

Dílenský automobilový zvedák

Ondřej Zbranek

Bakalářská práce
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Ondřej ZBRANEK
Osobní číslo: T07225
Studijní program: B 3909 Procesní inženýrství
Studijní obor: Technologická zařízení

Téma práce: Dílenský automobilový zvedák

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární studii na dané téma
2. Navrhněte zvedacího zařízení pro maximální zatížení 2500kg
3. Vypracujte návrhovou sestavu
4. Zhotovte výkresovou dokumentaci

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

Dle doporučení vedoucího BP

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. František Volek, CSc.**
Ústav výrobního inženýrství

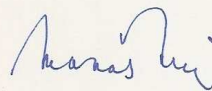
Datum zadání bakalářské práce: **14. února 2011**

Termín odevzdání bakalářské práce: **13. května 2011**

Ve Zlíně dne 6. ledna 2011



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. Ing. Miroslav Maňas, CSc.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno:

Obor:

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně

.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

¹⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlíží k vyšší výdělků dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá konstrukcí hydraulického zvedáku pro automobilové dílny. Na začátku práce jsou popsány základní typy zvedacích zařízení, jejich výhody, nevýhody a také jejich použití. Hlavní část popisuje kompletní výpočet a obsahuje vypracovanou technickou dokumentaci k výrobě jednoduchého zvedacího zařízení pro osobní automobily. Nejdůležitějšími veličinami pro návrh zvedáku je nízká výrobní cena, jeho jednoduchost a skladnost.

Klíčová slova:

Hydraulický zvedák, zvedací zařízení, dílenský zvedák

ABSTRACT

This bachelor thesis describes the construction of hydraulic lift for car workshop. At the beginning the work describes the basic types of lifting devices, their advantages, disadvantages, and also their use. The main section describes the calculation and provides a complete technical documentation prepared for the production of a simple lifting devices for cars. The most important variables for the design of the jack is a low production cost, its simplicity and compactness.

Keywords:

Hydraulic lift, lifting device, workshop lift

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 ZVEDACÍ ZAŘÍZENÍ.....	11
1.1 TYPY ZVEDACÍCH ZAŘÍZENÍ.....	11
1.1.1 Zdvihadla.....	11
1.1.2 Jeřáby	13
1.1.3 Výtahy	16
1.2 DÍLENSKÉ ZVEDÁKY	17
1.2.1 Hydraulický zvedák.....	18
1.2.2 Mechanický zvedák.....	19
1.2.3 Sloupový zvedák	19
2 POHON JEŘÁBŮ A ZDVIHADEL	21
2.1 ELEKTRICKÝ POHON	21
2.2 POHON SPALOVACÍM MOTOREM	22
2.3 HYDRAULICKÝ POHON.....	23
2.4 PNEUMATICKÝ POHON.....	24
2.5 RUČNÍ POHON.....	24
II PRAKTICKÁ ČÁST	25
3 NÁVRH KONSTRUKCE A ZÁKLADNÍ PARAMETRY.....	26
3.1 VOLBA KONSTRUKCE A PROVEDENÍ ZVEDÁKU.....	26
3.2 PARAMETRY ZAŘÍZENÍ.....	26
3.2.1 Nosnost zvedáku	26
3.2.2 Zdvih zvedáku	27
3.2.3 Celkové rozměry zvedáku	27
4 VÝPOČET HYDRAULICKÉHO ZAŘÍZENÍ.....	28
4.1 VÝPOČET PRŮMĚRU PÍSTŮ	28
4.1.1 Výpočet síly působící na malý píst.....	28
4.1.2 Výpočet síly působící na velký píst.....	29
4.1.3 Výpočet průměrů pístů	31
5 NAVRŽENÍ A VÝPOČET MECHANICKÝCH ČÁSTÍ ZVEDÁKU.....	33
5.1 VÝPOČET NOSNÉHO ČEPU BŘEMENE	33
5.2 VÝPOČET ZVEDACÍHO ČEPU.....	34
5.3 VÝPOČET STŘEDNÍHO ČEPU	35
5.4 VÝPOČET TLOUŠTKY NOSNÝCH RAMEN	35
ZÁVĚR	37
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	38

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	39
SEZNAM OBRÁZKŮ	41
SEZNAM TABULEK.....	42
SEZNAM PŘÍLOH.....	43

ÚVOD

Od nepaměti bylo základní snahou lidstva usnadnit si co nejvíce práci. Nejvíce úsilí dala lidem samozřejmě přeprava, zvedání i manipulace s materiály, která je v této době usnadňována různými přepravními a zvedacími zařízeními.

Snad každý se už setkal se situací, kdy musel vyměňovat kolo na svém automobilu či musel dávat své vozidlo do autoservisu. Velké firmy si samozřejmě mohou dovolit zakoupit a umístit sloupový zvedák i jiné větší zařízení, ovšem pro menší autodílny, nebo pro domácí použití je tato možnost nereálná. Právě pro tyto menší dílny, které si nemohou dovolit investovat desetitisíce korun, jsem se našel v tomto projektu navrhnout cenově dostupný a jednoduchý hydraulický zvedák.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ZVEDACÍ ZAŘÍZENÍ

1.1 Typy zvedacích zařízení

Zvedací zařízení jsou dnes velmi důležitou součástí všech strojírenských odvětví. Možnost vertikální dopravy se během několika posledních let velice změnila. Rozvoj nových technologií ovlivnil všechny konstrukční části zvedacích zařízení. Změna všech konstrukčních částí vedla také ke změně vlastností, jakožto zdvihu, nosnosti a bezpečnosti. Stále se ovšem neobejdeme bez zvedacích zařízení na ruční pohon. Podle způsobu práce, dopravní vzdálenosti a konstrukčního provedení se zdvihací zařízení rozdělují na tři zásadní kategorie.

Rozdělení zvedacích zařízení:

1. Zdvihadla
2. Jeřáby
3. Výtahy

1.1.1 Zdvihadla

Pojem zdvihadla označuje zvedací zařízení o malé hmotnosti v poměru k jejich zvedací síle, která během svého pracovního cyklu nemění své umístění. Rozlišujeme tři skupiny zdvihacích zařízení[1]:

- Zvedáky
- Kladkostroje
- Navíjedla

Zvedáky – vyznačují se velmi značnou zvedací silou, jejich nevýhodou je malý zdvih. Používají se většinou v dílnách a na stavbách pouze k pomocné práci. Vzhledem k neustálému přemísťování jsou navrhovány o co možná nejmenších hmotnostech. Hnací silou většiny zvedáků je ruční síla.



Obr. 1. Šroubový zvedák

Kladkostroje – kladkostroje se používají jak ke zvedání břemen, tak u pomocných prací. Dokážou vyvodit zvedací sílu do 10 tun, jsou snadno přemístitelné a tudíž lehké a malé.



Obr. 2. Kladkostroj

Navíjedla – jejich zdvihací síla se vyvozuje lanem, které je poháněno bubnem, jež opásává. Mají zdvih několik desítek metrů, oproti kladkostrojům a zvedákům nemění navíjedla tak často své umístění. Dělí se na navíjedla jednobubnová a vícebubnová.

1.1.2 Jeřáby

Nejpoužívanější a nejrozšířenějším způsobem přemísťování břemen svislým i vodorovným způsobem je za pomoci jeřábů. Podle nosné konstrukce, která udává i jeho tvar rozdělujeme jeřáby[2]:

Mostové Jeřáby – používají se ve velkých halách. Pojízdňá část se pohybuje po kolejnicích. Kočka je upevněna na pojízdňé části.



Obr. 3. Mostový jeřáb GIGA typ GJMJ

Portálové a poloportálové jeřáby – jejich nosná konstrukce (tzv. portál) je tvořen z jeřábového mostu a dvou podpěr. Používají se zejména ve venkovních prostorách.



Obr. 4. Portálový jeřáb GIGA

Sloupové a věžové jeřáby – ramena jeřábu se otáčí kolem své osy.



Obr. 5. Sloupový jeřáb

Konzolové jeřáby – pohybují se po jeřábové dráze upevnění ve stěně haly.



Obr. 6. Konzolový jeřáb NOPO

Silniční a kolejové jeřáby – jeřáb je upevněn na vozích kolejových nebo bezkolejových. Díky rychlé schopnosti přemístění i na velké vzdálenosti jsou tyto typy jeřábů velice flexibilní a používány na nejrozmanitější druhy práce.



Obr. 7. Autojeřáb AD14 TATRA

Plovoucí jeřáby – jsou používány v námořních přístavech. Jejich základna plave na vodě.

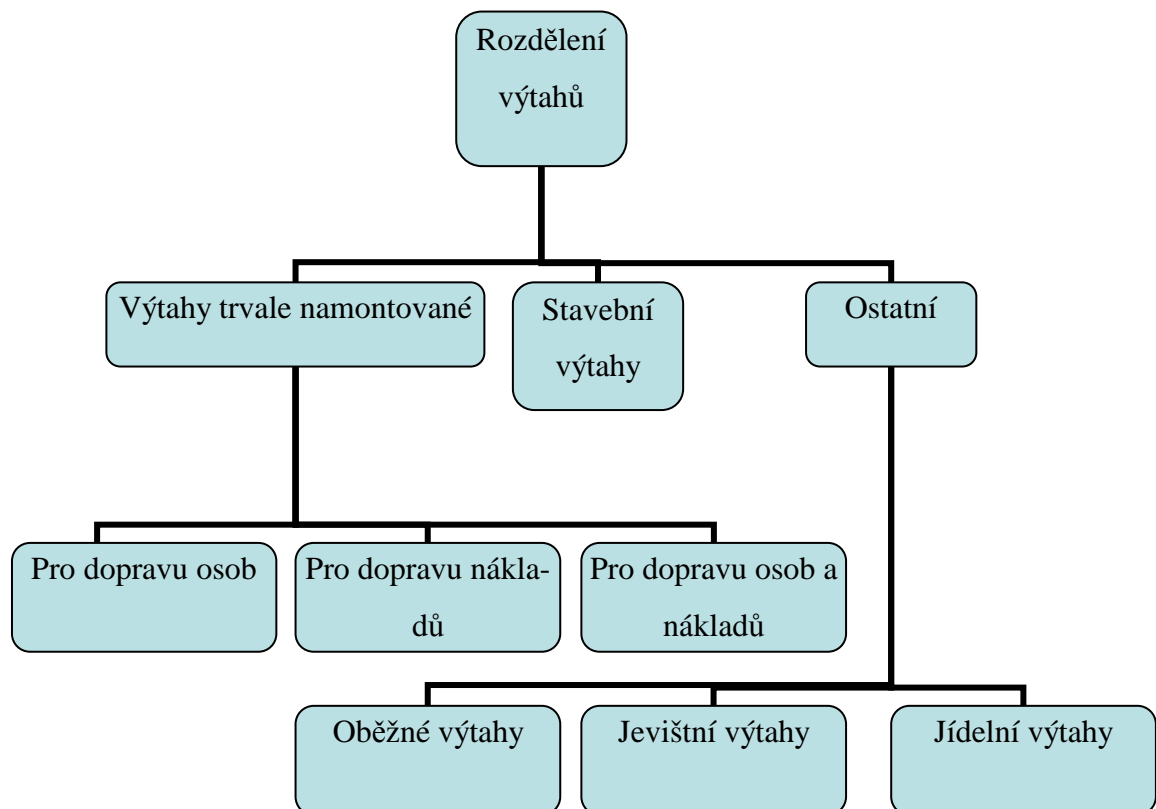


Obr. 8. Plovoucí jeřáb

Lanové jeřáby - jejich jízdní dráhu tvoří napjaté lano.

1.1.3 Výtahy

Slouží k dopravě nákladu do velkých výšek. Dělí se na[3]:



Obr. 9. Stavební výtah GEDA

1.2 Dílenské zvedáky

Zvedáky používané především v automobilových dílnách spadají do kategorie zvedáků. Jejich rozměry jsou malé a mají i malou hmotnost kvůli manipulaci. Vozidlové zvedáky se rozdělují podle několika hledisek[4]:

1) rozdělení zvedáků podle výšky zdvihu:

- nízkozdvížné – kde se vozidlo zdvihá nikoli z důvodu práce pod břemenem, ale používá se např. z důvodu výměny všech kol zároveň (v pneuservisech).
- vysokozdvížné – kde maximální zdvih musí umožnit práci pod vozidlem.

2) rozdělení podle druhu hnacího mechanismu:

- šroubové
- hydraulické
- pneumatické

3) Rozdělení podle druhu nosné konstrukce:

- stojanové
- jednosloupové
- dvousloupové, např. portálové, se spodním spojením sloupů, bez spojení sloupů
- čtyřsloupové
- nůžkové a pákové

4) rozdělení podle zapuštění konstrukce v podlaze:

- zapuštěné
- převýšené
- mobilní

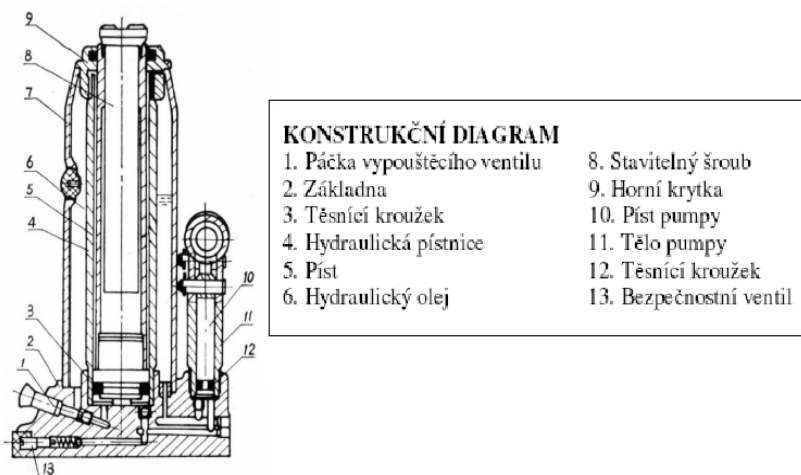
- rozdělení podle druhu umístění úložného bodu na zvedáku:
- umístění úložného bodu na ramenech
- umístění úložného bodu na plošinách.

1.2.1 Hydraulický zvedák

Má širokou oblast použití. Ve stavebnictví při zvedání těžkých konstrukcí, tak i ve strojírenství, při centrování velkých kusů na obráběcích strojích. Většinou jsou poháněny ručním pohonem.

Pístový zvedák – Při zvedání je nutno vždy zajistit zvedaný objekt proti posunu, či pohybu. Pro přiblížení sedla zvedáku k břemenu před zvedáním je určen stavitelný šroub v horní části válce. Před zvedáním je nutno uzavřít vypouštěcí ventil otáčením ovládací tyče ve směru hodinových ručiček aby nedošlo k úniku kapaliny. Břemeno se zvedá zasunutím ovládací tyče do objímky (držáku) a následným pumpováním tyčí dokud není břemeno zvednuto do požadované výšky.

Břemeno se spouští pomalým otáčením ovládací tyče, zasunuté úzkým koncem do vypouštěcího ventilu. Rychlost spouštění se udává rychlostí otevírání vypouštěcího ventilu.



Obr. 10. Schéma pístového zvedáku (panenky)

Pojízdný hydraulický zvedák – jedná se o nejrozšířenější skupinu hydraulických zvedáků používaných v dílnách. Jeho malé rozměry a pojízdné kolečka zaručují rychlou a bezpro-

blémovou manipulaci v prostorách dílny. Dlouhá tyč na pumpování urychluje dělníkovi práci stejně jako pedál na spouštění břemene.



Obr. 11. Pojízdný hydraulický zvedák

1.2.2 Mechanický zvedák

Zdvih zvedáku je zajištěn pohybem šroubu, který rozevívá ramena zvedáku. Tento typ zvedáků se již v dílnách příliš nepoužívá, byl nahrazen, na ovládání a obsluhu, jednoduššími typy zvedáků. Mechanické zvedáky patří stále mezi povinnou výbavu automobilů, jejich rozměry jsou malé stejně jako nosnost zvedáků.



Obr. 12. Mechanický zvedák

1.2.3 Sloupový zvedák

Nepostradatelnými pomocníky v autoservisech jsou sloupové zvedáky. Tyto hevery umožňují provádět veškeré práce na spodních částech vozidla, kam umožňují plnohodnotný přístup. Sloupové zvedáky mají díky své konstrukci vysokou nosnost a elektrohydraulický či elektromechanický systém zdvihu, který je nenáročný na údržbu, jim zaručuje dlouhodobou

spolehlivost. Převážná většina těchto zvedáků na auta se kotví do podlahy, nejlépe pomocí chemických kotev. Toto ukotvení zajistí zvedákům maximální stabilitu, která je důležitým prvkem pro bezpečnost. Dalšími bezpečnostními prvky jsou nezávislé mechanické západky v každém sloupu, nebo speciální ventily v pístech, regulující případný rychlý pokles tlaku.



Obr. 13. Sloupový elektromechanický zvedák

2 POHON JEŘÁBŮ A ZDVIHADEL

2.1 Elektrický pohon

Je ze všech pohonů nejpoužívanější.

Tabulka 1. Výhody a nevýhody elektrického pohonu[4]

Výhody	<ul style="list-style-type: none">-možnost individuálního pohonu každého mechanismu-snadný přívod energie-pohotovost-snadná ovladatelnost-možnost reverzace-možnost elektrického brzdění-hospodárny provoz
Nevýhody	<ul style="list-style-type: none">závislost na elektrické síti,možnost úrazu elektrickým proudem



Obr. 14. Elektrický motor

2.2 Pohon spalovacím motorem

Není závislý na elektrické síti, a proto se používá hlavně u vozidlových jeřábů a u vozíků. Do 30 kW bývá motor benzínový, pro větší výkony naftový.

Tabulka 2. Výhody a nevýhody pohonu se spalovacím motorem[4]

Výhody	-výhodou se tento pohon spojuje s elektrickým nebo s hydraulickým
Nevýhody	<ul style="list-style-type: none">- malá přetížitelnost- obtížná reverzace a spouštění- méně výhodná charakteristika- nutnost použití detoxikačního zařízení v uzavřených místnostech- mezi motorem a dalším ústrojím musí být výsuvná spojka



Obr. 15. Spalovací motor

2.3 Hydraulický pohon

je vlastně jen převod; čerpadlo (hydro generátor) je poháněno elektrickým nebo spalovacím motorem a dodává tlakovou kapalinu do hydromotoru.

Tabulka 3. Výhody a nevýhody hydraulického pohonu[4]

Výhody	<ul style="list-style-type: none">- snadná ovladatelnost- plynulá regulace rychlosti- hydraulická aretace (není třeba brzdy nebo zdrže)- malé rozměry hnacích jednotek
Nevýhody	<ul style="list-style-type: none">- nižší účinnost- choulostivost na nečistoty a na změnu teploty- vyžaduje velmi přesnou výrobu (zejména pro vysoké tlaky)



Obr. 16. Hydraulický pohon pro zvedání víka pánve

2.4 Pneumatický pohon

Používá se v místech, kde je zaveden stlačený vzduch (0,6 až 0,8 MPa). Je pružný, ve výbušném prostředí, je bezpečnější než pohon elektrický a vyfukovaný vzduch přispívá k větrání v uzavřených prostorech.



Obr. 17. Pneumatický pohon FieldQ

2.5 Ruční pohon

Bývá u jednoduchých a jen občas používaných zařízení, u zařízení, kde je nutná velmi přesná manipulace, slouží většinou jako záložní pohon.

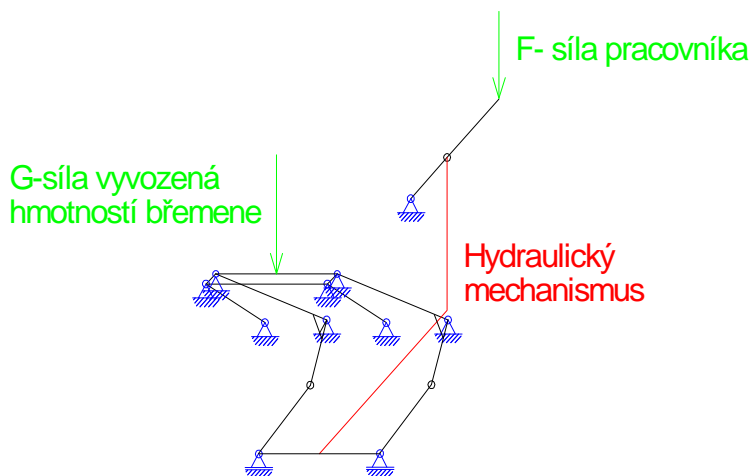
II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 NÁVRH KONSTRUKCE A ZÁKLADNÍ PARAMETRY

Cílem této práce je navrhnout hydraulické zvedací zařízení, jehož manipulace nebude vyžadovat velkou sílu a velký manipulační prostor. Tento zvedák by měl být účinný a měl by co nejméně zatěžovat a zmáhat dělníka při použití.

3.1 Volba konstrukce a provedení zvedáku

Při konstruování zvedáku jsem se rozhodl použít jednoduchý hydraulický mechanismus, jehož účinnost bude zvyšovat správně zvolený pákový mechanismus. Zvolil sem pákový mechanismus o dvou ramenech, na nichž působí síla G vytvořená hmotností břemene. Tyto dvě ramena jsou dále zajištěna dalšími dvěma vzpěrami, které jsou stejně jako ramena ukotveny ve stěně rámu. Sílu z hydraulického zařízení přenáší na tento mechanismus dvojice ramen, která přes kloub a pevné uložení na nosná ramena zajišťují zdvih zvedáku.



Obr. 18. Základní schéma hydraulického zvedáku

3.2 Parametry zařízení

Základní parametry zvedáku jsou určeny třemi veličinami, které jsou pro konstrukci zvedáku nejdůležitějšími a podle kterých bychom si také měli zvedák pořizovat. Jsou jimi nosnost, zdvih a celkové rozměry zvedáku.

3.2.1 Nosnost zvedáku

Určuje maximální hmotnost, kterou je zvedák schopen zvednout. Pro návrh svého zvedáku volím nosnost $m=2500$ kg.

$$G = m \cdot g = 24525 N \quad (1)$$

3.2.2 Zdvih zvedáku

Vyjadřuje rozdíl výšky zvedáku v základní poloze a výšky v maximální poloze. Volím délku ramene 300mm a výšku uložení čepu v rámu 200mm. Zvedák ovšem nemůže zvednout rameno do pravého úhlu, proto maximální výška do jaké je schopen zvedák těleso zvednout musí být menší.

$$Z_{\max} \approx L_h + H_r = 300 + 180 = 480 \text{ mm} \quad (2)$$

Volím maximální výšku zvedáku $Z_{\max} = 350 \text{ mm}$

3.2.3 Celkové rozměry zvedáku

Zvedák by během používání měl být lehký a tím by i jeho rozměry měly být co možná nejmenší.

4 VÝPOČET HYDRAULICKÉHO ZAŘÍZENÍ

Pro výpočet volím:

$$L_k = 100\text{mm}$$

$$L_r = 120\text{mm}$$

$$L_h = 300\text{mm}$$

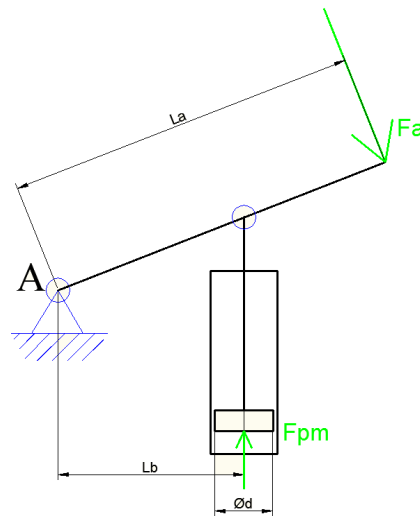
$$H_c = 100\text{mm}$$

$$\alpha_{\max} = 55^\circ$$

4.1 Výpočet průměru pístů

4.1.1 Výpočet síly působící na malý píst

Volím sílu, jež může pracovník vyvinout rukou bez velké zátěže $F_a=250\text{N}$, dále volím rameno páky, které slouží k pohybu pístu $L_a=1200\text{mm}$



Obr. 19. Působení sil na malý píst

$$\sum M_A = 0 \quad (3)$$

$$\sum M_A = F_A \cdot L_A - F_{pm} \cdot L_B \quad (4)$$

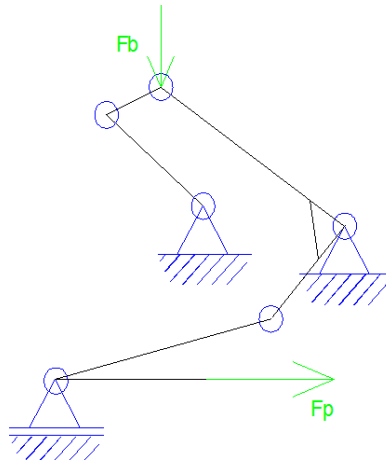
$$0 = 250\text{N} \cdot 1200\text{mm} - F_B \cdot 15\text{mm} \quad (5)$$

$$F_{pm} = 20000\text{N} \quad (6)$$

4.1.2 Výpočet síly působící na velký píst

Pro zjednodušení budu při výpočtu počítat pouze s jedním nosným ramenem ale také pouze s polovinou zatěžující síly (6).

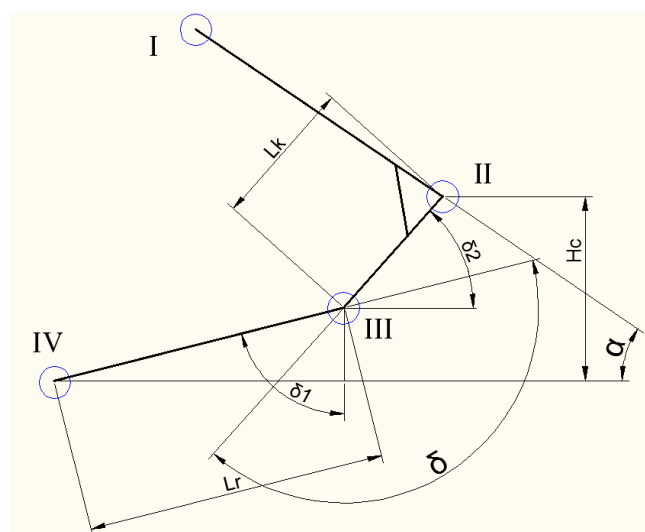
$$F_b = G / 2 = \frac{24525 \text{ N}}{2} = 12262 \text{ N} \quad (7)$$



Obr. 20. Základní schéma pro sílu působící na velký píst

Na obr. 19 můžeme vidět uložení a zatížení pákového mechanismu zvedáku. Jelikož hlavní síla působí na hlavní ramena, můžeme podpurná ramena, která při zvedání nejsou v zátěži, ve výpočtu zanedbat.

Při výpočtu budeme potřebovat velikost úhlu δ , který bude závislý na úhlu α .



Obr. 21. Výpočtové schéma pro úhel δ

$$\cos \delta_1 = \frac{H_c \cdot (1 - \cos \alpha)}{L_r} \Rightarrow \delta_1 = \arccos \frac{H_c (1 - \cos \alpha)}{L_r} \quad (8)$$

$$\cos \delta_2 = \frac{H_c \cdot \sin \alpha}{H_c} \Rightarrow \delta_2 = \arccos \frac{H_c \cdot \sin \alpha}{H_c} = \arccos \sin \alpha = \frac{\pi}{2} + \alpha \quad (9)$$

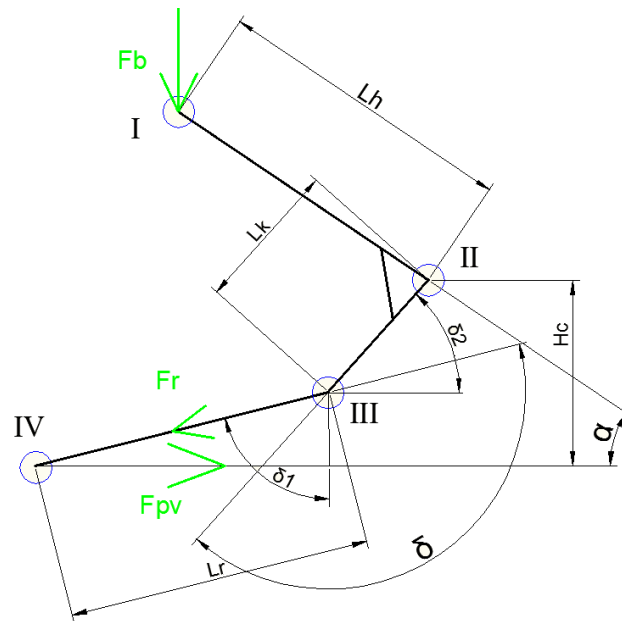
Úhel δ poté vypočítáme dosazením do 360° .

$$360^\circ = 90^\circ + \delta + \delta_1 + \delta_2 \quad (10)$$

$$\delta = 360^\circ - 90^\circ - \delta_1 - \delta_2 \quad (11)$$

Po dosazení rovnic 8 a 9 do rovnice 111 dostaneme závislost úhlu δ na úhlu α .

$$\delta = 180^\circ - \arccos \frac{H_c (1 - \cos \alpha)}{L_r} + \alpha \quad (12)$$



Obr. 22. Výpočtové schéma pro výpočet sil

$$\sum M_{II} = 0 \quad (13)$$

$$\sum M_{II} = -F_b \cdot L_h \cdot \cos \alpha + F_r \cdot L_k \cdot \sin(180^\circ - \delta) = 0 \quad (14)$$

$$F_r = \frac{F_b \cdot L_h \cdot \cos \alpha}{L_k \cdot \sin(180^\circ - \delta)} \quad (15)$$

Síla na velký píst F_{pv} je vyvozena silou F_r tudíž ze silového trojúhelníku musí platit:

$$F_{pv} = F_r \cdot \sin \delta_1 \quad (16)$$

Dosazením rovnic 8, 12 a 15 do rovnice 16 dostaneme výsledný vzorec pro výpočet síly působící na píst.

$$F_{pv} = \frac{F_b \cdot L_h \cdot \cos \alpha}{L_k \cdot \sin \left(180^\circ - 180^\circ - \arccos \frac{H_c (1 - \cos \alpha)}{L_r} + \alpha \right)} \cdot \sin \left(\arccos \frac{H_c (1 - \cos \alpha)}{L_r} \right) \quad (17)$$

Jelikož jsem volil zatěžující sílu poloviční, pouze pro jedno rameno musí být výsledná síla rovná dvojnásobku síly F_{pv} .

Tabulka 4. Výsledná síla na velký píst v závislosti na úhlu α

$\alpha [^\circ]$	$\alpha [rad]$	Síla $F_{pv} [N]$	$2F_{pv} [N]$
5	0,087222	29438,15	58876,31
10	0,174444	29495,75	58991,5
15	0,261667	29655,38	59310,75
20	0,348889	29978,19	59956,39
25	0,436111	30543,67	61087,34
30	0,523333	31467,84	62935,67
35	0,610556	32940,38	65880,75
40	0,697778	35309,18	70618,36
45	0,785	39304,59	78609,19
50	0,872222	46779,9	93559,79
55	0,959444	64228,28	128456,6

4.1.3 Výpočet průměrů pístů

Při výpočtu průměru pístů platí, že velikosti sil F_{pv} a F_{pm} na první a druhý píst závisejí na obsahu pístů S_{pv} a S_{pm} . Na větší píst působí větší síla tak, že tlak zůstává stejně velký.

$$\frac{2F_{pv}}{S_{pv}} = \frac{F_{pm}}{S_{pm}} \Rightarrow S_{pv} = \frac{S_{pm}}{F_{pm}} \cdot 2F_{pv} \quad (18)$$

Po dosazení hodnot z tabulky 4. pro největší zátěž a rovnice 6 platí:

$$S_{pv} = \frac{S_{pm}}{20000N} \cdot 128456,6N \cong 6,5S_{pm} \quad (19)$$

$$\frac{\pi \cdot D^2}{4} = 6,5 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \Rightarrow D^2 = 6,5d^2 \quad (20)$$

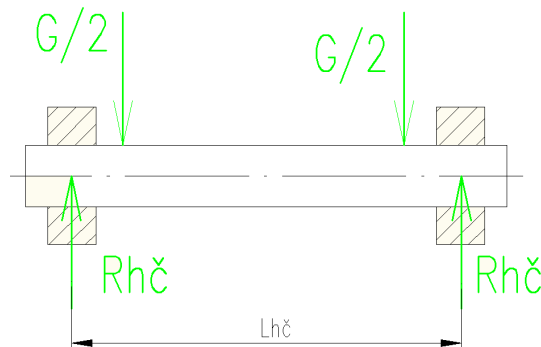
Z konstrukčních důvodů volím malý průměr pístu $d=12\text{mm}$.

$$D = \sqrt{6,5 \cdot 12^2} \text{ mm} = 30,594 \text{ mm} \quad (21)$$

Volím velký průměr pístu $D=32\text{mm}$.

5 NAVRŽENÍ A VÝPOČET MECHANICKÝCH ČÁSTÍ ZVEDÁKU

5.1 Výpočet nosného čepu břemene



Obr. 23. Zatížení a reakce v horním čepu

Horní nosný čep je zatížen na stříh. Materiál čepu volím 11 600, jehož povolené napětí $\tau_{DS} = 145 \text{ MPa}$.

$$\sum F_y = 0 \quad (22)$$

$$G/2 + G/2 = 2R_{h\check{c}} \quad (23)$$

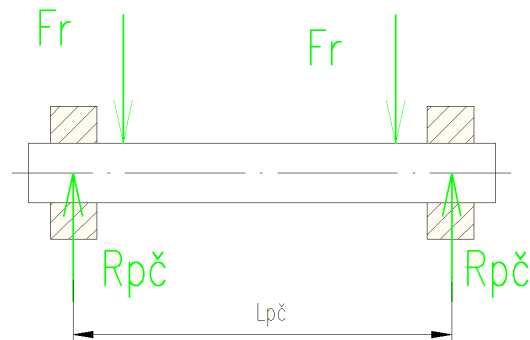
$$G = 2R_{h\check{c}} \Rightarrow R_{h\check{c}} = \frac{G}{2} = 12262.5 \text{ N} \quad (24)$$

$$\tau_s = \frac{R_{h\check{c}}}{\frac{\pi \cdot d_{hc}^2}{4}} \leq \tau_{DS} \Rightarrow d_{hc} = \sqrt{\frac{4R_{h\check{c}}}{\tau_{DS} \cdot \pi}} \quad (25)$$

$$d_{hc} \geq 9,28 \text{ mm} = 10 \text{ mm} \quad (26)$$

Volím průměr čepu $d_{h\check{c}} = 10 \text{ mm}$.

5.2 Výpočet zvedacího čepu



Obr. 24. Zatížení a reakce ve zvedacím čepu

Dosažením rovnice 15 a zvolených hodnot při nejvyšším úhlu zdvihu dostaneme hodnotu síly působící na zvedací čep.

$$F_r = 68703N \Rightarrow R_{p\check{c}} = 68703N \quad (27)$$

Volím materiál 11 700 dovolené napětí ve stříhu $\tau_{DS} = 190MPa$

Dosažením rovnice 22 a následných úprav získáme vzorec pro výpočet průměru zvedacího čepu.

$$d_{pc} = \sqrt{\frac{4R_{p\check{c}}}{\tau_{DS} \cdot \pi}} \quad (28)$$

$$d_{pc} \geq 19,46mm = 20mm \quad (29)$$

Volím průměr zvedacího čepu 25mm.

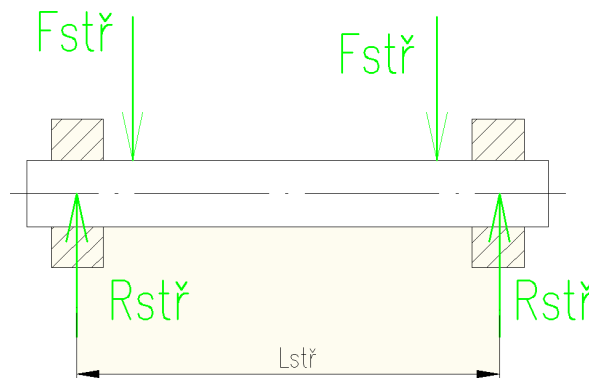
5.3 Výpočet středního čepu

Sílu působící na střední čep vypočítáme pomocí silového trojúhelníku.

$$F_{stř} = \sqrt{F_b^2 + F_r^2 - 2F_b \cdot F_r \cdot \cos(180^\circ - \delta_1)} \quad (30)$$

Dosazením rovnic 7, 8 a 27 do rovnice 30 dostaneme hodnotu zatěžující síly.

$$F_{stř} = 72797 N \quad (31)$$



Obr. 25. Zatížení a reakce ve středním čepu

Dosazením vzorce 22, a následném upravení hodnot, dostaneme vzorec pro výpočet středního čepu. Pro střední čep volím materiál 11 700 dovolené napětí ve stíhu $\tau_{DS} = 190 MPa$

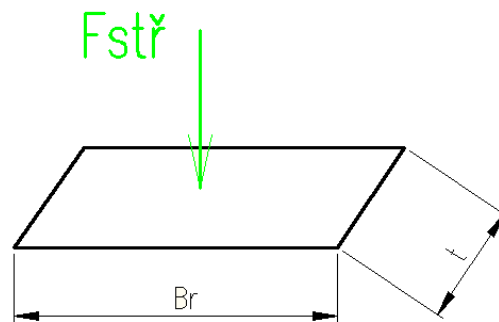
$$d_{stř} = \sqrt{\frac{4R_{stř}}{\tau_{DS} \cdot \pi}} \quad (32)$$

$$d_{stř} = 20 mm \quad (33)$$

Volím průměr středního čepu 20mm.

5.4 Výpočet tloušťky nosných ramen

Vzhledem k silám působícím na mechanismus působí největší zatěžující síla z bodu I do bodu II obr. 22.



Obr. 26. Zatížení ramen

Volím materiál ramen 11 700, $p_D = 310MPa$, šířku ramen volím 40mm.

$$p_D \geq \frac{F}{S} = p \quad (34)$$

$$p_D \geq \frac{F_{stř}}{B_r \cdot t} \Rightarrow t \geq \frac{F_{stř}}{B_r \cdot p_D} \quad (35)$$

$$t = 5,87mm \Rightarrow 6mm \quad (36)$$

Volím tloušťku nosných ramen 6mm.

ZÁVĚR

V této bakalářské práci jsem se zabýval zvedacími zařízeními. V teoretické části jsem popsal různé druhy zvedacích zařízení a jejich použití. Zaměřil jsem se také na pohony různých druhů zvedacích zařízení jejich výhody i nevýhody.

V praktické části bakalářské práce jsem mněl za úkol navrhnout pojízdný dílenský automobilový zvedák. Celkově se stroj dělí na dvě základní části. První je hydraulický válec a píšťky v něm uložené, které dodávají celému stroji pohybovou energii, která působí právě na druhou základní část stroje, kterou jsou ramena zvedáku. Zvedák byl navržen tak, aby byl schopný těleso o hmotnosti dvě tuny zvednout až do výšky 35cm což na výměnu kola je víc než dostatečné. Mechanismus jako takový by šel samozřejmě pozměnit v mnoha směrech, třeba výměnou dvojitých podpůrných ramen pouze za jedno působící ve středu ovšem z důvodů bezpečnosti jsem raději zachoval dvě podpůrná ramena.

Veškeré výpočty jsem podložil obrázky či popisem jak jsem postupoval a celou tuto bakalářskou práci jsem doplnil o výrobní výkresy všech použitých nenormovaných součástí.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] FRANTIŠEK, Remta; LADISLAV, Kupka; FRANTIŠEK, Dražan. *Jeřáby 2. díl*. 2. vydání. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1975. 568 s.
- [2] FRANTIŠEK, Remta; LADISLAV, Kupka; FRANTIŠEK, Dražan. *Jeřáby 1. díl*. 2. vydání. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1974. 648 s.
- [3] Přehled a stav výtahové techniky, pohony pro výtahy a jejich řízení [online]. 2010
Dostupné z WWW:
<http://motor.feld.cvut.cz/www/materialy/A5M14RPI/Vytahy_a_el_pohony_I.pdf>.
- [4] PEKAŘ, Václav. Vozidlové zvedáky: Příručka pro údržbu a provoz [online]. 2008
Dostupné z WWW: <www.sweb.cz/pekarv>.
- [5] VLASTIMIL, Skopal; JINDŘICH, Adámek; MOJMÍR, Hofírek. *Stavba a provoz strojů IV*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1982. 424 s.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

G	Síla vyvozená hmotností břemene
M	Hmotnost
g	Gravitační zrychlení
Z_{\max}	Maximální výška zvedáku
L_h	Délka hlavního ramene
H_r	Výška uložení horního čepu v rámu od země
L_k	Délka rozpěrného ramene
L_r	Délka spodního ramene
H_c	Výška uložení horního čepu v rámu od spodní části rámu
α	Úhel zdvihu
F_a	Síla vyvozená rukou
L_a	Délka ramene
F_{pm}	Síla působící na malý píst
F_b	Síla působící na jednu stranu pák
δ	Úhel ramen
δ_1	Pomocný úhel
δ_2	Pomocný úhel
F_{pv}	Síla působící na velký píst
S_{pv}	Plocha velkého pístu
S_{pm}	Plocha malého pístu
D	Průměr velkého pístu
d	Průměr malého pístu
τ_{DS}	Dovolená hodnota ve stříhu
R	Silové reakce podpor

$F_{stř}$	Síla působící na prostřední čep
B_r	Šířka ramene
t	Tloušťka ramene
p_D	Dovolený tlak

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Šroubový zvedák	12
Obr. 2. Kladkostroj	12
Obr. 3. Mostový jeřáb GIGA typ GJMJ.....	13
Obr. 4. Portálový jeřáb GIGA	13
Obr. 5. Sloupový jeřáb	14
Obr. 6. Konzolový jeřáb NOPO.....	14
Obr. 7. Autojeřáb AD14 TATRA	15
Obr. 8. Plovoucí jeřáb	15
Obr. 9. Stavební výtah GEDA	16
Obr. 10. Schéma pístového zvedáku (panenky).....	18
Obr. 11. Pojízdny hydraulický zvedák.....	19
Obr. 12. Mechanický zvedák	19
Obr. 13. Sloupový elektromechanický zvedák	20
Obr. 14. Elektrický motor	21
Obr. 15. Spalovací motor.....	22
Obr. 16. Hydraulický pohon pro zvedání víka pánve	23
Obr. 17. Pneumatický pohon FieldQ	24
Obr. 18. Základní schéma hydraulického zvedáku	26
Obr. 19. Působení sil na malý píst	28
Obr. 20. Základní schéma pro sílu působící na velký píst	29
Obr. 21. Výpočtové schéma pro úhel δ	29
Obr. 22. Výpočtové schéma pro výpočet sil	30
Obr. 23. Zatížení a reakce v horním čepu	33
Obr. 24. Zatížení a reakce ve zvedacím čepu	34
Obr. 25. Zatížení a reakce ve středním čepu.....	35
Obr. 26. Zatížení ramen	36

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1. Výhody a nevýhody elektrického pohonu[4]	21
Tabulka 2. Výhody a nevýhody pohonu se spalovacím motorem[4]	22
Tabulka 3. Výhody a nevýhody hydraulického pohonu[4]	23
Tabulka 4. Výsledná síla na velký píst v závislosti na úhlu α	31

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 01 Výrobní výkres: MALÝ PÍST
- Příloha 02 Výrobní výkres: VELKÝ PÍST
- Příloha 03 Výrobní výkres: OBAL NÁDRŽE
- Příloha 04 Výrobní výkres: HYDRAULICKÉ TĚLESO
- Příloha 05 Výrobní výkres: PŘÍTLAČNÁ MATKA
- Příloha 06 Výrobní výkres: VELKÉ VODÍČÍ POUZDRO
- Příloha 07 Výrobní výkres: MALÉ VODÍČÍ POUZDRO
- Příloha 08 Výrobní výkres: STŘEDNÍ HŘÍDEL
- Příloha 09 Výrobní výkres: SPODNÍ RAMENO
- Příloha 10 Výrobní výkres: NOSNÉ RAMENO
- Příloha 11 Výrobní výkres: POMOCNÉ RAMENO
- Příloha 12 Výrobní výkres: NOSIČ BŘEMENE
- Příloha 13 Výrobní výkres: KOLEČKO
- Příloha 14 Výrobní výkres: HŘÍDEL NA KOLEČKA
- Příloha 15 Výrobní výkres: PŘIDRŽOVACÍ HŘÍDEL
- Příloha 16 Výrobní výkres: NOSIČ RUČNÍ PÁKY
- Příloha 17 Výrobní výkres: RÁM ZVEDÁKU
- Příloha 18 Výrobní výkres: RUČNÍ PÁKA
- Příloha 19 Výrobní výkres: RAMENO RUČNÍ PÁKY
- Příloha 20 Výrobní výkres: HŘÍDEL RUČNÍ PÁKY
- Příloha 21 Výkres sestavy: SESTAVA HYDRAULIKY
- Příloha 22 Výrobní výkres: SESTAVA ZVEDÁKU