha se pohybuje nahoru. Jedná se o nejrozšířenější typ zvedáků, pokud opomeneme zvedáky určené pro povinnou výbavu automobilu.



*Obr. 2. Hydraulický pojízdný zvedák*

### 1.2.3 Přenosné mechanické zvedáky

Zvedáky tohoto typu jsou obvykle součástí povinné výbavy automobilu. Jelikož na silnici není dostupná jiná energie, používá se ruční pohon. Výrobci se snaží tyto zvedáky miniaturizovat na úkor nosnosti. Existuje spousta variací na prakticky stejný způsob. Princip se v podstatě nemění. Klikou je poháněn šroub, který rozevívá ramena zvedáku.



*Obr. 3. Mechanický nůžkový zvedák*

## **2 ZÁKLADNÍ PODMÍNKY PŘI KONSTRUKCI AUTOMOBILOVÉHO ZVEDÁKU**

### **2.1 Světlá výška automobilu**

Je to vzdálenost od země k nejnižšího bodu podvozku nebo karoserie automobilu. Nejnižší bod zpravidla bývá práh automobilu nebo spodní kryt motoru. Pro zvednutí automobilu je potřeba dostat nosnou část zvedáku pod práh. Tam většinou bývá místo určené pro zvedání. Pokud pomineme různé omezené série a studie automobilů, bývá světlá výška automobilu zhruba od 20cm do 25cm.

### **2.2 Zdvih tlumiče automobilu**

Tlumič pérování pracuje v určitém rozsahu. Při zvedání tlačí pružina kolo k zemi. Přitom je její chod omezen zdvihem tlumiče pérování. Při výměně kola je potřeba zvednout automobil tak, aby byl práh automobilu nad zemí ve výšce rovnající se součtu světlosti automobilu a pracovního zdvihu tlumiče pérování. Zdvih tlumiče bývá 20cm až 25cm.

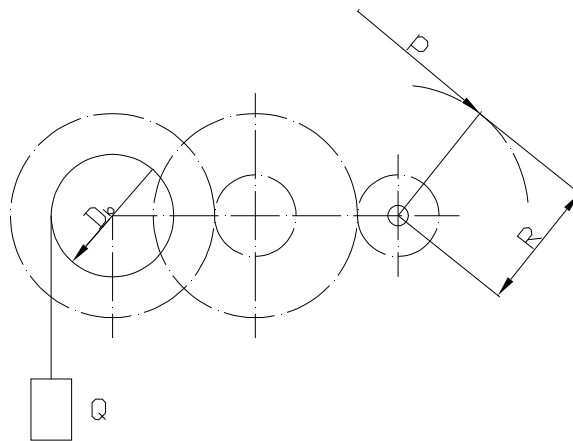
### **2.3 Váha automobilů**

Zvedák automobilu se musí dimenzovat na určitou nosnost. V dnešní době plastových a lehčených materiálů dosahuje hmotnost automobilu maximálně 1500kg. Jelikož zvedák nezvedá celý automobil, počítá se jen s částí této váhy.

### 3 RUČNÍ POHON

Ruční pohon se v dnešní době používá poměrně málo. Uplatňuje se ještě zejména u některých montážních zdvihadel nebo u visutých kladkostrojů [1]. Lidská síla působí buď na ruční kliku nebo ručním řetězem na řetězovou kladku.

Při zdvihání břemena tíhy  $Q$  [kp] silou  $P$  [kp] působící na klice o poloměru  $R$  [m] bude potřebný převod ozubených kol



Obr. 4. Převod ozubenými koly

$$i = \frac{M_Q}{M_p \cdot \eta_c} = \frac{Q \cdot D_b}{2\varphi PR\eta_c} \quad (1)$$

kde  $D_b$  ... průměr bubnu [m],

$\eta_c$  .... mechanická účinnost [-],

$\varphi$  .... součinitel přihlížející k nestejnému úsilí jednotlivých pracovníků ( $\varphi = 0,8$  při dvou pracovnících,  $\varphi = 0,7$  při čtyřech pracovnících).

Při déle trvající práci (několik hodin s kratšími přestávkami) lze připustit výkon jednoho pracovníka 7 až 10 kp.m/s, což odpovídá síle na klice 8 až 10 kp při obvodové rychlosti kliky 0,9 až 1 m/s. Při krátkodobé práci (5 až 10 min.) se může síla na klice zvýšit až na 20 kp, přechodně i na 30 kp při poněkud snížené obvodové rychlosti [1].

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**



## 4 NÁVRH KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ ZVEDACÍHO ZAŘÍZENÍ

Úkolem je navrhnout zvedací zařízení, které by ulehčilo práci dělníkům v pneuservisu a zkrátilo čas potřebný pro zvednutí automobilu. Dalšími požadavky na toto zařízení je pak zajištění stability zvedaného předmětu a mobilita samotného zvedacího zařízení.

### 4.1 Požadované vlastnosti zařízení

#### 4.1.1 Zdvih zvedáku

Zdvih zvedáku musí být větší než součet světlé výšky automobilu a zdvihu tlumiče pérování.

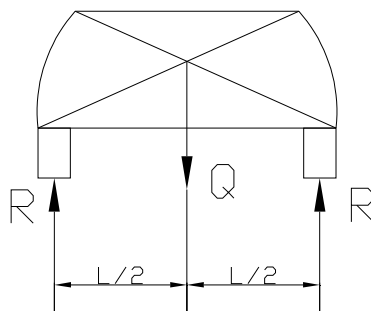
$$h = h_s + h_T \quad (2)$$

Do rovnice 2 dosadíme hodnoty z odstavce 2.1 a 2.2

$$h = 25 + 25 = 50 \text{ cm} \quad (3)$$

#### 4.1.2 Nosnost zvedáku

Vzhledem k předpokládanému použití zvedacího zařízení pro zvedání pouze části automobilu prostřednictvím prahu automobilu, musí nosnost zvedáku odpovídat alespoň poloviční váze automobilu (viz rovnice 4).



Obr. 5. Rozložení váhy automobilu

$$R = \frac{Q}{2} \quad (4)$$

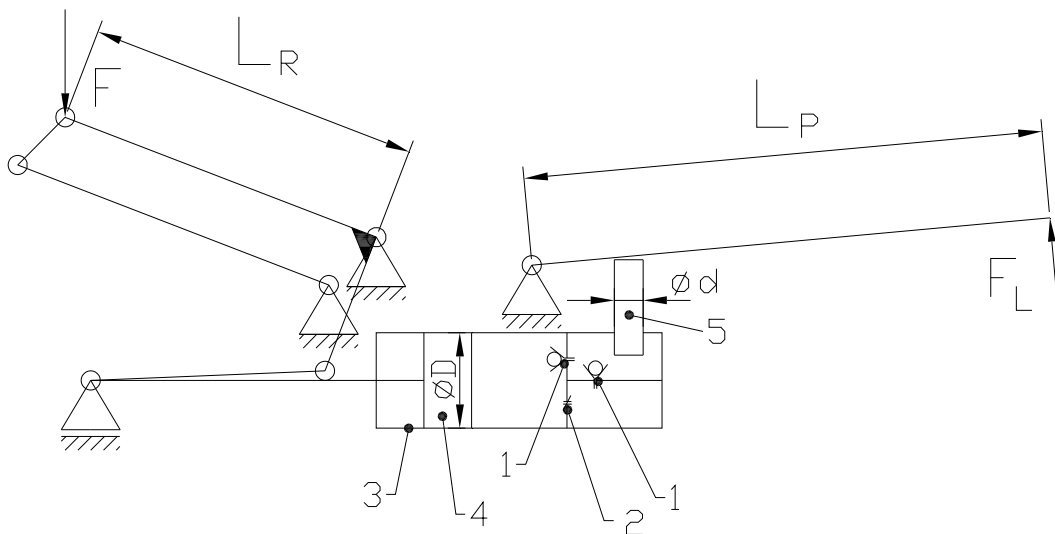
Z rovnice 4 a z odstavce 2.3 vyplývá, že nosnost zvedáku musí být alespoň 750 kg.

### 4.1.3 Délka ramene a páky zvedáku

Zvedák musí zvednout automobil z výše 20 cm nad zemí do výše 50 cm nad zem. Rameno by tedy mělo být delší než 30 cm. Volím délku ramene  $L_R=35$  cm.

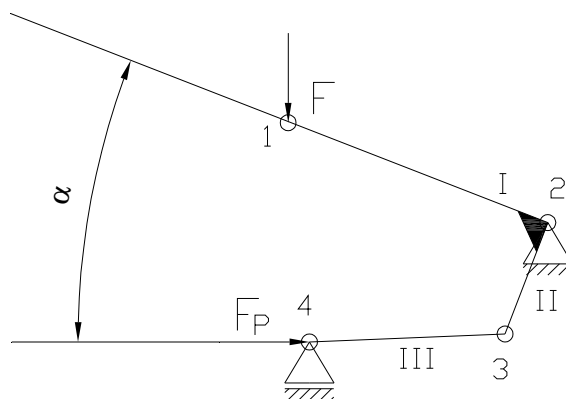
Délka páky, na kterou bude působit lidská síla, by měla být úměrná výšce dělníka. Volím tedy délku páky  $L_p=1,6$  m.

## 4.2 Výpočet průměrů pístů hydraulického zvedáku



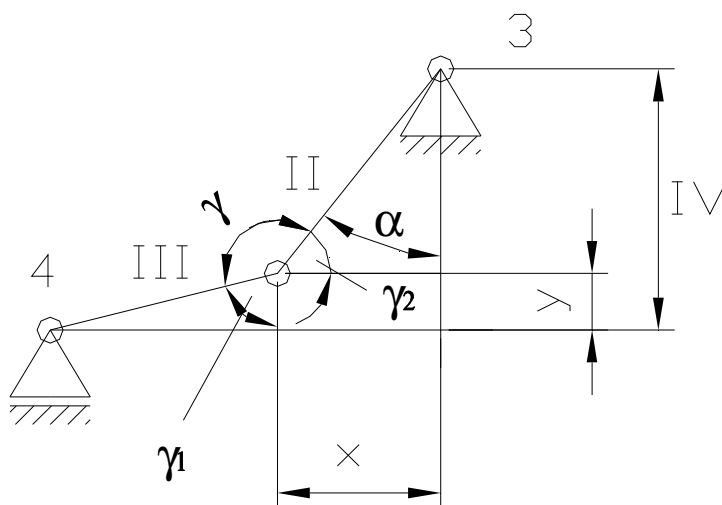
Obr. 6. Schéma zvedáku [2]: 1–Zpětný ventil; 2–Přepouštěcí ventil; 3– Válec; 4– Velký píst; 5–Malý píst

### 4.2.1 Výpočet síly působící na velký píst



Obr. 7. Schéma kloubového mechanismu

Výpočet úhlu  $\gamma$ :



Obr. 8. Schéma pro výpočet úhlu  $\gamma$

z pravoúhlých trojúhelníků spočítáme  $x$  a  $y$ :

$$x = IV \cdot \sin \alpha \quad (5)$$

$$y = IV \cdot (1 - \cos \alpha) \quad (6)$$

vyjádříme  $\gamma_1$ :

$$\cos \gamma_1 = \frac{y}{III} \quad (7)$$

po úpravě rovnice 7:

$$\gamma_1 = \arccos \frac{y}{III} \quad (8)$$

vyjádříme  $\gamma_2$ :

$$\cos \gamma_2 = \frac{x}{IV} \quad (9)$$

po úpravě rovnice 8:

$$\gamma_2 = \arccos \frac{x}{IV} = 90^\circ - \alpha \quad (10)$$

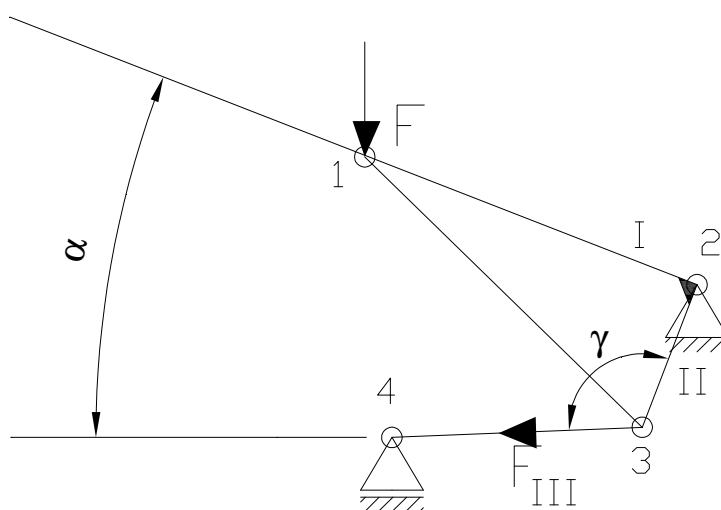
pomocí úhlů  $\gamma_1$  a  $\gamma_2$  vyjádříme  $\gamma$ :

$$\gamma = 360^\circ - 90^\circ - \gamma_1 - \gamma_2 \quad (11)$$

po dosazení hodnot z rovnic 5, 6, 8 a 10 do rovnice 11, dostaneme velikost úhlu  $\gamma$  v závislosti na zdvihu  $\alpha$ :

$$\gamma = 180^\circ + \alpha - \arccos \frac{IV \cdot (1 - \cos \alpha)}{III} \quad (12)$$

výpočet síly  $F_{III}$  pomocí momentové věty:



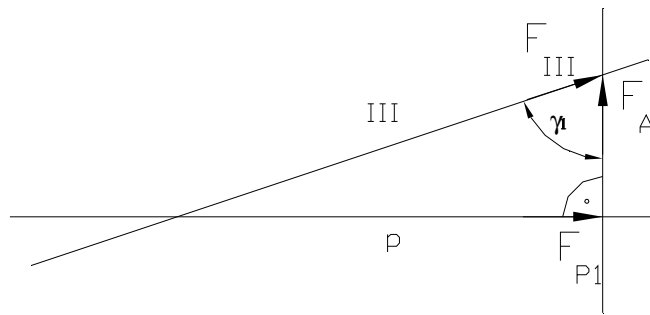
obr. 9. Silový obrazec v bodě 2

$$\Sigma M_{O_3} = 0 \quad (13)$$

po úpravě dostaneme:

$$F \cdot I \cdot \cos \alpha - F_{III} \cdot II \cdot \sin(180^\circ - \gamma) = 0 \quad (14)$$

$$F_{III} = \frac{F \cdot I \cdot \cos \alpha}{II \cdot \sin(180^\circ - \gamma)} \quad (15)$$



Obr. 10. Silový obrazec v bodě 4

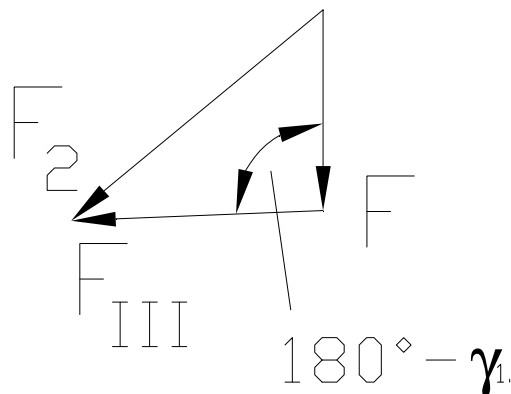
$$F_{p1} = F_{III} \cdot \sin \gamma_1 \quad (16)$$

$$F_A = F_{III} \cdot \cos \gamma_1 \quad (17)$$

Dosažením rovnic 5, 8, 12, 16 a 18 do rovnice 20 dostaneme sílu, která působí na píšť.

$$F_p = \frac{F \cdot I \cdot \cos \alpha \cdot \sin \left( \arccos \frac{IV \cdot (1 - \cos \alpha)}{III} \right)}{II \cdot \sin \left( -\alpha + \arccos \frac{IV \cdot (1 - \cos \alpha)}{III} \right)} \quad (18)$$

Velikost síly  $F_2$ , která působí na čep uložení ramene:



Obr. 11. Silový trojúhelník v bodě 2

Z cosinovy věty vyplývá, že:

$$F_2 = F^2 + F_{III}^2 - 2 \cdot F \cdot F_{III} \cdot \cos(180^\circ - \gamma_1) \quad (19)$$

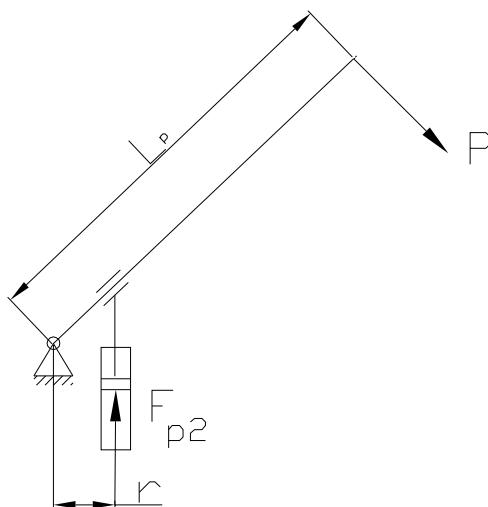
Tab. 1. Velikosti jednotlivých sil v závislosti na úhlu zdvihu ramene

$\alpha$	$F_2$	$F_{III}$	$F_p$
0	19039,43	17500	17500
5	19049,97	17501,96	17501,94
10	19088,90	17515,87	17515,64
15	19167,77	17554,56	17553,43
20	19299,60	17632,58	17629,01
25	19500,11	17767,42	17758,75
30	19789,70	17981,57	17963,63
35	20196,84	18306,00	18272,70
40	20764,41	18786,56	18729,34
45	21562,01	19496,62	19403,48
50	22712,91	20564,46	20418,16
55	24460,50	22240,64	22014,82
60	27363,65	25095,43	24744,43
65	33052,16	30778,88	30203,46
70	49103,01	46909,78	45767,59

#### 4.2.2 Výpočet síly působící na malý píst

##### Volba délky ramene

Rameno musí být tak dlouhé, aby na rukojeť dělník pohodlně dosáhl, ale zároveň dostatečně dlouhé, aby se lidská síla násobila pomocí páky. Proto volím délku ramene  $L_p=1,5$  m. Síla, kterou působí dělník na páku, dle kapitoly 3 je velká  $P=300$ N. Vzdálenost uložení páky od malého pístu volím 50 mm.



Obr. 12. Páka zvedáku

Pomocí momentové věty zjistíme sílu působící na malý píst:

$$\Sigma M_k = 0 \quad (24)$$

$$R \cdot L_p - F_{p2} \cdot r = 0 \quad (25)$$

$$F_{p2} = \frac{R \cdot L_p}{r} \quad (26)$$

$$F_{p2} = \frac{300 \cdot 1,6}{0,05} = 9600N \quad (27)$$

**Výpočet průměru pístu pomocí Pascalova zákona:**

$$p = \frac{4F_{p1}}{\pi \cdot D^2} = \frac{4F_{p2}}{\pi \cdot d^2} \quad (28)$$

Tlak v kapalině působí všemi směry stejně. Průměr malého pístu volím  $\varnothing d=15$  mm.

Z Tab. 1 pro zdvih ramene  $\alpha=60^\circ$  je  $F_{p1}=23737,8$  N.

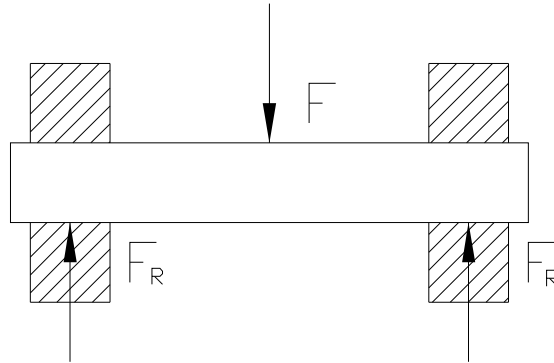
$$D = \sqrt{\frac{F_{p1} \cdot d}{F_{p2}}} \quad (29)$$

$$D = \sqrt{\frac{24744 \cdot 15^2}{9600}} = 24,08 \text{ mm} \quad (30)$$

Volím průměr velkého pístu  $\varnothing D=25$  mm.

### 4.3 Výpočet průměru čepů

#### 4.3.1 Návrh průměru horního čepu ramene



Obr. 13. Uložení čepu

Síla působící na čep [5]:

$$F_R = F/2 \quad (31)$$

Kontrola čepu na stříh:

$$\tau_{DS} \geq \frac{F}{S} = \frac{4 \cdot F_R}{\pi \cdot d_c^2} \quad (31)$$

$$d_c \geq \sqrt{\frac{4 \cdot F_R}{\pi \cdot \tau_{DS}}} \quad (32)$$

$$d_c \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 3750}{\pi \cdot 125}} = 6,1 \text{mm} \quad (33)$$

Volím POUZDRO A32/38 x 20 ČSN 02 3481 [5]

Kontrola čepu na otláčení:

$$p_{DD} \geq \frac{F_R}{S} = \frac{F_R}{d_c \cdot l} = p_D \quad (34)$$

$$p_D = \frac{3750}{32 \cdot 20} = 5,86 \quad (35)$$

$$p_{DD} = 6 \text{N} \cdot \text{mm}^{-2} \quad (36)$$

Čep vyhovuje danému tlaku.



### 4.3.2 Návrh průměru spodního čepu ramene

Síla působící na čep [3]:

$$F_R = F_2 / 2 \quad (37)$$

Kontrola čepu na stříh:

$$\tau_{DS} \geq \frac{F}{S} = \frac{4 \cdot F_R}{\pi \cdot d_c^2} \quad (38)$$

$$d_c \geq \sqrt{\frac{4 \cdot F_R}{\pi \cdot \tau_{DS}}} \quad (39)$$

$$d_c \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 24551,5}{\pi \cdot 125}} = 15,8 \text{ mm} \quad (40)$$

Volím POUZDRO A60/68 x 70 ČSN 02 3481 [5]

Kontrola čepu na otlačení:

$$p_{DD} \geq \frac{F_R}{S} = \frac{F_R}{d_c \cdot l} = p_D \quad (41)$$

$$p_D = \frac{24551,5}{60 \cdot 70} = 5,84 \quad (42)$$

$$p_{DD} = 6 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2} \quad (43)$$

Čep vyhovuje danému tlaku.

### 4.3.3 Návrh průměru čepu na pístu

Síla působící na čep [3]:

$$F_R = F_{III} / 2 \quad (44)$$

Kontrola čepu na stříh:

$$\tau_{DS} \geq \frac{F}{S} = \frac{4 \cdot F_R}{\pi \cdot d_c^2} \quad (45)$$

$$d_c \geq \sqrt{\frac{4 \cdot F_R}{\pi \cdot \tau_{DS}}} \quad (46)$$

$$d_c \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 23455}{\pi \cdot 125}} = 15,5 \text{ mm} \quad (47)$$

Volím POUZDRO A60/68 x 70 ČSN 02 3481 [5]

Kontrola čepu na otláčení:

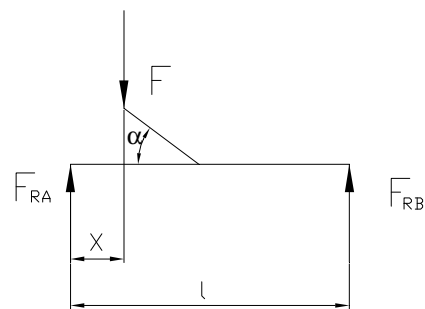
$$p_{DD} \geq \frac{F_R}{S} = \frac{F_R}{d_c \cdot l} = p_D \quad (48)$$

$$p_D = \frac{23455}{60 \cdot 70} = 5,58 \quad (49)$$

$$p_{DD} = 6 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2} \quad (50)$$

Čep vyhovuje danému tlaku.

#### 4.4 Návrh axiálního ložiska



Obr. 14. Reakce v kolech

Výpočet síly působící na ložisko:

$$x = l \cdot (1 - \cos \alpha) \quad (51)$$

$$x = 35 \cdot (1 - \cos 70^\circ) = 23,03 \quad (52)$$

$$\sum M_{OA} = 0 \quad (53)$$

$$F \cdot x - F_{RB} \cdot l = 0 \quad (54)$$

$$F_{RB} = \frac{F \cdot x}{l} \quad (55)$$

$$F_{RB} = \frac{3750 \cdot 23,03}{55} = 1170 \quad (56)$$

Volím ložisko 51100 ČSN 024730 [5]

#### 4.5 Kontrola ramene na ohyb



Obr. 15. Síla na ramenu

Výpočet maximálního ohybového momentu:

$$M_{O_{\max}} = F \cdot L_R \quad (57)$$

$$M_{O_{\max}} = 3750 \cdot 350 = 1312500 \quad (58)$$

Výpočet tloušťky táhla z pevnostní rovnice

$$\sigma_{DO} \geq \frac{M_o}{W_o} \quad (59)$$

$$W_o = \frac{b \cdot h^2}{6} \quad (60)$$

$$\sigma_{DO} \geq \frac{6 \cdot M_o}{b \cdot h^2} \quad (61)$$

$$b = \frac{6 \cdot M_o}{\sigma_{DO} \cdot h^2} \quad (62)$$

$$b = \frac{6 \cdot 1312500}{230 \cdot 150^2} = 1,52 \text{ mm} \quad (64)$$

Volím tloušťku ramene 2mm.

#### 4.6 Návrh tloušťky táhla

Táhlo je namáháno na tah:

$$\sigma_{DT} \geq \frac{F_{III}/2}{S} = \frac{F_{III}/2}{b \cdot h} = \sigma_D \quad (65)$$

$$b = \frac{F_{III}/2}{\sigma_{DT} \cdot h} \quad (66)$$

$$b = \frac{23455}{210 \cdot 30} = 3,72mm \quad (67)$$

Volím tloušťku táhla 4mm.

## **5 TECHNICKÁ DOKUMENTACE**

Veškerá výkresová dokumentace je uvedena v přílohách P I – P XXV

## ZÁVĚR

Výsledkem této práce je návrh zvedacího zařízení, určeného pro použití v pneuservisech, které umožňuje rychlé zvednutí automobilu s využitím síly pracovníka. Navržené zařízení je založeno na hydraulickém nůžkovém zvedáku. Zařízení bylo konstrukčně navrženo tak, aby bylo dostatečně mobilní a umožňovalo zvednutí automobilu o maximální hmotnosti 1500kg do výšky 50cm. Pro dosažení uvedené maximální výšky jsou potřeba pouze 3 stlačení zvedací páky.

Kromě návrhu a zpracování technické dokumentace samotného zvedacího zařízení se tato bakalářská práce zabývala zvedacími zařízeními také teoreticky. Práce byla tedy z hlediska struktury rozdělena na část teoretickou a praktickou.

V teoretické a studijní části byly popsány různé druhy zvedacích zařízení určené pro různé odvětví průmyslu. Byly analyzovány druhy pohonů zvedacích zařízení a krátce popsány některé typy jeřábů. Podrobněji byly v teoretické části rozepsány zejména zvedací zařízení určené ke zvedání automobilů. Samostatné kapitoly byly věnovány analýze parametrů důležitých pro návrh automobilového zvedáku a možnostem využití pohonu zvedacího zařízení lidskou silou.

Praktická část pak byla věnována vlastnímu konstrukčnímu řešení zvedacího zařízení. Základem je schéma hydraulického nůžkového zvedáku. Podle tohoto schématu se dále vypočítávají charakteristické rozměry zvedáku. Na základě provedené výpočetní dokumentace byla vytvořena výkresová dokumentace a byly zvoleny normalizované části zvedáku. Kompletní výkresová dokumentace včetně výkresu sestavení zvedacího zařízení je jako příloha součástí této práce.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] DRAŽEN, František. KUPKA, Ladislav. *Jeřáby*. 1.vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1968. 661 s.
- [2] LEDERER, Pavel. *Teorie a optimalizace mechanických systémů II*. Praha: Vysoké učení technické v Praze 1989
- [3] KAŇOVSKÝ, Jiří. VAŠEK, Vladimír. MACHÁLKA, Stanislav. *Cvičení z části strojů*. 1. vyd. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 1979. 224 s.
- [4] KAŠTÁNEK, Otakar. VAŠEK, Vladimír. *Části strojů*. 1. vyd. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1977.
- [5] LEINVEBER, Jan. ŘASA, Jaroslav. VÁVRA, Pavel. *Strojnické tabulky*. 2. vyd. Praha: Scientia, 1998. ISBN 80-7183-123-9.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

Q	Tíha břemene
P	Síla na klice
R	Poloměr kliky
i	Převodový poměr
$M_Q$	Moment způsobený břemenem
$M_P$	Moment na páce
$D_b$	Průměr bubnu
$\eta_c$	Mechanická účinnost
$\phi$	Součinitel přihlížející k nestejnému úsilí jednotlivých pracovníků
h	Zdvih zvedáku
$h_S$	Světlá výška automobilu
$h_T$	Zdvih tlumiče
R	Reakce
$L_R$	Délka ramene
$L_P$	Délka páky
F	Síla, kterou působí automobil na zvedák
$F_L$	Lidská síla
I	Vzdálenost mezi klouby 1 a 2
II	Vzdálenost mezi klouby 2 a 3
III	Vzdálenost mezi klouby 3 a 4
$\alpha$	Úhel ramene zvedáku
x	Vzdálenost ve směru x
y	Vzdálenost ve směru y
$\gamma$	Úhel mezi členy II a III



---

$\gamma_1$	Vedlejší úhel
$\gamma_2$	Vedlejší úhel
$F_{III}$	Síla působící na člen kloub 3
$M_{O3}$	Ohybový moment v bodě 3
$F_{p1}$	Síla působící na velký píst
$F_{p2}$	Síla působící na malý píst
MK	Moment na páce
p	Tlak kapaliny
d	Průměr malého pístu
D	Průměr velkého pístu
$F_R$	Reakční síla
$\tau_{DS}$	Napětí povolené ve smyku
S	Plocha
$d_c$	Průměr čepu
$p_{DD}$	Povolený tlak na ložisko
$p_D$	Skutečný tlak na ložisko
$M_{Omax}$	Maximální ohybový moment
$\sigma_{DO}$	Napětí povolené v ohybu
$W_O$	Průřezový modul
b	Tloušťka stěny
$\sigma_{Dt}$	Napětí povolené v tahu
$\sigma_t$	Skutečné napětí v tahu

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1. Pístový zvedák .....	12
Obr. 2. Hydraulický pojízdný zvedák .....	12
Obr. 3. Mechanický nůžkový zvedák.....	13
Obr. 4. Převod ozubenými koly .....	15
Obr. 5. Rozložení váhy automobilu .....	17
Obr. 6. Schéma zvedáku .....	18
Obr. 7. Schéma kloubového mechanismu .....	18
Obr. 8. Schéma pro výpočet úhlu $\gamma$ .....	19
Obr. 9. Silový obrazec v bodě 2.....	20
Obr. 10. Silový obrazec v bodě 4.....	21
Obr. 11. Silový trojúhelník v bodě 2.....	21
Obr. 12. Páka zvedáku .....	22
Obr. 13. Uložení čepu .....	24
Obr. 14. Reakce v kolech.....	26
Obr. 15. Síla na ramenu .....	27

## SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Velikosti jednotlivých sil v závislosti na úhlu zdvihu ramene .....	22
---	----

**SEZNAM PŘÍLOH**

P I	Rameno
P II	Čep ramene horní
P III	Čep ramene spodní
P IV	Čep ramene hybný
P V	Sedlo
P VI	Uložení sedla
P VII	Pryžová krytka sedla
P VIII	Táhlo
P IX	Pravá boční deska
P X	Levá boční deska
P XI	Rozpěrka
P XII	Hřídel předních kol
P XIII	Přední kolo
P XIV	Uložení zadního kola
P XV	Čep zadního kola
P XVI	Zadní kolo
P XVII	Pryžové madlo
P XVIII	Páka
P XIX	Uchycení páky
P XX	Ozubení páky
P XXI	Ozubení škrťícího ventilu
P XXII	Válec
P XXIII	Malý píst
P XXIV	Velký píst

P XXV Výrobní sestava

