

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BRNO 2017

ROMAN KRESLÍK



Agronomická
fakulta

Mendelova
univerzita
v Brně



Konstrukce hydraulického podavače
Bakalářská práce

Vedoucí práce:
doc. Ing. Michal Černý, CSc.

Vypracoval:
Roman Kreslík

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: „Konstrukce hydraulického podavače“ vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....
podpis

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu bakalářské práce panu doc. Ing. Michalu Černému, CSc. za jeho trpělivost, cenné rady a připomínky při psaní této práce.

ABSTRAKT

V předkládané bakalářské práci s názvem: „Konstrukce hydraulického podavače“ se především zabývám návrhem a konstrukcí hydraulického podavače (hydraulické ruky) do tříbodového závěsu traktoru, především pro oblast zemědělství a lesnictví. V první části je práce zaměřena na základní hydraulické komponenty, které jsou potřebné k provozu podavače. V druhé části se zabývá rozdělením hydraulických podavačů. Ve třetí části se zabývá samotným návrhem a konstrukcí hydraulického podavače.

Klíčová slova: hydraulická ruka, konstrukce, rameno, přímočarý hydromotor

ABSTRACT

In the present thesis entitled: „Design of the hydraulic feeder“ is mainly concerned with the design and construction of the hydraulic feeder (crane) to the three-point hitch of a tractor, particularly for agriculture and forestry. The first part of the work is focused on the basic hydraulic components that are needed to operate the ADF. The second part deals with the distribution of hydraulic feeders. The third part deals with the design and construction of the hydraulic feeder.

Keywords: hydraulic arm, construction, arm, piston units

OBSAH

ÚVOD.....	9
CÍL PRÁCE.....	10
SEZNAM POUŽITÝCH VELIČIN	11
1 HISTORIE VÝVOJE KONSTRUKCE.....	11
2 HYDRAULICKÉ MECHANISMY.....	13
3 HYDRAULICKÉ KOMPONENTY.....	13
3.1 Hydraulické kapaliny	13
3.2 Hydraulické rozvaděče.....	14
3.3 Spojovací systém.....	17
3.3.1 Hydraulické hadice	18
3.3.2 Nové trendy v ochraně hydraulických hadic	21
3.4 Hydromotory s přímočarým pohybem	23
3.5 Hydraulické zámky	26
4 PŘEHLED APLIKACÍ HYDRAULICKÉ RUKY	26
4.1 Aplikace hydraulické ruky v zemědělství.....	27
4.2 Aplikace hydraulické ruky v lesnictví.....	28
4.3 Aplikace hydraulické ruky ve stavebnictví, dopravě, dalších.....	30
5 HYDRAULICKÁ RUKA DOMÁCÍ VÝROBY	31
6 NÁVRH VLASTNÍ KONCEPCE	32
6.1 Části hydraulické ruky.....	34
6.1.1 Sloup	34
6.1.2 Rameno.....	35
6.1.3 Teleskopický díl ramene.....	36
6.1.4 Hák s otočí.....	37
6.1.5 Elektromagnetický rozvaděč	37

6.1.6	Hydraulický zámek.....	38
6.2	Pevnostní výpočty	38
6.2.1	Výpočet pevnosti teleskopického dílu.....	38
6.2.2	Výpočet pevnosti ramene	39
6.2.3	Výpočet čepu háku	41
6.2.4	Výpočet čepu rolny.....	42
6.2.5	Výpočet horního čepu přímočarého hydromotoru pro zvedání ramene	43
6.3	Postup montáže hydraulického podavače	44
6.4	Údržba a obsluha hydraulického podavače	45
7	ZÁVĚR.....	47
	LITERATURA	48
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	49
	SEZNAM PŘÍLOH.....	50

ÚVOD

S hydraulickým podavačem (hydraulickou rukou) se lze setkat snad v každém odvětví průmyslu. Nejčastěji ve stavebnictví, v zemědělství, v lesnictví, v montážních a opravárenských dílnách apod. Jsou vhodné pro manipulaci s břemeny kusovými nebo sypkými, které jsou pro člověka už příliš těžké, je třeba břemeno umístit do větší výšky anebo také usnadnit a zefektivnit práci.

Hydraulickou rukou lze nahradit jeřáb, ruka nabízí lepší mobilitu, je levnější, má snadné ovládání a dá se připojit nebo namontovat na každý stroj nebo vozidlo. Hydraulická ruka může být v mnoha provedeních, různé konstrukce, s různými dosahy ramene do dálky či výšky i přes deset metrů, s nosností až dvanáct tun. Ruky od nejmenších, které jsou na vozících za čtyřkolku nebo dílenské hydraulické ruky, po největší na vyprošťovacích nákladních automobilech či lesních harvestorech. Hydraulické ruky se skládají ze dvou hlavních částí, sloup a výložník (rameno). Nejdůležitější částí jsou hydraulické válce, bez nichž by hydraulická ruka nemohla pracovat. [7]

Poznámka: S hydraulickou rukou za traktor jsem se poprvé osobně setkal a měl možnost s ní pracovat na brigádě u soukromého zemědělce před dvěma roky. Jezdil jsem s traktorem Zetor 9540 v agregaci s hydraulickou rukou a s přívěsem BSS PS2 09.07 s vaky, kdy jsem plnil osivem secí stroj.

CÍL PRÁCE

Cílem předkládané bakalářské práce s názvem Konstrukce hydraulického podavače, je posoudit vývoj v oblasti hydraulického obslužného zařízení a předložit vlastní návrh konstrukce s pevnostním ověřením a dokumentací pro výrobu.

SEZNAM POUŽITÝCH VELIČIN

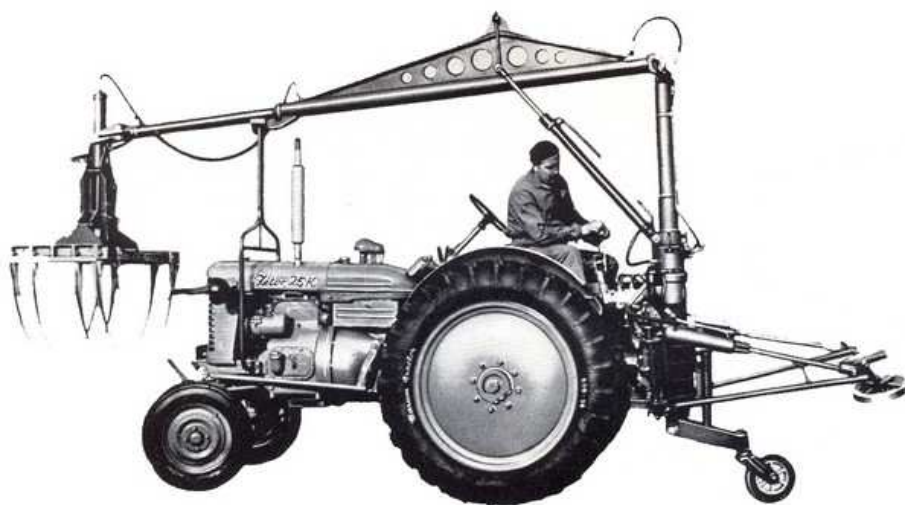
Symbol	Veličina	Jednotka
a	Šířka profilu součásti i vzdálenostní kóta	mm
b	Šířka profilu součásti	mm
d	Průměr součásti	mm
F	Působící síla	N
F_{RAX}	Reakční síla v bodě A ve směru osy x	N
F_{RAY}	Reakční síla v bodě A ve směru osy y	N
F_{RBX}	Reakční síla v bodě B	N
h	Výška profilu součásti	mm
k	Bezpečnost proti poškození součásti	-
m	Vzdálenostní kóta	mm
M_O	Ohybový moment	N.mm
n	Vzdálenostní kóta	mm
Re	Mez kluzu	MPa
Rm	Mez pevnosti	MPa
S	Obsah součásti	mm ²
W_{el}	Pružný modul průřezu	mm ³
σ_o	Napětí v ohybu	MPa
τ_s	Napětí ve střihu	MPa
τ_k	Napětí ve střihu na mezi kluzu	MPa

1 HISTORIE VÝVOJE KONSTRUKCE

První u nás vyrobenou hydraulickou rukou za traktor byl nakladač NuJN 100, byl vyroben v roce 1957 v Adamovských strojárnách v Humpolci. Nakladač byl nesený a agregován především za Zetor 25A a Zetor 25K (obr. 1). Tažená verze nakladače měla označení NuJZ 150.

Poté v roce 1968 následoval nakladač UNHZ 500, který byl velmi populární a vyráběl se až do roku 1992, počet vyrobených kusů byl 38000. Dalším nástupcem byl nakladač UNHZ 750, vyráběl se od roku 1972 do roku 1994 a bylo jich vyrobeno přes 15000 kusů.

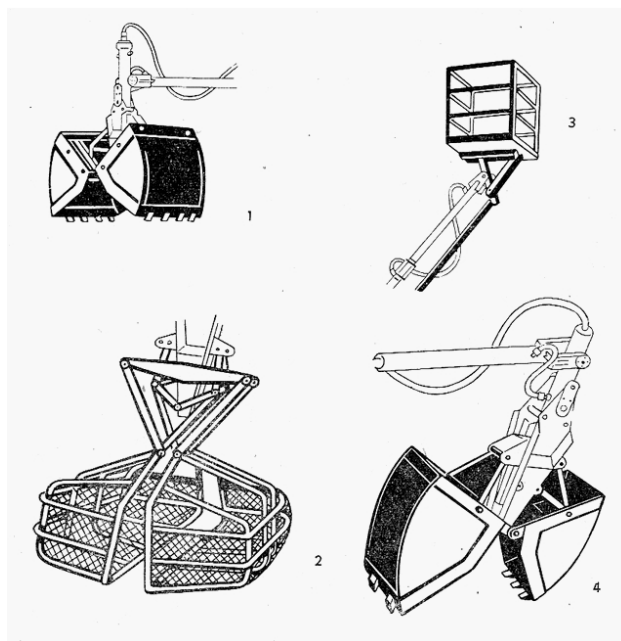
Dalším a posledním z řady těchto nakladačů byl ND4-039. Poté jednoznačně dostaly přednost čelní nakladače. [8]



Obr. 1 Hydraulický nakladač NuJN 100 na Zetoru 25K, [9]

Myšlenka na dovybavení traktorů dalšími stroji sahá až do prvních traktorů. Po celém světě byly na podvozcích traktorů vyráběny nakladače, bagry, vysokozdvížené vozíky a tak dále.

U nás to začalo u Zetoru 25, který byl vybaven hydraulickým nakladačem. Hydraulický nakladač velice usnadnil nakládací práce na farmách. V podstatě byl postaven s cílem nakládání chlévské mrvy, ale byl také dovybaven výměnnými nástroji (obr. 2), jako jsou lžíce na sypké materiály, na okopaniny, hák nebo plošina. [9]



Obr. 2 Výměnné nástroje nakladače NUJN 100, 1 – na sypké hmoty, 2 – na okopaniny, 3 – plošina, 4 – na zeminu, [9]

2 HYDRAULICKÉ MECHANISMY

Jsou to zařízení, které využívají tekutiny k přenosu energie mezi hnacím a hnaným členem a také k přenosu informace. Je-li tekutinou kapalina, jedná se o hydraulické mechanismy. Kapalíně je v generátoru předána energie, daná součinem $V \cdot p$, V je objem nositele energie a p tlakový potenciál. [3]

3 HYDRAULICKÉ KOMPONENTY

3.1 Hydraulické kapaliny

„Hydraulická kapalina je pro hydraulické zařízení velmi důležitým komponentem, který umožňuje přenos síly a energie.

S ohledem na velmi rozsáhlé aplikace hydraulických systémů, kde kladené požadavky jsou velmi odlišné, tvoří i z toho vyplývající požadavky na pracovní hydraulickou kapalinu širokou a náročnou oblast.

Neexistuje proto žádná ideální kapalina, která by splnila všechny kladené nároky. Proto je volba nejvhodnější kapaliny pro konkrétní případ aplikace vždy velmi důležitá a ovlivní spolehlivost a životnost hydraulického systému.“ [1]

Požadavky na kapaliny

„Pracovní hydraulická kapalina musí mít především vlastnost, že je schopná vytvořit mazací film. Tento film nesmí být narušitelný vysokými tlaky, prouděním, poklesem viskozity nebo rychlými pohyby třecích ploch. Tento film např. u šoupátkových rozvaděčů musí být vytvořen i v mezeře 8 až 10 μm .

Obecně narušení (opotřebení) povrchu kovových dílů může nastávat v důsledku působení těchto faktorů:

- *Kapalina obsahuje neodfiltrované nečistoty (např. kovové částičky, keramický prach nebo jiné pevné nečistoty), narušením mazacího filmu a přímým kontaktem s pohybujícími se kovovými plochami dochází k většímu opotřebení při současném nebezpečí zadření.*
- *Opotřebení vznikem kavitace, základní příčinou je vzduch v oleji, případně přítomnost vody v kapalině, nejznámější případy se vyskytují u čerpadel a souvisejí velmi často s podtlakem např. v sání.*
- *Dochází ke korozi povrchu kovových dílů, zejména při přerušení provozu po delší dobu, v případech, když nebudou povrchy kapalinou chráněny, základní příčinou špatné ochrany kovového povrchu je buď nevhodně zvolená kapalina anebo kapalina obsahuje vlhkost.“ [1]*

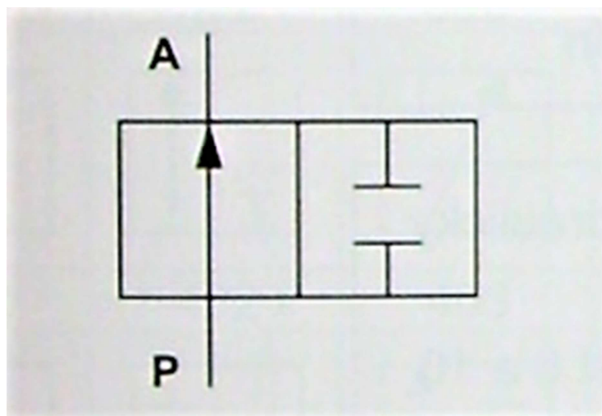
3.2 Hydraulické rozvaděče

„Pod pojmem ‘hydraulické rozvaděče‘ rozumíme veškeré komponenty, jejichž prostřednictvím lze řídit rozběh mechanismu, hrazení průtoku a změnu směru průtoku tlakového media.“ [1]

Specifické vlastnosti

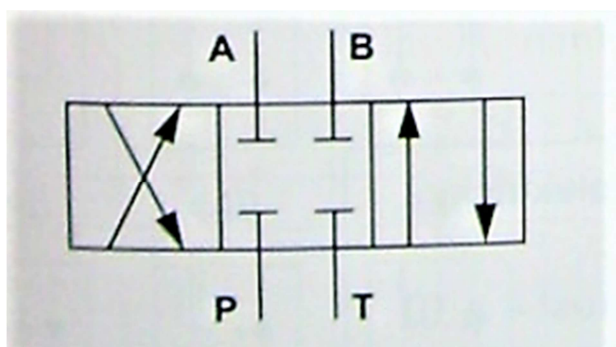
„Označování hydraulických rozvaděčů je realizováno dle počtu pracovních větví (zde nejsou zahrnuty pracovní větve řídicího tlaku) a počtu přestavovaných poloh.

Rozvaděč se dvěmi pracovními polohami a se dvěmi polohami přestavení je označován jako 2/2 rozvaděč obr. 3.“ [1]



Obr. 3 Hydraulický rozvaděč 2/2, [1]

„Hydraulický rozvaděč se čtyřmi pracovními větvemi a s třemi polohami přestavení označujeme jako rozvaděč 4/3 obr. 4.“ [1]



Obr. 4 Hydraulický rozvaděč 4/3 (4- cestný, 3- polohový), [1]

Šoupátkové rozvaděče

„Šoupátkové rozvaděče jsou konstruovány s využitím principu, kdy ve vedení tělesa rozvaděče se pohybuje šoupátko.“

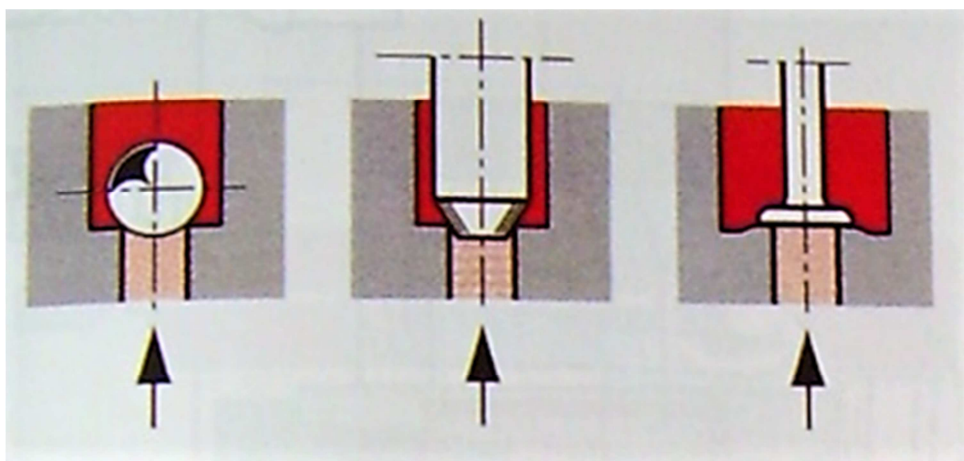
Těleso rozvaděče je obvykle zhotoveno z hydraulické litiny, z oceli nebo z jiných vhodných materiálů. V tělese je uspořádána soustava funkčních kanálů kruhového provedení, kanály jsou zhotoveny jako lité nebo soustružené. Tyto kanály jsou spojeny s funkčním otvorem, v němž se pohybuje šoupátko a rozděluje průtok pracovní kapaliny do jednotlivých pracovních větví. Kanály jsou zhotoveny jako souosé nebo excentrické. Na základě uvedeného konstrukčního provedení existují v tělese hydraulického rozvaděče řídicí hrany, jež hrají významnou úlohu při funkci rozvaděče v kombinaci

s přestavováním šoupátka. Pohybem šoupátka vzniká propojení nebo přerušení cest možných průtoků.

U šoupátkových rozvaděčů je jejich utěsnění realizováno pouze malou vkládací vůlí šoupátka do tělesa rozvaděče. Kvalita utěsnění je závislá na hodnotě vůle mezi uvedenými komponenty, dále na hodnotě viskozity pracovní kapaliny a obzvláště na hodnotě pracovního tlaku. Tyto skutečnosti je nutno zohlednit při výpočtu účinnosti hydraulického obvodu. Na základě studii odborné literatury je všeobecně známo, že velikost ztrát kapaliny z prosaků je závislá na velikosti vůle mezi šoupátkem rozvaděče a jeho vedením. Teoreticky lze hodnotu uvedených ztrát zmenšit nebo zvětšit délkou šoupátka, překrytím hran kanálů rozvaděče, apod. V praktickém použití však existují omezující hranice.“ [1]

Sedlové rozvaděče

„Tyto rozvaděče jsou prakticky sedlové ventily, u kterých je těsnící dvojicí kulička s kuželovým sedlem, případně talíř dosedající do sedla obr. 5. Při narůstající hodnotě pracovního tlaku narůstá také spolehlivost těsnosti uvedených uzlů.“ [1]



Obr. 5 Zobrazení popisovaných systémů těsnění sedlových rozvaděčů, [1]

„Charakteristickými znaky popisovaných rozvaděčů jsou:

- Rozvaděče pracují bez existence prosaků kapaliny
- Vykazují vysokou životnost a spolehlivost, nepůsobí zde nebezpečí zanášení a lepení
- Pro funkci uzavření rozvaděčů není nutný žádný další mechanismus

- *Lze je v praxi nasazovat v hydraulických obvodech v oblastech vysokých a maximálních tlaků, jelikož zde nehrozí hydraulické lepení zavíracího prvku (a tlaková závislost na deformaci), nepůsobí zde ani sekundární prosaky kapaliny*
- *Existují zde ale velké tlakové ztráty v důsledku krátkých zdvihů*
- *Sedlové ventily se vyrábějí v provedení jako přímo nebo nepřímo řízené“ [1]*

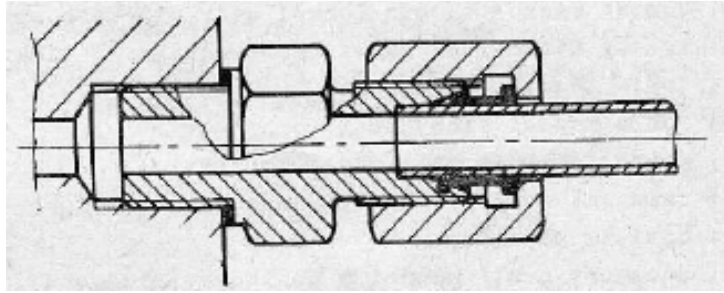
3.3 Spojovací systém

„Spojovací materiál hydraulických systémů lze v podstatě rozdělit do několika základních skupin:

- 1. bezešvé ocelové trubky*
- 2. pryžové hadice s koncovkami*
- 3. ocelové vrtané kostky, nebo spojované desky s drážkami (sandwich systém)*
- 4. vertikální řazení hydraulických prvků*
- 5. Spojovací šroubení (fitinky), otočné a teleskopické spoje*

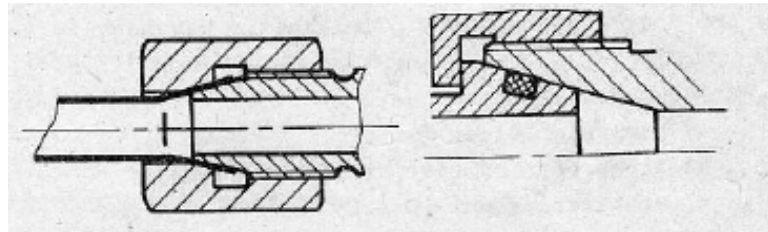
Pro seriovou výrobu hydraulických obvodů se s výhodou používá co největšího soustředění řídicích prvků na ploše desky či kostky, která je nejen nosným elementem, ale ve které jsou vyvrtány i spojovací kanály. Tento způsob umožňuje spojení hydraulických prvků s co největší těsností a s nejmenšími ztrátami kapaliny. Sandwich-systém se liší tím, že celý obvod sestává několika plochých desek, v nichž jsou kanály vyvrtány pouze příčně, jako prodloužení výstupních kanálů hydraulických prvků a propojení mezi nimi je provedeno drážkami v dělicí rovině desek. Vnější těsnost i vzájemná těsnost kanálů je zajištěna pouze stažením jednotlivých desek k sobě. Klade vyšší nároky na kvalitu opracování a rovinnost spojovacích ploch. Hydraulické prvky se připojují k těmto deskám nebo kostkám přírubovým způsobem a spojovací kanály jsou těsněny pryžovými O- kroužky.

Spojení prvků na větší vzdálenosti se provádí téměř výhradně bezešvými trubkami, pouze pro spojení s pohyblivými částmi je vhodné použít hadic. Používají se vysokotlaké pryžové hadice z olejvzdorné pryže s textilní vložkou a koncovkami. Kvalita spojení a životnost značně závisí na správné montáži hadic. Hadice nesmí být při montáži zkrucovány, nesmí u nich docházet k ostrým ohybům, zvláště v blízkosti koncovek nesmí být za provozu natahovány.“ [2]



Obr. 6 Napájené šroubení, [2]

„Pro připojení trubek a hadic je vždy nutné použít šroubení. Šroubení je téměř vždy zdrojem zvýšených úniků kapaliny netěsnostmi. V současné době je v běžných případech používáno napájené šroubení podle normy ČSN (obr. 6). Pokud chceme zaručit jeho co největší těsnost a spolehlivost, je zapotřebí považovat toto spojení za nerozebíratelné. (Při dotažení se v těsnících místech prstene a trubky vytváří trvalá deformace materiálu, kterou při opětovné montáži nelze opakovat). Někteří výrobci i uživatelé zvláště vysokotlaké hydrauliky používají svá vlastní patentovaná šroubení (v některých případech i s použitím pryžových těsnících materiálů, obr. 7), nebo předepisují připojení potrubí pomocí přivařených přírub šroubovaných k tělesu hydraulického prvku.“ [2]



Obr. 7 Šroubení s použitím pryžových těsnících materiálů, [2]

„Otočné i teleskopické spoje u nás nejsou hromadně vyráběné. Jsou vždy zdrojem zvýšených úniků kapaliny netěsnostmi. Je zapotřebí pečlivě uvažovat nutnost jejich použití.“ [2]

3.3.1 Hydraulické hadice

„Hydraulické hadice plní důležitou funkci při přenosu tlakové energie. Hlavními pracovními médii jsou hydraulické oleje, voda, vodní emulze minerálních a hydraulických olejů, pohonné hmoty (kromě benzínu), plastická maziva nebo

plyny. Rozsah pracovních teplot dopravované látky je $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ při teplotě vnějšího prostředí $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ (závisí na druhu použité hadice). Tlaková odolnost pryžových hydraulických hadic je do 500 bar, při speciálních termoplastových hadicích to může být do 2800bar. Na základě pracovního tlaku je možné hydraulické hadice rozdělit na:

- Nízkotlaké
- Vysokotlaké
- Hadice pro extrémně vysoké tlaky

Nejčastěji používané hydraulické hadice jsou podle normy EN853- 1SN, 2SN; podle normy EN856- 4SP, 4SH; podle normy EN857- 1SC, 2SC, podle normy EN854- 1Te, 2TE.“ [6]

Materiál hydraulických hadic a koncovek

„Při návrhu hydraulické hadice musíme vzít v úvahu použití hadice, přepravované médium a pracovní parametry (tlak, teplota media / okolí). Podle použitého materiálu je možné hydraulické hadice rozdělit na:

- Gumové hydraulické hadice- nejčastěji používané v hydraulických systémech
- Termoplastické hydraulické hadice- vzhledem k výborné flexibilitě a čistotě vnitřní vrstvy se používají v minihydraulice, v měřicích a uzavřených systémech“ [6]

Materiál pryžových hydraulických hadic:

Vnitřní vrstva

„Musí být navržena na základě přepravovaného média. Nejčastěji používaný materiál je NBR, který odolává minerálním olejům, vodě, glykolům a vzduchu. Vhodnost použití pro BIO oleje je třeba konzultovat s výrobcem, jelikož ne všechny směsi NBR jsou vhodné pro tento druh média. Ve speciálních případech může být vnitřní vrstva z materiálu VITON nebo PTFE.“ [6]

Výztuž

„Zabezpečuje odolnost hadice vůči tlaku. Podle typu hadice může být křížově vinutá (napr. 1SN, 2SN) nebo spirálově vinutá (např. 4SH). Výztuž může být ocelová nebo

textilní podle typu hadice. Pro sací větve hydraulických obvodů se používá hadice s ocelovou spirálou.“ [6]

Vnější vrstva

„Chrání hadici před vnějšími vlivy, jako jsou teplo, poškození otěrem, vlivy počasí. Nejčastěji používaný materiál je NBR, CR nebo EPDM. V případech kde je nutná zvýšená odolnost proti otěru je možné použít speciální materiál, který chrání hadici před poškozením při současném zachování flexibility hadice.“ [6]

Materiál koncovek a hydraulických šroubení

„Pro běžné hydraulické systémy se na hadice lisují koncovky z nástrojových ocelí, které jsou povrchově upraveny zinkováním. Povrchová úprava zajišťuje odolnost koncovek vůči korozi.

V případě dopravy agresivních médií nebo v případě umístění hadic v agresivním prostředí je možné na hadice lisovat koncovky z nerezových materiálů. Nejčastěji AISI 316, AISI 316L nebo AISI 316Ti.

Hydraulické šroubení a rychlospojky lze také dodávat v provedení z pozinkované oceli nebo pro použití v agresivním prostředí z nerezové oceli.“ [6]

Ochrany pro hydraulické hadice

„V některých případech je třeba vnější povrch hadice chránit dodatečnou ochranou na co je možné použít následující:

Ochrany proti otěru

Pozinkovaný oplet, nerezový oplet, ocelová spirála kruhového průřezu, ocelová spirála plochá, plastová spirála nebo speciální venkovní vrstva hadice odolná otěru.

Ochrany před teplem

Rukáv ze skelných vláken CB30 do 550 °C, ochrana z keramických vláken zpevněných sklem BB51 do 700 °C, ochrana z keramických vláken zpevněných Inconel BB52 do 1100 °C, rukáv ze skelných vláken se silikonem Pyrotex, ochranný rukáv ze speciálních vláken textilu do 1200 °C.“ [6]

3.3.2 Nové trendy v ochraně hydraulických hadic

„Poruchy hydraulických hadic, včetně mechanických poškození a abraze, jsou jedněmi z nejčastějších příčin výpadků hydraulických systémů, přinášejících nejen náklady na opravy a ztráty z prostoje strojů, ale i významná bezpečnostní rizika pro jejich uživatele a obsluhu.

Proto je jakýkoliv technický pokrok zvyšující spolehlivost a bezpečnost hydraulických hadic, včetně jejich mechanické odolnosti, vždy velmi vítán. Schopnost vyvinout nové materiály a vzájemně je zkombinovat podle požadované funkce hadice je pro takový vývoj rozhodující.

Dnešní mobilní a průmyslové stroje jsou při srovnatelných rozměrech stále výkonnější a složitější. V důsledku vzrůstajícího množství nejrůznějších přídavných zařízení se využitelný prostor pro tradiční komponenty neustále zmenšuje, zatímco nároky na jejich výkon a trvanlivost se neustále zvyšují. Vysoké pracovní tlaky, trvalý provoz při vysokých teplotách, dlouhodobá odolnost dynamickým impulsům, mechanickému zatížení, povětrnostním vlivům, abrazi atd. – na jedné straně, a co nejmenší rozměry a hmotnost a co největší ohebnost – na druhé straně, to jsou ty protichůdné požadavky dnešní doby, se kterými se musí výrobci hydraulických hadic umět vyrovnat.

Nejčastější příčinou poruch hydraulických hadic není ztráta těsnosti nebo prasknutí působením hydraulického tlaku, ale mechanické poškození. Právě v takových aplikacích se k otěru hadice často přidružuje i velmi malý poloměr ohybu, jehož efekt je v zejména v mobilní technice ještě znásoben povětrnostními vlivy, působením UV záření a ozonu. Takovým kumulovaným mechanickým a chemickým vlivům již nedokáže odolat žádný z dnes známých elastomerů (pryží). Nedostatečná elasticita plastomerů (termoplastů) zase omezuje jejich použití pro duši hadice a to zejména v aplikacích s dynamickými tlaky, v nichž je životnost plastových hadic do první netěsnosti v porovnání s pryžovými hadicemi výrazně kratší. Řešením pro takové aplikace proto nejsou ani pryžové ani plastové hadice. Jako logické východisko se tedy nabízí hadice hybridní konstrukce – vnitřní duše pryžová, vnější plášť z termoplastu. Co se však zdá konstrukčně jednoduché nemusí být vždy technologicky – a to je právě tento případ.

Parker Hannifin, vedoucí světová společnost v oboru hydraulických a pneumatických prvků, je jedním z mála výrobců hydraulických hadic, který si s tímto

technologickým problémem poradil a v současné době uvedl na trh několik typů hydraulických hadic s kombinovanou konstrukcí – duší ze syntetické pryže NBR a pláště z polyuretanu (PU).

NBR je elastomer kompatibilní s širokým spektrem medií – minerálními a biologicky odbouratelnými oleji, mazacími oleji a tuky, s vodou a roztoky voda-olej a voda-glykol, se vzduchem, suchým vzduchem a s mnoha dalšími látkami. Současně je NBR v širokém rozsahu teplot dobře mechanicky odolný vysokým tlakům, cyklickým relativním pohybům duše vůči povrchu koncovky i abrazivním účinkům proudících medií.

Polyuretan je na druhé straně výborná volba pro plášť hadice. Má vynikající mechanické i chemické vlastnosti, pevnost, odolnost proti nárazům a otěru, dostatečnou elasticitu i při nízkých teplotách, odolnost proti UV záření a ozónu i odolnost běžným chemikáliím, kterým mohou být hadice při běžném provozu vystaveny. Kromě toho umožňuje polyuretan zhotovit plášť hadice v různých barevných provedeních, což je mimo pochopitelných estetických předností využitelné i pro odlišení různých souběžně vedených hadic a vyloučení chyb a časových ztrát na montážních linkách a při pozdějších opravách strojů. PU materiál také umožňuje technologicky jednoduché spojení několika hadic do zdvojené nebo vícenásobné verze používané např. ve vysokozdvizných vozících.“ [5]



Obr. 8 Hydraulické hadice s novou formou ochrany, [5]

„Kombinací obou základních materiálů pak hadice s NBR duší a PU pláštěm vykazují vlastnosti nedostižné u tradičních pryžových nebo plastových hadic a mohou tak splňovat ty nejnáročnější a protichůdné požadavky dnešních strojů – např.

vysokozdvížných vozíků, mobilních a teleskopických jeřábů, manipulátorů, robotů, obráběcích strojů, lisů na plasty a mnoha dalších aplikací.

Hadicemi hybridní konstrukce NBR/PU Parker Hannifin přispívá výrobcům mobilní a průmyslové techniky k uskutečnění jejich snah o stále výkonnější a kompaktnější stroje pracující ve stále náročnějších podmínkách, uživatelům strojů umožňuje snížení jejich nákladů na opravy a prostoje, a ve svém oboru znovu zvyšuje svůj technický náskok a posunuje laťku technické úrovně.“ [5]

3.4 Hydromotory s přímočarým pohybem

„Jsou hydraulické válce, které podle konstrukce rozdělujeme na:

- *Jednočinné - s pístem a pístnicí*
 - *s plunžrem*
- *Dvojčinné - s jednostrannou pístnicí*
 - *s průběžnou pístnicí“ [2]*

Jednočinné přímočaré hydromotory

„Hydraulický válec s jednosměrnou funkcí (jednočinný válec) poskytuje pohyb a sílu pouze v jednom směru. Opačný směr pohybu je proveden buď pružinou, vlastní vahou pístu s pístnicí, anebo působením vnější síly. Lze konstatovat, že tyto hydraulické válce mají pouze jednu funkční plochu (na níž působí tlak kapaliny).“ [1]

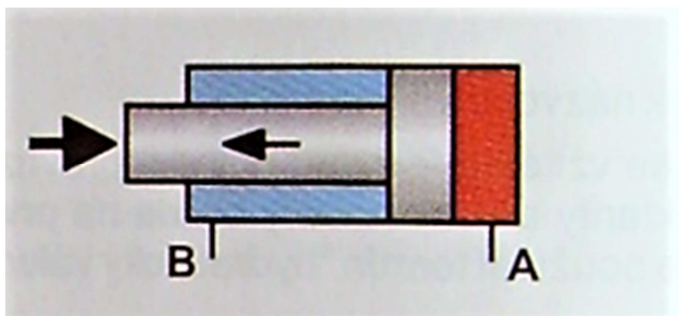
Dvojčinné přímočaré hydromotory

„Hydraulické válce dvojčinné mají dvě a to buď stejné nebo rozdílné plochy, na které působí pracovní tlak kapaliny. Dále mají dva separátní přípoje pro pracovní kapalinu. Na základě přivedení tlakové kapaliny do přípoje A nebo B vznikne síla jedním (tlaková) nebo druhým (tahová) směrem. Tento hydraulický válec má obecné použití.“ [1]

Hydraulický válec diferenciální (s jednostrannou pístnicí)

„Typ hydraulického válce dle obr. 9 má nejčastější použití v nejrůznějších aplikacích. Píst je pevně spojen s pístnicí s menším průměrem. “Diferenciální“ – tento název plyne ze skutečnosti, že funkční plochy jsou rozdílně velké. Poměr funkčních ploch, t.j. plochy pístu a plochy mezikruží je označován jako faktor ϕ . Maximální síla

pro pohyb pístnice z válce je dána plochou pístu a pracovním tlakem, pro směr pohybu do válce potom plochou mezikruží a pracovním tlakem. Při stejném maximálním pracovním tlaku pro oba směry pohybu je síla tlaková φ - krát větší než síla tahová (při zasouvání pístnice). Objemy prostorů na straně pístu a na straně pístnice jsou úměrné příslušným plochám. Rychlosti pohybu při stejném průtoku Q jsou v opačném poměru než plochy.“ [1]



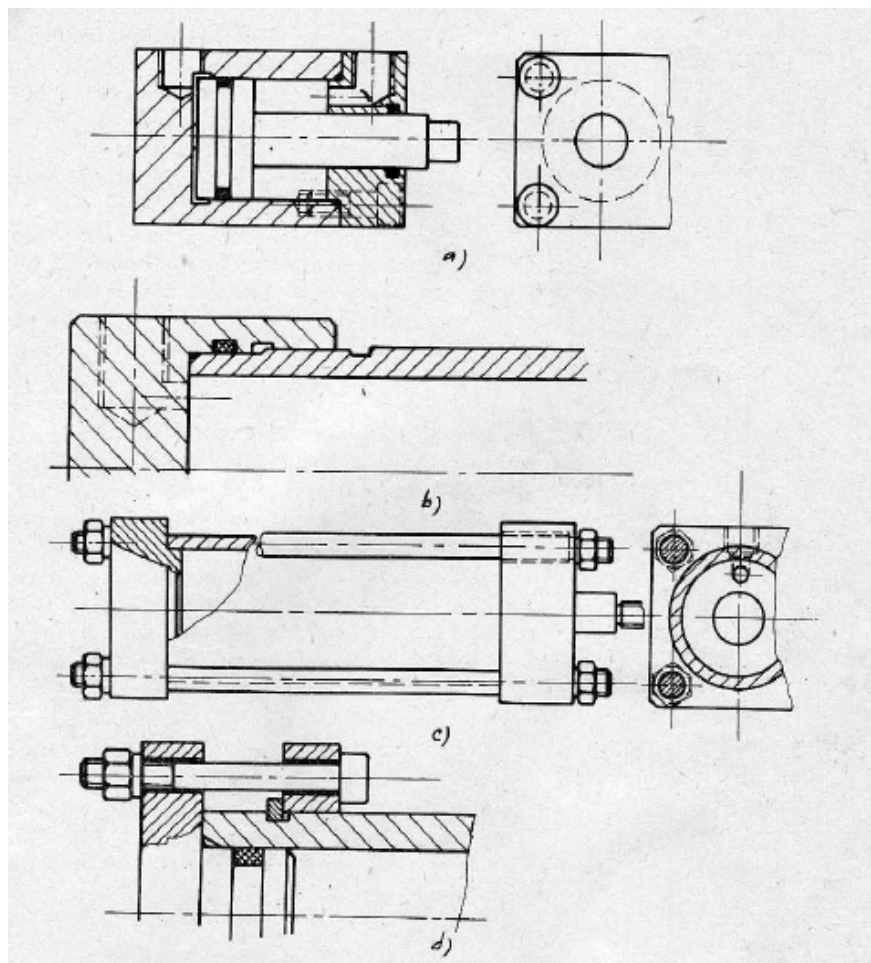
Obr. 9 Hydraulický válec diferenciální s jednostrannou pístnicí, [4]

„Lze shrnout:

- Přivedeme- li pracovní kapalinu o průtoku Q na velkou plochu, obdržíme velkou sílu, ale malou rychlost.
- Přivedeme- li pracovní kapalinu o průtoku Q na malou plochu, obdržíme malou sílu, ale velkou rychlost.“ [1]

Konstrukce

„Konstrukce běžných typů přímočarých motorů dvojčinných s jednostrannou pístnicí jsou na obr. 10. Na obr. 10a je hydromotor menšího průměru a pro kratší zdvihy, konstrukce vhodná pro kusovou výrobu: vrtaná ocelová či litinová kostka s přišroubovaným víkem, které má otvor pro pístnici. Na obr. 10b je běžná konstrukce hydraulického válce. Válec je vyroben z ocelové bezešvé trubky a čela s přívody hydraulické kapaliny a s otvorem pro pístnici, opatřeným těsněním jsou na trubku válce našroubována. Někdy je používána montáž čel stažením šrouby vedenými vně válce obr. 10c. U delších válců, kde by se těžko dosahovalo předpětí dlouhých montážních šroubů, se užívá konstrukce s nasazenými přírubami pojištěnými na válci zděrami, ke kterým jsou čela válce našroubována krátkými šrouby, obr. 10d.“ [2]



Obr. 10 Konstrukce dvojčinných přímočarých hydromotorů s jednostrannou pístnicí, [2]

Těsnění pístů a pístnic

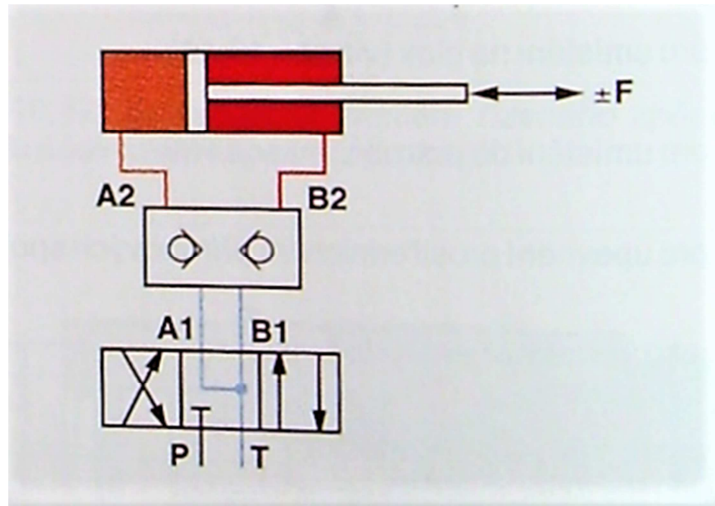
„Těsnění je důležitým konstrukčním prvkem. Na správném výběru těsnění závisí spolehlivost funkce, třecí síly, dosažitelné zrychlení při rozběhu i maximální rychlost pohybu pístu.“

Běžně používaná pohybová těsnění jsou:

- a) Manžety z olejvzdorné pryže
- b) Pístní kroužky kovové
- c) Pryžové kroužky kruhového průřezu“ [2]

3.5 Hydraulické zámky

„Jsou určeny k aretaci poloh a stavů hydraulických přístrojů (hydromotorů) při přerušení dodávky pracovní kapaliny. Pracují také jako havarijní pojistka při poruše hydraulického systému - což je nutná podmínka u všech zdvihacích zařízení.“ [1]



Obr. 11 Použití hydraulického zámku v praktickém provedení, [1]

„Obě pracovní větve jsou uzavřeny (bez prosakování kapaliny). Hydraulický válec nevykazuje pohyb ani při působení vnějších sil. To znamená, že ani v případě, kdy jsou hydraulické válce zatěžovány břemenem po delší dobu, nedojde ani k sebemenšímu pohybu pístu. Důvodem k tomu je bezprosakové uzavření obou kuželek ventilu, přičemž obě pracovní větve spotřebiče (A a B) při střední poloze šoupátkového rozvaděče jsou propojeny s odpadní větví do nádrže.“ [1]

4 PŘEHLED APLIKACÍ HYDRAULICKÉ RUKY

Hydraulické ruky mají velké uplatnění. Lze je spatřit například při manipulaci s břemeny v zemědělství, v lesnictví, ve stavebnictví, v odpadovém hospodářství, na překladištích, v montážních dílnách a při práci hasičů. Ruky mohou být stacionární, přípojné nebo součástí stroje či dopravního prostředku. Hydraulické ruky mohou být na konci vybaveny například hákem, plní funkci jeřábu, kleštěmi na uchopení kmene stromu, kdy plní funkci nakladače dřeva, harvesterovou těžební hlavicí, použití při kácení stromů, mulčovací hlavicí, při údržbě travních ploch. Dále může být vybavena drapákem, lžící, vrtákem, atd.

4.1 Aplikace hydraulické ruky v zemědělství

a) Traktorové nesené

Hydraulické ruky připojné do zadního tříbodového závěsu nebo čelního tříbodového závěsu traktoru se v zemědělství používají především na manipulaci s vaky s osivy a umělými hnojivy. Manipulace probíhá například z přípojného dopravního prostředku za traktor do zásobníku secího stroje nebo rozmetadla průmyslových hnojiv. Tyto vaky mají ve většině případů hmotnost 500kg nebo 1000kg a musejí se zvednout do výšky až 3m nad zemi.



Obr. 12 Hydraulická ruka do tříbodového závěsu traktoru, [10]

b) Na taženém dopravním prostředku

Tyto hydraulické ruky také mají uplatnění při manipulaci s vaky osiv, umělých hnojiv a dalších břemen. Mohou být vybaveny hákem, kleštěmi na balíky, lesními kleštěmi, kleštěmi na chlévskou mrvu, lopatou, atd.



Obr. 13 Hydraulická ruka na taženém dopravním prostředku, [11]

c) Na hákovém nosiči kontejnerů

Hákový nosič kontejnerů má široké možnosti použití, lze použít pro přepravu sypkých hmot i kusových materiálů a dalších.



Obr. 14 Hákový nosič kontejnerů, [12]

4.2 Aplikace hydraulické ruky v lesnictví

a) Při kácení stromů

Hydraulická ruka je vybavena harvestrovou těžební hlavicí a umístěna na těžební stroj, nazývaný harvester. Harvester je víceoperační stroj, který v jednom cyklu uchopí strom pomocí hlavice, poté ho podřízne, skácí, zbaví větví, nařeže na požadovanou délku kmene a uloží vše na jednu hromadu.



Obr. 15 Harvester při kácení stromu, [13]

b) Při dopravě kmenů

V tomto případě je hydraulická ruka s kleštěmi umístěna na vyvážecím traktoru. Traktor pomocí ruky sbírá po harvestoru nařezané kmeny a následně je ukládá na ložnou plochu, poté vše sváží na skládku, kde náklad vyloží. Dále na skládku přijede nákladní auto s návěsem vybaveným také hydraulickou rukou s kleštěmi a kmeny naloží a odveze k dalšímu zpracování.



Obr. 16 Vyvážecí traktor při nakládce kmenů, [14]

c) Štěpkovače

Větší štěpkovače jsou také vybaveny hydraulickou rukou s kleštěmi pro snadnou manipulaci s většími kmeny a větvemi, kdy síla člověka nestačí. Je to také otázka rychlosti plnění štěpkovače, aby bylo využití štěpkovače co největší.



Obr. 17 Štěpkování větví, [15]

4.3 Aplikace hydraulické ruky ve stavebnictví, dopravě, dalších

a) Stavební technika

Hydraulickou ruku také najdeme na rypadlech, traktorbagrech a dalších stavebních strojích, může být vybavena mnoha adaptéry, různými typy lžic, demoličními kleštěmi, bouracím kladivem.



Obr. 18 Kolové rypadlo, [16]

b) Dopravní a jiná technika

Hydraulická ruka se používá ve velké míře také u dopravní techniky. Najdeme ji na nákladních autech pro převoz například železného šrotu, materiálu na paletách, v bednách a dalších břemen.

Dále hydraulickou ruku nalezneme na vyprošťovacích automobilech, hasičských autech, komunální technice, vojenské technice, v kovošrotech jako stacionární hydraulické ruky.



Obr. 19 T 815 jako armádní těžké vyprošťovací vozidlo, [17]

c) Opravárenství

V autoservisech a v dalších lépe vybavených dílnách nalezneme také hydraulickou ruku. Nazývá se dílenský jeřáb a je určen pro všechny manipulační práce, montáž a demontáž motorů a dalších těžších břemen. Je určen pro zvedání břemen o hmotnosti až 3 tuny.



Obr. 20 Dílenský jeřáb, [18]

5 HYDRAULICKÁ RUKA DOMÁCÍ VÝROBY

Vlastníme les a když potřebujeme dřevo na trámy a desky, tak se ruka s kleštěmi hodí pro nakládku kmenů na přívěs. Ruka nám ve velké míře usnadnila práci, protože dříve se nakládka prováděla pomocí dvou menších kmenů, opřených o ložnou plochu. Nyní je kmen uchopen pomocí ruky a položen na ložnou plochu. Dále hydraulickou ruku používáme i při opravách zemědělských strojů, kdy je třeba přizvednout, přenést.

V roce 2015 jsme doma zhotovili vlastní hydraulickou ruku do tříbodového závěsu traktoru (obr. 21), která je zakončena hákem. K ruce máme jako příslušenství samouzavírací kleště na kmeny.



Obr. 21 Ruka domácí výroby při demontáži ložné plochy přívěsu, [19]

Hydraulická ruka je svařenec z obdélníkových a čtvercových profilů s jedním přímočarým hydromotorem a manuálním výsunem ramene do tří poloh.

Hlavní rám, sloup s podstavou je vysoký 2200 mm. Je to součást svařená z podstavy ve tvaru otočeného U a sloupu. Nohy jsou z profilu obdélníkového průřezu o rozměrech 100x80x5 mm a příčka také profilu obdélníkového průřezu o rozměrech 120x100x6 mm. V horní části sloupu jsou přivařeny dva výpalky, kde je pohyblivě upevněno rameno čepem o průměru 24 mm. Rameno je z profilu obdélníkového průřezu o rozměrech 100x80x5 mm s délkou 1500 mm. V rameni je vsuvně umístěný díl, z profilu obdélníkového průřezu o rozměrech 90x50x4 mm, který se vysunuje. Má tři možnosti vysunutí o délkách 300, 600 a 900 mm, takže rameno lze celkově prodloužit na délku 2400 mm. Výsuvný díl je zakončen otočným hákem. Ruka byla spočítána při vysunutém rameni 2400 mm na nosnost 300 kg. Nejdůležitější částí ruky je přímočarý hydromotor, který zvedá rameno.

6 NÁVRH VLASTNÍ KONCEPCE

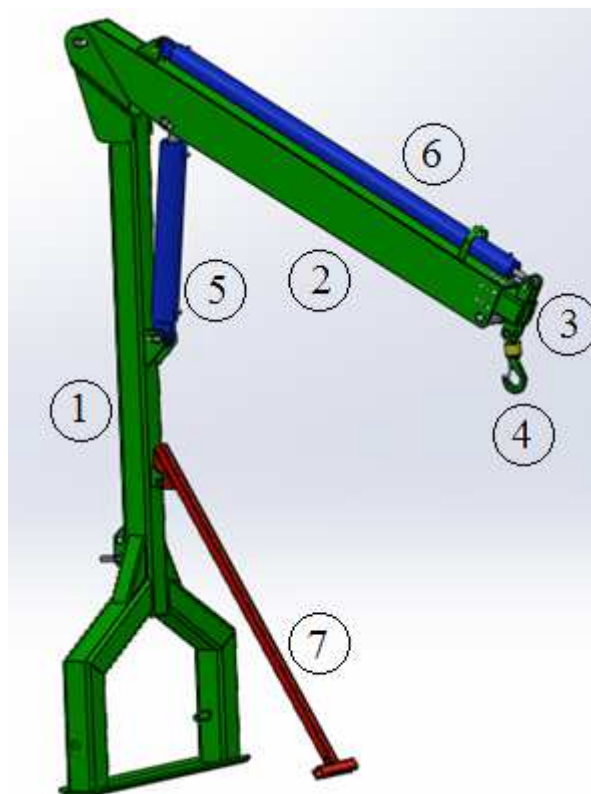
Jedná se o hydraulickou ruku univerzálního použití, je však především určena do oblasti zemědělství nebo lesnictví pro nenáročného uživatele, kteří by nevyužili větší a dražší techniku.

Hydraulická ruka (obr. 22) je složena ze sloupu (pozice 1), ramene (pozice 2), teleskopického dílu (pozice 3), háku (pozice 4), přímočarého hydromotoru pro zvedání ramene (pozice 5), přímočarého hydromotoru pro výsun teleskopického dílu (pozice 6) a z podpěrné nohy (pozice 7) pro odstavení ruky.

V oblasti zemědělství je ruka určena pro manipulaci s vaky naplněnými osivem nebo hnojivem, které mají hmotnost až 1000 kg, v oblasti lesnictví potom pro nakládku dřeva, kmenů na valník. Dále lze ruku využít při opravách strojů nebo přemísťování dalších těžších břemen.

Ruku lze jednoduše připojit do zadního nebo předního třibodového závěsu traktoru (u velkých traktorů) a připojit k jednomu hydraulickému okruhu traktoru. Nejdůležitějšími prvky hydraulické ruky jsou dva přímočaré hydromotory, které zajišťují její funkci. Jeden hydromotor slouží pro zvedání ramene a druhý hydromotor pro výsun teleskopického dílu. Na konci teleskopického dílu ramene je otočně uložen hák, pro připojení různých břemen.

Je-li hydraulická ruka připojená za traktor a položená na zemi, její dosah je při plném vysunutí teleskopického dílu až 5,3 metru do výšky. Když ruku traktor přizvedne třibodovým závěsem, zvýší se dosah ruky až k hodnotě 6 metrů. Při plně vysunutém teleskopickém dílu je ruka dimenzována pro uzvednutí 1000 kg, tedy vaku s obilím. Tuto zátěž ruka zvedne s bezpečností 1,41, ale je uvažováno, že se jedná o krajní situaci, protože zvedá-li ruka těžké břemeno, je vhodné toto břemeno v první fázi zvedat se zasunutým teleskopickým dílem. Po dosažení koncové polohy přímočarého hydromotoru pro zvedání, začneme vysouvat teleskopický díl. Není dosaženo takového vyložení jako v uvažované krajní situaci. Dalším důvodem pro tento postup zvedání je možné převážení traktoru. Kdyby bylo zvedáno těžké břemeno s úplným vysunutím teleskopického dílu, mohlo by dojít k odlehčení přední nápravy traktoru a poté k jeho převážení.



Obr. 22 Hydraulický ruka vlastní koncepce, [19]

6.1 Části hydraulické ruky

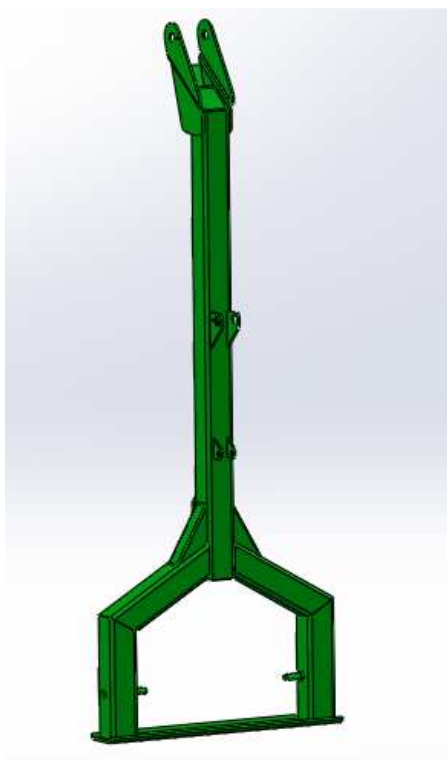
6.1.1 Sloup

Tato část je hlavní nosnou částí hydraulické ruky. Dolní část je tvaru otočeného U, kde byl zachován prostor pro připojení přípojného vozidla do závěsu traktoru. V této části je třibodový závěs pro připojení ruky k traktoru, je tvořen dvěma čepy o průměru 25 mm a třetím bodem jsou dva přivařené úchyty, ve kterých jsou dvě díry o průměru 26 mm. Máme tedy dvě možnosti připojení třetího bodu k traktoru, do spodní a do horní díry. Když je připojen třetí bod do spodní díry, ruka dosáhne níže k zemi, než když je třetí bod zapojen do horní díry. Naopak, je-li třetí bod připojen do horní díry, ruka dosáhne do větší výšky, než při zapojení třetího bodu do spodní díry, uvažujeme-li, že zachováme stejnou délku třetího bodu pro oba případy. Úchyty jsou přivařeny ve výšce 660 mm nad spodními čepy.

V prostřední části jsou přivařeny dva úchyty s dírou pro čep připojující přímočarý hydromotor pro zvedání ramene ke sloupu. V horní části jsou přivařeny dva výpalky,

které mají vybočení pro šířku ramene a díru o průměru 36 mm pro čep, kterým je pohyblivě připevněno rameno.

Tento díl je vysoký 2885 mm a široký 1080 mm. Je to svařenec, materiál 11 443 (S275J0H), z profilu čtvercového průřezu o rozměrech 120x10 mm, podstavu tvoří přivařený plech o tloušťce 12 mm, výpalky v horní části a úchyty jsou z plechu o tloušťce 10 mm.

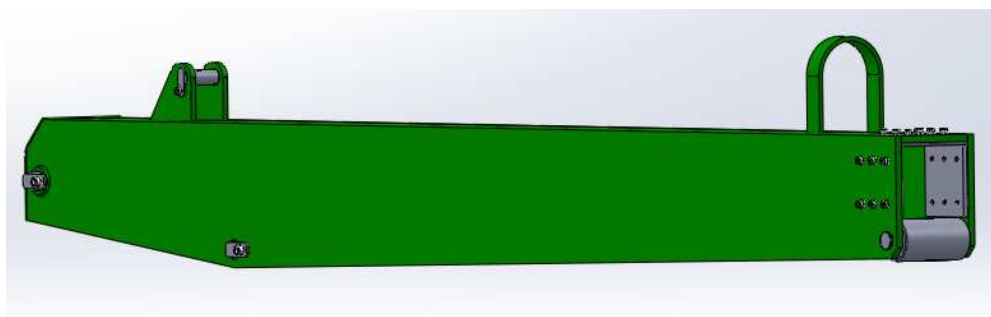


Obr. 23 Sloup, [19]

6.1.2 Rameno

Rameno je svařenec z plechových dílů, materiál 11 443 (S275J0H), tloušťka plechu je 10 mm. Rozměry ramene jsou 2100 mm délka, 132 mm šířka a 200 mm výška v nejvyšším bodě. V zadní části ramene je otvor, kde je přivařeno pouzdro o vnitřním průměru 36 mm pro čep, kterým se rameno otočně připevní ke sloupu. Na vrchní straně v zadní části jsou přivařeny dva úchyty s dírou o průměru 21 mm pro čep, který spojí rameno s přímočarým hydromotorem pro pohyb výsuvného dílu. V prostřední části je díra o průměru 36 mm pro čep, který spojuje rameno s přímočarým hydromotorem pro zvedání ramene.

Přední část ramene obsahuje prvky usnadňující pohyb výsuvného dílu a to rolnu a boční a horní kluzné vodící plochy. Po rolně se při vysouvání teleskopického dílu odvaluje jeho spodní plocha. Materiál rolny je PA6 (silon), tudíž nejsou potřeba pro otáčení ložiska. PA6 je tuhý plast, který snáší vysokou zátěž, má vysokou odolnost proti otěru a dobré kluzné vlastnosti. Rolna je otočně uložena na čepu o průměru 30 mm. Boční a horní kluzné plochy jsou z oceli, k rameni je každá připevněna pomocí šesti šroubů M6, slouží pro vedení teleskopického dílu. Lze uvažovat, že tyto plochy nejsou při výsuvu ramene zatěžovány, největší zátěž je soustředěna na rolnu. Boční plochy jsou zatěžovány spíše při jízdě po nerovnostech, kdy se přenášené břemeno kýve do stran.

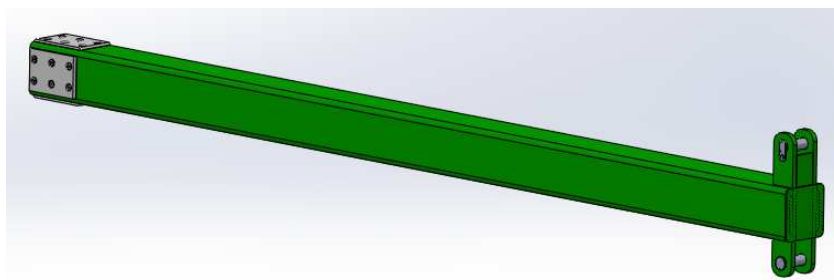


Obr. 24 Rameno hydraulické ruky, [19]

6.1.3 Teleskopický díl ramene

Jedná se o výsuvnou součást z materiálu 11 443 (S275J0H), profil čtvercového průřezu o rozměrech 100x100 mm o délce 1950 mm, která dokáže rameno prodloužit na výslednou hodnotu 3680 mm. V zadní části teleskopického dílu jsou přišroubovány čtyři kluzné plochy z PA6 (silonu), každá pomocí šesti šroubů M6, které usnadňují pohyb při vysouvání dílu. Nejvíce je zatěžována silonová plocha na vrchní straně teleskopu.

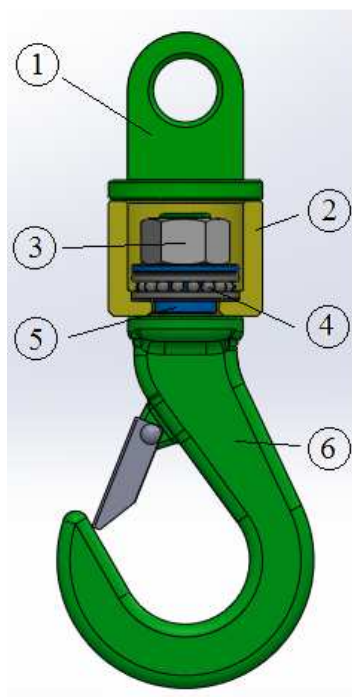
Ve přední části jsou dva úchyty. Jeden, který je na horní straně, má díru o průměru 21 mm pro čep, který spojí teleskopický díl s přímočarým hydromotorem pro výsuv. Úchyt na dolní straně má díru o průměru 21 mm, pro připevnění háku.



Obr. 25 Teleskopický díl ramene, [19]

6.1.4 Hák

Součást tvořena z šesti dílů, zabezpečující pohyb háku všemi směry i otáčení o 360°. Pozice 1 je oko, pozice 2 je domek (součást v řezu), který je přivařen k oku, v domku je uloženo axiální ložisko 51105, které zajišťuje otáčení, pozice 4, ložiskem prochází pouzdro, pozice 5, do kterého je vsunut hák šroubovou částí se závitem M20x1,5, pozice 6, hák je přitažen maticí M20x1,5, pozice 3, matice je zajištěna proti povolení bodovým přivařením k háku. Jedná se o nerozebíratelnou součást.



Obr. 26 Hák, [19]

6.1.5 Elektromagnetický rozvaděč

Přepíná mezi zdviháním ramene a výsunem teleskopického dílu.

6.1.6 Hydraulický zámek

V případě nouze při prasknutí nebo jiném poškození hydraulické hadice na zdvihání ramene, hydraulický zámek zastaví rameno a nedovolí mu spadnout do dolní polohy. Jinak by mohlo dojít k úrazu osob, které pracují v okolí hydraulické ruky nebo poškození přenášeného břemene.

6.2 Pevnostní výpočty

6.2.1 Výpočet pevnosti teleskopického dílu

a) Dané hodnoty

$$F = 10000 \text{ N}$$

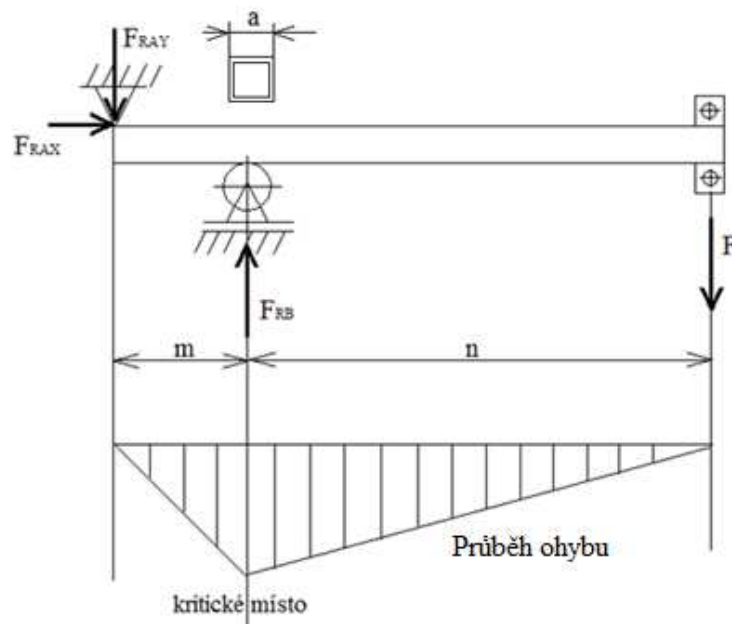
$$m = 325 \text{ mm}$$

$$n = 1600 \text{ mm}$$

$$\text{profil: } 100 \times 10 \text{ mm; } W_{el} = 82220 \text{ mm}^3$$

$$\text{materiál ocel 11 443 (S275J0H): } R_m = 410 - 560 \text{ MPa}$$

$$R_e = 275 \text{ MPa}$$



Obr. 27 Výpočet teleskopického dílu na ohyb, [19]

b) Výpočet reakčních sil

$$\Sigma F_X = 0 \quad 6.1$$

$$\Sigma F_Y = 0: -F_{RAY} + F_{RB} - F = 0 \quad 6.2$$

$$\Sigma M_A = 0: F \cdot (m + n) - F_{RB} \cdot m = 0 \quad 6.3$$

$$F_{RB} = \frac{F \cdot (m+n)}{m} = \frac{10000 \cdot (325+1600)}{325} = 59230,8N$$

$$F_{RAY} = F_{RB} - F = 59230,8 - 10000 = 49230,8N$$

c) Výpočet bezpečnosti na ohyb

$$\sigma_O = \frac{M_O}{W_{el}} \leq \frac{R_e}{k} \quad 6.4$$

$$k = \frac{R_e \cdot W_{el}}{M_O} = \frac{R_e \cdot W_{el}}{F_{RAY} \cdot m} = \frac{275 \cdot 82220}{49230,8 \cdot 325} = 1,41$$

$$k > 1$$

1,41 > 1 Součást vyhovuje

6.2.2 Výpočet pevnosti ramene

a) Dané hodnoty

$$F = 10000 \text{ N}$$

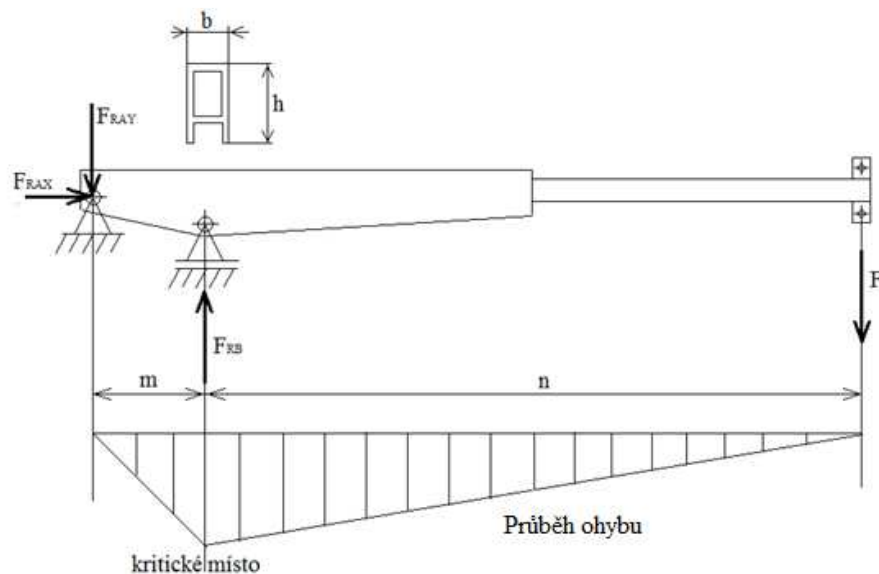
$$m = 470 \text{ mm}$$

$$n = 3180 \text{ mm}$$

svařenec: 132x200x10 mm v kritickém místě

materiál ocel 11 443 (S275J0H): $R_m = 410 - 560 \text{ MPa}$

$$R_e = 275 \text{ MPa}$$



Obr. 28 Výpočet ramene na ohyb, [19]

b) Výpočet reakčních sil

$$\Sigma F_X = 0 \quad 6.5$$

$$\Sigma F_Y = 0: -F_{RAY} + F_{RB} - F = 0 \quad 6.6$$

$$\Sigma M_A = 0: F \cdot (m + n) - F_{RB} \cdot m = 0 \quad 6.7$$

$$F_{RB} = \frac{F \cdot (m+n)}{m} = \frac{10000 \cdot (470+3180)}{470} = 77659,6N$$

$$F_{RAY} = F_{RB} - F = 77659,6 - 10000 = 67659,6N$$

c) Výpočet bezpečnosti na ohyb

$$\sigma_O = \frac{M_O}{W_{el}} \leq \frac{R_e}{k} \quad 6.4$$

$$W_{el} = \frac{b \cdot h^2}{6} - \frac{b_1 \cdot h_1^2}{6} = \frac{132 \cdot 200^2}{6} - \frac{112 \cdot 180^2}{6} = 275200mm^3 \quad 6.9$$

$$k = \frac{R_e \cdot W_{el}}{M_O} = \frac{R_e \cdot W_{el}}{F_{RAY} \cdot m} = \frac{275 \cdot 275200}{67659,6 \cdot 470} = 2,37$$

$$k > 1$$

2,37 > 1 Součást vyhovuje

6.2.3 Výpočet čepu háku

a) Dané hodnoty

$$F = 10000 \text{ N}$$

$$a = 27 \text{ mm}$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\text{materiál ocel 11 600 (E335): } R_m = 590 - 710 \text{ MPa}$$

$$R_e = 325 \text{ MPa}$$

b) Výpočet na ohyb

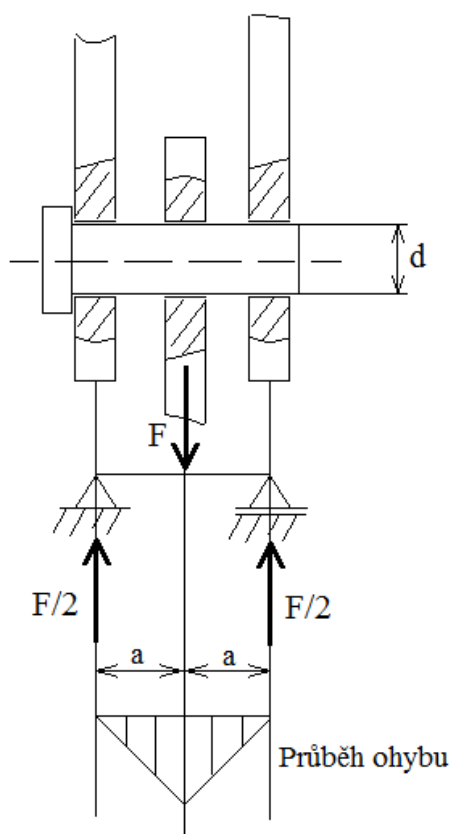
$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_{el}} \leq \frac{R_e}{k}$$

6.4

$$k = \frac{R_e \cdot W_{el}}{M_o} = \frac{R_e \cdot 0,1 \cdot d^3}{F/2 \cdot a} = \frac{325 \cdot 0,1 \cdot 20^3}{10000/2 \cdot 27} = 1,93$$

$$k > 1$$

1,93 > 1 *Součást vyhovuje*



Obr. 29 Výpočet čepu háku, [19]

6.2.4 Výpočet čepu rolny

a) Dané hodnoty

$$F = 59230,8 \text{ N}$$

$$a = 30,5 \text{ mm}$$

$$d = 30 \text{ mm}$$

$$\text{materiál ocel 11 600 (E335): } R_m = 590 - 710 \text{ MPa}$$

$$R_e = 325 \text{ MPa}$$

b) Výpočet na ohyb

$$\sigma_O = \frac{M_O}{W_{el}} \leq \frac{R_e}{k} \quad 6.4$$

$$k = \frac{R_e \cdot W_{el}}{M_O} = \frac{R_e \cdot 0,1 \cdot d^3}{F/3 \cdot a} = \frac{325 \cdot 0,1 \cdot 30^3}{59230,8/3 \cdot 30,5} = 1,45$$

$$k > 1$$

1,45 > 1 *Součást vyhovuje*

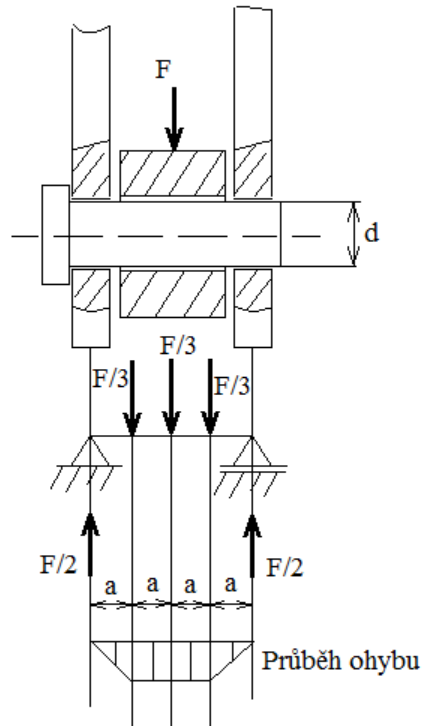
c) Výpočet na stříh

$$\tau_S = \frac{F}{S} \leq \frac{\tau_K}{k} = \frac{0,6 \cdot R_e}{k} \quad 6.10$$

$$k = \frac{0,6 \cdot R_e \cdot S}{F/3} = \frac{0,6 \cdot R_e \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}}{F/3} = \frac{0,6 \cdot 325 \cdot \frac{\pi \cdot 30^2}{4}}{59230,8/3} = 6,98$$

$$k > 1$$

6,98 > 1 *Součást vyhovuje*



Obr. 30 Výpočet čepu rolny, [19]

6.2.5 Výpočet horního čepu přímočarého hydromotoru pro zvedání ramene

a) Dané hodnoty

$$F = 77659,6 \text{ N}$$

$$a = 30,5 \text{ mm}$$

$$d = 35 \text{ mm}$$

$$\text{materiál ocel 11 600 (E335): } R_m = 590 - 710 \text{ MPa}$$

$$R_e = 325 \text{ MPa}$$

b) Výpočet na ohyb

$$\sigma_O = \frac{M_O}{W_{el}} \leq \frac{R_e}{k}$$

6.4

$$k = \frac{R_e \cdot W_{el}}{M_O} = \frac{R_e \cdot 0,1 \cdot d^3}{F/3 \cdot a} = \frac{325 \cdot 0,1 \cdot 35^3}{77659,6/3 \cdot 30,5} = 1,76$$

$$k > 1$$

1,76 > 1 Součást vyhovuje

c) Výpočet na stříh

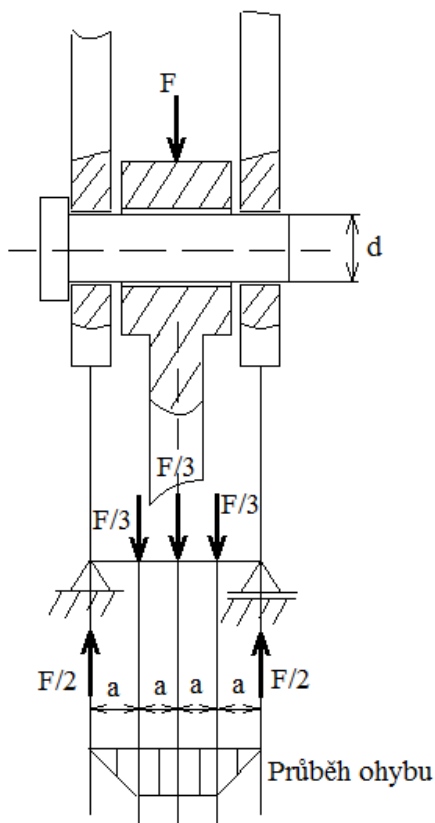
$$\tau_S = \frac{F}{S} \leq \frac{\tau_K}{k} = \frac{0,6.Re}{k}$$

6.10

$$k = \frac{0,6.Re.S}{F/3} = \frac{0,6.Re \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}}{F/3} = \frac{0,6 \cdot 325 \cdot \frac{\pi \cdot 35^2}{4}}{77659,6/3} = 7,25$$

$$k > 1$$

7,25 > 1 Součást vyhovuje



Obr. 31 Výpočet horního čepu přímočarého hydromotoru pro zvedání ramene, [19]

6.3 Postup montáže hydraulického podavače

Montáž je provedena následujícím způsobem:

1. Sloup postavíme do vzpřímené polohy a opřeme o opěrnou nohu, kterou zajistíme čepem se závlačkou.
2. Ke sloupu se pomocí čepu připevní rameno, čep se zajistí šroubem M8 s pérovou podložkou.
3. Přímočarý hydromotor pro zvedání připevníme spodní částí čepem ke sloupu a horní část hydromotoru je připevněna čepem k rameni, čepy se zajistí šrouby M8 s pérovou podložkou.

4. Na teleskopický díl se připevní čtyři kluzné silonové plochy, každá se připevní pomocí šroubů 6 x M6 se zapuštěnou hlavou. Poté se vsune výsuvný díl do ramene.
5. Do prostoru mezi výsuvný díl a rameno (boční a horní strana), jsou vsunuty ocelové vodící plochy, každá se připevní pomocí šroubů 6 x M6. Silonovou rolnu připevníme čepem, který má zajištění proti otáčení, proti vypadnutí je zajištěn pojistným kroužkem.
6. Dále je připevněn hydromotor pro výsuv teleskopického dílu, je připevněn čepy, které jsou zajištěny šrouby M8 s pérovou podložkou.
7. Hák je připevněn čepem, který je zajištěn pojistným kroužkem.

6.4 Údržba a obsluha hydraulického podavače

Údržba:

Hydraulická ruka není nijak náročná na údržbu. Jedenkrát až dvakrát za rok, záleží, jak často je ruka používána a v jakých podmínkách pracuje, je třeba provést mazání míst k tomu určených.

Mazanými místy jsou některé čepy a vnitřní vrchní plocha ramene (styková kluzná plocha mezi silonovou deskou a ramenem), tyto místa jsou vybaveny kulovou mazací hlavicí ČSN 027421.

Obsluha:

Hydraulická ruka se připojí do třibodového závěsu traktoru a odpojí se opěrná noha, její hydraulický okruh je připojen na hydraulický okruh traktoru a elektromagnetický rozvaděč je připojen do zásuvky na 12 V v traktoru. Hydraulickým okruhem je následně ovládáno zvedání ramene a výsuv teleskopického dílu, kdy pomocí přídatného elektromagnetického rozvaděče přepíná mezi zdviháním a výsunem.

Doporučené pokyny:

1. Nezdvihat břemena blížící se hmotnosti 1000 kg při plně vysunutém teleskopickém dílu, pokud to podmínky nevyžadují.
2. Pokud je třeba břemeno zvednout na maximální zdvih ruky, zdvihat v první fázi při zasunutém teleskopickém dílu, v druhé fázi, po dosažení koncové polohy přímočarého hydromotoru pro zvedání, teprve vysunovat teleskopický díl.

3. Vyvarovat se jízdě s břemenem při maximálním zdvihu hydraulické ruky, doporučeno při delších přejezdech, pokud to podmínky dovolí, jízda se zasunutým teleskopickým dílem a rameno v dolní poloze.
4. Odstavení hydraulické ruky se zasunutým teleskopickým dílem, ramenem v dolní poloze, odstavení na opěrnou nohu.

7 ZÁVĚR

Předložená bakalářská práce s názvem Konstrukce hydraulického podavače studenta Romana Kreslíka, je teoreticko-praktickou formou zpracování uvedené problematiky. V úvodní části je uveden současný stav technického vývoje a průmyslové zpracování řešené konstrukce. Tato kompilační část přináší i informace z marketingového prostředí (přehled aplikací).

Praktická část práce je ucelená část obsahující materiálový návrh jednotlivých komponent, jejich pevnostní návrh a ověření, technologické a montážní podmínky a v neposlední řadě i konstrukční dokumentaci.

Spojení obou částí (teoretické a praktické) vznikla práce, která umožňuje dokonale se orientovat v dané problematice a může být podkladem pro řešení obdobného problému v technické praxi.

LITERATURA

- [1] Rexroth Bosch Group, 2005: *Základy hydraulických systémů a základní hydraulické komponenty*. Třetí vydání. Brno: Bosch Rexroth, spol. s r.o., 310 s.
- [2] Ing. Vaňura J., CSc., 1987: *Hydraulické a pneumatické mechanismy*. Druhé vydání. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 171 s.
- [3] Kopáček J., Pavlok B., 1994: *Tekutinové mechanismy*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, 151 s.
- [4] Leinveber J., Vávra P., 2008: *Strojnické tabulky*. Čtvrté doplněné vydání. Úvaly: Albra – pedagogické nakladatelství, 914 s. ISBN 978-80-7361-051-7.
- [5] E- konstruktér: Portál pro strojní konstruktéry. In. <http://www.e-konstrukter.cz/> [Online]. [cit. 27. 1. 2017]. Dostupné z: <http://www.e-konstrukter.cz/novinka/dalsi-pokrok-v-technice-hydraulickych-hadic>
- [6] Kohaflex spol. s r.o.: Hadice a kompenzátory. In. <http://www.kohaflex.sk/> [Online]. [cit. 27. 1. 2017]. Dostupné z: <http://www.kohaflex.sk/sk/produkty/hydraulicke-hadice/vseobecne-informacie>
- [7] Hydraulickáruka.cz. In. <http://www.hydraulickaruka.cz/> [Online]. [cit. 18. 1. 2017]. Dostupné z: <http://www.hydraulickaruka.cz/vyroba-vlastni-hydraulicke-ruky>
- [8] TracLift: Made for performance. In. <http://www.trac-lift.cz/> [Online]. [cit. 20. 1. 2017]. Dostupné z: <http://www.trac-lift.cz/o-nas>
- [9] Retrotraktor.pl.: In. <http://www.retrotraktor.pl/> [Online]. [cit. 20. 1. 2017]. Dostupné z: http://www.retrotraktor.pl/readarticle.php?article_id=214
- [10] TaviTrade spol. s r.o.: In. <http://www.tavitrade.sk/> [Online]. [cit. 26. 1. 2017]. Dostupné z: http://www.tavitrade.sk/sk/hydraulicke-rameno_176-c.html
- [11] WTC Písečná: In. <http://www.wtc-pisecna.eu/> [Online]. [cit. 26. 1. 2017]. Dostupné z: <http://www.wtc-pisecna.eu/traktorove-navesy-big-9-7>
- [12] WTC Písečná: In. <http://www.wtc-pisecna.eu/> [Online]. [cit. 26. 1. 2017]. Dostupné z: <http://www.wtc-pisecna.eu/traktorove-nosice-kontejneru-portyr-20>
- [13] Merimex s.r.o.: In. <http://www.merimex.cz/> [Online]. [cit. 26. 1. 2017]. Dostupné z: <http://www.merimex.cz/produkty/john-deere/harvestory/john-deere-1170e>
- [14] Merimex s.r.o.: In. <http://www.merimex.cz/> [Online]. [cit. 26. 1. 2017]. Dostupné z: <http://www.merimex.cz/produkty/john-deere/vyvazeci-traktory/john-deere-1910e>

- [15] Agama a.s.: In. <http://agama-as.cz/> [Online]. [cit. 26. 1. 2017].
Dostupné z: <http://agama-as.cz/wood-terminator-9-xl-z1>
- [16] Hitachi – Terex: Prodej stavebních strojů. In. <http://hitachi-terex.cz/> [Online].
[cit. 26. 1. 2017]. Dostupné z: <http://hitachi-terex.cz/?portfolio=slider-two-third>
- [17] Tatra: In. <http://www.tatra.cz/> [Online]. [cit. 26. 1. 2017].
Dostupné z: <http://www.tatra.cz/nakladni-automobily/odvetvovy-katalog/armada/dalsi-vozy/8x8-high-mobility-heavy-duty-recovery-vehicle/>
- [18] Heavytech: In. <http://www.naradi-pro.cz/> [Online]. [cit. 26. 1. 2017].
Dostupné z: <http://www.naradi-pro.cz/dilensky-jerab-3-t-skladaci>
- [19] Vlastní

SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr. 1 Hydraulický nakladač NuJN 100 na Zetoru 25K, [9]
- Obr. 2 Výměnné nástroje nakladače NUJN 100, 1 – na sypké hmoty, 2 – na okopaniny, 3 – plošina, 4 – na zeminu, [9]
- Obr. 3 Hydraulický rozvaděč 2/2, [1]
- Obr. 4 Hydraulický rozvaděč 4/3 (4- cestný, 3- polohový), [1]
- Obr. 5 Zobrazení popisovaných systémů těsnění sedlových rozvaděčů, [1]
- Obr. 6 Napájené šroubení, [2]
- Obr. 7 Šroubení s použitím pryžových těsnících materiálů, [2]
- Obr. 8 Hydraulické hadice s novou formou ochrany, [5]
- Obr. 9 Hydraulický válec diferenciální s jednostrannou pístnicí, [4]
- Obr. 10 Konstrukce dvojčinných přímočarých hydromotorů s jednostrannou pístnicí, [2]
- Obr. 11 Použití hydraulického zámku (schematické značení), [1]
- Obr. 12 Hydraulická ruka do třibodového závěsu traktoru, [10]
- Obr. 13 Hydraulická ruka na taženém dopravním prostředku, [11]
- Obr. 14 Hákový nosič kontejnerů, [12]
- Obr. 15 Harvester při kácení stromu, [13]
- Obr. 16 Vybáječ traktor při nakládce kmenů, [14]
- Obr. 17 Štěpkování větví, [15]
- Obr. 18 Kolové rypadlo, [16]
- Obr. 19 T 815 jako armádní těžké vyprošťovací vozidlo, [17]

- Obr. 20 Dílenský jeřáb, [18]
Obr. 21 Ruka domácí výroby při demontáži ložné plochy přívěsu, [19]
Obr. 22 Hydraulický ruka vlastní koncepce, [19]
Obr. 23 Sloup, [19]
Obr. 24 Rameno hydraulické ruky, [19]
Obr. 25 Teleskopický díl ramene, [19]
Obr. 26 Háček, [19]
Obr. 27 Výpočet teleskopického dílu na ohyb, [19]
Obr. 28 Výpočet ramene na ohyb, [19]
Obr. 29 Výpočet čepu háku, [19]
Obr. 30 Výpočet čepu rolny, [19]
Obr. 31 Výpočet horního čepu přímočarého hydromotoru pro zvedání ramene, [19]

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Výkres sestavy

Příloha 2: Výkres sestavy – seznam položek