

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

## HYDRAULICKÉ ZARIADENIE NA ŠTIEPANIE DREVA

HYDRAULIC LOG SPLITTING MACHINE

BAKALÁRSKA PRÁCA

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

ANDREJ TRŠKA

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JIŘÍ DVOŘÁČEK

BRNO 2010



## **ABSTRAKT**

Táto bakalárska práca sa zaoberá konštrukčným riešením strojov určených na štiepanie dreva. Prvá časť je venovaná všeobecnému rozdeleniu štiepačiek, ich parametroch a využití. Druhá časť sa venuje konkrétnemu návrhu hydraulického štiepačky na drevo domáceho prevedenia.

## **KLÚČOVÉ SLOVÁ**

Štiepačka na drevo, hydraulika, štiepanie dreva, hydraulická štiepačka na drevo

## **ABSTRACT**

This bachelors' thesis is dealing with construction of wood log splitter machines. Main goal of first part is to take a look and summarize the log splitter machines, their separation, parameters and application. The second part is dedicated to construction of homemade log splitter.

## **KEYWORDS**

Log splitter, hydraulics, log splitting, hydraulic wooden log splitter

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITÁCIA**

TRŠKA, A. *Hydraulické zařízení na štípání dřeva*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. 46 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jiří Dvořáček.



## **ČESTNÉ PREHLÁSENIE**

Prehlasujem, že bakalársku prácu som vypracoval samostatne, na základe teoretických poznatkov s použitím uvedenej literatúry pod vedením Ing. Jiřího Dvořáčka.

Aktívne a veľmi intenzívne som sa zapájal aj pri výrobe, s ktorou mi pomohol a výrobné priestory mi poskytol Stanislav Trška.

V Brne dňa: .....

.....

Andrej Trška



## **POĎAKOVANIE**

Moje úprimné poďakovanie patrí Ing. Jiřímu Dvořáčkovi za odborné vedenie mojej práce, podnetné pripomienky a cenné rady, ktorými prispel k vypracovaniu tejto práce a Stanislavovi Trškovi za poskytnutie výrobných priestorov, pomoc a finančné zabezpečenie výroby.





**OBSAH**

	ÚVOD .....	12
1	PREHĽAD SÚČASNÉHO STAVU POZNANIA .....	13
	1.1 Rozdelenie podľa pohonu .....	14
	1.2 Rozdelenie podľa polohy polena pri štiepaní .....	17
	1.3 Štiepací nástroj .....	18
	1.4 Automatizované štiepačky .....	19
2	FORMULÁCIA RIEŠENÉHO PROBLÉMU, TECHNICKÁ A VÝVOJOVÁ ANALÝZA .....	21
3	VYMEDZENIE CIEĽOV PRÁCE .....	22
4	NÁVRH METODICKÉHO PRÍSTUPU K RIEŠENIU .....	23
5	NÁVRH VARIANT RIEŠENIA A VÝBER OPTIMÁLNEJ VARIANTY .....	24
6	KONŠTRUKČNÉ RIEŠENIE .....	25
	6.1 Zostavenie hydraulického obvodu .....	25
	6.2 Návrh hydraulických prvkov a elektromotora .....	28
	6.2.1 Čerpadlo .....	28
	6.2.2 Elektromotor .....	30
	6.2.3 Hydromotor .....	30
	6.2.4 Rozvádzač .....	32
	6.2.5 Nádrž .....	33
	6.2.6 Pretlakový ventil .....	34
	6.2.7 Filter kvapaliny .....	36
	6.2.8 Manometer .....	36
	6.2.9 Guľový ventil .....	36
	6.2.10 Tlakové spojovacie hadice .....	36
	6.3 Konštrukcia stroja .....	37
7	ZÁVER .....	40
8	ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV .....	41
9	ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK, SYMBOLOV A VELIČÍN .....	43
10	ZOZNAM OBRÁZKOV .....	45
11	ZOZNAM PRÍLOH .....	46

## ÚVOD

Neustále rastúce ceny palív, energií a pohonných hmôt mnoho domácností prinútilo k prechodu na úspornejší druh vykurovania tuhým palivom. Mnoho časopisov o bývaní sa v nemalej miere zaoberá touto tematikou. Do popredia sa dostávajú témy o inteligentnom spôsobe kúrenia, kondenzačných kotloch, solárnom teple, geotermálnom vykurovaní, kozuboch, kachľových peciach,... Okrem konvenčného vykurovania radiátormi sa využíva aj podlahové a stenové kúrenie, kde sa na ohrev výhrevného média (väčšinou voda) používajú prevažne plynové kotle. Samostatnú kapitolu tvorí vykurovanie tuhým palivom (drevom), ktoré má v súčasnosti stúpajúci charakter. Opäť sa vraciame k tradičným metódam vykurovania drevom. K nemu neodmysliteľne už dlhé roky patrí kozub. Dnes je už tento spôsob vykurovania oproti minulosti samozrejme značne zmodernizovaný. Kozub sa dá využiť na vykúrenie celého domu a to využitím tepelného rozvodu, ktorý dopraví zohriaty vzduch od krbu do jednotlivých miestností aj tých vzdialenejších. Ku kozubu sa takisto dá ako doplnok namontovať aj výmenník tepla s prúdiacou vodou, ktorá sa zohreje a môže sa použiť pri kúrení radiátormi alebo podlahovým kúrením ako teplonosič.

Všetko vyzerá ideálne až pokiaľ sa nedostaneme k samotnému drevu. Firmy zaoberajúce sa prípravou dreva na kúrenie si za jeho naštiepanie účtujú značne vysoké sumy. Štiepanie dreva si vyžaduje nemalú fyzickú námahu s použitím klasických ručných nástrojov akými sú sekery, klíny, atď. Našťastie existuje východisko, a ním sú štiepačky na drevo, ktorými sa dá jednoducho a hlavne bez námahy rozštiepnúť poleno aj tých najnepriaznivejších tvarov a tvrdostí vďaka veľkým silám. Firmy zaoberajúce sa touto činnosťou už používajú mechanizovaný a automatizovaný spôsob štiepania. Pre domácnosti, ktoré vykurujú svoje príbytky drevom sa na trhu pohybujú štiepačky menších rozmerov a menších výkonov. Preto, že sa táto téma týka aj našej domácnosti rozhodol som sa zhotoviť štiepačku na drevo s hydraulicko-elektrickým pohonom. Za úlohu si kladiem navrhnuť a vypočítať parametre stroja, jeho výrobu, porozumenie problematike hydraulických mechanizmov, oboznámenie sa s dianím na trhu so štiepacími zariadeniami, tvorbu technickej dokumentácie a vyhotovenie jednotlivých častí hydraulického obvodu ako aj celej štiepačky v grafickom programe v trojrozmernom zobrazení.

Verím, že si pri návrhu tejto štiepačky rozšírim obzor o hydraulických zariadeniach, získam predstavu o možných konštrukčných riešeniach, o cenách a konkurenčnom boji jednotlivých výrobcov a takisto, že nám bude štiepačka dobrým pomocníkom pri práci v záhrade.

## 1 PREHLAD SÚČASNÉHO STAVU POZNANIA

### Štiepačky

Tak ako sa na delenie dreva v priečnom smere (kolmo na rast vlákien) používajú okružné a reťazové píly, tak sa i na delenie v smere rastu vlákien používajú štiepačky.

[2] Štiepačky sú mechanické stroje, navrhnuté na štiepanie drevených polien rýchlejšie a bezpečnejšie ako obyčajné sekery. Vo väčšine prípadov fungujú tak, že motorom poháňané čerpadlo vyvíja tlak proti polenu prostredníctvom kovového klinu. Sú bezpečné a jednoduché na obsluhu. Stlačením tlačidla alebo pohybom páky sa ovláda pohyb štiepacieho klinu. Poleno je rozštiepané pôsobením tlakovej sily bez potreby rýchleho kinetického pohybu ostria. To je hlavný dôvod prečo je práca s nimi omnoho bezpečnejšia ako pri klasickom ručnom štiepaní. Štiepačky využívajú malé domácnosti ale aj veľké lesnícke drevospracujúce firmy. [2]

Štiepačky sa rozlišujú podľa výkonu aký dosahujú, polohy polena pri štiepaní, maximálnej sily akú vyvinú, veľkosti, hmotnosti, mobility, pohonu, veľkosti polena, ktoré je možné rozštiepané a v neposlednom rade aj produktivity.

K správnej a spoľahlivej práci štiepačiek sú rozhodujúce najmä jej výkon, štiepacia sila a konštrukcia stroja. Dajú sa rozdeliť to troch základných skupín.

Štiepačky 1. rady sa bežne dimenzujú pre dĺžky polena od 300 mm so silou od 4 t (40 000 N) s výkonmi motorov od 1 kW. Jedná sa však o stroje malých výkonov určené na sezónne používanie pre domácnosti.

Ďalšia rada štiepacích strojov stredných výkonov má pevnejšiu konštrukciu, výkony od 3 kW, sily od 6 t (60 000 N), možnosť štiepania väčších polien (dĺžka od 600 mm do 1100 mm) a rýchlejšie spracovanie vďaka väčším prietokom v hydraulickom obvode. Dlhšie polená ako 1100 mm sa bežne nespracúvajú.

Do tretej rady sa zaraďujú vysoko produktívne stroje, s výkonmi motormi, vysokou produktivitou a vysokými štiepacími silami až 50 t (500 000 N). Tieto stroje sú zväčša automatizované s použitím podávačov polien, kotúčových pí, dopravníkových pásov a bubnov na čistenie polien. Jedná sa o vysoko výkonné stroje používané vo veľkých drevospracujúcich firmách, ktoré pripravujú drevo na vykurovanie.

## 1.1 Rozdelenie podľa pohonu

-manuálny

-rukou (obr. 1.1)

-nohou (obr. 1.2)

-motorický

-elektromotor (obr.1.3)

-spaľovací motor (obr. 1.4)

-od iného zariadenia

-krútiacim momentom

-tlakom z čerpadla inej sústavy (obr. 1.5)



Obr. 1.1 Ručne poháňaná hydraulická štiepačka firmy Northen Industrial [3]

[3] Na obr.1.1 je ručne poháňaná štiepačka, ktorá dokáže vyvinúť silu až 10t. Je ovládaná dvoma pákami, ktoré sú cez klb pripojené na dva malé piesty stláčajúce kvapalinu v celom hydraulickom obvode. Tlak sa prostredníctvom veľkej plochy hlavného piestu premieňa na silu, ktorá rožštíepne poleno.



Obr. 1.2 Nohou obsluhované mechanické zariadenie firmy Quality Craft [4]

[4] Obr.1.2 ilustruje jednoduché použitie mechanizmu. Zatlačením nohy na pákový mechanizmus sa sila (1,5 t) znásobuje a prenáša na klin.



Obr. 1.3 štiepačka poháňaná elektromotorom firmy Zhejiang Great-Power [5]

[5] Elektromotorom poháňaná štiepačka na obr.1.3 je horizontálneho prevedenia. Klasický asynchrónny jednofázový motor o výkone 1,5 kW poháňa čerpadlo. Dosahuje štiepaciu silu 6t.



Obr. 1.4 štiepačka poháňaná spaľovacím motorom od firmy Luckamp Industry [6]

[6] Mobilné, spaľovacím motorom poháňané zariadenie o výkone 4 kW na obr.1.4 vyvinie silu až 16t. V prednej časti má nadstavec na ťažné zariadenie auta a veľké, pevné kolesá takže sa dá jednoducho dopraviť na potrebné miesto.



Obr. 1.5 zariadenie od firmy Kovaco poháňané tlakom z čerpadla od iného zariadenia [7]

[7] Štiepačka WS 400 T na obr.1.5 môže byť poháňaná od prídavného zariadenia do výkonu 20 kW. Dokáže vyvinúť silu 12 t a štiepa polená na 4 alebo 8 častí.

## 1.2 Rozdelenie podľa polohy polena pri štiepaní

- horizontálne (obr. 1.3, obr. 1.4)
- vertikálne (obr.1.6)
- šikmé (obr. 1.7)



Obr. 1.6 Vertikálne prevedenie firmy Woodster [8]

[8] Vertikálna pohoda polena je vhodná pre veľké kusy dreva. Na obr.1.6 je štiepací stroj o výkone 4,1 kW so silou 10t. Má nastaviteľnú spodnú opernú platňu. Umožňuje štiepať polená dĺžky až 1 m. Ovládanie hydrauliky dvoma rukami prispieva k bezpečnosti práce.



Obr. 1.7 šikmá poloha polena, firma Kovaco [7]

[7] Pantografický záves štiepačky na obr.1.7 uľahčuje centrovanie štiepacieho klina voči drevu. Zariadenie vyvinie silu 12t.

### 1.3 Štiepací nástroj

- klin
- rotujúci kužeľ so závitom (obr.1.8)
- viacramenný klin (obr.1.9)



Obr. 1.8 rotujúci kužeľ so závitom [9]



Obr. 1.9 viacramenný klin [10]

Použitie rotujúceho kužeľa na obr.1.8 je tiež jedným z možných spôsobov delenia polien. Je pomerne rýchly a efektívny avšak nevhodný na automatizáciu štiepacieho procesu. Viacramenný klin na obr.1.9 je precízne navrhnutý, tak aby rozštiepil poleno na 6 častí pri jednom pohybe piestu.



## 1.4 Automatizované štiepačky

1.4



Obr. 1.10 štiepačka TAJFUN RCA 320 s podávačom polien a dopravníkovým pásom, sila 10 t [11]

[11] Zariadenie TAJFUN RCA 320 na obr.1.10 umožňuje štiepanie polien do priemeru 32cm a dokáže rezať kmeň na dĺžky od 20 do 50 cm. Je vybavené podávačím zariadením, ktoré podáva kmeň k rezaniu a tieto narezané polená sú ďalej štiepané dvoj, štvor alebo šesť ramenným klinom silou 10 t. Celé zariadenie je poháňané od traktora s výkonom nad 30 kW.



Obr. 1.11 štiepačka PEZZOLATO so silou až 50 t a zdvihom piestu 2m [12]



**Obr. 1.12** štiepačka PALAX POWER 100S so silou 16 t, podávačom polien, dopravníkovým pásom a bubnom na čistenie dreva [13]

[13] Palax KS35 Ergo na obr.1.12 je robustná štiepačka s kotúčovou pílou. Štandardná konfigurácia je 2,2 m dlhá a 0,2 m široká. S podávacím zariadením 4,3m na dĺžku. Je veľmi vhodná pre spracovanie veľkých kusov dreva, ktoré sa veľmi líšia v priemere. Maximálny priemer polien je 40 cm a dĺžka štiepaného polena sa pohybuje od 25 do 60 cm. Štiepačka je veľmi dobre mobilná vďaka sklápaciemu dopravníku a dá sa premiestňovať pomocou traktora. Je určená na profesionálne použitie. Primárne štiepa polená vo vysokej rýchlosti a až keď sila pri vyššej rýchlosti nie je dostatočná automaticky je štiepací proces prepnutý do režimu so silou 16 t. Zariadenie je vybavené automatickým napínaním remeňov remeňového prevodu, čo vylučuje potrebu častej údržby. Hydraulické procesy poháňajú až štyri čerpadlá, ktoré pracujú s 160 l hydraulického oleja. Hotové naštiepané polená odchádzajú po dopravníku do hydraulicky poháňaného bubna, ktorý polená očistí od vyčnievajúcich triesok a kôry. Hotové polená následne padajú do zberných nádob k exportu.

## 2 FORMULÁCIA RIEŠENÉHO PROBLÉMU, TECHNICKÁ A VÝVOJOVÁ ANALÝZA

Pri návrhu štiepacích strojov je potrebné vychádzať hlavne zo znalosti oblasti použitia. Je veľmi dôležité kde a ako často sa bude zariadenie používať. Pre domáce podmienky sú určené hobby štiepačky, zatiaľ čo na opačnej strane profi stroje sú určené na časté použitie, pre veľké výkony a vysokú produktivitu práce a automatizované spracovanie veľkých kmeňov priamo z lesa. Štiepacie stroje sa na trhu začali objavovať relatívne nedávno. Pred ich príchodom sa drevo spracovávalo ručne s použitím ručných nástrojov. Štiepačky sa objavili na trhu po rozvoji hydraulických prvkov. Od tej doby prešli vývojom najmä v oblasti automatizácie niektorých procesov. V dnešnej dobe veľké drevospracujúce firmy používajú na spracovanie dreva celé automatizované štiepacie a rezacie centrá. Takto produkujú hotové polená určené priamo na vykurovanie, ktoré distribuujú pre domácnosti. V súčasnosti je však stále výhodnejšie spracovanie dreva doma. Dajú sa tak ušetriť nemalé finančné prostriedky.

Na tento účel sú ideálne hobby štiepačky, menších rozmerov, výkonov a nižšej cenovej kategórie. Z dôvodu potreby takéhoto stroja aj v našej domácnosti som sa rozhodol navrhnuť vlastnú konštrukciu stroja, ktorá by čo najviac vystihovala potreby našej domácnosti. V praxi som si tak overil ako prebieha, návrh, výpočet, kontrola a v neposlednej rade výroba prototypu.

### **3 VYMEDZENIE CIEĽOV PRÁCE**

Táto práca má za cieľ podať prehľad o štiepacích strojoch pohybujúcich sa v súčasnosti na trhu. Ich kategorizáciu a názorné príklady jednotlivých typov. Ďalším cieľom je návrh štiepačky domáceho prevedenia, návrh jej hydraulického obvodu, výpočet hydraulických prvkov a návrh konštrukcie . V tejto práci som sa venoval prieskumu trhu s týmito strojmi, riadne spracovanie výrobnéj dokumentácie, tvorbou modelov jednotlivých prvkov a aj celej zostavy.

## 4 NÁVRH METODICKÉHO PRÍSTUPU K RIEŠENIU

Prvý krok pri návrhu štiepačky je výber hydraulických prvkov a zostavenie hydraulického obvodu. Dôležitý je spôsob ovládania vysúvania piestnej tyče. Nasleduje výpočet parametrov pohonu a hydromotoru. Hydrogenerátor musí byť schopný vyvinúť tlak, ktorý sa pri optimálnom priemere hydraulického valca premení na požadovanú silu. Ďalej je potrebné navrhnuť elektromotor na pohon čerpadla a ich spojenie. Takto zostavená hnacia sústava vykazuje určitý tlak a prietok, podľa čoho sú dimenzované rozmery priamočiareho hydromotora. K navrhnutému hydromotoru vypočítame potrebný objem hydraulického oleja a nádrž. Takisto bude potrebné poistiť hydraulický obvod pretlakovým ventilom.

Ďalej nasleduje taktiež veľmi dôležitá časť práce a to návrh konštrukcie. Svoje predstavy sme postupne krok za krokom vylepšovali tak aby bola konštrukcia čo najjednoduchšia a zároveň dostatočne pevná.

Technická dokumentácia bola vytvorená s použitím programov **ProEngineer Wildfire 2.0**, v ktorom je zhotovený model celej štiepačky ako aj jednotlivých prvkov. Pomocou ProEngineera je vygenerovaná výkresová dokumentácia, ktorá je ďalej upravená v programe **AutoCAD 2009**. Obrázky sú upravené v programe sady **CorelDRAW Graphics Suite X3**.

Výroba bola realizovaná v domácich podmienkach s použitím hlavne ručných strojov a nástrojov. Ako prvá bola zvarená konštrukcia, natretá základnou farbou a na ňu sa postupne od hnacej sústavy (motor, spojka, čerpadlo) upevňovali ďalšie hydraulické a elektrické prvky. Tieto sme následne spojili tlakovými hadicami a zapojili sme elektrický obvod. Nasledovala záverečná časť práce a to oplechovanie stroja krycími plechmi.

## 5 NÁVRH VARIANT RIEŠENIA A VÝBER OPTIMÁLNEJ VARIANTY

Na rozštiepnutie dreva je v prvom rade potrebné dosiahnuť priamočiary vratný pohyb. To sa dá dosiahnuť viacerými mechanizmami, ale len máloktorý z nich je vhodný na štiepanie dreva. Možná a v niektorých prípadoch aj vhodná je aj ich kombinácia (napr.: hydraulický s prenosom sily cez páku). Ako najvhodnejšia, najefektívnejšia a najekonomickejšia sa ukazuje metóda štiepania dreva pomocou hydraulického mechanizmu.

Pri návrhu sme vychádzali z predchádzajúcej rešeršnej časti o štiepacích stojoch. Konštrukčné riešenie a parametre stroja sme optimalizovali pre použitie v našich podmienkach a pre naše potreby. Dôraz sme kládli na to, aby bol stroj dostatočne výkonný, praktický a aby nebol zbytočne predimenzovaný na prácu na ktorú nebude používaný.

Štiepačka je využívaná v záhrade za domom s prístupom k trojfázovej elektrickej sieti, preto je poháňaná trojfázovým asynchrónnym elektromotorm. Je používaná na polená dĺžky max. 600 mm, preto volíme ako vhodné riešenie horizontálne prevedenie s pracovným priestorom vyvýšeným do výšky rúk obsluhy. Ako štiepací člen slúži klin s jedným zvislo orientovaným ostrím, ktorý je pripevnený na piestnu tyč hydromotora. Poleno je pritláčané o opernú platňu. Celá štiepačka je mobilná, osadená na kolesách veľkého priemeru pre ľahkú manipuláciu v záhrade. Pracovný zdvih nemusí prechádzať celou dĺžkou polena, pretože k rozštiepnutiu dochádza skôr (niekedy aj v  $\frac{1}{4}$  dĺžky polena). Preto pre naše potreby bude dostačujúci zdvih piestu 300 mm. Štiepacia sila je závislá od tvrdosti, tvaru a rozmerov štiepaného polena a aj od tvaru klinu, pri ktorom hrá najdôležitejšiu úlohu jeho vrcholový uhol. Preto kladieme požiadavku na štiepaciu silu min. 5 t. Rýchlosť jedného pracovného cyklu požadujeme max. 10s na 300mm zdvih.

### Sumarizácia:

Dĺžka polena:	max. 600 mm
Zdvih piesta (posuv klinu do polena):	min. 300 mm
Štiepacia sila:	min. 5t = 50 000N
Rýchlosť štiepania:	max. 10s/300mm

## 6 KONŠTRUKČNÉ RIEŠENIE

### 6.1 Zostavenie hydraulického obvodu

Hydraulický obvod sa skladá z jednotlivých častí, ktoré svojou konštrukciou dokážu premieňať energiu (hydrogenerátor, hydromotor) a vhodným spôsobom ju upravovať a sústrediť správnym smerom.

Zdroj tlakovej energie je **hydrogenerátor**. Na takúto prevádzku najlepšie vyhovuje jednočinné zubové čerpadlo. Dokáže vyvinúť tlak od 12 MPa do 25 MPa

Čerpadlo je poháňané od **elektromotora** priamo a krútiaci moment od motora sa prenáša na čerpadlo pomocou pružnej **spojky**. Výkon a otáčky elektromotora vypočítame z požadovaných vlastností a požiadaviek čerpadla.

Čerpadlo čerpá kvapalinu z **nádrže**, ktorá je umiestnená nad čerpadlom kvôli slabej samonasávacej schopnosti zubového čerpadla. Nádrž má dostatočný vnútorný objem aby sa do nej zmestilo potrebné množstvo kvapaliny.

Na dosiahnutie priamočiareho pohybu použijeme priamočiary hydromotor s pevne uchyteným valcom. Otázka vznikala pri voľbe medzi jednočinným a dvojčinným hydromotorom. Pri jednočinnom motore by sa tlaková kvapalina načerpávala iba do jednej komory motora a štiepacia sila by pôsobila iba v jednom smere pohybu piestnej tyče, pretože pri takýchto hydromotoroch sa spätný pohyb zabezpečuje pružinou, ktorá by však v tomto prípade nemusela s istotou vyvinúť potrebnú vratnú silu (napríklad pri zovretí klinu v dreve pri neúplnom rozštiepnutí). Preto volíme dvojčinný priamočiary hydromotor, kde sa tlaková kvapalina dostáva do oboch jeho komôr (A a B) a tak je zabezpečená aj vratná sila dostačujúca na vratný pohyb aj pri zovretí klinu. Pri vratnom pohybe je sila menšia ako štiepacia sila kvôli menšej ploche, na ktorú tlak pôsobí, ale súčasne sa zvýši rýchlosť spätného pohybu pretože kvapalina musí na danej dĺžke zaplniť menší objem valca.

Keďže sme použili dvojčinný hydromotor musíme tok kvapaliny ovládať **rozvádzačom**, ktorý usmerní kvapalinu tým smerom, ktorým v danom okamihu požadujeme, a to buď do komory A pri štiepaní alebo do komory B pri vratnom pohybe.

Na ovládanie takéhoto mechanizmu sme zvažili za najlepšie použiť ručne ovládaný rozvádzač ovládaný pákou. S použitím tohto rozvádzača budeme môcť kedykoľvek počas chodu stroja zmeniť smer vysúvania alebo zastaviť. Smer vysúvania môžeme meniť aj rázovo z jedného smeru na druhý a to bez čakania.

Rozvádzač potrebujeme štvorcestný (komory A,B, vstup kvapaliny od čerpadla a spätný tok do nádrže). Otáznym je iba počet polôh a vnútorná konštrukcia rozvádzača. V tomto prípade je

však najjednoduchší a najpraktickejší rozvádzač s tromi polohami (dopredu, dozadu a nulová poloha). Použijeme rozvádzač 4/3.

Zaujímavé riešenie by vznikalo ale aj s použitím rozvádzača 4/4, ktorý dokáže meniť rýchlosť vysúvania piestnej tyče. Štiepačka by sa tak dala používať s väčšou štiepacou rýchlosťou a zároveň menšou silou a až pri nedostatku prítlaku by sa prepla do druhej polohy s vyšším prítlakom. Avšak kvôli vysokej cene takýchto prvkov volíme rozvádzač 4/3.

Na predĺženie životnosti všetkých častí mechanizmu musíme do spätnej vetvy obvodu zaradiť **filter**, ktorý kvapalinu zbaví mechanických nečistôt.

Do obvodu je takisto zapojený aj **pretlakový (prepúšťací) ventil**, ktorý bude tlak udržiavať v celom obvode na danej hodnote a tak nedovolí poškodeniu jednotlivých častí obvodu vplyvom zvýšenia tlaku (napríklad v koncovej polohe piestu vo valci). Tak si môžeme byť istý, že jednotlivé prvky sú chránené a môžeme ponechať zvolený pohyb na rozvádzači aj v koncovej polohe piestu vo valci.

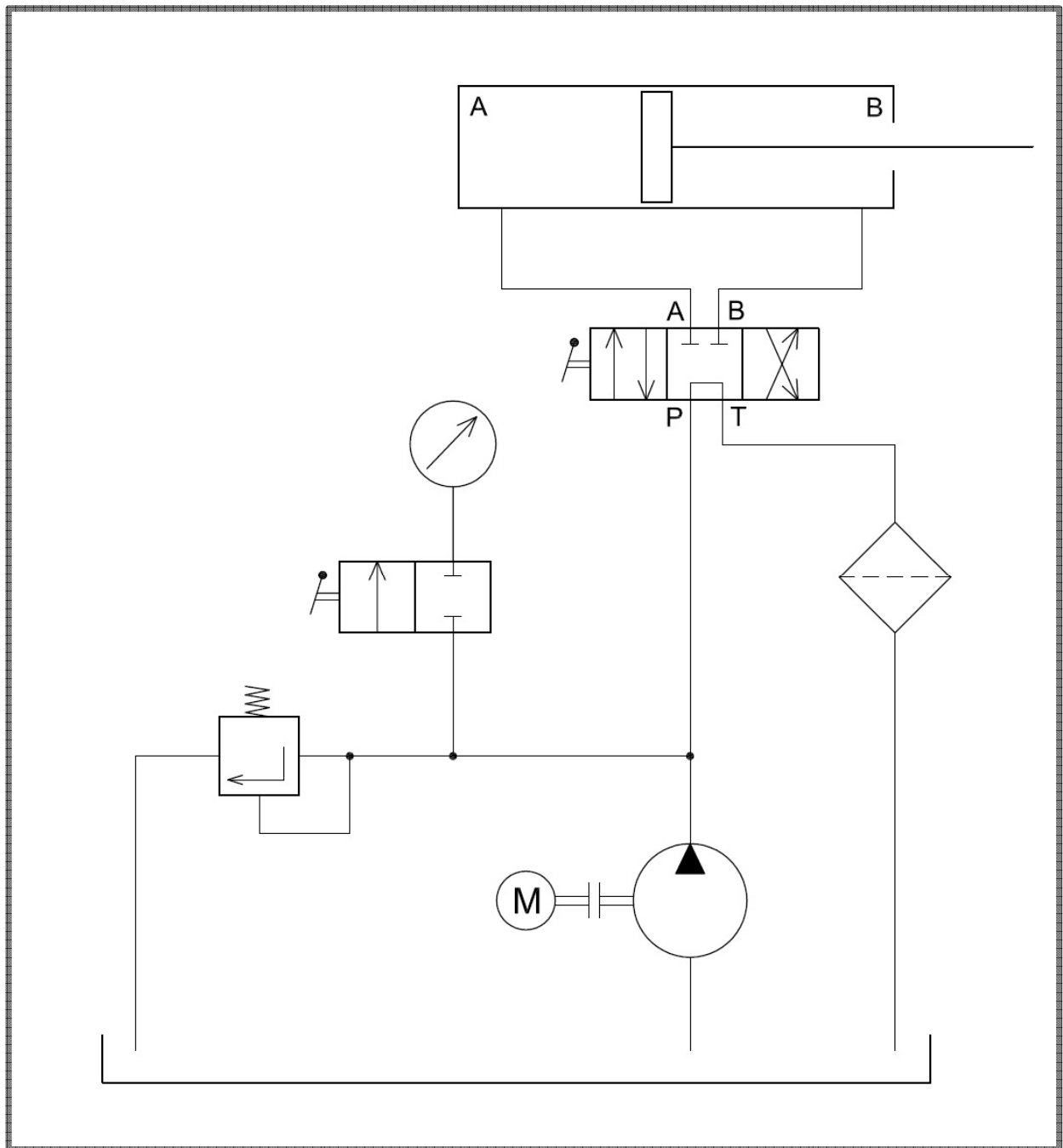
Na kontrolu tlaku nám slúži **manometer** pomocou ktorého sa dá nastaviť pretlakový ventil.

Preto aby nebola membrána manometra neustále namáhaná kolísavým tlakom nám slúži **guľový ventil**, ktorý pri kontrole tlaku otvoríme a po skontrolovaní opäť uzavrieme.

Jednotlivé prvky sú spojené **tlakovými hadicami** a tak je uzatvorený celý hydraulický obvod.



**Schéma hydraulického zapojenia:**



**Obr. 6.1** schéma hydraulického zapojenia

## 6.2 Návrh hydraulických prvkov a elektromotora

### 6.2.1. Čerpadlo

Čerpadlo bolo vyrobené v Bulharsku v roku 1984 ako je uvedené na štítku.

Na štítku je uvedený aj tlak 17,5MPa aký dokáže vyvinúť a nominálne otáčky  $1500\text{min}^{-1}$  pri ktorých by malo pracovať.

Na štítku však nebol uvedený prietok aký sa dá ním dosiahnuť. Preto bola potreba čerpadlo rozobrať a zistiť veľkosť zubovej medzery ozubených kolies, na základe ktorej sa dá vypočítať teoretický prietok.

Namerané hodnoty ozubenia:

priemer hlavovej kružnice:	$d_a$	37,2 mm
priemer pätnnej kružnice:	$d_f$	37,2 mm
výška zuba:	$h$	6,3 mm
počet zubov:	$z$	9 zubov
šírka ozubenia:	$b$	18,3 mm

z toho modul:

$$h = 2,25 \cdot m \Rightarrow m = \frac{h}{2,25} = \frac{6,3\text{mm}}{2,25} \approx 2,8\text{mm}$$

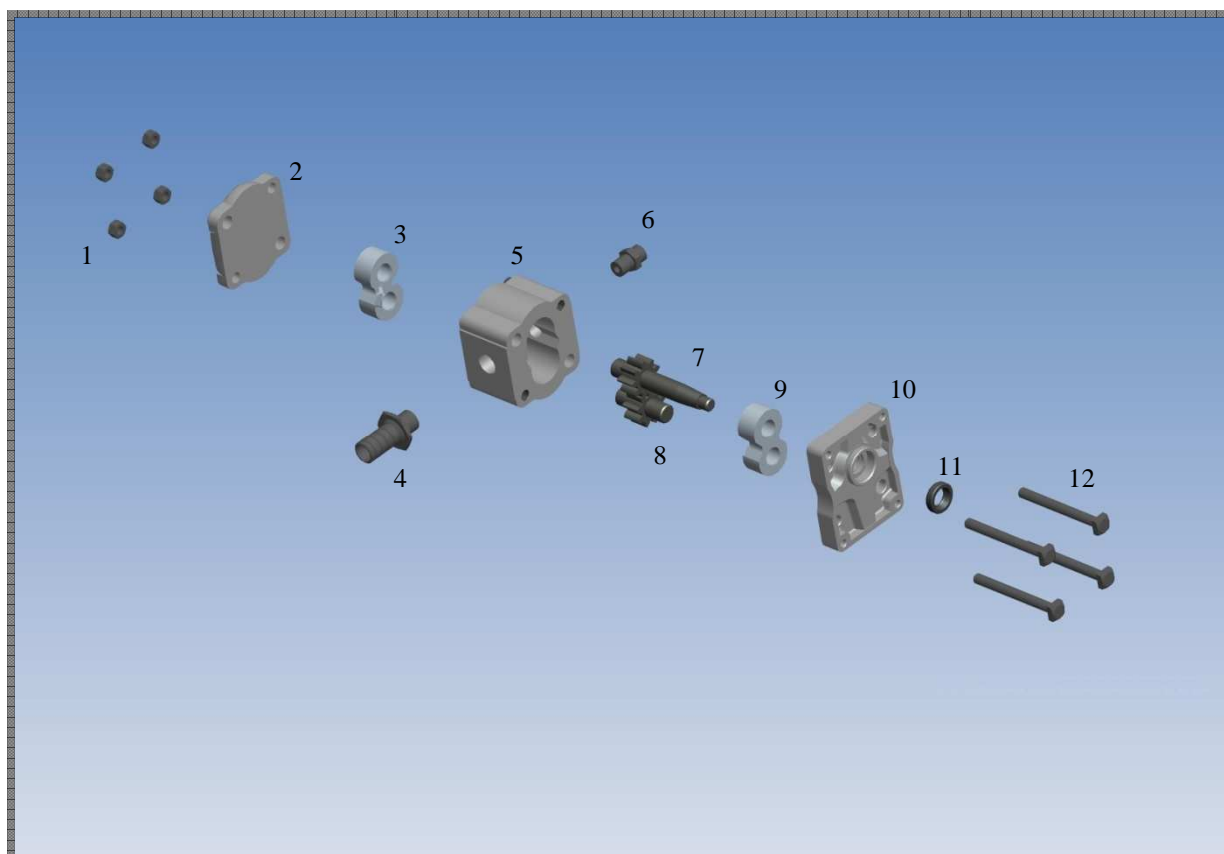
priemer rozstupovej kružnice:

$$D = d_a - 2 \cdot h_a = d_a - 2 \cdot m = 36,8 - 2 \cdot 2,8 = 31,2$$

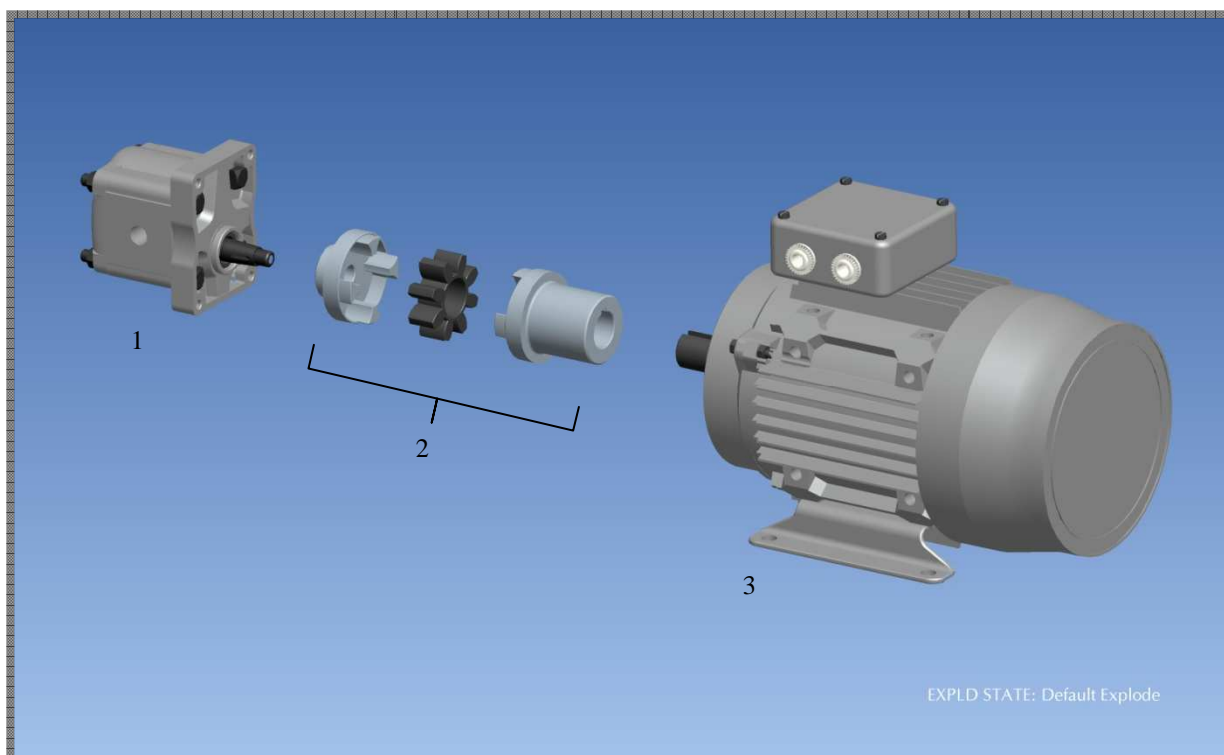
Teoretický prietok:

$$Q = \pi \cdot D \cdot h \cdot b = \pi \cdot 31,2 \cdot 6,3 \cdot 18,3 = 11300\text{mm}^3 \cdot \text{ot}^{-1} = \underline{\underline{0,01131 \cdot \text{ot}^{-1}}}$$

čo pri  $1500\text{ot./min.}$  predstavuje  $16,95 \text{l.min}^{-1} = 0,2825 \text{l.s}^{-1}$



**Obr. 6.2** zubové čerpadlo, 1- matice, 2-zadné veko, 3-ložisko, 4-nasávacie hrdlo, 5-telo, 6-výstupné hrdlo, 7-hnací hriadeľ, 8-hnaný hriadeľ, 9-ložisko, 10-predné veko, 11-gufero, 12-skrutky



**Obr. 6.3** hnacia sústava, 1-čerpadlo, 2-pružná spojka, 3-elektromotor

### 6.2.2 Elektromotor

Potrebný výkon elektromotora sa vypočíta podľa vzťahu:

$$P = p \cdot Q = 17,5 \text{ MPa} \cdot 0,2825 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \approx 5 \text{ kW}$$

Aby bol vyvinutý taký tlak a prietok aký čerpadlo umožňuje, bol by potrebný elektromotor s výkonom 5kW. Takýto motor je však pomerne drahý, hmotnostne veľmi ťažký a aj spotrebuje veľké množstvo elektrickej energie.

Preto si kladieme podmienku, že čerpadlo bude poháňať elektromotor s výkonom **3kW** a otáčkami čo najbližšími optimálnym otáčkam čerpadla.

Znížením výkonu motora sa samozrejme zníži aj výkon čerpadla vzhľadom na výkon aký je schopné vyvinúť.

Elektromotor, ktorý sme mali k dispozícii, má otáčky **1420min<sup>-1</sup>** a konštrukčne je vyhotovený tak, aby sa dal upevniť horizontálne pomocou pätiiek.

Preto sa prietok za jednotku času zmení na:

$$Q_t = Q \cdot n = 0,0113 \text{ l} \cdot \text{ot}^{-1} \cdot 1420 \text{ min}^{-1} = 16,04 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1} = 0,2674 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$$

Znížením výkonu sa zmení tlak na:

$$P = p \cdot Q \Rightarrow p = \frac{P}{Q} = \frac{3 \text{ kW}}{0,2674 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}} = 11,2 \text{ MPa}$$

Čerpadlo vyvinie spolu s daným motorom tlak **11,2MPa** a prietok **0,2674 l.s<sup>-1</sup>**

### 6.2.3 Hydromotor

O type hydromotora bolo rozhodnuté už pri zostavovaní hydraulického obvodu. Teraz je potrebné vypočítať a navrhnuť jeho veľkosť tak aby bola pri danom tlaku dosiahnutá požadovaná sila 5t (50 000N).

Sila je priamo umene závislá na priemere piestu (čiže aj vnútornom priemere valca), ktorý sa vypočíta:

$$p = \frac{F}{S} \Rightarrow F = p \cdot S = p \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot p}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 50\,000 \text{ N}}{\pi \cdot 11,2 \cdot 10^6 \text{ Pa}}} = 0,0754 \text{ m} = 75,4 \text{ mm}$$

Normalizovaný najbližší priemer valca je 80mm.

Na základe priemeru valca bol zadovážený hydromotor, ktorého menovité parametre sú:

- vnútorný priemer valca     **D=80mm**
- priemer piestnice         **d=40mm**
- zdvih                         **z=300mm**
- konštrukčne je vyhotovený ako prírubový

-skutočná sila:

$$p = \frac{F}{S} \Rightarrow F = p \cdot S = p \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 11,2 \text{MPa} \cdot \frac{\pi \cdot 80^2}{4} \approx 56\,300 \text{N} = 5,63 \text{t}$$

-čas vysúvania piestnice:

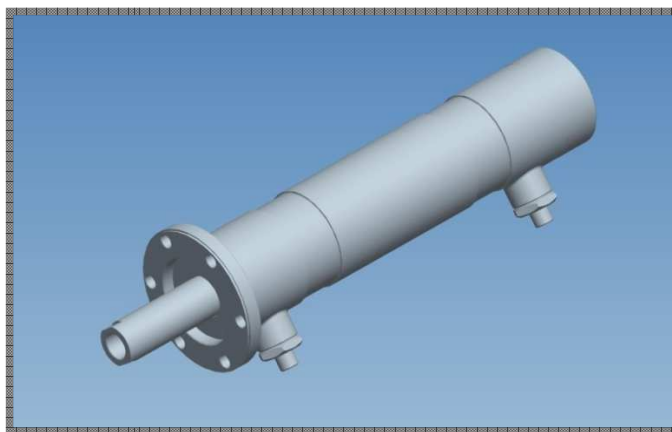
$$t = \frac{V_A}{Q_i} = \frac{S \cdot z}{Q_i} = \frac{\frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot z}{Q_i} = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot z}{4 \cdot Q_i} = \frac{\pi \cdot 0,08^2 \text{m}^2 \cdot 0,3 \text{m}}{4 \cdot 0,0002674 \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}} = \underline{\underline{5,64 \text{s}}}$$

Pri 90% účinnosti čerpadla bude čas vysúvania:  $\frac{5,64 \text{s}}{0,9} \approx \underline{\underline{6 \text{s}}}$

-čas spätného chodu:

$$t = \frac{V_B}{Q_i} = \frac{S \cdot z}{Q_i} = \frac{\left( \frac{\pi \cdot D^2}{4} - \frac{\pi \cdot d^2}{4} \right) \cdot z}{Q_i} = \frac{(\pi \cdot D^2 - \pi \cdot d^2) \cdot z}{4 \cdot Q_i} = \frac{(\pi \cdot 0,08^2 \text{m}^2 - \pi \cdot 0,04^2 \text{m}^2) \cdot 0,3 \text{m}}{4 \cdot 0,0002674 \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}} = \underline{\underline{4,2 \text{s}}}$$

a to pri 90% účinnosti znamená:  $\frac{4,2}{0,9} = \underline{\underline{5 \text{s}}}$



Obr. 6.4 priamočiary hydromotor

#### 6.2.4 Rozvádzač

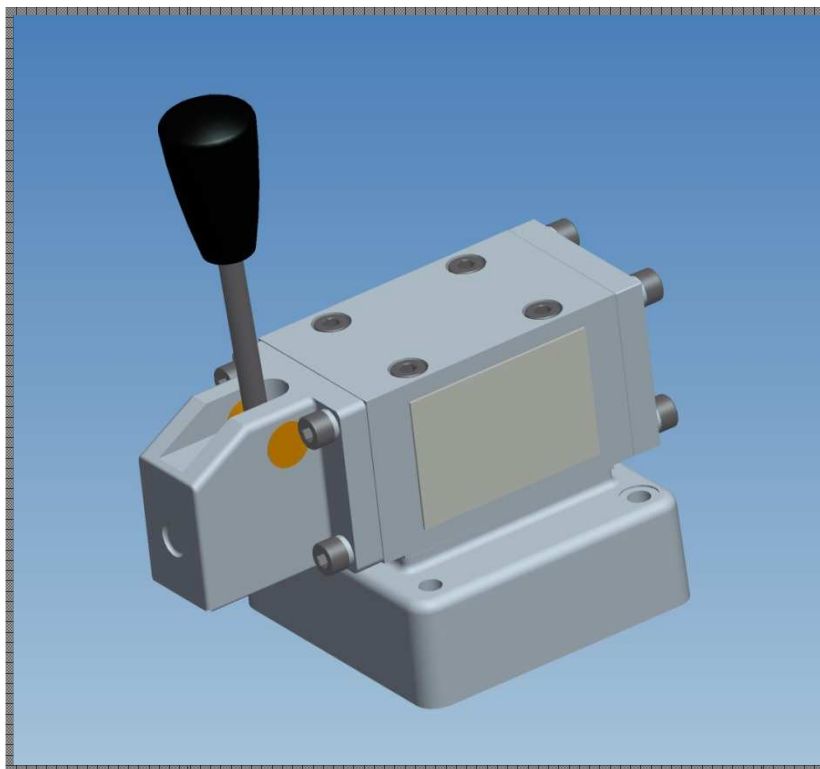
Typ rozvádzača bol určený už pri zostavovaní hydraulického obvodu.

Dôležité je aby rozvádzač bol stavaný minimálne na tlak s ktorým bude celý mechanizmus pracovať.

Rozvádzač je stavaný na tlak až do 25MPa.

Pri skúšobnom spustení sme zistili, že rozvádzač prepúšťa olej mimo obvod.

Preto sme ho boli nútení rozobrať a odhalili sme poškodenie gumových tesnení, ktoré sme vymenili za nové.



Obr. 6.5 rozvádzač

### 6.2.5 Nádrž

Do nádrže sa musí zmestiť olej ktorý sa nachádza v hydraulickom obvode.

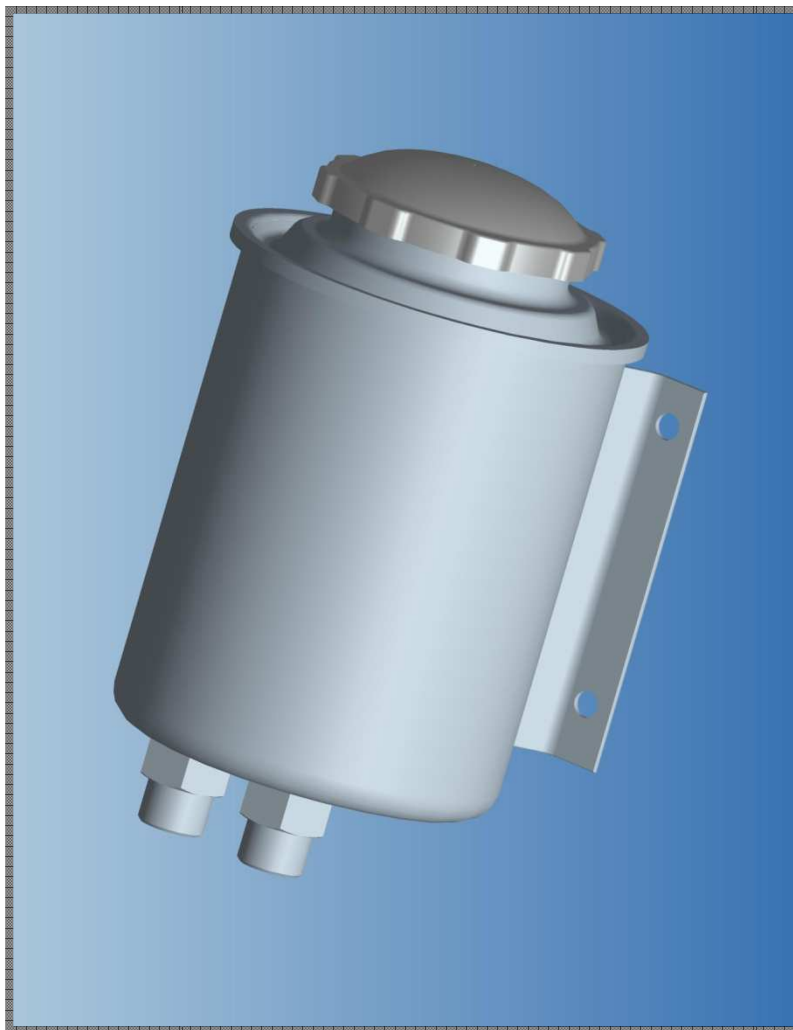
Objem valca: 
$$V = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot z = \frac{\pi \cdot (80\text{mm})^2}{4} \cdot 300\text{mm} \approx 1500000\text{mm}^3 \approx \underline{\underline{1,5\text{ l}}}$$

Objem v hadiciach:  $0,5\text{ l}$

Spolu:  $1,5 + 0,5 = 2\text{ l}$

Na správnu činnosť mechanizmu je potrebná nádrž na objem oleja minimálne 2 l.

Do obvodu sú ale naliate 3l hydraulického oleja, pretože aj vo valci sa vždy zdržuje minimálne 1l oleja a pri činnosti stroja neustále preteká.



Obr. 6.6 nádrž na olej

## 6.2.6 Pretlakový ventil

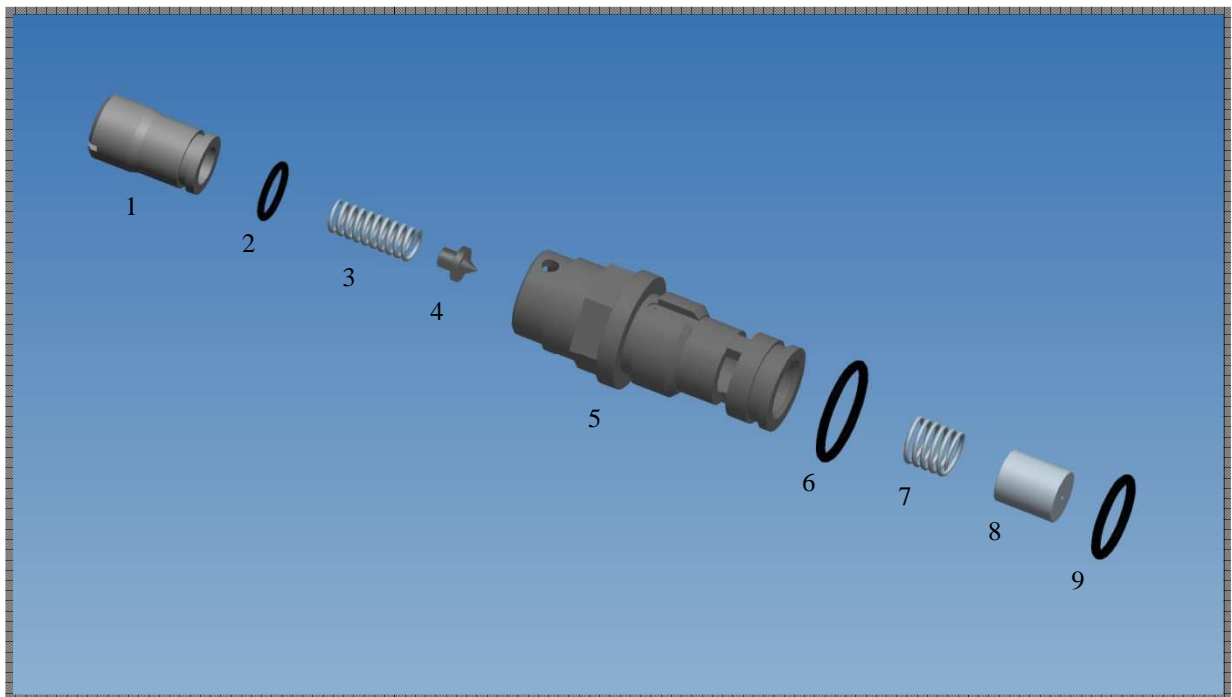
Do obvodu je zaradený aj pretlakový ventil ako ochrana proti preťaženiu.

Musí byť nastavený na takú hodnotu tlaku, ktorá je pre všetky prvky hydraulického obvodu dovolená a zároveň na taký tlak, ktorý vyvinie čerpadlo aby nedochádzalo k jeho zastavovaniu tým, že spolu s motorom nedokáže vyvinúť potrebný krútiaci moment.

V hydraulickom obvode je zaradený tlakovo vyvážený dvojstupňový pretlakový ventil, na ktorom tlak možno nastaviť pomocou nastavovacej skrutky, ktorej pootočením sa mení sila akou pružina pritláča kuželík do sedla.

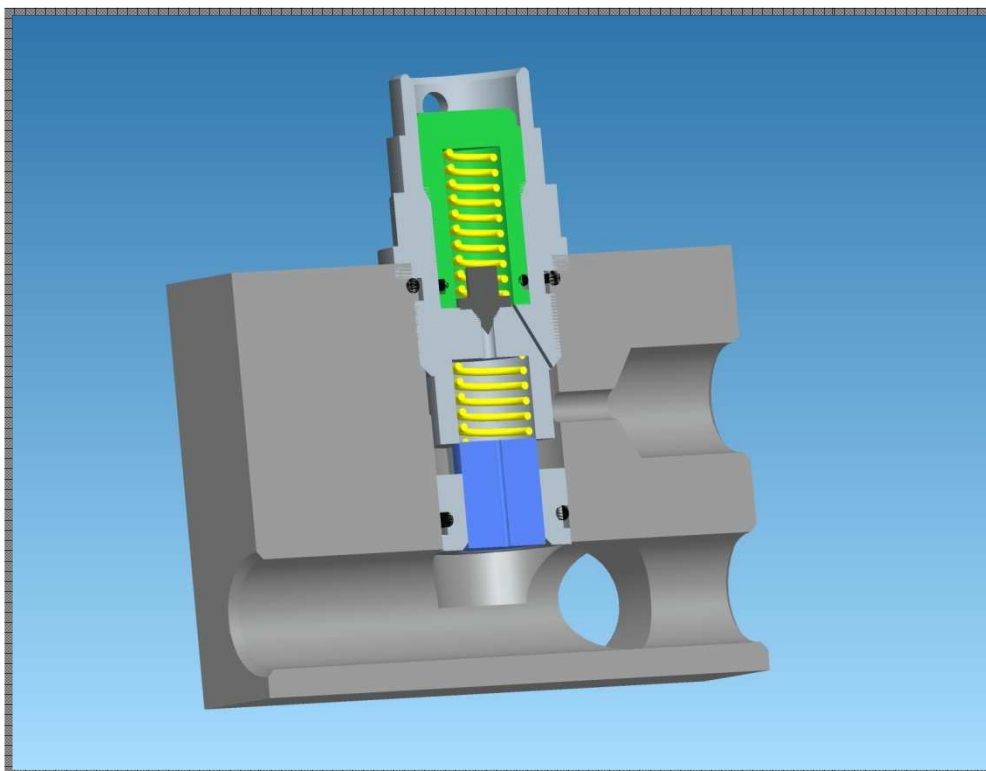
K dispozícii sme mali však iba činnú sústavu ventilu a preto sme bolo potrebná navrhnuť a vyrobiť rozvážiacu kocku v ktorej je umiestnený. Táto kocka bola navrhnutá tak aby jej výstupné otvory boli orientované takým smerom, ktorý zabezpečí čo najjednoduchšie spojenie s ďalšími prvkami s použitím čo najmenej uhlových spojok (kolien).

Pretlakový ventil bol s pomocou manometra nastavený na pracovný tlak 11MPa pri ktorom začne prepúšťať olej späť do nádrže.

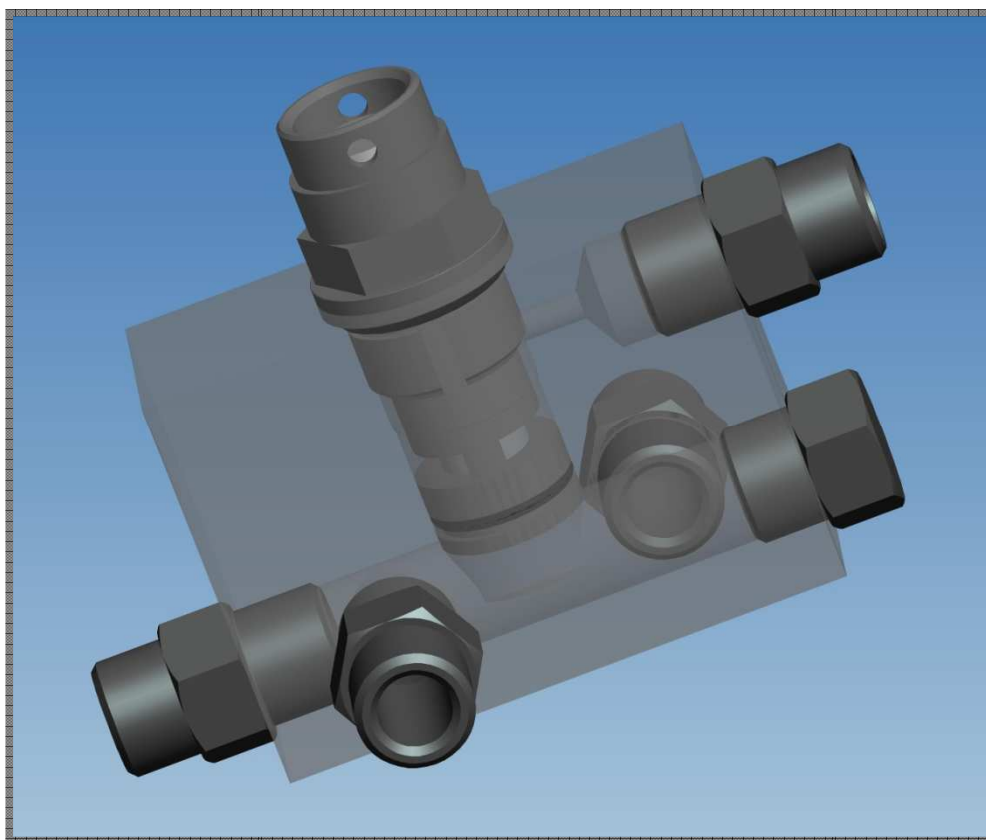


**Obr. 6.7** dvojstupňový pretlakový ventil, 1-nastavovacia skrutka, 2-tesnenie, 3-riadiaca pružina, 4-kuželík, 5-telo, 6-tesnenie, 7-pomocná pružina, 8-piestik, 9-tesnenie





Obr. 6.8 rez pretlakovým ventilom s rozvážacou kockou



Obr. 6.9 vyhotovenie kanálov rozvážacej kocky

### 6.2.7 Filter kvapaliny

Musí byť v obvode zaradený preto aby čistil kvapalinu, od nečistôt ktoré sa do nej dostávajú z vonkajšieho prostredia (prach, pevné nečistoty) ale aj pri prevádzke vlastného mechanizmu (kovový oter, čiastočky tesnenia, hadíc, ...) Pri súčasných hydraulických prvkoch sa vyžaduje filtračná schopnosť 25 až 5 $\mu$ m.

V našom hydraulickom obvode je čistenie najdôležitejšie kvôli dvojstupňovému pretlakovému ventilu, v ktorom musí byť zabezpečené dokonalé dosadnutie kuželíka do sedla aby trvale neprepúšťal kvapalinu, späť do nádrže, čím by sa znižovala účinnosť. Filter je plstený a je súčasťou nádrže.

### 6.2.8 Manometer

Do obvodu je zaradený na kontrolu tlaku kedykoľvek počas chodu stroja a takisto preto aby bolo možné nastaviť pretlakový ventil pomocou nastavovacej skrutky na správnu hodnotu.

### 6.2.9 Gul'ový ventil

Slúži na uzavretie vetvy obvodu, ktorá vedie k manometru.

Tak manometer uchránime pred neustálymi tlakovými výkyvmi, ktoré by zbytočne namáhali jeho membránu aj vtedy keď by sme tlak nekontrolovali. Pri kontrole tlaku je potrebné ventil otvoriť a po skontrolovaní opäť uzavrieť.

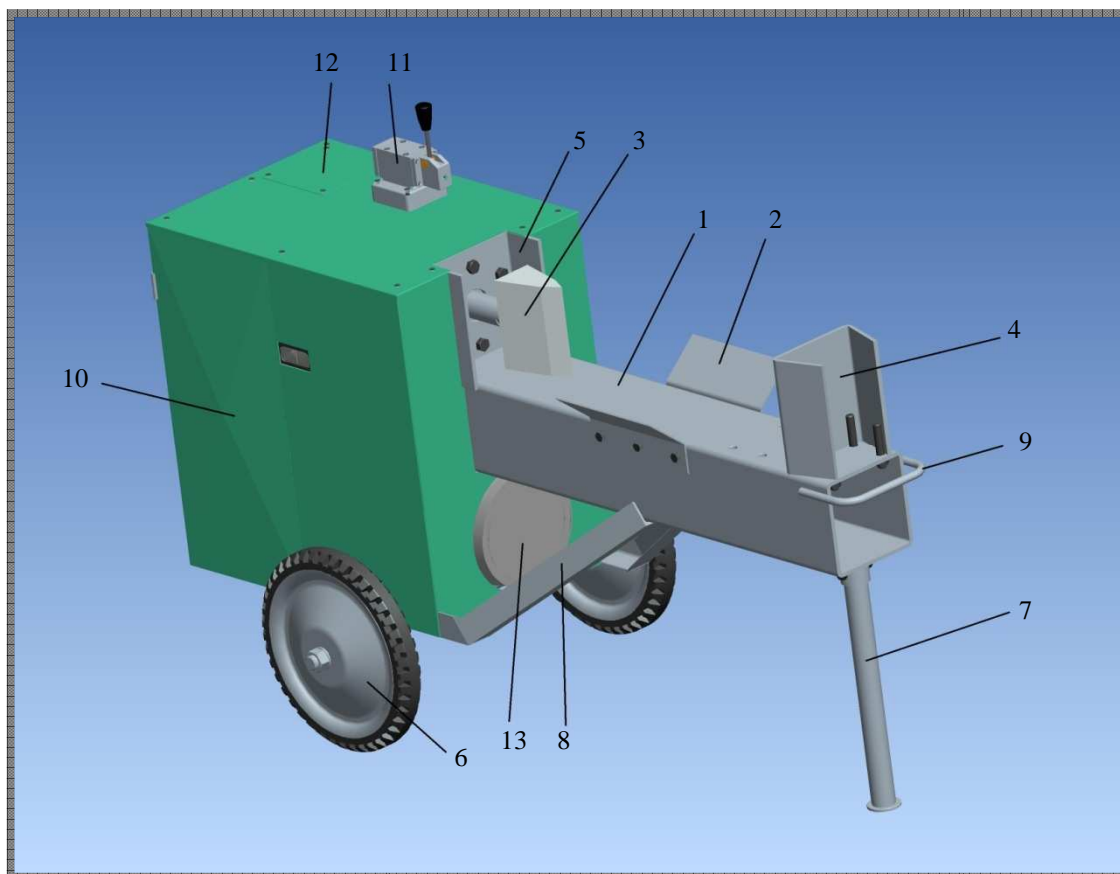
### 6.2.10 Tlakové spojovacie hadice

Musia byť dimenzované minimálne na taký tlak, aký bude v obvode počas činnosti stroja.

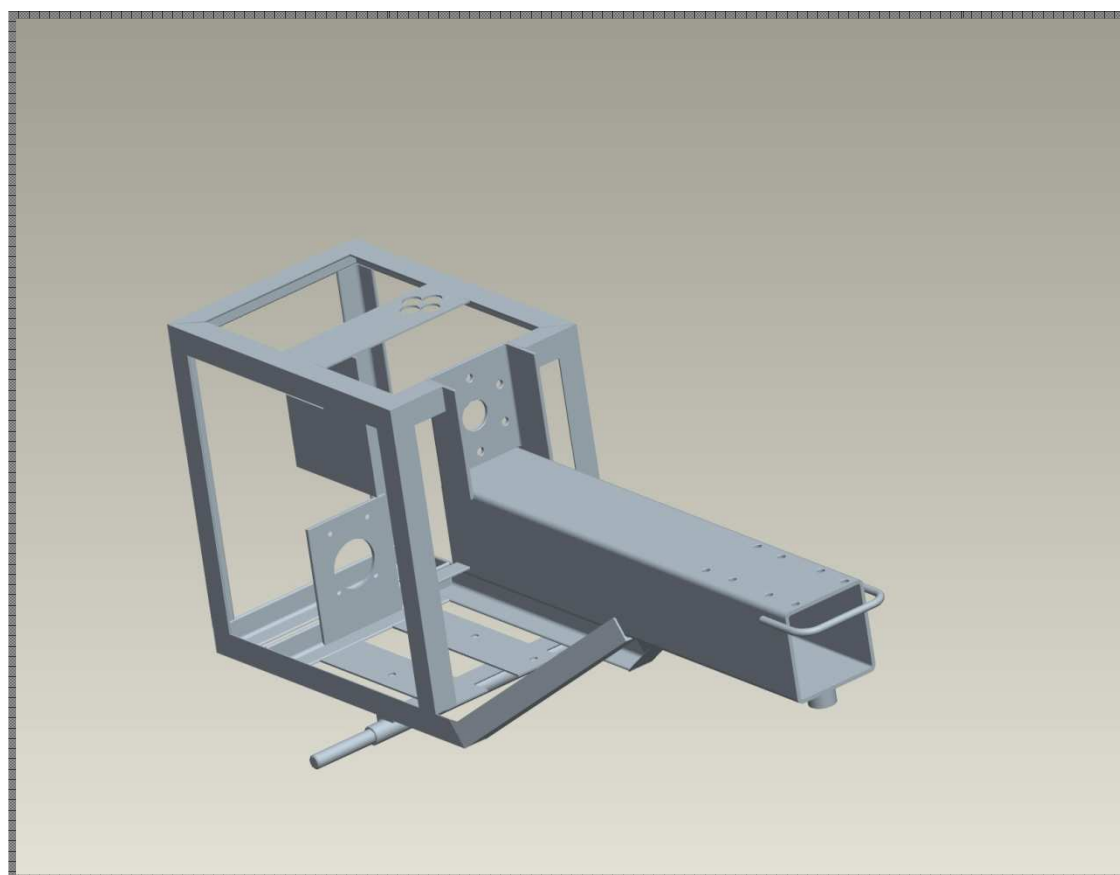
Ich koncovky musia byť takého rozmeru a typu aby sa dali spojiť s ostatnými prvkami a takisto musia byť dostatočne dlhé a namontované spôsobom, ktorý vylučuje ich zalomenie.

### 6.3 Konštrukcia stroja

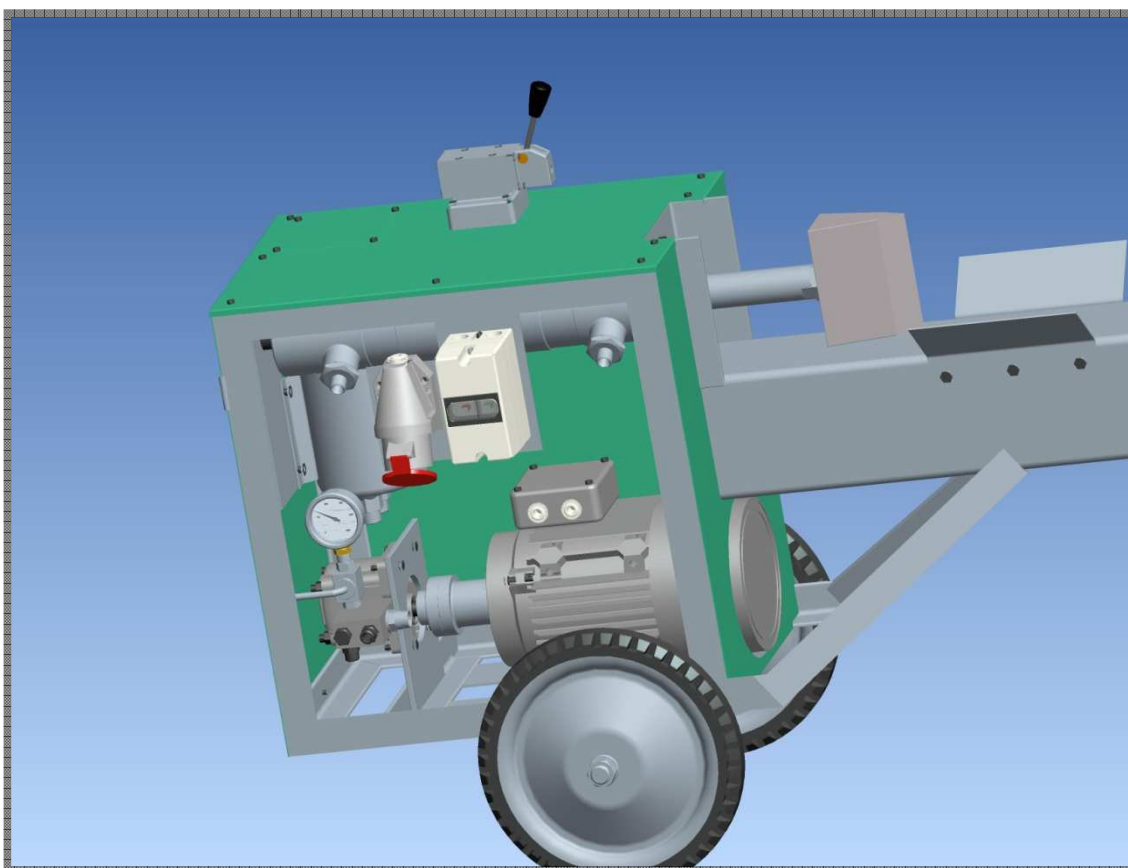
- popis konštrukcie vystihuje obr. 6.10, ku ktorému sú viazané číselné odkazy v nasledujúcom texte
- štiepačka je vyhotovená na horizontálne ukladanie polena na základnú konštrukciu „Jöklov profil“ (1)
- poleno je v pracovnom priestore pridržiavané pomocou bočných plechov (2)
- na piestnicu hydromotora je naskrutkovaný klin (3), ktorý sa do polena vtláča a tak ho postupne rozštíepi
- poleno sa opiera o opernú platňu (4), ktorá sa dá podľa dĺžky polena upevniť do dvoch pozícií
- pri spätnom pohybe klinu sa nedokonale rozštíepnuté poleno oprie o platňu (5), ktorá je zámerne vysunutá z oplechovanej konštrukcie aby sa nepoškodili plechy
- celý stroj je postavený na troch bodoch, ktorými sú dve kolesá (6) a jedna odnímateľná stojka (7)
- kolesá majú pomerne priemer 310mm, preto aby bola štiepačka dobre mobilná na nerovnom povrchu (v záhrade,...)
- kolesá sú nasadené na hriadeli privarenom ku konštrukcii, a je vhodné ich vyvložkovať bronzovými, klznými puzdrami
- hydraulický valec je pevne priskrutkovaný na platňu (5) privarenú ku konštrukcii šiestimi skrutkami prechádzajúcimi platňou a prírubou valca
- celý stroj je vzhľadom ku kolesám vyvážený aby sa ľahko prenášal s malou prevahou na stranu tretieho podperného bodu stojky (7)
- štiepací klin (3) je z materiálu 12 050.46, čo znamená že bude tepelne spracovaný kalením (iba v mieste hrotu), jeho vrcholový uhol je  $26^\circ$  a v mieste hrotu  $52^\circ$  preto, aby pri kalení nedochádzalo k prepáleniu hrotu vplyvom tepla pôsobiaceho na materiál malej hrúbky, jeho funkčné plochy sú brúsené na Ra 0,8 $\mu$ m
- celá konštrukcia je vzpriechená šikmým L profilom (8) kvôli lepšej tuhosti a pevnosti konštrukcie
- štiepačka je mobilná dá sa uchopiť za privarenú rukoväť (9)
- všetky hydraulické aj elektrické prvky sú kryté vonkajšími plechmi, ktoré ich chránia pred nárazmi vznikajúcimi pri práci a takisto bránia prístupu vody (počas dažďa) do elektrického obvodu
- súčasťou oplechovania sú odnímateľné dvierka (10) na pántoch, ktorých otvorením možno skontrolovať tlak v hydraulickom obvode na manometri a pripojiť stroj do elektrickej siete
- na vrchnej časti stroja je ovládací prvok rozvádzač (11) a kryt (12), ktorý slúži na prístup k nádrži oleja, k jeho výmene a kontrole stavu objemu
- motor je umiestnený v spodnej časti stroja, je vycentrovaný s hriadeľom čerpadla a je s čerpadlom spojený pružnou spojkou s gumovou vložkou
- motor (13) vyčnieva z predného plechu aby ventilátor ktorým je chladený nasával vzduch z vonkajšieho prostredia



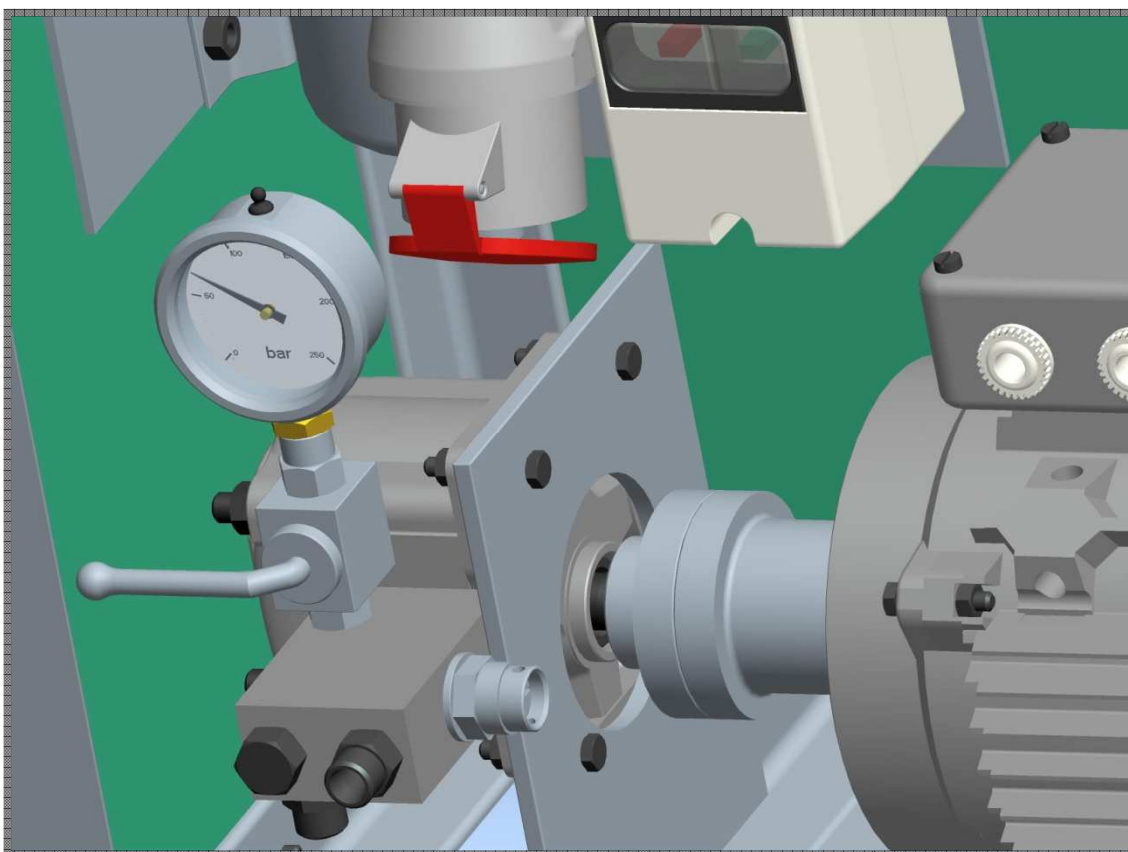
Obr. 6.10 konštrukcia stroja



Obr. 6.11 zváraná konštrukcia



Obr. 6.12 vnútorné usporiadanie prvkov



Obr. 6.13 napojenie čerpadla na motor

## 7 ZÁVER

Štiepačky na drevo sa s posledných rokov začali používať vo väčšej miere aj v domácnostiach. Majú nesporné výhody čo sa týka produktivity a bezpečnosti pri prevádzke. Ich cena sa vďaka typizácii neustále pomaly znižuje.

Pri návrhu štiepačky sa podarilo aj napriek použitiu prvkov, ktoré boli cenovo dostupnejšie dosiahnuť požadované parametre stroja. Práca sa venuje podstate problému a tou sú parametre hydraulického obvodu, návrh elektromotora tak aby bol dosiahnutý požadovaný výkon a konštrukcia stroja vyhovovala konkrétnym podmienkam ale v rešeršnej časti aj prieskumu trhu, podaniu vlastnej predstavy o ich možnom rozdelení do jednotlivých kategórií.

Ďalšie pokračovanie práce by mohlo obsahovať pevnostnú kontrolu pracovného priestoru štiepačky, pevnostnú analýzu, výpočet pomocou MKP a kompletne spracovanie výrobných dokumentácie, návrh technologických postupov a montáže.

Práca mala veľký prínos pre pochopenie problematiky pri návrhu prototypu, overenie si fyzikálnych zákonov a praktické skúsenosti pri výrobe. Hodnoty, ktoré stroj pri svojej činnosti vykazuje súhlasia s vypočítanými hodnotami.

Štiepačka nám určite nesmierne pomôže pri práci v záhrade a do budúcnosti má perspektívu aj ako lis na lisovanie pilín.

## 8 ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

- [1] FLIEGER, Jan. VYŠÍN, Martin. Hydraulické a pneumatické mechanizmy. Návody do laboratorních cvičení, řešené příklady. ÚVSSR FSI VUT. [PDF document] Brno. 2004  
URL: < <http://www.uvssr.fme.vutbr.cz/opory/fluidni/> >
- [2] MowDIRECT editorial team. MowDIRECT [online]. What's the Best Log Splitter? [cit. 2010-5-20]  
URL: < <http://www.mowdirect.co.uk/blog/2008/01/22/whats-the-best-log-splitter-review-and-buying-guide-of-log-splitters-winter-2008> >
- [3] Nothen Industrial Horizontal Log Splitter. Northen Tool [online]. [cit. 2010-5-20]  
URL: < [http://www.northerntool.com/shop/tools/product\\_200316859\\_200316859](http://www.northerntool.com/shop/tools/product_200316859_200316859) >
- [4] Foot operated log splitter. Northen Tool [online]. [cit. 2010-5-20]  
URL: < <http://reviews.northerntool.com/0394/11899/reviews.htm> >
- [5] Great-Power. Electric tools, log splitter. [online]. [cit. 2010-5-20]  
URL: < [http://great-power.diytrade.com/sdp/375647/4/pd-1877722/2674633-941342/LOG\\_SPLITTER.html](http://great-power.diytrade.com/sdp/375647/4/pd-1877722/2674633-941342/LOG_SPLITTER.html) >
- [6] Luckamp Industry. ATW Machinery [online]. [cit. 2010-5-20]  
URL: < [http://www.luckamp.com/sdp/118526/4/pd-1088774/5032251-1139781/Log\\_Splitter.html](http://www.luckamp.com/sdp/118526/4/pd-1088774/5032251-1139781/Log_Splitter.html) >
- [7] Kovaco. Štiepačky [online]. [cit. 2010-5-20]  
URL: < <http://www.kovaco.sk/> >
- [8] Woodster. Vertical log splitter [online]. [cit. 2010-5-20]  
URL: <http://www.woodster.de/en/products/products/categories/stehendspalter/products/hydraulikspalter-lf-100/backPID/produkte-1.html?cHash=285bf84982>
- [9] US Pride Products. Hands free log splitter. [online]. [cit. 2010-5-20]  
URL: < <http://www.usprideproducts.com> >
- [10] Woodster. Multi splitting fan. [online]. [cit. 2010-5-20]  
URL:  
[http://www.woodster.de/en/products/products/categories/zubehoer/products/multi-spaltfaecher/backPID/produkte-1.html?tx\\_ttproducts\\_pi1\[begin\\_at\]=15&cHash=5dc15a7159](http://www.woodster.de/en/products/products/categories/zubehoer/products/multi-spaltfaecher/backPID/produkte-1.html?tx_ttproducts_pi1[begin_at]=15&cHash=5dc15a7159)
- [11] Tajfun. Firewood processors. [online]. [cit. 2010-5-20]  
URL: < [http://www.tajfun.com/en/program.asp?program=rdeci&id\\_strani\\_var=73](http://www.tajfun.com/en/program.asp?program=rdeci&id_strani_var=73) >

- [12] Pezzolato. Professional hydraulic splitting machine. [online]. [cit. 2010-5-20]  
URL: < [http://www.pezzolato.net/en/en-redline\\_spaccalegna\\_idraulici.html](http://www.pezzolato.net/en/en-redline_spaccalegna_idraulici.html) >
- [13] Palax. Palax Power 100s Firewood Processor. [online]. [cit. 2010-5-20]  
URL:[http://www.palax.fi/en/index.php?option=com\\_content&view=article&id=16&Itemid=22](http://www.palax.fi/en/index.php?option=com_content&view=article&id=16&Itemid=22)

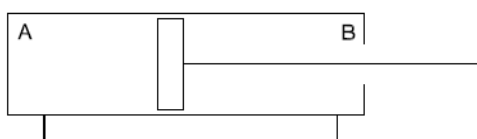


## 9 ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK, SYMBOLOV A VELIČÍN

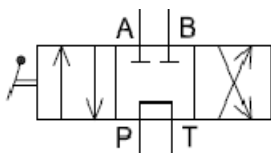
### Zoznam veličín:

Skratka	Jednotka	Popis
b	[mm]	šírka ozubenia
D	[mm]	priemer rozstupovej kružnice
$d_a$	[mm]	priemer hlavovej kružnice ozubenia čerpadla
$d_f$	[mm]	priemer pätnjej kružnice
F	[N]	štíepacia sila
h	[mm]	výška zubu
m	[mm]	modul ozubenia
P	[W]	výkon
p	[Pa]	tlak
Q	[l.ot <sup>-1</sup> ]	teoretický prietok na jednu otáčku
t	[s]	čas
V	[m <sup>3</sup> ]	objem
z	[-]	počet zubov

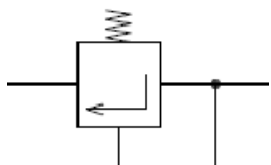
### Zoznam symbolov:



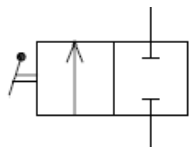
-dvojčinný, priamočiary hydromotor



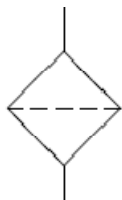
-rozdávzač 4/3



-pretlakový ventil



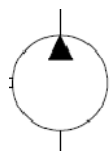
-guľový ventil



-filter



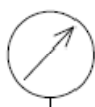
-elektromotor



-hydrogenerátor (čerpadlo)



-spojka



-manometer

## 10 ZOZNAM OBRÁZKOV

<b>Obr. 1.1</b>	Ručne poháňaná hydraulická štiepačka firmy Northen Industrial [3]	14
<b>Obr. 1.2</b>	Nohou obsluhované mechanické zariadenie firmy Quality Craft [4]	15
<b>Obr. 1.3</b>	štiepačka firmy Zhejiang Great-Power [5]	15
<b>Obr. 1.4</b>	štiepačka firmy Luckamp Industry [6]	16
<b>Obr. 1.5</b>	zariadenie od firmy Kovaco [7]	16
<b>Obr. 1.6</b>	vertikálne prevedenie firmy Woodster [8]	17
<b>Obr. 1.7</b>	šikmá poloha polena, firma Kovaco [7]	17
<b>Obr. 1.8</b>	rotujúci kužel so závitom [9]	18
<b>Obr. 1.9</b>	viacramenný klin [10]	18
<b>Obr. 1.10</b>	štiepačka TAJFUN RCA 320 [11]	19
<b>Obr. 1.11</b>	štiepačka PEZZOLATO [12]	19
<b>Obr. 1.12</b>	štiepačka PALAX POWER 100S [13]	20
<b>Obr. 6.1</b>	schéma hydraulického zapojenia	27
<b>Obr. 6.2</b>	zubové čerpadlo	29
<b>Obr. 6.3</b>	hnacia sústava	29
<b>Obr. 6.4</b>	priamočiary hydromotor	31
<b>Obr. 6.5</b>	rozdávzač	32
<b>Obr. 6.6</b>	nádrž na olej	33
<b>Obr. 6.7</b>	dvojstupňový pretlakový ventil	34
<b>Obr. 6.8</b>	rez pretlakovým ventilom s rozvádzacou kockou	35
<b>Obr. 6.9</b>	vyhotovenie kanálov rozvádzacej kocky	35
<b>Obr. 6.10</b>	konštrukcia stroja	38
<b>Obr. 6.11</b>	zváraná konštrukcia	38
<b>Obr. 6.12</b>	vnútorné usporiadanie prvkov	39
<b>Obr. 6.13</b>	napojenie čerpadla na motor	39

## **11 ZOZNAM PRÍLOH**

**11**

---

- zostavný výkres
- kusovník
- výrobný výkres štiepacieho klinu
- výrobný výkres rozvádzacej kocky pretlakov0ho ventilu