

Konstrukce hydraulického zvedáku pro osobní automobily

Petr Pelikán

Bakalářská práce
2008/2009



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav výrobního inženýrství
akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petr PELIKÁN**
Studijní program: **B 3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Technologická zařízení**
Téma práce: **Konstrukce hydraulického zvedáku pro osobní automobily**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte rešerši na dané téma
2. Navrhněte konstrukční řešení zvedáku pro osobní automobily s nosností do 2500kg. Jako pohon použijte hydraulický válec.
3. Zhodnoťte výhody a nevýhody navrženého řešení.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

dle pokynů vedoucího bakalářské práce

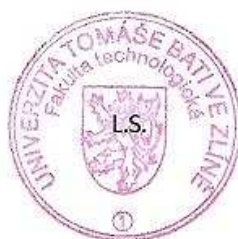
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. David Sámek, Ph.D.**
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: **20. února 2009**

Termín odevzdání bakalářské práce: **3. června 2009**

Ve Zlíně dne 16. února 2009


doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan




doc. Ing. Miroslav Maňas, CSc.
vedoucí katedry

ABSTRAKT

Předkládaná bakalářská práce se zabývá návrhem hydraulického zvedacího zařízení pro osobní automobily do hmotnosti 2500 kg. Cílem práce je na základě technického rozboru možných koncepcí navrhnout konstrukci, která by byla vhodná pro svépomocnou dílnu skupinových garáží nebo menší autoservis a současně byla finančně méně náročná než nákup komerčně nabízeného zařízení.

Klíčová slova:

Zvedací zařízení, zvedák, hydraulický, autoservis

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with design of hydraulic lifting equipment for passenger cars to mass 2500 kg. The aim of this work is based on technical analysis of potential concepts to propose a design that would be suitable for self-help group workshop or garage is less automated and has been financially less demanding than the purchase of equipment being offered commercially.

Keywords:

equipment, jack, hydraulic, automated

Poděkování, motto

Na tomto místě bych rád poděkoval panu Ing. Davidu Sámkovi, Ph.D. za odborné vedení bakalářské práce.

Nemalý dík patří také Ing. Petru Hodovskému za nezbytné a cenné rady během vytváření této práce.

Prohlašuji, že jsem na bakalářské/diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně:

.....
Podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 ROZBOR MOŽNOSTÍ PRO ŘEŠENÍ NÁVRHU	10
1.1 ZVEDACÍ ZAŘÍZENÍ OBECNĚ.....	10
1.1.1 Jeřáby	10
1.1.2 Výtahy	11
1.1.3 Zdvihadla.....	12
1.2 TYPY POUŽÍVANÝCH AUTOMOBILOVÝCH ZVEDÁKŮ.....	18
1.2.1 Čtyřsloupový parkovací zvedák	18
1.2.2 Automobilový zvedák CJS – 3.....	18
1.2.3 Dvousloupový a jednosloupový zvedák.....	19
1.2.4 Nůžkový elektrohydraulický zvedák.....	19
2 TEKUTINOVÉ MECHANISMY	20
2.1 PNEUMATICKÉ MECHANISMY.....	20
2.2 HYDRAULICKÉ MECHANISMY	21
2.2.1 Příklad hydraulických obvodů:.....	23
2.2.2 Prvky hydraulického obvodu:.....	24
3 POPIS KONSTRUKCE VYSOKOZDVIŽNÉHO VOZÍKU	26
3.1 POPIS VYSOKOZDVIŽNÉHO VOZÍKU:.....	26
3.2 SCHÉMA HYDRAULICKÉHO OBVODU	30
II PRAKTICKÁ ČÁST	31
4 NÁVRH KONSTRUKCE HYDRAULICKÉHO ZVEDÁKU	32
4.1 NÁVRHOVÝ VÝPOČET HYDROSTATICKEHO PŘEVODU	32
Základní výpočet	33
4.1.1 Určení hydrogenerátoru.....	33
4.1.2 Volba rozvaděče.....	34
4.1.3 Jednosměrný ventil.....	34
4.1.4 Návrh regulačního ventilu podle minimálního a maximálního průtoku	35
4.1.5 Pojistný ventil.....	35
4.1.6 Elektromotor	36
4.2 KONTROLA PÍSTNICE NA VZPĚRNOU PEVNOST	36
4.3 KONTROLA ÚNOSNOSTI SVAROVÝCH SPOJŮ.....	38
4.3.1 Přivaření zdvihací desky k vnitřnímu rámu	39
4.3.2 Přivaření příčnicku I v horní části vnitřního rámu	39
4.4 VÝPOČET ČEPOVÉHO SPOJE	40
ZÁVĚR	42
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	43
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	45

SEZNAM OBRÁZKŮ	47
SEZNAM PŘÍLOH.....	49

ÚVOD

V dnešní době se neustále zvyšuje počet automobilů a tím pádem nastává i nutnost jejich oprav. Větší opravy osobního automobilu je vhodnější svěřit autorizovanému servisu. Drobné opravy a především údržbu je možné provádět ve svépomocné dílně za výrazně menší finanční náročnosti.

Malý autoservis začínajícího automechanika jako OSVČ si zpočátku také nemůže dovolit investovat do sice profesionálního, ale drahého zvedacího zařízení. Cena se pohybuje kolem 50 000,- Kč [21] Přitom vhodné zvedací zařízení je základním vybavením, bez kterého se nelze obejít.

Smyslem mé práce je tedy navrhnout vyhovující zvedák, jehož pořízení bude ekonomicky přijatelné v uvedených případech použití.

Navrhuji zvedák hydraulický, protože jak z rozboru možných řešení vyplynulo, pro daný účel se plně uplatní výhody hydraulického mechanismu před pneumatickým nebo čistě kinematickým.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ROZBOR MOŽNOSTÍ PRO ŘEŠENÍ NÁVRHU

V následujícím textu jsou popsány jednotlivé varianty zvedacích zařízení a určeny jejich výhody a nevýhody, které jsou důležité při jejich použití.

1.1 Zvedací zařízení obecně

Zvedací zařízení slouží ke zvedání, tažení, popřípadě tlačení břemen. Pro zvedání břemen je možné použít např. jeřáby, výtahy, jednotlivé druhy zdvihadel, průmyslové vozíky atd.

1.1.1 Jeřáby

Dělíme je podle jejich konstrukce na jeřáby mostové, portálové, poloportálové, konzolové, sloupové, stavební, vozidlové. [2]

Jeřáby je možné použít především pro manipulaci s materiálem, polotovary i hotovými výrobky v montážních halách, dílnách, v hutních provozech, na skládkách ve stavebnictví, na železnici, v přístavech apod. [1]

Pro použití ke zvedání automobilů umožňující bezpečnou práci na podvozku, hnacím agregátu, brzdové soustavě apod. se nejeví vhodné, i když technicky s pomocí svařovaného nosného rámu by se dal jeřáb použít. Výsledná konstrukce by byla poměrně těžkopádná a drahá. Zavěšení by bylo pro práci nestabilní. Používá se pouze pro manipulaci v přístavech apod.



Obrázek 1 – Sloupový otočný a lehký portálový jeřáb [17]

Nejběžnějším typem jeřábů s vysokou spolehlivostí a životností jsou mostové jeřáby.



Obrázek 2 – Jednonosníkový [12] a dvounosníkový mostový jeřáb [14]

Např. osobní automobily se také někdy mohou zvedat pomocí nosného rámu, který se upevní k vhodnému typu jeřábu.



Obrázek 3 – Zvedání nosným rámem [15]

1.1.2 Výtahy

Výtahy můžeme dělit na plošinové a klecové. [1]

V uvedeném provedení se používají hlavně ve stavebnictví pro dopravu materiálu i osob. Plošina by se dala navrhnout s otevřeným dnem ale řešit výtahový stroj je náročné z technického, ekonomického a v neposlední řadě i bezpečnostního hlediska. Návrh vedený tímto směrem by zřejmě k úspornému řešení, které je cílem návrhu nevedl.

1.1.3 Zdvihadla

Můžeme je dělit podle typu konstrukce na hřebenové zvedáky, šroubové zvedáky, nůžkové zvedáky a zvedací plošiny, hydraulické, vrátky ruční a s motorickým pohonem, navíjedla, kladkostroje (ruční nebo motorové) [1],[3]

Hřebenové zvedáky

Vyrábějí se pro nosnost až 20 Mp tzn. pro zvedání břemen do hmotnosti až 20 tun. Principem je hřebenový převod uložený v dvoudílné skříni. Břemeno zvedá ozubená tyč. Pohon je ruční. Zvednuté břemeno zajišťuje rohatka se západkou. Používá se k pomocným pracím především při montážích. Značná zvedací síla je dána převodem a nevyžaduje velkou sílu člověka. [1] V jednoduchém provedení se hřebenové zvedáky používají také např. při výměně kola při defektu. Nevýhodou je však příliš malý zdvih pro daný účel. Z tohoto důvodu jsou pro návrh nevyhovující.



Obrázek 4 – Hřebenové zvedáky [17]

Šroubové zvedáky

Jako základní prvek mají šroub s lichoběžníkovým závitem vedený v matici. Matice je pevně spojena s podstavcem. Šroub je jednochodý a samosvorný. Zvednuté břemeno není třeba zadržovat silou na páce nebo jiným pojistným zařízením. Výhodou je jednoduchost a snadná obsluha. Podobně jako hřebenový má malý zdvih a hodí se pro podobné použití jako zvedák hřebenový. [3]



Obrázek 5 – Šroubové zvedáky [10], [19]

Nůžkové zvedáky a zvedací plošiny

Nůžkové zvedáky a zvedací plošiny mechanické, hydraulické případně pneumatické jsou vhodné v průmyslu jako manipulační prostředky ve výrobních linkách a v automobilovém průmyslu především pro pneuservisy pro pohodlnou výměnu kol a pro servisní práce při údržbě a opravách motocyklů a čtyřkolek. [21]

Efektivní práci pod podvozkem automobilu brání především konstrukční části těchto zvedáků.



Obrázek 6 – Nůžkové zvedáky [21]

Hydraulické zvedáky

Hydraulické zvedáky jsou nejpoužívanější ve stavebnictví, strojírenství, v dopravě apod. U nás vyráběné hydraulické automobilové zvedáky mají nosnost až 20 Mp. [21,11] U těchto zvedáků může být zdvih zvýšen dvěma písty do sebe se teleskopicky zasouvajícími a ještě šroubovým vřetenem, které lze z vnitřního pístu předem do určité výšky vyšroubovat. Čerpadlo může být dvoupístové umožňující plynulé zvedání břemen. [3]



Obrázek 7 – Hydraulický zvedák [11], teleskopický [18]

Např. pro použití v autodílnách se nejčastěji využívá pojízdných hydraulických zvedáků kvůli lepší manipulaci.



Obrázek 8 – Hydraulický zvedák pojízdný [11]

Vrátky

Vrátky jsou vhodné zejména ve stavebnictví pro práci s mechanickou lopatou, v betonárnách pro dopravu kameniva skipovým výtahem do míchačky, pro lanové stavební výtahy a plošiny. [1]

Navíjedla

Navíjedla se používají při montážích, ve skladech, pro zvedání šoupátkových uzávěrů apod. Břemena se zdvíhají ocelovým lanem nebo řetězem navíjeným na buben. Převod mezi hřídelem kliky a bubnem je přes šnekové nebo několikastupňový čelní soukolí. Zdvíhací nebo tažná síla bývá do 5 Mpa. Zdvih bývá i několik desítek metrů. Pohon navíjedel je ruční nebo motorický. V prostředí s nebezpečím výbuchu (důlní provozy) se používá pohon pneumatický. Nejpoužívanější jsou navíjedla nástěnná a kozová. Pro zvedání automobilů se nehodí. [3]



Obrázek 9 – Elektrický lanový naviják [17]

Kladkostroje

Kladkostroje jsou pomocná, přenosná zdvihadla. Mají malé rozměry i hmotnost. Vyvozují zvedací sílu až 10 Mpa. Zavěšují se hákem na nosnou konstrukci nebo bývají zavěšeny do pojezdových koček, pojíždějících po visuté nebo jeřábové dráze. [3]

Pomocí kladkostroje by bylo zvedání automobilu možné při zavěšení kladkostroje na válcovaném profilu I upevněném pod stropem dílny. Automobil by byl uložen na najížděcím rámu. Stejně však jako u jeřábů je zavěšení nestabilní a z technického i bezpečnostního hlediska nepříliš vhodné.



Obrázek 10 – Elektrický Řetězový

Kladkostroj [17]

Průmyslové vozíky

Průmyslové vozíky tvoří důležitý článek v závodové dopravě a skladování. Původní označení, které zahrnovalo vozíky jednoduché konstrukce, bylo později rozšířeno také na motorové vozíky, zvláště vysokozdvizné. V současné době zahrnuje toto označení prakticky většinu mobilních prostředků pro manipulaci s kusovým zbožím. [4]

Mezi základní typy průmyslových vozíků patří:

- **nízkozdvižné vidlicové vozíky ručně vedené.**

Vozík má vidlicový svařovaný rám a hydraulickou hlavici se zvedacím zařízením a ojí se dvěma koly většího průměru. Pod nosnými vidlicemi jsou dvě malá kola. Nosné vidlice se zvedají kývavým pohybem oje (pohyb přenášený na malé pístové čerpadlo) a spouštějí se uvolněním prepouštěcího ventilu, obvykle ovládaným šlapkou. Má nosnost do 2 tun a je vhodný pro přemísťování paletizovaného zboží. [4]

- **vysokozdvížený vozík ručně vedený.**

Ve svařovaném svislém rámu z válcovaných profilů „U“ je veden příčný rám na kterém jsou uloženy vidlice. Pro zvedání příčného rámu s vidlicemi je použito dvojčinné ruční čerpadlo uložené v nádrži oleje. Ručním čerpáním přechází olej z nádrže do hydraulického válce a zvedá píst, na jehož horním konci jsou připojeny dvě kladky, opásané kloubovými řetězy. Jeden konec řetězu je zakotven k rámu vozíku, druhý k příčnému rámu s nosnými vidlicemi. Spouštění vidlic se děje uvolněním přepouštěcího ventilu, kterým protéká olej z válce zpět do nádrže. Ruční čerpadlo může být nahrazeno zubovým čerpadlem s elektromotorem. Vozík je vhodný pro použití stohování palet na nákladních automobilech a železničních vozech. [4]

- **vozíky nízkozdvížené a vysokozdvížené s motorovým pohonem.**

Vozíky s motorovým pohonem jsou v současné době nepostradatelné v závodní dopravě a skladování ve všech oborech výrobní činnosti. V mnoha případech úspěšně nahradily jeřáby a kolejovou dopravu. Jejich nesporné výhody spočívají především v tom, že nabírání a odkládání břemen je jednoduché, nevyžadují vazače jako jeřáby, mají velmi snadné ovládní, malé poloměry otáčení a pracují s jednočlennou obsluhou. V porovnání s vozíky ručními je manipulace s materiálem nesrovnatelně rychlejší. [4]

Sortiment motorových vozíků je v současné době velmi široký, pokrývající veškeré požadavky uživatelů. (desta, still, caterpillar, linde jako jeden z největších výrobců a mnoho dalších). Není zde možné všechny typy uvést.



Obrázek 11 – Vysokozdvížený vozík DESTA [31], CATERPILAR [22]

1.2 Typy používaných automobilových zvedáků

V současné době je k dispozici celá řada automobilových zvedáků, jejichž konstrukce je uzpůsobena tak, aby bylo dosaženo co nejvyšší efektivity při manipulaci s automobilem. Mezi nejčastěji využívané zvedáky patří např.: čtyřsloupové parkovací zvedáky, nůžkové zvedáky, dvousloupové a jednosloupové zvedáky.

1.2.1 Čtyřsloupový parkovací zvedák

Jedná se o zvedák masivní konstrukce určený pro ekonomické parkování automobilů v garážích, dílnách a servisech. Po nájězdu na plošinu lze automobil zvednout a buď pod ním pracovat, nebo pod ním zaparkovat další automobil. Zvedák je poháněn hydraulickým čerpadlem s pracovním válcem. Souměrný zdvih zajišťují čtyři nosná lana. Je vybaven mechanickou nezávislou aretací v deseti polohách s mechanickým zámekem. [21]

Parametry zvedáku jsou: nosnost 3000 kg, zdvih 115 – 1830 mm, cena asi 51 500,- Kč



Obrázek 12 – Čtyřsloupový parkovací zvedák [21]

1.2.2 Automobilový zvedák CJS – 3

Jedná se o dvoupístovou nůžkovou konstrukci pro rychlé a stabilní zdvihání se čtyřmi otočnými rameny pro nájězd kol. Systém zdvihu je elektrohydraulický a nízkozdvižný. [21]

Parametry jsou: nosnost 2700 kg, zdvih 140 – 920 mm, cena asi 30 000,- Kč



Obrázek 13 – Zvedák JCS – 3 [21]

1.2.3 Dvousloupový a jednosloupový zvedák

- Dvousloupový - tento typ zvedáku vyniká osvědčenou konstrukcí. Sloupy jsou spojeny nízkým spojovacím prahem. Zvedák je dimenzován na dlouholetý spolehlivý provoz a nenáročnou údržbu. [16]

Parametry: nosnost 3200 kg, max. zdvih 1890 mm, cena asi 60 000,- Kč

- Jednosloupový – konstrukce celého zvedáku je oproti dvousloupovému masivnější z důvodu daleko většího zatížení na zdvihací rameno. [13]

Parametry: nosnost 2200 kg, max. zdvih 2050 mm, cena asi 95 000,- Kč



Obrázek 14 – Dvousloupový zvedák [16]

1.2.4 Nůžkový elektrohydraulický zvedák

Tento typ zvedáku je určen především k zabudování do podlahy. Bývá vybaven manuálním spouštěním při výpadku elektrického proudu. Vyniká svou spolehlivostí a životností.

Parametry: nosnost 3000 kg, zdvih 1700 mm, cena asi 90 000,- Kč [16]



Obrázek 15 – Nůžkový zvedák [20]

2 TEKUTINOVÉ MECHANISMY

Tekutinové mechanismy využívají k přenosu energie mezi hnacím a hnaným členem, případně k přenosu informace buď stlačený vzduch – potom jde o pneumatické mechanismy nebo kapalinu – potom jde o hydraulické mechanismy. [6]

Pro přenos energie kapalinou vyjádřený Bernoulliho rovnicí pro stacionární průtok

$$v^2 / 2 + p / \rho + gh = \text{konst.} \quad (1)$$

může být použito kinetické energie ($v^2 / 2$), tlakové energie (p / ρ), popř. energie potenciální (gh). Podle převažujícího druhu a velikosti energie pracují tekutinové mechanismy na dynamickém principu, využívající kinetické energie (turbíny, odstředivé kompresory, hydrodynamické spojky, hydrodynamické měniče krouticího momentu) nebo na principu statickém, využívající tlakovou statickou energii (objemové hydrogenerátory, hydromotory a kompresory). Potenciální energie je při přenosu zanedbatelně malá a neuvažuje se. [4]

Přesný název pro tekutinové mechanismy pracující na statickém principu je podle ISO 5598 hydrostatické a pneumostatické mechanismy. Méně přesně se běžně používá název hydraulický, pneumatický. [6]

Z následujícího porovnání určíme pro nás vhodnější typ mechanismu.

2.1 Pneumatické mechanismy

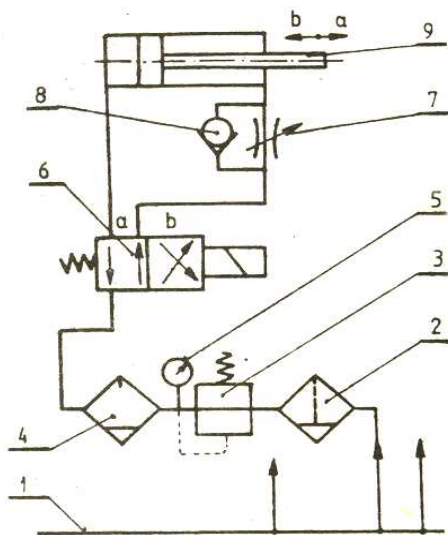
Pneumatické mechanismy se používají často k pohonům ručních nástrojů (brusek, vrtaček, utahováků), k pohonům důlních strojů a zařízení (pásové a hřeblové dopravníky, čerpadla, lanové vrátky) s ohledem na nebezpečí výbuchu metanu, u obráběcích strojů pro upínání, jako pneumatické spojky vrátků u mobilních vrtných souprav. [6]

Největší uplatnění pneumatických mechanismů je v oblasti automatizovaných systémů řízení technologických procesů (ASŘ TP), u průmyslových robotů a manipulátorů. Je to dáno zejména postačujícím nižším pracovním tlakem, který se pohybuje většinou do 1 MPa. [8]

Pneumatický pohon je zpravidla zásobován stlačeným vzduchem z centrálního zdroje, na který navazuje skupina prvků tvořící zařízení na úpravu vzduchu (odlučovač vody s filtrem, redukční ventil, maznice a tlakoměr. Další část tvoří řídicí prvky (rozvaděč, škrticí ventil a zpětný ventil) a vlastní pneumatický motor. [8]

K výhodám pneumatických mechanismů patří zejména možnost napojení na centrální zdroj energie bez potřeby zpětného vedení, možnost dosažení rychlých přímočarých pohybů (např. u mechanismu mžikových nůžek dělících dýhový pás vycházející ze sušárny za pohybu) s velkými zdvihy, možnost přetížení bez nebezpečí poškození, konstrukční jednoduchost a spolehlivost a možnost nasazení i v nejsložitějších pracovních podmínkách (v prostředí s nebezpečím výbuchu, ve vlhku, při vysokých teplotách okolí a jinde). [8]

K nevýhodám patří zejména vysoká energetická náročnost související s přípravou a rozvozem tlakové energie, obtížné udržení rovnoměrného pohybu při pomalých rychlostech, Malá tuhost a obtížnější řízení rychlosti a polohy zastavení. [8]



- 1 – centrální rozvod
- 2 – filtr s odlučovačem vody
- 3 – redukční ventil
- 4 – maznice
- 5 – manometr
- 6 – rozvaděč
- 7 – škrtkový ventil
- 8 – zpětný ventil
- 9 – pneumatický motor

Obrázek 16 – Pneumatický obvod [8]

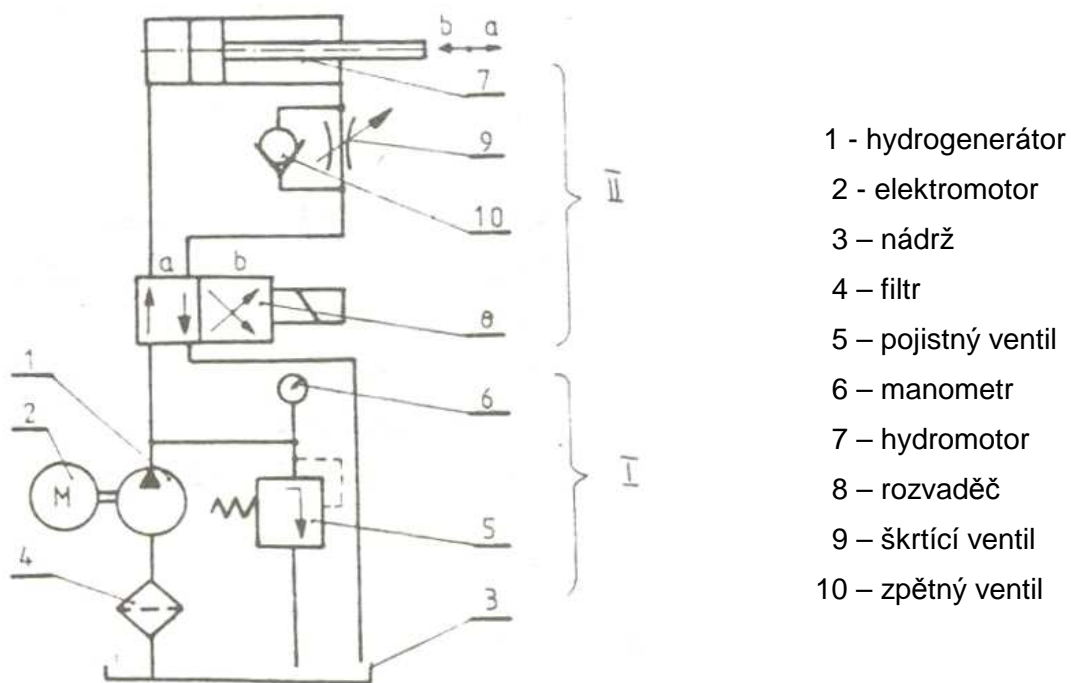
2.2 Hydraulické mechanismy

Hydraulické mechanismy jsou používány u nejrůznějších strojů a zařízení (obráběcí a tvářecí stroje, stavební stroje – nakládače, vykládače, rýpadla, dozery, silniční válce, finišery) stroje a zařízení pro dopravu a manipulaci s materiálem, stroje pro hlubinnou a povrchovou těžbu uhlí a nerostných surovin, v hutnických provozech – pece, válcovny slévárny, zemědělské stroje, v robotech a manipulátorech. [6]

Hydraulické pohony patří díky svým výborným vlastnostem k základním typům pohonu u průmyslových pohonů a manipulátorů. [8]

Výhody hydraulických mechanismů spočívají především ve velkém výkonu při malých rozměrech a malé hmotnosti, v nízké hmotnosti pohybujících se částí, v snadné regulaci rychlosti, v plynulém chodu, vysoké spolehlivosti, možnosti přímého spojení motoru s výkonnými orgány. Proti pneumatickým mechanismům umožňují snadné dosažení mnohonásobně vyšších tlaků (až 40 MPa). [8]

Nevýhodou hydraulického mechanismu je potřeba odděleného energetického bloku zajišťujícího přípravu tlakové hydraulické kapaliny, obtížné dosažení vysokých pohybových rychlostí a závislost vlastností hydraulické kapaliny na vnějších podmínkách, zejména na teplotě. [8]

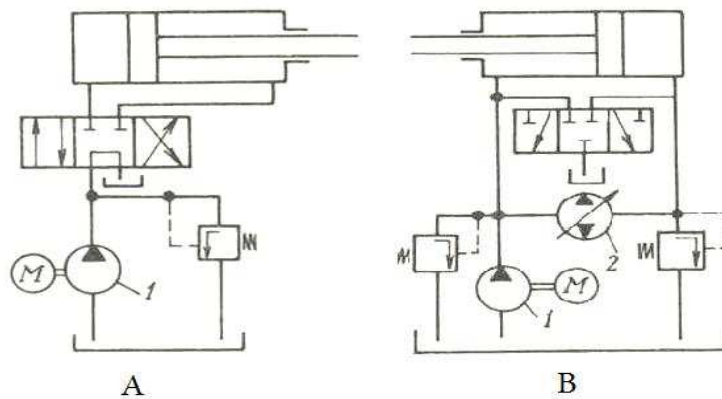


Obrázek 17 – Hydraulický obvod [8]

Zjednodušeně lze říci, že hydraulický pohon tvoří dvě části. První část je tvořena vstupními výkonnými prvky, tj. hydrogenerátorem včetně pomocných a řídicích prvků (zásobní nádrž, filtr, pojistný ventil, tlakoměr). Vlastní hydrogenerátor je poháněn elektromotorem. U hydraulických pohonů se používá ve funkci hydrogenerátoru zubová, lamelová nebo šroubová čerpadla, popřípadě rotační pístová čerpadla. Druhou část tvoří výstupní výkonné prvky - hydromotory a řídicí prvky pro řízení rychlosti a směru toku proudu hydraulické kapaliny (rozvaděč, škrťací ventil, jednosměrný ventil). [8]

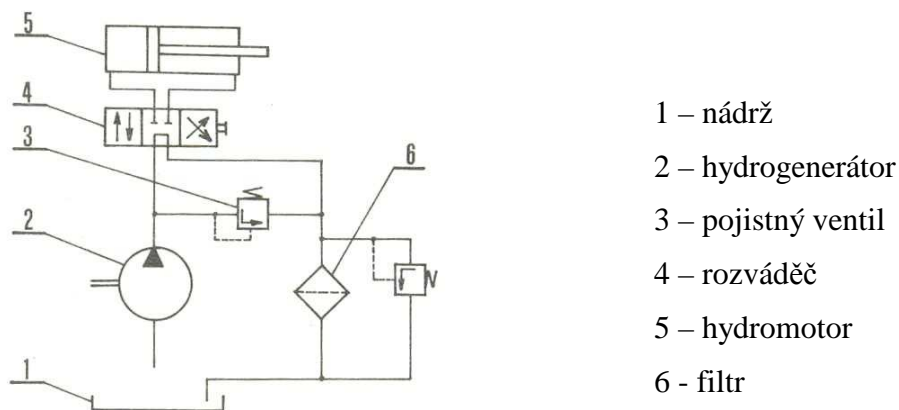
Všeobecně se hydraulické obvody dělí na otevřené a uzavřené. **Otevřený hydraulický obvod** je takový, ve kterém se kapalina vrací po každém cyklu z motoru zpět do nádrže. **V uzavřeném obvodu** kapalina obíhá v uzavřeném okruhu, aniž se vrací do nádrže. [7]

2.2.1 Příklad hydraulických obvodů:



Obrázek 18 - Schéma otevřeného hydraulického obvodu [A],
uzavřeného obvodu [B], [7]

Příčemž je: 1 – hydrogenerátor s konstantním průtokem, 2 – reverzační hydrogenerátor s proměnlivým průtokem.



Obrázek 19 – Jednoduchý otevřený hydraulický obvod [9]

Jednoduchý otevřený hydraulický obvod zahrnuje nejnútnejší prvky hydraulického obvodu. Je základem pro pochopení hydraulických obvodů na jakémkoliv stroji.

2.2.2 Prvky hydraulického obvodu:

Hydromotory

V hydraulických obvodech se používají především tři druhy hydromotorů :

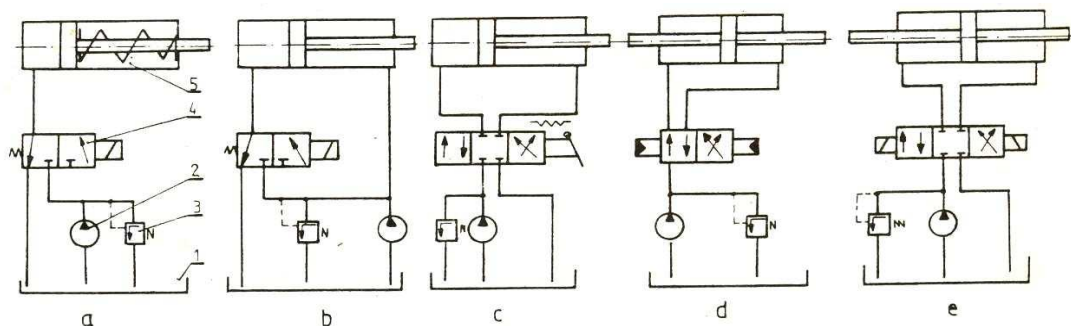
- Rotační (pístové, zubové, lamelové, šroubové)
- Přímočaré (pístové jednočinné nebo dvojčinné, membránové)
- S kývavým pohybem pístu (pístnice a pastorek, šroub a matice, otočná lopatka)

Rotační hydromotory umožňují relativně snadnou regulaci otáček v širokém rozmezí, přičemž umožňují dlouhodobý provoz při pomalých otáčkách a přetěžování bez nebezpečí poškození. Nejrozšířenější jsou axiální pístové a lamelové. Uplatní se především pro pohony pojezdů různých strojů (jeřáby, stavební stroje, důlní stroje apod.) [8]

Přímočaré hydromotory se vzhledem k jednoduché konstrukci používají velmi často jak pro silové ovládání různých mechanismů s přímočarým pohybem tak u průmyslových robotů a manipulátorů. U jednočinných přímočarých hydromotorů se k vracení pístu do výchozí polohy obvykle používá pružina. Uspořádání dvojčinných přímočarých hydromotorů může být značně rozmanité a závisí na nasazení. [8]

Řízení hydromotorů:

- Směr pohybu (rozdávěče a jednocestné ventily, elektrohydraulické servoventily, generátory s proměnným geometrickým objemem)
- Rychlost (škrcením, objemově)
- Poloha zastavení (pevné dorazy, blokování proudu kapaliny, polohové servoventily)



Obrázek 20 – Řízení pohybu pomocí rozvaděčů [8]

1 – nádrž, 2 – čerpadlo, 3 – pojistný ventil, 4 – rozvaděč, 5 – hydromotor

Z hlediska funkce se rozvaděče rozlišují podle počtu pracovních poloh a počtu propojovacích kanálů, tj. počtu vstupů a výstupů z jednoho pracovního bloku.

Rozlišujeme potom tzv. typy rozvaděčů, např. 2/2, 3/5, 5/3 aj., kde číslce ve zlomku značí počet cest/ počet poloh. Nejvíce používanými jsou rozvaděče dvou až pěticestné, dvou až třípolohové. [8]

Jsou ovládány elektromagneticky, ručně, mechanicky, hydraulicky, elektrohydraulicky nebo pneumaticky. Přestavováním šoupátka v tělese rozvaděče se propojují jednotlivé kanály, což umožňuje přivádět hydraulickou kapalinu z jedné či druhé strany hydromotoru. [8]

Použití elektrohydraulických servoventilů umožňuje řízení směru pohybu, rychlosti i polohy. Jsou to moderní řídicí prvky, u nichž jsou výstupní parametry řízeny elektrickým signálem. [8]

Změna rychlosti pohybu je obvykle požadována v rozběhové a doběhové fázi pohybu. Řízení rychlosti pohybu spočívá v řízení proudu, který přivádíme do motoru. Nejčastěji se tento problém řeší zapojením škrťacího ventilu do obvodu, přičemž škrťací ventil může být zařazen na vstupu, na výstupu nebo mezi vstupem a výstupem. [8]

Proud dodávaný čerpadlem, je konstantní, přičemž jen část je vedena přes škrťací ventil k motoru a zbytek je odváděn přes přepouštěcí ventil zpět do nádrže. [8]

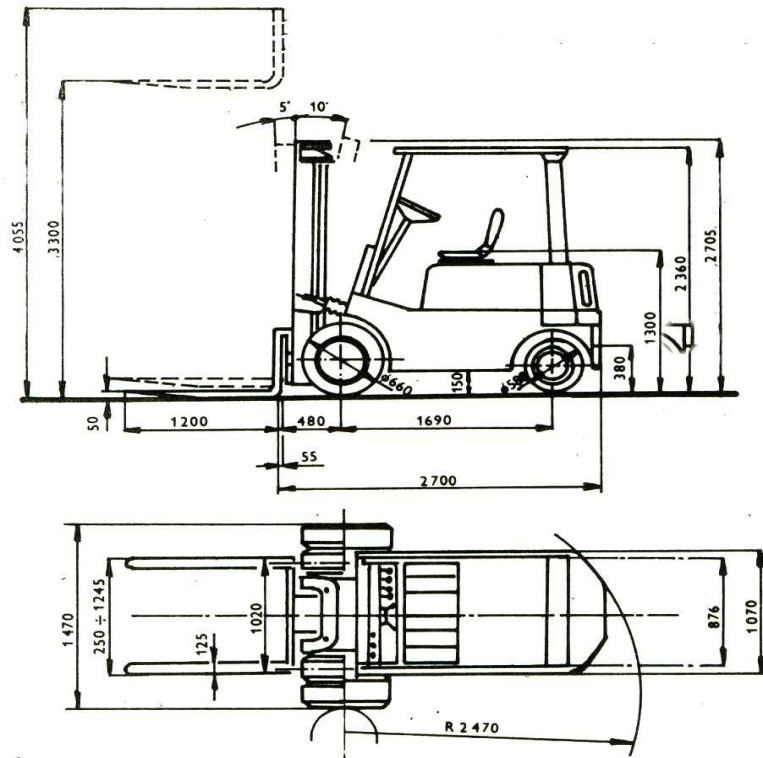
Zařazení škrťacího ventilu před rozvaděčem umožňuje řízení pohybu válce v obou směrech. Umístěním škrťacího ventilu za rozvaděč lze řídit rychlost pohybu pouze v jednom směru nebo v obou směrech. K zajištění dostatku proudu kapaliny i v okamžicích zvýšeného odběru je do obvodu přidáván akumulátor doplňovaný v době, kdy je hydromotor v klidu. [8]

Z porovnání vyplývá, že nejvhodnějším mechanismem pro řešení úlohy je mechanismus hydraulický. Z jeho výhod využijeme především velký výkon při malých rozměrech, snadnou regulaci rychlosti, plynulý chod, vysokou spolehlivost, snadné dosažení potřebného tlaku. Jeho nevýhody nejsou podstatné (malá rychlost pohybu je naopak požadovaná). Nevýhody pneumatického mechanismu volbu hydraulického podporují.

Pro návrh automobilového hydraulického zvedáku vycházím z konstrukce vysokozdvížného vozíku s hydrostatickým převodem.

3 POPIS KONSTRUKCE VYSOKOZDVIŽNÉHO VOZÍKU

Jako příklad jsem si zvolil vysokozdvížený vozík značky DESTA typ DV 30 A



Obrázek 21 – Rozměrový náčrt vysokozdvížného vozíku DV 30 A [5]

Technická data pro typ DV 30A:

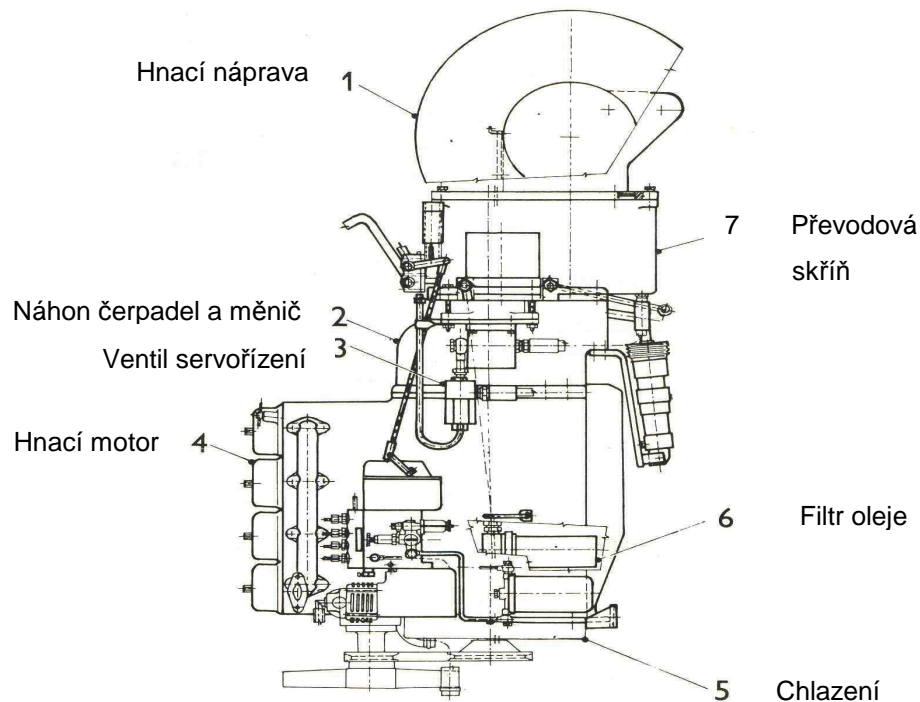
Nosnost 3 000 kg, vznětový motor s výkonem 47 kW, rychlost zdvihu a spouštění při jmenovitém zatížení $0,5 \text{ ms}^{-1}$, hydrodynamická spojka, řízení hydrostatické, provozní tlak oleje 16 MPa, výška zdvihu 3 300 mm.

3.1 Popis vysokozdvížného vozíku:

Vysokozdvížený vozík sestává z těchto hlavních skupin:

1. Hnací blok
2. Podvozek
3. Zdvihací zařízení
4. Elektrické zařízení a osvětlení vozíku

Hnací blok



Obrázek 22 – Hnací blok [5]

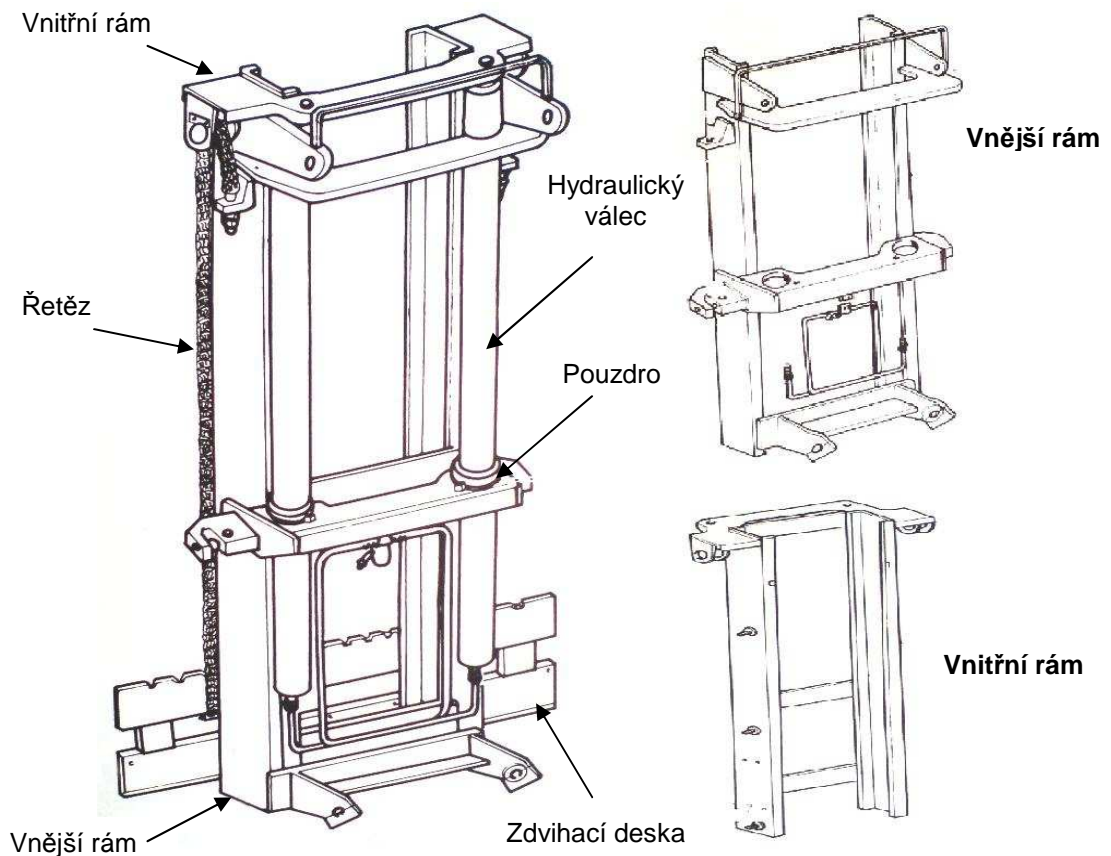
Hnací blok sestává ze vznětového motoru chlazeného vodou, hydrodynamického měniče krouticího momentu, převodovky a hnací nápravy. Od vstupního hřídele měniče je odvozen náhon čerpadel hydrauliky. Převodovka má dva stupně vpřed a dva vzad. Jednotlivé stupně se řadí hydraulicky ovládanými třecími spojkami. [5]

Brzdovým pedálem je ovládán hlavní brzdový válec, odkud pomocí stlačení brzdové kapaliny je v první fázi ovládáno šoupátko ovládání pojezdu a v druhé fázi bubnové brzdy. [5]

Podvozek

Podvozek se skládá z rámu, protizávaží, řídicí nápravy a chladičů. Rám je svařen z ocelových profilů. Protizávaží zajišťuje potřebnou stabilitu. Na spodní části protizávaží je uchycena náprava s řídicími koly. Vytočení řídicích kol zabezpečuje hydraulický válec uložený napříč vozíku. Převod řízení je hydrostatický, bez mechanického propojení. [5]

Zdvihací zařízení

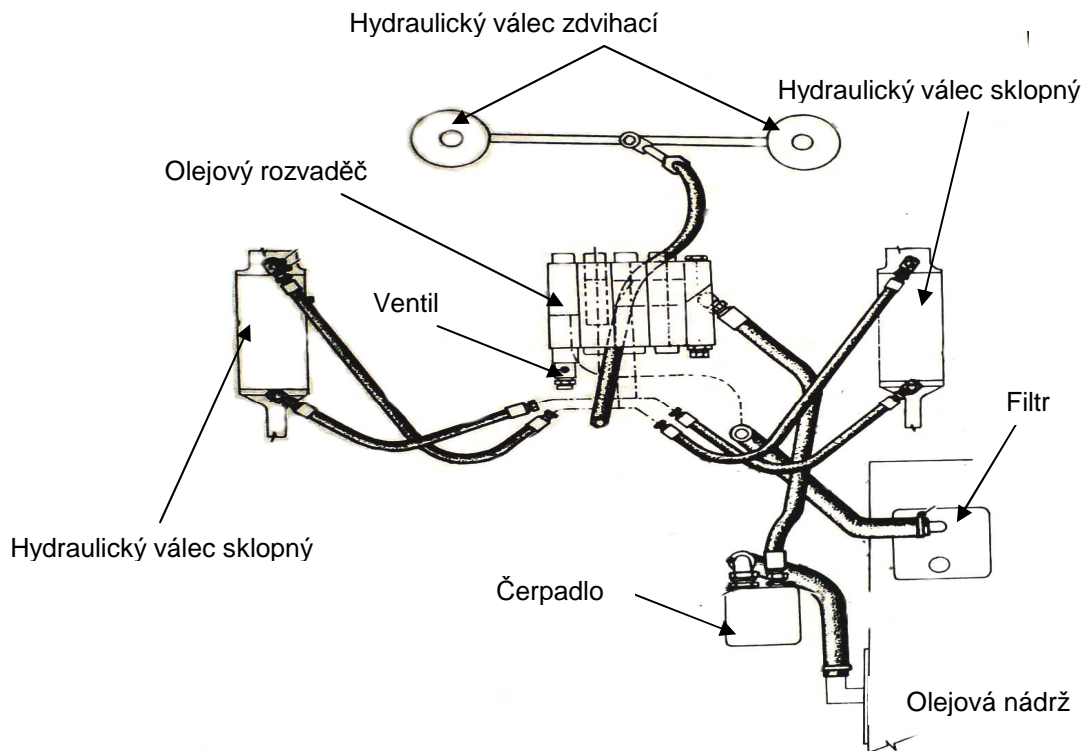


Obrázek 23 – Zdvihací zařízení [5]

Zdvihací zařízení je teleskopické konstrukce s jedním vertikálně výsuvným rámem. Pohyblivé části jsou uloženy na kladkách a speciálních valivých ložiskách. Zdvih výsuvného rámu je prováděn pomocí dvou jednočinných přímočarých hydromotorů plunžrového provedení. Tyto hydromotory jsou z důvodu maximální průhlednosti řidiče umístěny za nosnými „U“ profily. [5]

Naklápění zdvihacího zařízení zajišťují dvojčinné přímočaré hydromotory. Tlakový olej do všech přímočarých hydromotorů dodává hydraulické čerpadlo přes šoupátkový rozvaděč, kterým se řídí i ostatní funkce pracovní hydrauliky. [5]

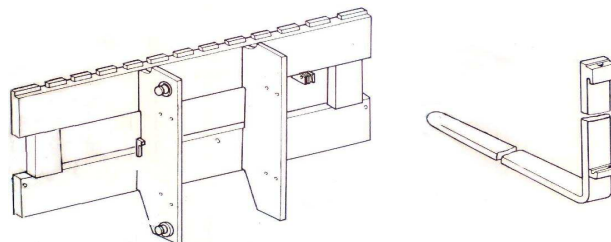
V šoupátkovém rozvaděči je pojistný ventil, který brání přetížení hydrauliky a hydraulický zámek, který zabraňuje samovolnému poklesu zdviženého břemene. [5]



Obrázek 24 – Pracovní hydraulika – vedení pracovního oleje [6]

Na zdvihacích přímočarých hydromotorech jsou umístěny havarijní ventily, které zajistí pokles břemene sníženou rychlostí v případě, že dojde k poruše tlakového obvodu mezi šoupátkovým rozvaděčem a zdvihacím přímočarým hydromotorem. V tomto obvodu je dále ventil, jenž omezuje rychlost klesání břemene na dovolenou mez a olejový filtr s čistící schopností do 25 μm . [5]

Součástí zdvihacího zařízení jsou nosné vidlice, jež odpovídají svým provedením ČSN 26 8901. Zdvihací deska svým provedením odpovídá ČSN 26 8900. Vzdálenost nosných vidlic lze šířkově na zdvihací desce přestavovat a v nastavené poloze zajistit. [5]

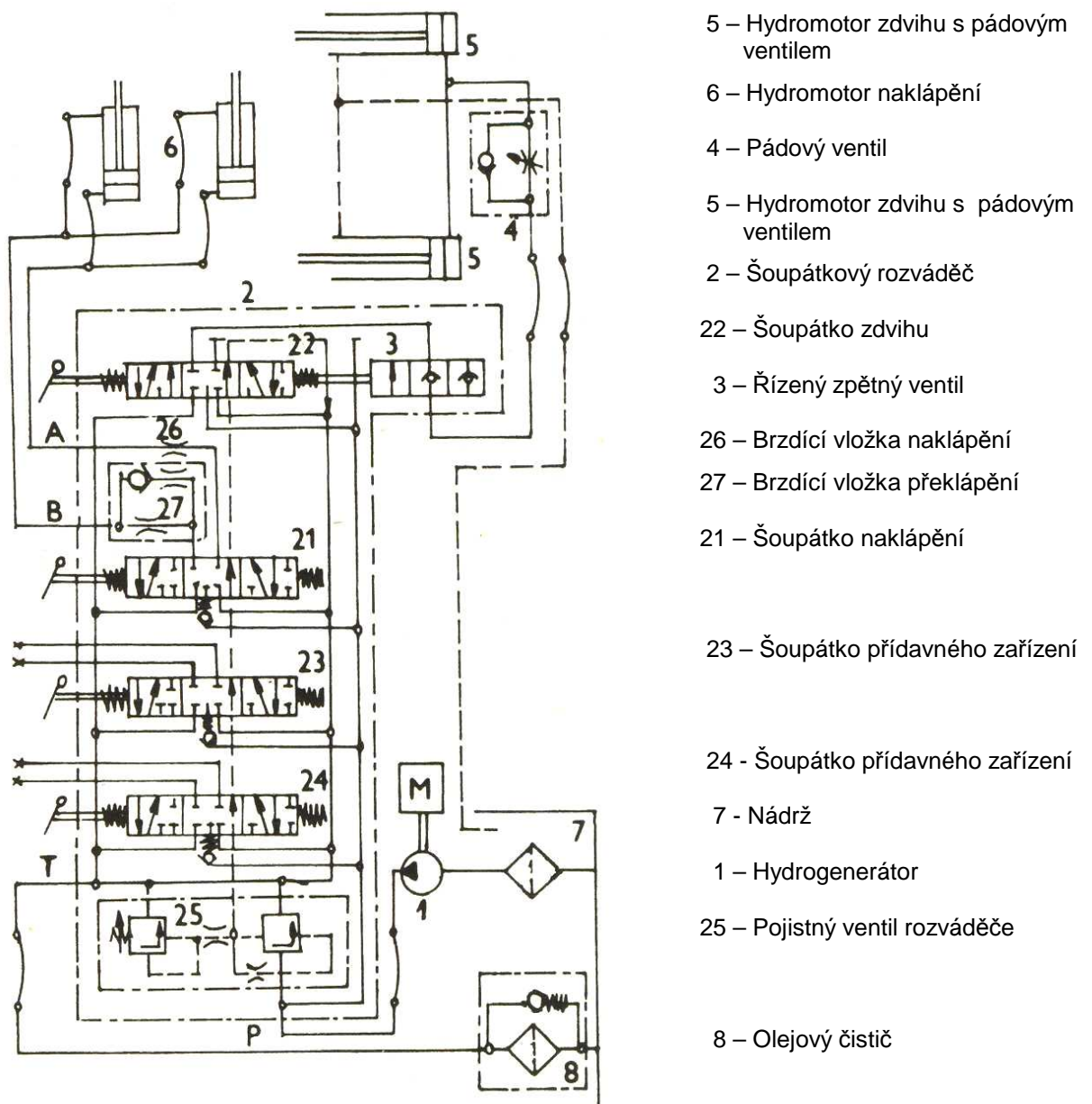


Obrázek 25 – Zdvihací deska a nosná vidlice [5]

Elektrické zařízení

Elektrické zařízení tvoří zdrojová souprava, spouštěč, kontrolní přístroje, signalizační a bezpečnostní obvody a kabeláž. Zdrojová souprava se skládá z akumulátorové baterie, alternátoru a polovodičového regulátoru. Na přístrojové desce je vypínač světel, přepínač směrových světel, houkačka, spínací skříňka, teploměr chladící kapaliny, a počítač provozních hodin. [5]

3.2 Schéma hydraulického obvodu



Obrázek 26 – Schéma zapojení hlavních pracovních válců [5]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 NÁVRH KONSTRUKCE HYDRAULICKÉHO ZVEDÁKU

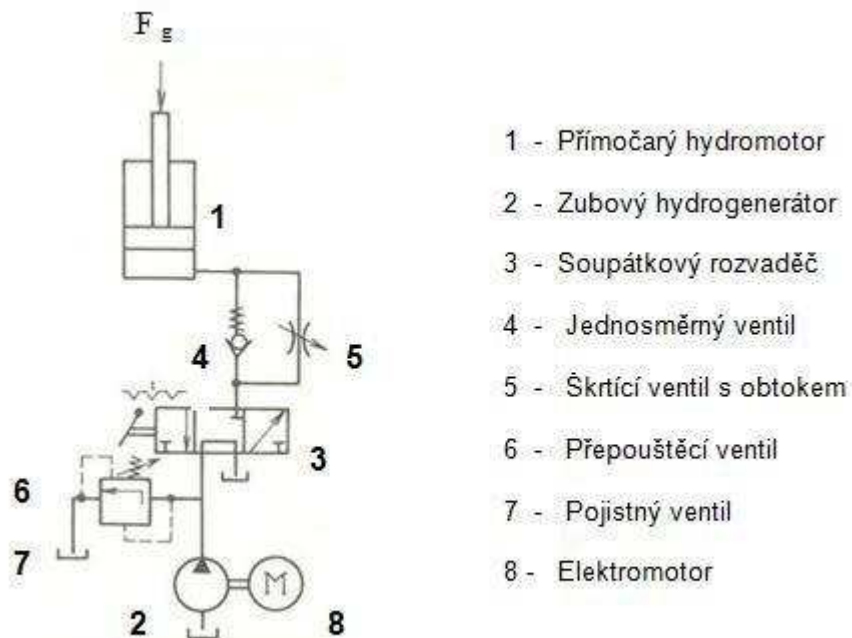
Před konečnou konstrukcí hydraulického zvedáku, jehož návrh je předmětem této práce, je nutné si výpočty ověřit vhodnost jednotlivých komponentů pro zadané zatížení. Pro realizaci zvedáku s minimální finanční náročností je možné získat v a.s. DESTA Strakonice některé části staršího jednoválcového zvedacího zařízení a to hydraulický válec, vnější rám, vnitřní rám, zvedací desku a vidlice, vše asi za 12000,- Kč.

4.1 Návrhový výpočet hydrostatického převodu

Zadání:

Maximální hmotnost zvedaného automobilu	$m = 2500 \text{ kg}$
Volím rychlost zvedání	$v_z = 4 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
Rychlost klesání	$v_k = 2 \cdot 10^{-3} \text{ až } 8 \cdot 10^{-2}$

Funkční schéma hydraulického obvodu pro zvedání konstantním tlakem udržovaným přepouštěcím ventilem a regulovatelným spouštěním škrťacím ventilem.



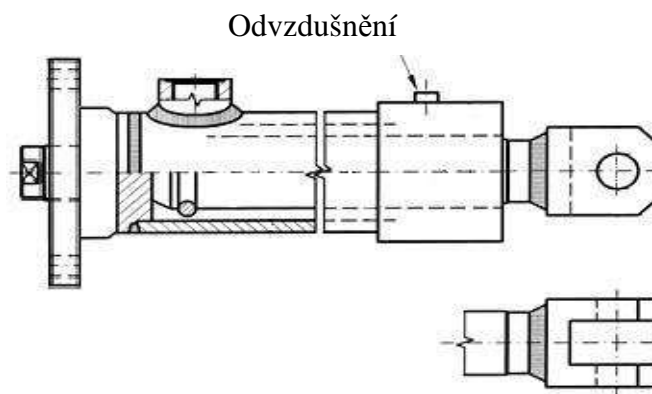
Obrázek 27 – Schéma hydraulického obvodu

Základní výpočet

Mám k dispozici hydraulický válec s plunžrem $d = 120\text{mm}$, délka zdvihu 2m s maximální rychlostí zdvihu $v_{\text{max}} = 0,5 \text{ ms}^{-1}$. Z poměru tíhy F_G a plochy plunžru S vypočteme pracovní tlak.

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,12^2}{4} = 1,13 \cdot 10^{-2} \text{m}^2 \quad (2)$$

$$p = \frac{F_G}{S} = \frac{m \cdot g}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \frac{4mg}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 2500 \cdot 9,81}{3,14 \cdot 0,12^2} = \frac{98100}{0,045216} = 2,17 \cdot 10^6 \text{Pa} \quad (3)$$



Obrázek 28 – Hydraulický válec

4.1.1 Určení hydrogenerátoru

Průtok pro volbu hydrogenerátoru vypočítáme z plochy pístu a zvolené rychlosti zvedání.

$$Q = S \cdot v_{\dot{z}} = 1,13 \cdot 10^{-2} \cdot 4 \cdot 10^{-2} = 4,52 \cdot 10^{-4} \text{m}^3/\text{s} = 27,12 \text{l/min} \quad (4)$$

Pro pracovní tlak $2,17 \text{ MPa}$ a průtok $27,12 \text{ l/min}$ můžu použít zubový hydrogenerátor s označením XV 2P/22.

Parametry:

G3/4“ sání

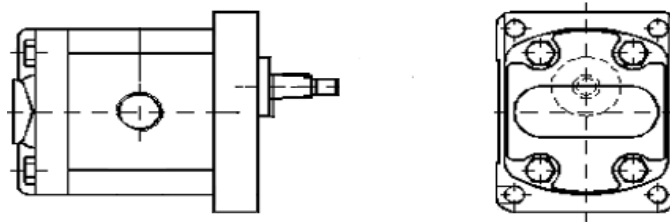
G1/2“ výtlak

Tlak 24 MPa

geometrický objem 22 cm^3

Výkon při pohonu elektromotorem s $n = 1420$ ot/min bude:

$$Q = 22 \cdot 1420 = 31240 \text{ cm}^3/\text{min} = 31,24 \text{ dm}^3/\text{min} = 31,24 \text{ l}/\text{min} \quad (5)$$



Obrázek 29 - Hydrogenerátor

4.1.2 Volba rozvaděče

Pro výtlak z hydrogenerátoru G1/2“ volím rozvaděč HDM 140. Jedná se o jednosekční ruční pákou ovládaný rozvaděč použitelný pro jednočinný válec.

Parametry:

Průtok: 40 l/s

Maximální pracovní tlak: 32 MPa

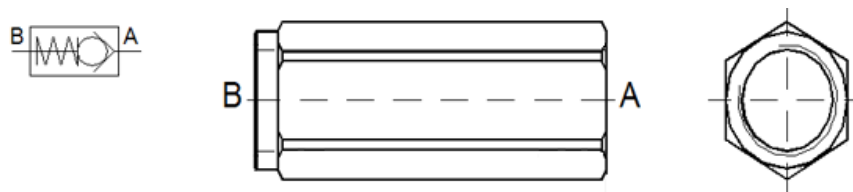
Pracovní teplota: -20 až +80°C

Viskozita: 16 až 75 mm²/s

Maximální tlak v odpadu 3 MPa

4.1.3 Jednosměrný ventil

Pro průtok 27,12 l/min volím typ VRU 0600 pro maximální průtok 35 l/min a pro tlak 35 MPa. Otvírací tlak je 0,5 MPa a připojení G3/8“.



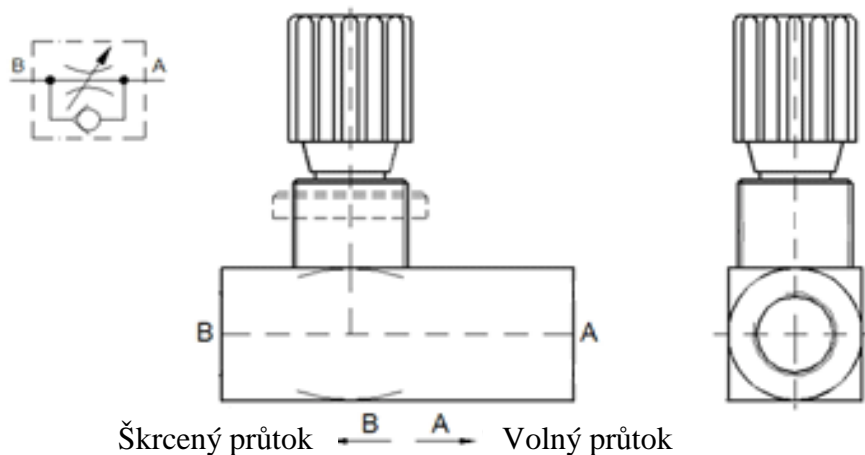
Obrázek 30 – Jednosměrný ventil

4.1.4 Návrh regulačního ventilu podle minimálního a maximálního průtoku

$$Q_{min} = S \cdot v_{smin} = 1,13 \cdot 10^{-2} \cdot 2 \cdot 10^{-8} = 2,26 \cdot 10^{-8} m^3/s = 1,356 l/min \quad (6)$$

$$Q_{max} = S \cdot v_{smax} = 1,13 \cdot 10^{-2} \cdot 8 \cdot 10^{-2} = 9,04 \cdot 10^{-4} m^3/s = 54,26 l/min \quad (7)$$

Volíme škrťací ventil s obtokem STU1200 s maximálním průtokem 85 l/min a maximálním tlakem 40MPa.



Obrázek 31 – Regulační ventil

4.1.5 Pojistný ventil

Jako pojistný ventil volím typ VMP 20.

Parametry:

Maximální tlak: 25 MPa

Maximální průtok: 40 l/min

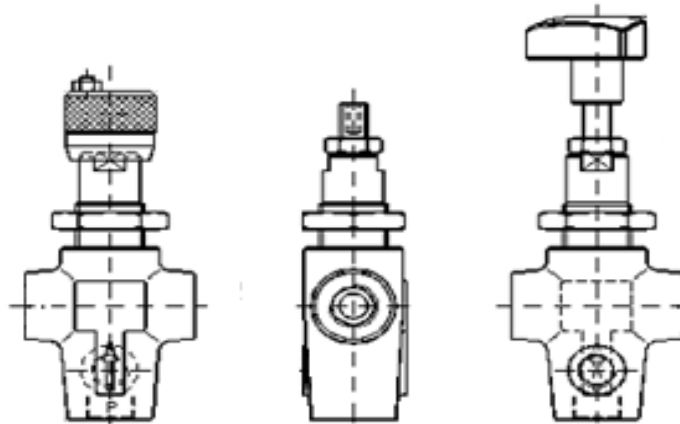
Pracovní kapalina: Minerální oleje dle DIN 51524

Teplota kapaliny: -25°C až 70°C

Teplota okolí: -25°C až 60°C

Pojišťovací ventily typu VMP umožňují spolehlivé nastavení maximálního pracovního tlaku v hydraulickém okruhu. Pro svou robustní konstrukci jsou oblíbeným prvkem v mobilních aplikacích. Pro citlivé nastavení požadované hodnoty tlaku je celkový tlakový rozsah ventilů rozdělen do tří pásem. Těmto pásmům jsou přiřazeny kalibrované pružiny různých

ných tuhostí. Mechanický doraz pak brání úplnému stlačení pružiny a tím i překročení maximálního tlaku odpovídajícího dané pružině.



Obrázek 32 – Pojistný ventil

4.1.6 Elektromotor

Výkon elektromotoru k pohonu čerpadla vypočteme pro max. průtok $Q_{\max} = 54,26 \text{ l/min} = 9,04 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$, tlak 3MPa, předpokládaná celková účinnost $\eta = 0,8$

$$P = \frac{Q_{\max} \cdot p}{\eta} = \frac{9,04 \cdot 10^{-4} \cdot 3 \cdot 10^6}{0,8} = 3390 \text{ W} = 4 \text{ kW} \quad (8)$$

4.2 Kontrola pístnice na vzpěrnou pevnost

Dáno:

Celková délka $l = 2\text{m}$, zatěžující hmotnost $m = 2500\text{kg}$, hmotnost vidlic $m_1 = 203\text{kg}$, hmotnost zdvihací desky $m_2 = 242\text{kg}$, hmotnost vnitřního rámu $m_3 = 200\text{kg}$, materiál ocel 12060.6 (zušlechtěna na dolní pevnost), průměr pístnice $d = 120\text{mm}$.

Dovolená zatěžující síla na vzpěr podle Eulera:

$$F_{\text{dov}} \leq \frac{\pi^2 E J}{k_v \cdot l_0^2} \quad [\text{N}] \quad (9)$$

E [MPa] modul pružnosti v tlaku pro ocel $E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ MPa}$

J [mm⁴] moment setrvačnosti průřezu - osový

k_v [-]	míra bezpečnosti proti vybočení při vzpěru (Pro ocelovou vzpěru je $k_v = 2$ až 3 , volím $k_v = 3$)
l_0 [mm]	redukováná délka pístnice podle způsobu uložení ($l_0 = 2 \cdot l = 2 \cdot 2000 = 4000\text{mm}$)

Rozsah platnosti Eulerovy rovnice pro štíhlostní poměr je $\lambda > \lambda_m$, kde λ_m (mezni) je hranicí mezi oblastí vzpěru pružného a nepružného.

Pro uhlíkovou ocel je $\lambda_m = 105$

Štíhlostní poměr pístnice:

$$\lambda = \frac{l_0}{i} \quad (10)$$

Poloměr setrvačnosti:

$$i = \sqrt{\frac{J}{S}} \quad (11)$$

Moment setrvačnosti kruhového průřezu:

$$J_0 = \frac{1}{4} \pi r^4 = \frac{1}{64} \pi \cdot d^4 \quad [\text{mm}^4] \quad (12)$$

Průřez pístnice:

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad [\text{mm}^2] \quad (13)$$

Výpočet:

$$i = \sqrt{\frac{\frac{1}{64} \cdot \pi \cdot 120^4}{\frac{\pi \cdot 120^2}{4}}} = \sqrt{\frac{1,01736 \cdot 10^7}{\frac{\pi \cdot 120^2}{4}}} = 30\text{mm} \quad (14)$$

$$\lambda = \frac{2 \cdot l}{i} = \frac{2 \cdot 2000}{30} = 133,3 \quad (15)$$

$$(16)$$

$$\lambda_m = 105$$

$$\lambda > \lambda_m \quad (17)$$

Podmínka platnosti Eulerovy rovnice splněna.

$$F_{dov} \leq \frac{\pi^2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 1,01736 \cdot 10^7}{3 \cdot 4000^2} = \frac{2,1064 \cdot 10^{13}}{4,8 \cdot 10^7} = 438833N \quad (18)$$

Skutečná zatěžující tlaková síla:

$$F = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 = (m + m_1 + m_2 + m_3) \cdot g = (2500 + 203 + 242 + 200) \cdot 10 = 31450 N \quad (19)$$

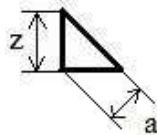
$$F_{dov} > F \quad (20)$$

Pístnice na vzpěrnou pevnost vyhovuje.

4.3 Kontrola únosnosti svarových spojů

Všechny svařované části konstrukce jsou svařeny ručně obloukovým svařováním obalenou elektrodou. Použil jsem elektrody s označením OK 48.00. Dolní mez kluzu $R_{el} = 445$ MPa, pevnost v tahu $R_m = 540$ MPa.

Navrhl jsem koutové svary z5:



$$z = 5\text{mm}, \quad a = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot z$$

Při výpočtu uvažuji nejtenčí průřezovou plochu $a = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot z \cdot l$ (kde l je délka svaru) a mechanické vlastnosti základního materiálu 11373.

Napětí na mezi kluzu v tahu materiálu 11373 $R_{emin} = 186$ MPa. Způsob zatížení je míjivé proto volím míru bezpečnosti k pro výpočet dovoleného napětí 2,5.

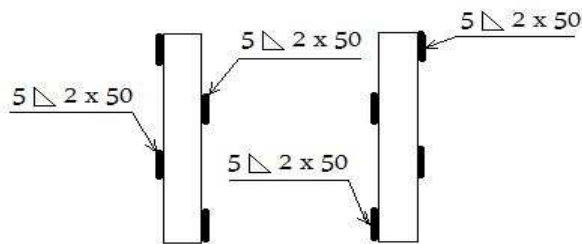
$$\sigma_{dz} = \frac{R_{emin}}{k} = \frac{186}{2,5} = 74,4\text{MPa} \quad (21)$$

4.3.1 Přivaření zdvihací desky k vnitřnímu rámu

Jedná se o koutové svary boční. Zatěžující síla $F_1 = 25000\text{N}$, hmotnost vidlic $m_1 = 203\text{kg}$, hmotnost zdvihací desky $m_2 = 242\text{kg}$.

Celková zatěžující síla:

$$F = F_1 + (m_1 + m_2) \cdot g = 25000 + (203 + 242) \cdot 10 = 29450 \text{ N} \quad (22)$$



Obrázek 33 – Schéma svari zdvihací desky

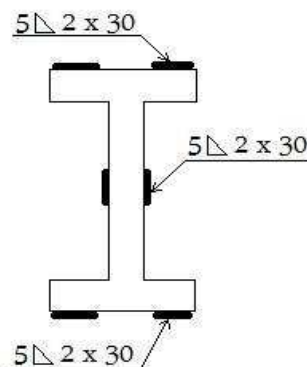
$$\tau_{DS} = 0,65 \cdot \sigma_{DZ} = 0,65 \cdot 74,4 = 48\text{MPa} \quad (23)$$

$$\tau = \frac{F}{8 \cdot 0,7 \cdot 5 \cdot 50} = \frac{29450}{8 \cdot 0,7 \cdot 5 \cdot 50} = 21\text{MPa} \quad (24)$$

$$\tau \leq \tau_{DS} \quad \text{Podmínka vyhovuje} \quad (25)$$

4.3.2 Přivaření příčnicku I v horní části vnitřního rámu

Jedná se o koutové svary boční i čelní. Počet svari na obou přivařených koncích je 12. Volím menší z dovolených napětí $\tau_{DS II} = 0,65 \cdot \sigma_{DZ}$, $\tau_{DS \perp} = 0,75 \cdot \sigma_{DZ}$.



Obrázek 34 – Schéma svari příčnicku

Zatěžující síla:

$$F = F_1 + (m_1 + m_2 + m_3) \cdot g = 25000 + (203 + 242 + 200) \cdot 10 = 31450 \text{ N} \quad (26)$$

$$\tau_{DS} = 0,65 \cdot \sigma_{DZ} = 0,65 \cdot 74,4 = 48 \text{ MPa} \quad (27)$$

$$\tau = \frac{F}{8 \cdot 0,7 \cdot 5 \cdot 50} = \frac{31450}{12 \cdot 0,7 \cdot 5 \cdot 30} = 25 \text{ MPa} \quad (28)$$

$$\tau \leq \tau_{DS} \quad \text{Podmínka vyhovuje} \quad (29)$$

4.4 Výpočet čepového spoje

Čep bude sloužit jako spojení mezi pístnicí a vnitřním rámem. Materiál čepu volím 11500.

$$R_{\text{emin}} = 245 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{DO} = 80 \text{ MPa}$$

$$\tau_{DS} = 50 \text{ MPa}$$

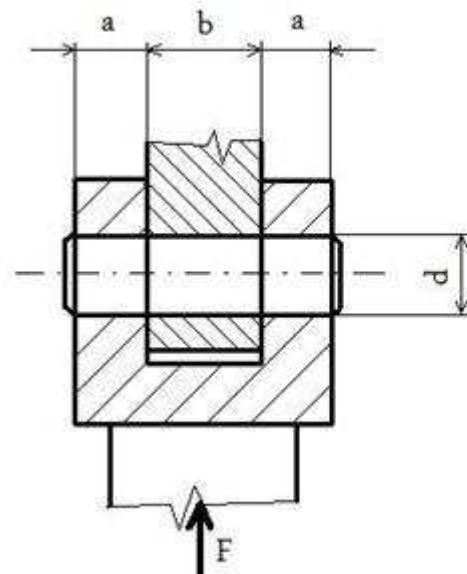
$$P_D = 24 \text{ MPa}$$

$$a = 25 \text{ mm}$$

$$b = 50 \text{ mm}$$

$$d = 40 \text{ mm}$$

$$F = 33450 \text{ N}$$



Obrázek 35 – Schéma čepového spoje

Kontrola čepu na otláčení:

$$p_1 = \frac{F}{S_1} = \frac{F}{d \cdot b} = \frac{31450}{40 \cdot 50} = 15,7 \text{ MPa} \quad (30)$$

$$p_2 = \frac{F}{S_2} = \frac{F}{d \cdot 2 \cdot a} = \frac{31450}{40 \cdot 2 \cdot 25} = 15,7 \text{ MPa} \quad (31)$$

S_1, S_2 je průmět skutečné stykové plochy do roviny.

$$p_1 = p_2 < p_D \quad \text{Čep na otláčení vyhovuje.} \quad (32)$$

Kontrola čepu na smyk:

$$\tau_s = \frac{F}{\frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot 2} = \frac{2 \cdot F}{\pi \cdot d^2} = \frac{2 \cdot 31450}{\pi \cdot 40^2} = 12,5 \text{ MPa} \quad (33)$$

$$\tau_s < \tau_{DS} \quad \text{Čep vyhovuje.} \quad (34)$$

Kontrola ohybového napětí v čepu:

$$\sigma_0 = \frac{M_0}{W_0} = \frac{F \cdot (b + 2 \cdot a)}{8 \cdot \frac{\pi \cdot d^3}{32}} = \frac{4 \cdot 31450 \cdot (50 + 50)}{3,14 \cdot 40^3} = 62,6 \text{ MPa} \quad (35)$$

$$\sigma_0 < \sigma_{D0} \quad \text{Vyhovuje.} \quad (36)$$

ZÁVĚR

Hlavním přínosem mé práce je návrh hydraulického zvedáku s malou finanční náročností na jeho pořízení, použitelného v soukromých dílnách. Navržené zvedací zařízení je založeno na konstrukci a komponentech z vysokozdvížného vozíku. Je navrženo tak, aby umožňovalo zvednutí automobilu o hmotnosti maximálně 2500 kg do výšky 180 cm.

Kromě návrhu a výpočtů samotného hydraulického zvedáku se moje bakalářská práce zabývá zvedacími zařízeními obecně. Práce je tedy rozdělena na část teoretickou a praktickou.

V teoretické části jsou obecně popsány druhy zvedacích zařízení určené pro různá odvětví, jednotlivé druhy zvedáků používaných přímo v autoservisech, tekutinové mechanismy a popis vysokozdvížného vozíku.

Praktická část je věnována vlastní konstrukci hydraulického zvedáku. Jsou zde výpočty k jednotlivým použitým komponentům a následně výpočty únosnosti použitých svarů.

Schéma sestavy zvedacího zařízení je přidána jako příloha této práce.

Výhodou mého návrhu je jednoduchost konstrukce s využitím starších cenově dostupných dílů vysokozdvížného vozíku, který má jen jeden hydraulický válec. Je pravda, že se v konstrukci současných vysokozdvížných vozíků používají dva hydraulické válce po stranách. To má význam pro řidiče vozíku při jízdě i manipulaci s materiálem. Je to významný bezpečnostní prvek. Má totiž při práci dobrý průhled před sebe. Při práci hydraulického zvedáku to však není potřeba.

Vzhledem k maximálnímu zdvihu 1,8 m jsem konstrukci dále zjednodušil svařením vnitřního rámu v horní části příčnicíkem a přivařením zdvíhací desky s vidlicemi k vnitřnímu rámu v dolní části. Pístnice hydraulického válce stabilizovaná v příčnicíku zvedá pak vnitřní rám přímo bez tažných řetězů.

Jsem si vědom i nevýhody navrženého řešení spočívající v omezené opakovatelnosti použití starších dílců vysokozdvížného vozíku. Princip návrhu je však použitelný a umožňuje dalšími konstrukčními úpravami tuto nevýhodu eliminovat.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BUKOVČAN, Pavol. Stavební stroje. 1. vyd. Praha: SNTL Praha, 1982. 184 s.
- [2] DRAŽAN, F., KUBKA, L. a kol. Jeřáby. 1. vyd. Praha: SNTL, 1968. 664 s.
- [3] DVORÁK, Rudolf a kol. Stroje. 1. vyd. Praha: SNTL, 1966. 283 s.
- [4] HAVELKA, Zdeněk a kol., Mechanizační zařízení. 1. vyd. Praha: NDS, 1979. 204 s.
- [5] Kolektiv autorů. Návod k obsluze a údržbě vysokozdvížných vozíků DV 16-35 A
2. vyd. Děčín: DESTA státní podnik, 1990. 800 výtisků, 25 s. textu, 14 s. příloh.
- [6] KRÍŽ, Rudolf, VÁVRA, Pavel. a kol. Strojírenská příručka 4. svazek, 1. vyd. Praha: Scientia, 1994. 254 s.
- [7] KRÍŽ, R., WEIGNER, K., SVOBODA, J. Stavba a provoz strojů III. 1. vyd. Praha: SNTL, 1979. 168 s.
- [8] MAŇAS, Miroslav. Základy robotiky. 1. vyd. Brno: VUT, 1991. 99 s.
- [9] ROH, J. Hydraulické mechanismy zemědělských strojů. 1. vyd. Praha: SZN, 1989. 344s.
- [10] Agrifair [online]. 2007 [cit. 2009-01-01]. Dostupný z WWW: <www.agrifair.cz>.
- [11] E-automotive [online]. c2009 [cit. 2009-01-01]. Dostupný z WWW: <www.e/automotive.cz>.
- [12] Gigasro [online]. c1999 [cit. 2009-01-01]. Dostupný z WWW: <www.gigasro.cz>.
- [13] Quality-tools [online]. 2006 [cit. 2009-01-01]. Dostupný z WWW: <www.quality-tools.cz>.
- [14] Jass [online]. 2006 [cit. 2009-01-01]. Dostupný z WWW: <www.jass.cz>.
- [15] Jeraby [online]. c2005 [cit. 2009-01-01]. Dostupný z WWW: <www.jeraby.cz>.
- [16] Jstrading [online]. 2004 [cit. 2009-01-03]. Dostupný z WWW: <www.jstrading.cz>.
- [17] Manutan [online]. 2008 [cit. 2009-01-03]. Dostupný z WWW: <www.manutan.cz>.
- [18] Matl-bula [online]. 2007 [cit. 2009-01-03]. Dostupný z WWW: <www.matl-bula.cz>

[19] Mmspektrum [online]. 2007 [cit. 2009-01-03]. Dostupný z WWW: <www.mmspektrum.com>.

[20] Ponti [online]. 2007 [cit. 2009-01-04]. Dostupný z WWW: <www.ponti.cz>.

[21] Uni-max [online]. 1999 [cit. 2009-01-04]. Dostupný z WWW: <www.uni-max.cz>.

[22] Vzv [online]. 2008 [cit. 2009-01-05]. Dostupný z WWW: <www.vzv.cz>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

v	Rychlost	$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$
P	Tlak	Pa
ρ	Hustota	$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$
h	Výška	m
g	Gravitační zrychlení	$\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$
m	Hmotnost	kg
S	Plocha	m^2
d	Průměr	m
Q	Průtok	$\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$
n	Otáčky za minutu	ot/min
P	Výkon	W
l	Délka	m
E	Modul pružnosti	MPa
J	Moment setrvačnosti	mm^4
k_v	Míra setrvačnosti	-
λ	Štíhlostní poměr	-
i	Poloměr setrvačnosti	-
F	Síla	N
z	Výška svaru	mm
a	Nejtenčí místo svaru	mm
σ_{dz}	Dovolené napětí	Pa
τ	Smykové napětí	Pa
R_e	Napětí na mezi kluzu	Pa
a	Šířka jedné vidlice čepového spoje	mm

b Šířka výstupku čepového spoje mm

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1 – Sloupový otočný a lehký portálový jeřáb [17]</i>	10
<i>Obrázek 2 – Jednonosníkový [12] a dvounosníkový mostový jeřáb [14].....</i>	11
<i>Obrázek 3 – Zvedání nosným rámem [15]</i>	11
<i>Obrázek 4 – Hřebenové zvedáky [17].....</i>	12
<i>Obrázek 5 – Šroubové zvedáky [10], [19].....</i>	13
<i>Obrázek 6 – Nůžkové zvedáky [21]</i>	13
<i>Obrázek 7 – Hydraulický zvedák [11], teleskopický [18]</i>	14
<i>Obrázek 8 – Hydraulický zvedák pojízdný [11]</i>	14
<i>Obrázek 9 – Elektrický lanový naviják [17]</i>	15
<i>Obrázek 10 – Elektrický Řetězový.....</i>	16
<i>Obrázek 11 – Vysokozdvíhový vozík DESTA [31], CATERPILAR [22].....</i>	17
<i>Obrázek 12 – Čtyřsloupový parkovací zvedák [21]</i>	18
<i>Obrázek 13 – Zvedák JCS – 3 [21].....</i>	18
<i>Obrázek 14 – Dvousloupový zvedák [16]</i>	19
<i>Obrázek 15 – Nůžkový zvedák [20]</i>	19
<i>Obrázek 16 – Pneumatický obvod [8]</i>	21
<i>Obrázek 17 – Hydraulický obvod [8]</i>	22
<i>Obrázek 18 - Schéma otevřeného hydraulického obvodu [A],</i>	23
<i>Obrázek 19 – Jednoduchý otevřený hydraulický obvod [9]</i>	23
<i>Obrázek 20 – Řízení pohybu pomocí rozvaděčů [8].....</i>	24
<i>Obrázek 21 – Rozměrový náčrt vysokozdvíhového vozíku DV 30 A [5]</i>	26
<i>Obrázek 22 – Hnací blok [5]</i>	27
<i>Obrázek 23 – Zdvihací zařízení [5]</i>	28
<i>Obrázek 24 – Pracovní hydraulika – vedení pracovního oleje [6]</i>	29
<i>Obrázek 25 – Zdvihací deska a nosná vidlice [5]</i>	29
<i>Obrázek 26 – Schéma zapojení hlavních pracovních válců [5]</i>	30
<i>Obrázek 27 – Schéma hydraulického obvodu</i>	32
<i>Obrázek 28 – Hydraulický válec</i>	33
<i>Obrázek 29 - Hydrogenerátor.....</i>	34
<i>Obrázek 30 – Jednosměrný ventil</i>	34
<i>Obrázek 31 – Regulační ventil.....</i>	35

<i>Obrázek 32 – Pojistný ventil</i>	<i>36</i>
<i>Obrázek 33 – Schéma svarů zdvihací desky</i>	<i>39</i>
<i>Obrázek 34 – Schéma svarů příčnicku</i>	<i>39</i>
<i>Obrázek 35 – Schéma čepového spoje</i>	<i>40</i>

SEZNAM PŘÍLOH

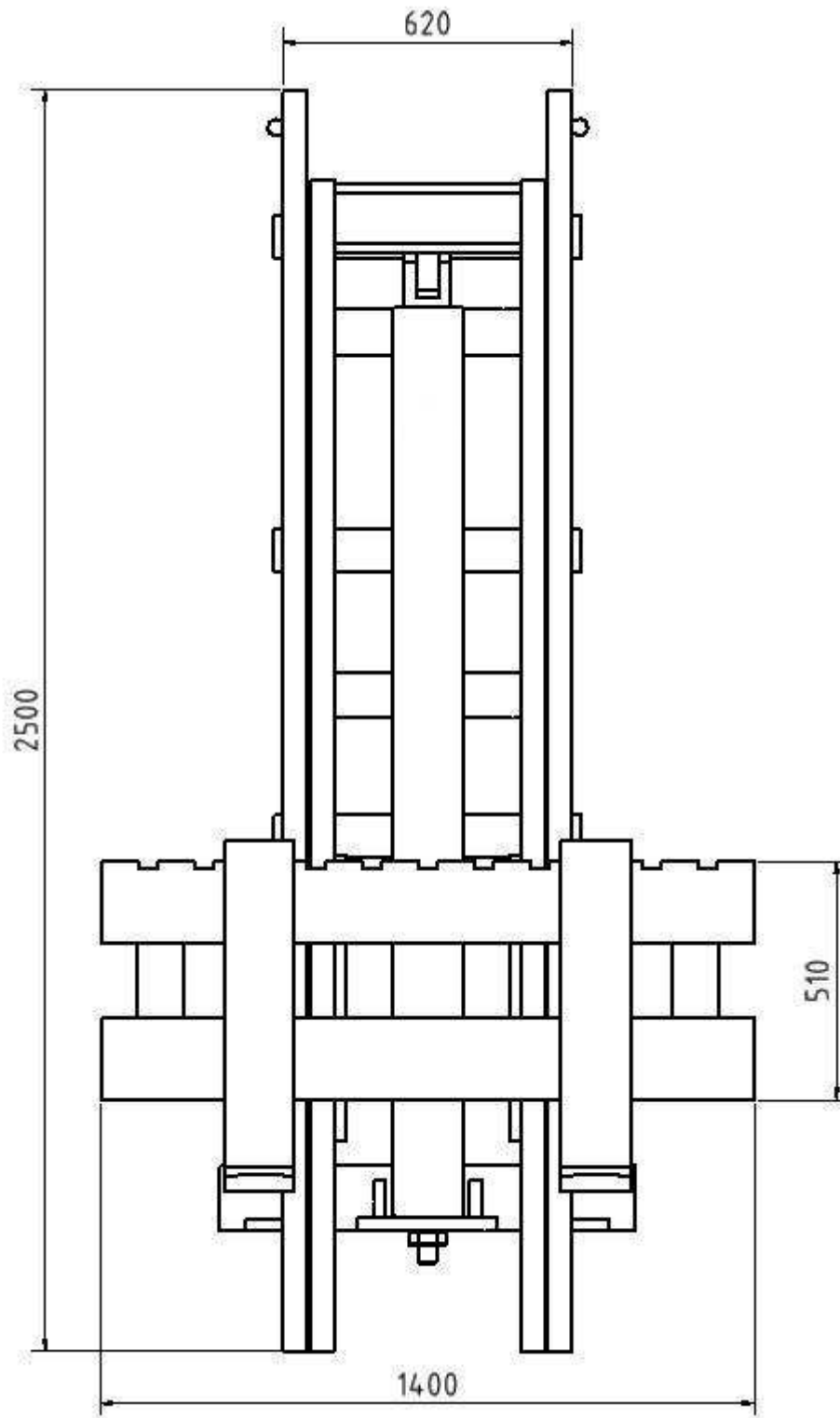
P I NÁRYS SESTAVY

P II PŮDORYS SESTAVY

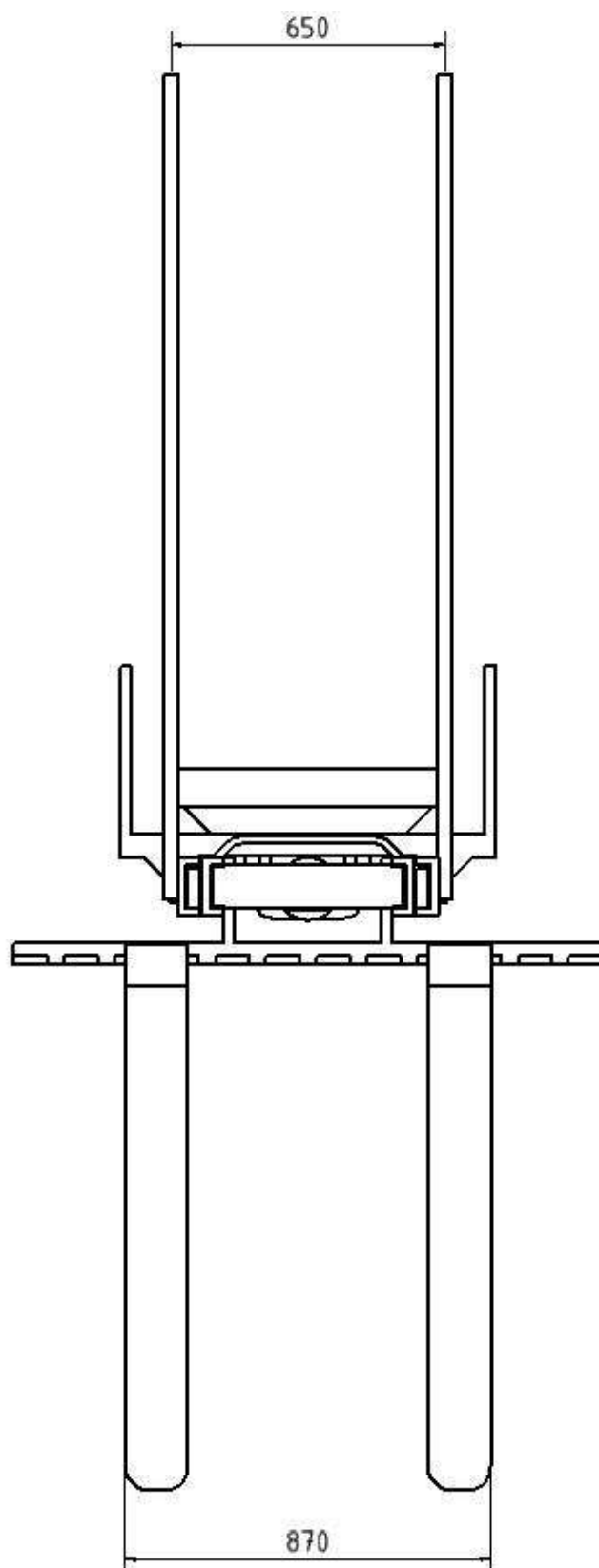
P III BOKORYS SESTAVY

P IV NÁHLED ZVEDÁKU

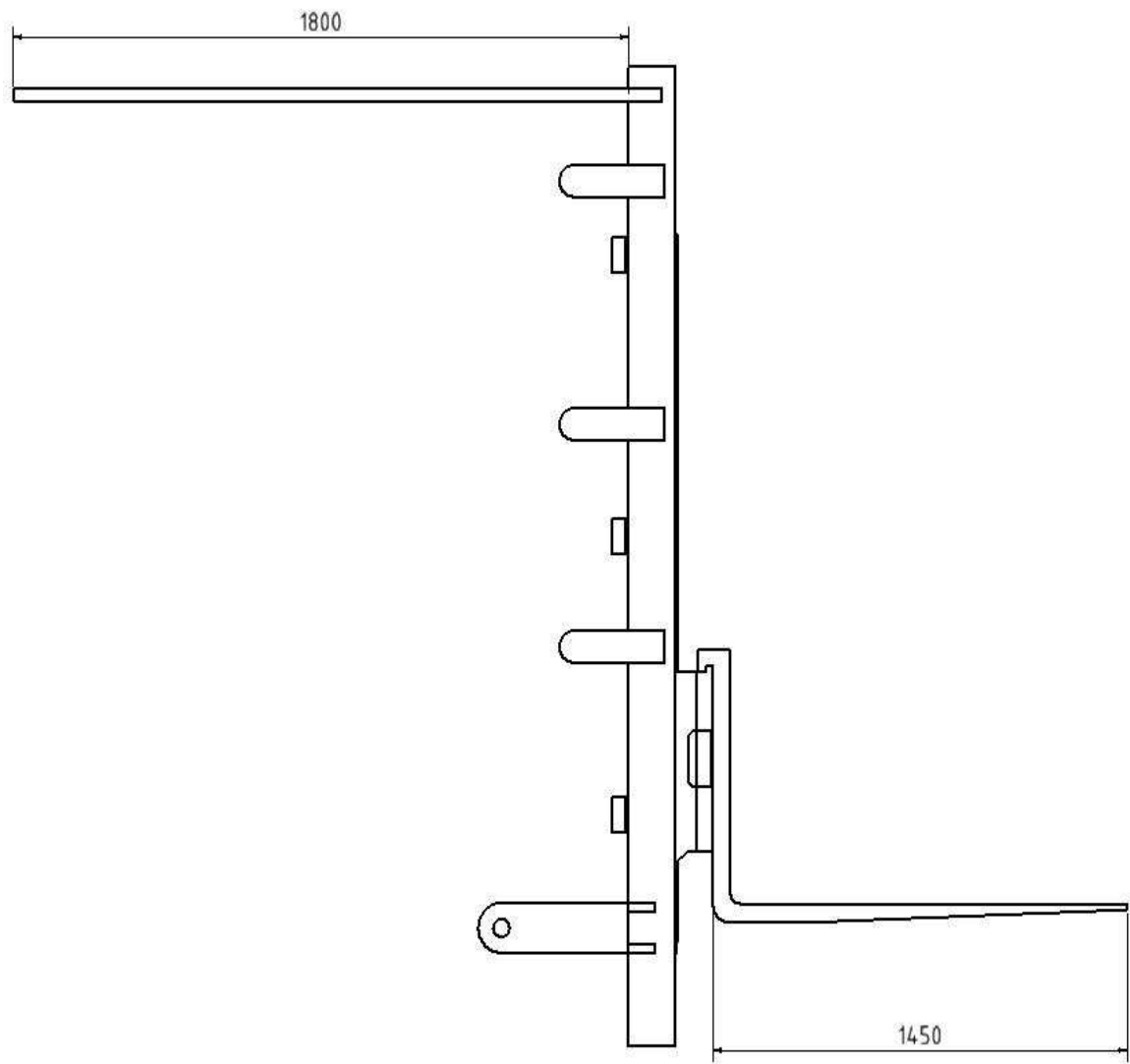
PŘÍLOHA P I: NÁRYS SESTAVY



PŘÍLOHA P II: PŮDORYS SESTAVY



PŘÍLOHA P III: BOKORYS SESTAVY



PŘÍLOHA P IV: NÁHLED ZVEDÁKU

