

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

Fakulta strojní

Katedra hydromechaniky a hydraulických zařízení

Hydraulický lis automobilových chladičů

Hydraulic Press of Car Coolers

Student:

Bc. Marek Slawik

Vedoucí diplomové práce:

Dr. Ing. Miroslav Bova

Ostrava 2014

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Marek Slawik**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 3909T001 Konstrukční a procesní inženýrství
Specializace: 16 Hydraulické a pneumatické stroje a zařízení
Téma: **Hydraulický lis automobilových chladičů**
Hydraulic Press of Car Coolers

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární řešení k dané problematice.
2. Proveďte potřebné hydraulikářské a silové výpočty.
3. Navrhněte hydraulické schéma včetně specifikace prvků a zadání pro navazující profese.
4. Nakreslete výrobní dokumentaci hydraulického agregátu.
5. Vypracujte návod na obsluhu a údržbu navrhovaného zařízení.
6. Vypracujte hodnocení rizik navrženého stroje.

Seznam doporučené odborné literatury:

Sivák, V. *Projektování hydraulických systémů*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava. 1990
Projektční podklady firmy Interfluid
Pivoňka J. a kol. *Tekutiny mechanizmy*. Praha: SNTL Praha. 1987. 623 s.
Podklady firem vyrábějících automobilové příslušenství.
Kolektiv autorů. *Projektování a konstrukce hydraulických zařízení*. Lohr am Main: Mannesmann Rexroth, 1988.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Dr. Ing. Miroslav Bova**

Datum zadání: 13.12.2013

Datum odevzdání: 19.05.2014



doc. Dr. Ing. Lumír Hružík
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě
19.5.2014

.....
Marek Slanec

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé kvalifikační práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své 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 předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: *19.5.2014*
.....

Jméno a příjmení autora práce:

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Marek Slawik
.....
podpis

Bc. Marek Slawik

Zámecká 185

747 25 Sudice

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

SLAWIK, M. *Hydraulický lis automobilových chladičů: diplomová práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra hydromechaniky a hydraulických zařízení, 2014, 60 s. Vedoucí práce: Dr. Ing. Bova, M.

Diplomová práce se zabývá návrhem hydraulického pohonu lisu automobilových chladičů. V úvodu je popsána historie a vývoj automobilových chladičů. Dále jsou zmapovány typy chladičů jejich výroba a možnost výroby na lisech. V další kapitole jsou uvedeny požadavky pro hydraulický lis. Na základě požadavků je vybráno jedno ze čtyř řešení, pro které jsou provedeny výpočty pro dílčí části hydraulického pohonu lisu. Dále jsou vypsifikovány jednotlivé prvky hydraulického obvodu. Výrobní dokumentaci doplňuje zpracovaný 3D model hydraulického agregátu. Další kapitola se zabývá návodem na obsluhu a údržbu navrženého hydraulického zařízení. V závěru práce je pro toto zařízení vypracováno hodnocení rizik.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

SLAWIK, M. *Hydraulic Press of Car Coolers: Master Thesis*. Ostrava : VSB - Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Hydrodynamics and Hydraulic Equipment, 2014, 60 p. Thesis head: Dr. Ing. Bova, M.

Master thesis deals with hydraulic press of car coolers. In the introduction is described history and development of car coolers. Then are charted types of coolers, their production and possibilities of production on hydraulic press. In the next chapter are shown requirements for hydraulic press. Based on the requirements is selected one of the four solutions, for which are performed calculations for parts of hydraulic drive of press. Then are specified individual elements of hydraulic press drive. 3D model of the hydraulic circuit complete the product documentation. Next chapter deals with instructions for use and maintenance of the proposed hydraulic equipment. At the end of the thesis is carried out risk assessments for proposed equipment.

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat panu Dr. Ing. Miroslavu Bovovi za odborné vedení, cenné připomínky, podněty a rady při tvorbě této diplomové práce.

Obsah

Úvod.....	11
1 Princip chlazení a jeho rozdělení	12
1.1 Přehled a základní rozdělení výměníků	13
1.2 Trubkové výměníky	14
1.3 Skořepinové výměníky	15
1.4 Voštinové výměníky	16
1.5 Deskové výměníky.....	17
2 Princip a přehled hydraulických lisů.....	18
2.1 Kovací lisy	19
2.2 Tažné lisy	19
2.3 Dílenské lisy.....	20
2.4 Razící lisy.....	21
3 Požadavky a provedení hydraulického obvodu.....	22
3.1 Hydraulický obvod s proporcionálními rozvaděči.....	23
3.2 Hydraulický obvod s třemi hydrogenerátory	25
3.3 Hydraulický obvod s regulačními hydrogenerátory a akumulátorem.....	27
3.4 Hydraulický obvod s regulačním hydrogenerátorem a akumulátorem.....	29
3.5 Výběr návrhu hydraulického obvodu hydraulického lisu	31
4 Výpočty a návrhy prvků.....	32
4.1 Tvářecí síla.....	32
4.2 Rozměry přímočarých hydrogenerátorů	33
4.3 Návrh chlazení a filtrace kapaliny	35
5 Zadání pro navazující profese	38
5.1 Instalace zařízení.....	38
5.2 Elektrické vybavení.....	38
5.3 Hydraulické vybavení	40
5.4 Plnění hydraulického agregátu.....	40
6 Návod na obsluhu a údržbu zařízení	41
6.1 Použití	41
6.2 Popis základních prvků hydraulického zařízení.....	41
6.3 Obsluha a funkce zařízení	42
6.4 Údržba zařízení	43

6.5	Provoz agregátu.....	44
6.6	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci	45
6.7	Poruchy, jejich příčiny a odstranění.....	46
7	Hodnocení rizik.....	47
7.1	Postup hodnocení rizik.....	47
7.2	Přehled ohrožených profesí:.....	51
7.3	Použité zkratky a normy:	51
7.4	Hodnocení rizik navrženého zařízení.....	53
8	Závěr	57
9	Seznam literatury	58
10	Seznam příloh.....	60

Seznam použitých značek a symbolů

Označení	Význam	Jednotka
D_t	vnější průměr trubky	[m]
D_v	navržený průměr pístu hydromotoru	[m]
F_t	tvářecí síla	[N]
P	výkon	[W]
P_D	výkon elektromotoru dolního okruhu	[W]
P_{Del}	navržený výkon elektromotoru dolního okruhu	[W]
P_H	výkon elektromotoru horního okruhu	[W]
P_{Hel}	navržený výkon elektromotoru horního okruhu	[W]
P_{CH}	výkon elektromotoru chladicího okruhu	[W]
P_{CHel}	navržený výkon elektromotoru chladicího okruhu	[W]
Q	průtok	[m ³ .s ⁻¹]
Q_D	navržený průtok dolního okruhu	[m ³ .s ⁻¹]
Q_d	vypočtený průtok dolním okruhem	[m ³ .s ⁻¹]
Q_F	navržený průtok filtrem	[m ³ .s ⁻¹]
Q_H	navržený průtok horního okruhu	[m ³ .s ⁻¹]
Q_h	průtok pro rychloposuv	[m ³ .s ⁻¹]
Q_{CH}	navržený průtok chladicího okruhu	[m ³ .s ⁻¹]
Q_{ol}	potřebný průtok filtrací	[m ³ .s ⁻¹]
$R_{p0,2}$	mez kluzu	[Pa]
S_d	plocha dolního válce	[m ²]
S_h	plocha horního válce	[m ²]
S_o	plocha svazku trubek	[m ²]
S_t	plocha trubky	[m ²]
S_v	plocha mezikruží hydromotoru	[m ²]
V_g	geometrický objem	[m ³ .ot ⁻¹]
V_{gD}	navržený geometrický objem čerpadla dolního okruhu	[m ³ .ot ⁻¹]
V_{gH}	navržený geometrický objem čerpadla horního okruhu	[m ³ .ot ⁻¹]
V_{gCH}	navržený geometrický objem čerpadla chladicího okruhu	[m ³ .ot ⁻¹]
V_{gch}	vypočtený geometrický objem čerpadla chladicího okruhu	[m ³ .ot ⁻¹]
V_h	objem horního válce	[m ³]
V_N	navržený objem nádrže	[m ³]

V_n	vypočtený objem nádrže	$[m^3]$
V_{ns}	skutečný objem nádrže	$[m^3]$
V_o	objem	$[m^3]$
U	napětí	$[V]$
U_o	ovládací napětí	$[V]$
U_p	pracovní napětí	$[V]$
d_t	vnitřní průměr trubky	$[m]$
d_v	navržený průměr pístnice	$[m]$
h_p	pracovní zdvih	$[m]$
h_r	pojezd rychloposuvem	$[m]$
n	otáčky	$[s^{-1}]$
n_{Del}	otáčky elektromotoru čerpadla dolního okruhu	$[s^{-1}]$
n_{Hel}	otáčky elektromotoru čerpadla horního okruhu	$[s^{-1}]$
n_{CH}	otáčky elektromotoru chladiče	$[s^{-1}]$
n_{CHel}	otáčky elektromotoru čerpadla chladicího okruhu	$[s^{-1}]$
p	tlak	$[Pa]$
p_0	tlak v akumulátoru	$[Pa]$
p_1	minimální tlak v akumulátoru	$[Pa]$
p_2	maximální tlak v akumulátoru	$[Pa]$
s_t	tloušťka stěny trubky	$[m]$
t_h	čas vysouvání hydromotoru	$[s]$
t_r	čas vysouvání rychloposuvem	$[s]$
v_k	rychlost vysouvání dolního válce	$[m.s^{-1}]$
v_p	rychlost pracovního pohybu	$[m.s^{-1}]$
Δp	pracovní tlak	$[Pa]$
Δp_{CH}	tlaková ztráta chladicího okruhu	$[Pa]$
π	Ludolfovo číslo	$[1]$
σ	Napětí při namáhání v tahu	$[Pa]$

Úvod

Od pradávna se člověk musel pohybovat a přepravovat různé předměty, materiál nebo sám sebe. Zdomácněním zvířat začal využívat externí zdroj energie, což byla zvířata (skot, koně, atd.). Nejprve byl náklad převážen přímo na zvířatech, později byl náklad za zvířata zapřažen. Přelomovým okamžikem byl vynález kola (cca 5 tisíc př. n. l.), který umožnil využít povozy. Byla to první vozidla, která se postupem času zdokonalovala a umožnila převážet stále větší množství nákladu. Silniční doprava se začala rodit s prvními kilometry vystavěných silnic. To tehdy John Loudon McAdam vynalezl materiál ke stavbě hliněných silnic pojmenovaný po svém vynálezci – makadam. Následně se začal makadam zpevňovat pískem a dehtem – tím začal vznikat předchůdce asfaltových silnic. Průmyslová revoluce v 19. století, která je často nazývána jako „století páry“, znamenala příchod motorových vozidel. Byla to mohutná parní vozidla, která se pohybovala maximální rychlostí 3 km/hod, při váze okolo pěti tun. Následoval vynález vozidla na stlačený vzduch, poté na svítiplyn a také motoru poháněného petrolejovými parami. Až roku 1885 byly podány Němci Karlem Benzem a Gottliebem Daimlerem (nezávisle na sobě) patenty na vynález spalovacího motoru spalující jako palivo benzín.

Benzinové spalovací motory odstartovaly vývoj automobilismu. Zakapotování motoru ale přispělo k tomu, že motory vyžadovali při svém zahřívání potřebné chlazení. Konstrukteři byli nuceni vymýšlet systémy chlazení s co největší efektivitou. Chladicí systémy motorů prošly desítkami let vývoje. Druhy chladičů a jejich konstrukce jsou probrány a popsány v této práci.

Tato diplomová práce se zabývá návrhem hydraulického lisu pro výrobu automobilových chladičů. K práci byla vypracována literární rešerše dané problematiky, provedeny potřebné hydraulické a silové výpočty. Dále bylo navrženo hydraulické schéma a nakreslena výrobní dokumentace. Pro navržené zařízení jsou vypracovány návody k obsluze, údržbě a také hodnocení rizik.

1 Princip chlazení a jeho rozdělení

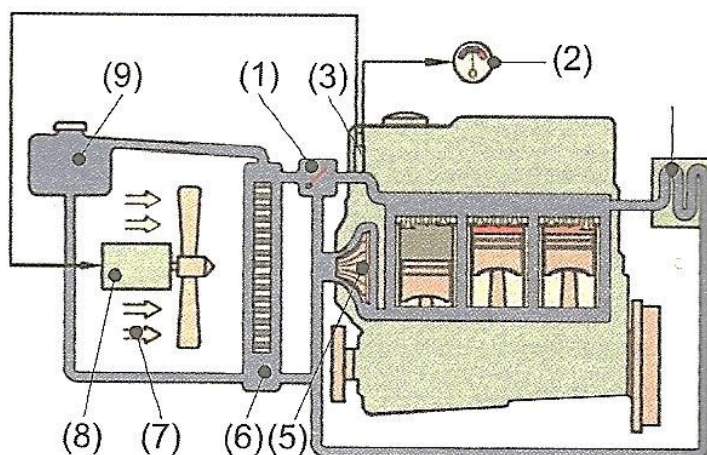
Přebytečné teplo, které vzniká při spalování paliva ve válcích motoru, je zapotřebí odvádět. K tomuto účelu slouží chladiče, které mají za úkol regulovat teplotu motoru na přípustnou hranici, pro kterou je daný motor navržen. Vyšší teplota motoru ovlivňuje mnoho dalších faktorů, jako je například životnost a jakost oleje nebo předčasné vznícení paliva. [1] Příklad funkce chlazení s nuceným oběhem chladicí kapaliny je znázorněn na obrázku 1.1.

Chlazení musí podporovat

- zlepšení plnění válců
- vyšší tlaky
- vyšší výkon při příznivé spotřebě paliva
- rovnoměrnou teplotu motoru

Nároky na chladicí systém

- vysoký chladicí výkon
- pokud možno nízká hmotnost
- rovnoměrné ochlazování jednotlivých částí a zamezení vzniku vnitřních pnutí
- dobrý přestup tepla, co nejmenší ovlivněný znečištěním nebo usazováním vodního kamene [1]

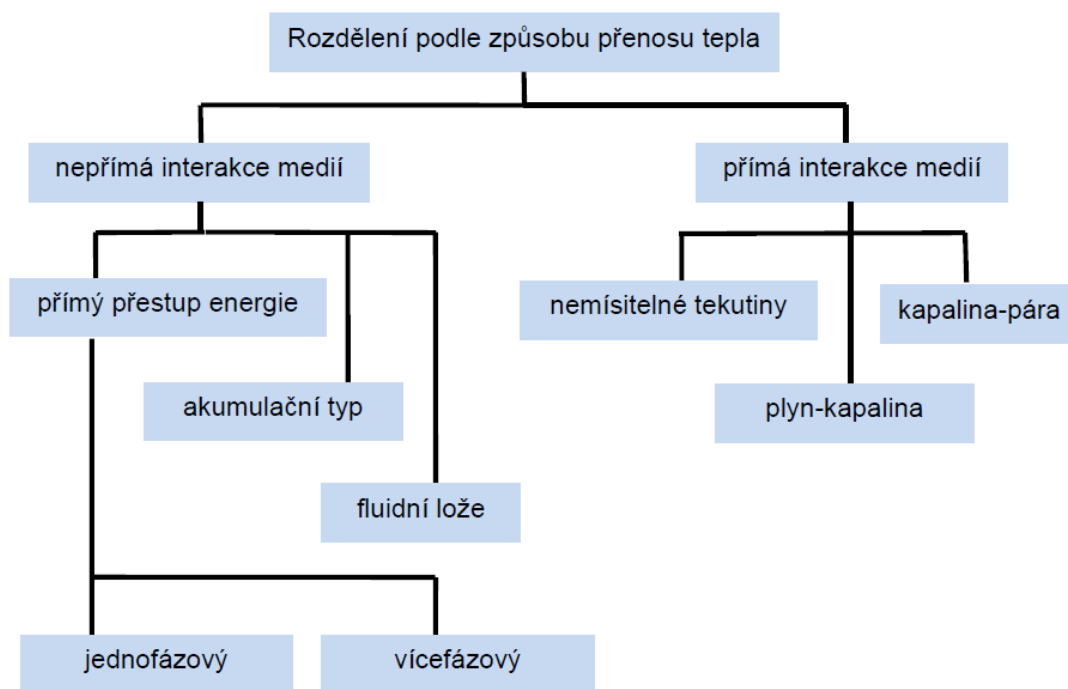


- (1) – termostat, (2) – ukazatel teploty motoru, (3) – termosnímač a snímač teploty,
(4) – tepelný výměník vytápění vozidla, (5) – čerpadlo chladicí kapaliny, (6) – chladič,
(7) – chladicí vzduch, (8) – elektromotor větráku, (9) – vyrovnávací nádržka

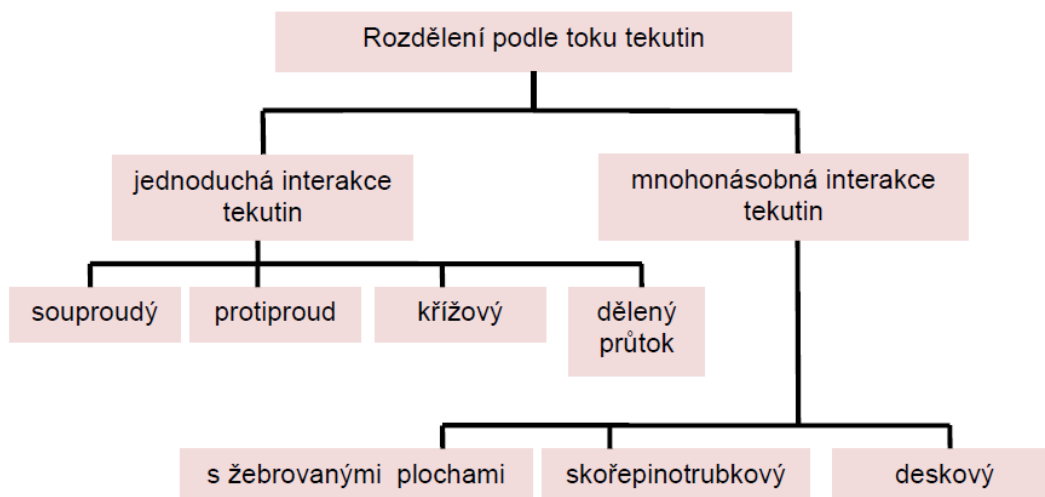
Obr. 1.1 Chlazení s nuceným oběhem chladicí kapaliny [1]

1.1 Přehled a základní rozdělení výměníků

Chladič (neboli také tepelný výměník) slouží pro přenos tepelné energie mezi pevným povrchem a tekutinou nebo mezi dvěma tekutinami. Tepelné výměníky se dělí dle různých kritérií, například dle principu práce, konstrukce nebo proudícího média. [2] Na obrázku 1.2 je znázorněno rozdělení tepelných výměníků podle způsobu přenosu tepla.



Obr. 1.2 Rozdělení tepelných výměníků podle přenosu tepla [2]



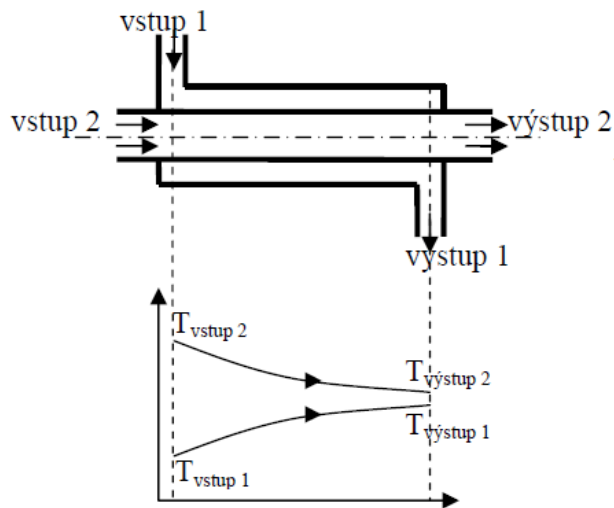
Obr. 1.3 Rozdělení výměníků podle toku médií [2]

Dle schématu na Obr. 1.3 jsou výměníky děleny na výměníky s mnohonásobnou interakcí a jednoduchou interakcí tekutin. Mezi výměníky s jednoduchou interakcí patří

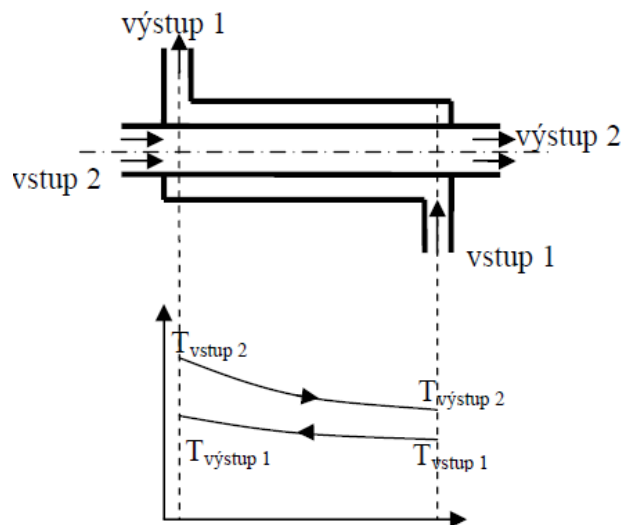
chladiče souproudé protiproudé, křížové a chladiče s děleným průtokem. Výměníky deskové, skořepinotrubkové a s žebrovanými plochami se řadí pod výměníky s mnohonásobnou interakcí.

1.2 Trubkové výměníky

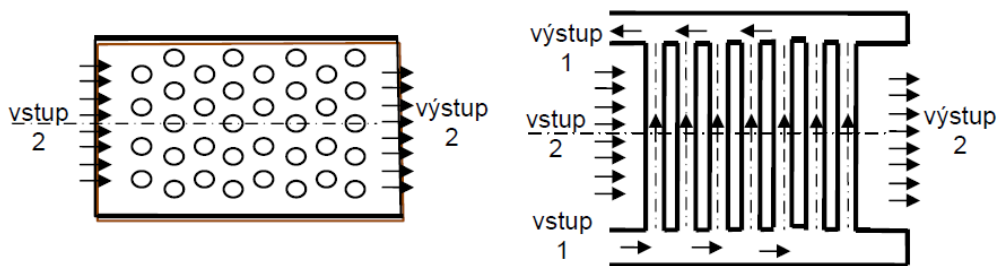
Trubkové výměníky patří k nejrozšířenějším výměníkům vůbec. Jsou používány jako výměníky v kotlích, výparníky, souproudé a protiproudé vodní chladiče stacionární hydrauliky nebo také jako přehříváky. Proudící medium tvoří tekutina – tekutina, nejčastěji v provedení kapalina – plyn. Konstruují se jako souproudé Obr 1.4, protiproudé Obr. 1.5, křížové a trubkové Obr. 1.6. Konstrukci výměníku určují požadavky z praxe (zástavbový prostor, vliv okolního prostředí, atd.) [2]



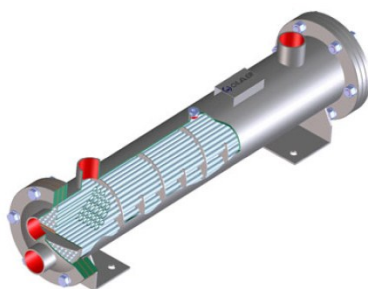
Obr. 1.4 Souproudý trubkový výměník s vývojem teplot [2]



Obr. 1.5 Protiproudý trubkový výměník s vývojem teplot [2]



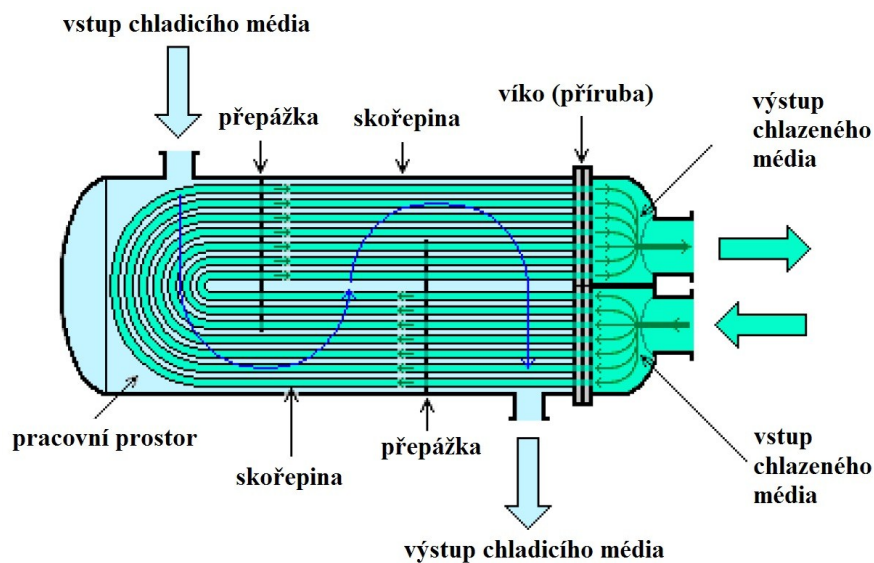
Obr. 1.6 Schéma křížového a trubkového výměníku [2]



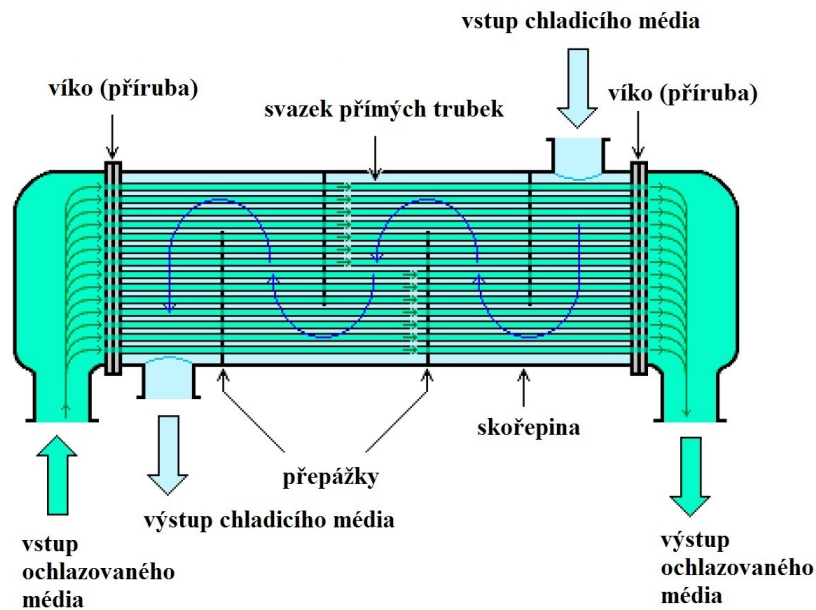
Obr. 1.7 3D model trubkového výměníku [2]

1.3 Skořepinové výměníky

Skořepinové výměníky se skládají ze skořepiny ve tvaru válce a uvnitř je buď svazek trubek tvarovaných do tvaru U (Obr. 1.8) nebo svazek přímých trubek (Obr. 1.9). Pokud se jedná o chladič, proudí svazkem trubek tekutina, která je ochlazována tekutinou protékající skořepinou. V případě ohřívače je funkce obrácená. Tyto skořepinové výměníky jsou používány pro systémy, ve kterých jsou teploty vyšší než 260°C a tlaky přesahující hodnoty 30 bar.



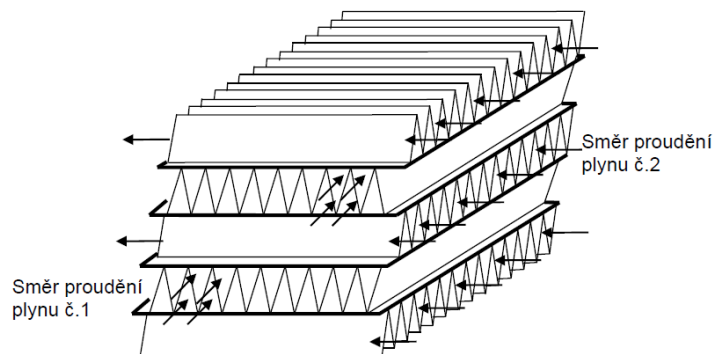
Obr. 1.8 Princip funkce skořepinového výměníku (trubky tvar „U“) [2]



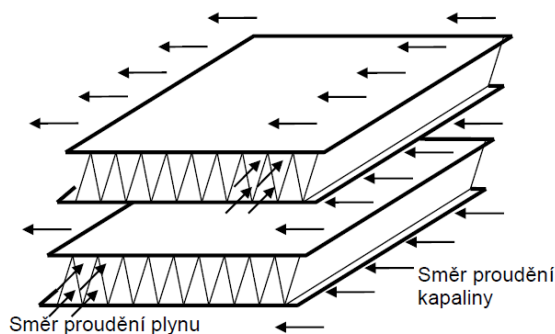
Obr. 1.9 Princip funkce skořepinového výměníku (přímé trubky) [2]

1.4 Voštinové výměníky

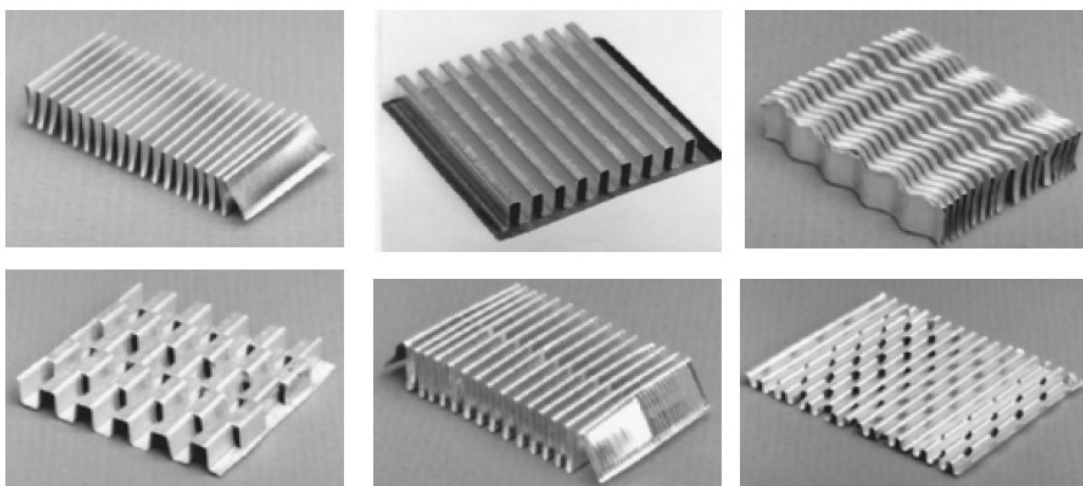
Chladiče tohoto typu se skládají z plochých desek, které jsou osazeny žebry z tenkého plechu. Výměník typu plyn – plyn (Obr. 1.10) je opatřen žebrováním po obou stranách ploché desky. U Výměníku typu plyn – kapalina (Obr. 1.11) jsou vždy žebra umístěna na straně teplosměnné plochy plynu. Důvodem je velké tlakové namáhání kapaliny na tenká žebra a také riziko zhroucení žebrované stavby. Voštiny neboli žebra, jak je uvedeno na Obr. 1.12, jsou vyráběny ohýbáním a stříháním z tenkostěnného plechu materiálu mědi nebo hliníku. Průměrný počet žeber se pohybuje v rozmezí od 120 do 700 žeber na 1 metr délky. Vysokovýkonné voštinové chladiče mají až 2100 žeber na 1 metr délky. Tímto je zajištěna vysoká teplosměnná plocha, která může být až $1300 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-3}$. Dle požadavku zákazníka a použití je konstrukce voštinových výměníků velice rozmanitá. [2]



Obr. 1.10 Voštinový výměník typu plyn – plyn [2]



Obr. 1.11 Voštinový výměník typu plyn – kapalina [2]



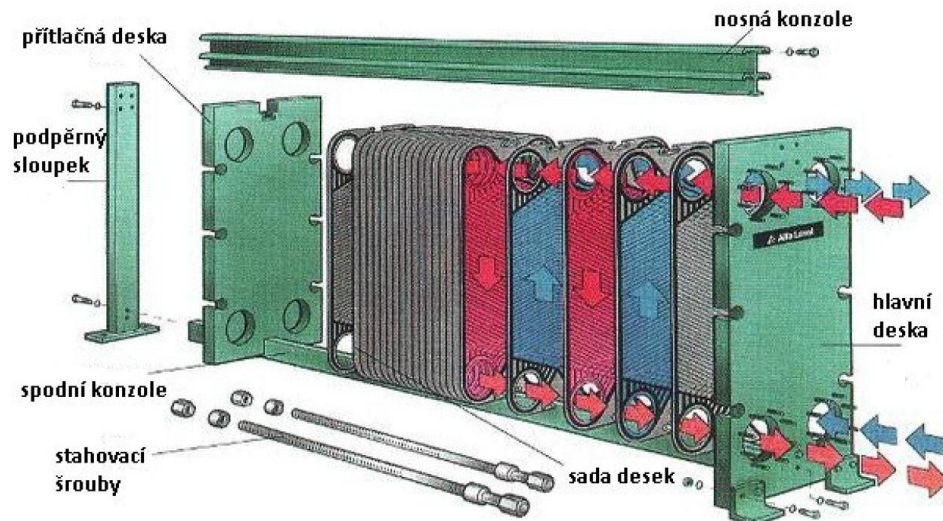
Obr. 1.12 Typy voštin [2]

Tento typ výměníků nachází uplatnění v oblasti chlazení kapalin a plynů prostřednictvím proudícího vzduchu. Jedná se o různé chladiče klimatizačních jednotek, chladič hydraulického obvodu u mobilní hydrauliky apod. Chladič je většinou osazen vrtulovým ventilátorem, který zajišťuje dostatečný průtok vzduchu.

1.5 Deskové výměníky

Deskové výměníky se skládají z tenkých plechů či desek, které slouží k oddělení média. Jednotlivé desky se usazují k sobě zrcadlově do hlavní osy a jsou opatřeny těsněním. Tyto výměníky mají velkou teplosměnnou plochu, nejsou ale určeny pro vysoké teploty a velké tlaky. Nejsou konstrukčně složité a jsou variabilní. Deskové výměníky jsou náchylné na znečištěné tekutiny v oběhu a také nesmí působit korozivně. Tlaky a teploty jsou omezeny konstrukcí a materiálu těsnění. Tyto výměníky mají poměrně velkou tlakovou ztrátu, která je úměrná výkonu výměníku.

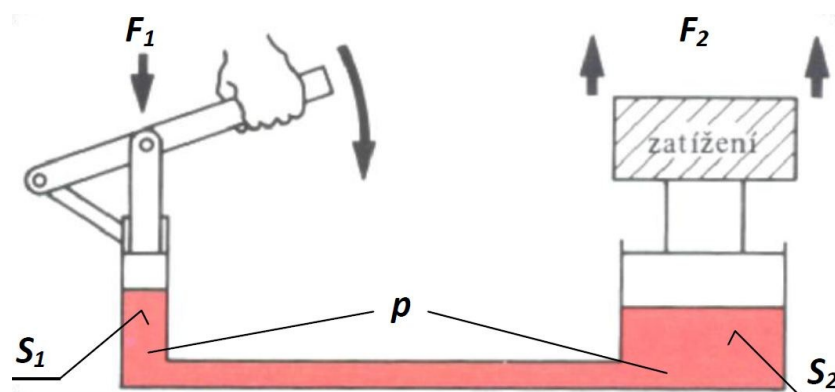
Na Obr. 1.13 je graficky znázorněna funkce chladiče – jak jednotlivé tekutiny ve výměníku kolují a také z jakých dílů se deskové výměníky skládají. Využívají se tam, kde je požadován vysoký výkon při poměrně malých zástavbových rozměrech. Nejsou využívány v těžkých provozech, z důvodu náchylnosti na nečistoty v proudícím médiu. [2]



Obr. 1.13 Skladba deskového výměníku [2]

2 Princip a přehled hydraulických lisů

Hydraulické lisy, neboli hydraulické tvářecí stroje, pracují na principu Pascalova zákona. Pascal v roce 1647 přišel na princip hydraulického lisu, který je znázorněn na Obr. 2.1. Slovně popisuje působení na malou plochu S_1 malou silou F_1 , která vyvede sílu F_2 na ploše S_2 větší v poměru obou ploch. [3]

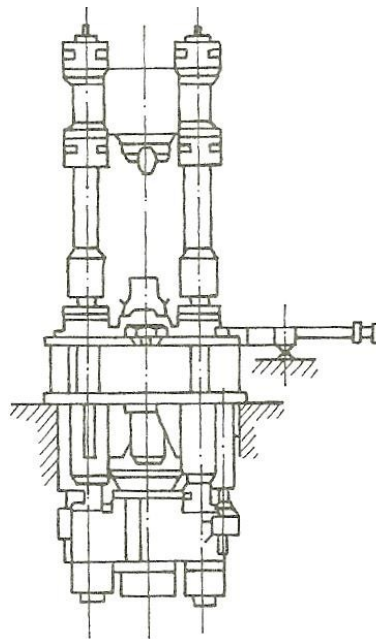


Obr. 2.1 Princip hydraulického lisu [3]

V dnešní době již lze nalézt široké spektrum hydraulických lisů od různých dodavatelů ve všech odvětvích průmyslové výroby. Hydraulické lisy jsou nabízeny od univerzálních řešení až po zakázkově vyráběné stroje. V následujícím rozdělení je základní přehled používaných lisů ve strojírenském odvětví.

2.1 Kovací lisy

Kovací lisy se dělí do dvou kategorií, buď to jsou lisy používané k volnému kování, nebo ke kování do zápustky. Jsou vyráběny ve vodorovném a svislém provedení. Na Obr. 2.2, je základní schéma svislého kovacího lisu. Jedná se o dvousloupovou konstrukci se spodním válcem. Vyznačuje se velkou kovací rychlostí díky nízko položenému těžišti, které zajišťuje stabilitu lisu. Umožňuje vykonávat základní kovářské operace jako je děrování, pěchování, rovnání nebo kování na trnu. [4]

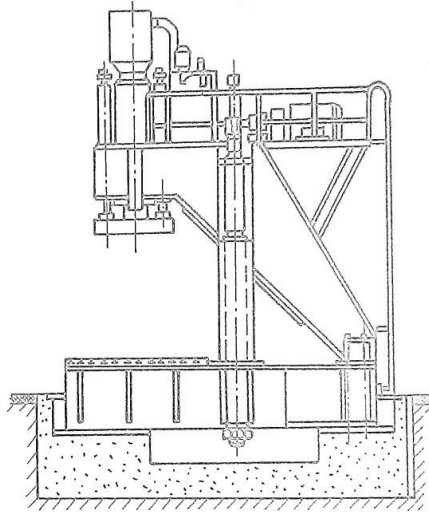


Obr. 2.2 Svislý kovací lis [4]

2.2 Tažné lisy

Mají široké uplatnění, lze je použít k tažení (mělké i hluboké), ohýbání, lemování, rovnání, temování, stříhání. Mohou být různé konstrukce, mezi základní patří otevřená konstrukce typu „C“ nebo uzavřený typ „O“. Mezi základní technické veličiny patří jmenovitá síla, rychlost sjíždění, zdvih, lisovací síla. Obr. 2.3 znázorňuje schématický

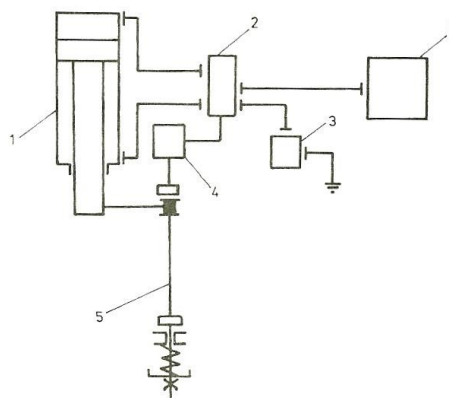
náčrt hydraulického tažného lisu, který se využívá pro hluboké tažení plechů, které nahrazuje klasický způsob postupového tažení.



Obr. 2.3 Hydraulický tažný lis [4]

2.3 Dílenské lisy

Konstrukce a hydraulický obvod u dílenských lisů vychází z potřeb zákazníka. K bezpečnosti práce připívá dvouruční ovládání lisu tzn. funkce „and“. Dílenský lis Obr. 2.4 se používá k drobným montážním pracím a běžnému lisování jako je např. protlačování, nýtování, ohýbání apod. K všestrannosti lisu přispívají narážky, které jsou umístěny v dolní a horní úvrati, kterými lze dle potřeby nastavit polohu a velikost zdvihu. [4]

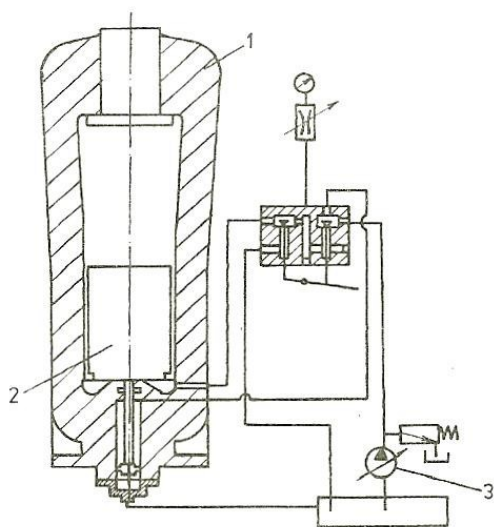


1 – hydromotor, 2 – hydraulický rozvaděč, 3 – regulační pojistný ventil,
4 – dvouruční ovládání, 5 – narážkový systém, 6 – generátor

Obr. 2.4 Schéma dílenského lisu [4]

2.4 Razící lisy

Používají se hlavně tam, kde je zapotřebí vysokých tlaků (jako je ražba medailí, mincí, apod.). Využívají se také pro výrobu dutin ve formách a zápustkách. Z důvodu bezpečnosti je pracovní prostor lisu uzavřen deskami z ocele, které jsou opatřeny průhledy. Na Obr. 2.5 je schématický vyobrazen razící lis s popisem základních částí. [4]



- 1 – stojan s pevným pístem, 2 – hydraulický válec se spodním pohybem pístu,
3 – generátor s proměnným proudem

Obr 2.5 Schéma razícího lisu [4]

Pro potřeby této práce je popis a přehled hydraulických lisů dostatečný, v průmyslu jsou užívány další typy lisu, jako jsou například vstřikovací lisy používané v plastikářském průmyslu, protlačovací lisy, které nachází uplatnění při výrobě vrtáků, výhrubníku, výstružníku apod., ohraňovací lisy jsou určeny k ohraňování ale také lemování, stříhání atd. nebo paketovací lisy jsou aplikované při zpracování kovového odpadu a další.

V tomto přehledu nejsou uvedeny z důvodu jiného principu práce a pro zadání této práce jsou proto nepoužitelné.

3 Požadavky a provedení hydraulického obvodu

Hydraulický lis automobilových chladičů v této práci plní význam tzv. temovacího (tužicího) lisu. Temování neboli tužení trubek, znamená rozšiřování průměru hrdla trubky. Při temování působí temovací trn v axiálním směru temované trubky. Trn je kuželovitého tvaru a je většího průměru než temovaná trubka.

Na lisu bude temováno více trubek, tzv. svazek. Svazek bude obsahovat od 20 – 30 kusů trubek podle požadavku. Po roztemování vznikne nerozebíratelné spojení svazku trubek z obou stran zajištěných víky. Víka budou zajištěna proti pohybu v podélném směru díky roztemování obou konců svazku trubek.

Při temování budou na svazek trubek působit z každé strany hydraulické válce. Hydraulické válce budou osazeny temovacími trny, které budou přizpůsobeny počtu trubek ve svazku. Musí být umožněno bezpečné vložení materiálu do forem (přípravku) a v tento moment nesmí hydraulické válce vykonávat jakýkoli pohyb.

Hydraulické válce se musí vysouvat požadovanou rychlostí s možností regulace rychlostí vysouvání a také s funkcí polohování. Dále musí hydraulický systém umožňovat řízení síly, resp. tlaku, při pohybu hydraulických válců. Při temování by měl jeden hydraulický válec co nejméně ovlivňovat vlastnosti druhého lisovacího válce.

Na základě těchto požadavků byly zpracovány následující možnosti řešení rozpracovány do formy návrhu. Z návrhů bude vybráno jedno řešení, ke kterému budou zpracovány výpočty a další specifikace.

3.1 Hydraulický obvod s proporcionálními rozvaděči

Tento popisovaný návrh hydraulického obvodu je zobrazen na Obr. 3.1. Hydraulické přímočaré motory (HM1 a HM2) se snímači polohy jsou řízeny proporcionálními rozvaděči s uzavřeným středem v řídicích blocích (RB1 a RB2). Do proporcionálních rozvaděčů dodává tlak hydrogenerátor (HG1) poháněný přes spojku elektromotorem.

K zajištění potřebné energie k pohybu lisovacích válců je použit hlavní hydrogenerátor. Když zrovna hydrogenerátor nedodává do obvodu tlakovou energii, je odlehčen pomocí odlehčovacího ventilu ovládaným elektromagnetem.

Předběžně je hydrogenerátor (HG1) navržen tak, že geometrický objem je $V_g = 2,1 \text{ cm}^3/\text{ot.}$ a průtok $Q = 3,2 \text{ dm}^3/\text{min.}$ při tlaku $p = 33 \text{ MPa.}$ Pohání jej elektromotor o výkonu $P = 2,2 \text{ kW}$ a otáčkách $n = 1440 \text{ ot./min.}$ Pojistný ventil je nastaven na tlak v obvodu $p = 330 \text{ bar.}$

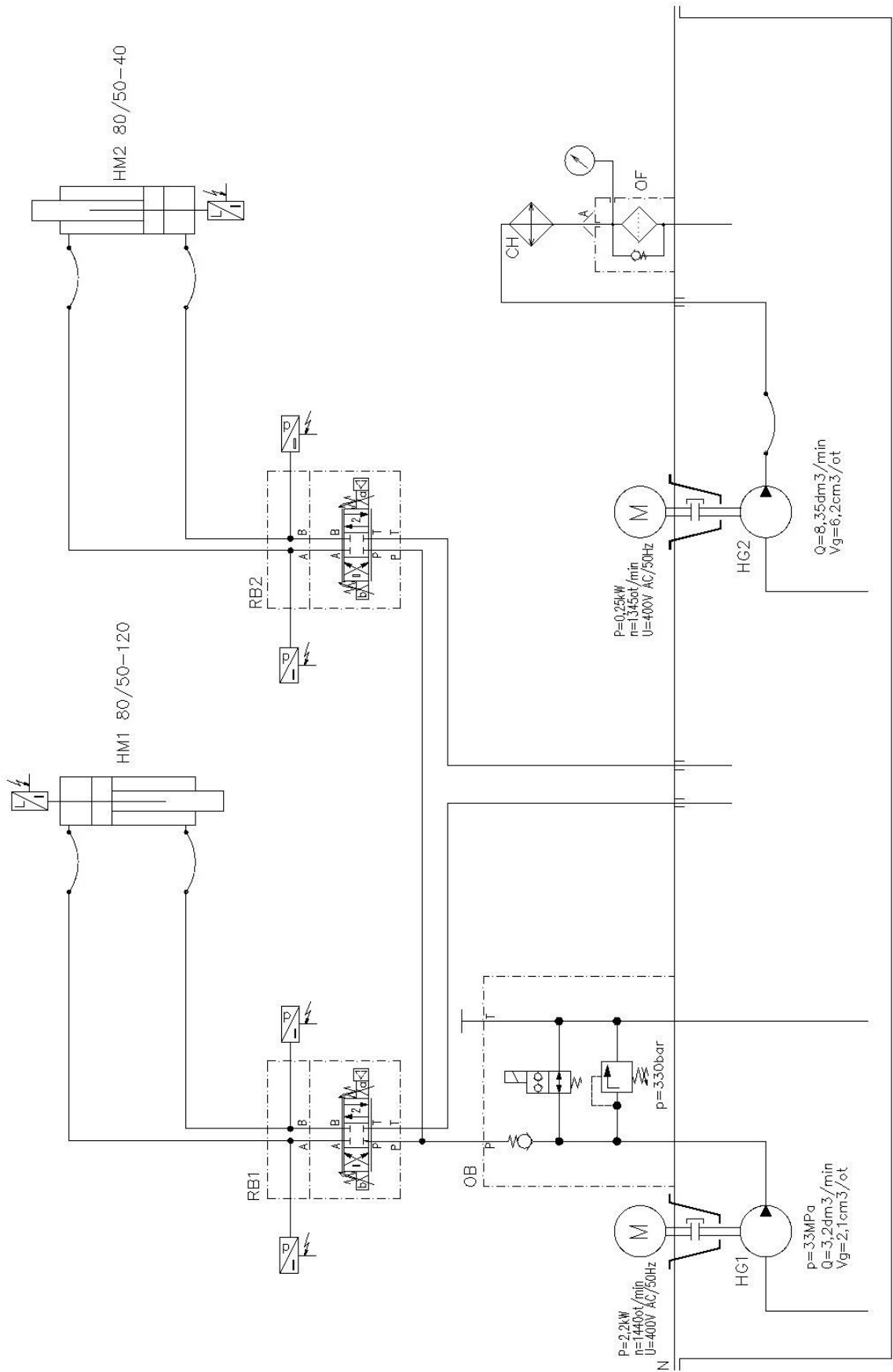
Chlazení pracovní kapaliny je realizováno menším hydrogenerátorem, který vede kapalinu přes vzduchový chladič s elektromotorem pohánějící ventilátor. Dále je pak pracovní kapalina vedena přes zpětný filtr do nádrže. Elektromotor menšího hydrogenerátorů a elektromotor ventilátoru je spínán dle potřeby chlazení kapaliny.

Výhody:

- Účinná filtrace a chlazení
- Odlehčení hydrogenerátoru
- Plynulé řízení průtoku a rychlosti proporcionálním rozvaděčem

Nevýhody:

- Možné ovlivnění jednoho hydromotoru druhým



Obr. 3.1 Hydraulický obvod s proporcionálními rozvaděči

3.2 Hydraulický obvod s třemi hydrogenerátory

Další navrhovaný hydraulický obvod je sestaven ze sériově vyráběných hydraulických prvků, které jsou typizovány. Do obvodu jsou zakomponovány tři hydrogenerátory. Schéma tohoto obvodu je zobrazeno na Obr. 3.2.

Zdrojem tlakové energie zde jsou dva hydrogenerátory (HG1 a HG2). Každý hydrogenerátor je odlehčen odlehčovacím rozvaděčem ovládaným elektromagnetem. Tlaková energie je dodávána do třípolohového proporcionálního rozvaděče. Schéma zapojení je pro oba hydraulické válce stejné. Díky tomu je splněn požadavek k co nejmenšímu ovlivňování jednoho hydraulického válce druhým. Z hydraulických válců je pracovní kapalina vedena zpět do nádrže hydraulického agregátu.

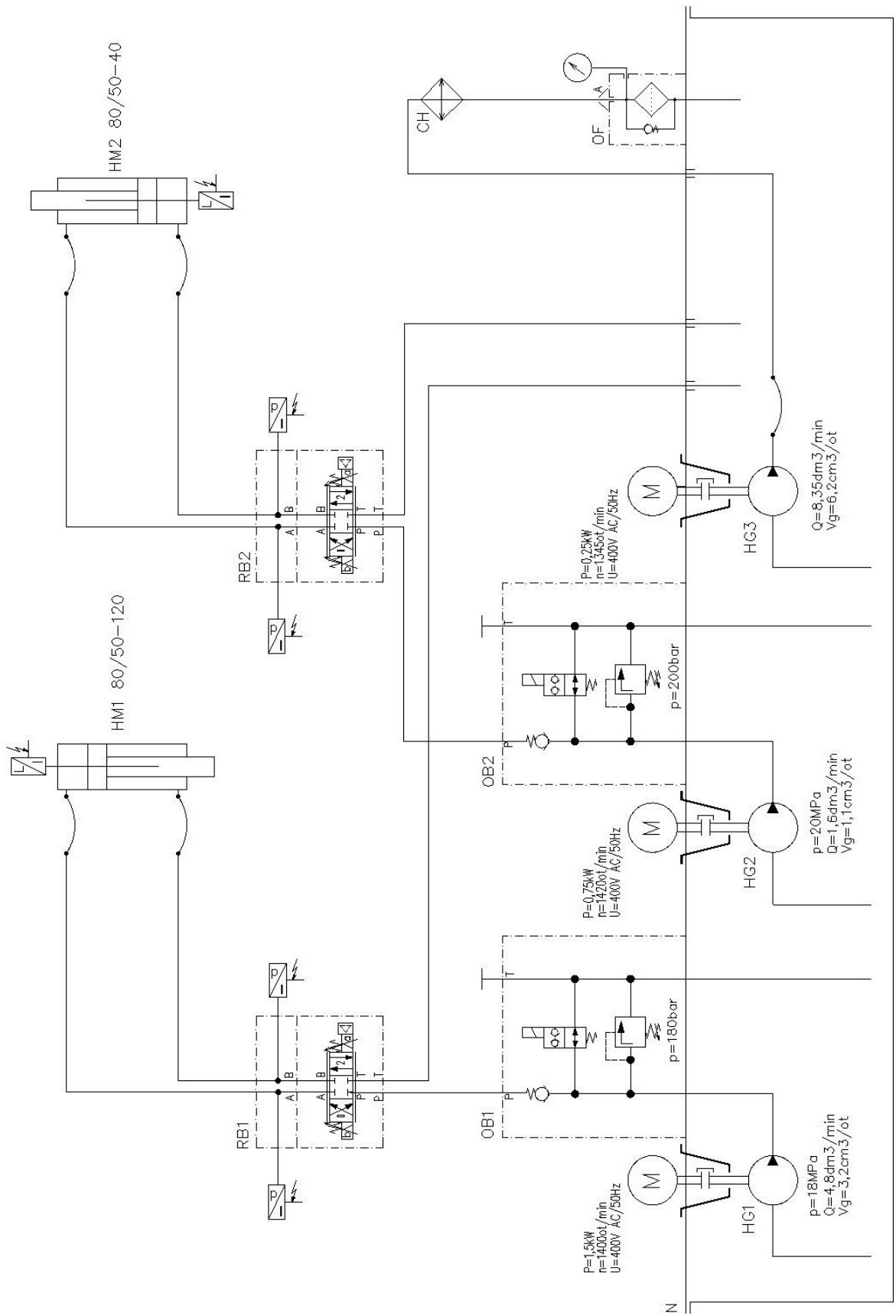
Oba pracovní obvody jsou vybaveny hydrogenerátory o různém objemu, z toho důvodu, že horní hydromotor pracuje na delší vzdálenosti a tuto vzdálenost překonává rychloposuvem. Hydrogenerátor (HG1) proto disponuje větším průtokem a geometrickým objemem.

Hydraulické válce obsahují odměřování polohy pro zpětnou vazbu k proporcionálním rozvaděčům, tím je zajištěna funkce polohování.

Chlazení kapaliny je vyřešeno samostatným okruhem. Kapalínu dodává hydrogenerátor (HG3) přes chladič (CH) a odpadní filtr (OF) zpět do nádrže.

Výhody:

- Eliminace ovlivňování jednoho válce druhým - zajištěno aplikací dvou samostatných pracovních okruhů
- Proporcionální rozvaděče umožňují plynulé řízení rychlosti vysouvání a polohování
- Vlastní obvod pro filtraci a chlazení



Obr. 3.2 Hydraulický obvod s třemi hydrogenerátory

3.3 Hydraulický obvod s regulačními hydrogenerátory a akumulátorem

V tomto obvodu jsou použity regulační hydrogenerátory (HG1 a HG2) pro každý z hydromotorů (HM1 a HM2). Regulační HG1 a HG2 plní také funkci odlehčení kvůli uzavřenému středu proporcionálního rozvaděče. Díky instalaci akumulátoru (AK) do obvodu je ihned k dispozici potřebný pracovní tlak pro přestavení proporcionálního rozvaděče v řídicích blocích (RB1 a RB2).

Tlakovou energii dodává do pracovních válců dvojice regulačních hydrogenerátorů. Tlaková energie je řízena do každého válce pomocí proporcionálního rozvaděče s uzavřeným středem. Po přestavení proporcionálního rozvaděče dodává potřebnou tlakovou energii instalovaný akumulátor.

Proporcionální rozvaděče s uzavřeným středem zajišťují plynulé řízení polohy a rychlosti hydraulických válců se snímači polohy. Z HM1 a HM2 je pracovní kapalina vedena zpětnou větví zpět do nádrže.

Zpětná větev zajišťuje chlazení pracovní kapaliny. Zpětnou větví prochází pracovní kapalina přes chladič a odpadní filtr zpět do nádrže. Popisovaný hydraulický obvod je znázorněn na Obr. 3.3.

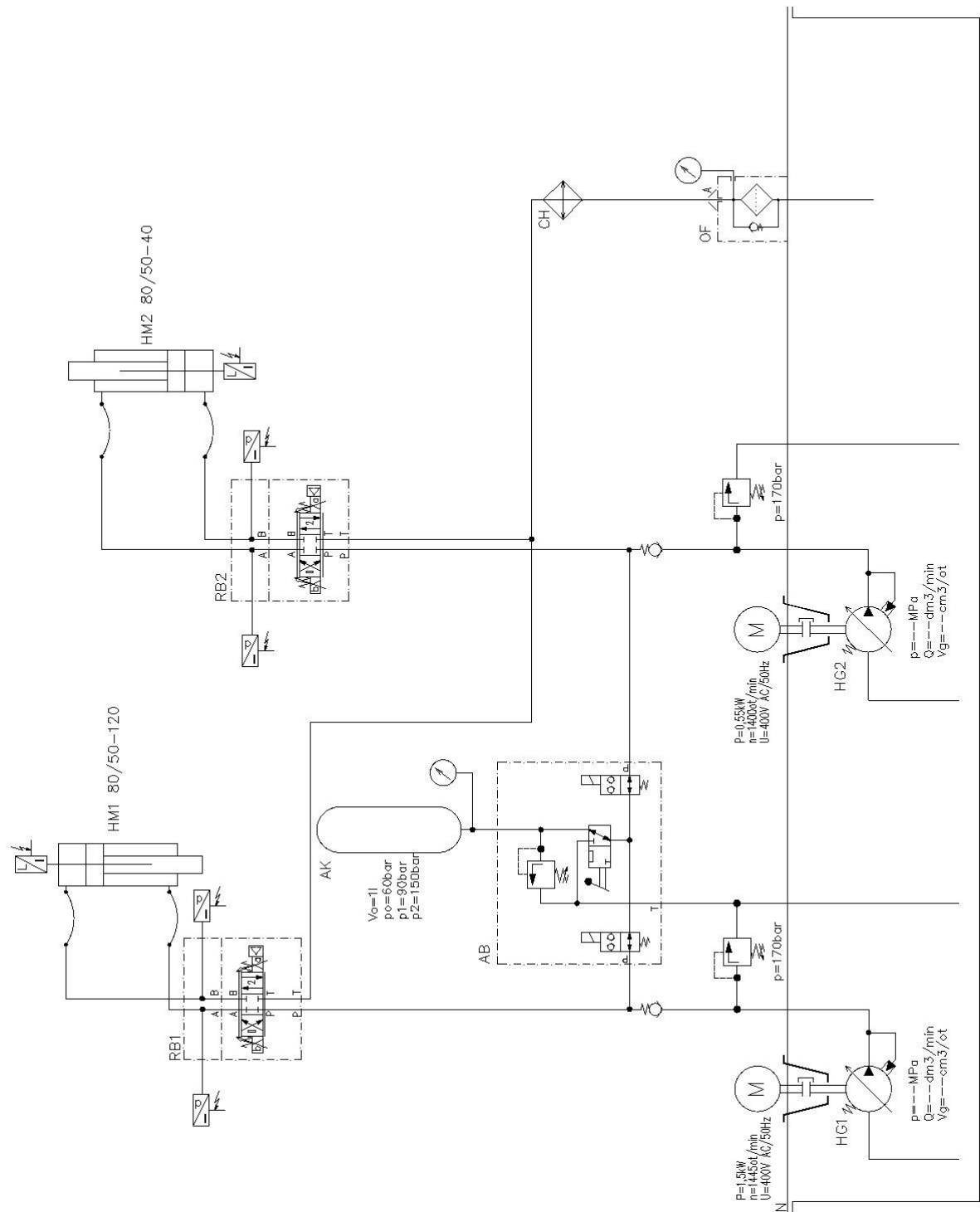
Při návrhu tohoto obvodu byly pro navrhované regulační hydrogenerátory vypočteny průtoky v rozmezí od 1,5 do 4,5 dm³/min. Pro tak malé průtoky nelze pořídit regulační hydrogenerátor, protože se nevyrábí. Řešení může být použití konstantních hydrogenerátorů v kombinaci s proporcionálním ventilem.

Výhody:

- Akumulátor dodává rychle potřebný tlak (průtok)
- Proporcionální rozvaděč umožňuje plynulé řízení rychlosti vysouvání a polohování
- Regulační hydrogenerátor umožňuje odlehčení obvodu

Nevýhody:

- Nelze standardně pořídit tak malý regulační hydrogenerátor



Obr. 3.3 Hydraulický obvod s regulačními hydrogenerátory a akumulátorem

3.4 Hydraulický obvod s regulačním hydrogenerátorem a akumulátorem

Tento hydraulický obvod je znázorněn na Obr. 3.4. Skládá se z regulačního hydrogenerátoru (HG1) pohaněným elektromotorem, doplněný o hydraulický akumulátor (AK). Hydraulické přímočaré motory (HM1 a HM2) jsou ovládány třípolohovými čtyřcestnými proporcionálními rozvaděči v bloku (RB1 a RB2).

HG1 dodává tlakovou kapalinu do HM1 a HM2. Tlak v obvodu je nastavený na pojistném ventilu na hodnotu $p = 330$ bar.

Chlazení a čištění pracovní kapaliny je zde řešeno samostatným okruhem. Kapalinu pohání hydrogenerátor (HG2) přes chladič a odpadní filtr zpět do nádrže.

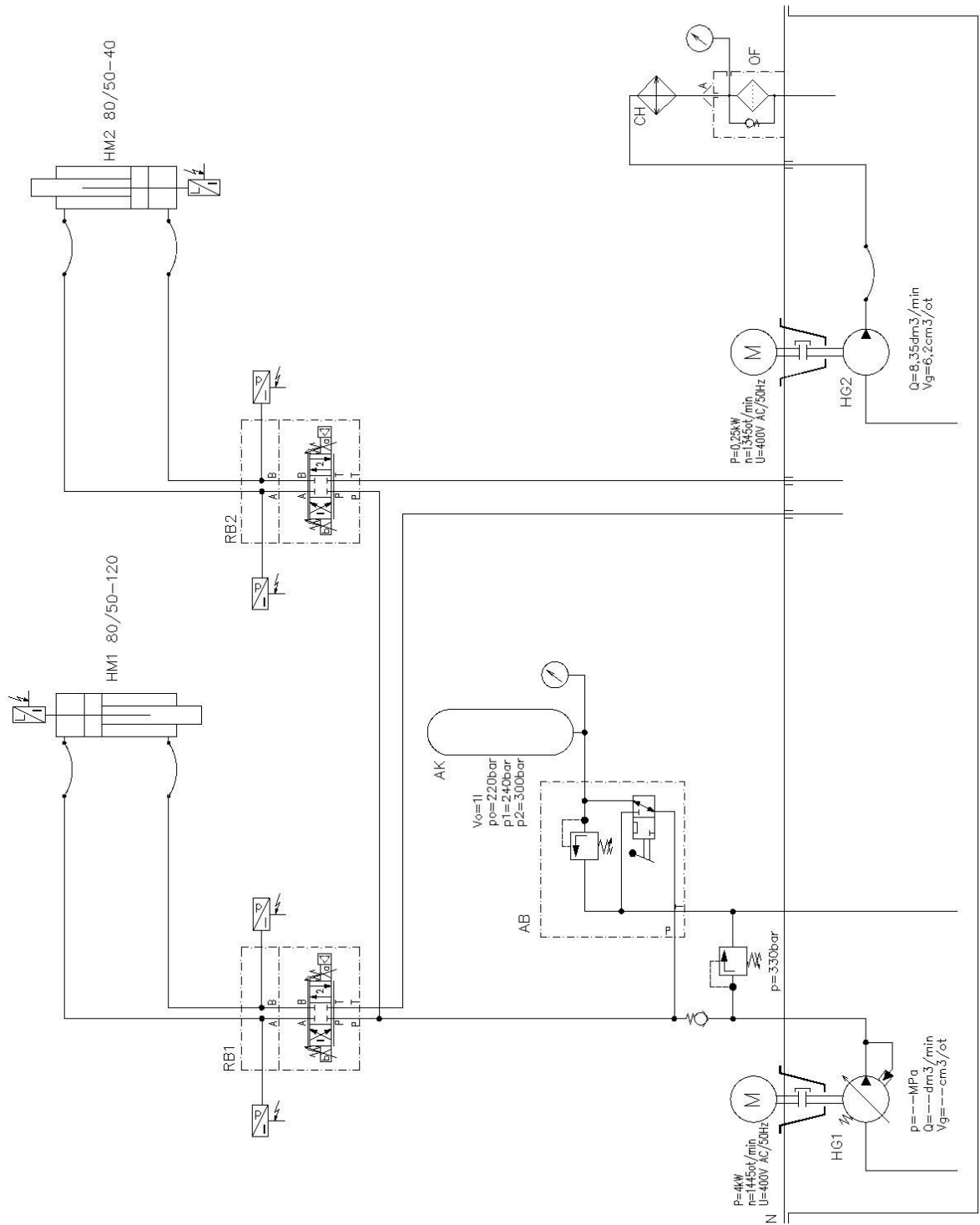
Jako u předchozího řešení 4.3 je i zde problém s použitím regulačního hydrogenerátoru. Pro vypočtený průtok $Q = 6 \text{ dm}^3/\text{min}$. nelze pořídit regulační hydrogenerátor pro tak malý průtok. Proto lze, jako v předchozím případě, použít konstantní hydrogenerátor s proporcionálním ventilem.

Výhody:

- Akumulátor dodává rychle potřebný tlak (průtok)
- Regulační hydrogenerátor umožňuje odlehčení obvodu
- Proporcionální rozvaděč umožňuje plynulé řízení rychlosti vysouvání a polohování
- Účinná filtrace a chlazení pracovní kapaliny

Nevýhody:

- Možné ovlivnění jednoho hydromotoru druhým při lisování
- Z energetického hlediska je regulačním hydrogenerátorem spotřebovávaná energie i při regulaci na minimální průtok
- Nelze pořídit tak malý regulační hydrogenerátor



Obr. 3.4 Hydraulický obvod s regulačním hydrogenerátorem a akumulátorem

3.5 Výběr návrhu hydraulického obvodu hydraulického lisu

Po zhodnocení všech čtyř návrhů je zvoleno jedno řešení hydraulického obvodu, které bude rozpracováno do fáze projektu. Za nejvhodnější je vybráno řešení s třemi hydrogenerátory zobrazeno na Obr. 3.2. Toto řešení disponuje všemi funkcemi dle zadaných požadavků. Je realizováno třemi samostatnými okruhy, kdy dva slouží pro vykonávání práce hydraulických válců. Třetí okruh plní úlohu chlazení a filtrace pracovního média.

Všechny tři hydrogenerátory jsou poháněny elektromotory. Pracovní hydrogenerátory dodávají tlakovou energii do třípolohových čtyřcestných proporcionálních rozvaděčů. Odlehčení hydrogenerátorů je provedeno odlehčovacími ventily ovládanými elektromagneticky. Proporcionální rozvaděče řídí průtok pracovní kapaliny do hydraulických válců. Třetí okruh slouží k chlazení a čistění pracovního média.

Hydraulické válce jsou dle požadavku vysouvány potřebnou rychlostí a také mají možnost regulovat rychlost vysouvání díky proporcionálním rozvaděčům. Funkce polohování jednotlivých válců je možná pomocí odměřování polohy, která je součástí obou válců.

Při práci jsou oba hydraulické válce na sobě nezávislé díky dodávce tlakové energie pro každý válec zvlášť. Tím je zajištěno minimální ovlivňování vlastností jednoho válce druhým.

Chlazení a filtrace kapaliny je prováděna třetím okruhem. Zdrojem tlaku je hydrogenerátor poháněný elektromotorem spojeným přes spojku. Kapalina bude proudit přes vzduchový chladič s ventilátorem, který je poháněn elektromotorem, ten bude spínán dle potřeby. Z chladiče bude kapalina proudit přes zpětný filtr se snímačem zanesení zpět do nádrže.

Zjednodušený návrh řešení jak je uveden na Obr.3.2 je ještě doplněn o další hydraulické prvky k zajištění větší stability systému. Toto řešení je zpracováno jako hydraulické schéma umístěné v přílohách. Potřebné silové a hydraulické výpočty jsou provedeny v další části práce. Z těchto výpočtů jsou navrženy jednotlivé prvky obvodu uvedené ve Specifikaci prvků (viz. přílohy).

4 Výpočty a návrhy prvků

Pro silové a hydraulické výpočty jsou známy určité parametry. To znamená, že svazek trubek, který bude tvářen, se skládá z maximálního počtu třiceti trubek. Trubky jsou vyrobeny z mědi a jsou o rozměrech: vnější průměr $D_t = 8$ mm, vnitřní průměr $d_t = 7$ mm a tloušťka stěny $s_t = 0,5$ mm. Při temování je třeba překonat mez kluzu, aby vznikla trvalá deformace v tomto případě na temovaných hrdlech trubek. Mez kluzu $R_{p0,2}$ je u měděných trubek 140 MPa. [5]

Hydraulický lis musí disponovat určitým manipulačním prostorem. Při zakládání svazku trubek do lisovací formy budou oba přímočaré hydromotory v základní poloze. Aby byl manipulační prostor dostatečný, horní hydromotor bude disponovat trojnásobnou délkou. Proto je potřeba uvažovat funkci rychloposuvu pro tento hydromotor. Dolní lisovací hydromotor bude pracovat při maximální rychlosti při regulaci 5 mm/s.

4.1 Tvářecí síla

Tvářený materiál	měď
Mez kluzu tvářeného materiálu $R_{p0,2}$ [Pa]	$140 \cdot 10^6$
Rozměr trubky $D_t \times d_t \times s_t$ [mm]	8 x 7 x 0,5

Tab. 4.1 Známé parametry

Tvářecí síla ze vztahu napětí při osovém tlaku:

$$\sigma = \frac{F_t}{S_t} \rightarrow F_t = \sigma \cdot S_t \quad (4.1)$$

Průřez 1 trubky:

$$S_o = \frac{\pi \cdot d_t^2}{4} = \frac{\pi \cdot (D_t^2 - d_t^2)}{4} = \frac{\pi \cdot (8^2 - 7^2)}{4} = 1,178 \cdot 10^{-5} \text{m}^2 \doteq 12 \text{mm}^2 \quad (4.2)$$

Průřez 30 trubkami:

$$S_t = S_o \cdot 30 = 12 \cdot 30 = 360 \text{mm}^2 = 3,6 \cdot 10^{-4} \text{m}^2 \quad (4.3)$$

Tvářecí síla:

$$F_t = \sigma \cdot S_t = 140 \cdot 10^6 \cdot 3,6 \cdot 10^{-4} = 50400 \text{N} \quad (4.4)$$

4.2 Rozměry přímočarých hydrogenerátorů

Pracovní tlak Δp [Pa]	$18 \cdot 10^6$
Pracovní zdvih h_p [m]	0,12
Průměr pístnice d_v [m]	0,05

Tab. 4.2 Volené parametry

Průměr válce ze vztahu:

$$\Delta p = \frac{F_t}{S_v} \rightarrow F_t = \Delta p \cdot S_v = \Delta p \cdot \frac{\pi \cdot (D_v^2 - d_v^2)}{4} \rightarrow D_v \quad (4.5)$$

$$D_v = \sqrt{\frac{4 \cdot F_t}{\pi \cdot \Delta p} + d_v^2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 50400}{\pi \cdot 18 \cdot 10^6} + 0,05^2} = 0,078 \text{ m} \quad (4.6)$$

Zvolen průměr přímočarého hydromotoru $D_v = 80 \text{ mm}$.

Rozměr horního hydraulického válce [mm]: 80/50-120

Rozměr dolního hydraulického válce [mm]: 80/50-40

Stanovení potřebného průtoku:

Pojezd rychloposuvem h_r [m]	0,03
Doba vysouvání t_r [s]	2

Tab. 4.3 Volené parametry

Objem horního válce:

$$V_h = S_h \cdot h_r = \frac{\pi \cdot D_v^2}{4} \cdot h_r = \frac{\pi \cdot 0,08^2}{4} \cdot 0,03 = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \quad (4.7)$$

Průtok pro rychloposuv:

$$Q_h = \frac{V_h}{t_r} = \frac{1,5 \cdot 10^{-4}}{2} = 7,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} = 4,4 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1} \quad (4.8)$$

Pro horní lisovací obvod je zvolen hydrogenerátor o průtoku

$$Q_H = 4,8 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1} = 8 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Kontrolní výpočet doby vysouvání horního hydromotoru:

$$t_h = \frac{V_h}{Q_H} = \frac{1,5 \cdot 10^{-4}}{8 \cdot 10^{-5}} = 1,9 \text{ s} \quad (4.9)$$

Doba vysouvání se liší od zvolené doby vysouvání jen o desetinu sekundy. Tato hodnota je při rychloposuvu zanedbatelná.

Průtok pro pracovní pohyb:

Rychlost pracovního pohybu v_p [$m \cdot s^{-1}$]	0,005
---	-------

Tab. 4.4 Volené parametry

$$Q_d = v_p \cdot S_d = v_p \cdot \frac{\pi \cdot D_d^2}{4} = 0,005 \cdot \frac{\pi \cdot 0,08^2}{4}$$

$$Q_d = 2,5 \cdot 10^{-5} m^3 \cdot s^{-1} = 1,5 dm^3 \cdot min^{-1} \quad (4.10)$$

Pro dolní lisovací obvod je zvolen hydrogenerátor o průtoku

$$Q_D = 1,6 dm^3 \cdot min^{-1} = 2,6 \cdot 10^{-5} m^3 \cdot s^{-1}$$

Kontrolní výpočet rychlosti vysouvání dolního hydromotoru:

$$v_k = \frac{Q_D}{S_d} = \frac{Q_D}{\frac{\pi \cdot D_d^2}{4}} = \frac{2,6 \cdot 10^{-5}}{\frac{\pi \cdot 0,08^2}{4}} = 0,0051 m \cdot s^{-1} \quad (4.11)$$

Rozdíl ve volené a kontrolní vypočtené rychlosti pracovního pohybu je zanedbatelný. Proto zvolený hydrogenerátor vyhovuje.

Volba elektromotorů:

Pro horní lisovací okruh:

$$P_H = \Delta p \cdot Q_H = 18 \cdot 10^6 \cdot 8 \cdot 10^{-5} = 1440 W = 1,44 kW \quad (4.12)$$

Zvolený výkon elektromotoru pro horní lisovací okruh $P_{Hel} = 1,5 kW$.

Pro dolní lisovací okruh:

$$P_D = \Delta p \cdot Q_D = 18 \cdot 10^6 \cdot 2,6 \cdot 10^{-5} = 468 W = 0,5 kW \quad (4.13)$$

Zvolený výkon elektromotoru pro dolní lisovací okruh $P_{Del} = 0,75 kW$.

Volba potrubí:

Pro volbu potrubí pracovního média byly výpočty velikosti potrubí zanedbány, z důvodu malých průtoků vypočtených v předchozích výpočtech.

Velikost nádrže:

$$V_n = (3,5 - 5) \cdot (Q_H + Q_D) = 5 \cdot (4,8 + 1,6) = 32 \text{ dm}^3 \quad (4.14)$$

Při návrhu velikosti nádrže vycházíme z orientačního výpočtu 4.14. K tomu je potřeba zahrnout tzv. dýchání oleje, kdy dochází ke kolísání hladiny.

$$V_{ns} = V_n \cdot 0,2 + V_n = 32 \cdot 0,2 + 32 = 38,4 \text{ dm}^3 \quad (4.15)$$

Zvolená nádrž by měla mít minimální objem $38,4 \text{ dm}^3$. Z firemního katalogu výrobce nádrží Raja–Lovejoy je vybrána nádrž o objemu $V_N = 70 \text{ dm}^3$.

Na menší velikost nádrže potažmo víka by nebyla možná zástavba tří elektromotorů a dalšího vybavení agregátu.

4.3 Návrh chlazení a filtrace kapaliny

Pro navrhované řešení je potřeba provést tepelný výpočet, aby bylo zjištěno, zda nedochází k přehřívání pracovního média v pracovních obvodech. Tepelný výpočet a následný návrh chlazení umožňuje následující tabulka 4.5, která byla použita s vědomím firmy Interfluid spol. s r.o.

Počet hydrogenerátorů	[ks]		2
Velikost nádrže	[dm ³]		70
Teplota okolí	[°C]		35
Pracovní tlak	[MPa]		18
Průtok	[dm ³ /min]		6,4
Časový faktor čerpadla	[0-1]		0,8
Plocha nádrže a potrubí	[m ²]		1
Součinitel prostupu tepla	[W.m ² .K ⁻¹]		10
Ustálená teplota oleje maximální	[°C]		50
Ustálená teplota oleje minimální	[°C]		45
Tlakový spád na prvcích	[MPa]		1
Průměrný časový faktor prvků	[0-1]		1
Počet prvků	[ks]		2
Teplo přiváděné z venku	[kW]		0
Průtoková účinnost hydrogenerátorů	[-]		0,9
Hmotnost kovových částí	[kg]		150
Měrné skupenské teplo kovu	[J/kg.K]		450
Měrné skupenské teplo kapaliny	[J/kg.K]		1800
Hustota kapaliny	[kg/m ³]		890
Počáteční teplota oleje	[°C]		18
Časová konstanta	[s]		17964,00
Velikost lekáže	[dm ³ /min]		1,2
Teplo z provozu HG	[kW]		0,576
Teplo přivedené prvky	[kW]		0,20
Celkový ztrátový výkon	[kW]		0,78
Ustálená teplota	[°C]		112,6
Teplo odvedené nádrží	[kW]		0,32
Chlazený výkon	[kW]		0,46
Doba ohřátí oleje na teplotu	min	50	123,6
Sřední teplotní spád	[°C]		22,41
Teplosměnná plocha	[m ²]		0,07
	[°C]	na [°C]	za [min]
Doba ohřívání z teploty	45	50	23,0
Doba chlazení z teploty	50	45	50,9

Tab. 4.5 Návrh chladičho výkonu [6]

Po vyplnění volitelných údajů, které jsou podbarvené tmavším odstínem šedé barvy, byly vyhodnoceny hodnoty v tabulce 4.5 podbarvené světlejším odstínem šedé barvy. Výsledný potřebný výkon chladiče je vyobrazen v černém poli. To znamená, že je potřeba chlazit pracovní kapalinu chladičem o výkonu minimálně 0,46 kW.

Z katalogu chladičů firmy Emmegi je vybrán vzduchový chladič typ 2015K. Chladič je vybaven ventilátorem, který pohání elektromotor značky Siemens o výkonu $P = 0,045 \text{ kW}$. Chladič bude upevněn na ocelové desce na víku nádrže hydraulického agregátu.

Chladicí okruh:

Průtok hydrogenerátorem:

Pro zajištění potřebné kvality filtrace je zapotřebí přefiltrovat celý objem nádrže alespoň 6x za hodinu.

$$Q_{ol} = V_N \cdot \frac{6}{60} = 70 \cdot \frac{6}{60} = 7 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1} = 1,16 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \quad (4.16)$$

Geometrický objem hydrogenerátoru:

Otáčky elektromotoru $n_{CHel} [\text{min}^{-1}]$	1400
Tlaková ztráta v chladicí větvi $\Delta p_{ch} [\text{Mpa}]$	1,5

Tab. 4.6 Volené parametry

$$V_{gch} = \frac{Q_{ol}}{n_{CHel}} = \frac{7}{\frac{1400}{60}} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{ot} = 5 \text{ cm}^3/\text{ot} \quad (4.17)$$

Z katalogu výrobce Marzocchi je zvolen hydrogenerátor o geometrickém objemu $V_{gCH} = 6,2 \text{ cm}^3/\text{ot}$ a průtoku $Q_{CH} = 8,8 \text{ dm}^3/\text{min}$. [7]

Výkon elektromotoru:

$$P_{CH} = V_{gCH} \cdot n_{CHel} \cdot \Delta p_{ch} = 6,2 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1400}{60} \cdot 1,5 \cdot 10^{-6} = 217 \text{ W} \quad (4.18)$$

Pro pohon hydrogenerátoru chladicí větve je navrhnout elektromotor výrobce AC Motoren o výkonu 0,25 kW.

Filtrace kapaliny:

K filtraci kapaliny bude sloužit okruh určený k chlazení kapaliny. Filtr bude zakomponován ve zpětné větvi z chladiče. Velikost filtru se běžně stanovuje na základě vzorce $(2,5 - 3) \times Q$. Jako Q je dosazen maximální průtok hydrogenerátoru chlazení.

$$Q_F = 2,5 \cdot Q_{CH} = 2,8 \cdot 8,8 = 24,64 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1} = 4,1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \quad (4.19)$$

Zvolený zpětný filtr by měl disponovat minimálním průtokem $24,64 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$.

Z firemního katalogu společnosti MP Filtri je zvolen zpětný filtr o průtoku $Q = 25 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$. Součástí zpětného filtru je snímač zanesení. Na víku nádrže je také umístěn vzduchový filtr s filtrací $10 \mu\text{m}$, dále termostaty, elektrický stavoznak a na nádrži optický ukazatel stavu hladiny oleje.

Specifikace všech použitých prvků navrženého zařízení je uvedena v příloze této práce.

5 Zadání pro navazující profese

Jedná se o soubor pokynů, které jsou pro každou profesi specifické. Tyto pokyny je potřeba dodržovat pro bezchybný chod zařízení. Musí být dodrženy jak při samotné instalaci zařízení a v průběhu používání, tak i při likvidaci zařízení.

5.1 Instalace zařízení

Osoba nebo organizace, která bude provádět instalaci zařízení na místo jeho určení, musí zajistit tyto požadavky:

- Plocha pro ustavení musí být stabilní a rovná se zajištěním proti uniku pracovní kapaliny
- Ze zařízení odstranit obalové materiály
- Způsobilá osoba provede připojení k elektrické síti a potřebné zapojení elektrických ovládacích prvků (kap. 5.2)
- Připojení hydraulických rozvodu a komponent provede osoba nebo organizace k tomu určená (kap. 5.3)
- Naplnění nádrže pracovní kapalinou provádí odpovědná osoba při maximálním důrazu na čistotu (kap. 5.4)

5.2 Elektrické vybavení

Elektrikáři, osoby odborně způsobilé, které se řídí platnými předpisy a normami. Soubor nebezpečí, kterými mohou být ohroženi při práci na navrženém zařízení je shrnut v tabulkách v kapitole hodnocení rizik této práce.

Elektrorozvaděč bude umístěn v blízkosti hydraulického agregátu. Jsou v něm umístěny potřebné jistící prvky pro použité elektromotory a ostatní elektro prvky.

Zapojení musí zabezpečit všechny funkce potřebné pro správné fungování zařízení. Ovládaní musí být jednoduché a zároveň bezpečné. Popisem a funkcemi zařízení se zabývá kapitola 6.3.

Řízení je prováděno z ovládacího panelu, jednotlivé funkce jsou ovládané obsluhou zařízení. Ovládací panel je vybaven kontrolkami pro signalizaci poruchových stavů. Systém elektro ovládaní splňuje ČSN EN60204 – Všeobecné bezpečnostní požadavky na projektování a konstruování strojních zařízení.

V případě výpadku napětí jsou všechny pohony vypnuty a zastaveny v poslední poloze, ve které se v době výpadku nacházeli. Zařízení je v bezpečném klidovém stavu bez možnosti poškození. Hydraulický agregát musí být uzemněný.

Nároky na energie jsou uvedeny v tabulce 5.1, více popisuje motorová listina, která je součástí příloh této práce.

V případě demontáže vypněte a odpojte hydraulický agregát od zdroje elektrické energie. Agregát od uzemněte.

Soustava 400 V / 50 Hz		
Pohonná jednotka	2 ks	2,25 kW
Filtrace	1 ks	0,25 kW
Chlazení	1 ks	0,045 kW
Soustava 24 V / DC		
Elektromagnety	5 ks	30 W/1,3A
Soustava 12 V / DC		
Elektromagnety	2 ks	-
Soustava 9,6 – 32 V / DC		
Snímače	4 ks	4 – 20 mA
Soustava 20 – 28 V / DC		
Snímače	2 ks	4 – 20 mA
Soustava 22 – 30 V / DC		
Elektromagnety	2 ks	4 – 20 mA
Celé zařízení: 2,6 kW		

Tab. 5.1 Nároky na energie

5.3 Hydraulické vybavení

Po doručení zařízení proveďte neprodleně kontrolu úplnosti dodávky dle sestavného výkresu a hydraulického schématu, které jsou součástí příloh.

Nakonzervované komponenty bude nutno do začátku montáže uskladnit v suchých, teplotně stálých a neprašných prostorách. Při montáži je nutné dodržovat rozmístění dle dispozice zařízení. Funkce zařízení je popsána v kapitole 6.3. Toto a hydraulické schéma je směrodatné pro správnou funkci zařízení.

Před sestavením obvodu proveďte důslednou přípravu montáže a překontrolujte potřebné vybavení k provedení kvalitního sestavení hydraulického obvodu. Po ukončení montážních prací bude nutno provést celkovou kontrolu, tj. jakost montáže, správnost zapojení a způsobilost zařízení ke zkušebnímu provozu.

Při demontáži zajistěte odpojení agregátu od hydraulického tlaku, poté odpojte připojené rozvody k agregátu. Zabraňte vnikání nečistot do agregátu zaslepením otvorů.

5.4 Plnění hydraulického agregátu

Před plněním hydraulického agregátu pracovní kapalinou je zapotřebí provést kontrolu, zda není nikde v systému voda, popřípadě provést její odstranění. Vhodná teplota okolí pro plnění je v rozmezí od 15 do 30 °C. Je vyžadován maximální důraz na čistotu a použití kvalitního oleje. Typ oleje je uveden v tabulce 5.2. Plnění provádíme pomocí jemného filtru o jemnosti minimálně 10 µm. Kapalinu naplníme po horní rysku optického stavoznaku. Z důvodu plnění ekologické bezpečnosti zařízení, musí být pod hydraulickým agregátem umístěna vana, která pojme celý objem pracovní náplně v případě havárie.

Před demontáží nebo při výměně pracovní náplně proveďte úplné vypuštění potažmo odčerpání pracovního média z celého zařízení. Likvidaci hydraulické kapaliny proveďte s ohledem na platné předpisy, tak aby nedošlo k ohrožení životního prostředí.

Hydraulický olej	HLP – ISO VG 46 dle DIN 51 524/2
Hustota	890 kg / m ³
Viskozita při 40 °C	46 cSt
Množství	70 L

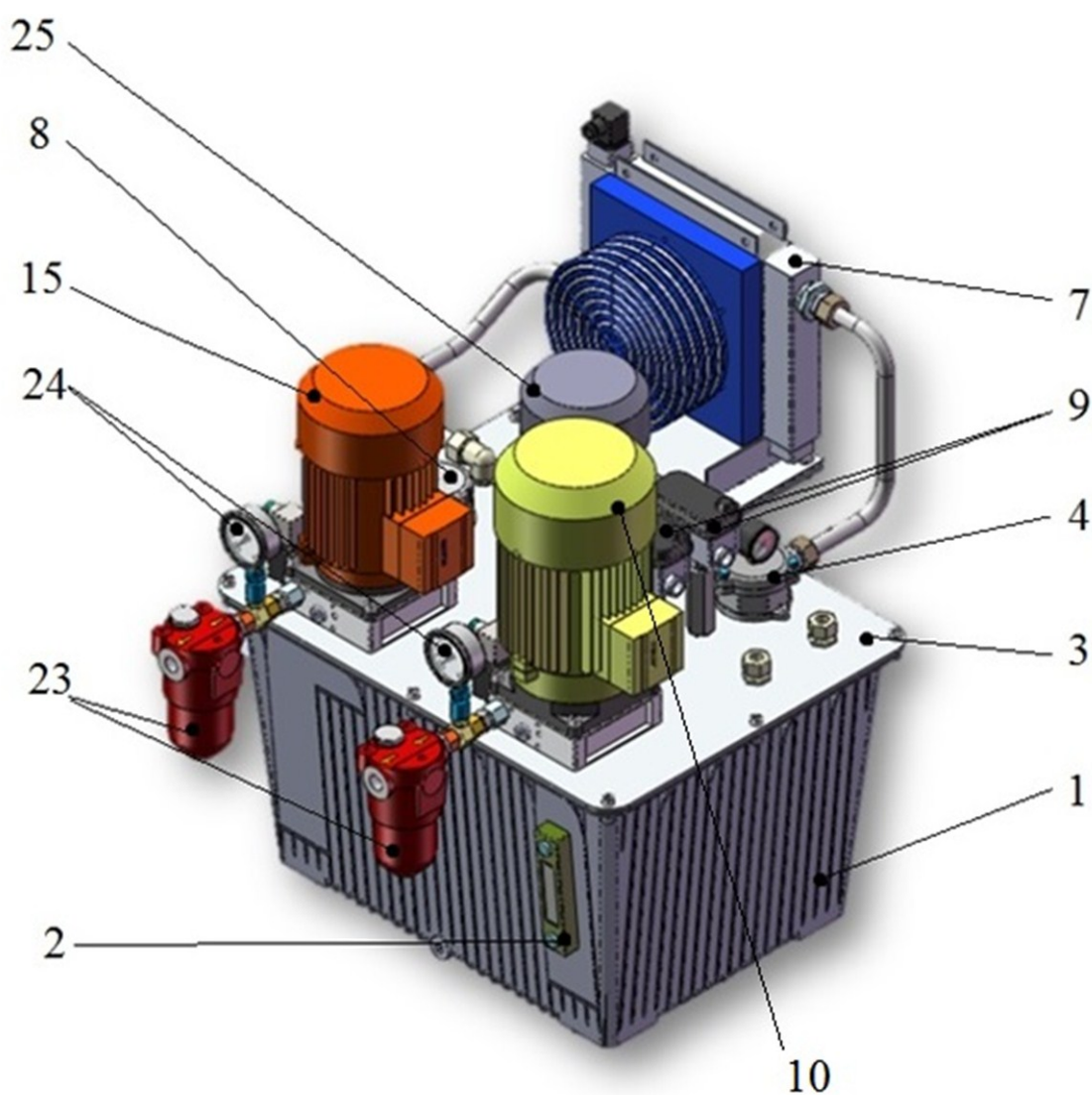
Tab. 5.2 Vhodný typ pracovního média

6 Návod na obsluhu a údržbu zařízení

6.1 Použití

Navržené hydraulické zařízení slouží jako temovací lis k tváření hrdel svazku trubek automobilových chladičů. Hydraulické zařízení je sestaveno z prvků dodaných od předních výrobců hydraulických komponent. Hydraulický agregát v 3D zobrazení je zobrazen na obrázku 6.1.

6.2 Popis základních prvků hydraulického zařízení



Obr. 6.1 3D model navrženého hydraulického agregátu se základním popisem

Hlavní prvky:

- Hliníková nádrž (1)
- Elektromotor (10) + hydrogenerátor (13) pro horní obvod
- Elektromotor (15) + hydrogenerátor (18) pro dolní obvod
- Elektromotor (25) + hydrogenerátor (28) pro obvod chlazení
- Hydraulický válec 80/50-120 (30)
- Hydraulický válec 80/50-40 (31)
- Proporcionální rozvaděče 2ks (34)
- Víko agregátu (3)

Vedlejší prvky a příslušenství:

termostaty (9) pro kontrolu teploty v nádrži, zpětný filtr (4) s optickým ukazatelem zanesení, vzduchový filtr (8) sloužící zároveň jako nalévací otvor, elektrický hladinoměr (6), optický ukazatel stavu hladiny oleje (2), vzduchový chladič (7), odlehčovací rozvaděč (21), pojistný ventil (22), tlakový filtr (23), hadice (45-49), odměřování polohy (36,37), redukční proporcionální ventil (33)

6.3 Obsluha a funkce zařízení

Než obsluha uvede hydraulický agregát do provozu, je nutné provést vizuální kontrolu hladiny kapaliny v nádrži. Hladina by se měla pohybovat zhruba ve středu ukazatele (2), případně výše. Nikdy by neměla klesnout pod spodní černou rysku.

Tlak v hydraulickém okruhu pro horní válec (30) je vyvozen hydrogenerátorem (13) po spuštění elektromotoru (10) a sepnutí odlehčovacího rozvaděče (21) umístěném na rozvodném bloku (20). Bez sepnutí odlehčovacího rozvaděče (21) je hydrogenerátor odlehčen. Při sepnutí odlehčovacího rozvaděče (21), je v okruhu vyvozen tlak, nastavený na pojistném ventilu (22) a to ve výši 180 bar.

Tlak v hydraulickém okruhu pro dolní válec (31) je vyvozen hydrogenerátorem (18) po spuštění elektromotoru (15) a sepnutí odlehčovacího rozvaděče (21) umístěném na rozvodném bloku (20). Bez sepnutí odlehčovacího rozvaděče (21) je hydrogenerátor odlehčen. Při sepnutí odlehčovacího rozvaděče (21), je v okruhu vyvozen tlak, nastavený na pojistném ventilu (22) a to ve výši 180 bar.

Hladina kapaliny je hlídána hladinovým spínačem (6) se dvěma hladinami. Po poklesu hladiny v nádrži na hladinu MIN I bude obsluze zařízení signalizováno varování o nízké hladině oleje – v tuto chvíli není žádná funkce agregátu omezena.

Při dalším poklesu hladiny až na hladinu MIN II, budou zastaveny všechny elektromotory (10, 15, 25) a až do doplnění pracovního média bude zabráněno jejich opětovnému spuštění.

Kontrola teploty pracovní kapaliny je provedena dvěma termostaty (9). Termostat ST1 slouží jako havarijný. Je nastaven na teplotu 50°C. Při překročení stanovené teploty termostat vypíná elektromotory pracovních obvodů (10, 15). Přitom je sepnut elektromotor chladičového obvodu (25) a elektromotor chladiče (7). V tu dobu probíhá chlazení pracovní kapaliny do té chvíle, než teplota klesne pod hodnotu nastavenou na termostatu ST1.

Termostat ST2 je nastaven na teplotu 45°C. Slouží ke spuštění elektromotoru, který pohání ventilátor chladiče (7). V okamžiku kdy teplota klesne pod nastavenou hodnotu teploty na ST2, je elektromotor chladiče vypnut. Snímanou teplotu termostatem lze měnit. Po sejmutí víka termostatu je možné nastavit otočným kolečkem požadovanou snímanou teplotu. Rozsah teplot je vyznačen na otočném kolečku. Po nastavení je nutné toto kolečko zajistit kontrolním šroubem, aby nedošlo vlivem rázů k jeho povolání.

6.4 Údržba zařízení

Je požadována průběžná kontrola stavu filtračních náplní. Popřípadě dle stavu zanešení provést jejich výměnu.

Doporučuje se monitorování možných průsaků nebo úniků pracovní kapaliny. Při zjištění této skutečnosti je nutné zjednat nápravu dotažením nebo výměnou závadného prvku.

Je důležité kontrolovat hladinu pracovní náplně na optickém stavoznaku před každým spuštěním zařízení. Hladina může kolísat od horní po dolní rysku, nikdy ale ne pod dolní rysku. V případě poklesu hladiny pod dolní rysku, je obsluha povinna zařídit potřebné doplnění nádrže pracovní náplní.

Pro bezproblémový chod zařízení je potřeba minimálně jednou za rok provést kontrolu pracovní kapaliny. A to odebráním vzorku a zasláním na rozbor, kde se určí znečištění. Dle

výsledku je důležité rozhodnout o dalším postupu. Buďto zvolit vhodnější typ filtrace nebo provést výměnu kapaliny.

6.5 Provoz agregátu

Popis funkce je shodný jak pro horní tak spodní válec – popis je dále uveden pro horní hydraulický válec.

Hydraulický agregát je napojen na rozvodný blok (32). Ten je vybaven snímači tlaku v obou komorách válce (38), bezpečnostním ventilem (35) chránícím plochu mezikruží, proporcionálním redukčním ventilem (33) vybaveným minimess přípojem (40) a proporcionálním rozvaděčem (34).

Po spuštění elektromotoru (10) je uveden do chodu hydrogenerátor (13) v odlehčeném stavu – po sepnutí odlehčovacího rozvaděče (21) je hydrogenerátor uveden do tlaku o hodnotě nastavené na pojistném ventilu (22) tzn. 180 bar. Změnou proudu na cívce je proporcionální rozvaděč (34) přestaven do požadované polohy a hydraulický válec je uveden do pohybu (30).

Řízení je umožněno ve dvou smyčkách:

- Průtok – dle polohy válce (30), která je snímána na snímači polohy (36), ty umožňují měnit rychlost válce otevřením proporcionálního rozvaděče (34)
- Tlak – dle nastavení proporcionálního redukčního ventilu (33), ten umožňuje měnit tlak v komorách válce, který je snímán na snímači tlaku (38)

Princip chlazení:

Hydraulický agregát je vybaven chladicím okruhem – chlazení by mělo být v činnosti vždy, tzn. se startem kteréhokoliv z motorů (10, 15), by měl být automaticky spuštěn elektromotor chlazení (25). Pokud teplota dosáhne na termostatu (9) ST2 hodnoty na něm nastavené, dojde k připnutí elektromotoru chladiče (7) – ten se vypíná po poklesu teploty pod hodnotu na ST2 (viz předchozí popis).

Technické údaje:

- Objem nádrže: $V_N = 70 \text{ dm}^3$
- Geometrický objem hydrogenerátorů: $V_{gH} = 3,2 \text{ cm}^3/\text{ot.}$,
 $V_{gD} = 1,1 \text{ cm}^3/\text{ot.}$,
 $V_{gCH} = 6,2 \text{ cm}^3/\text{ot.}$
- Maximální průtok kapaliny z hydrogenerátorů: $Q_H = 4,8 \text{ dm}^3/\text{min}$,
 $Q_D = 1,6 \text{ dm}^3/\text{min}$,
 $Q_{CH} = 8,8 \text{ dm}^3/\text{min}$
- Otáčky elektromotoru: $n_{Hel} = 1445 \text{ min}^{-1}$,
 $n_{Del} = 1440 \text{ min}^{-1}$,
 $n_{CHel} = 1400 \text{ min}^{-1}$
- Výkon elektromotoru: $P_{Hel} = 1,5 \text{ kW}$, $P_{Del} = 0,75 \text{ kW}$,
 $P_{CHel} = 0,25 \text{ kW}$
- Pracovní tlak: $\Delta p = 18 \text{ MPa}$
- Pracovní napětí: $U_p = 400 \text{ V} / 50 \text{ Hz}$
- Ovládací napětí rozvaděčů: $U_o = 24 \text{ V DC}$

Materiál a provedení hydraulického zařízení:

Většina dílčích komponentů agregátu je vyrobena z konstrukčních ocelí třídy 11 a 12. Povrchová ochrana nádrže je provedena práškovým lakováním.

6.6 Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

Při používání navrženého hydraulického zařízení je nutné dodržovat tyto podmínky:

- Obsluha musí být seznámena s návodem k použití
- Obsluha musí projít školením v oblasti hydraulických zařízení
- Při demontáži hadic nebo výměně potrubních spojů a trubek dbát na čistotu odkládacího prostoru a vyloučit zanesení nečistot do potrubního systému
- Bez předběžné konzultace se seřizovačem není obsluze dovoleno samovolně seřizovat nastavené parametry hydraulického zařízení

Bezpečnostním předpisům a ochraně zdraví při práci je věnována kapitola hodnocení rizik.

6.7 Poruchy, jejich příčiny a odstranění

Projev poruchy	Možná příčina	Způsob řešení
Elektromotor se netočí.	Není elektrický proud, není zapnutý hlavní vypínač, není zapnuto ovládání motoru, vypadnul jistič nebo motorová ochrana, zmáčknutý některý z centrál stopů.	Zkontrolujte uvedené možné příčiny, případně odstraňte závadu.
Elektromotor se točí, ale nedostáváme žádný tlak.	Nesprávný směr otáčení elektromotoru, nesprávné nastavení pojistného ventilu, zaseklé ovládání elektromagnetu rozvaděče.	Změňte otáčky motoru, proveďte správné nastavení pojistného ventilu, šroubovákem zatlačte na nouzové ovládání elektromagnetu rozvaděče.
Hydraulický agregát dává tlak, ale pracovní válce se nehýbou.	Zřejmě jsou válce zajety v krajní poloze, je nedostatečný tlak v hydraulickém obvodu nebo jsou příliš dotažené škrticí ventily.	Přestavením rozvaděče pomocí nouzové sekce elektromagnetu proveďte zajetí válců do základní polohy, škrticí ventily nastavte na větší průtok.
Přehřívání oleje.	Možné opotřebení čerpadel. Netěsnost válce. Poškození chlazení.	Výměna čerpadel. Výměna těsnění. Výměna nebo oprava chlazení.
Pokles hladiny v nádrži (indikováno).	Netěsný hydraulický obvod. Prasklý chladič. Poškození těsnění válce.	Dotažení šroubového spojení. Výměna chladiče. Výměna těsnění.

Tab. 6.1 Projev poruchy, možné příčiny, způsoby řešení

7 Hodnocení rizik

Pro předcházení případného zranění osob, které by mohlo být přímo nebo nepřímo způsobeno navrženým zařízením, je vypracováno následující hodnocení rizik. K němu patří také havarijní připravenost prostor pro případ náhle havárie.

Při případné havárii jsou v prostorách provozu navrženého stroje k dispozici telefony, vysílačky, čidla pro případ požáru, vybavení pro poskytnutí první pomoci a hasičské přístroje. K dispozici je připraven hasičský záchranný sbor v dané lokalitě.

V případě havárie se postupuje v souladu se směrnicí S 128/2005 a souvisejícími předpisy (místní provozní řády, místní provozní předpisy, požární poplachové směrnice, apod.).

7.1 Postup hodnocení rizik

Hodnocení rizik na pracovišti slouží k vytvoření podkladu, které umožní výrobcí zařízení stanovit nutná opatření pro ochranu bezpečnosti a zdraví osob pohybujících se okolo hodnoceného zařízení. Mají také za cíl předcházet rizikům, odstraňovat je, nebo snížit působení neodstranitelných rizik. Postup hodnocení rizik je rozdělen v následujících krocích. [9]

1. krok: Zpracování seznamu zařízení

Do tabulky je zpracován seznam zařízení, objektů, prostorů, prací, nebo technologií, u kterých je předpokládáno riziko. Na seznam zařízení, objektů atd. navazuje seznam profesí (pracovních míst), které jsou v jednotlivých prostorech prováděny. Seznam profesí lze vypracovat samostatně nebo ho lze přiřadit k jednotlivým prostorům. [9]

2. krok: Identifikace nebezpečí

Ke každému pracovnímu místu nebo činnosti je identifikováno nebezpečí, ohrožení nebo krizová situace, která může nastat. Vychází ze zkušeností hodnotitelů, z výsledků nehod nebo evidence poranění. [9]

3. krok: Stanovení a ohodnocení rizik

Při hodnocení rizik se bere v úvahu závažnost možného poškození a pravděpodobnost, se kterou může dojít k nebezpečí. Hodnocení závažnosti možného zranění je rozděleno do 4 stupňů uvedeno v tabulce 7.1. [9]

Stupeň	Důsledek	Popis důsledku (závažnosti)
1	Zanedbatelný	Zranění bez pracovní neschopnosti; malá porucha systému; vzniklá škoda nepřevyšuje částku 10 tis. Kč, zastavení výroby je kratší než 1 den
5	Významný	Zranění s pracovní neschopností, bez trvalých následků; menší poškození systému; vzniklé škody se pohybují v rozmezí 10 - 500 tis. Kč; výpadek výroby je 1 den až 2 týdny
10	Kritický	Zranění s trvalým následkem (těžký úraz), vyžaduje dlouhodobé léčení, nemoc z povolání; rozsáhlé poškození systému, ztráty ve výrobě, velké finanční ztráty, škoda se pohybuje v rozmezí 500 tis. až 5 mil. Kč; zastavení výroby je 2 týdny až 4 měsíce
15	Katastrofický	Smrtelný úraz, úplná destrukce systému, nenahraditelné ztráty; značná poškození/zničen systém; výše škody přesahuje 5 mil. Kč; zastavení výroby je delší než 4 měsíce

Tab. 7.1 Hodnocení stupně závažnosti možného zranění [9]

Pro stanovení pravděpodobnosti je riziko posuzováno dle tabulky 7.2.

Stupeň	Pravděpodobnost	Frekvence vzniku	Čas působení
1	Málo pravděpodobné	K této nehodě může dojít. Výskyt událostí se za dobu života systému blíží k nule.	velmi malé ohrožení
5	Pravděpodobné	Jev vznikne někdy během života systému. Existují obdobné případy. Jedná se spíše o náhodnou událost.	Malé ohrožení
10	Velmi pravděpodobné	K poranění při sledování nebezpečných událostí již došlo. Jedná se o časté ohrožení.	Časté ohrožení
15	Vysoce pravděpodobné	K poranění při sledování situací dochází často. Je pravděpodobný opakovaný výskyt událostí, nepřetržité ohrožení.	Nepřetržité ohrožení

Tab. 7.2 Stanovení pravděpodobnosti rizika [9]

Výsledek hodnocení rizika poranění, které vyplývá z nebezpečné situace se řídí vztahem, který je dán součinem hodnoty závažnosti a pravděpodobnosti.

$$\text{závažnost} \times \text{pravděpodobnost} = \text{riziko}$$

Tímto postupem je získán přehled o přijatelnosti jednotlivých rizik, ze kterých pak lze stanovit bezpečnostní opatření k odstranění nebo snížení rizika. [9]

4. krok: Přijatelnost rizika

Přijatelnost rizika znamená zvážení, zda lze riziko přijmout. Pokud riziko přijmout nelze, je nutno ověřit jaká opatření musíme podniknout, aby došlo k odstranění rizika či snížení na přijatelnou míru. Toto rozhodnutí usnadňuje tabulka 7.3.

Riziko	Řešení
větší než 150	Vyžaduje okamžité odstranění
v rozsahu 75 - 150	Odstranění v termínu stanoveném podle charakteru nebezpečí
v rozsahu 15 - 75	Vyžaduje zvýšenou pozornost
menší než 15	Přijatelná úroveň

Tab. 7.3 Přijatelnost rizika [9]

5. krok: Opatření

Cílem opatření je minimalizovat nebezpečí zranění a ohrožení zdraví zaměstnanců. K nejčastějším opatřením patří změna technologie postupu práce, pravidelné proškolení personálu, instalace mechanismu vypínající zařízení při narušení nebezpečného prostoru nebo zavedení používání osobních ochranných pracovních prostředků. [9]

6. krok: Řízení rizika

V tabulce uvedené dokumenty nebo směrnice, podle kterých jsou navržená opatření řízena dle platných vyhlášek, norem nebo nařízení vlády. [9]

7. krok: Pravidelné hodnocení rizik

Hodnocení rizik by se mělo zpravidla provádět v pravidelných intervalech nebo v intervalech stanovených výrobcem či provozovatelem. Takto dojde ke snížení rizikovosti a četnosti nehod. Hodnocení rizik by mělo být prováděno vždy: [9]

- po nehodě či úrazu
- před uvedením nového stroje do provozu
- po každé změně, která by měla dopad na bezpečnost práce
- při zjištění nedostatků při kontrole orgánů inspekce práce nebo podobných

7.2 Přehled ohrožených profesí:

Přehled profesí, které mohou být ohroženy při vykonávání práce na navrhnutém zařízení, nebo při pohybu kolem něj.

Obsluha lisu – Osoba, nebo osoby, které mají za úkol běžný provoz stroje.

Zámečnick (Seřizovač) – Osoba, nebo osoby, které mají za úkol seřízení stroje nebo nástroje.

Provozní elektrikář – Osoba, nebo osoby, které mají za úkol zapojení elektrických zařízení.

Mechanik elektronických zařízení – Osoba, nebo osoby, které mají za úkol údržbu elektrických zařízení.

Strojník (Údržba) – Osoba, nebo osoby, které mají za úkol přepravu, instalaci, opravy a údržbu, nebo čištění stroje.

7.3 Použité zkratky a normy:

Hodnocení rizik navrženého zařízení je zpracováno do tabulek 7.4 – 7.7 v následující kapitole. V tabulkách je uvedeno několik norem a zkratk. Tyto normy a zkratky jsou vypsány níže. Pro přehlednost je u každé použité normy a zkratky uveden její popis.

OOPP – Osobní ochranné pracovní pomůcky.

ČSN 27 0140 – Jeřáby a zdvihadla. Projektování a konstruování. Bezpečné vzdálenosti.

ČSN 1050 – Bezpečnost strojních zařízení. Zásady pro stanovení rizikovosti.

ČSN 33 2550 BP-ISO-200 – Jeřáby a zdvihadla. Projektování a konstruování. Společná ustanovení. Předpisy pro elektrická zařízení.

NV č. 101/2005 sb. – Nařízení vlády o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí.

NV č. 11/2002 sb. BP-ISO-200 – Nařízení vlády, kterým se stanoví vzhled a umístění bezpečnostních značek a zavedení signálů.

- ČSN 33 2000-4-41 BP-ISO-200** – Elektrické instalace nízkého napětí. Ochranné opatření pro zajištění bezpečnosti. Ochrana před úrazem elektrickým proudem.
- NV č. 378/2001 sb. BP-ISO-200** – Nařízení vlády, která stanovuje bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a nářadí.
- NV č. 495/2001 sb.** – Kterým se stanoví rozsah a bližší podmínky poskytování osobních ochranných pracovních prostředků, mycích, čisticích a dezinfekčních prostředků.
- ČSN EN 792 (239060)** – Neelektrické ruční nářadí. Bezpečnostní požadavky na řezací a lemovací nářadí pohaněné stlačeným vzduchem nebo hydraulickou kapalinou.
- ČÚBP č.18/1979 sb.** – Vyhláška českého úřadu bezpečnosti práce, jež určuje vyhrazená tlaková zařízení a stanovuje některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti.
- NV č. 175/1997 sb.** – Nařízení vlády, kterým se stanoví technické požadavky na jednoduché tlakové nádoby.
- NV č. 182/1999 sb.** – Nařízení vlády, kterým se stanoví technické požadavky na tlaková zařízení.
- ČSN EN 33 2000-5-51** – Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Výběr a stavba elektrických zařízení. Všeobecné předpisy.
- Opatř. výk. řed. 29/2002** – Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu, kterou se stanoví požadavky na měřicí přístroje, označované značkou EHS.
- ČSN EN 33 2000-3 BP-ISO-200** – Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Stanovení základních charakteristik.
- Bezpečnostní pokyny** – Všeobecné bezpečnostní pokyny pro zaměstnance. Zakázané činnosti a všeobecné zákazy.

7.4 Hodnocení rizik navrženého zařízení

Stroj, zařízení, objekt, prostor, systém, práce, materiál, technologie, škodlivina	Profese (pracovní místo)	Identifikace		Hodnocení rizika			Přijatelnost rizika	Opatření k odstranění nebo ke snížení rizika	Řízení rizika
		Nebezpečí (vlastnosti a charakteristiky)	Ohrožení (jak může identifikované nebezpečí způsobit škodu)	Riziko	Pravděpodobnost	Závažnost			
Ohrožení nebezpečnými částmi zařízení	Všichni zaměstnanci	Schází nebo jsou poškozeny kryty nebo zábrany zařízení.	Úraz při obsluze zařízení.	9	3	3	Nežádoucí	Oprava nebo doplnění chybějících krytů a zábran.	ČSN 270140, ČSN 332550, Bezpečnostní pokyny, ČSN 1050
Materiál, předměty	Všichni zaměstnanci	Úraz při pohybu.	Zranění způsobená ostrými povrchy, hranami a rohy.	4	2	2	Mírné	Poskytování OOPP, označení a zvýraznění vyčnívajících předmětů.	NV č. 101/2005 Sb. NV č. 11/2002 Sb. BP-ISO-200
Elektrická zařízení	Provozní elektrikář, Mechanik elektrických zařízení, Zámečník	Schází kryty, malé vzdálenosti poškození izolace.	Přímý dotyk s nechráněnými vodivými částmi, úraz elektrickým proudem.	10	2	5	Nežádoucí	Doplnit a opravit kryty upravit vzdálenosti opravit izolaci, vyměnit vodiče.	ČSN 332550, ČSN 332000-4-41, NV č. 378/2001 Sb. BP-ISO-200
Ruční nářadí	Zámečník	Uvolněná násada kladiva ořep sekáče opotřebovaný klíč (vysmeknutí).	Úraz při manipulaci s nářadím.	6	3	2	Mírné	Poskytování OOPP, udržovat nářadí v dobrém stavu, vadné vyměnit ve výdějně.	NV č. 495/2001 Sb., ČSN EN 792 (239060), Bezpečnostní pokyny
Tlaková média	Obsluha, Zámečník	Nedodržení povoleného tlaku při práci.	Úraz při práci s tlakovými médii.	8	2	4	Mírné	Pravidelné proškolení a seznámení s návody k obsluze, výměna tlakových hadic, dodržení předepsaných tlaků.	Vyhl. ČÚBP č. 18/1979Sb., v platném znění. NV č. 175/1997 Sb. NV č. 182/1999 Sb. Bezpečnostní pokyny

Tab. 7.4 Hodnocení rizik navrženého zařízení

Stroj, zařízení, objekt, prostor, systém, práce, materiál, technologie, škodlivina	Profese (pracovní místo)	Identifikace		Hodnocení rizika			Přijatelnost rizika	Opatření k odstranění nebo ke snížení rizika	Řízení rizika
		Nebezpečí (vlastnosti a charakteristiky)	Ohrožení (jak může identifikované nebezpečí způsobit škodu)	Riziko	Pravděpodobnost	Závažnost			
Elektrická zařízení. Ochrana před nebezpečným dotykem	Provozní elektrikář, Mechanik elektronických zařízení, Zámečnick	Poškození ochranných vodičů, kabelů, svorek, propojení použití nevhodné ochrany chyběné nebo žádné označení uzemňovacích vodičů.	Úraz elektrickým proudem	10	2	5	Nežádoucí	Oprava poškozených částí, označení ochranných systémů rekonstrukce ochranného systému.	ČSN 332550, ČSN 332000-4-41 BP-ISO-200
Elektrická zařízení Nesprávný stupeň krytí	Všichni zaměstnanci	Nevhodně dodané nebo pozmeněné elektrické prvky změna provozních podmínek proti původnímu projektu.	Úraz elektrickým proudem	10	2	5	Nežádoucí	Výměna prvků nebo provedení dodatečných krytí a zábran.	ČSN 332550, ČSN EN 33 2000-5-51, ČSN 332000-4-41 BP-ISO-200
Nedostatečné zajištění bezpečného stavu zařízení při údržbě a opravách	Všichni zaměstnanci	Zařízení nelze zabezpečit ve vypnutém nebo zajištěném stavu.	Ohrožení zdraví a života osob	10	2	5	Nežádoucí	Úprava, rekonstrukce nebo výměna vypínacích nebo zajišťovacích prvků.	ČSN 332550, NV 11/2002 Sb. BP-ISO-200. Opatř. výk. řed. 29/2002
Elektrická zařízení Vada funkce elektrické výzbroje	Všichni zaměstnanci	Jednotlivé funkce neodpovídají projektu.	Úraz elektrickým proudem	10	2	5	Nežádoucí	Provést opravu podle dokumentace nebo platných norem.	ČSN 332550 BP-ISO-200

Tab. 7.5 Hodnocení rizik navrženého zařízení

Stroj, zařízení, objekt, prostor, systém, práce, materiál, technologie, škodlivina	Profese (pracovní místo)	Identifikace		Hodnocení rizika			Přijatelnost rizika	Opatření k odstranění nebo ke snížení rizika	Řízení rizika
		Nebezpečí (vlastnosti a charakteristiky)	Ohrožení (jak může identifikované nebezpečí způsobit škodu)	Riziko	Pravděpodobnost	Závažnost			
Elektrická zařízení Elektroinstalace nevyhovuje prostředí	Všichni zaměstnanci	Elektroinstalace nebo její prvky neodpovídají prostoru, ve kterém je zařízení provozováno.	Úraz elektrickým proudem.	10	2	5	Nežádoucí	Upravit elektroinstalaci podle prostředí. ČSN EN 33 2000-3, BP-ISO-200	
Hydraulické zařízení	Zámečníci, strojníci zaměstnanci elektro	Neodborné manipulace se zařízením.	Zničení jednotlivých částí zařízení, Úrazy končetin.	4	2	2	Mírné	V rámci opakovaných školení upozornit na možná rizika při nesprávné manipulaci nebo činnosti. Dodržování návodu na obsluhu a údržbu. Konkrétními pracovní pověřovat pouze kompetentní osoby – obsluhy a údržby zaškolenými na daném pracovišti.	
Hydraulické zařízení	Zámečníci, strojníci zaměstnanci elektro	Možnost postrkání, nebo zranění úzkým proudem tlakové kapaliny.	Znečištění oděvu, možnost zasažení očí, následně alergické reakce pokožky na pracovní kapalinu.	4	2	2	Mírné	Použití nezávadných prostředků; OOPP k ochraně rukou a očí (rukavice, brýle), pravidelná kontrola V rámci opakovaných školení upozornit na možná rizika.	

Tab. 7.6 Hodnocení rizik navrženého zařízení

Stroj, zařízení, objekt, prostor, systém, práce, materiál, technologie, škodlivina	Profese (pracovní místo)	Identifikace		Hodnocení rizika			Přijatelnost rizika	Opatření k odstranění nebo ke snížení rizika	Řízení rizika
		Nebezpečí (vlastnosti a charakteristiky)	Ohrožení (jak může identifikované nebezpečí způsobit škodu)	Riziko	Pravděpodobnost	Závažnost			
Hydraulické zařízení	Zámečníci, strojníci zaměstnanci elektro	Možnost zranění se úlomkou roztržených částí hydraulického obvodu.	Úrazy odlétajícími částmi tlakových částí hydraulického systému, ohrožení a zasažení osob přetížením.	5	1	5	Mírné	Dodržování zakázaných manipulací se zařízením a návodů na obsluhu a údržbu.	
Hydraulické zařízení	Zámečníci, strojníci zaměstnanci elektro	Možnost zadušení v důsledku úniku dusíku z tlakových láhví.	Poleptání sliznic, dýchací těžkosti až zadušení.	2	1	2	Žádné (zařízení nedisponuje tlakovou láhví)	Dodržování zakázaných manipulací se zařízením a návodů na obsluhu a údržbu. Zdržování se v místnostech z tlakových láhví na nezbytně nutnou dobu.	
Hydraulické zařízení	Všichni zaměstnanci	Ekologické riziko	Nehrozí přímé ohrožení života.	4	2	2	Mírné	Provádění pravidelných kontrol zařízení, moderní technické řešení. Dodržování návodů na obsluhu a údržbu.	
Hydraulické zařízení	Zámečníci, strojníci zaměstnanci elektro	Možnost popálení horkou kapalinou nebo oprání o horké části potrubí.	Popáleniny	4	2	2	Mírné	Použití nezávadných prostředků; OOPP k ochraně, pravidelná kontrola v rámci opakovaných školení upozornit na možná rizika.	

Tab. 7.7 Hodnocení rizik navrženého zařízení

8 Závěr

Cílem diplomové práce bylo navrhnout řešení hydraulického obvodu, který bude zajišťovat pohon lisu automobilových chladičů.

V úvodu je popsána historie a vývoj automobilových chladičů. Na ni navazuje princip chlazení spalovacích motorů s přehledem a základním rozdělením tepelných výměníků. Rozdělení výměníků je rozděleno dle konstrukce. Další teoretická část je věnována funkci hydraulických lisů. Je proveden rozbor použití jednotlivých hydraulických lisů v průmyslu.

V třetí kapitole jsou popsány požadavky pro návrh hydraulického obvodu. Jsou zpracovány 4 návrhy obvodu s popisem a návrhem základních prvků, s uvedením výhod a nevýhod daného řešení. Po zhodnocení všech čtyř variant je vybrán jeden nejvhodnější návrh, pro který jsou zpracovány potřebné silové a hydraulické výpočty ze kterých vychází návrhy jednotlivých prvků hydraulického obvodu. Přesná specifikace prvků a schéma navrženého hydraulického obvodu je součástí příloh.

Na zhotoveném 3D modelu hydraulického agregátu je znázorněno rozmístění hlavních komponent pohonu na víku agregátu. Jednotlivé komponenty agregátu jsou navrženy od předních výrobců hydrauliky. Pro navržený hydraulický obvod je vypracován návod na obsluhu a údržbu zařízení. Je zde popsána funkce a činnost každého prvku obvodu. A pro případ poruchy jsou v této části práce popsány její příčiny a následný způsob řešení. Pro navazující profese je sestaven stručný popis instrukci a požadavku pro bezproblémový chod zařízení. V příloze je doložena motorová listina, kde jsou sepsány elektrické prvky použité v navrženém řešení.

V poslední části diplomové práce je vypracováno hodnocení rizik navrženého zařízení. Popisuje připravenost prostor při náhle havárii nebo vzniku nepředvídatelné nebezpečné situace ohrožující zraněním jednotlivé profese pohybující se v blízkosti zařízení. Hodnocení rizik je zpracováno do tabulek, ve kterých jsou popsány jednotlivé činnosti ke kterým je přiřazena odpovídající profese s číselným hodnocením závažnosti a pravděpodobnosti ze kterých vyplývá riziko úrazu. Po určení přijatelnosti rizika je popisem zjednáno opatření vedoucí k jeho snížení nebo úplnému odstranění. Zjednána opatření se řídí podle platných norem a bezpečnostních pokynů. Tuto práci doplňují doložené přílohy, které obsahují technickou dokumentaci zařízení.

9 Seznam literatury

- [1] JAN, Zdeněk a Bronislav ŽDÁNSKÝ. Automobily: Motory. 5. vyd. Brno: Avid, 2008, 179 s. ISBN 978-80-87143-06-3.
- [2] KOZUBKOVÁ, Milada. Modelování přenosu tepla, hmoty a hybnosti [online]. VŠB –TU Ostrava, 2011 [cit. 2014-05-18]. ISBN 978-80-248-2491-8. Dostupné z: <http://www.338.vsb.cz/PDF/Modelovani_prenosu_tepla_hmoty_a_hybnosti-KOZUBKOVA.pdf>
- [3] Hydraulické lisy a tvářecí stroje. [online]. s. 9 [cit. 2014-05-18]. Dostupné z: <<http://www.338.vsb.cz/PDF/03HYDLO-LISY.pdf>>
- [4] KOVÁČ, Andrej a Bedřich RUDOLF. Tvárníace stroje. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1989, 375 s. ISBN 80-05-00126-6.
- [5] LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření. 2. dopl. vyd. Úvaly: ALBRA, 2005, 907 s. ISBN 80-736-1011-6.
- [6] Projektční materiály firmy Interfluid spol. s r. o.
- [7] SIVÁK, Václav. Projektování hydraulických systémů. 1. vyd. Ostrava: VŠB, 1990, 331 s. ISBN 80-707-8037-1.
- [8] PIVOŇKA. J., Tekutinové mechanismy. Praha: STNL, 1987. 624 s
- [9] BÍLEK, Evžen. Hodnocení rizik na pracovišti. In: [online]. [cit. 2014-05-18]. Dostupné z: <http://www.bozpinfo.cz/knihovna/bozp/citarna/tematicke_prilohy/rizika/stanoveni040319.html>

Zdroje použité v přílohách:

- [10] Raja-Lovejoy. Hydraulické komponenty [online] 2014. [cit. 2014-05-18]. Dostupné z: <<http://www.troma-mach.cz/Downloads/raja-lovejoy-hlinikove-nadrze.pdf>>
- [11] Stauff. Hydraulické komponenty [online] 2014. [cit. 2014-05-18]. Dostupné z: <http://www.stauff.com/fileadmin/Downloads/PDF/Filtration_Technology/Product-Overview-Filtration-Technology_10-2012-English.pdf>
- [12] MP Filtri. Hydraulické komponenty [online] 2014. [cit. 2014-05-18]. Dostupné z: <<http://www.mpfiltri.com/attachs/articolotradotto/2548.pdf>>
- [13] VDI Obzor. Elektrický stavoznak [online] 2014. [cit. 2014-05-18]. Dostupné z: <<http://www.obzorpraha.cz/?page=hladinometry>>

- [14] Emmegi. Vzduchový chladič [online] 2014. [cit. 2014-05-18]. Dostupné z: <http://www.emmegi-heat-exchangers.com/pdf_modelli/Aria-olio_MG-AIR.pdf>
- [15] Metra. Termostat [online] 2014. [cit. 2014-05-18]. Dostupné z: <<http://www.metra-su.cz/index.php?ID=55>>
- [16] AC Motoren. Elektromotory [online] 2014. [cit. 2014-05-18]. Dostupné z: <http://www.acmotoren.de/ACMotoren/KATALOG_AKTUELL_27.11.12_.pdf>
- [17] Oleodinamica. Hydraulické komponenty [online] 2014. [cit. 2014-05-18]. Dostupné z: <<http://www.oleodinamica2mp.it/cataloghi/COMPLETO%20BASI.pdf>>
- [18] Oleodinamica. Hydrogenerátory [online] 2014. [cit. 2014-05-18]. Dostupné z: <<http://www.duplomatic.com/assets/SchedeTecniche/GB/11110.pdf>>
- [19] Bosch-Rexroth. Hydraulické komponenty [online] 2014. [cit. 2014-05-18]. Dostupné z: <<http://www.boschrexroth.com/ics/Vornavigation/VorNavi.cfm?Language=CS&Region=none&PageID=Start>>
- [20] Marzocchi. Hydrogenerátor [online] 2014. [cit. 2014-05-18]. Dostupné z: <<http://www.marzochipompe.com/System/9769/ALP1.pdf>>
- [21] Hydraulics. Hydraulické válce [online] 2014. [cit. 2014-05-18]. Dostupné z: <http://www.hydraulics.cz/system/pdf_czs/1/original/vyrobni_katalog_primocarych_hydromotoru_CZ_2012.pdf?1358944317>
- [22] Argo-Hytos. Hydraulické komponenty [online] 2014. [cit. 2014-05-18]. Dostupné z: <http://www.argo-hytos.com/uploads/media/Datasheet_DR206_ha0026_EN.pdf>
- [23] Parker. Hydraulické komponenty [online] 2014. [cit. 2014-05-18]. Dostupné z: <http://www.parker.com/literature/Hydraulic%20Controls%20Europe/HY11-3500UK/PDF_2013/D1FP%20UK.pdf>
- [24] Balluff. Hydraulické komponenty [online] 2014. [cit. 2014-05-18]. Dostupné z: <<http://www.murri.fi/documents/kk-tuote/BTL-7-lineaarianturit.pdf>>
- [25] Semperit. Hydraulické komponenty [online] 2014. [cit. 2014-05-18]. Dostupné z: http://www.semperflex.com/uploads/tx_AScatalogsemperit/flexindlang/TU10_cz1306749598877.pdf

10 Seznam příloh

Příloha A: Hydraulické schéma – SLA437 – A

Příloha B: Specifikace prvků – SLA437 – B

Příloha C: Motorová listina – SLA437 – C

Příloha D: Hydraulický agregát – SLA437 – D

Příloha E: DVD nosič – obsahuje diplomovou práci včetně příloh