

# Konstrukce úklidového zařízení

Construction of a Cleaning Device

Ladislav Tomšů

---

Bakalářská práce  
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav výrobního inženýrství  
akademický rok: 2011/2012

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Ladislav TOMŠŮ**  
Osobní číslo: **T09485**  
Studijní program: **B 3909 Procesní inženýrství**  
Studijní obor: **Technologická zařízení**

Téma práce: **Konstrukce úklidového zařízení**

Zásady pro vypracování:

- 1. Provedte literární studii**
- 2. Navrhněte konstrukční řešení úklidového zařízení – celková sestava**
- 3. Vypracujte technickou dokumentaci pro výrobu úklidového zařízení**
- 4. Ekonomické zhodnocení**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

**Dle doporučení vedoucího bakalářské práce**

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. František Volek, CSc.**

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

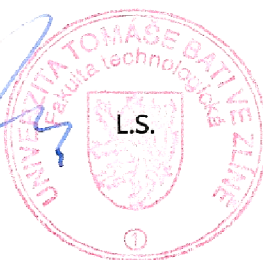
**13. února 2012**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**25. května 2012**

Ve Zlíně dne 10. února 2012

  
doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.  
*děkan*




  
prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně 15.05.2012



.....

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

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

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě

pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

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

<sup>2)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

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

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

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

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

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

## **ABSTRAKT**

Cílem této bakalářské práce je návrh konstrukce čistícího zařízení. Její stěžejní část tvoří výkresová dokumentace.

Celá práce je rozdělena do dvou částí. První část se zabývá typologií tekutinových mechanismů a kluzných ložisek.

Druhá část je věnována samotné konstrukci čistícího zařízení, uvedení do pohybu a ekonomickému zhodnocení.

Klíčová slova:

Hydraulika, hydraulický obvod, kluzná ložiska

## **ABSTRACT**

The key aim of this thesis is the project of the construction of a clearing device. The drawing documentation is the main part.

The whole thesis is divided into two parts. The first one deals with the typology of liquid mechanisms and friction bearings.

The main concern of the second part is the construction of the cleaning device, putting it in motion and economic evaluation.

Keywords:

Hydraulics, hydraulic circuit, friction bearings

Děkuji Ing. Františku Volkovi, CSc. za jeho pomoc, věcné rady a připomínky při vypracování této bakalářské práce.

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jsem při tom jen uvedené prameny a literaturu, a že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....  
Podpis studenta

# OBSAH

<b>ÚVOD .....</b>	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>11</b>
<b>1 TEKUTINOVÉ MECHANIZMY.....</b>	<b>12</b>
1.1 ROZDĚLENÍ MECHANIZMŮ PODLE DRUHU PŘENÁŠENÉ ENERGIE .....	12
1.1.1 Potenciální mechanizmy .....	12
1.1.2 Kinetické (dynamické) mechanizmy .....	13
1.2 HYDRAULICKÉ MECHANIZMY .....	13
1.2.1 Prvky hydraulických mechanizmů .....	14
1.2.1.1 Hydrogenerátory (zdroje) hydraulické energie .....	14
1.2.1.2 Hydraulické motory (hydromotory) .....	16
1.2.1.3 Řídící prvky a zařízení .....	19
1.2.1.4 Pomocná zařízení a příslušenství .....	21
1.2.2 Výhody a nevýhody hydraulických pohonů .....	23
1.3 PNEUMATICKÉ MECHANIZMY .....	24
1.3.1 Prvky pneumatických mechanizmů .....	24
1.3.1.1 Kompresory (zdroje stlačené energie) .....	24
1.3.1.2 Pneumatické motory .....	25
1.3.1.3 Řídící prvky (regulace, chlazení) .....	26
1.3.1.4 Pomocná zařízení (přístroje k zajištění chodu pneum. obvodu) .....	27
1.3.2 Výhody a nevýhody pneumatických pohonů .....	27
<b>2 KLUZNÁ LOŽISKA.....</b>	<b>29</b>
2.1 POŽADAVKY KLADENÉ NA LOŽISKA .....	29
2.2 ROZDĚLENÍ KLUZNÝCH LOŽISEK .....	30
2.2.1 Radiální kluzná ložiska .....	30
2.2.2 Axiální kluzná ložiska .....	31
2.3 MAZÁNÍ KLUZNÝCH LOŽISEK .....	31
2.3.1 Mazání olejem .....	31
2.3.2 Mazání tukem .....	32
2.3.3 Tuhá maziva .....	32
2.4 VÝHODY A NEVÝHODY KLUZNÝCH LOŽISEK .....	32
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>33</b>
<b>3 KONSTRUKCE ČISTÍCÍHO ZAŘÍZENÍ.....</b>	<b>34</b>
3.1 ŘEŠENÍ POHYBLIVOSTI KONSTRUKCE .....	34
3.1.1 Přísuv k vozovce.....	34
3.1.2 Natáčení trysky .....	35
3.1.3 Sklon trysky k vozovce.....	36
3.1.4 Přívod vody k trysce .....	37
3.2 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ.....	38
3.2.1 Ceník materiálu .....	38
3.2.2 Normy spotřeby materiálu .....	39
3.2.3 Normy spotřeby času jednotlivých úkonů .....	40
3.2.4 Kalkulace výrobku.....	42
3.2.5 Zhodnocení.....	42



3.2.6	Vyjádření předpokládaného výrobce - firmy Centrum technických služeb Kuřim, s.r.o.....	42
<b>ZÁVĚR</b> .....		<b>43</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....		<b>44</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK</b> .....		<b>46</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....		<b>47</b>
<b>SEZNAM TABULEK</b> .....		<b>48</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH</b> .....		<b>49</b>

## ÚVOD

V dnešní přetechnizované a uspěchané době a době kdy lidé neberou ohled na přírodu a své okolí a nezajímají se o to, co po nich zůstane budoucím generacím, existuje jen málo firem, které svoji pozornost obrací i směrem k ochraně životního prostředí a sním úzce spojenou rekultivaci a úklidem našeho okolního prostředí.

Téma mojí bakalářské práce je sestrojení vysokotlakého čistícího zařízení, které bude usnadňovat právě úklid okolního povrchu pomocí tříosého natáčení a plynulou změnou natočení přímo z kabiny řidiče. Zařízení bude sloužit pro zefektivnění, zrychlení a důkladnější práci.

Popisované zařízení slouží k čistění krajnic vozovek, parkovacích zálivů a všude tam kde by s běžně používanou přední tlakovou mycí lištou byla složitá manipulace, tedy obecně komunikací od tvrdších nánosů smetků nebo od usazenin.

Běžně používané zametací vozy jsou opatřeny přední tlakovou mycí lištou anebo samostatnými plochými odklízecími tryskami, které jsou schopny komunikaci očistit od běžných nečistot a zamezit alespoň částečně prašnosti vzniklé čištěním povrchu vozovky, ale na výše uvedené znečištění jsou nedostačující. V současnosti existují prakticky pouze dva způsoby, jak se s tímto problémem vypořádat, a to buď vozidlo opatřit bočními stranovými odklízecími tryskami umístěnými za předními koly (bez možnosti plynulé regulace otáčení) nebo nečistoty z větší části odstranit ručně.

První způsob je nákladný na pořízení zařízení, neboť se dá pořídit pouze se samotnou nástavbou, nikoli jako samostatný celek, druhý způsob vyžaduje velké množství ruční práce, což čistění zpomaluje a prodražuje.

Mnou popisované vysokotlaké čistící zařízení je konstrukčně řešené především na podvozky nákladních vozidel MAN s nástavbou od firmy KOBIT, ale je možné po drobnějších konstrukčních úpravách toto zařízení namontovat na více druhů techniky (Multicar, Avia, apod.).

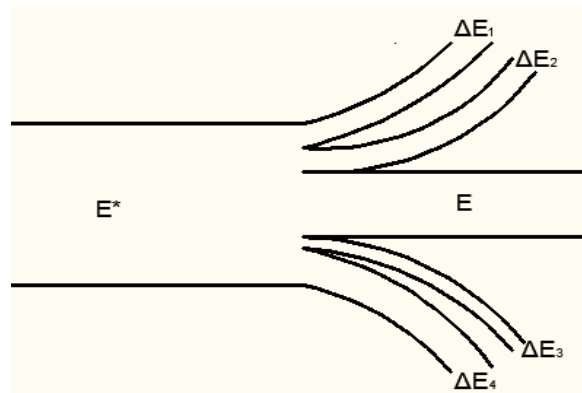
## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 TEKUTINOVÉ MECHANIZMY

Jsou to mechanizmy, které využívají k přenosu energie mezi generátorem a motorem nosné médium. Tyto mechanizmy se dělí na hydraulické (využívají kapalinu) a na pneumatické (využívají plyn). V tekutinových mechanizmech se využívají tyto hlavní formy přenášené energie: potenciální, kinetická, odporová a tepelná. Každý tekutinový mechanismus přenáší všechny druhy energie a podle toho, která energie převládá, se dělí tyto mechanizmy na hydrostatické a pneumostatické, kde převládá potenciální energie a na hydrodynamické a pneumodynamické, kde převládá energie kinetická.[3]

### 1.1 Rozdělení mechanismů podle druhu přenášené energie

Pro rozlišení mechanismů podle tohoto hlediska je rozhodující tzv. hlavní forma přenášené energie. Zpravidla je to ta energie, která vstupuje do mechanismu z vnějšího potenciálního pole a beze změny z něho vystupuje. Kromě této hlavní formy energie se zúčastní při přenosu i jiné formy ( $\Delta E_1$  až  $\Delta E_4$ ), popř. modifikace energie, vznikající přeměnou její hlavní formy. Tento proces lze znázornit schematicky obr. 1. V podstatě existují, s přihlédnutím k tomuto kritériu, dvě skupiny mechanismů, které přenášejí potenciální nebo kinetickou energii. [4]



Obrázek 1. Přeměna hlavní formy přenášené energie v tekutinovém mechanismu

#### 1.1.1 Potenciální mechanizmy

Doposud existující potenciální mechanizmy využívají tři modifikace potenciální energie:

- energie zemského gravitačního pole,
- deformační energie pružných prostředí,
- potenciální energii uměle vytvořeného silového pole.

Nejvíce se uplatňují tekutinové mechanizmy třetí skupiny, které se nazývají statické případně hydrostatické nebo pneumostatické. Modifikace této potenciální energie se nazývá

objemová, nebo tlaková energie, přestože ve skutečnosti nejde o energii. Posune-li se píst o vzdálenost  $h$  a působí-li přitom na povrchu plochy  $S$  síla  $F$ , vykoná práci kde  $p$  (Pa) je tlak;  $V$  (m<sup>3</sup>) objem daný posunutím pístu. Součin  $p \cdot V$  udává objemovou, případně tlakovou energii.[4]

$$W = F \cdot h = \frac{F}{S} \cdot S \cdot h = p \cdot V \quad (J)$$

### 1.1.2 Kinetické (dynamické) mechanizmy

Mechanizmy využívající pohybovou energii dělí na dvě skupiny:

- Mechanizmy využívající pohybovou energii tekutiny vázané k nositeli jako celku. Kinematické tekutinové mechanizmy, popř. hydrodynamické a pneumodynamické mechanizmy.

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad (J)$$

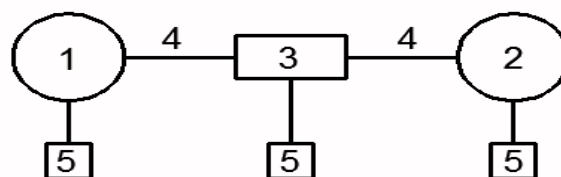
- Mechanizmy využívající pohybovou energii tekutiny vázané k jednotlivým částem nositele. Do této skupiny patří tepelné tekutinové mechanizmy. Tepelná energie vázaná k svému nositeli je dána vztahem

$$E_\tau = V \cdot T \cdot \bar{c} \cdot \rho \quad (J)$$

kde  $\bar{c}$  (J.kg<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>) je střední hodnota měrné tepelné kapacity nositele.[4]

## 1.2 Hydraulické mechanizmy

Pod pojmem hydraulického mechanizmu rozumíme soustavu hydraulických prvků, kterými je umožněno přenášet tlakovou kapalinou energii. Hydraulický obvod je sestaven obr. 2 ze zdrojové kapaliny 1, z hydraulického motoru 2, ve kterém je transformována tlaková energie na energii mechanickou. Dále se skládá z řídicí části 3, kde lze regulovat tlak v obvodu tím i směr toku, vyvozené síly a množství kapaliny. Dále z potrubí 4, které spojuje jednotlivé části hydraulického zařízení, a následně i z různých doplňkových zařízení 5.[3]



Obrázek 2. Hydraulický obvod

## 1.2.1 Prvky hydraulických mechanismů

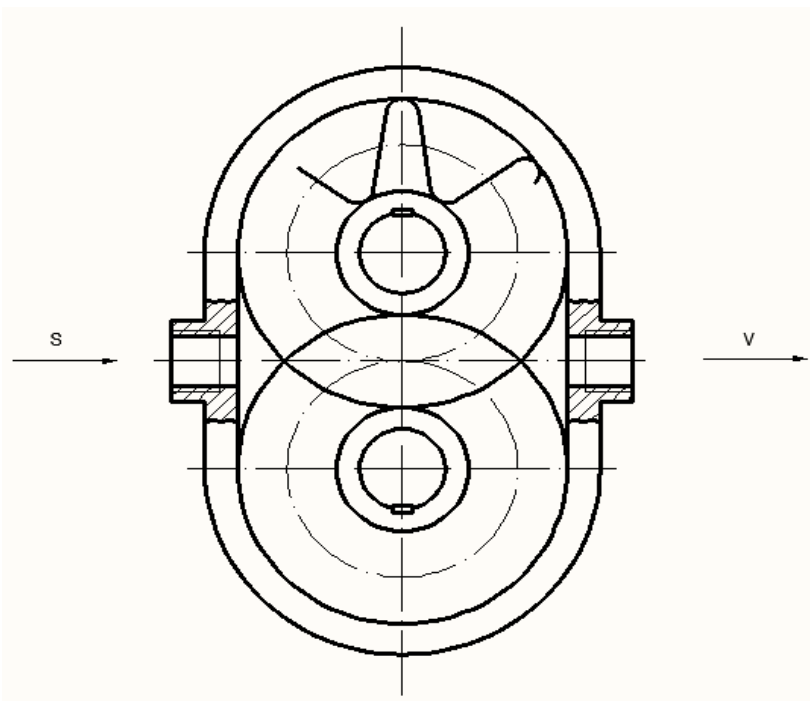
### 1.2.1.1 Hydrogenerátory (zdroje) hydraulické energie.

Prvky, jejichž účelem je převod energie z tuhých částí na kapalinu, tj. udílet tlakovou a kinetickou energii tekutině, potřebnou k překonání průtočných odporů při průtoku kapaliny obvodem. Jejich součástí je rovněž nádrž na kapalinu, zařízení pro regulaci tlaku, zařízení pro čištění kapaliny, apod.

Generátory rozlišujeme podle toho, kterými částmi nasávají a vytlačují kapalinu, tj. vytvářejí geometrický objem. Téměř všechny mohou pracovat s konstantním nebo proměnlivým průtokem.[3]

- Zubové generátory

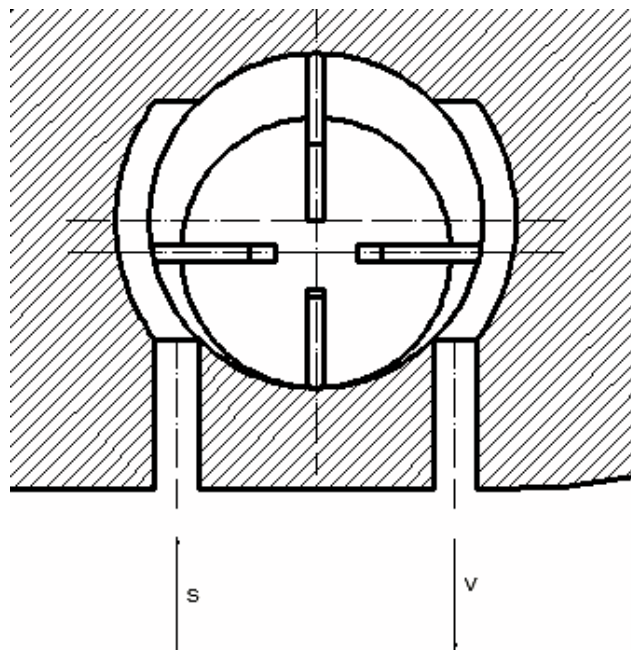
Nejrozšířenějším druhem hydrogenerátorů s konstantním geometrickým objemem, jenž vytváří mezery zubů vzájemně zabírajících ozubených kol. Ozubená kola mohou být s vnitřním nebo vnějším ozubením obr. 3. Generátory se konstruují s jedním párem ozubených kol nebo s jedním hnacím kolem a dvěma až třemi koly hnanými. Jednoduché konstrukce lze použít do tlaku 6,3 MPa bez vymezení vůlí mezi ozubenými koly a tělesem statoru. Pro větší tlaky (10 až 25 MPa) se používají zubové generátory s vymezením axiálních vůlí nebo s vymezením axiálních i radiálních vůlí. [4]



Obrázek 3. Zubový generátor

- Lamelové generátory

Vyznačují se malými rozměry a nízkou hmotností při daném geometrickém objemu ve srovnání s jinými druhy generátorů. Lze je rozdělit do dvou skupin a to na tlakově nevyvážené obr. 4. (na rotor generátoru je přiváděna tlaková kapalina pouze z jedné strany), a na tlakově vyvážené (síly způsobené přívodem tlakové kapaliny na rotor jsou v rovnováze). Tlakově nevyvážené generátory mohou být použity pro tlaky 6,3 až 16 MPa. Provedení s vyváženým rotorem umožňuje pracovat s tlaky až 21 MPa. [4]



Obrázek 4. Nevyvážený lamelový generátor

- Šroubové generátory

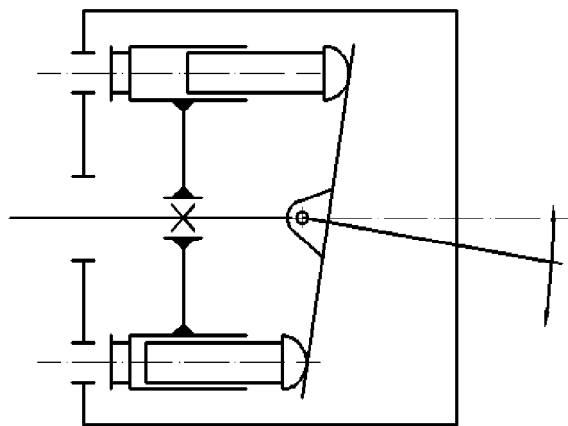
Patří do skupiny generátorů s konstantním geometrickým objemem. Vyznačují se velkou rovnoměrností proudu, mají tichý a klidný chod. Jejich geometrický objem vytvářejí závitové mezery vzájemně zabírajících šroubů. Díky svým přednostem by se mohly zdát ideálním zdrojem tlakové energie pro hydraulické mechanismy, jsou však velmi náročné na výrobu šroubů, ale i těles generátorů. [4]

- Pístové generátory

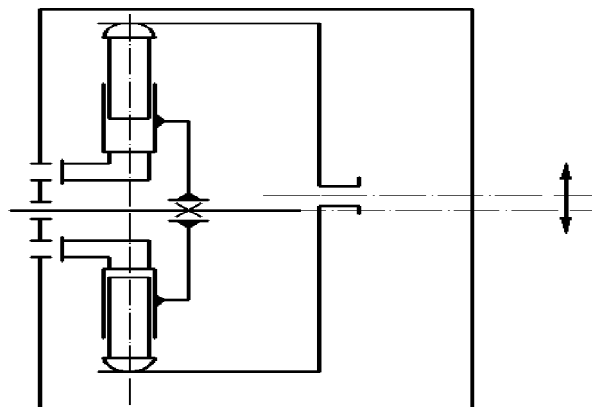
Tyto generátory jsou vyráběny jak s konstantním, tak i s proměnným geometrickým objemem. Podle poloh os válců k ose bloku válců jsou rozděleny na axiální, radiální a řadové. Axiální pístové generátory mají osy válců s osou bloku válců rovnoběžné nebo s ní svírají úhel menší než  $45^\circ$  obr. 5. Radiální pístové generátory mají osy válců k ose bloku válců

kolmé nebo pod úhlem větším než  $45^\circ$  a vyrábějí se s konstantním geometrickým objemem obr. 6. Řadové pístové generátory mají válce uspořádány v jedné nebo několika řadách vedle sebe. Osy válců jsou kolmé k ose bloku válců.

Pístové generátory jsou velmi rozšířené, je to dáno některými jejich přednostmi. Např.: výroba válcových ploch a jejich následné utěsnění není obtížné, při lichém počtu válců jsou proudové pulsace generátoru malé, konstrukce pístových generátorů a jejich dobré utěsnění dovoluje pracovat s vysokými tlaky kapaliny. [4]



Obrázek 5. Axiální pístový generátor



Obrázek 6. Radiální pístový generátor

### 1.2.1.2 *Hydraulické motory (hydromotory)*

Jsou to prvky v obvodu, určené k převodu tlakové energie tekutiny na tuhé části motoru. Oproti hydrogenerátoru plní hydromotor inverzní funkci v mechanismu. Jejich konstrukční provedení je hydrogenerátorům podobné nebo někdy úplně stejné. Liší se tím, že kapalina je do motoru přiváděna pod tlakem, a je schopna zaplňovat pracovní prostor při vyšší pohybové frekvenci. Hydromotory se dělí na rotační, přímočaré a s kyvným pohybem. [3]



- Rotační motory

Tyto motory rozlišujeme stejně jako generátory podle prvků, které vytvářejí geometrický objem motoru, i jejich označení je stejné: zubové, lamelové, pístové a šroubové motory. V současné době se nejvíce využívají motory lamelové a pístové. Předností rotačních motorů je snadně dosažitelná plynulá regulace otáček., malé rozměry a hmotnost, možnost přetěžování bez nebezpečí přetěžování motoru a schopnost trvale pracovat v otáčkách blízkých nule.[4]

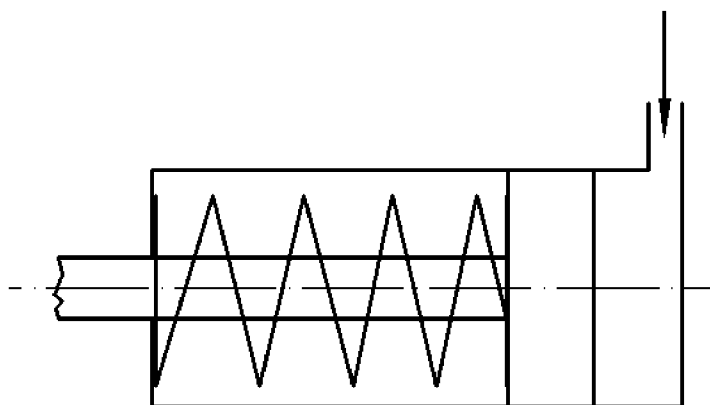
Lamelové motory se vyznačují velkým geometrickým objemem i při malých vnějších rozměrech ve srovnání s ostatními rotačními motory.

Axiální pístové motory se mohou používat pro vysoké pohybové frekvence na rozdíl od pístových motorů radiálních, a to díky svým dynamickým vlastnostem. Radiální pístové motory jsou vhodné pro nízké pohybové frekvence a vyvozování velkých točivých momentů. U hydraulických mechanismů, které trvale pracují s velmi nízkými otáčkami, se využívají křivkové motory (radiální pístové motory). Díky jejich tvaru oběžné dráhy pístu ve statoru se podstatně zvětší geometrický objem motoru, protože v průběhu jedné otáčky vykoná každý píst více jak jeden zdvih. [4]

- Přímočaré motory

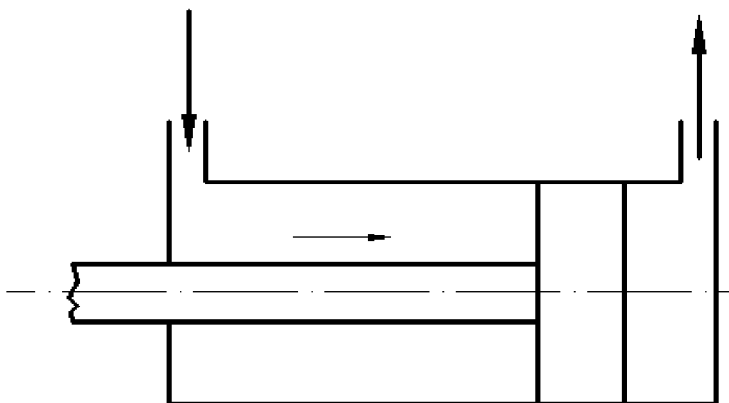
Tyto motory jsou velmi často využívány, to zejména při mechanizaci a automatizaci technologických procesů, díky své jednoduché konstrukci, poměrně lehkou výrobou, dobrou tlakovou a proudovou účinností a vysoké funkční spolehlivosti. Přímočaré motory lze rozdělit na membránové a pístové (jednočinné, dvojčinné):

jednočinné (k vrácení pístu do výchozí polohy se obvykle používá pružina) obr. 7.,



Obrázek 7. Jednočinný přímočarý hydromotor (jednoduchý)

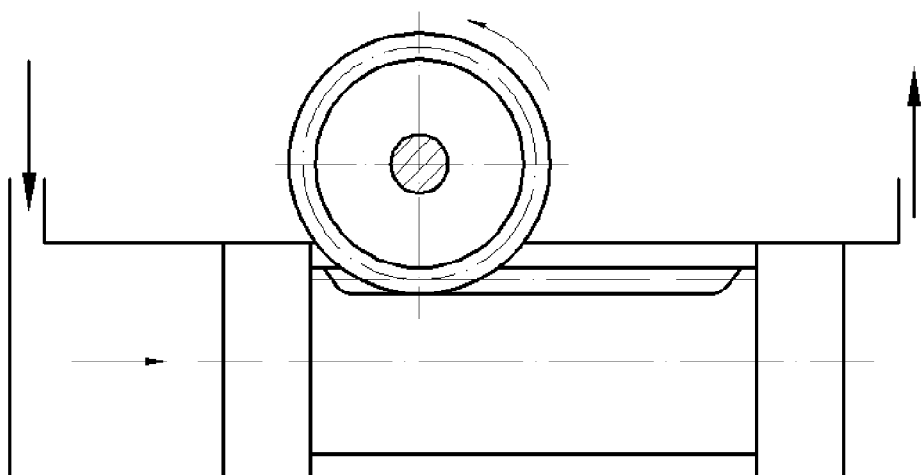
dvočinné (tlaková kapalina je přivedena na obě plochy pístu) obr. 8. [4]



Obrázek 8. Dvočinný přímočarý hydromotor (jednostranný)

- Motory s kyvným pohybem

U těchto motorů může jejich výstupní člen konat otáčivý pohyb v rozsahu menším než  $360^\circ$ . Využívají se k zajišťování periodických kyvných pohybů. Od běžných typů hydromotorů se odlišují jednodušší konstrukcí, menšími rozměry a nižší cenou. Jsou vhodné tam, kde se požaduje na výstupu malé pootočení. Výrobně jsou nákladné vzhledem k nesnadnému utěsnění a z toho důvodu se příliš neuplatňují. Otáčivého pohybu výstupního členu motoru se docílí transformací přímočarého pohybu pístu. Transformačním členem bývá dvojice šroub s maticí nebo hřeben s ozubeným kolem obr. 9. [3],[4]



Obrázek 9. Hydromotor s kyvným pohybem (pastorek s hřebenovou tyčí)

### 1.2.1.3 Řídící prvky a zařízení

K zajištění spolehlivosti hydraulických mechanismů vybavujeme tyto mechanismy celou řadou prvků jako rozvaděči, ventily, hydraulickými zámky a můstky, hydraulickými relé apod. Z hlediska jejich funkčnosti můžeme tyto prvky rozřadit do těchto skupin:

- prvky pro řízení směru toku kapaliny
- prvky pro řízení pracovního tlaku
- prvky pro řízení množství kapaliny a rychlosti
- prvky pro automatické řízení pracovního cyklu [3],[4]
  - Prvky pro řízení směru toku kapaliny

Prvkům, které řídí nebo usměrňují tok kapaliny, tak, aby hydraulický motor konal příslušné pohyby v daném smyslu, říkáme rozvaděče. Do této skupiny lze zařadit také zpětné ventily, které rovněž řídí směr průtoku kapaliny v hydraulickém obvodu.

U rozvaděčů je prvkem, který umožňuje rozvod kapaliny k hydromotoru či zpět do nádrže, šoupátko nebo ventil. Podle pohybu šoupátka jsou rozvaděče s pohybem přímočarým, rotačním nebo kombinovaným.

Šoupátkové rozvaděče dělíme podle počtu poloh. Základními typy jsou dvoupolohové (reverzují chod hydromotoru) a třípolohové (mají neutrální polohu, která podle způsobu zapojení umožňuje např. blokování), podle počtu cest (které propojují), podle propojení ve střední poloze a podle způsobu ovládní (ruční, mechanické, hydraulické, elektrické nebo elektrohydraulické). [3]

- Prvky pro řízení pracovního tlaku

Zde se využívají pojistné ventily, které se vestavují do hydraulického obvodu jako ochrana proti přetížení, popř. úplnému zablokování. Pojistný ventil je v činnosti pouze v případě, když dojde k přetížení hydromotoru nebo k poruše některého hydraulického prvku. Mezi pojistné ventily patří: přepouštěcí ventily (udržují konstantní výšku provozního tlaku v celém obvodu, trvale přepouštějí jistý průtok zpět do nádrže), redukční ventily (udržují konstantní tlak na výstupu bez ohledu na vstupní tlak nebo v obvodu udržují konstantní rozdíl tlaku na vstupu a výstupu), škrťací ventily (řídí průtok změnou průřezu, mohou mít konstantní nebo proměnlivý odpor), brzdicí ventily (regulují průtok tekutiny odtékající z hydraulického válce v jeho úvratích), regulátory průtoků (k zajištění konstantní rychlosti

nebo otáček hydromotoru při kolísání tlaku nebo průtoku tekutiny) a děliče průtoku (k synchronizaci pohybu, tlaků na čele pístků v případě zapojení dvou a více hydromotorů). [3]

- Prvky pro automatické řízení pracovního cyklu

V jednoduchých zařízeních můžeme použít hydraulické prvky běžného provedení, u složitějších zařízeních s více obvody, které umožňují řízení pracovního cyklu stroje v libovolném sledu, klademe požadavek, aby prvky byly úsporné, jejich reakční doba co nejkratší a vyžadovaly nízký příkon.

Systémy řídicí funkční sled hydraulických obvodů mohou být např.: mechanické, hydraulické, elektrické a pneumatické. Řídicí impulsy se následně podle toho přenášejí prvky mechanickými, hydraulickými, elektrohydraulickými a pneumaticko-hydraulickými na hydraulický obvod.[3]

**Prvky mechanické** – bývají zpravidla samy řídicími prvky a působí přímo na hydraulický ovládací prvek, jako jsou různá šoupátka nebo ventily. Řízení může být buď polohové (od nárazek na pracovních částech stroje, nebo časové. Tohoto řízení se využívá při stálých pracovních cyklech stroje.[3]

**Prvky hydraulické** – protože řídicí impulsy jsou hydraulické, odpadá potřeba zvláštních převáděcích prvků (používají se u běžných hydraulických prvků). Toto řízení se uplatňuje pro stálé pracovní cykly s omezeným počtem kombinací sledu několika pracovních funkcí nebo řídicí impulsy jsou zpracovány podle předem připraveného záznamu. Jejich nevýhodou je pomalejší reakční čas oproti elektrickým a pneumatickým zařízením.[3]

**Prvky elektrohydraulické** – svoji konstrukcí navazují na běžně používané ovládací prvky s uplatněním zásad servořízení. Pro převod impulsu z hydraulické soustavy do soustavy elektrické slouží tlakové spínače. Pro programové řízení proudovými impulsy slouží elektromagnety, které zajistí danou polohu šoupátka působením magnetů. [3]

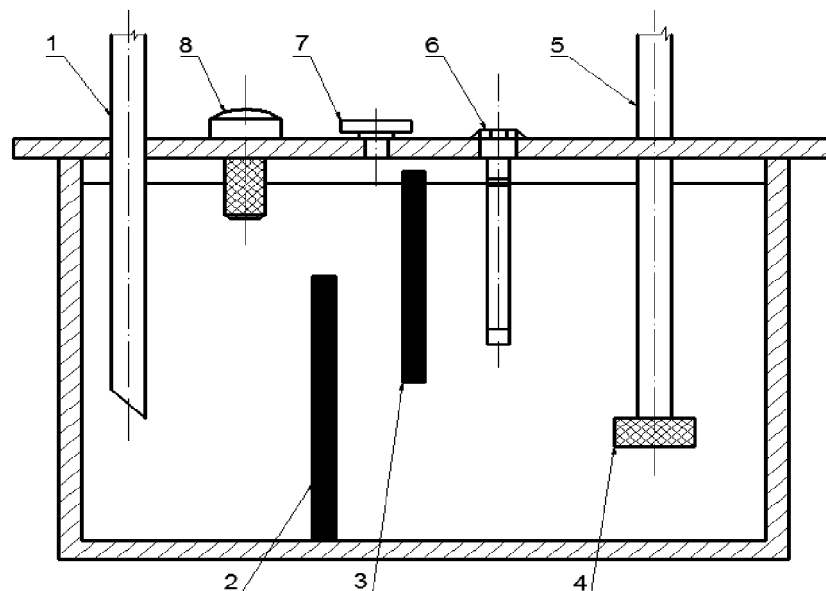
**Prvky pneumatickohydraulické** – jejich ovládací impulsy jsou zpracovány a zesilovány opět jako tlakové impulsy nebo jako stále působící tlak po určitou dobu. Ovládací tlak přesouvá hydraulická šoupátka hlavní nebo při servořízení šoupátka řídicí. Zejména servošoupátka vyžadují malou osovou sílu. Při přímém ovládacím rozvaděči působí zpravidla stálý tlak, který šoupátka drží v dané poloze (do základní polohy se vracejí působením pružin. [3]

### 1.2.1.4 Pomocná zařízení a příslušenství

Jsou to zařízení, která jsou nezbytná pro hydraulický obvod. Zajišťují dostatek a čištění tekutiny, změnu parametrů tlakové energie a propojení jednotlivých prvků v hydraulickém obvodu. Do této skupiny patří především nádrže a akumulátory kapaliny, čističe, multiplifikátory a různé druhy vedení kapaliny. [5]

- Nádrže na kapalinu

Představují zásobník kapaliny, který je pod atmosférickým tlakem (v uzavřené nádobě propojeným s okolím tzv. "dýchacím" otvorem, ve kterém musí být umístěn čistič vzduchu), slouží k ochlazování, popř. ohřívání kapaliny, k odplynování kapaliny, k usazování nečistot a popř. také k umístění dalších hydraulických prvků, jako generátoru, ventilů apod. obr. 10. [5]



Obrázek 10. Nádrž tlakové kapaliny

1/ přívodní trubka; 2,3/ přepážky; 4/ sací koš (čistič); 5/ trubka sacího potrubí; 6/ olejznak; 7/ čistič vzduchu; 8/ nalévací otvor se sítkem

- Akumulátory

Jsou to zásobníky tekutiny pod tlakem vyšším než atmosférickým. Slouží k akumulaci (shromažďování) tlakové energie a vyrovnávají rozdíly mezi okamžitou spotřebou a dodávkou. Akumulátory dokáží udržet předepsaný tlak v obvodu, mohou sloužit jako rezerva při vysazení generátoru, ale také jako generátor při krátkodobých cyklech opakujících se v delších časových intervalech. [5]

Druhy akumulátorů:

**Závažový** - tlak v kapalině se dosahuje tíhou závaží, výhodou je konstantní tlak, nevýhoda - velká rozměrnost. [5]

**Pružinový** - tlaku v akumulátoru se dosahuje působením pružiny na píst. Jejich výhodou je práce v libovolné poloze. [5]

**Plynový** - analogie pružinových akumulátorů – pružinu zde nahrazuje stlačený plyn, oddělený od kapaliny membránou (pryžovým vakem). Změna tlaku a objemu plynu odpovídá změně tlaku a objemu kapaliny. [5]

- Čističe

Správnou a spolehlivou funkci hydraulického mechanismu je nutné zajistit dokonalým čištěním kapaliny. Jak před plněním do nádrže a při něm, tak i po celou dobu provozu mezi výměnou náplně.

Nečistoty se zachycují různými čističi, nejčastěji však průtokovými (nejsnadnější odstranění větších nečistot), a to buď prostupnou stěnou tvořenou sítím, pórovitou látkou či štěrbinou, nebo jsou odlučovány působením vedlejších sil. [5]

- Multiplikátory

Těchto hydraulických zařízení se využívá ke změně parametrů tlakové energie při stálém výkonu. Předává se v něm tlaková energie původní (vstupní) tekutiny tekutině nové (výstupní).

Multiplikátory rozlišujeme:

**Přímočaré** (mohou být jednočinné nebo dvojčinné),

**Rotační** (složené z hydromotoru a generátoru s pevně spojenými hřídeli). [5]

- Vedení kapaliny

Vedení propojuje jednotlivé prvky v hydraulických obvodech. Při vzájemně nepohyblivých polohách prvků, bývá vedení tvořeno soustavou kovových trubek. V případě vzájemně pohyblivých hydraulických prvků, je vedení tvořeno soustavou ohebných hadic.

Důležitou součástí vedení jsou spoje (z pravidla rozebíratelné), musí zabezpečovat dokonalou těsnost spojení, aby nedocházelo k úniku kapaliny. Potrubí, hadice a hydraulické prvky

se zpravidla spojují převlečnými maticemi a větší průměry přírubami, popřípadě je možné použít speciálních spojů.

**Potrubí:** nejčastěji se používají ocelové trubky, bezešvé, přesné (malé mezní úchyly). [5]

**Hadice:** vyrábějí se ze syntetické gumy nebo jiných pružných materiálů. Složené z více vrstev materiálů, na koncích převlečné matice nebo rychlospojky. [5]

### 1.2.2 Výhody a nevýhody hydraulických pohonů

Použití hydraulických pohonů přináší celou řadu výhod, kterými tyto mechanismy disponují. K hlavním výhodám patří především:

- Přenos energie na větší vzdálenosti (řádově v desítkách metrů) i při špatné orientaci generátoru s motorem.
- Snadné jištění proti přetížení (zapojením pojistného prvku do okruhu).
- Jednoduchá přeměna rotačních pohybů na přímočaré a naopak.
- Možnost změny smyslu pohybu za provozu při plném zatížení.
- Jednoduchá montáž a údržba.
- Malá pořizovací cena (typizované prvky).

I přes celou řadu výše zmíněných výhod je nutné při použití hydraulického pohonu zohlednit nevýhody, které toto zařízení přináší. Jsou to zejména tyto:

- Nutnost pečlivé a přesné výroby hydraulických prvků (dodržení geometrického tvaru a rozměru součástí), z důvodu tlakových a objemových ztrát.
- Citlivost na nečistoty a tím i důslednost údržby.
- Nelze udržet naprosto konstantní rychlosti nebo otáčky při měnícím se zatížení, a to z důvodu stlačitelnosti oleje a pružnosti potrubí.
- Citlivost na změnu teploty, která má za následek změnu viskozity. To má za následek změnu velikosti průtoku v kanálech, případně únik oleje netěsnostmi v obvodu. [3],[4]

### 1.3 Pneumatické mechanizmy

Pneumatickým zařízením nazýváme každý mechanismus, jenž využívá k přenosu energie mezi hnaným a hnacím členem plynu (nejčastěji stlačeného vzduchu). Hnacím členem u pneumatických mechanismů je generátor (kompresor) proudu plynu nesoucího příslušnou formu energie. Hnaný člen převede tuto formu energie proudu plynu na jiný druh nositele energie, případně uskutečňuje přeměnu její formy. Základní pneumatický okruh tvoří generátor, jeho rozvod s příslušnými ovládacími a pomocnými prvky a pneumatické motory. [3],[6]

#### 1.3.1 Prvky pneumatických mechanismů

##### 1.3.1.1 Kompresory (zdroje stlačené energie)

Kompresory se rozdělují podle pracovního způsobu na objemové a odstředivé. U objemových kompresorů (pístové, rotační kompresory – šroubové, dvourotorové, lamelové) je vzduch nasáván do určeného prostoru v kompresoru, v němž je uzavřen a oddělen od sání a výtlaku. Zmenšováním objemu tohoto prostoru dochází ke zvyšování tlaku, tento pracovní prostor je propojen s výtlakem. [6]

- Odstředivé kompresory – turbokompresory

Turbokompresory (radiální, axiální) dosahují zvětšení tlaku vzduchu zvýšením rychlosti proudění vzduchu a přeměnou kinetické energie na energii tlakovou. [6]

- Pístové kompresory

Jednostupňové nebo více stupňové, liší se výtlačným tlakem, činností pístu, počtem válců a jejich uspořádáním, způsobem chlazení a regulací. [6]

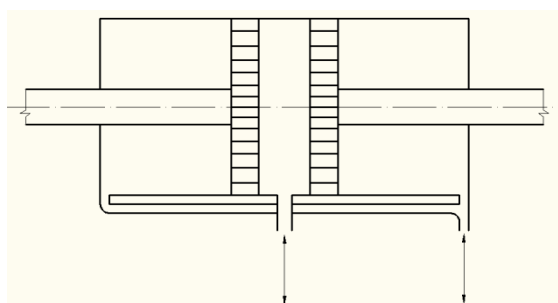
**Jednostupňové kompresory** – používají se pro malé výkony a tlaky do 0,7 MPa, jsou většinou chlazeny vzduchem, s uspořádáním válců v řadě nebo do tvaru písmene V. Pohybem pístu (mezi horní a dolní úvratí) se vzduch postupně nasává, stlačuje a vytlačuje. Tento pohyb umožňuje většinou elektromotor a klikový mechanismus. [6]

**Dvoustupňové kompresory** – používají se pro větší tlaky a výkony. Válce uspořádány v řadě, chlazeny vodou a s vnějším chlazením v mezichladiči. Při prvním stupni stlačování dochází k ohřevu vzduchu (zvětšení objemu), v mezichladiči se vzduch ochladí (zmenšení objemu téměř na původní hodnotu), v druhém stupni se již stlačuje na požadovaný tlak. [6]

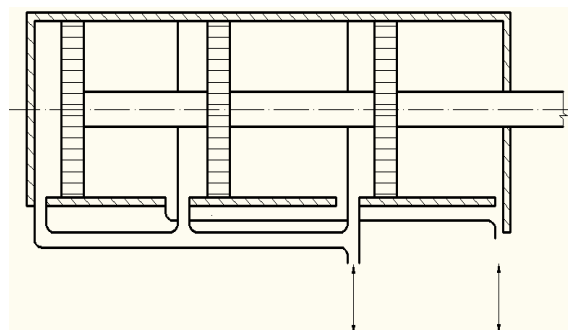


### 1.3.1.2 Pneumatické motory

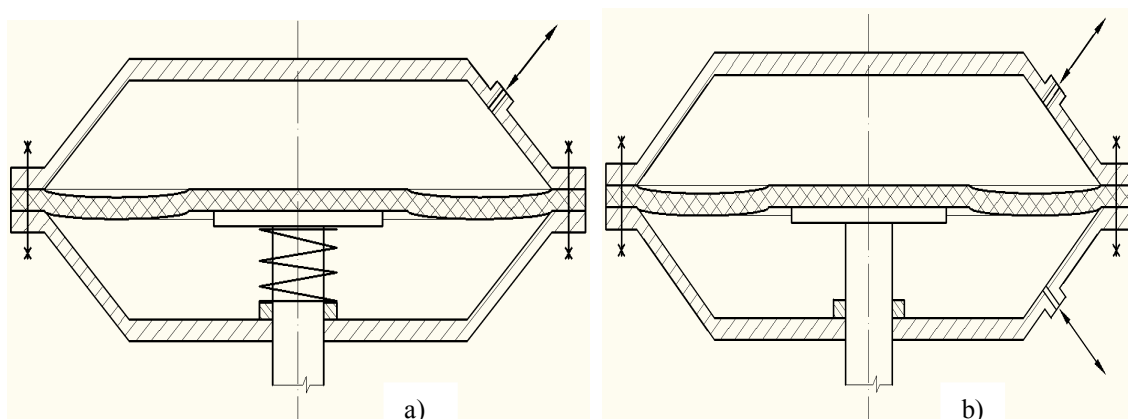
Základní prvky pneumatických obvodů. Tlaková energie stlačeného vzduchu se v nich přeměňuje na mechanickou práci. Pneumatické motory mohou být: pístové obr. 11, 12, membránové (pro malé zdvihy, řádově několik cm. Válce buď jednočinné obr. 13a. s vratnou pružinou nebo dvojitě obr. 13b. Přenos poměrně větších sil v daném rozměru, než u válců s pístem), lamelové, zubové (v principu shodné s hydromotory). Úderné pneumatické stroje (volný píst koná kmitavý pohyb) lze rozdělit na nárazové (píst je pevně spojen s pracovním nástrojem) a příklepné (píst přiklepává v dolní úvratí na stopku pracovního nástroje). [3],[6]



Obrázek 11. Pneumatický válec dvojitě (oboustranný)



Obrázek 12. Pneumatický válec s několika písty



Obrázek 13. Pneumatické válce s membránou

### 1.3.1.3 Řídící prvky (regulace, chlazení)

- Regulace kompresoru

Regulace – má za úkol odstraňovat odchylky mezi objemovým průtokem dodávaným kompresorem a objemovým průtokem odebíraným spotřebiči. Menší rozdíly objemového průtoku vyrovnává vzdušník. Regulace se provádí změnou otáček hnacího stroje nebo při stálých otáčkách zastavováním a spouštěním motoru, škrcením v sání, atd. K regulaci tlaku se používají redukční ventily různé konstrukce (pístové, membránové), které umožňují snížit tlak na požadovanou hodnotu a zároveň jej udrží na požadované hodnotě. [6]

**Pístový redukční ventil** – požadovaný tlak se nastavuje ručním šroubem. Není-li v soustavě dostatečný tlak, pružina přitlačí píst směrem dolů (vzduch proudí k motoru), po dosažení požadovaného tlaku na výstupu je pružina stlačována pístem (přívod vzduchu je uzavřen). Po poklesu tlaku v soustavě se proces opakuje. [6]

**Pojistný ventil** – určen k zamezení poklesu tlaku vzduchu v pracovním prostoru. Dojde-li k poškození přívodního potrubí, zůstane ventil v jištěném prostoru. [6]

Uzavírací ventily – jsou určeny k regulaci tlaku, manipulace (díky jejich malému zdvihu) je rychlá. Jsou vhodné pro malé světlosti a vysoké pracovní tlaky. Nevýhoda uzavíracích ventilů je změna směru průtoku dopravované látky. [6]

**Zpětné ventily** – usměrňují průchod vzduchu v jednom směru a zabraňují zcela proudění ve směru druhém. Jejich předností je, že zachycují zpětné rázy v potrubí. [6]

**Uzavírací šoupátka** – využívají se zejména u větších průměrů potrubí. Průtok je uzavírán zasouváním desky mezi dvě sedla tělesa. Výhoda zpětných ventilů je, že nevznikají ztráty při uzavírání a otevírání průtoku, lze jich využít pro oboustranný směr proudění vzduchu. Jejich nevýhodou je větší opotřebení (uzavírání zasouvací desky pod tlakem, obtížné otevírání při vyšších teplotách). [6]

- Chlazení kompresoru

Chlazení umožňuje spolehlivý chod kompresoru, zlepšuje mazání stěn válce a zvyšuje dopravní účinnost. [6]

**Chlazení vzduchem** – používá se především u malých kompresorů, kde hlava a válec má žebrování (lepší odvod tepla díky zvětšené ploše). [6]

**Chlazení vodou** – dokonalejší způsob chlazení (chladičí médium protéká v dutinách pláště válce a hlavy válce), používá se u středních a velkých kompresorů. [6]

**Chlazení v mezichladičích** – používá se u několikastupňové komprese. Nasávaný plyn se chladí ve vzduchových nebo vodních chladičích. Vodní chladiče bývají nejčastěji hadové nebo svazkové. [6]

#### **1.3.1.4 Pomocná zařízení (přístroje k zajištění chodu pneum. obvodu)**

Aby mohly pneumatické obvody bezchybně fungovat, je nutné odstraňovat ze vzduchu mechanické nečistoty (způsobují abrazi) a vodní páry (způsobují korozi), které jsou nasávány spolu se vzduchem při činnosti stroje. Pro odstranění těchto nečistot se montuje do pneumatického obvodu odlučovač tuhých částic spojený s odlučovačem kapalin. [6]

**Odlučovač kapalin** – hrubší síto nečistot. Dochází zde k usazování vody a velkých nečistot na dně nádoby, využívá se vírového kotouče (způsobuje víření stlačeného vzduchu). Tyto nečistoty se vypouštějí ručně uzavíracím ventilem. [6]

**Odlučovač tuhých částí** – vzduch prochází přes systém filtračních vložek, které zachycují jemné nečistoty. [6]

#### **1.3.2 Výhody a nevýhody pneumatických pohonů**

Použití pneumatických pohonů přináší celou řadu výhod, kterými tyto mechanismy disponují. K hlavním výhodám patří především:

- Nízká hmotnost nosného média.
- Jednoduchá konstrukce a údržba.
- Možnost přetížení (bezpečnost provozu).
- Pracovní účinnost není podstatně ovlivněna měnící teplotou.
- Využití u procesů kdy by např. olej (prosakuující netěsnostmi vedení) zhoršil kvalitu výrobků.
- Použití v provozech, u kterých by hrozilo vznícení od otevřeného ohně nebo od rozžhavených částí zařízení.

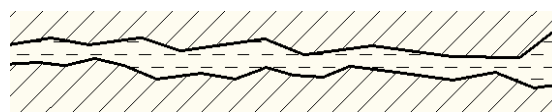
I přes celou řadu výše zmíněných výhod je nutné při použití pneumatického pohonu zohlednit nevýhody, které toto zařízení přináší. Jsou to zejména tyto:

- Vysoké provozní a pořizovací náklady (kompresorové stanice).
- Nižší provozní tlaky v obvodech (menší síly).

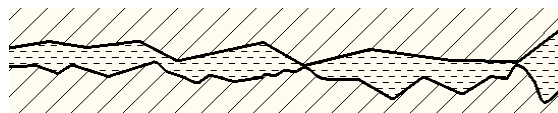
- Řízení pohybů lze provádět jednoduše, avšak průtok plynu ventilem je při dosažitelných malých tlakových spádech velmi citlivý ke změnám zatížení.
- Proudové ztráty jsou v dané mezeře u pneumatických mechanismů značně větší než u hydraulických mechanismů.
- Výroba stlačeného vzduchu je (6 až 8 krát) dražší než výroba elektrického proudu, a asi 4 krát dražší než výroba stačeného oleje. [3],[6]

## 2 KLUZNÁ LOŽISKA

Kluzná ložiska jsou strojní součásti, které vymezují vzájemnou polohu dvou stýkajících se částí mechanismu při jejich vzájemném pohybu. Tento pohyb je doprovázen kluzným třením a opotřebením (adhezivní, abrazivní, erozivní, kavitační únavové a vibrační). Podle tloušťky mazacího filmu pracuje ložisko v oblasti kapalinného tření (kluzné plochy odděleny souvislou vrstvou maziva) obr. 14, mezního tření (kluzné desky jen s částí odděleny vrstvou maziva, na vrcholech kluzných ploch dochází k přímému dotyku) obr. 15 a suchého tření (na kluzných plochách není tekuté ani plastické mazivo) obr. 16. [7],[8]



Obrázek 14. Kapalinné tření



Obrázek 15. Mezní tření



Obrázek 16. Suché tření

### 2.1 Požadavky kladené na ložiska

Při volbě ložiska je nutné znát a pečlivě uvážit všechny požadavky, kterým ložisko musí vyhovět. Tyto požadavky bývají velmi rozdílné, někdy dokonce protichůdné, a lze je rozdělit do tří hlavních skupin: funkční, ekonomické a speciální. [8]

- Funkční požadavky

Tyto požadavky jsou zpravidla rozhodujícími prvky při volbě ložiska. Do této skupiny patří únosnost ložiska, obvodová rychlost čepu, ztráty třením, útlum vibrací, hlučnost, trvanlivost ložiska, provozní teplota a přípustná nesouosost. [7]

**Tlumení vibrací** – oproti valivým ložiskům se kluzná pouzdra (s dostatečnou mazací vrstvou) vyznačují značnou schopností útlumu. [7]

**Trvanlivost ložiska** – trvanlivost kluzného pouzdra je teoreticky neomezená (nedochází k přímému dotyku pouzdra a čepu), ideální trvanlivost narušuje pouze samotný provoz

(oblast mezného mazání). Trvanlivost závisí na mnoha aspektech, především na pracovních podmínkách, údržbě, konstrukci a jakosti výroby. [7]

**Obvodová rychlost čepu** – volba vhodného ložiska je závislá na druhu mazání (hydrostatické, hydrodynamické, v oblasti mezného mazání). Ložiska s hydrodynamickým mazáním jsou vhodné pro střední a velké rychlosti, s hydrostatickým mazáním jsou obzvláště vhodné pro malé rychlosti a pro kývavý pohyb, v oblasti mezného mazání mají malé nebo střední kluzné rychlosti. [7]

- Speciální požadavky

Mezi tyto požadavky patří odolnost proti vlivům okolního prostředí (prašnost, velký obsah vodních par), nutnost použití určitých látek jako mazacího média (kapalné, plynné).

V prašném prostředí se předchází rychlému opotřebení kluzného pouzdra, tomuto jevu lze předejít vhodnou konstrukcí těsnění ložiska, volbou vhodnějšího mazání (tukové), nebo účinnou filtrací oleje.

V prostředí vodních par, lze předcházet korozi vhodnou volbou ložiskového materiálu (plastické materiály, polyamidy, plněný teflon, atd.). [7]

## 2.2 Rozdělení kluzných ložisek

Podle typu pohybu rozdělujeme kluzná uložení pro pohyb otáčivý a posuvný. Ložiska pro otáčivý pohyb rozdělujeme na radiální, axiální a kombinovaná. U jednotlivých druhů působí zátěžná síla kolmo na osu, ve směru osy a šikmo k ose ložiska. [8]

### 2.2.1 Radiální kluzná ložiska

Radiální ložiska zachycují síly působící kolmo k jejich ose. Podle obvodové rychlosti se liší typem mazání (hydrodynamická, hydrostatická). Ložiska se upevňují v radiálním směru na lícované válcové ploše čepu nebo díry v tělese.

Správné radiální upevnění ložiska na čepu a v tělese má značný vliv na využití jeho únosnosti a na trvanlivosti. Při volbě radiálního upevnění ložiska posuzujeme a bereme v úvahu následující vlivy: obvodové zatížení, bodové zatížení, velikost zatížení a přesnost uložených ploch. [9]

### 2.2.2 Axiální kluzná ložiska

Podle hydrodynamické teorie mazání se axiální ložiska řeší jako ložiska segmentová a to: s pevnými segmenty, nebo se segmenty naklápěcími. [7]

- Ložiska s pevnými segmenty

Spolehlivost závisí především na sklonu kluzných ploch, kluzné rychlosti, viskozitě a na množství maziva. Pro jeden směr pohybu má segment jednu klínovou plochu, pro dva směry pohybu jsou na segmentu dvě klínové plochy s opačnými sklony. [7]

- Ložiska s naklápěcími segmenty

Výhodou ložisek s naklápěcími segmenty je především možnost měnit sklon segmentů, tím se ložisko lépe přizpůsobuje provozním podmínkám. [7]

## 2.3 Mazání kluzných ložisek

Mazáním rozumíme všechny zásahy do kluzných ploch, ať už kapalnou, plastickou nebo tuhoun látkou. O způsobu mazání rozhoduje především konstrukce, množství a druh maziva, počet mazaných míst, spolehlivost a požadavek na jeho trvanlivost. Taktéž musíme zohlednit provozní podmínky (kluzná rychlost, doba běhu, čistota, atd.). Rozeznáváme tři způsoby mazání: olejem, tukem, tuhými mazivy. [7]

### 2.3.1 Mazání olejem

Správnou funkci ložiska v oblasti hydrodynamického mazání je nutno zabezpečit dopravou potřebného množství maziva, a tím doplnit ztráty, které vznikly okrajovou netěsností. Olej lze dodávat různými způsoby:

- Ručně olejnicí – vhodné u krátkodobě běžících, málo zatížených ložisek.
- Knotem.
- Kapací maznicí.
- Mazacím tlakovým přístrojem.
- Mazacím kroužkem – pro středně zatížené a pro menší kluzné rychlosti.
- Tlakovým čerpadlem – pro největší rychlosti a zatížení.

Nejvýkonnější je tlakové mazání, i přes své nevýhody (vysoká pořizovací cena, vyžaduje vlastní soustavu, popř. zvláštní hnací jednotku) zabezpečuje vysokou trvanlivost ložisek. [7]

### 2.3.2 Mazání tukem

Tukové mazání není vhodné pro přesná kluzná uložení s velmi malou ložiskovou vůlí. Použití tuku jako maziva je výhodné v těchto případech:

- Při malé kluzné rychlosti.
- V případě kdy by mazání olejem vedlo k nespolehlivé funkci zařízení nebo poškození výrobku.
- Při vysoké provozní teplotě a při velkých měrných zatíženích.
- U těžko přístupných ložisek, k částečnému zajištění mazání na delší dobu.
- V nepříznivých pracovních podmínkách (prašnost, vlhkost, chemicky aktivní prostředí).

Mazání tukem je krátkodobé, obecně je možné rozlišit tři druhy mazání tukem:

- Ruční mazání – vhodné pro málo zatížená ložiska. Mazání se provádí mazacím litem nebo Staufferovou maznicí.
- Samočinné maznice.
- Ústřední tlakové mazání – nejspolehlivější. [7]

### 2.3.3 Tuhá maziva

V případech, kdy nelze použít kapalných nebo plastických maziv, zejména při vysokých teplotách nebo při velmi vysokých místních tlacích, se používají tuhá maziva (grafit, koloidní grafit). Mezi jejich základní vlastnosti patří: tepelná a chem. stálost, vysoká teplota tání, dobrá přilnavost, schopnost vytvářet souvislý povrch a nesmějí působit korozivně. [7]

## 2.4 Výhody a nevýhody kluzných ložisek

Kluzná ložiska doprovází celá řada výhod, které valivé ložiska postrádají. Mezi jejich výhody patří: klidný a tichý chod. Schopnost tlumení rázů, delší trvanlivost, menší rozměry a hmotnost, použitelnost pro velké rychlosti otáčení a cenová dostupnost.

K jejich nevýhodám patří: obtížnější konstrukční návrh, velký rozběhový moment (suché tření), složitější mazací systém a příp. i s chlazení oleje. [8]



## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

### 3 KONSTRUKCE ČISTÍCÍHO ZAŘÍZENÍ

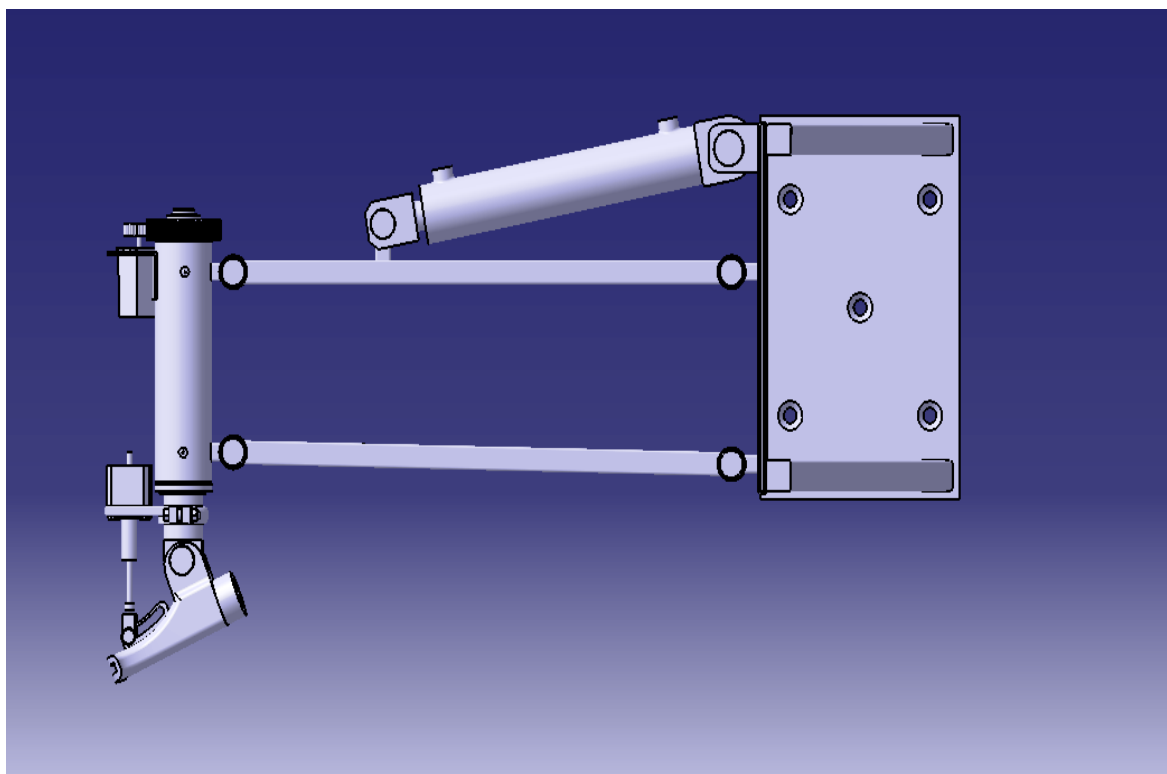
Cílem mojí práce je vytvoření technické dokumentace, celkové sestavy zařízení a ekonomické zhodnocení výroby vysokotlakého zařízení, které bude moci rotovat kolem dvou os (y, z) a to plynule nebo krokově. Toto zařízení je konstrukčně zaměřeno na podvozek MAN s nástavbou KOBIT (samosběrný zametač K6).

#### 3.1 Řešení pohyblivosti konstrukce

Světlost čistících vozů bývá kolem 500 mm. Mým úkolem bylo co nejvíce přiblížit samotnou trysku k vozovce (za stavu čištění), ale přitom zachovat světlost automobilu při normálním provozu, zajistit možnost natočení trysky během čištění a přitlaku (sklonu trysky) k vozovce.

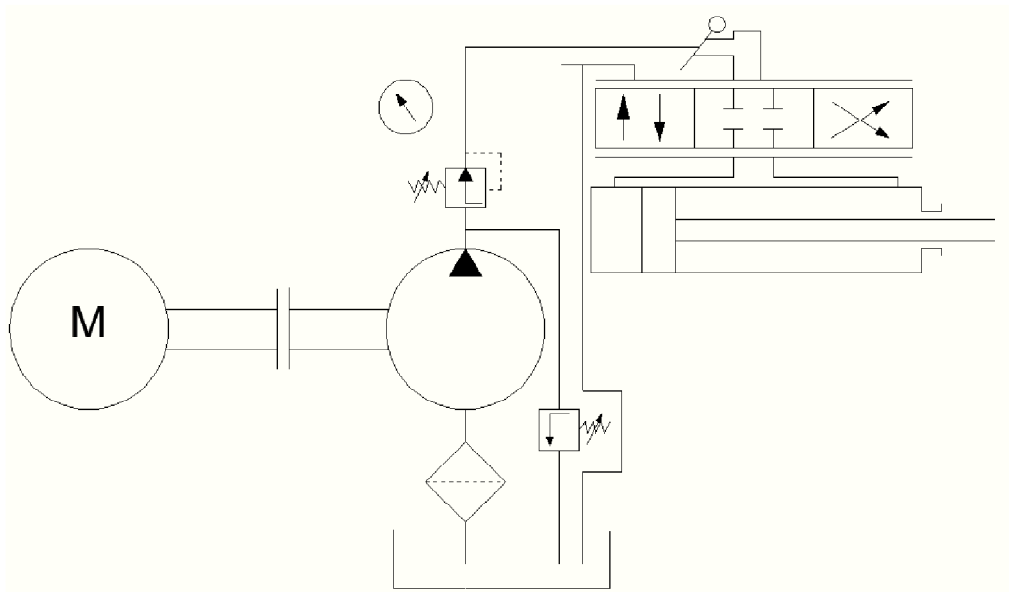
##### 3.1.1 Přísuv k vozovce

Přísuv k vozovce jsem vyřešil pomocí hydraulického motoru (pístnice) obr. 17., která zajistí plynulý chod a dostatečnou pevnost při manipulaci a během čištění. Světlost vozu při maximálním zajetí pístnice není změněna a při maximálním vysunutí pístnice se světlost vozu zmenší o 300 mm.



Obrázek 17. Přísuv k vozovce pomocí hydraulického motoru (pístnice).

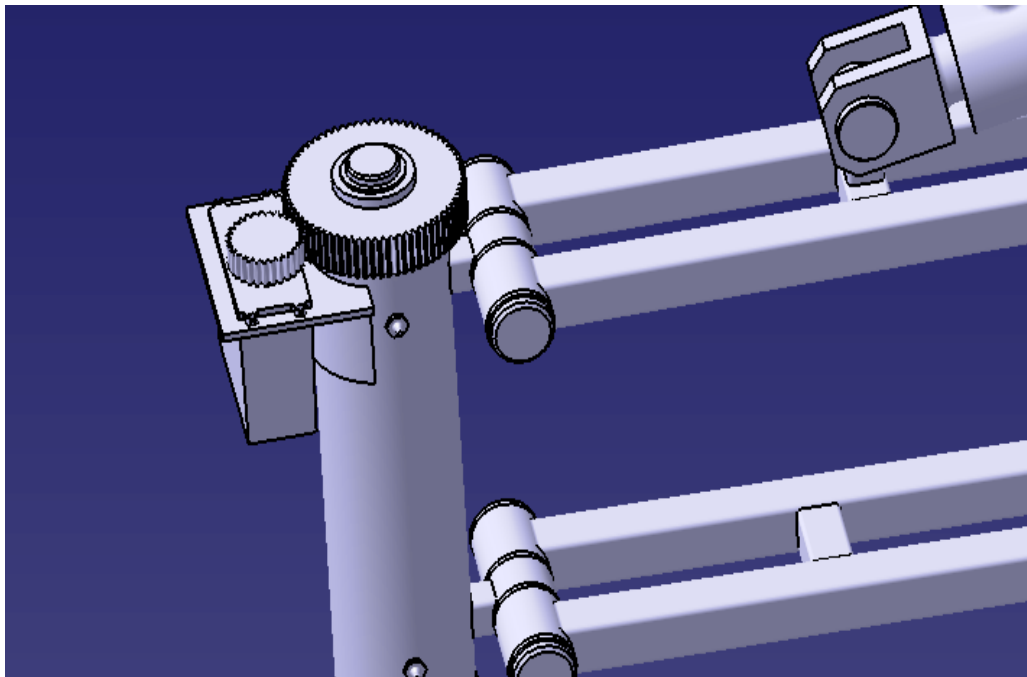
Schéma zapojení hydraulického obvodu obr. 18.



Obrázek 18. Schéma zapojení hydromotoru.

### 3.1.2 Natáčení trysky

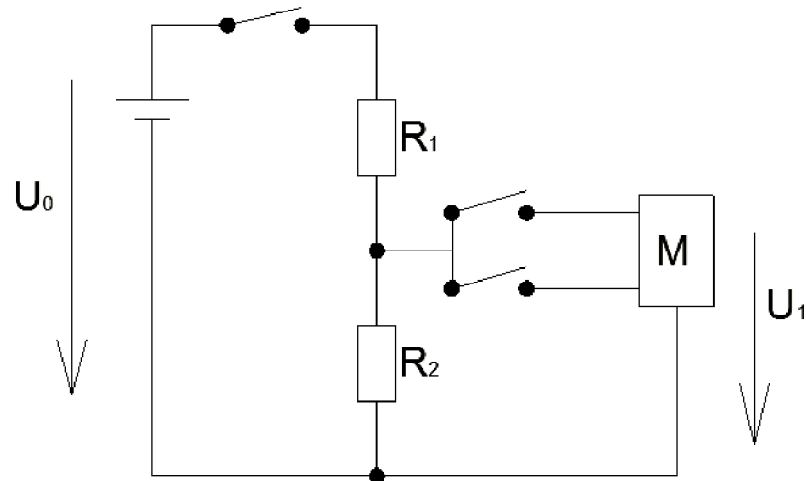
Natočení samotné trysky je realizováno pomocí servomotoru HS- 805 MG obr. 19. Tento servomotor při napětí 6V vyvine sílu 24,7 kg/cm, která vydrží zatížení od samotné trysky během chodu.



Obrázek 19. Servomotor s ozubeným kolem.

Schéma zapojení servomotoru obr. 20. Zdroj napětí ( $U_0$ : 24V 180Ah), odpory ze vztahu -

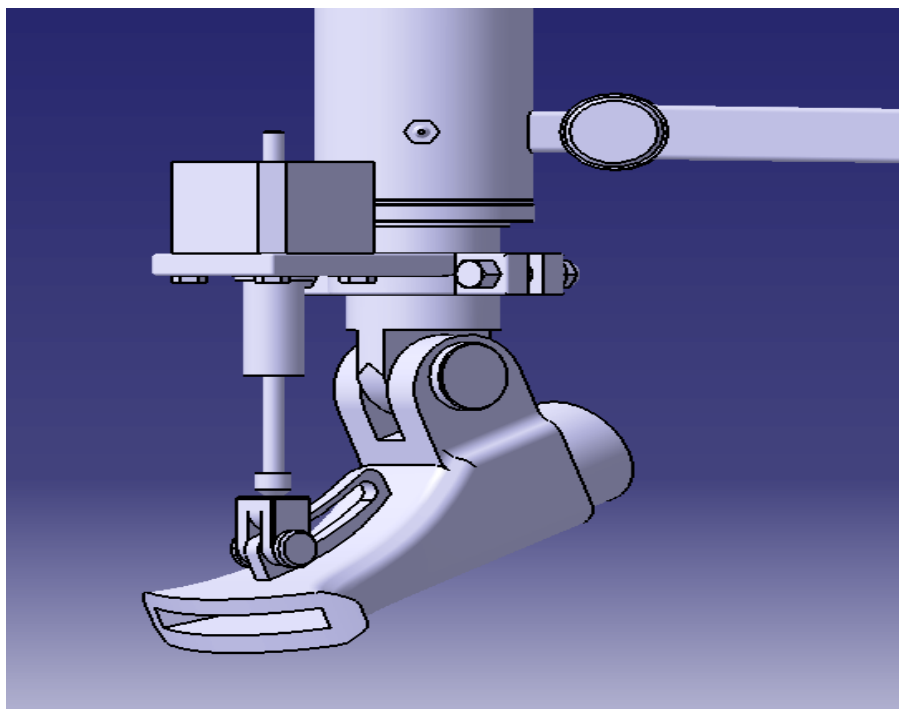
$$U_1 = U_0 * \frac{R_2}{R_1 + R_2} . \quad [14]$$



Obrázek 20. Schéma zapojení servomotoru a aktuátoru.

### 3.1.3 Sklon trysky k vozovce

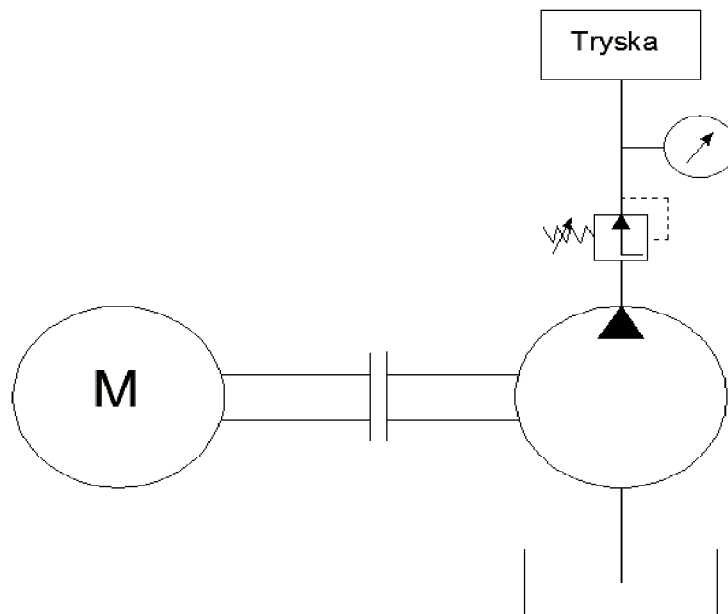
Přítlak trysky (natočení hlavice) je realizován lineárním posuvem, který zajišťuje krokový aktuátor – NEMA 17 Captive 43H4 (X) – C. Úhel natočení z nulové polohy je  $30^\circ$  jak k vozovce tak od ní obr. 21. Zapojení aktuátoru je totožné se zapojením servomotoru obr. 20.



Obrázek 21. Vysokotlaká tryska s aktuátorem.

### 3.1.4 Přívod vody k trysce

Připojení hadice k trysce je pomocí převlečné matice, která se nachází na hadici. Jediný požadavek na samotnou vodu byl, aby tlak v trysce mohl být regulován z kabiny řidiče (zefektivnění, urychlení a usnadnění práce), proto jsem do obvodu s vodou umístil redukční ventil. Schéma zapojení obr. 22.



Obrázek 22. Schéma přívodu vody k trysce.

## 3.2 Ekonomické zhodnocení

### 3.2.1 Ceník materiálu

(Ceny jsou uvedeny v Kč bez DPH)

Tabulka 1: Ceník materiálu (část 1.)

	Položka	Cena 1 MJ [Kč]	MJ [Kg]	Spotřeba [Kg]	Cena [Kč]
1.	P3 ČSN 42 5310.11	857,22	47,10	0,30	5,46
2.	P5 ČSN 42 5310.11	1428,70	79,00	0,10	1,81
3.	P15 ČSN 42 5310.11	6954,63	367,69	0,80	15,13
4.	KR Ø 14 ČSN 42 5510.12	21,78	1,21	0,10	1,80
5.	KR Ø 25 ČSN 42 5510.12	69,30	3,85	0,35	6,30
6.	KR Ø 26 ČSN 42 5510.12	75,60	4,17	1,67	30,28
7.	KR Ø 30 ČSN 42 5510.12	99,90	5,55	0,25	4,50
8.	KR Ø 40 ČSN 42 5510.12	177,66	9,87	3,05	54,90
9.	4HR 14 ČSN 45 5520.20	28,47	1,54	0,10	1,85
10.	PLO 40x6 ČSN 42 5522.01	28,26	1,82	0,15	2,33
11.	PLO 150x8 ČSN 42 5522.01	212,04	9,76	3,05	66,26
12.	PLO 200x10 ČSN 42 5522.01	413,22	16,12	5,20	133,30
13.	TR Ø 22x3 ČSN 42 5715.01	1,41	19,80	0,05	0,00
14.	TR Ø 28x5 ČSN 42 5715.01	2,84	19,80	0,90	0,13
15.	TR Ø 57x8 ČSN 42 5715.01	9,67	22,60	2,00	0,86
16.	TR 4HR 15x2 ČSN 42 5720.00	17,27	0,86	1,05	21,09
17.	TR 4HR 18x2 ČSN 42 5720.00	1855,00	0,99	0,20	374,75
18.	TR 4HR 20x2 ČSN 42 5720.00	19,40	1,09	2,00	35,60
19.	TR 4HR 25x3 ČSN 42 5720.00	2914,00	1,80	0,97	1570,32
20.	ŠROUB M8 ISO 4017 - 8.8	2,80	1 ks	2 ks	5,60
21.	ŠROUB M4 ISO 4017 - 8.8	1,30	1 ks	4 ks	5,20
22.	KLUZNÉ LOŽISKO 2010KU	10,24	1 ks	3 ks	30,72
23.	KLUZNÉ LOŽISKO 2017KU	12,15	1 ks	4 ks	48,60
24.	KLUZNÉ LOŽISKO 2030KU	14,68	1 ks	8 ks	117,44
25.	KLUZNÉ LOŽISKO 4050KX	51,20	1 ks	2 ks	102,40
26.	PODLOŽKA 8 ISO 7089 - 8	0,10	1 ks	3 ks	0,30
27.	PODLOŽKA 14 ISO 7089 - 8	0,43	1 ks	16 ks	6,88
28.	PODLOŽKA 22 ČSN 02 1721.31	0,85	1 ks	1 ks	0,85
29.	PODLOŽKA 40 ČSN 02 1721.31	8,15	1 ks	1 ks	8,15
30.	POJISTNÝ KROUŽEK 8 ČSN 02 2930	0,14	1 ks	1 ks	0,14
31.	POJISTNÝ KROUŽEK 14 ČSN 02 2930	0,29	1 ks	5 ks	1,45

Tabulka 2: Ceník materiálu (část 2.)

	<b>Položka</b>	<b>Cena 1 MJ [Kč]</b>	<b>MJ [Kg]</b>	<b>Spotřeba [Kg]</b>	<b>Cena [Kč]</b>
32.	POJISTNÝ KROUŽEK 16 ČSN 02 2930	0,36	1 ks	1 ks	0,36
33.	POJISTNÝ KROUŽEK 20 ČSN 02 2930	0,63	1 ks	1 ks	0,63
34.	POJISTNÝ KROUŽEK 22 ČSN 02 2930	0,74	1 ks	1 ks	0,74
35.	POJISTNÝ KROUŽEK 40 ČSN 02 2930	2,38	1 ks	1 ks	2,38
36.	MATICE M8 ISO 7040 - 8	0,20	1 ks	2 ks	0,40
37.	PERO 6e7 x 6 x 16 ČSN 02 2562	2,50	1 ks	1 ks	2,50
38.	MAZNICE H1 M5 ČSN 23 1470	5,68	1 ks	2 ks	11,36
39.	OZUBENÉ KOLO ø72 ml	107,00	1 ks	1 ks	107,00
40.	HRI 40x25/230 111A217	2500,00	1 ks	1 ks	2500,00
41.	HS 805 MG	1092,00	1 ks	1 ks	1092,00
42.	CAPTIVE 43H4 (X) – C	2032,00	1 ks	1 ks	2032,00
<b>Celková nákupní cena materiálu</b>					<b>8404,00</b>

### 3.2.2 Normy spotřeby materiálu

(Ceny jsou uvedeny v Kč bez DPH)

Tabulka 3: Normy spotřeby materiálu.

<b>Materiál</b>	<b>Cena 1 MJ [Kč]</b>	<b>MJ [Kg]</b>	<b>Čistá hmotnost [Kg]</b>	<b>Ztáta [Kg]</b>	<b>NSm [Kg]</b>
P3 ČSN 42 5310.11	857,22	47,10	0,23	0,07	0,30
P5 ČSN 42 5310.11	1428,70	79,00	0,05	0,05	0,10
P15 ČSN 42 5310.11	6954,63	367,97	0,75	0,05	0,80
KR Ø 14 ČSN 42 5510.12	21,78	1,21	0,04	0,06	0,10
KR Ø 25 ČSN 42 5510.12	69,30	3,85	0,30	0,05	0,35
KR Ø 26 ČSN 42 5510.12	75,60	4,17	1,62	0,05	1,67
KR Ø 30 ČSN 42 5510.12	99,90	5,55	0,20	0,05	0,25
KR Ø 40 ČSN 42 5510.12	177,66	9,87	3,00	0,05	3,05
4HR 14 ČSN 45 5520.20	28,47	1,54	0,04	0,06	0,10
PLO 40x6 ČSN 42 5522.01	28,26	1,82	0,09	0,06	0,15
PLO 150x8 ČSN 42 5522.01	212,04	9,76	3,00	0,05	3,05
PLO 200x10 ČSN 42 5522.01	413,22	16,12	5,15	0,05	5,20
TR Ø 22x3 ČSN 42 5715.01	1,41	19,80	0,02	0,03	0,05
TR Ø 28x5 ČSN 42 5715.01	2,84	19,80	0,87	0,03	0,90
TR Ø 57x8 ČSN 42 5715.01	9,67	22,60	1,94	0,06	2,00
TR 4HR 15x2 ČSN 42 5720.00	17,27	0,86	0,09	0,06	1,05
TR 4HR 18x2 ČSN 42 5720.00	1855,00	0,99	0,14	0,06	0,20
TR 4HR 20x2 ČSN 42 5720.00	19,40	1,09	1,94	0,06	2,00
TR 4HR 25x3 ČSN 42 5720.00	2914,00	1,80	0,91	0,06	0,97

**3.2.3 Normy spotřeby času jednotlivých úkonů**

(Čas je uveden v minutách)	NSč
I.DEN	
ZADÁNÍ A KONZULTACE	50
PROSTUDOVÁNÍ MATERIÁLŮ	120
PŘÍPRAVA PRACOVIŠTĚ	40
KONSTRUKCE (N.D.)	60
NOSNÁ DESKA	120
NOSNÁ TRUBKA	50
ÚKLID PRACOVIŠTĚ	40
II.DEN	
PŘÍPRAVA PRACOVIŠTĚ	40
NOSNÉ RAMENO (S.D.)	150
NOSNÉ RAMENO (V.D.)	170
NOSNÁ TYČ	50
TRYSKA	30
ÚKLID PRACOVIŠTĚ	40
III.DEN	
PŘÍPRAVA PRACOVIŠTĚ	40
NOSIČ HS 805 MG	60
NOSIČ LP (P.D.)	80
KLOUB LP	60
NOSIČ LP (Z.D.)	50
ČEP Ø 30	30



ČEP Ø 25	30
ČEP Ø 14	30
ČEP Ø 25	30
ČEP Ø 26	30
ÚKLID PRACOVIŠTĚ	40
IV.DEN	
PŘÍPRAVA PRACOVIŠTĚ	40
SESTAVA KONSTRUKCE ČISTÍCÍHO ZAŘÍZENÍ	250
CELKOVÁ KONTROLA	90
ODEVZDÁNÍ HOTOVÉHO VÝROBKU	60
ÚKLID PRACOVIŠTĚ	40
IV.DEN	
PŘÍPRAVA	40
MONTÁŽ NA VŮZ	200
OZKOUŠENÍ	200
ÚKLID PRACOVIŠTĚ	40
<b>Celkem minut</b>	<b>2400</b>
<b>Z toho hodin</b>	<b>40</b>
<b>Z toho pracovních dnů</b>	<b>5</b>
PAUŠÁL ODBORNÉHO PRACOVNÍKA [110Kč/1h]	
<b>Přímé mzdy</b>	<b>4400 Kč</b>

### 3.2.4 Kalkulace výrobku

Tabulka 4: Kalkulace výrobku

PŘÍMÝ MATERIÁL *		8404
PŘÍMÉ MZDY		4400
OSTATNÍ PŘÍMÉ NÁKLADY	*20%	1680
VÝROBNÍ REŽIE	*300%	25212
VLASTNÍ NÁKLADY VÝROBY		39696
SPRÁVNÍ REŽIE	*100%	8404
<b>ÚPLNÉ VLASTNÍ NÁKLADY VÝKONU</b>		<b>48100</b>

### 3.2.5 Zhodnocení

Celkové náklady na výrobu čistícího zařízení jsou předběžně vyčísleny na částku 48 100 Kč. Tato částka se skládá z ceny na pořízení materiálu, mzdu zaměstnance a ostatních nákladů spojených s výrobou (provoz strojů) a zavedením do provozu (montáž a odzkoušení).

I přes vysokou pořizovací cenu je výroba tohoto zařízení ekonomicky výhodná v porovnání s dosavadními náklady vynaloženými na mzdy zaměstnanců vykonávajícími tuto činnost.

Doposud tuto činnost vykonávali tři zaměstnanci. Při platu jednoho ručního pracovníka 70 Kč/hod se pořizovací náklady vrátí nejpozději za měsíc činnosti stroje.

### 3.2.6 Vyjádření předpokládaného výrobce - firmy Centrum technických služeb Kuřim, s.r.o.

Zadáním této práce bylo nalezení technického řešení problému se strojním mytím těžko přístupných částí vozovky. Tedy při použití standardního mycího vozu zůstávají nedočistěna některá místa vozovky, jako jsou zálivy, hrany křížovatek nebo mříže dešťových vpustí.

Řešení s využitím montáže samostatně ovladatelné tlakové trysky se jeví jako plně vyhovující a velmi jednoduše řešící výše uvedený problém.

Po prostudování dodané výkresové dokumentace se domnívám, že tato tlaková tryska lze z technického hlediska vyrobit i v podmínkách naší firmy a díky jednoduché montáži je jí možné osadit na naše vozidlo.

## ZÁVĚR

Záměrem práce bylo navrhnout řešení problému uvedeného v úvodu. Konstrukce mnou navrženého čistícího zařízení splnila požadavky, které na ni kladou provozní podmínky. Cílem mojí práce bylo maximální využití normalizovaných dílů a v případě poruchy umožnit vyrobitelnost kteréhokoli dílu v běžné zámečnické dílně.

Lze konstatovat:

- z hlediska zapojení jsou hydraulické, elektrické i vodní obvody přehledné a snadno vyrobitelné
- výroba navrženého čistícího zařízení je výrazně lacinější než nákup obdobného zařízení, které ale svými vlastnostmi a parametry nedosahuje požadovaných vlastností
- vhodnost navrženého zařízení byla předběžně pozitivně hodnocena předpokládaným výrobcem CTSK s.r.o.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] Hydraulika. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 2-10- 2012 [cit. 2012-02-14]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Hydraulika>
- [2] PITAŠ. *REALIZACE Hydraulického obvodu pomocí systému mikro-hydrauliky*. Brno, 2009. Bakalářská práce. VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Vedoucí práce Ing. Stanislav Věchet, PH.D.
- [3] VOLEK, František. *Základy konstruování a části strojů II*. Vyd. 1. Ve Zlíně: Univerzita Tomáše Bati, 2003, 89 s. ISBN 80-731-8111-8
- [4] PROKEŠ, Josef a Jiří VOSTROVSKÝ. *Hydraulické a pneumatické mechanismy*. Praha: SNTL, 1988. ISBN 04-215-88.
- [5] Tekutinové mechanismy. *Student SAVS* [online]. 2007 [cit. 2012-02-14]. Dostupné z: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:ArB3vW1yO5kJ:studentsa vs.ic.cz/s22..doc+TEKUTINOV%C3%89+MECHANISMY&cd=2&hl=cs&ct=clnk&gl=cz>
- [6] *Pneumatické mechanismy*. 2011. Dostupné z: <http://alfa.ftp.ssto.cz/i.masa/EM3b/Strojnictvi-podklady%20k%20maturite/Pneumaticke%20mechanismy.pdf>
- [7] VINŠ, Jindřich. *Kluzná ložiska*. Praha: SNTL, 1971. ISBN 04-235-71.
- [8] VOLEK, František. *Základy konstruování a části strojů I*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2009, 167 s. ISBN 978-80-7318-654-8.
- [9] Radiální upevnění ložiska. *ZKL GROUP* [online]. 2010 [cit. 2012-02-14]. Dostupné z: <http://www.zkl.cz/cs/pro-konstruktery/321-radialni-upevneni-loziska>
- [10] MM. *MORKUS MORAVA* [online]. © 2012 [cit. 2012-05-15]. Dostupné z: <http://www.morkus-morava.cz/hutni-material/cenik-hutniho-materialu.html>
- [11] Hutní a spojovací materiál. *Dama* [online]. © 2011 [cit. 2012-05-15]. Dostupné z: <http://hutni.idama.cz/jekly/?page=2>
- [12] Spojovací materiál. *Hoňka s.r.o.* [online]. © 2011 [cit. 2012-05-15]. Dostupné z: <http://spojovaci-material.net/>

- [13] Prof. Ing. M. Jurová, CSc.: Organizace přípravy výroby – Skriptum, CERM 2009  
Brno, s100
- [14] Středoškolská technika 2010. *Děliče napětí a zapojení tranzistoru* [online]. [2010]  
[cit. 2012-05-17]. Dostupné z:  
[http://fsinet.fsid.cvut.cz/stretech/2010/stretech\\_2010\\_sbornik/pdf/1120.pdf](http://fsinet.fsid.cvut.cz/stretech/2010/stretech_2010_sbornik/pdf/1120.pdf)

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

MJ Měrná jednotka.

NSm Norma spotřeby materiálu.

NSč Norma spotřeby času.

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1. Přeměna hlavní formy přenášené energie v tekutinovém mechanismu .....	12
Obrázek 2. Hydraulický obvod .....	13
Obrázek 3. Zubový generátor .....	14
Obrázek 4. Nevyvážený lamelový generátor .....	15
Obrázek 5. Axiální pístový generátor.....	16
Obrázek 6. Radiální pístový generátor .....	16
Obrázek 7. Jednočinný přímočarý hydromotor (jednoduchý) .....	17
Obrázek 8. Dvočinný přímočarý hydromotor (jednostranný) .....	18
Obrázek 9. Hydromotor s kývavým pohybem (pastorek s hřebenovou tyčí).....	18
Obrázek 10. Nádrž tlakové kapaliny .....	21
Obrázek 11. Pneumatický válec dvočinný (oboustranný).....	25
Obrázek 12. Pneumatický válec s několika písty.....	25
Obrázek 13. Pneumatické válce s membránou .....	25
Obrázek 14. Kapalinné tření .....	29
Obrázek 15. Mezní tření .....	29
Obrázek 16. Suché tření.....	29
Obrázek 17. Přísuv k vozovce pomocí hydraulického motoru (pístnice). .....	34
Obrázek 18. Schéma zapojení hydromotoru.....	35
Obrázek 19. Servomotor s ozubeným kolem. ....	35
Obrázek 20. Schéma zapojení servomotoru a aktuátoru. ....	36
Obrázek 21. Vysokotlaká tryska s aktuátorem. ....	36
Obrázek 22. Schéma přívodu vody k trysce. ....	37

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1: Ceník materiálu (část 1.).....	38
Tabulka 2: Ceník materiálu (část 2.).....	39
Tabulka 3: Normy spotřeby materiálu.....	39
Tabulka 4: Kalkulace výrobku.....	42



**SEZNAM PŘÍLOH**

P I	Konstrukce (ČZ)	KČZ 01 – 01
P II	Konstrukce (ČZ)	KČZ 01 – 02
P III	Kusovník	KČZ 01 – 02 - 01
P IV	Konstrukce (N. D.)	KČZ 01 – 03
P V	Nosná deska	KČZ 01 – 04
P VI	Nosné rameno (S. D.)	KČZ 01 – 05
P VII	Nosné rameno (V. D.)	KČZ 01 – 06
P VIII	Nosná trubka	KČZ 01 – 07
P IX	Nosná tyč	KČZ 01 – 08
P X	Tryska	KČZ 01 – 09
P XI	Pojezd LP	KČZ 01 – 09 – 01
P XII	Nosič HS 805 MG	KČZ 01 – 10
P XIII	Nosič LP (P. D.)	KČZ 01 – 11
P XIV	Kloub LP	KČZ 01 – 12
P XV	Nosič LP (Z. D.)	KČZ 01 – 13
P XVI	Čep KR $\varnothing$ 30	KČZ 01 – 14
P XVII	Čep KR $\varnothing$ 25	KČZ 01 – 15
P XVIII	Čep KR $\varnothing$ 14	KČZ 01 – 16
P XIX	Čep KR $\varnothing$ 25	KČZ 01 – 17
P XX	Čep KR $\varnothing$ 26	KČZ 01 – 18