

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B2301 Strojní inženýrství

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Akademický rok 2011/2012

Petr HOLÝ

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2301 Strojní inženýrství
Studijní zaměření: Stavba výrobních strojů a zařízení

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Konstrukční návrh mazací jednotky pro převodovky

Autor: **Petr HOLÝ**

Vedoucí práce: **Doc. Ing. Zdeněk Hudec, CSc.**

Akademický rok 2011/2012

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Katedra konstruování strojů

Akad. rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno a příjmení: **Petr Holý**
Studijní program: **B2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Stavba výrobních strojů a zařízení**

Téma bakalářské práce:

KONSTRUKČNÍ NÁVRH MAZACÍ JEDNOTKY PRO PŘEVODOVKY

Základní požadavky:

Požadavky na vlastnosti konkrétní konstrukce budou uvedeny v příloze zadání.

Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

Osnova bakalářské práce:

- 1. Rešerše problému*
- 2. Varianty řešení, kinematická nebo bloková schémata, volba optimální konstrukční varianty*
- 3. Podklady pro výpočet – vstupní parametry (zátěžné stavy), rozměrový náčrt*
- 4. Projekt zadaného typu zařízení, dokumentace zahrnující sestavu, kusovník hlavních dílů, výpočet a popis*
- 5. Závěry – zhodnocení konstrukce vzhledem k výchozímu stavu a ke konkurenci*

Rozsah bakalářské práce:

- a) **textová část:** **30-40 stran formátu A4**
b) **grafická část:** **3 – 4 výkresy formátu A1,A2, A3**
Forma zpracování bakalářské práce : **tištěná a elektronická (CD)**

Doporučená literatura:

- [1] STANĚK, J., NĚMEJC, J. *Metodika zpracování a úprava diplomových (bakalářských) prací*, Plzeň: ZČU, 2005
- [2] BRENÍK, Přemysl; PÍČ, Josef. *Obráběcí stroje : Základy konstrukce a výpočtů*. 1. Praha : Nakladatelství technické literatury, 1970. 512 s.
- [3] BRENÍK, Přemysl; PÍČ, Josef. *Obráběcí stroje : Konstrukce a výpočty*. 2. Praha : Nakladatelství technické literatury, 1986. 576 s.

Podkladový materiál, výkresy, prospekty, katalogy apod. poskytnuté zadavatelem úkolu.

Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Ing. Zdeněk HUDEC, CSc.**
Katedra konstruování strojů

Konzultant bakalářské práce: **Ing. Radovan RAŠPL**
Wikov Gear s.r.o., Plzeň

Datum zadání bakalářské práce: **19. 10.2011**
Termín odevzdání bakalářské práce: **29. 6. 2012**

L.S.

Doc. Ing. Jiří Staněk, CSc.

děkan

Doc. Ing. Václava Lašová, Ph.D.

vedoucí katedry

V Plzni dne: 29. 6. 2012

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Katedra konstruování strojů

Akad. rok: 2011/2012

PŘÍLOHA ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno a příjmení: Petr Holý
Studijní program: **B2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Stavba výrobních strojů a zařízení**

Téma bakalářské práce:

Konstrukční návrh mazací jednotky pro převodovky

Požadavky a základní technické údaje:

- Zpracovat projektovou dokumentaci (hydraulické schéma, sestava, kusovník hlavních dílů, výpočet, popis) **mazací jednotky pro převodovku velikosti 80**
- Parametry zařízení

Převodovka pro vodní čerpadlo	Velikost 80	Funkční popis: Gear Functional Description
• Množství oleje	l/min	120
• Chladicí výkon chladiče	kW	80
• Teplotní spád oleje v chladiči	°C	15
• Teplota chladicí vody	°C	25
• Chladicí voda		mořská
• Tlak oleje na výstupu z agregátu	MPa	0,2 – 0,6
• Mazací olej		Syntetický VG150

- Dokumentace pro konstrukci

Převodovka pro vodní čerpadlo	Velikost 80	Funkční popis: Gear Functional Description
-------------------------------	-------------	--

V Plzni dne: 6.1.2012

Podklad pro zadání BAKALÁŘSKÉ práce studenta

PŘEDKLÁDÁ:	ADRESA	OSOBNÍ ČÍSLO
HOLÝ Petr	Ke Kačičlouži 5, Plzeň - Černice	S09B0291P

TÉMA ČESKY:

Konstrukční návrh mazací jednotky pro převodovky

NÁZEV ANGLICKY:

Designing of lubrication unit for gearboxes

VEDOUcí PRÁCE:

Doc. Ing. Zdeněk Hudec, CSc. - KKS

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Základní požadavky: \nl{ }
Požadavky na vlastnosti konkrétní konstrukce budou uvedeny v příloze zadání. \nl{ }
\nl{ }
Základní technické údaje: \nl{ }
Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání. \nl{ }
\nl{ }
Osnova bakalářské práce:\begin{ arab}
\item {Rešerše problému}
\item {Varianty řešení, kinematická nebo bloková schémata, volba optimální konstrukční varianty}
\item {Podklady pro výpočet ? vstupní parametry (záěžné stavý), rozměrový náčrt}
\item {Projekt zadaného typu zařízení, dokumentace zahrnující sestavu, kusovník hlavních dílů, výpočet a popis}
\item {Závěry ? zhodnocení konstrukce vzhledem k výchozímu stavu a ke konkurenci}
\end{ arab}
Konzultant: Rašpl Wikov Gear s.r.o.

SEZNAM DOPORUČENÉ LITERATURY:

\nl{ }
STANĚK, J., NĚMEJC, J. \kur {Metodika zpracování a úprava diplomových (bakalářských) prací}. Plzeň: ZČU, 2005
\nl{ } \nl{ }
PÍČ, J., BRENÍK, P. \kur {Obráběcí stroje - základy konstrukce a výpočtů}. Praha: SNTL, 1970 \nl{ } \nl{ }
PÍČ, J., BRENÍK, P., A KOLEKTIV \kur {Obráběcí stroje - konstrukce a výpočty}. Praha: SNTL, 1986 \nl{ } \nl{ }
\kur {Podkladový materiál, výkresy, katalogy, epod. poskytnuté zadavatelem úkolu} \nl{ } \nl{ }

Podpis studenta:

Datum:

Podpis vedoucího práce:

Datum:

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petr HOLÝ**
Osobní číslo: **S09B0291P**
Studijní program: **B2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Stavba výrobních strojů a zařízení**
Název tématu: **Konstrukční návrh mazací jednotky pro převodovky**
Zadávající katedra: **Katedra konstruování strojů**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Základní požadavky:

Požadavky na vlastnosti konkrétní konstrukce budou uvedeny v příloze zadání.

Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

Osnova bakalářské práce:

1. Rešerše problému
2. Varianty řešení, kinematická nebo bloková schémata, volba optimální konstrukční varianty
3. Podklady pro výpočet - vstupní parametry (zátěžné stavy), rozměrový náčrt
4. Projekt zadaného typu zařízení, dokumentace zahrnující sestavu, kusovník hlavních dílů, výpočet a popis
5. Závěry - zhodnocení konstrukce vzhledem k výchozímu stavu a ke konkurenci

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **30-40 stran A4**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:

STANĚK, J., NĚMEJC, J. *Metodika zpracování a úprava diplomových (bakalářských) prací.* Plzeň: ZČU, 2005

PÍČ, J., BRENÍK, P. *Obráběcí stroje - základy konstrukce a výpočtů.* Praha: SNTL, 1970

PÍČ, J., BRENÍK, P., A KOLEKTIV *Obráběcí stroje - konstrukce a výpočty.* Praha: SNTL, 1986

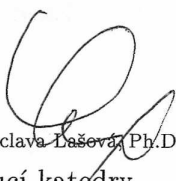
Podkladový materiál, výkresy, katalogy, apod. poskytnuté zadavatelem úkolu.

Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Ing. Zdeněk Hudec, CSc.**
Katedra konstruování strojů
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Radovan Rašpl**
WIKOV GEAR, Plzeň

Datum zadání bakalářské práce: **19. září 2011**
Termín odevzdání bakalářské práce: **25. května 2012**


Doc. Ing. Jiří Staněk, CSc.
děkan




Doc. Ing. Václava Daševá, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 19. září 2011

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Holý	Jméno Petr	
STUDIJNÍ OBOR	„Stavba výrobních strojů a zařízení“		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Hudec, CSc.	Jméno Zdeněk	
PRACOVISŤE	ZČU - FST - KKS		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Konstrukční návrh mazací jednotky pro převodovky		

FAKULTA	Strojní	KATEDRA	KKS	ROK ODEVZD.	2012
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	60	TEXTOVÁ ČÁST	39	GRAFICKÁ ČÁST	21
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Bakalářská práce obsahuje návrh mazacího systému pro zadanou kuželovou pravoúhlou převodovku velikosti 80 firmy Škoda Wikov Gear pohánějící vodní čerpadlo, která respektuje zadané parametry a požadavky zákazníka. Součástí práce je řešení daného problému, 3D vymodelovaná sestava, konstrukce navržená pomocí MKP, kusovník a výběr vhodných komponent. Modelování bylo prováděno v programu Inventor.
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	mazací systém, olej, filtr, čerpadlo, chladič, kuželová pravoúhlá převodovka, CAD, sestava, kusovník, MKP

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Holý	Name Petr	
FIELD OF STUDY	“ Construction machinery and equipment for manufacturing“		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Hudec,CSc.	Name Zdeněk	
INSTITUTION	ZČU - FST - KKS		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Designing of lubrication unit for gearboxes		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Machine Design	SUBMITTED IN	2012
----------------	------------------------	-------------------	----------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	60	TEXT PART	39	GRAPHICAL PART	21
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	Bachelor work includes design of a lubrication system for a given right angle gearboxes for water pumps size 80 of Skoda Wikov Gear, which is consistent with the specified parameters and customer requirements. The work includes research work, 3D modeled assembly, structure designed by FEM, BOM and selection of suitable components. Modeling was performed with Inventor.
KEY WORDS	lubrication unit, oil, filtration, mechanical pump, cooler, right angle gearbox for water pump, CAD, report, BOM, FEM

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne:

**.....
podpis autora**

Poděkování

Díky patří všem, kteří podporovali práci na této bakalářské práci. Především pak vedoucímu práce panu Doc. Ing. Zdeňkovi Hudcovi, CSc. za podporu a usměrnění práce. Dále zadavateli panu Ing. Radovanu Rašploví a jeho kolegovi Ing. Michalovi Boudovi za podkladové materiály, rady a příjemné jednání.

Poděkování patří i zástupcům firem poskytující modely komponent a Jaroslavu Forejtovi za odbornou a jazykovou korekturu, připomínky a zkušenosti z mnohaleté praxe konstruktéra.

Obsah:

1	Mazací systémy převodových skříní a ložisek	4
1.1	Druhy mazacích oběhů a zařízení	4
1.1.1	Samočinný mazací oběh	4
1.1.1.1	Uzavřený mazací oběh	4
1.1.1.1.1	Spádový	4
1.1.1.1.2	Tlakový	4
1.1.1.2	Otevřený mazací oběh	5
1.1.2	Centrální tlakové mazání	5
1.1.3	Mazání broděním a rozstříkem	5
1.1.4	Mazání olejovou mlhou	6
1.1.5	Ruční mazání	7
1.1.6	Čističe oleje	7
1.2	Výběr maziva pro převodovku	7
1.2.1	Olej	7
1.2.2	Tuk	8
1.3	Kontrola funkce samočinného mazacího okruhu – tlaková, teplotní	9
2	Mazání ložisek	10
2.1	Mazání plastickým mazivem	10
2.1.1	Plastická maziva	10
2.1.2	Viskozita základní olejové složky plastického maziva	11
2.1.3	Konzistence	11
2.1.4	Teplotní rozsah	12
2.1.5	Ochrana proti korozi a vodě	13
2.1.6	Únosnost mazivového filmu	13
2.1.7	Mísitelnost	14
2.2	Domazávání	14
2.2.1	Různé provozní podmínky	15
2.2.1.1	Provozní teplota	15
2.2.1.2	Svislá uložení	15
2.2.1.3	Vibrace	15
2.2.1.4	Rotující vnější kroužek	15
2.2.1.5	Znečištění	15

2.2.1.6	Velmi nízké otáčky	15
2.2.1.7	Vysoké otáčky.....	16
2.2.1.8	Velmi vysoká zatížení.....	16
2.2.1.9	Velmi nízká zatížení	16
2.2.1.10	Nesouosost	16
2.2.1.11	Velká ložiska	16
2.2.1.12	Pozorování a kontrola.....	16
2.2.2	Postup při domazávání	16
2.2.2.1	Doplnění maziva	17
2.2.2.2	Výměna plastického maziva	19
2.2.2.3	Nepřetržité domazávání	19
2.3	Mazání olejem.....	20
2.3.1	Způsoby mazání olejem	20
2.3.1.1	Olejová lázeň	20
2.3.1.2	Mazací kroužek.....	21
2.3.1.3	Mazání s nuceným oběhem oleje.....	21
2.3.1.4	Mazání vstřikovaným olejem.....	22
2.3.1.5	Mazání systémem olej-vzduch.....	22
2.3.1.6	Olejová mlha.....	23
2.3.2	Mazací oleje	23
2.3.2.1	Volba mazacího oleje.....	24
2.3.2.2	Výměna oleje	25
3	Konstrukční návrh mazací jednotky pro převodovky.....	26
3.1	Axiální síla od čerpadla	26
3.2	Jmenovitý výkon převodovky.....	26
3.3	Účinnost	27
3.4	Mazání	28
3.4.1	Syntetické převodové oleje (polyglykoly)	28
3.4.2	Minerální oleje	28
3.5	Chlazení	29
4	Kompletace mazacího systému.....	29
4.1	Čerpadlo.....	30
4.2	Filtr.....	30

4.3	Olej.....	31
4.4	Chladič.....	31
4.5	Potrubicí a šroubení.....	31
4.6	Teploměry.....	31
4.7	Manometry.....	31
4.8	Tlakové prvky.....	32
4.8.1	Zpětný ventil.....	32
4.8.2	Kulový kohout.....	32
4.8.3	Přetlakový ventil.....	32
4.9	Průtokoměr.....	32
4.10	Konstrukce.....	33
4.10.1	Výroba.....	33
4.10.2	Pevnostní analýza.....	33
4.11	Spojovací materiál.....	34
5	Závěr.....	34
6	Obsah.....	36
6.1	Seznam zkratk.....	36
6.2	Seznam zdrojů.....	36
6.2.1	Seznam literatury.....	36
6.2.2	Ostatní zdroje.....	36
6.2.3	Internetové zdroje.....	36
6.3	Obsah Compact Disku.....	38
6.4	Seznam příloh.....	38
6.5	Seznam obrázků, tabulek a grafů.....	39

1 Mazací systémy převodových skříní a ložisek [2]

Mazání převodovek a ložisek zajišťuje bezproblémový chod, snižuje hlučnost, prodlužuje dobu životnosti jednotlivých částí, zmenšuje opotřebení a hlavně snižuje energetické ztráty vzniklé třením. Přesto však zbývajícím třením funkčních ploch vzniká teplo, které je odváděno pomocí správně navrhnutého systému mazání. Na každém strojním zařízení je mnoho míst, která se musejí systematicky a správně mazat, a kterým je nutné věnovat větší pozornost. Patří mezi ně například některé spojky, ložiska, ozubení ozubených kol, vodící dráhy, atd. Všechny tyto členy vyžadují nepřetržité mazání, aby nedošlo k zadření stroje, hmotné škodě a následnému úrazu. Vhodný výběr maziva a mazacího systému je závislý na mnoha faktorech. Druhy systémů budou následně popsány a detailněji rozebrány.

Obecně ale platí zásada, že u všech převodovek je nutné použít odvodušňovač, aby se vlivem oteplení vyrovnal tlak uvnitř převodovky s okolím. Kdyby se tak nestalo, unikalo by olej těsněním ven.

1.1 Druhy mazacích oběhů a zařízení

1.1.1 Samočinný mazací oběh

1.1.1.1 Uzavřený mazací oběh

1.1.1.1.1 Spádový

Samočinný mazací oběh je řešen buď jako uzavřený mazací oběh nebo jako otevřený mazací oběh. Uzavřený oběh v průběhu mazání neztrácí mazivo. Naopak pro otevřený oběh je typické, že v průběhu mazání dochází ke ztrátám na množství maziva. Běžně se pro mazání používá z ekonomických a ekologických důvodů uzavřený oběh. Vhodným příkladem spádového uzavřeného mazacího oběhu je převodovka hlavního pohonu soustruhu. Princip spočívá v čerpání mazacího oleje ze dna převodové skříně zubovým elektrickým čerpadlem. Olej je nasáván přes koš a tlačěn přes olejový filtr do sběrné mísy, která se nachází v horní části převodové skříně. Z této mísy je olej samospádem rozváděn na jednotlivá místa. Při dopadu oleje na rotující ozubená kola je olej rozstříknut

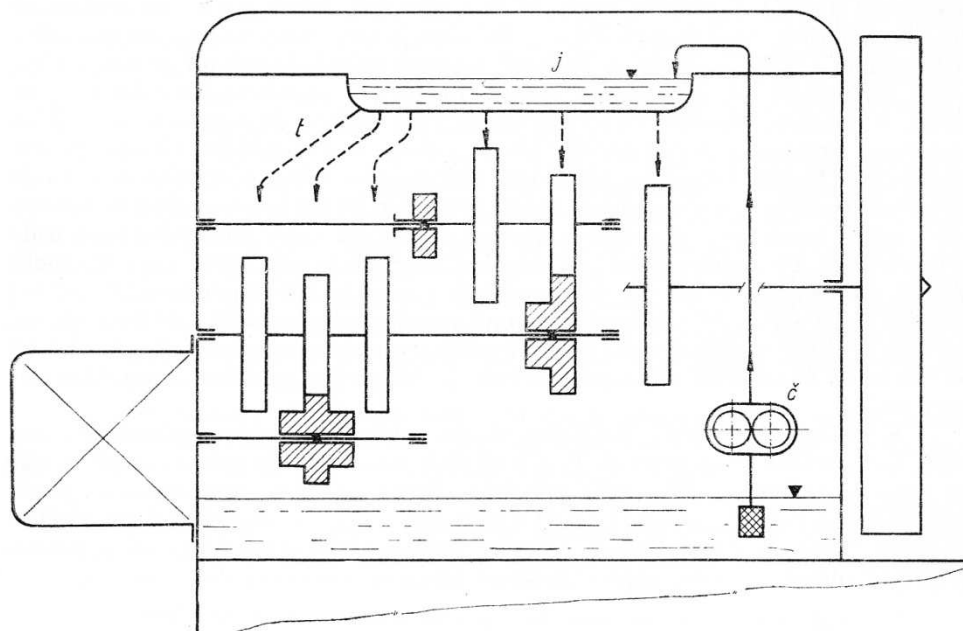
do prostoru a tvoří olejový déšť, který maže všechny členy potřebující mazání i přesto, že se nenachází přímo pod mazaným místem. Jsou takto dostatečně mazaná i ložiska ve stěně převodové skříně, kam olej v dostatečném množství zateče a ložiska namaže.

1.1.1.1.2 Tlakový

Na druhou stranu tlakový mazací systém přivádí olej na přesně stanovená místa převodové skříně v příslušném množství. Olej je na členy stříkán speciálními vstřikovacími tryskami. Tlakově jsou mazány i vodící dráhy hoblovek, suportů, stojanů, stolů a upínacích desek svislých soustruhů. Dlouhé kluzné plochy jsou tlakově mazány na několika místech po celé délce. Tlakovým otevřeným mazacím systémem je například mazáno vedení vřeteníku na stojanu vodorovné vyvrtávačky.

1.1.1.2 Otevřený mazací oběh

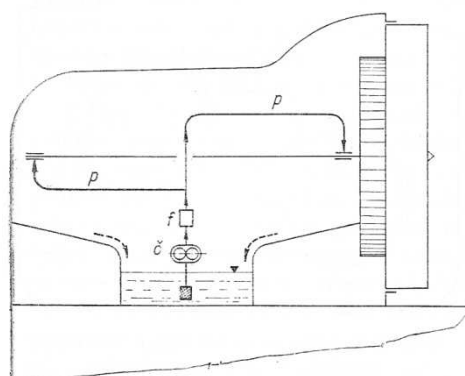
Otevřený mazací oběh se z důvodu ztrát na mazivu používá minimálně, hlavně kvůli ekonomickým a ekologickým faktorům.



Obrázek 1. Schéma ústředního oběhového spádového mazání ve vřeteníku hrotového soustruhu [2]

1.1.2 Centrální tlakové mazání

Používá se u poloautomatických nebo ručních obráběcích strojů. Ručně nebo samočinně poháněné pístové čerpadlo tlakově maže místa potřebná k mazání. Tímto způsobem mazání se předchází zanedbání ručně mazaných míst.



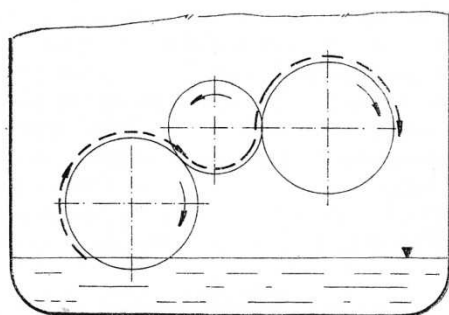
Obrázek 2. Schéma tlakového mazání ložisek vřetena velkého hrotového soustruhu [2]

1.1.3 Mazání broděním a rozstříkem

Podle použité literatury se mazání broděním používá pro menší obvodové rychlosti (do 3m/s) ozubených kol. Nejníže položená ozubená kola v převodové skříni jsou ponořena do olejové lázně a svým otáčivým pohybem vynášejí olej na ostatní ozubená kola a výše položené členy.

Pro větší obvodové rychlosti (3 až 8m/s) ozubených kol se používá mazání rozstříkem. Podobně jako u mazání broděním je nejspodnější ozubené kolo ponořeno do olejové lázně a svým pohybem rozstříkuje olej po předovce, který vytváří jemné kapky pronikající k ložiskům ve stěně skříně. Spodní kolo je ponořeno od 1/6 do 1/3 svého průměru. Malé ponoření brání dostatečnému rozstříku oleje a naopak velké ponoření kola do oleje zvyšuje hydraulické ztráty a zbytečné oteplování oleje, stejně jako jeho nadměrná obvodová rychlost nad 8m/s. Při vyšší rychlosti je nutné použít jiný druh mazání – například tlakové mazání s uzavřeným oběhem, kde je olej vstříknut mazacími tryskami přímo na mazaná místa.

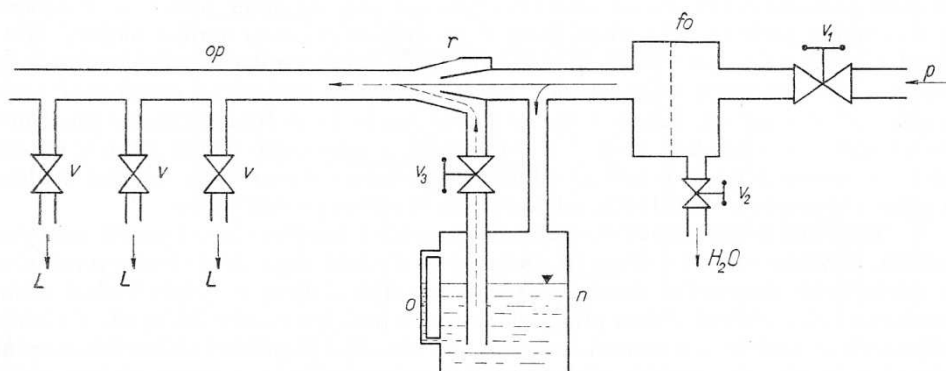
V některých firmách (ve firmě Škoda Wikov Gear) se však broděním používá do obvodových rychlostí 12 m/s a broděním pouze zubů kol do výšky 2,25 modulu.



Obrázek 3. Schéma uspořádání brodivého mazání ve skříní převodovky [2]

1.1.4 Mazání olejovou mlhou

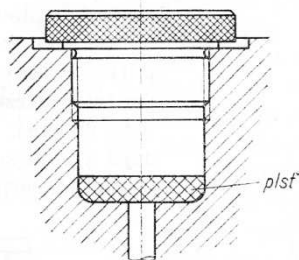
Tento druh mazání se používá pro rychloběžná ložiska a vřetena obráběcích strojů s obvodovými rychlostmi nad 25m/s. Princip spočívá ve vzniku olejové mlhy v rozprašovači, do kterého je přiváděn pod tlakem vzduch, který strhává a rozprašuje kapičky oleje. Přiváděný vzduch je vyčištěný a odlučovačem zbavený vody. Vzniklá olejová mlha je přiváděna ke konkrétním ložiskům. Tento způsob mazání je výhodný z hlediska mazání i chlazení. Použité množství oleje je velmi malé a olej je efektivně využit. Velkou výhodou je chlazení proudícím vzduchem a díky mírnému přetlaku nevnikají do převodovky nečistoty z okolí. Více informací o mazání touto metodou je napsáno v části o ložiskách.



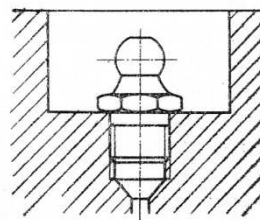
Obrázek 4. Schéma mazání olejovou mlhou [2]

1.1.5 Ruční mazání

Ručně mazaná místa jsou značena červenohnědou barvou a měla by být snížena na co nejmenší počet s co největším intervalem mazání (několik dní až týdnů). Nenamazání těchto míst v daném intervalu však nezpůsobí zadření a poruchu stroje. Ruční mazání se většinou provádí kulovými hlavicemi k promazání ručním vysokotlakým lisem na olej, případně tukem.



Obrázek 5. Mazací jímka na velkém obráběcím stroji [2]
přímá

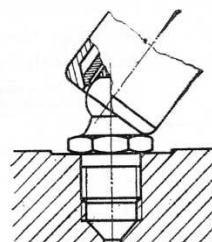


Obrázek 6. Kulová hlavice

k ručnímu tlakovému mazání olejem [2]



Obrázek 7. Mazací zátka s uzavěrnou kuličkou [2]



Obrázek 8. Sklídlová spojka mazacího lisu na olej,
nasazená na kulovou hlavici [2]

1.1.6 Čističe oleje

Čističe oleje neboli filtry se používají k odstranění nečistot z protékajícího oleje. Nečistoty brání plynulému a bezhlučnému chodu, přispívají k opotřebení a zadírání ložisek. Filtr se většinou sestává ze dvou částí, kdy v první vícelamelové části jsou odstraněny hrubé nečistoty. Následuje část druhá, ve které se z oleje odstraní jemnější nečistoty a zároveň se odstraní pomocí magnetů kovové částice vzniklé opotřebáváním součástí.

1.2 Výběr maziva pro převodovku

1.2.1 Olej

Pro převodovky strojů jsou potřeba oleje se specifickými vlastnostmi k zabezpečení výborných mazacích vlastností, jakožto vytvoření potřebného olejového filmu, správná viskozita a maznost. Použité oleje musejí snášet vyšší teploty a zároveň být odolné vůči stárnutí, chemickému znehodnocení, tvoření kalů a pěny od pohyblivých se součástí.

Moderní uhlovodíkové základové oleje, ať už ropné nebo syntetické, zajišťují spolehlivé mazání. Klasifikací SAE se z hlediska viskozity rozlišuje 11 viskózních tříd.

Pokud by bylo nutné použít v nějakých extrémnějších podmínkách olej s vyšší mazností, přidávají se do oleje protioděrové přísady nebo vysokotlaké mazivostní přísady. Přísady ale musí být přidány ve správném množství, protože nadbytek těchto protioděrových přísad, namísto ochrany převodovky a zlepšení chodu, působí vůči stroji korozně. Korozí způsobuje také nadměrná kyselost oleje, který proto musí být chráněn alkalickou rezervou. Tato rezerva je součástí detergentních přísad do olejů. Velmi sledované jsou detergentní a disperzní vlastnosti oleje. Detergentní přísady neustále čistí povrch převodovky a udržují ho tak v čistotě a v ochraně před dalším špiněním a tvořením nánosů a povlaků. Disperzní přísady zase zajišťují, aby se částice špíny neustále vznášely v prostoru a nesedaly na povrchy, které špiní. Mezi další potřebné přísady oleje jsou antioxidanty chránící olej před oxidací. Oxidace způsobuje degradaci základového oleje, zhoršení všech jeho vlastností a odolnost vůči korozi.

Další důležitou vlastností oleje je slučitelnost s plasty. Ropné oleje plasty nenabobtnávají, problém však může nastat u syntetických olejů. Tyto oleje mohou ničit hadičky a další plastové části převodovek. V souvislosti s tímto faktorem musejí být plastové díly navrženy ze správného materiálu. Jelikož kluzným i valivým třením funkčních částí vzniká teplo, musí mít olej správné termodynamické vlastnosti, aby mohl vznikající teplo odvádět k ochlazení. V obráběcích strojích jsou převážně používány minerální ložiskové oleje s označením J, B, P (podle ČSN).

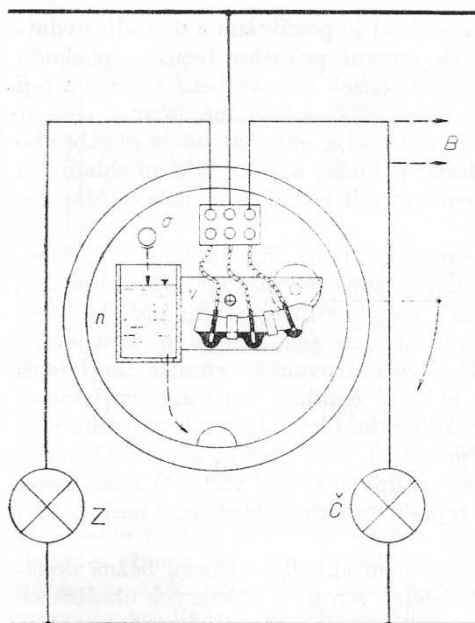
1.2.2 Tuk

Pro pomaluběžná ložiska, kuličková ložiska a některé vodící dráhy jsou používány mazací tuky. Tuk se do ložisek vpravuje Staufferovými maznicemi nebo mazacím lisem. Velmi výhodné je použití vysoce trvanlivých tuků na bázi syntetických olejů pro špatně přístupná valivá ložiska, kde interval mazání může dosáhnout i jednoho roku a více. Velmi dlouhý interval mazání je i u samostatně vestavěných ložisek elektromotorů. Více v odstavci o mazání valivých ložisek plastickými mazivami.

1.3 Kontrola funkce samočinného mazacího okruhu – tlaková, teplotní

Je nutné kontrolovat jak množství oleje, tak i jeho teplotu. K vizuální kontrole okruhu slouží zasklené průhledy umístěné na rychlostních skříních i vřetenících. Kontrolu mazání zajišťují hlídače mazání nezávislé na pozornosti obsluhy. Hlídače průtoku jsou buď vahadlové s rtuťovými kontakty nebo tlakové ventily. Tlakové ventily mají elektronickou indikaci, která detekuje hladinu oleje nebo jeho průtočné množství. Porucha tak může být sdělena obsluze stroje buď zvukově nebo světelně a obsluha může podle pokynů zareagovat. V případě opominutí závady je stroj automaticky zastaven. Z provozních důvodů je zapnutí mazání řešeno tak, že se při zapnutí stroje nejprve rozběhnou mazací čerpadla (pokud jsou přítomna; viz dále) a až po promazání důležitých míst je spuštěna samotná převodovka.

Olej je vlivem zahřívání převodovky nutné chladit. Proto je olejové potrubí u více se zahřívajících převodovek vedeno přes vhodně dimenzovaný chladič, kdy je olej ochlazen na správnou teplotu. Pomocí automatické regulace teploty může být k jednotlivým členům (např. ložiskům) přiváděn olej v závislosti na jejich otáčkách a teplotě. K hlídání teploty v minulosti sloužily mechanické teploměry. Dnes je tento problém většinou řešen elektronicky přes elektrotermometry fungující na principu změny odporu a tudíž úbytku napětí na polovodičovém prvku. Zvýšená teplota oleje je samozřejmě sdělena obsluze stroje. [2], [3]



Obrázek 9. Schéma zapojení hlídače mazání s vahadlovým rtuťovým přepínačem se světelnou signalizací funkce mazání [2]

U převodovek pracujících v zimě a mrazech se používá předehřev oleje topnými tělesy, které jsou zabudované v převodovce nebo olejové nádrži. Tento předehřev má i převodovka, pro kterou je navrhován mazací systém. Ohřev oleje ale není součástí zadání.

2 Mazání ložisek [4]

- 1) valivá
 - a) s bodovým stykem
 - b) s čárovým stykem
- 2) kluzná

Na trhu je pro mazání ložisek velké spektrum mazacích olejů, tuků a maziv pro extrémní teploty. Správná volba maziva výrazně ovlivňuje životnost ložiska, jeho provozní teplotu, interval mazání a další. Ideální provozní teploty lze dosáhnout jen tehdy, je-li v ložisku minimální množství maziva, které je ještě schopné zajistit spolehlivé mazání. Větší množství ložisko zatěžuje. Vždy by ale mělo být v ložisku více maziva než je teoretické minimální množství, protože mazivo musí plnit ještě další úkoly, jako je těsnící účinek nebo chlazení. Vlivem vibrací, mechanického namáhání, stárnutí a znečištění mazivo degraduje (klesá jeho mazací schopnost) a je ho proto nutné kontrolovat, měnit a doplňovat.

2.1 Mazání plastickým mazivem

Ve srovnání s olejem se tuk v běžných uložení valivých ložisek používá především proto, že se lépe udrží v uložení se šikmou nebo svislou hřídelí a není tak lehce vytlačen z ložiska.

V případech, kdy nelze použít mazání olejem nebo olejovou mlhou se musí zvolit jiná metoda. Většinou se zvolí mazání plastickým mazivem. Plastické mazivo je buď uloženo v ložisku z výroby a je ho nutné namazat až po určitém čase provozu (nejčastěji v motorech), nebo se ložisko maže až při montáži do zařízení. Existují ale i oboustranně zakrytovaná ložiska například od firmy SKF, FAG, ZVL nebo ZKL, které dodávají utěsněná ložiska, ve kterých náplň maziva vydrží déle než je životnost ložiska. Takto upravené ložiska není možné kromě některých konstrukčních úprav domazávat. Další text bude zaměřen na ložiska bez integrovaných těsnění nebo krytů, mazaná mazacími tuky.

Stejně jako škodí příliš málo maziva, škodí i velké množství. Jestliže je v ložisku nadbytek tuku, ložisko se při běhu nadměrně zahřívá. Proto by mělo být mazivo vtlačeno do ložiska a v okolním prostoru by mělo být mazivo jen z části, aby se to přebytečné mohlo z ložiska vytěsnit při běhu. Proto se doporučuje při prvním spuštění nejprve ložisko zaběhnout. Zabíhání se provádí při nižších otáčkách, kdy se ložisko vlivem nadměrného množství maziva otepluje. Jakmile se hmota vytěsní, ložisko sníží svou teplotu, je zaběhnuté a je možné pustit stroj na maximum.

2.1.1 Plastická maziva

Plastická maziva jsou zahuštěné syntetické nebo minerální oleje. Zahušťovadla jsou většinou kovová mýdla. Jako jiné zahušťovadlo se pro vyšší teploty používá například polymočovina. Jsou stejně jako oleje obohacena o aditiva zlepšující vlastnosti vlastního maziva. Při volbě maziva na konkrétní ložisko je třeba brát v úvahu jeho konzistenci, viskozitu základní olejové složky, protikorozní vlastnosti a únosnost. V dnešní době se vyrábí maziva různých typů pro téměř všechny provozní aplikace a podmínky. Výrobci maziv své produkty kontrolují a průběžně testují jak v laboratořích, tak i v běžném provozu.

2.1.2 Viskozita základní olejové složky plastického maziva

Stejná pravidla jako u viskozity oleje platí i pro mazací tuky. Viskozita základní olejové složky je obvykle $500\text{mm}^2/\text{s}$ při 40°C . Plastická maziva, která mají základní olejovou složku vyšší než $1000\text{mm}^2/\text{s}$ při 40°C uvolňují olej tak pomalu, že ložisko není dostatečně mazáno. Jestliže je kvůli nízkým otáčkám nutné zvolit mazivo s vyšší viskozitou než je $1000\text{mm}^2/\text{s}$ při 40°C , je nejvhodnější zvolit mazání mazivem s maximální viskozitou $1000\text{mm}^2/\text{s}$ při 40°C , které dobře uvolňuje olej nebo zvolit olejové mazání.

Viskozita základní olejové složky má také vliv na mazní otáčky daného ložiska, jichž lze dosáhnout při mazání plastickým mazivem. Přípustné otáčky ložiska závisí na pevnosti ve smyku daného maziva, která je určena zahušťovadlem. Mnoho výrobců maziv uvádí tak zvané OTÁČKOVÉ ČÍSLO [4], které vyjadřuje vhodnost použití maziva pro požadované otáčky.

Vzorec pro výpočet O.Č.: $A = n \cdot d_m$

A = otáčkové číslo; [mm/min]

n = otáčky; [min^{-1}]

d_m = střední průměr ložiska = $\frac{1}{2} \cdot (d+D)$; [mm]

Pro uložení pracující při velmi vysokých otáčkách ($A > 700\,000$ pro kuličková ložiska) jsou nejvhodnější plastická maziva se základní olejovou složkou s nízkou viskozitou.

2.1.3 Konzistence

Podle klasifikace NLGI (National Lubricating Grease Institute) se plastická maziva dělí do několika konzistenčních tříd. Ideální plastické mazivo pro mazání ložisek by během provozu za různých provozních teplot a namáhání nemělo měnit svou konzistenci. Maziva, která tuhnou při nižších teplotách brzdí ložisko a neuvolňují potřebné množství oleje. Naopak měknoucí maziva při vyšších teplotách mohou unikat z ložiskového prostoru. Pro mazání valivých ložisek se používají hlavně konzistenční třídy 1, 2 a 3. Toto jsou plastická maziva zahuštěná kovovými mýdly. S rostoucím číslem třídy viskozita stoupá. Nejpoužívanější konzistenční třída je 2. Maziva s nižší viskozitou jsou vhodná buď pro nízké provozní teploty (netuhnou) nebo pro lepší čerpatelnost. Třída 3 se používá převážně pro ložiska se svislou osou rotace. Takto viskózní plastická maziva ložisko spolehlivě mažou, aniž by mazivo nadměrně skapávalo. Přesto se pro takto mazaná svislá ložiska umísťuje plechový kroužek, který zabrání případnému úniku maziva z ložiska.

Velmi nepříznivý faktor pro mazání ložiska jsou vibrace. Jelikož vibrace vracejí mazivo zpět do ložiskového prostoru, je ložisko velice mechanicky namáháno (teplotou). V tom případě je taktéž vhodné použít plastické mazivo s vyšší konzistencí, aby se předešlo přebytečnému vracení maziva do ložiska. Při těchto aplikacích je však nutné používat mechanicky velmi stabilní plastická maziva.

Plastická maziva zahuštěná polymočovinou mohou měknout nebo tuhnout v závislosti na namáhání ve smyku. Jestliže se tedy použijí v uložení se svislou osou rotace, za určitých podmínek hrozí únik maziva z ložiska.

Součinitele ložisek a doporučené mezní hodnoty otáčkového čísla A				
Typ ložiska ¹⁾	Součinitel ložiska b_f	Doporučené mezní hodnoty otáčkového čísla A pro poměr		
		$C/P \geq 15$	$C/P \approx 8$	$C/P \approx 4$
–	–	m/m/min		
Kuličková ložiska	1	500 000	400 000	300 000
Kuličková ložiska s kosoúhlým stylem	1	500 000	400 000	300 000
Naklápací kuličková ložiska	1	500 000	400 000	300 000
Válečková ložiska				
– axiálně volná	1,5	450 000	300 000	150 000
– axiálně vodící, pro nulové axiální zatížení	2	300 000	200 000	100 000
– nebo pro malé, ale střídavé axiální zatížení	4	200 000	120 000	60 000
– axiálně vodící, pro trvalé malé axiální zatížení	4	NA ³⁾	NA ³⁾	20 000
– bez klece, s plným počtem válečků ²⁾	4	NA ³⁾	NA ³⁾	20 000
Kuželíková ložiska	2	350 000	300 000	200 000
Soudečková ložiska				
– pro $F_y/F_r < e$ a $d_m \leq 800$ mm				
řady 213, 222, 238, 239	2	350 000	200 000	100 000
řady 223, 230, 231, 232, 240, 248, 249	2	250 000	150 000	80 000
řady 241	2	150 000	80 000 ⁴⁾	50 000 ⁴⁾
– pro $F_y/F_r < e$ a $d_m > 800$ mm				
řady 238, 239	2	230 000	130 000	65 000
řady 230, 231, 232, 240, 248, 249	2	170 000	100 000	50 000
řady 241	2	100 000	50 000 ⁴⁾	30 000 ⁴⁾
– pro $F_y/F_r > e$				
všechny řady	6	150 000	50 000 ⁴⁾	30 000 ⁴⁾
Toroidní ložiska CARB				
– s klecí	2	350 000	200 000	100 000
– bez klece, s plným počtem valivých těles ²⁾	4	NA ³⁾	NA ³⁾	20 000
Axiální kuličková ložiska	2	200 000	150 000	100 000
Axiální válečková ložiska	10	100 000	60 000	30 000
Axiální soudečková ložiska				
– rotující hřídelový kroužek	4	200 000	120 000	60 000

¹⁾ Součinitele ložiska a doporučené mezní hodnoty otáčkového čísla "A" platí pro ložiska se standardní vnitřní geometrií a klecí ve standardním provedení. V případě jiné vnitřní konstrukce ložisek a zvláštního provedení klecí se laskavě obraťte na technicko-konzultační služby SKF.

²⁾ Hodnota t_r podle diagramu 4 musí být vydělena 10.

³⁾ Neplatí pro tento případ – pro tyto hodnoty C/P je doporučeno ložisko s klecí.

⁴⁾ Pro vyšší otáčky je doporučeno olejové mazání.

2.1.4 Teplotní rozsah

Rozsah teplot, v jakých může ložisko bezpečně pracovat, určuje především základní olejová složka, zahušťovač a v neposlední řadě aditiva. Někteří výrobci maziv používají k označení teplotního rozsahu koncepci dopravního semaforu. Jestliže je ložisko ve spolehlivé provozní teplotě, nachází se v zelené části semaforu. V tomto poli pracuje ložisko optimálně a může být přesně stanovena životnost maziva. Na hranicích teplot zajišťující spolehlivý provoz jsou dolní mezní provozní teplota a horní mezní provozní teplota. Nad hranicí horní mezní provozní teploty začíná plastické mazivo nadměrně stárnout a vedlejší produkty oxidace mají negativní vliv na mazání. Z tohoto důvodu by mělo ložisko setrvat v této žluté části co možná nejkratší dobu. Žluté pásmo je také pro nízké teploty, které snižují schopnosti maziva uvolňovat dostatečné množství oleje a zvyšují konzistenci maziva. Malé množství uvolněného oleje se projeví negativně hlavně na stykových plochách mezi valivými tělesy a oběžnými drahami. Mezní teploty, tj. dolní mezní teplota a horní mezní teplota jsou přesně definovány. Mají červenou barvu, leží za žlutým pásmem a teplota ložiska by se v nich vůbec neměla pohybovat. Dolní mezní teplota je nejnižší teplota, při níž umožní plastické mazivo uvést ložisko snadno do pohybu. Tato teplota je určena především typem základní olejové složky. Horní mezní

teplota je určena typem zahušťovačů a u plastických maziv na bázi mýdla je určena bodem skápnutí. Bod skápnutí určuje teplotu při níž mazivo ztrácí svou konzistenci a kapalní.

Ložiska s bodovým a čárovým stykem mají rozdílné hodnoty dolní mezní provozní teploty. Vzhledem k tomu, že kuličková ložiska lze mazat jednodušeji než ložiska s čárovým stykem, je dolní mezní provozní teplota pro kuličková ložiska méně důležitá. Jestliže ložiska s čárovým stykem budou pracovat dlouhodobě pod touto mezí, dojde k jejich závažnému poškození. Krátkodobý chod v tomto žlutém pásmu, např. studený start, není škodlivý, jelikož teplo vyvolané třením posune teplotu ložiska do zeleného pásma. Koncepce dopravního semaforu platí pro jakékoli plastické mazivo; avšak teplotní pásma jednotlivých plastických maziv se liší a mohou být stanovena pouze funkční zkouškou s ložisky. Teplotní pásma jsou závislá na zkouškách jednotlivých maziv v ložiskách a mohou se lišit jednotlivými výrobci maziv. Teplota v ložisku je zpravidla měřena na vnějším kroužku. Přechody mezi jednotlivými teplotními pásmy nejsou ostré a právě v důsledku rozdílných hodnot od jednotlivých výrobců se mírně rozcházejí.

2.1.5 Ochrana proti korozi a vodě

Aditivní složky maziva a plastické mazivo samotné by mělo být odolné proti vypláchnutí vodou a proti korozi, kterou voda a vlhkost způsobuje. Odolnost proti vodě určuje zpravidla typ zahušťovačů. Nejlepší odolnost proti vodě mají lithná komplexní, sodná komplexní a polymočovinová plastická maziva. Antikorozní vlastnosti závisí především na typu použité přísady pro ochranu proti korozi. Při nízkých otáčkách, kdy ztráty v mazivu nejsou velké, je vhodné vyplnit celé ložisko mazivem, aby do něj nemohla proniknout voda.

2.1.6 Únosnost mazivového filmu

Trvanlivosti ložisek jsou negativně ovlivňovány nedostatečným mazáním mezi kontaktními plochami, které se po sobě valí a třou. Tenký mazivový film mezi těmito plochami vede k většímu opotřebení a zahřívání ložiska. Proto jsou do plastických maziv přidávány přísady EP (Extreme Pressure), které jsou z maziva uvolněny vlivem vysoké teploty přesně v místě mikroskopických výstupků přímého styku ploch. EP aditiva jsou aktivována a plochy jsou dostatečně mazány a chráněny proti opotřebení. Výsledkem je hladší povrch, nižší napětí v místě styku a prodloužení provozní trvanlivosti.

Použití EP přísad má ale i svoje úskalí. Většina těchto moderních aditiv obsahuje síru nebo fosfor, které mohou negativně ovlivňovat pevnost a strukturu ložiskové ocele. Při použití těchto aditiv se chemická aktivita nemusí omezit pouze na místo styku vrcholků nerovností. EP aditiva totiž mohou s materiálem chemicky reagovat při zvýšené teplotě, podněcovat vznik koroze a urychlit havárii ložiska, která je zpravidla způsobena mikropittingem. Z tohoto důvodu se nedoporučuje u těchto maziv používat vyšší provozní teploty než 80°C, nebo použít méně reaktivní EP přísady. Rozhodně by však tato maziva neměla být používána při teplotách vyšších 100°C. Pro nízké otáčky jsou určena maziva, která obsahují jako aditiva pevné látky. Nejčastěji je to grafit a siričkatý molybden (MoS₂) podporující vznik EP efektu. Při použití pevných aditiv však musí být zaručena vysoká čistota a malá velikost použitých částic, jinak by mohlo dojít k vytvoření vtisků v oběžných drahách při převalování valivými tělesy a následně způsobit zkrácení únavové trvanlivosti ložiska.

Dalším typem přísad jsou AW (Anti-Wear), které mají bránit styku kov na kov a snižovat otěr. Z tohoto důvodu jsou velmi podobné jako EP přísady a často se EP a AW vůbec nerozlišují. Hlavní rozdíl je ten, že AW přísady vytvářejí na povrchu kovu ochrannou vrstvu, která přilne k povrchu, který chrání. Vrcholky nerovností tak mezi sebou spíše kloužou, než aby se otíraly. Klouzající materiály se tak neobrušují a neohlazují jako při použití EP přísad. Je však nutné dávat pozor na stejný efekt při zvýšené teplotě. AW přísady mohou obsahovat stejné prvky jako EP přísady a jsou tak schopny pronikat do ložiskové ocele, měnit a oslabovat její strukturu. Některá zahušťovadla (např. vápenatosulfonátová komplexní) vytvářejí stejný jev jako přísady EP a AW, avšak bez chemické aktivity. Výsledný účinek se tak kladně projeví na únavové trvanlivosti ložiska. Z toho důvodu mezní provozní teploty stanovené pro přísady EP neplatí pro tato plastická maziva. Jestliže je tloušťka mazivového filmu dostatečná, není třeba používat maziva ošetřená EP a AW přísadami. Jejich použití se naopak doporučuje při předpokládaném velkém prokluzu valivých tělísek.

2.1.7 Mísitelnost

Při změně plastického maziva v ložisku se musí přihlížet na mísitelnost starého a nového maziva. Když by maziva nebyla mísitelná, mohlo by dojít k výrazné změně konzistence výsledné směsi a případnému vytlačení maziva z prostoru ložiska a havárii. V zásadě spolu mohou být bez negativních dopadů míšena maziva vyrobená ze stejného zahušťovadla a podobné základní olejové složky. Například plastická maziva s lithným zahušťovadlem a minerálním olejem lze smísit s jiným mazivem s lithným zahušťovadlem a minerálním olejem. Také jsou mísitelná některá plastická maziva s rozdílnými zahušťovadly, např. vápenaté komplexní a lithné komplexní mazivo. Konzervační prostředky jsou mísitelné s většinou plastických maziv kromě těch na polymočovinné bázi. Dále nejsou s konzervanty slučitelná maziva se základní syntetickou složkou a PTFE zahušťovadlem.

2.2 Domazávání

Jestliže je životnost maziva kratší než životnost ložiska, musí být ložisko domazáno. A to nejlépe v pravidelných intervalech ještě před degradací starého maziva. Domazávací intervaly se velmi různí. Jsou ale nejvíce ovlivněny typem ložiska, jeho velikostí, otáčkami, provozní teplotou, druhem plastického maziva, prostorem v uložení a okolními podmínkami. Z těchto činitelů však nelze určit mazací interval přesně, nýbrž jen přibližně. SKF určuje mazací interval jako dobu, kdy je 99% ložisek ještě spolehlivě mazáno. Většinou se vychází z dlouhodobých zkoušek a praxe. Domazávací interval je přibližná hodnota, která platí pro provozní teplotu 70 °C a kvalitní plastické mazivo s lithným zahušťovadlem a minerálním olejem. Pokud jsou provozní podmínky ložiska odlišné, je třeba přizpůsobit domazávací intervaly dané situaci.

2.2.1 Různé provozní podmínky

2.2.1.1 Provozní teplota

Jestliže provozní teplota překročí 70°C, je pro každých dalších 15°C navíc vydělen interval pro mazání. S vyšší provozní teplotou je třeba častěji měnit plastické mazivo, které tím degraduje. Domazání může být oddáleno, jestliže provozní teplota nedosáhne 70°C, ale leží ještě mezi dolní a horní provozní teplotou. Nikdy se ale nesmí interval mazání prodloužit na dvojnásobek. U ložisek s plným počtem valivých tělísek a axiálních ložisek s čárovým stykem by mazací interval neměl být prodlužován. Taktéž by neměl být delší než 30 000 hodin provozu. V mnoha uloženích je délka domazání omezena praktickými důvody, jestliže teplota ložiska překročí 100°C. Je tedy třeba používat speciálních plastických maziv a zvyšovat interval výměny a kontroly. Takto vysoké teploty zároveň předčasně poškozují těsnění.

2.2.1.2 Svislá uložení

Při svislém uložení hřídelů je nutné zkrátit interval výměny na polovinu. Nezbytné je také použití velmi kvalitního maziva (s vyšší viskozitou) a opatřit ložisko patřičným krytem a těsněním zabraňujícím úniku maziva.

2.2.1.3 Vibrace

Se zvyšujícími vibracemi klesá interval výměny a doplnění maziva. Při nízkých vibracích není mazivo nijak výrazně ovlivněno, ale například na uložení vibračních sít se interval zkracuje. Vibrace vyvolávají hnětení maziva. To tak musí být častěji vyměněno. Je také vhodné použít mazivo s vyšší viskozitou a lepší mechanickou stabilitou.

2.2.1.4 Rotující vnější kroužek

U ložisek s rotujícím vnějším kroužkem je nutné vypočítat jinak otáčkové číslo. Místo d_m se dosazuje vnější průměr D . Úniku maziva z ložiska lze zabránit vhodným těsněním. Pokud se vnější kroužek otáčí vysokými otáčkami, je třeba volit mazivo pomaleji uvolňující olej. Pro tato axiální soudečková ložiska je vhodnější olejové mazání.

2.2.1.5 Znečištění

Pokud do ložiska mohou proniknout částice nečistot, je třeba zkrátit domazávací interval, čímž se potlačí negativní vlivy cizích částic na plastické mazivo a současně se omezí škodlivé vlivy převalování cizích částic valivými tělesy. Tekuté nečistoty (voda, procesní kapaliny) rovněž vyžadují zkrácení domazávacího intervalu. V případě silného znečištění je třeba zvážit možnost použití nepřetržitého mazání.

2.2.1.6 Velmi nízké otáčky

Ložiska pracující při nízkých otáčkách a malém zatížení je nutné mazat plastickým mazivem s nízkou konzistencí. Naopak při nízkých otáčkách a vysokém zatížení se musejí mazat plastickými mazivy s velkou viskozitou a případně s aditivou EP. Pevná aditiva, jako např. grafit nebo siričák molybdenu (MoS_2) lze použít, je-li otáčkové číslo $A < 20\,000$.

2.2.1.7 *Vysoké otáčky*

Vysokootáčková ložiska s velkým otáčkovým číslem lze spolehlivě mazat jen speciálními plastickými mazivy nebo při použití modifikované konstrukce (hybridní ložiska). Vhodnější je spíše zvolit jiný způsob domazávání, jako například oběhové mazání, které je vhodnější.

2.2.1.8 *Velmi vysoká zatížení*

Při velmi velkém zatížení domazávací interval musí být zkrácen. Nebo je možné použít průběžné domazávání plastickým mazivem nebo přímo olejovou lázní. Pro vysoká zatížení a vysoké otáčky je v zásadě doporučováno mazání s nuceným oběhem oleje s chlazením.

2.2.1.9 *Velmi nízká zatížení*

V případě nízkého zatížení může být mazací interval prodloužen. Pro zajištění uspokojivé funkce by na ložisko mělo působit alespoň nějaké zatížení.

2.2.1.10 *Nesouosost*

Konstantní nesouosost, která nepřekračuje přípustné meze, nemá negativní vliv na životnost plastického maziva v soudečkových, naklápěcích kuličkových ani v toroidních ložiscích.

2.2.1.11 *Velká ložiska*

Pro stanovení intervalu mazání u velkých ložisek s čárovým stykem, která se používají pro speciální aplikace nebo ve zpracovatelském průmyslu, je vhodné zvolit interaktivní přístup. Mazat častěji, kontrolovat znečištění starého maziva a dodávané množství nového. Také by mělo být zkontrolováno těsnění z hlediska opotřebení, poškození a úniku maziva. Špatné těsnění zhoršuje mazivo – prosakuje a vnikají jím nečistoty a voda do ložiska. Pokud je však staré mazivo a související díly v pořádku, může být mazací interval postupně prodlužován. Podobný postup je doporučován pro axiální soudečková ložiska, prototypy a vylepšená zařízení s vyšší hustotou výkonu, jakož i pro uložení, s nimiž jsou jen malé zkušenosti.

2.2.1.12 *Pozorování a kontrola*

Jestliže je stanovená hodnota mazacího intervalu příliš krátká, je třeba kontrolovat hlavně provozní teplotu ložiska, jestli plastické mazivo není znečištěno pevnými částicemi nebo kapalinami. Dále musejí vyhovovat podmínky uložení jako zatížení nebo nesouosost. Tato fakta musí samozřejmě kolidovat se správným plastickým mazivem.

2.2.2 *Postup při domazávání*

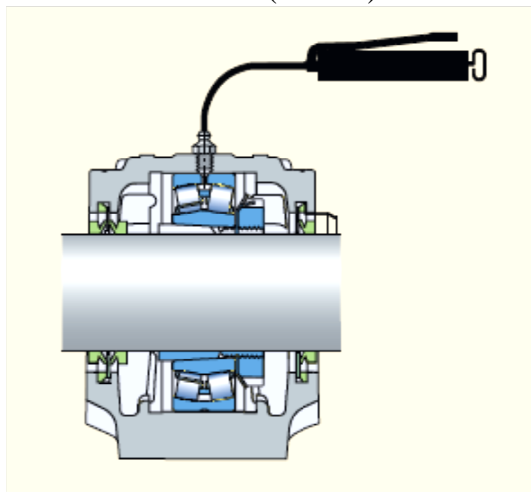
Volba způsobu domazávání závisí především na domazávacím intervalu. Klasické doplnění maziva je vhodná varianta, jestliže mazací interval nepřesahuje šest měsíců. Toto řešení umožňuje nepřerušovaný provoz a v porovnání s nepřetržitým mazáním nižší ustálenou teplotu a nižší cenu. Obnovení náplně je doporučováno, pokud je mazací interval delší než šest měsíců. Tento způsob je hojně uplatňován v uložení kolejových vozidel.

Nepřetržité mazání se volí v případě, že je mazací interval velmi krátký například vlivem nečistot, nebo je jiný způsob mazání nevhodný z důvodu špatného přístupu k ložisku. Nepřetržité mazání není vhodné pro uložení, která pracují při vysokých otáčkách. Neustále dodávané mazivo může způsobovat hnětení, vysoké teploty a destrukci zahušťovadla. Jestliže jsou v uložení používána různá ložiska, používá se nejkratší mazací interval.

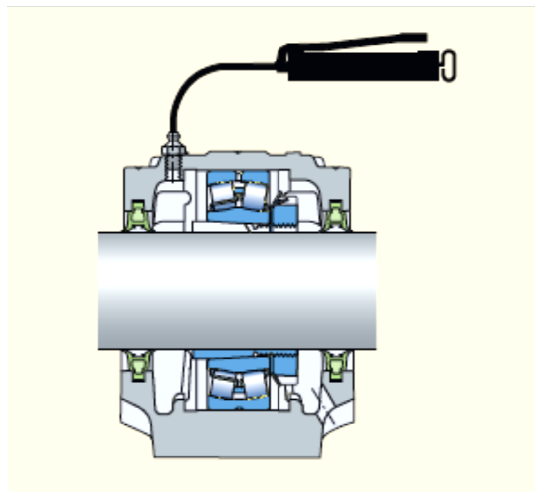
2.2.2.1 Doplnění maziva

Jak je uvedeno v úvodu k části “Mazání plastickým mazivem”, ložiska by měla být na začátku zcela naplněna mazivem, zatímco volný prostor v tělese by měl být vyplněn jen zčásti. V závislosti na zvoleném způsobu doplňování maziva jsou doporučena následující množství plastického maziva v procentech volného prostoru v tělese:

- 40 % při doplňování z boku ložiska (obr. 11).
- 20 % při doplňování obvodovou drážkou s otvory ve vnějším nebo vnitřním kroužku (obr. 12).



z boku ložiska [4]



z obvodovou drážkou s

Vhodné množství maziva pro doplnění z boku ložiska lze stanovit ze vztahu

$$G_p = 0,005 \cdot D \cdot B$$

a pro doplnění maziva otvory ve vnějším nebo vnitřním kroužku

$$G_p = 0,00 \cdot D \cdot B$$

kde

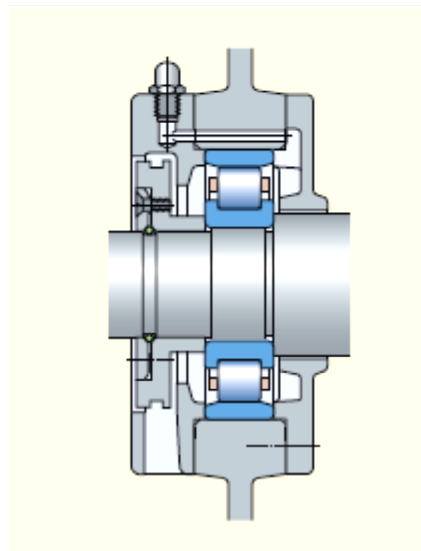
G_p = množství plastického maziva, které je třeba doplnit, g

D = vnější průměr ložiska, mm

B = celková šířka ložiska (u axiálních ložisek použijte výšku H), mm

Ložiskové těleso by mělo být opatřeno mazací hlavicí, aby bylo možné používat pro domazávání mazací lis. Pokud je ložiskové těleso opatřeno kontaktním těsněním, mělo by mít výstupní otvor, který zabrání hromadění přebytečného plastického maziva v okolí

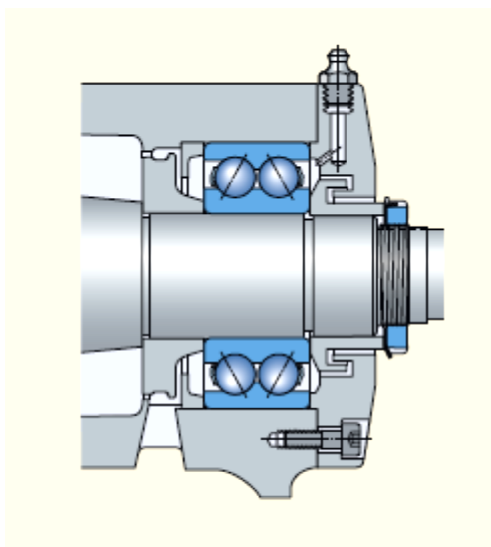
ložiska (obr. 11), což by mohlo mít za následek trvalé zvýšení provozní teploty. Při čištění vysokotlakou vodou je třeba výstupní otvor uzavřít.



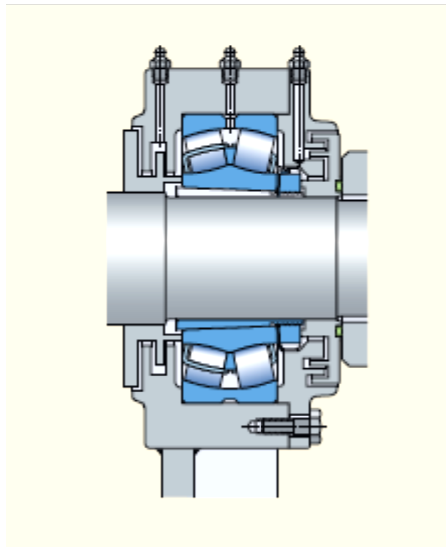
Obrázek 13. Odstříkovač tuku [4]

Jestliže ložisko pracuje s vysokými otáčkami, vzniká větší nebezpečí nadměrného hromadění plastického maziva v prostoru v blízkosti ložiska a vzniku teplotních špiček, které mají negativní vliv na plastické mazivo i na ložisko. V těchto případech je vhodnější používat odstříkovač plastického maziva, který brání přemazání a umožňuje ložisko domazávat i za chodu stroje. Odstříkovač tuku se v zásadě skládá z kotouče, který se otáčí s hřídelí a tvoří úzkou štěrbinu s víkem ložiskového tělesa (obr. 13). Přebytké a znehodnocené plastické mazivo je odhazováno kotoučem do této spáry a opouští těleso otvorem ve spodní části víka. Podrobnosti o konstrukci a rozměrech odstříkovače plastického maziva budou poskytnuty na požádání. Příváděcí kanálek v tělese by měl ústít buď vedle čela vnějšího kroužku ložiska (obr. 11 a 14) anebo ještě lépe přímo v ložisku, aby byl zajištěn přívod čerstvého plastického maziva do ložiska a nahrazení starého maziva. Některé typy ložisek, jako např. soudečková ložiska, jsou opatřena obvodovou drážkou a/nebo domazávacími otvory ve vnějším nebo vnitřním kroužku (obr. 12 a 15). Pokud má být staré plastické mazivo účinně vyměněno, je důležité, aby bylo doplňováno za chodu stroje. Není-li stroj v chodu, ložisko by se mělo při doplňování maziva otáčet. Jestliže je ložisko domazáváno přímo vnitřním nebo vnějším kroužkem, čerstvé plastické mazivo pronikne lépe do ložiska. Z toho důvodu je potřebné množství maziva menší ve srovnání s přiváděním maziva ze strany. Předpokládá se, že příváděcí kanálky jsou naplněny plastickým mazivem již při montáži. Jestliže tomu tak není, je třeba při prvním doplňování přivést větší množství maziva, které vyplní prázdné kanálky. Pokud jsou používány dlouhé příváděcí kanálky, zkontroluje se, zda plastické mazivo může být čerpáno při okolní teplotě. Úplná náplň plastického maziva by měla být nahrazena, jestliže do volného prostoru v ložiskovém tělese se již nevejde další plastické mazivo, např. pokud vyplňuje více než cca. 75 % volného prostoru ložiskového tělesa. Při doplňování plastického maziva ze strany je třeba při počáteční náplni 40 % prostoru ložiskového tělesa náplň vyměnit přibližně po pěti doplněních. Vzhledem k malému množství počáteční

náplně ložiskového tělesa a sníženému množství maziva přiváděného při domazávání ložiska přímo otvory ve vnějším nebo vnitřním kroužku, bude výměna maziva nutná pouze ve výjimečném případě.



Obrázek 14. Vyústění kanálku u vnějšího kroužku ložiska domazávací [4]



Obrázek 15. Obvodová drážka a otvory na vnějším kroužku ložiska [4]

2.2.2.2 Výměna plastického maziva

Jestliže je náplň plastického maziva měněna po dosažení konce domazávacího intervalu nebo po určitém počtu domazávání, je třeba použité plastické mazivo zcela odstranit z uložení a nahradit je čerstvým. Ložisko a ložiskové těleso je nutno naplnit plastickým mazivem podle pokynů. Ložiskové těleso by mělo být snadno přístupné a mělo by být možné je jednoduše otevřít, aby bylo možné náplň snadno vyměnit. Přístup k ložisku lze zpravidla získat u dělených těles po sejmutí horní části a u nedělených těles po demontáži víka. Po odstranění použitého plastického maziva je nejdříve třeba doplnit nové mazivo mezi valivá tělesa. Velkou pozornost je nutno věnovat tomu, aby spolu s plastickým mazivem nepronikly do ložiska nebo ložiskového tělesa nečistoty a aby nedošlo ke znečištění samotného maziva. Je vhodné používat rukavice odolné proti působení maziv, které zabrání vzniku alergických reakcí pokožky. Pokud jsou nepřístupná ložisková tělesa opatřena mazacími hlavicemi a vypouštěcími otvory, je možné celou náplň plastického maziva vyměnit opakovaným domazáváním v krátkých intervalech, při němž je vytlačeno veškeré použité mazivo z ložiskového tělesa. Při tomto postupu je však spotřebováno mnohem větší množství plastického maziva než při ruční výměně maziva. Kromě toho tento postup může být prováděn jen do určitých provozních otáček: při vysokých otáčkách se projeví nepříznivým nárůstem teploty, který je vyvolán nadměrným hnětením plastického maziva.

2.2.2.3 Nepřetržité domazávání

Tento postup je vhodný v případě, když předpokládaný domazávací interval je krátký, např. vlivem negativních vlivů nečistot nebo jestliže jiné postupy domazávání jsou nevýhodné např. kvůli obtížnému přístupu k ložiskům. Vzhledem k nadměrnému hnětení

plastického maziva, které může vyvolat nárůst teploty, je doporučeno zvolit nepřetržitě domazávání pro nízké rychlosti otáčení, to zn. pro otáčkové číslo

- $A < 150\,000$ pro ložiska s bodovým stykem
- $A < 75\,000$ pro ložiska s čárovým stykem.

V těchto případech může první náplň plastického maziva v ložiskovém tělese představovat 100 % a množství pro domazávání za jednotku času je stanovena ze vztahu pro G_p , který je uveden v části "Doplnění maziva", přičemž příslušné množství maziva je rozděleno na celý domazávací interval. Při nepřetržitém domazávání zkontrolujte, zda mazivo může být odpovídajícím způsobem čerpáno příváděcími kanálky při převládající okolní teplotě. Pro zajištění nepřetržitého mazání jsou vhodné automatické maznice nebo vícebodové mazací zařízení, např. SYSTEM 24® nebo SYSTEM MultiPoint. Automatický mazací systém uzpůsobený požadavkům zákazníka např. od firmy VOGEL®, umožní spolehlivé mazání při použití velmi malého množství plastického maziva.

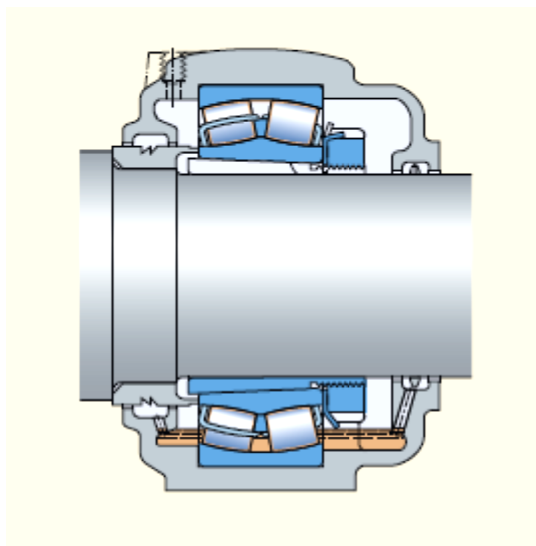
2.3 Mazání olejem

Mazání valivých ložisek olejem je v zásadě zvoleno tehdy, když z důvodů vysokých otáček či vysokých provozních teplot nelze použít mazání plastickým mazivem anebo když teplo vyvolané třením nebo vnějším zdrojem je třeba odvést z uložení, popř. když související díly (ozubená kola pod.) jsou mazány olejem. Aby se zvýšila provozní trvanlivost ložiska, jsou preferovány všechny metody mazání, které užívají čistý olej, tj. oběhový systém s dostatečně filtrovaným olejem, systém vstřikování oleje a systém olej – vzduch s filtrovaným olejem i vzduchem. Pokud jsou užity tyto metody oběhového systému s olejem, ložiska musí být vybavena odpovídajícími přívodními a odpadními kanály, aby olej mohl opouštět uložení.

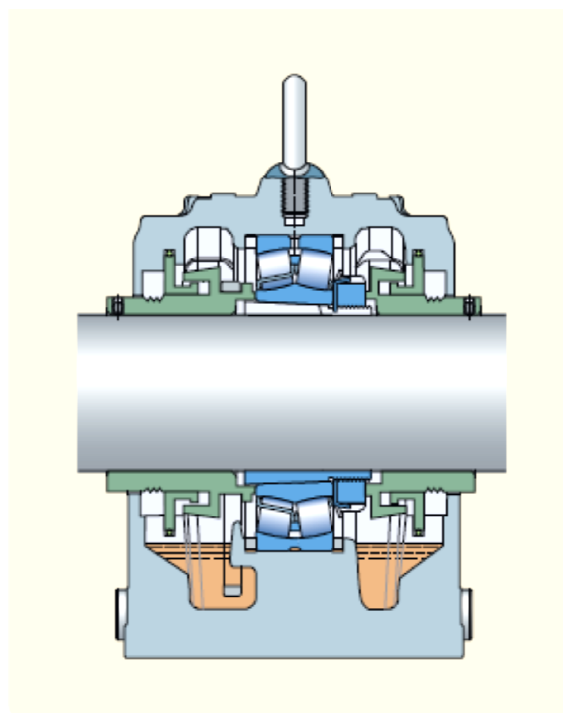
2.3.1 Způsoby mazání olejem

2.3.1.1 Olejová lázeň

Nejjednodušší způsob mazání olejem představuje mazání olejovou lázní (obr. 16). Olej je unášen rotujícími částmi ložiska, rozptylován v ložisku a poté se vrací zpět do olejové lázně. Hladina oleje by za klidu měla sahat téměř ke středu nejnižšího valivého tělesa. Je vhodné používat olejoznak s vyrovnávačem hladiny, jako např. SKF LAHD 500, který zajistí správnou výšku hladiny oleje. Při vysokých otáčkách může hladina oleje výrazně klesnout a do ložiskového tělesa by podle olejoznaku mohlo být přivedeno nadměrné množství oleje.



Obrázek 16. Mazání olejovou lázní [4]



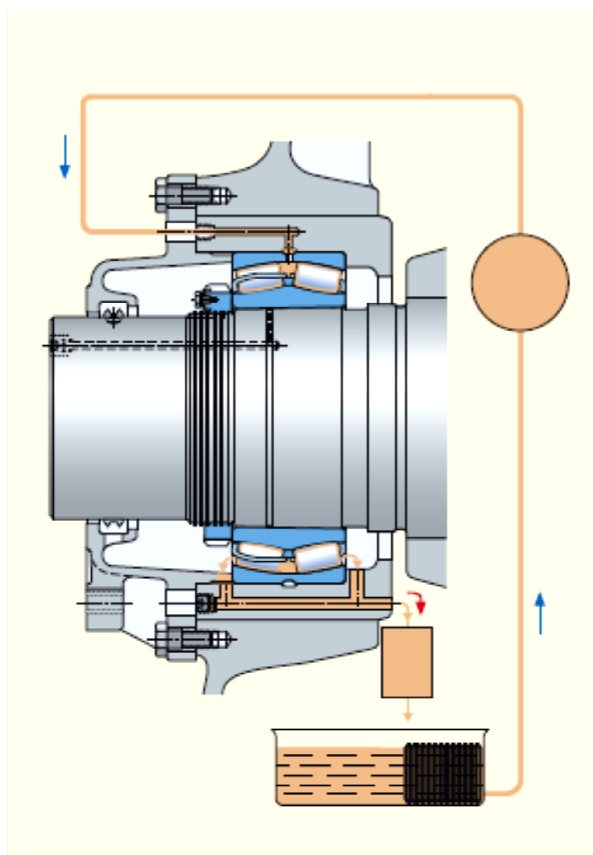
mazací kroužku [4]

2.3.1.2 Mazací kroužek

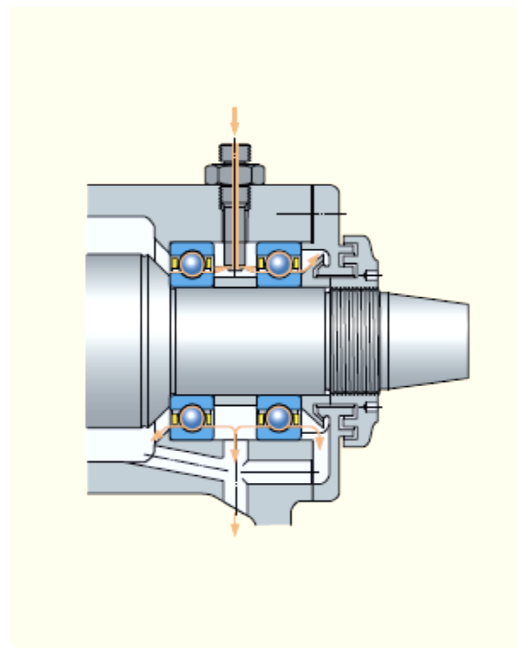
Pokud uložení pracuje při takových otáčkách a provozní teplotě, které vyžadují mazání olejem, a jestliže je vyžadována vysoká spolehlivost, je vhodné použít mazací kroužek (obr. 17), který uvádí olej do oběhu. Kroužek visí volně na pouzdru na hřídeli na jedné straně ložiska a je ponořen do oleje v dolní polovině ložiskového tělesa. Při otáčení hřídele dopravuje kroužek olej z dolní části do sběrného kanálku. Olej potom protéká ložiskem a vrací se zpět do jímky v dolní části tělesa. Stojatá ložisková tělesa SKF řady SONL jsou určena pro mazání mazacím kroužkem.

2.3.1.3 Mazání s nuceným oběhem oleje

Provoz při vysokých otáčkách vyvolá nárůst provozní teploty a urychluje stárnutí oleje. Mazání s nuceným oběhem oleje (obr. 18) je vždy určeno pro uložení, v nichž nemá být olej často vyměňován, avšak musí být zajištěn přívod oleje do uložení. Oběh oleje zpravidla zajišťuje čerpadlo. Jakmile olej projde ložiskem, vrátí se do nádrže, v níž je přefiltrován a podle potřeby ochlazen, než se vrátí do ložiska. Správné filtrování se projeví vysokými hodnotami součinitele hc , a tedy přispívá k dlouhé provozní trvanlivosti ložiska. Chlazení oleje umožňuje udržovat nízkou provozní teplotu ložiska.



Obrázek 18. Mazání nuceným oběhem oleje [4]



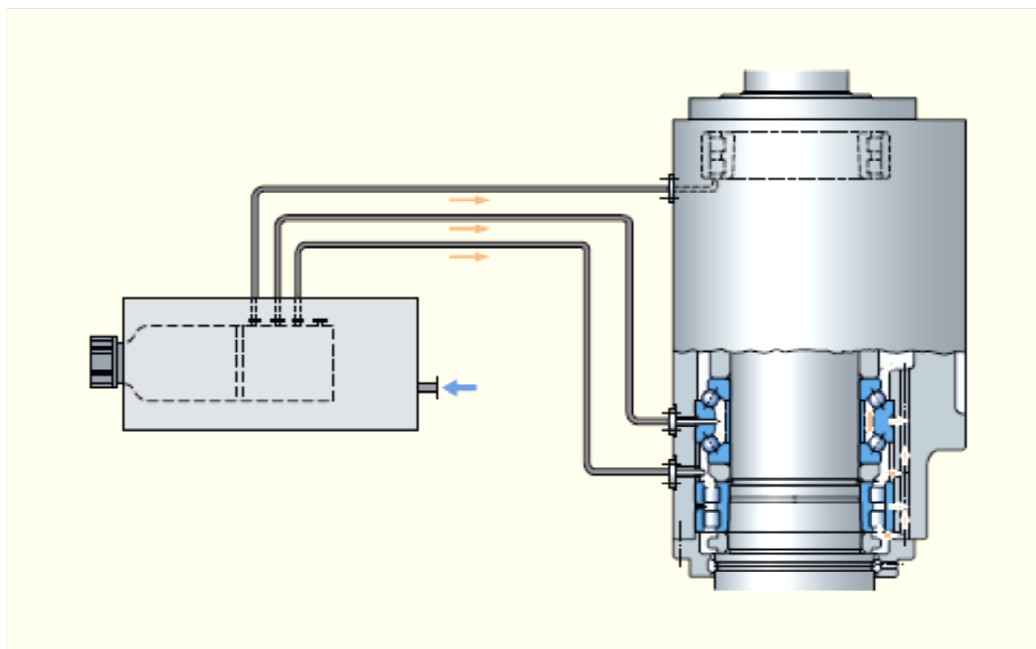
střík oleje do ložiska [4]

2.3.1.4 Mazání vstříkovaným olejem

Při velmi vysokých otáčkách musí být do ložiska přiváděno dostatečné, avšak nikoli nadměrné množství oleje, které zajistí správné mazání bez zbytečného zvýšení provozní teploty. Obzvláště účinný způsob mazání představuje přímý vstřík oleje do ložiska (obr. 19), kdy je paprsek oleje pod vysokým tlakem nasměrován ze strany do ložiska. Rychlost paprsku musí být natolik vysoká (min 15 m/s), aby alespoň část oleje pronikla vzduchovými víry vyvolanými rotujícím ložiskem.

2.3.1.5 Mazání systémem olej-vzduch

Při mazání systémem olej-vzduch (obr. 20) jsou přiváděna velmi malá, přesně odměřená množství oleje pomocí tlakového vzduchu přímo ke každému ložisku. Malé množství maziva umožňuje lépe dosáhnout nižších provozních teplot či vyšších otáček než jakýkoli jiný způsob mazání. Olej je dodáván v určených intervalech dávkovací jednotkou, jako např. VOGEL OLA olej + vzduch. Je dopravován tlakovým vzduchem tak, že pokrývá vnitřní povrch trubky a pomalu se po něm posouvá. Olej je vstříknut do ložiska tryskou anebo se dostane na oběžné dráhy ložiska vlivem povrchového napětí. Tlakový vzduch současně chladí ložisko a vytváří v uložení přetlak, který zabraňuje pronikání nečistot z venčí.



Obrázek 20. Systém mazání olej-vzduch [4]

2.3.1.6 Olejová mlha

Mazání olejovou mlhou nebylo určitou dobu doporučováno kvůli negativním vlivům na životní prostředí. Zařízení nové generace pro výrobu olejové mlhy však dokáží připravit olejovou mlhu s velmi malým množstvím oleje. Speciální těsnění nové konstrukce rovněž výrazně omezují únik olejové mlhy do prostředí. Je-li pro mazání používán syntetický netoxický olej, jeho vliv na životní prostředí je ještě více potlačen. Mazání olejovou mlhou je v současné době používáno pouze v určitých uloženích, jako např. v ropném průmyslu.

2.3.2 Mazací oleje

Pro mazání valivých ložisek se většinou používají čisté minerální oleje bez přísad. Oleje s přísadami EP, přísadami proti oděru a jinými aditivy pro zlepšení některých mazacích vlastností jsou používány pouze ve zvláštních případech. Informace o přísadách EP, které jsou uvedeny v části “Únosnost mazivového filmu: Přísady EP a AW” platí rovněž pro tato aditiva v olejích. Mnoho používaných maziv je nabízeno rovněž jako syntetická maziva. Syntetické oleje jsou v zásadě určeny pouze pro vysoce náročné způsoby použití, jako např. pro velmi vysoké nebo velmi nízké provozní teploty. Termín syntetické oleje označuje oleje s nejrůznějšími základními složkami. Z nich jsou nejdůležitější polyalfaolefiny (PAO), estery a polyalkylenglykoly (PAG). Vlastnosti těchto syntetických olejů se liší od minerálních olejů. Z hlediska únavové trvanlivosti ložiska je

nejdůležitější skutečná tloušťka mazivového filmu. Viskozita oleje, viskozitní index a součinitel tlak-viskozita ovlivňují skutečnou tloušťku filmu v místě styku, je-li místo zaplaveno olejem. Většina maziv na bázi minerálních olejů má podobný součinitel tlak-viskozita a hodnoty uváděné v literatuře lze použít bez velké chyby. Změna viskozity při vzrůstajícím tlaku však závisí na chemické struktuře základní složky. V důsledku toho dochází k výraznému kolísání součinitelů tlak-viskozita u různých typů syntetických základních složek. Vzhledem k rozdílným viskozitním indexům a součinitelům tlak-viskozita je třeba zdůraznit, že způsob tvorby mazivového filmu při použití syntetického oleje se může lišit od minerálních olejů se stejnou viskozitou. Přesné údaje vždy poskytnou příslušní dodavatelé maziv. Tvorbu mazivového filmu ovlivňují také aditiva. Vzhledem k rozdílné rozpustnosti jsou v syntetických olejích používány odlišné typy aditiv než ve srovnatelných minerálních olejích.

Vlastnosti	Typ základní olejové složky			
	Minerální	PAO	Ester	PAG
Bod tuhnutí (°C)	-30..0	-50..-40	-60..-40	cca. -30
Viskozitní index	nízký	střední	velký	velký
Součinitel tlak-viskozita	velký	střední	nízký až střední	velký

Obrázek 27. Systém mazání olej-vzduch [4]

2.3.2.1 Volba mazacího oleje

Pro volbu vhodného oleje má největší význam viskozita potřebná pro zajištění správného mazání ložiska při provozní teplotě. Viskozita oleje závisí na teplotě a je tím nižší, čím vyšší je teplota. Závislost viskozity na teplotě pro určitý olej je charakterizována viskozitním indexem VI. Olej pro mazání valivých ložisek by měl mít vysoký viskozitní index (tzn. viskozita se mění v závislosti na teplotě jen málo) – podle doporučení by měl být alespoň 95. Při provozní teplotě musí mít olej minimální požadovanou viskozitu, aby se v místech styku mezi valivými tělesy a oběžnými dráhami vytvořil dostatečně silný mazivový film. Některé typy ložisek, např. soudečková, toroidní, kuželíková a axiální soudečková, dosahují obvykle vyšší provozní teploty než jiné typy, tj. kuličková a válečková ložiska za srovnatelných provozních podmínek. Při volbě oleje je třeba vzít v úvahu i následující hlediska:

- Prodloužení trvanlivosti ložiska lze dosáhnout použitím oleje, jehož viskozita při provozní teplotě (n) je poněkud vyšší než požadovaná viskozita n_1 , určená z diagramu 5. Stav $n > n_1$ lze dosáhnout volbou minerálního oleje vyšší viskozitní třídy ISO VG nebo volbou oleje s vyšším viskozitním indexem VI, který by měl mít přinejmenším stejný součinitel tlak-viskozita. Zvýšená viskozita se však projeví i vyšší provozní teplotou ložiska, a proto je praktické použití tohoto způsobu omezené.
- Pokud je viskozitní poměr $k = n/n_1$ menší než 1, je vhodné použít olej s přísadami EP a pro poměr k menší než 0,4 je takový olej nezbytný. Olej s přísadami EP může zvýšit provozní spolehlivost i pro k větší než 1 a střední a velká ložiska s čárovým stykem. Je třeba si však uvědomit, že některé přísady EP mohou působit na ložisko negativně.

Příklad: Ložisko s průměrem díry $d = 340$ mm a vnějším průměrem $D = 420$ mm má pracovat při otáčkách $n = 500$ min⁻¹. Střední průměr $d_m = 0,5 (d + D) = 380$ mm. Z diagramu 5 vychází minimální kinematická viskozita n_1 potřebná pro zajištění správného mazání při provozní teplotě cca. 11 mm²/s. Za předpokladu, že provozní teplota ložiska činí 70 °C, z diagramu 6 vychází, že je nutno použít olej viskozitní třídy ISO VG 32 s minimální viskozitou $n = 32$ mm²/s při vztažné teplotě 40 °C.

2.3.2.2 Výměna oleje

Délka časového intervalu pro výměnu oleje závisí především na provozních podmínkách a množství oleje. V případě mazání olejovou lázní v zásadě postačuje měnit olej jednou ročně, pokud provozní teplota nepřesahuje 50 °C a nebezpečí znečištění je malé. Při vyšších provozních teplotách se olejová náplň musí měnit častěji, např. při provozních teplotách okolo 100 °C by se olej měl měnit po třech měsících. Při náročných provozních podmínkách se musí olej měnit častěji. Při oběhovém mazání závisí délka časového intervalu mezi výměnami na tom, kolikrát celý objem oleje oběhne systémem a zda je olej chlazen. Délku intervalu lze obvykle stanovit pouze na základě zkoušek a pravidelného sledování stavu oleje, přičemž je třeba se zaměřit na znečištění a nadměrnou oxidaci. Totéž platí pro mazání vstříkovaným olejem. V případě mazání systémem olej-vzduch olej prochází ložiskem pouze jednou a neobíhá. [4]

3 Konstrukční návrh mazací jednotky pro převodovky [5]

Převodovka slouží jako mechanické zařízení pro přenos výkonu (točivého momentu a otáček) z dieslového motoru na vodní čerpadlo na ropných plošinách a velkých lodích. Poháněným čerpadlem se čerpá mořská voda na hašení požáru. Převodovka je umístěna mezi motorem a čerpadlem a je typu reduktor. To znamená, že snižuje otáčky a zvyšuje točivý moment. Převodovka je k zařízením připojena hřídeli, je kuželová jednostupňová a hřídele jsou uloženy na valivých tlakově mazaných ložiskách.

Škoda Wikov Gear vyrábí tento typ převodovky ve čtyřech výkonových verzích označených čísly 36, 50, 63 a 80. Převodovky 36 a 50 již byly realizovány, převodovky 63 a 80 budou teprve vyrobeny při přání zákazníka. Tato práce se zabývá pouze převodovkou velikosti 80, ale na doporučení vychází z poznatků a konstrukce menších typů.

3.1 Axiální síla od čerpadla

Čerpadlo nezatěžuje převodovku axiální silou.

3.2 Jmenovitý výkon převodovky

Je popisován jako výkon motoru násobený koeficientem:

$$Pr = Pm \cdot KA$$

Pr jmenovitý výkon

Pm výkon motoru

KA aplikační faktor

Doporučený provozní faktor pro požární převodovky je 2. Maximální jmenovitý výkon pro převodovku je uveden v následujícím grafu.

Výpočet:

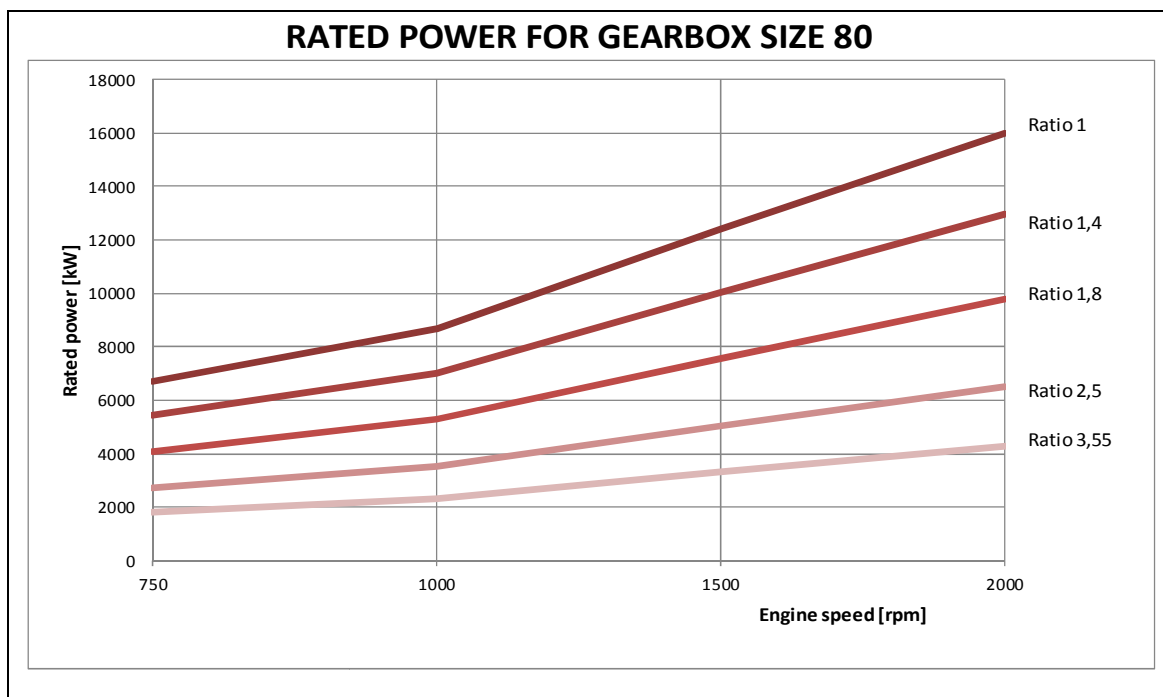
Výkon vznětového motoru je $Pm = 4000\text{kW}$. S doporučeným provozním faktorem $KA = 2$ je jmenovitý výkon:

$$Pr = 4000 \cdot 2 = 8000\text{kW}$$

Vznětový motor má otáčky 1500 ot/min. Otáčky čerpadla jsou 1050 ot/min, to znamená, že požadovaný poměr je

$$1500/1050 = 1,43$$

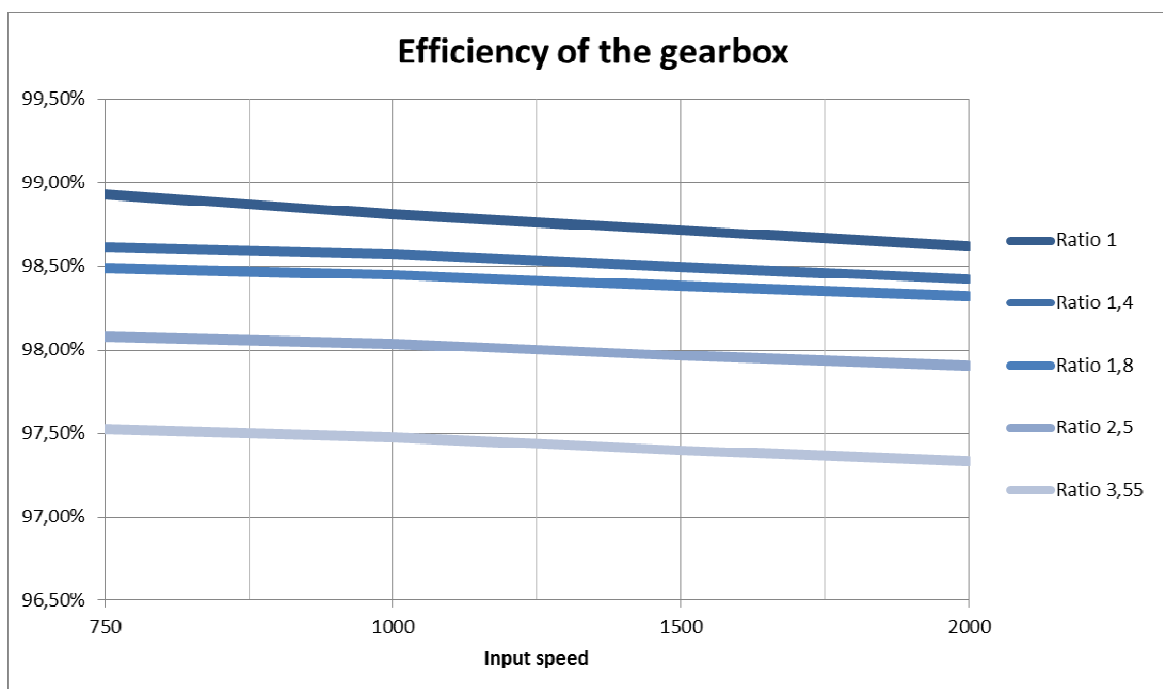
Pro přenos této síly je vhodná velikost převodovky 80. Z grafu je patrné, že pro rychlosti 1500 ot/min a poměr 1,4 je maximální jmenovitý výkon 10000 kW.



Graf 22. Jmenovitý výkon převodovky [5]

3.3 Účinnost

Ztráta výkonu závisí na aktuální konfiguraci převodovky. Největší vliv na hodnotu účinnosti má axiální zatěžovací síla od čerpadla a převodový poměr.



Graf 23. Účinnost převodovky [5]

3.4 Mazání

Mazání převodovky zajišťuje nucené mazání. Všechna ložiska jsou mazána nuceně. Olej je do ložisek přiváděn olejovými kanálky. Pro prodloužení životnosti převodovky je doporučeno používat syntetické oleje typu PG. Pokud je teplota oleje nižší než 15°C, je nutné předeřhřívát olej ohříváči, které se nachází ve spodní části převodovky. Ohříváče mohou být odstraněny bez nutnosti vypouštění oleje ven. Mazací systém se skládá z mechanicky poháněného olejového čerpadla (nebo na přání zákazníka z elektrického čerpadla), nerez potrubí, dvojitého filtru s indikátorem zanesení vodním chladičem a instrumentace. Doporučeny jsou následující oleje.

3.4.1 Syntetické převodové oleje (polyglykoly)

Jsou v souladu s charakteristickou CLP PG dle DIN 51502. Tyto oleje se ukazují jako vysoce odolné vůči stárnutí a pozitivně ovlivňují účinnost převodovky. Používají se pro provozní teploty od -20 do +100 °C, krátkodobě až do +110 °C.

3.4.2 Minerální oleje

Převodové oleje na bázi minerálních olejů jsou v souladu s charakteristickou CLP podle DIN 51502. Tyto oleje vyhovují požadavkům podle DIN 51517 část 3 a používají se pro provozní teploty od -10 do +90 °C, v krátké době až do +100 °C.

Lubricant	Viscosity ISO-VG 51519 at 40 °C mm ² /s	Lubricants								
		ARAL	BP	CASTROL	ESSO	KLÜBER	MOGUL	PARAMO	SHELL	TOTAL
Synthetic oil 1)	VG 150	Degol GS 150	Enersyn SG-XP150	Alpha PG 150	GLYCOLUBE 150	Klübersynth GH6 - 150	-	-	Tivela WB	-
Mineral oil 2)	VG 150	Degol BG 150	Energol GR-XP 150	Alpha SP 150	SPARTAN EP 150	Klüberoil GEM 1 - 150 N	INTRANS 150	Paramol CLP 150	Omala 150	CARTER EP 150

Tabulka 24. Použitelné oleje [5]

3.5 Chlazení

Pro chlazení ztracené vygenerované tepelné energie je převodovka vybavena vodním chladičem. Tento typ vodního chladiče je zadán z důvodu jednoduchosti při údržbě a robustního designu.

Zjednodušená ztráta tepla lze vypočítat podle následujícího vzorce:

$$P_z \text{ (kW)} = P_m \cdot (100-h) / 100$$

P_m - výkon vznětového motoru nebo elektromotoru (kW)

h - účinnost převodovky čtení z grafu (%)

Výpočet:

Výkon vznětového motoru je $P_m = 4000\text{kW}$. Poměr převodovky je 1,4. Motor má otáčky 1500 ot/min. Účinnost z grafu je 98,4%. Z tohoto lze vypočítat ztracené teplo

$$P_z = 4000 \cdot (100-98,4) / 100 = 64 \text{ kW.}$$

Touto ztracenou energií se olej ohřeje na 65°C. Z výpočtu tepla a experimentálního měření by měla převodovka sama převést část tepla do okolního prostředí. Nicméně, za účelem zabezpečení správného chodu převodovky v jakémkoli stavu je použit chladič, který ohřátý olej chladí a ochlazuje tak celou převodovku. Zadaný 80kW chladič bude vyhovovat, protože z výpočtu vyplývá, že potřebné uchlazené teplo je přibližně 64kW. [5]

4 Kompletace mazacího systému

V základním přehledu jsou vypsány nejdůležitější informace a nominální hodnoty vybraných komponent. Ostatní údaje jsou uvedeny v částech příslušného katalogu, který je v příloze práce nebo podrobnější na internetových stránkách výrobců. Pro větší přehlednost je vždy pod textem k dané komponentě internetový odkaz na příslušnou webovou stránku či katalog.

4.1 Čerpadlo

Čerpadlo KF 3/100 od firmy Kracht je mechanicky poháněné čerpadlo oleje, které je hnané přímo z převodovky. Celý objednávací název čerpadla je KF 3/100 F10B P00 7DP2/197 + DKF3D08. Z katalogu vyplývá, že pro tlak 5 bar a průtočné množství minimálně 120 l/min jsou optimální otáčky přibližně 1250 – 1300 ot/min. Čerpadlo je ale schopné pracovat mezi 200 a 2000 ot/min. Hmotnost čerpadla je 13,5 kg. Trubky se k čerpadlu připojí pomocí speciálních přírub, které se dodávají společně s čerpadlem pro daný typ. Příruba byla vybrána se závitem G1½ velikosti KF 3. Hmotnost příruby je 2 x 0,44 kg.

http://kracht.eu/uploads/tx_ttproducts/datasheet/KF3...KF6_GB_05-11.pdf

4.2 Filtr

Podle předešlých zkušeností firmy Škoda byly zvoleny filtry od firmy MAHLE Industrial Filtration s.r.o.

Vysoce výkonné filtry pro moderní hydraulické systémy od firmy Mahle vynikají kompaktním designem, minimálním poklesem tlaku díky optimálnímu proudění, indikátory údržby a dalšími. Pro zvolenou aplikaci byl vybrán dvojitý filtr, který je možno při zanesení přepnout i při běhu převodovky. Olej tak může proudit přes druhou komoru a zanesená vložka se může vyměnit za čistou. Přepínání se provádí ručně otočením přepínací páky o 180°, ale po objednání je k dispozici i verze s elektronickým přepínačem ventilu. Filtrační vložka je ze skleněných vláken a je v souladu s normou ISO 16889 testu MultiPASS.

MAHLE filtry filtrační prvky jsou vyráběny v souladu s těmito mezinárodními standardy: DIN ISO 2941, DIN ISO 2942, DIN ISO 2943, DIN ISO 3723, DIN ISO 3724, ISO 3968, ISO 10771.1 a ISO 16889.

Filtr Pi 2115-057 je konstruován na nominální průtok oleje 150 l/min a maximální rozdíl tlaku 2,2bar pro sepnutí indikace zanesení filtru. Výrobce udává menší změnu tlaku při zanesení filtru než ostatní výrobci (viz internetový odkaz zdroje). Filtrační vložka je PS 3 s 2425 mm² a dodává se v jemnosti 5 μm, 7 μm, 10 μm, 15 μm a 20 μm podle normy ISO 16889 (3μm, 6 μm, 10 μm, 16 μm a 25 μm v souladu s ISO 4572) s velmi vysokou kapacitou znečištění a současně velmi nízkým odporem průtoku. Zvolena je jemnost 20 μm. Nominální povolená hodnota tlaku je 25 bar a dovolená teplota oleje -10 °C až +120 °C. Filtr je připevněn ke konstrukci šrouby. Šroubení na připojení olejového potrubí je G1½. Hmotnost filtračního zařízení je 7.1 kg.

http://www.mahle-industrialfiltration.com/MI/mahle_industriefilter.nsf/CurrentBaseLink/W28BPEK2739STULCZ

4.3 Olej

Výběr oleje vychází ze zadání práce. Zadavatel požaduje syntetický olej. Při výběru bylo přihlédnuto ke kapitole 2.3, která se zabývá mazacími oleji.

Produkt	ISO VG	Viskozita mm ² /s = cSt		Hustota kg/m ³ při 15 °C	Bod vzplanutí (°C)	Bod tuhnutí (°C)
		při 40 °C	při 100 °C			
Energol GR-XF 150	150	147	13,9	900	248	-24

Převodové EP oleje s pro brodivé i oběhové mazání převodů přímým i šikmým ozubením a pro převody s kuželovými koly. Poskytují vynikající ochranu proti mikropittingu, korozi a opotřebování. Vyhovují výkonnostním požadavkům DIN 51517/3 a jsou schváleny společností Flender..

<http://www.vastoil.cz/oleje/prevodoveastrojnioleje.php>

4.4 Chladič

Chladič firmy Universal Hydraulik zajišťuje dostatečné chlazení oleje. Podle grafu v příloze je vidět, že chladič EKM – 1036 – T odvede 90kW tepla při průtoku oleje 120 l/min. Těsnění i materiály tvořící chladič jsou odolné slané vodě a korozi. Připojení oleje je taktéž průměr G1½. Průtočné množství vody výrobce uvádí přibližně poloviční než průtočné množství oleje. Více informací je v příloze v katalogu.

http://www.universalhydraulik.de/index.php/heatexchanger_skm_ekm_e.html

4.5 Potrubí a šroubení

Potrubí je nominální velikosti G1½, pod přetlakovým ventilem G1 a na teploměry a manometry G1¼. Obsažené komponenty jsou zaznamenány v kusovníku na výkresu a je možné je nakoupit u firmy Hydroma nebo Kovaz. Předpokládána je ale spíše varianta, že je bude Škoda odebírat od svého stálého dodavatele.

<http://www.kovaz.cz/hydraulicke-sroubeni-dle-din.htm>

<http://www.hydroma.cz/sroubeni/>

4.6 Teploměry

Teploměry od firmy Thermis jsou vybrány ve velikosti budíku 160 mm pro dobrou a přesnou čitelnost. Vyrábí se ve spodním i zadním provedení a s různými přípojnými závity. Kvůli dlouhé měřicí stopce jsou umístěny v T kolenech, kde mají prostor pro rovnou dlouhou stopku.

<http://www.thermis.cz/soubory/pdf/a16-teplomer-prumyslovy.pdf>

4.7 Manometry

Manometry jsou velmi podobné, taktéž od firmy Thermis, ale bez dlouhého měřicího stonku, takže mohou být umístěny kdekoliv.

<http://www.thermis.cz/soubory/pdf/b18-manometry-robustni.pdf>

4.8 Tlakové prvky

4.8.1 Zpětný ventil

Zpětný ventil slouží k jednosměrnému usměrnění oleje a případnému zastavení v závěrném směru při montáži a zabránění vytečení oleje z potrubí. Vhodný je ventil RHV-R-ED lehkého typu L velikosti 42 s objednacím kódem RHV42LREDOMD71 v nerezovém provedení. Připojovací rozměr je G1½. Ventil dodává firma Kovaz.

http://www.kovaz.cz/editor/image/eshop_products/rhv42lredomdcf.pdf

<http://www.kovaz.cz/zpetne-ventily/rhv-r-ed/rhv42lredomdcf.html>

4.8.2 Kulový kohout

Použit je klasický kulový kohout KHB-G 1½ v doporučeném nerezovém provedení.

<http://www.thermis.cz/soubory/pdf/hydraulika/a1.pdf>

4.8.3 Přetlakový ventil

Přetlakový ventil slouží k přesměrování části oleje při ucpání mazací sestavy. Je umístěn za čerpadlem a přesměrovává olej zpět do převodovky. Spínací tlak je možné nastavit šroubem. Vhodný je ventil SPVF M 25 A 1G 1 A 12 ATEX od firmy Kracht. Nastavitelný přepouštěcí tlak je 4-12 bar. Při své hmotnosti 3kg a průtočném množství 90 l/min se zdá být vhodnou variantou. Jako doplněk přepouštěcího ventilu může sloužit elektrický spínač tlaku od firmy Thermis.

http://kracht.eu/uploads/tx_ttproducts/datasheet/SPV-SPVF_DE_08-11_01.pdf

<http://www.thermis.cz/soubory/pdf/d11a-tlakove-spinace-soupis.pdf>

4.9 Průtokoměr

Trubkové pružinové průtokoměry se používají v aplikacích, kde je zapotřebí měření okamžitého průtoku. Průtokoměry fungují na principu odporu clony plováku vůči pružině v uzavřené válcové měřicí trubici. Průtokoměry jsou vybaveny dvojitou stupnicí Galon / Litr za minutu. Jsou vhodné pro všechny polohy montáže. Varianta EV 40 s měřicím rozsahem 20-200 l/min je připojitelná závitem G1½ a není tak potřeba redukce.

<http://www.thermis.cz/soubory/pdf/f31-prutokomer-ev.pdf>

4.10 Konstrukce

4.10.1 Výroba

Ocelová konstrukce, na které část olejovodu drží je vyrobena z vyřezaných částí plechu tloušťky 4 mm. Pro tuto konstrukci postačuje ocel 11 523.0, která je svařitelná, levná a lehce dostupná například u firmy Ferona. Ocelové díly se mohou řezat laserem nebo plasmou.

<http://www.ferona.cz/cze/index.php>

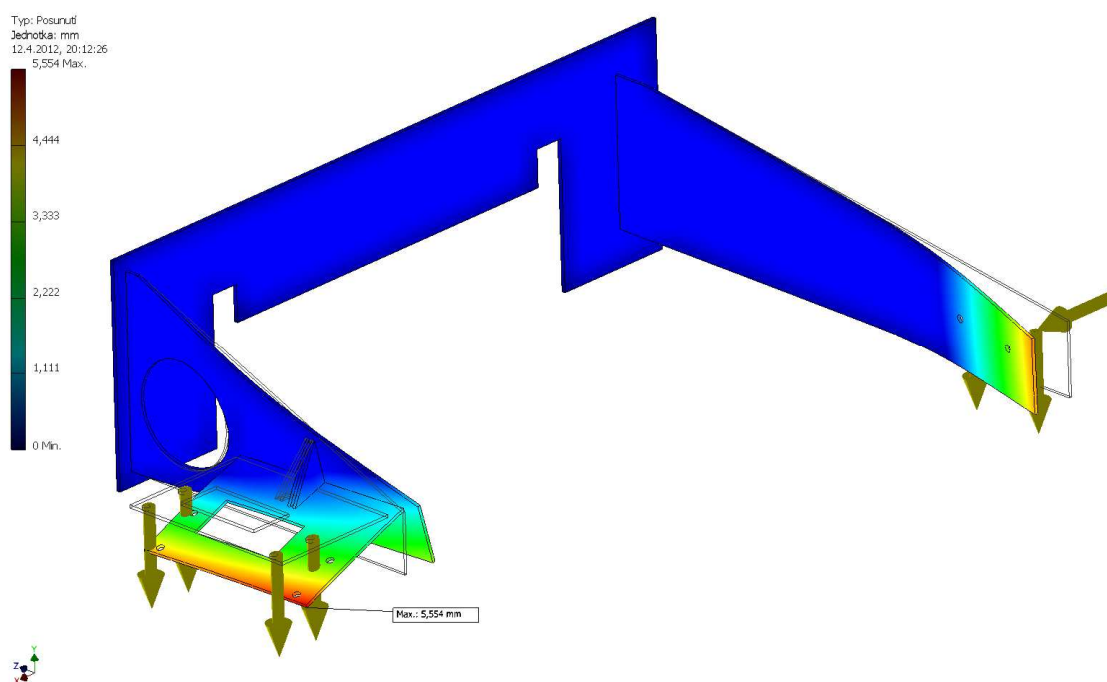
4.10.2 Pevnostní analýza

Pro snadné zjištění napětí v konstrukci a maximální posunutí byla provedena pevnostní analýza metodou konečných prvků. Pomocí výsledků pevnostní analýzy byla konstrukce upravena tak, aby se vyznačovala dostatečnou pevností a tuhostí.

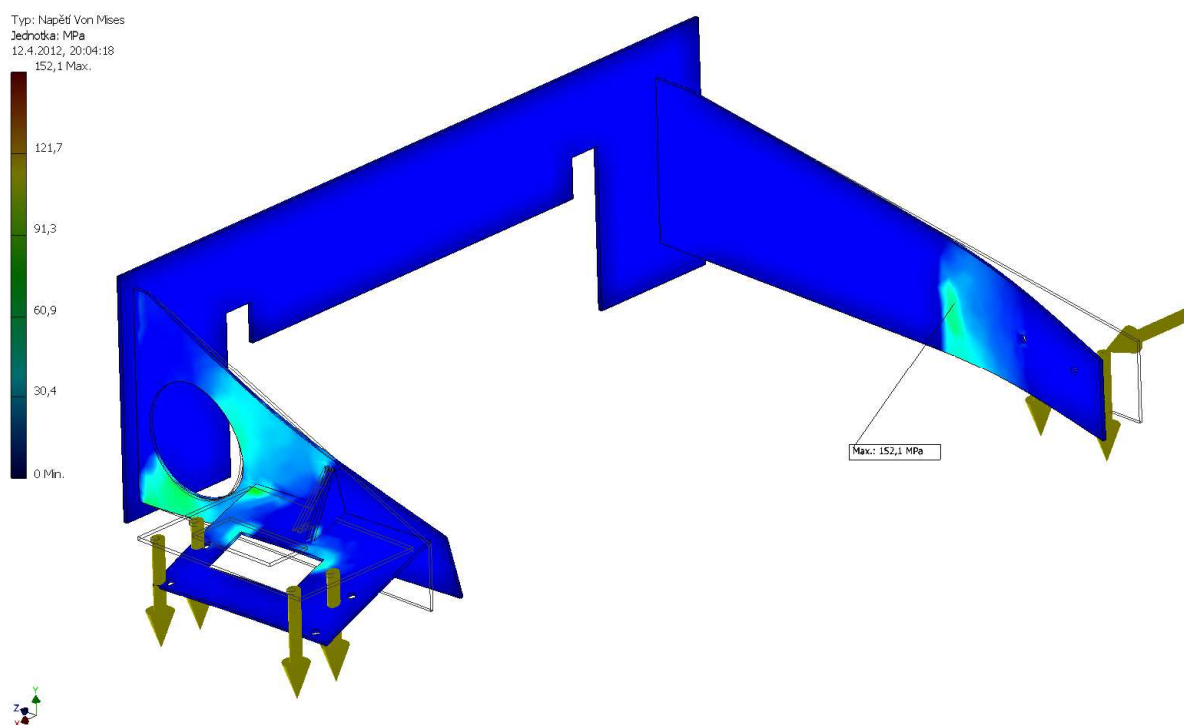
Okrajovými podmínkami byla konstrukce zatížena 200N od filtru, 500N od chladiče a 100N bočně. Uchycena je šrouby do stěny převodovky. Jelikož konstrukci podpírá i pomocná konstrukce podpírající spodní část chladiče, zatěžovací síla nebude zdaleka tak velká.

Boční zatížení 100N je pro simulaci zatížení při montáži. Díky němu je konstrukce navržena na vyšší tuhost i v horizontálním směru zatížení. Konstrukce by tak samozřejmě měla lépe odolávat vibracím od provozu převodovky a připojeného motoru a čerpadla.

Pevnostní analýza ukázala maximální vertikální posun 5,5mm, což je přijatelné. Maximální napětí nepřesáhlo 152MPa. Mez kluzu oceli 11 523.0 je přibližně 324MPa, což při zatížení 152MPa dává bezpečnost větší než 2, a to je dostačující. Maximální napětí je navíc vyvoláno pouze od zatížení při montáži a nemělo by poté být tak velké. Průběhy napětí a posunutí (ve směru gravitace) jsou znázorněny na obrázcích.



Obrázek 25. Znázornění posunutí konstrukce od zatížení



Obrázek 26. Znázornění průběhu napětí konstrukce od zatížení

4.11 Spojovací materiál

Všechny spojovací materiál, jako jsou například šrouby, podložky a matice, může být nakupován u svého běžného dodavatele nebo například u firmy Fabory, která nabízí nepřeberné množství spojovacího materiálu.

http://www.fabory.cz/cs/categories/spojovac%C3%AD-materi%C3%A1l.html?catId=fabory_0000092195

5 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout model mazacího systému převodovky. Před samotným řešením návrhu musel proběhnout průzkum v problematice mazacích systémů, který je sepsán v rešeršní části práce zařazené na začátku. Zabývá se druhy mazání převodovek (převážně obráběcích strojů, ale platí i pro jiné), mazání ložisek plastickými mazivy a druhy mazání ložisek olejem. Příklady jsou podpořeny obrázky pro lepší pochopení. Druh mazání byl zadán zadavatelem, ale až po pochopení jednotlivých principů mazání mohlo být subjektivně potvrzeno, že se jedná o správnou volbu a pokračovat v práci. Olej cirkuluje jak celou převodovou skříní, tak i jednotlivými ložisky, kam je menším potrubím přiváděn. Zároveň byl zadán požadavek na chlazení a filtraci. Všechny komponenty byly vybrány respektující zadání s přihlédnutím na kvalitu a

zaměnitelnost komponent. Stejně i dodavatelé komponent byli voleni se zkušenostmi a zaběhlými zvyklostmi firmy Škoda.

Velikosti komponent byly vypočteny podle běžných výpočtů, a nebo podle vzorců poskytnutých zadavatelem. Konstrukce (přestože to nebylo vyžadováno) byla navíc zkontrolována metodou konečných prvků na maximální napětí materiálu a posun. Bylo tak možno navrhnout konstrukci odolávající běžnému namáhání při provozu a montáži. Konstrukce je dostatečně tuhá, ale lehká. Okrajové podmínky vycházejí ze skutečných hodnot zatížení od hmotností komponent.

Po vypočtení, výběru prvků a spočítání konstrukce následovalo sestavení celého systému. Většina grafických prací byla prováděna programem Inventor 2011. Ihned po umístění čerpadla, filtru a chladiče došlo ke spojování trubkami společně s vkládáním šroubení a menších hydraulických prvků. Převodová skříň byla zkonstruována jen okrajově podle hlavních rozměrů, jelikož zatím nebyla konstruktéry vytvořena. Připojovací rozměry jsou tak velmi orientační a počítá se s tím, že se budou upravovat.

Práce jistě bude při konstrukci užitečná a usnadní další práci.

6 Obsah

6.1 Seznam zkratek

FEM - Finite element method – metoda konečných prvků

BOM - Bill of materials – kusovník

MKP – metoda konečných prvků

tzn. – to znamená

kg – kilogram

MPa – megapascal

ot/min – počet otáček za minutu

l/min – počet litrů za minutu

°C – stupně Celsia

SAE - Society of Automotive Engineers – profesní sdružení obchodníků z průmyslu

6.2 Seznam zdrojů

6.2.1 Seznam literatury

- [1] STANĚK, J., NĚMEJC, J. Metodika zpracování a úprava diplomových (bakalářských) prací, Plzeň: ZČU, 2005
- [2] BRENÍK, Přemysl; PÍČ, Josef. Obráběcí stroje : Základy konstrukce a výpočtů. 1. Praha : Nakladatelství technické literatury, 1970. 512 s.
- [3] BRENÍK, Přemysl; PÍČ, Josef. Obráběcí stroje : Konstrukce a výpočty. 2. Praha : Nakladatelství technické literatury, 1986. 576 s.

6.2.2 Ostatní zdroje

- [4] Příručka mazání ložisek firmy SKF
- [5] Podkladový materiál, výkresy, katalogy, apod. poskytnuté zadavatelem úkolu

6.2.3 Internetové zdroje

- [6] ČERNÝ, Jaroslav. Oleje.cz [online]. 2005-2009. Vlastnosti motorových olejů. Dostupné z WWW:
http://oleje.cz/index.php?left=main&page=clanky_vlastnosti_oleju1
- [7] Firma Kracht: čerpadlo. [online]. [cit. 2012-04-25]. Dostupné z:
http://kracht.eu/uploads/tx_ttproducts/datasheet/KF3...KF6_GB_05-11.pdf

- [8] Firma Mahle: filtr. [online]. [cit. 2012-04-25]. Dostupné z: http://www.mahle-industrialfiltration.com/MI/mahle_industriefilter.nsf/CurrentBaseLink/W28BPEK2739STULCZ
- [9] Firma Vastoil: olej. [online]. [cit. 2012-04-25]. Dostupné z: <http://www.vastoil.cz/oleje/prevodoveastrojniroleje.php>
- [10] Firma Universal Hydraulik: chladič. [online]. [cit. 2012-04-25]. Dostupné z: http://www.universalhydraulik.de/index.php/heatexchanger_skm_ekm_e.html
- [11] Firma Kovaz: potrubí a šroubení. [online]. [cit. 2012-04-25]. Dostupné z: <http://www.kovaz.cz/hydraulicke-sroubeni-dle-din.htm>
- [12] Firma Hydroma: potrubí a šroubení. [online]. [cit. 2012-04-25]. Dostupné z: <http://www.hydroma.cz/sroubeni/>
- [13] Firma Thermis: teploměr. [online]. [cit. 2012-04-25]. Dostupné z: <http://www.thermis.cz/soubory/pdf/a16-teplomer-prumyslovy.pdf>
- [14] Firma Thermis: manometr. [online]. [cit. 2012-04-25]. Dostupné z: <http://www.thermis.cz/soubory/pdf/b18-manometry-robustni.pdf>
- [15] Firma Kovaz: zpětný ventil. [online]. [cit. 2012-04-25]. Dostupné z: http://www.kovaz.cz/editor/image/eshop_products/rhv42lredomdcf.pdf
- [16] Firma Kovaz: zpětný ventil. [online]. [cit. 2012-04-25]. Dostupné z: <http://www.kovaz.cz/zpetne-ventily/rhv-r-ed/rhv42lredomdcf.html>
- [17] Firma Thermis: kulový kohout. [online]. [cit. 2012-04-25]. Dostupné z: <http://www.thermis.cz/soubory/pdf/hydraulika/a1.pdf>
- [18] Firma Kracht: přetlakový ventil. [online]. [cit. 2012-04-25]. Dostupné z: http://kracht.eu/uploads/tx_ttproducts/datasheet/SPV-SPVF_DE_08-11_01.pdf
- [19] Firma Thermis: tlakové spínače. [online]. [cit. 2012-04-25]. Dostupné z: <http://www.thermis.cz/soubory/pdf/d11a-tlakove-spinace-soupis.pdf>
- [20] Firma Thermis: průtokoměr. [online]. [cit. 2012-04-25]. Dostupné z: <http://www.thermis.cz/soubory/pdf/f31-prutokomer-ev.pdf>
- [21] Firma Feron: ocel. [online]. [cit. 2012-04-25]. Dostupné z: <http://www.ferona.cz/cze/index.php>
- [22] Firma Fabory: spojovací materiál. [online]. [cit. 2012-04-30]. Dostupné z: http://www.fabory.cz/cs/categories/spojovac%C3%AD-materi%C3%A1l.html?catId=fabory_0000092195

6.3 Obsah Compact Disku

soubory:

Petr Holý_bakalářská práce.PDF

prezentace .ppt

3D soubory

6.4 Seznam příloh

[A] Příloha – Zadání bakalářské práce společností Škoda – Wikov,. požadavky na práci

[B] Příloha – SKF koncepce dopravního semaforu

[C] Příloha – Obrázková příloha převodovky

[D] Příloha – Kusovník

[E] Příloha – Výkres sestavy

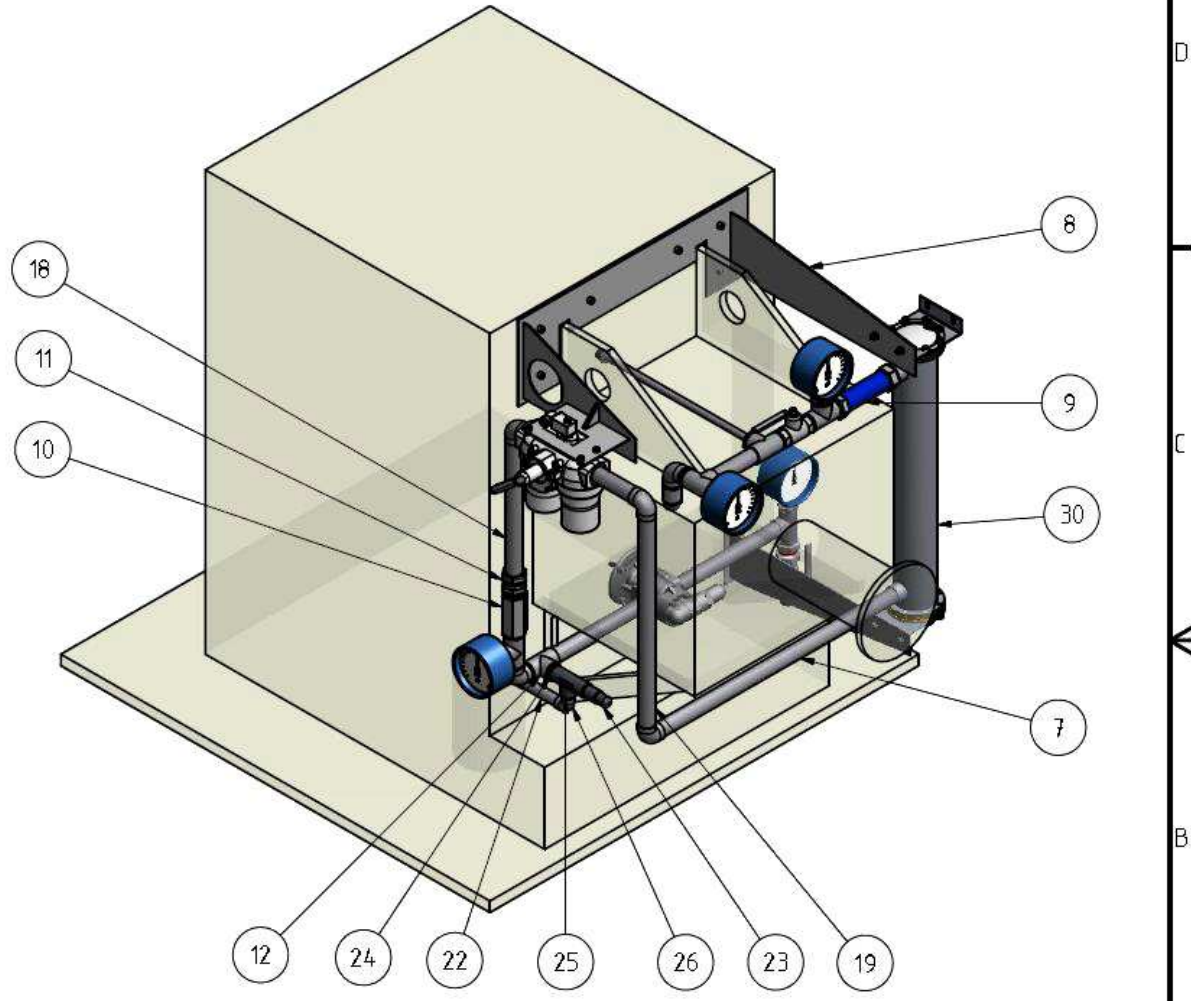
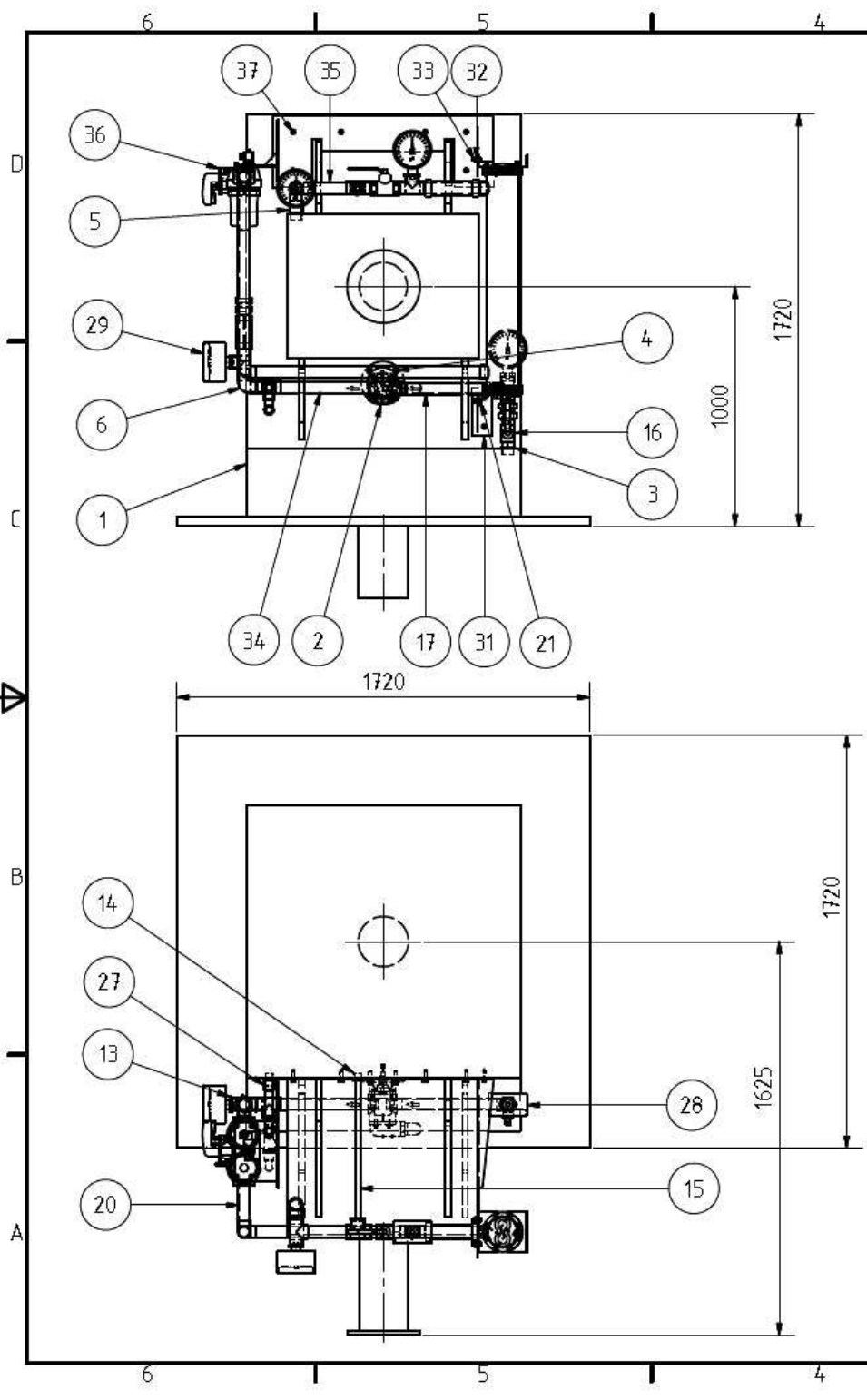
[F] Příloha – Části katalogů

[G] Příloha – Hydraulické schéma

[H] Příloha – Náčrt převodovky s rozměry [5]

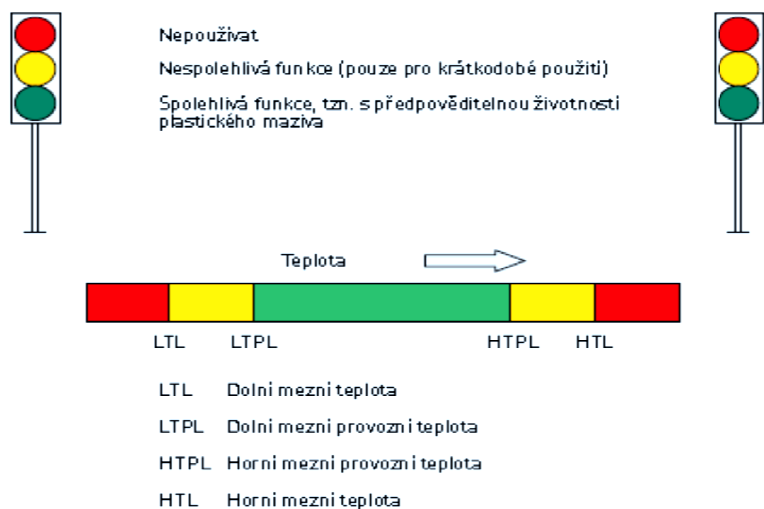
6.5 Seznam obrázků, tabulek a grafů

Obrázek 1. Schéma ústředního oběhového spádového mazání ve vřeteníku hrotového soustruhu.....	5
Obrázek 2. Schéma tlakového mazání ložisek vřetena velkého hrotového soustruhu.....	5
Obrázek 3. Schéma uspořádání brodivého mazání ve skříní převodovky.....	6
Obrázek 4. Schéma mazání olejovou mlhou.....	6
Obrázek 5. Mazací jímka na velkém obráběcím stroji	7
Obrázek 6. Kulová hlavice přímá k.....	7
Obrázek 7. Mazací zátka s uzávěrnou kuličkou.....	7
Obrázek 8. Sklíčidlová spojka mazacího lisu na olej, nasazená na kulovou hlavici.....	7
Obrázek 9. Schéma zapojení hlídače mazání s vahadlovým rtuťovým přepínačem se světelnou signalizací funkce mazání.....	9
Obrázek 10. Součinitele ložisek a doporučené mezní hodnoty otáčkového čísla A.....	12
Obrázek 11. Doplnění maziva z boku ložiska.....	17
Obrázek 12. Doplnění maziva obvodovou drážkou s otvory ve vnějším.....	17
Obrázek 13. Odšťikovač tuku.....	18
Obrázek 14. Vyústění kanálku u vnějšího kroužku ložiska.....	19
Obrázek 15. Obvodová drážka a domazávací otvory na vnějším kroužku ložiska.....	19
Obrázek 16. Mazání olejovou lázní.....	21
Obrázek 17. Použití mazacího kroužku.....	21
Obrázek 18. Mazání nuceným oběhem oleje.....	22
Obrázek 19. Přímý vstřík oleje do ložiska.....	22
Obrázek 20. Systém mazání olej-vzduch.....	23
Graf 22. Jmenovitý výkon převodovky.....	27
Graf 23. Účinnost převodovky.....	27
Tabulka 24. Použitelné oleje.....	28
Obrázek 25. Znázornění posunutí konstrukce od zatížení.....	33
Obrázek 26. Znázornění průběhu napětí konstrukce od zatížení.....	34
Obrázek 27. Systém mazání olej-vzduch.....	24

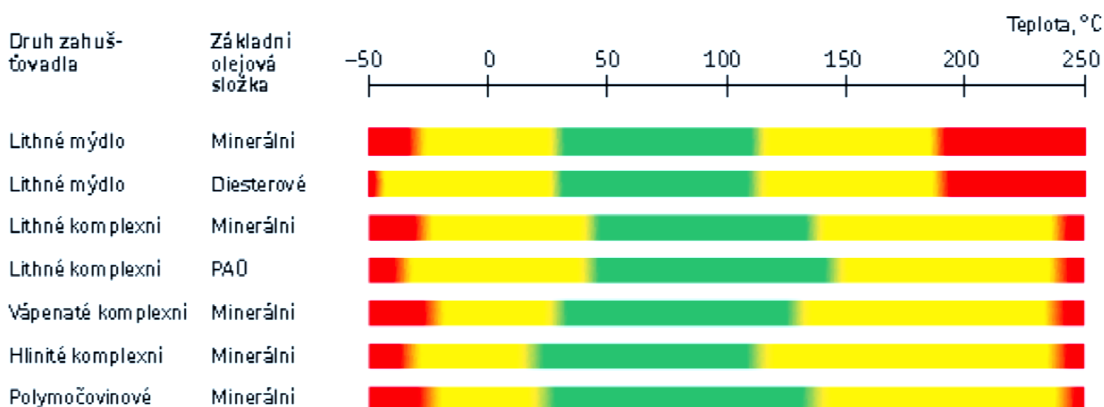


				Datum		Jméno	
				10.4.2012		Petr Holý	
				Materiál			
				Stav kresby			
				Název			
				převodovka vel. 80			
				MAZACÍ SYSTÉM			
				1			
				A3			
Stav	Změny	Dopln	Jedn				

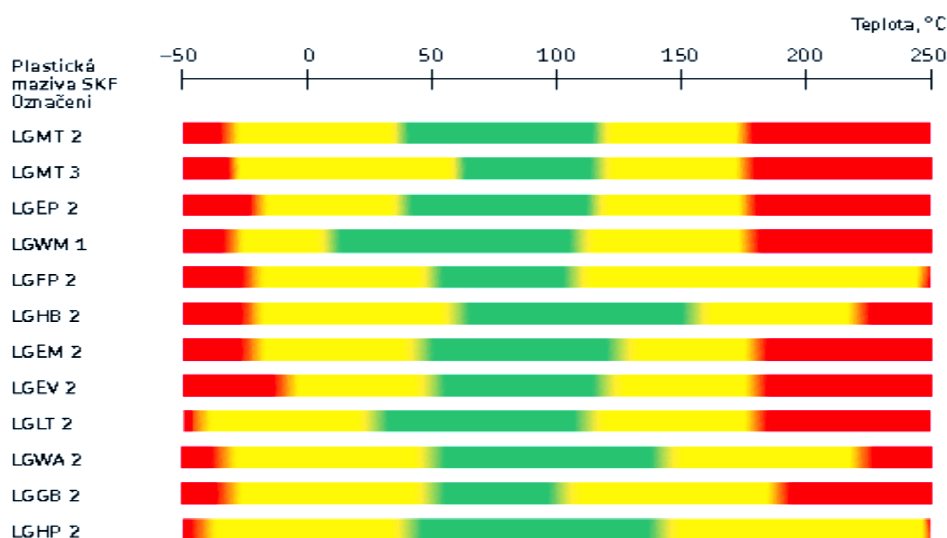
SKF Koncepte dopravního semaforu



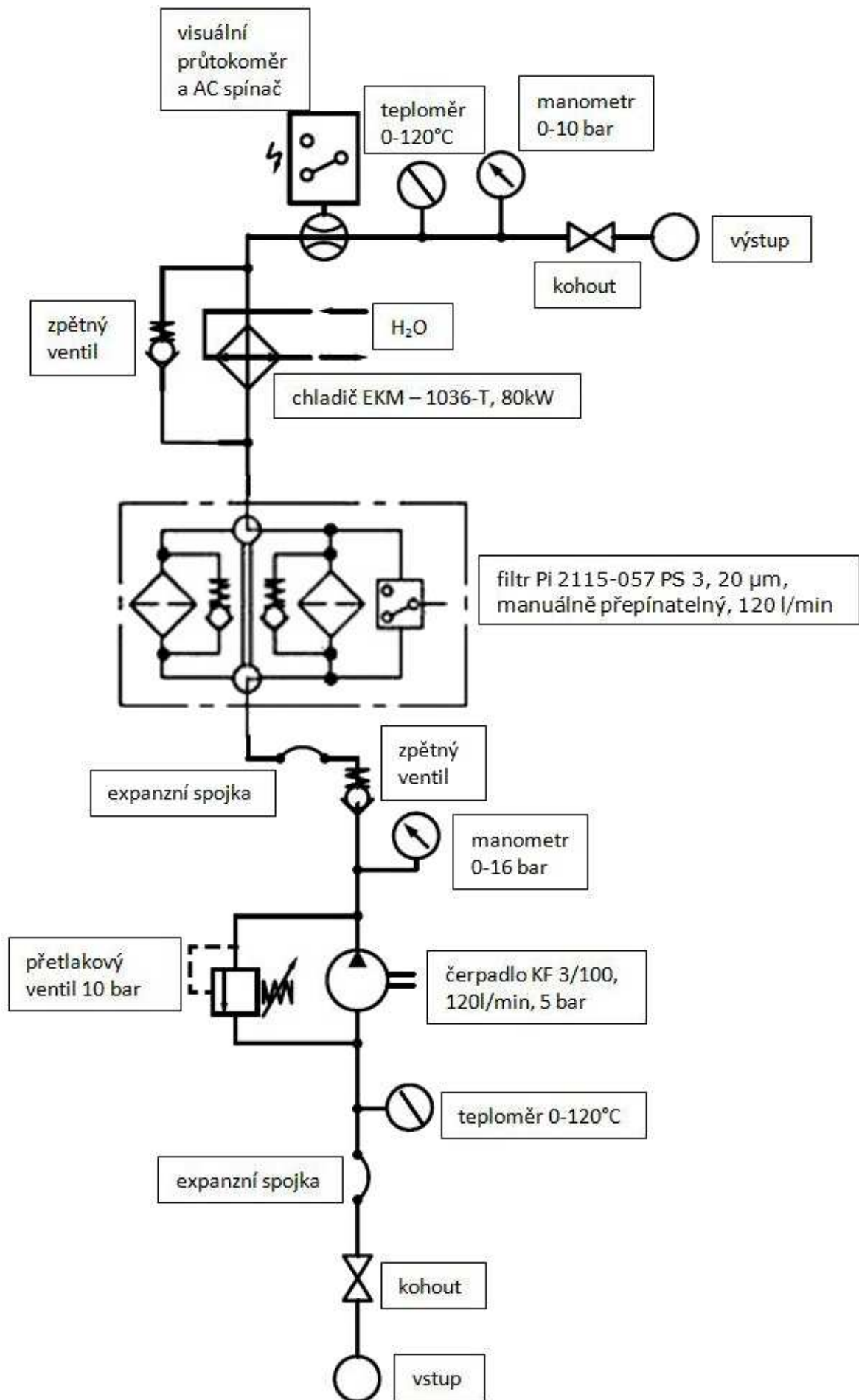
SKF Koncepte dopravního semaforu – standardní plastická maziva



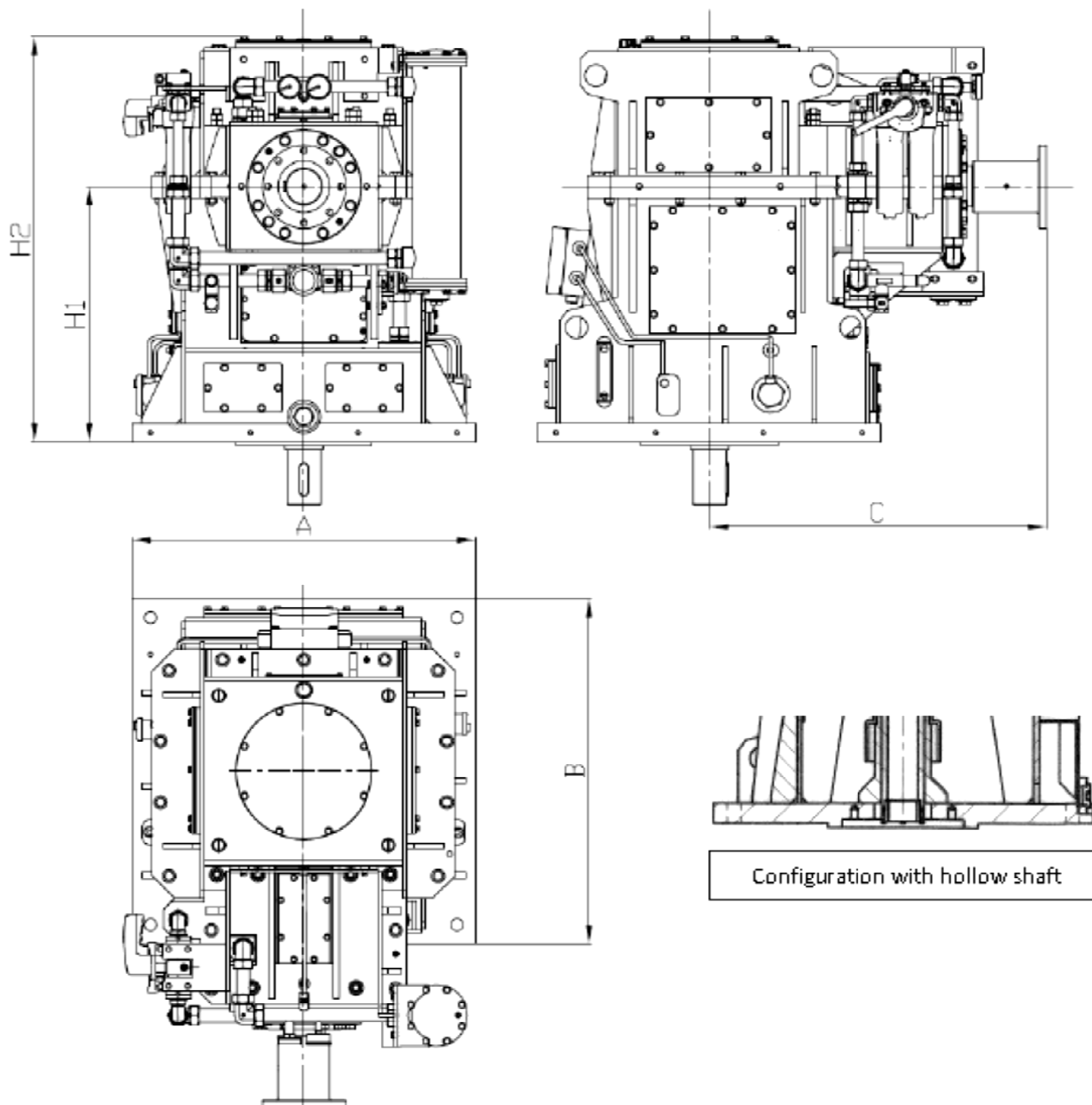
SKF Koncepte dopravního semaforu – plastická maziva SKF



Pro provozní teploty vyšší než 150 °C je doporučováno mazivo SKF LGET 2



[G] Příloha – Hydraulické schéma



Gearbox size	H1 [mm]	H2 [mm]	A [mm]	B [mm]	C [mm]	Weight [kg]
36	690	1178	930	930	900	1800
50	890	1524	1150	1350	1000	3385
63	930	1600	1420	1420	1410	5185
80	1000	1720	1720	1720	1625	8471

Note: Dimensions and weight are informative only and can change after final design clarification

Materials

Type of material and sealing*	Housing / Cover	Gears	Bearing	Shaft end sealing	O-Ring
ODP1/7DP1	EN-GJL-250 (GG 25)	Case hardening steel (1.7139)	P 10	NBR	NBR
ODP2/7DP2				FKM	FKM
0VP1/7VP1	EN-GJS-400-15 (GGG 40)			NBR	NBR
0VP2/7VP2				FKM	FKM

* See nameplate on the pump: KF...

Characteristics

Mounting position	Optional (for exceptions refer to Universal Arrangement)		
Direction of rotation	clockwise or counterclockwise clockwise and counterclockwise		
Mounting	flange- and angle foot type		
Pipe connection	flanged pipe connections, 4-bolt type (straight flange couplings, welding connectors, in addition Intermediate flange heatable), threaded ports		
Working pressures Inlet port	standard	$p_{0\ min}$	- 0.4 bar (Vacuum) for short time duty e.g. when starting: down to - 0.6 bar are permissible, observe the limitation of $p_{0\ min}$ for pumps with Universal Arrangement
		$p_{0\ max}$	0.5 bar for PTFE rotary shaft lip type seals 1.0 bar for NBR- and FKM rotary shaft lip type seals 10 bar for mechanical seals
	309	$p_{0\ min}$	- 0.9 bar
		$p_{0\ max}$	0.2 bar
	196	$p_{0\ min}$	- 0.4 bar, Starting condition - 0.6 bar
		$p_{0\ max}$	25 bar
	197	$p_{0\ min}$	- 0.4 bar, Starting condition - 0.6 bar
		$p_{0\ max}$	1 bar
Working pressure Outlet port		p_h	25 bar*
Speed		n_{min}	200 1/min
		n_{max}	2000 1/min The permissible max. speed depends upon the viscosity of the medium operated acc. to the table on page 10
Viscosity		ν_{min}	12 mm ² /s
		ν_{max}	15000 mm ² /s (Viscosities other than within this range on request)
Weight		kg	see dimensional sheets
Fluid temperature		$\vartheta_{m\ min}$	- 10 °C
		$\vartheta_{m\ max}$	90 °C for NBR rotary shaft lip type seals 150 °C for FKM rotary shaft lip type seals and mechanical seals SAVGG 200 °C for PTFE rotary shaft lip type seals 200 °C for mechanical Seals SATGG or ord. code refer to p.11
Ambient temperature		$\vartheta_{m\ min}$	- 20 °C
		$\vartheta_{m\ max}$	+ 60 °C
Low temperature			on request
Filter			Filter fineness $\leq 60\ \mu\text{m}$

* higher pressures only with prior consent from Kracht GmbH

Technical Data

Size	Nominal displacement	Geometrical displacement-volumen	Working pressure	Maximum pressure	Speed range		Perm. forces (n = 1450 1/min)		Moment of inertia (without coupling x 10 ⁴)
					V_g cm ³	p_b bar	p_{max} bar	n_{min} 1/min	
3 /	100	100.8	25	30	200	2000	1500	200	6.75
	112	112.6	25	25	200	2000	1500	200	7.5
4 /	125	129	25	40	200	2000	1500	200	13.75
	150	153	25	30	200	2000	1500	200	16
5 /	180	184	25	25	200	2000	1500	200	19.25
	200	204	25	30	200	2000	2000	300	27.5
6 /	250	255	20	25	200	2000	2000	300	34.5
	315	321	16	20	200	2000	2000	300	43
6 /	400	405	25	30	200	2000	3000	500	105
	500	505	20	25	200	2000	3000	500	130
	630	629	16	20	200	2000	3000	500	160
	730	730	14	16	200	1500	3000	500	-

Note: Working pressure p_b = permissible continuous pressure
 Maximum pressure p_{max} = only applicable to the operation with mineral oils at speed > 700 1/min and viscosities $\nu = 30$ mm²/s up to 1000 mm²/s
 Permissible forces only applicable to the types fitted with outboard bearing F_{radial} to the middle of the shaft end.

Discharge flow / Input power

Version standard – Speed n = 1450 1/min

Working pressure p_b in bar													Nominal size	Working pressure p_b in bar												
2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	2		4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25		
142	141	140	139	138	137	136	135	134	133	132	130	3/	100	1.2	1.7	2.2	2.7	3.2	3.7	4.2	4.7	5.2	5.7	6.2	6.9	
157	156	155	154	153	152	151	150	149	148	147	145		112	1.4	2.0	2.6	3.1	3.7	4.3	4.7	5.3	5.8	6.4	7.0	7.8	
180	178	176	175	173	171	169	168	166	164	162	160	125	1.6	2.2	2.8	3.4	4.0	4.6	5.2	5.8	6.4	7.0	7.6	8.5		
215	213	212	210	208	206	205	203	201	199	197	195	4/	150	1.9	2.6	3.3	4.0	4.8	5.5	6.2	7.0	7.7	8.4	9.2	10.6	
262	260	258	257	255	254	253	251	250	248	247	245		180	2.2	3.0	3.9	4.8	5.7	6.6	7.5	8.4	9.3	10.2	11.0	12.4	
285	283	281	279	278	276	274	273	271	269	267	265	200	2.4	3.4	4.4	5.4	6.5	7.5	8.6	9.6	10.7	11.7	12.7	14.2		
356	354	351	349	347	344	342	340	338	335	5/	250	3.0	4.3	5.5	6.8	8.1	9.4	10.7	12.0	13.3	14.6					
430	428	427	426	424	423	422	421	315	3.7		5.3	6.9	8.6	10.2	11.7	13.4	15.0									
575	572	569	566	563	560	557	554	551	548	545	540	6/	400	5.8	7.7	9.6	11.6	13.5	15.5	17.5	19.5	21.4	23.3	25.3	28.3	
715	711	707	703	699	695	691	688	685	681	500	7.3		9.8	12.3	14.7	17.2	19.6	22.0	24.5	27.0	29.4					
895	891	887	883	878	874	870	865	630	9.3	12.0	15.0	18.0	21.0	24.0	27.0	30.0										
1060	1047	1034	1022	1008	993	978	730	11.0	14.8	18.6	22.4	26.2	30.0	33.7												

Discharge flow Q in l/min

Power input required P in kW

Version noise optimized – Speed n = 1450 1/min

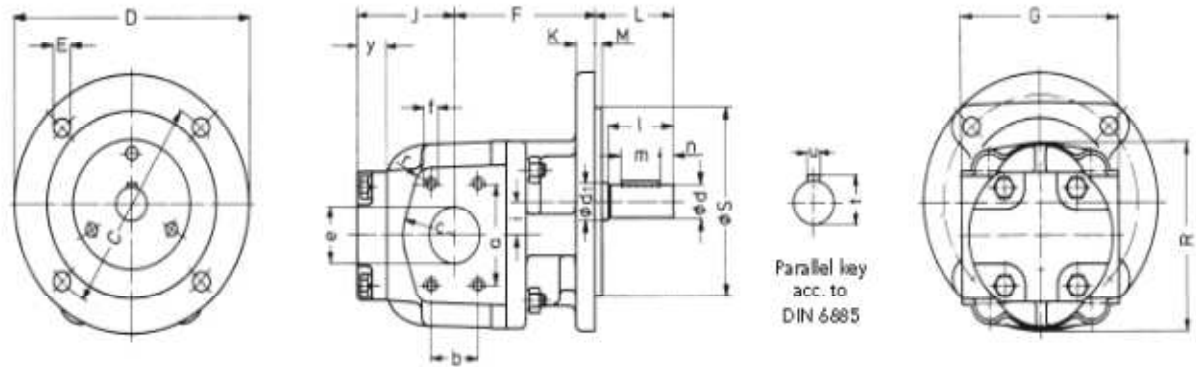
Working pressure p_b in bar													Nominal size	Working pressure p_b in bar												
2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	2		4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25		
138	137	136	135	134	133	132	131	130	129	128	126	3/	100	1.2	1.7	2.2	2.7	3.2	3.7	4.2	4.7	5.2	5.7	6.2	6.9	
152	151	150	149	148	147	146	145	144	143	141	112		1.4	2.0	2.6	3.1	3.7	4.3	4.7	5.3	5.8	6.4	7.0	7.8		
175	173	171	170	168	166	164	163	161	159	157	155	125	1.6	2.2	2.8	3.4	4.0	4.6	5.2	5.8	6.4	7.0	7.6	8.5		
209	207	206	204	202	200	199	197	195	193	191	189	4/	150	1.9	2.6	3.3	4.0	4.8	5.5	6.2	7.0	7.7	8.4	9.2	10.6	
254	252	250	249	247	246	245	243	243	241	240	238		180	2.2	3.0	3.9	4.8	5.7	6.6	7.5	8.4	9.3	10.2	11.0	12.4	
276	275	273	271	270	268	266	265	263	261	259	257	200	2.4	3.4	4.4	5.4	6.5	7.5	8.6	9.6	10.7	11.7	12.7	14.2		
345	343	340	339	337	334	332	330	328	325	5/	250	3.0	4.3	5.5	6.8	8.1	9.4	10.7	12.0	13.3	14.6					
437	435	434	433	431	430	429	428	315	3.7		5.3	6.9	8.6	10.2	11.7	13.4	15.0									
558	555	552	549	546	543	540	537	534	532	529	524	6/	400	5.8	7.7	9.6	11.6	13.5	15.5	17.5	19.5	21.4	23.3	25.3	28.3	
694	690	686	682	678	674	670	667	664	661	500	7.3		9.8	12.3	14.7	17.2	19.6	22.0	24.5	27.0	29.4					
868	864	860	857	852	848	844	839	630	9.3	12.0	15.0	18.0	21.0	24.0	27.0	30.0										
1028	1016	1003	991	978	963	949	730	11.0	14.8	18.6	22.4	26.2	30.0	33.7												

Discharge flow Q in l/min

Power input required P in kW

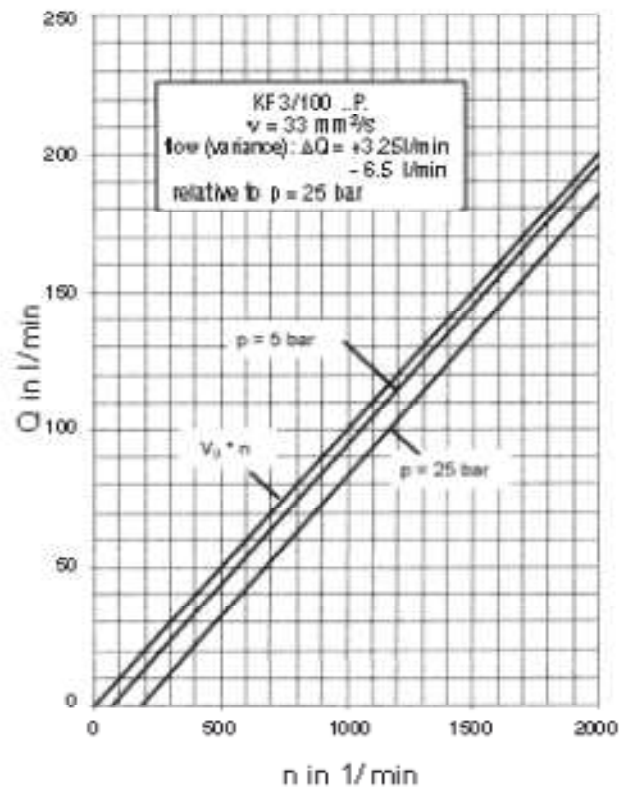
The dispersion of discharge flow Q as specified in the above table may be: Q + 2.5% up to - 5%.
 At viscosities of $\nu < 30$ mm²/s reduction of the discharge flow Q. At viscosities of $\nu > 300$ mm²/s, the speed must be reduced.
 The drive motor output must be selected 20% higher than the data for P as specified in the above table.
 For viscosities of $\nu > 100$ mm²/s the power input must be increased. The values count to oils without share of air.

Flange Type Pumps



Size	Inlet- and outlet port pipe thread						Shaft end											Weight kg																	
	a	b	c	e	f	r	C	D	E	F	G	J	K	L	M	R	S _{h6}		i	y	d ₁	d _{k6}	l	m	n	t	u								
3/100 112	69.9	35.7	40	40	M10	16 deep	12	150	180	14	108	120	92	15	60	5	130	130	23	20	25	24	50	30	10	27	8	20	19	50	30	5	21.5	6	13.5

Charts for KF 3/100 ... KF 3/112



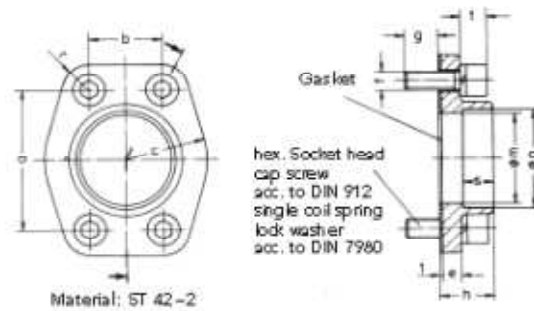
Accessories connecting flange

Welding connector KF 3, KF 4

Ordering example

2 Pieces Welding Connector KF 4

complete welding connector with gasket and screws for the size KF 4

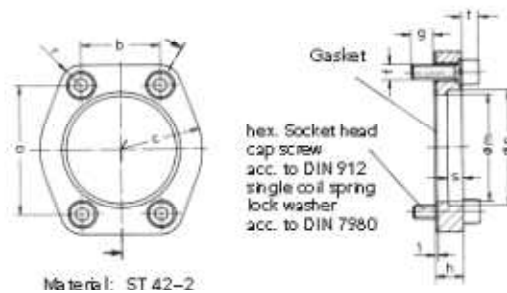


Welding connector KF 5, KF 6

Ordering example

2 Pieces Welding Connector KF 5

complete welding connector with gasket and screws for the size KF 5 / 250



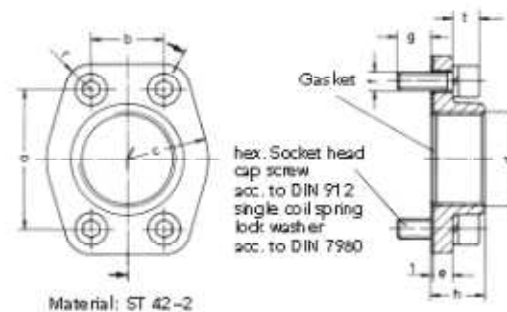
Size	Nom. displacement	a	b	c	e	f	g	h	m	n	r	s	t	Screws DIN 912-8.8	Nom-size	Pipe external Ø	Weight kg
KF 3		69.9	35.7	40	9	M10	13	26	45	49	13	15	-	M10x25	40	48.3	0.44
KF 4		77.8	42.9	50	9	M12	17	26	57	61	13	15	-	M12x30	50	60.3	0.63
KF 5 / 200		88.9	50.8	55	-	M12	16	18	68	77	15	12	12	M12x35	65	76.1	0.86
KF 5 / 250 / 315		106.4	61.9	65	-	M12	16	18	82	90	15	12	12	M12x35	80	88.9	1.2
KF 6		130.2	77.8	80	-	M16	24	24	107	115.3	20	15	20	M16x50	100	114.3	2.5

Welding connector KF 3, KF 4

Ordering example

2 Pieces Threaded Connector KF 4

complete threaded connector with gasket and screws for the size KF 4



Size	a	b	c	d	e	f	g	h	r	t	Screws DIN 912-8.8	Weight kg
KF 3	69.9	35.7	40	G 1½	9	M10	13	26	13	-	M10x25	0.44
KF 4	77.8	42.9	50	G 2	9	M12	17	26	13	-	M12x30	0.63

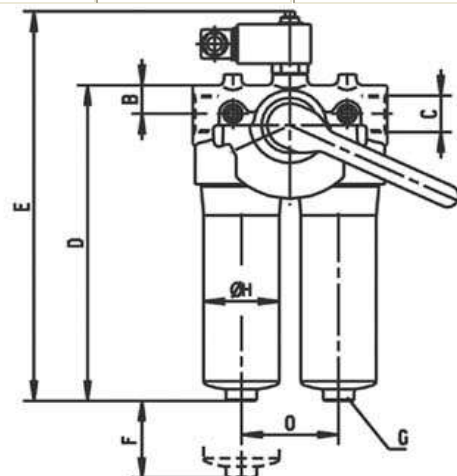
Housing design

Nominal size NG [l/min]	Order number	Type	① with bypass valve and visual indicator	② with bypass valve and electrical indicator	③ with visual indicator	④ with electrical indicator
150	77774573	Pi 2115-057	X			

Filtr

Nominal size NG [l/min]	Order number	Type	Filter material	max. Δp [bar]	Filter surface [cm ²]
150	77680168	Pi 2115 PS 3	PS 3	20	2425

Design: line mounting filter
 Nominal pressure: 25 bar (360 psi)
 Test pressure: Pi 2115 - Pi 2145 33 bar (470 psi)
 Temperature range: -10 °C to +120 °C
 (other temperature ranges on request)
 Bypass setting: Δ p 3.5 bar ± 10 %
 Filter head material: GAL
 Filter housing material: AL/St
 Sealing material: NBR/AL
 Maintenance indicator setting: Δ p 2.2 bar ± 10 %
 Electrical data of maintenance indicator:
 Maximum voltage: 250 V AC/200 V DC
 Maximum current: 1 A
 Contact load: 70 W
 Type of protection: IP 65 in inserted
 and secured status
 normally open/closed
 Contact: M20x1.5
 Cable sleeve:

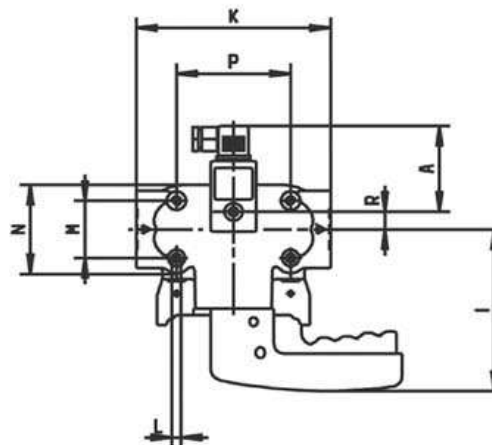


The switching function can be changed by turning the electric upper part by 180° (normally closed contact or normally open contact). The state on delivery is a normally closed contact. By inductivity in the direct current circuit the use of suitable protection circuit should be considered. Further maintenance indicator details and designs are available in the maintenance indicator data sheet.

We draw attention to the fact that all values indicated are average values which do not always occur in specific cases of application. Our products are continually being further developed. Values, dimensions and weights can change as a result of this. Our specialized department will be pleased to offer you advice.

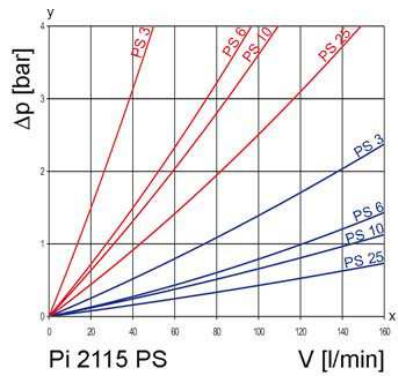
We recommend you to contact us concerning applications of our filters in areas governed by the EU Directive 94/9 EC (ATEX 95). The standard version can be used for liquids based on mineral oil (corresponding to the fluids in Group 2 of Directive 97/23 EC Article 9). If you consider to use other fluids please contact us for additional support.

Subject to technical alteration without prior notice.



All dimensions except "C" in mm.

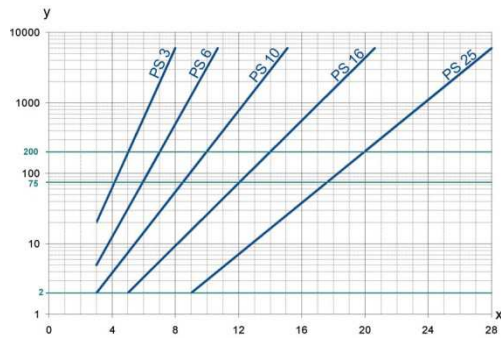
Type	A	B	C*	D	E	F	G SW	H	I	K	L	M	N	O	P	R	Weight [kg]
Pi 2115	78	40	G1½	260	332	110	32	109	165	280	M10x20	62	140	140	210	19	7.1



Křivka průtoku na poklesu tlaku kompletního filtru

y = rozdíl tlaku Δp [bar]
 x = průtok V [l/min]

■ 190 mm²/s
 ■ 33 mm²/s



y = zanesení

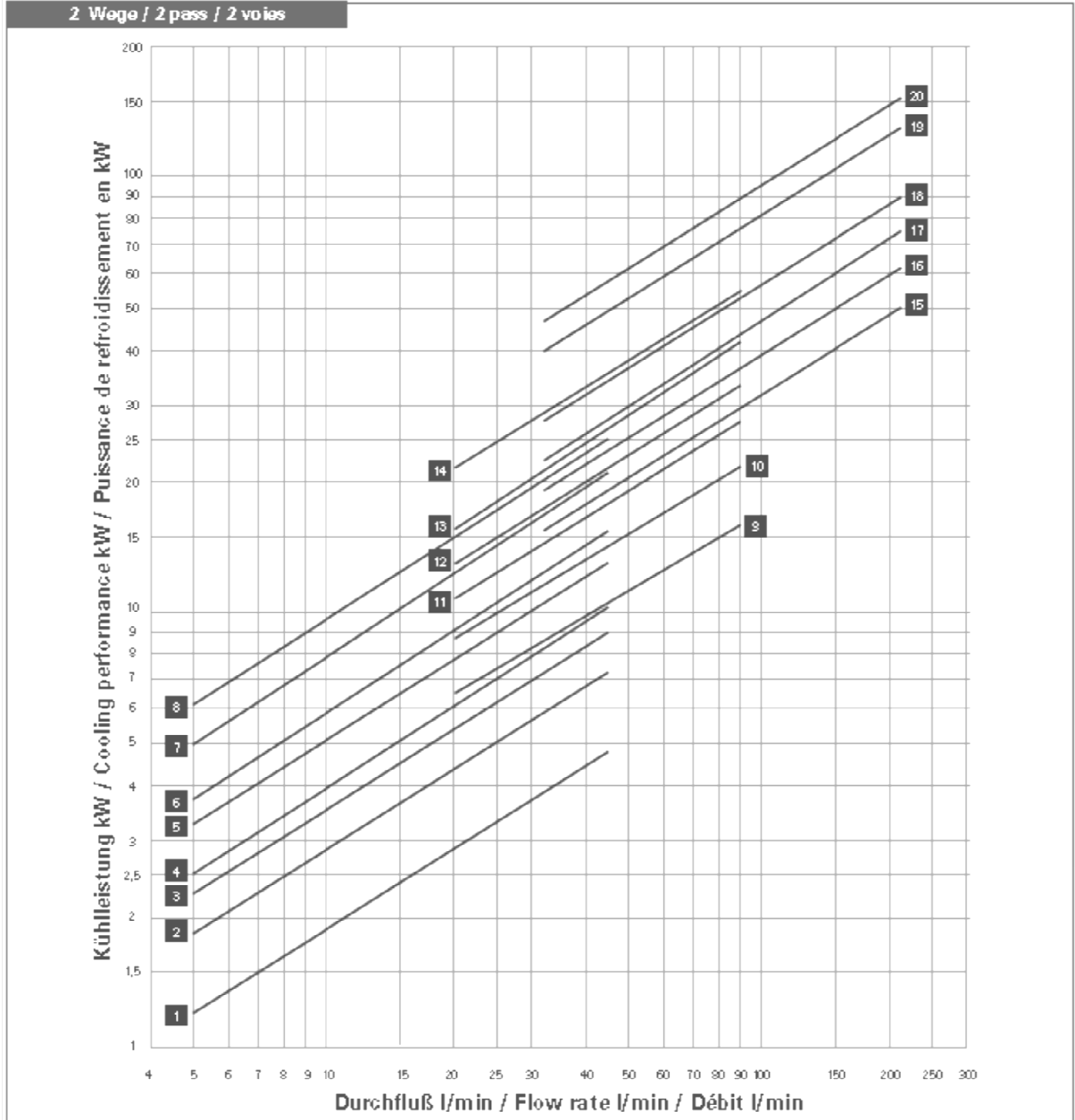
x = velikost částic [μm]

11. Spare parts list

Order number for spare parts		
Position	Type	Order number
	Pi 2115 - Pi 2145	
	NBR	79761230
	FPM	79761248
	EPDM	79761255
	Seal kit for maintenance indicator	
⑧ - ⑩	NBR	77760309
	FPM	77760317
	EPDM	77760325
	Maintenance indicator	
⑪	Visual PiS 3098/2.2	77669971
	Electrical PiS 3097/2.2	77669948
	Electrical upper section only	77536550

Kennlinien EKM / Performance Data EKM / Courbes caractéristiques EKM

2 Wege / 2 pass / 2 voies



Die Kennlinien in diesem Diagramm sind vom Durchfluß begrenzt und können in Abstimmung mit dem Hersteller überschritten werden. Die dargestellten Leistungskurven basieren auf einer Wassereintrittstemperatur von 25°C und einer Ölaustrittstemperatur von 50°C, sowie einer Ölviskosität von 20,6 cSt. The performance data shown in the diagram are limited by the flow rate, and may be exceeded after consultation with the manufacturer. The performance data shown is based on a water inlet temperature of 25°C and an oil outlet temperature of 50°C, together with an oil viscosity of 20,6 cSt. Les courbes caractéristiques de ce diagramme sont limitées par le débit et peuvent être dépassées après accord avec le fabricant. Les courbes de performance représentées sont basées sur une température d'entrée de l'eau de 25°C et sur une température de sortie de l'huile de 50°C, ainsi que sur une viscosité de l'huile de 20,6 cSt.

Modellbezeichnungen / Model designations / Désignation modèles

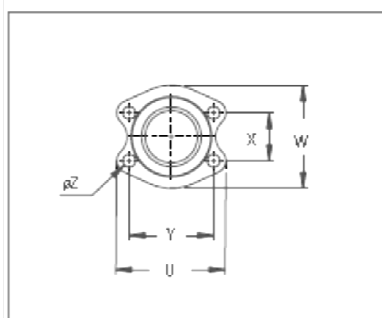
1 EKM-505-T	5 EKM-514-T	9 EKM-708-T	12 EKM-718-T	15 EKM-1012-T	18 EKM-1024-T
2 EKM-508-T	6 EKM-518-T	10 EKM-712-T	13 EKM-724-T	16 EKM-1014-T	19 EKM-1036-T
3 EKM-510-T	7 EKM-524-T	11 EKM-714-T	14 EKM-736-T	17 EKM-1018-T	20 EKM-1048-T
4 EKM-512-T	8 EKM-536-T				

Geräteabmessungen EKM / Unit Dimensions EKM / Dimensions des appareils EKM

in mm / BSPP	A	B	E	F	T	Q	X	Y	m ²	Gewicht (kg)
EKM-505	189	55	53	G 3/4"	41	∅9 x 16	-	-	0,43	3,15
EKM-508	265	97	57	G 3/4"	41	∅9 x 16	-	-	0,73	3,60
EKM-510	316	148	57	G 3/4"	41	∅9 x 16	-	-	0,94	3,45
EKM-512	367	199	57	G 3/4"	41	∅9 x 16	-	-	1,13	4,05
EKM-514	418	250	57	G 3/4"	41	∅9 x 16	-	-	1,43	4,50
EKM-518	519	351	57	G 3/4"	41	∅9 x 16	-	-	1,74	5,10
EKM-524	672	504	57	G 3/4"	41	∅9 x 16	-	-	2,35	6,00
EKM-536	976	808	57	G 3/4"	41	∅9 x 16	-	-	3,57	7,80
EKM-708	283	76	73	G 1 1/2"	66	∅11 x 19	35,7	69,9	1,38	7,30
EKM-712	385	178	73	G 1 1/2"	66	∅11 x 19	35,7	69,9	2,18	8,40
EKM-714	436	229	73	G 1 1/2"	66	∅11 x 19	35,7	69,9	2,53	8,80
EKM-718	537	330	73	G 1 1/2"	66	∅11 x 19	35,7	69,9	3,29	10,20
EKM-724	690	483	73	G 1 1/2"	66	∅11 x 19	35,7	69,9	4,44	11,60
EKM-736	976	787	73	G 1 1/2"	66	∅11 x 19	35,7	69,9	6,73	15,50
EKM-1012	397	157	92	G 1 1/2"	102	∅11 x 25	42,9	77,8	4,38	15,40
EKM-1014	448	208	92	G 1 1/2"	102	∅11 x 25	42,9	77,8	5,17	16,90
EKM-1018	549	309	92	G 1 1/2"	102	∅11 x 25	42,9	77,8	6,73	19,80
EKM-1024	702	462	92	G 1 1/2"	102	∅11 x 25	42,9	77,8	9,06	21,80
EKM-1036	1006	766	92	G 1 1/2"	102	∅11 x 25	42,9	77,8	13,74	30,50
EKM-1048	1307	1067	92	G 1 1/2"	102	∅11 x 25	42,9	77,8	18,41	39,80

Flansch / Flange / EKM 700 = 1 1/2"

Flansch / Flange / EKM 1000 = 2"

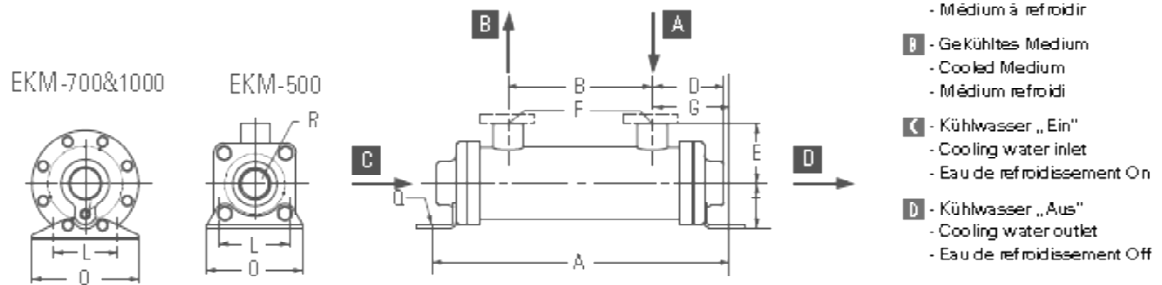


	U	V	W	X	Z
SAE 1"	70	52,4	55	26,2	M10
SAE 1 1/4"	79	58,7	68	30,2	M10
SAE 1 1/2"	93	69,9	78	35,7	M12
SAE 2"	102	77,8	90	42,9	M12
SAE 2 1/2"	114	88,9	105	50,8	M12
SAE 3"	135	106,4	130,6	62	M16

[F] Příloha – Části katalogů

Abmessungen EKM / Dimensions EKM / Dimensions EKM

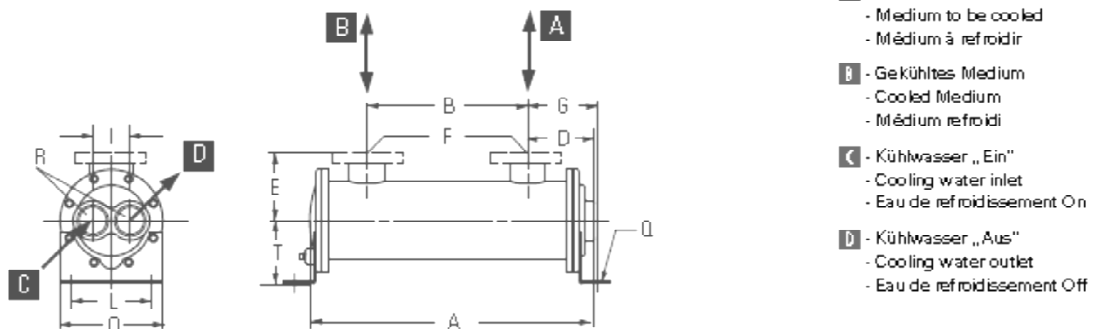
1 Weg Typ: „O“ / 1 pass type „O“ / 1 voie type „O“



mm/BSPP	D	R	G	L	O
EKM-505-O	66	G 3/4"	66	63,5	69
EKM-506-O	62	G 3/4"	63	63,5	69
EKM-510-O	62	G 3/4"	63	63,5	69
EKM-512-O	62	G 3/4"	63	63,5	69
EKM-514-O	62	G 3/4"	63	63,5	69
EKM-516-O	62	G 3/4"	63	63,5	69
EKM-524-O	62	G 3/4"	63	63,5	69
EKM-536-O	62	G 3/4"	63	63,5	69
EKM-706-O	103	G 1 1/4"	103	76	127
EKM-712-O	103	G 1 1/4"	103	76	127

mm/BSPP	D	R	G	L	O
EKM-714-O	103	G 1 1/4"	103	76	127
EKM-716-O	103	G 1 1/4"	103	76	127
EKM-724-O	103	G 1 1/4"	103	76	127
EKM-736-O	103	G 1 1/4"	103	76	127
EKM-1012-O	116	G 1 1/2"	116	102	165
EKM-1014-O	116	G 1 1/2"	116	102	165
EKM-1016-O	116	G 1 1/2"	116	102	165
EKM-1024-O	116	G 1 1/2"	116	102	165
EKM-1036-O	116	G 1 1/2"	116	102	165
EKM-1046-O	116	G 1 1/2"	116	102	165

2 Wege Typ: „T“ / 2 pass type „T“ / 2 voies type „T“



mm/BSPP	D	R	G	L	O	I
EKM-505-T	63	G 3/8"	67	63,5	69	28
EKM-506-T	63	G 3/8"	65	63,5	69	28
EKM-510-T	63	G 3/8"	65	63,5	69	28
EKM-512-T	63	G 3/8"	65	63,5	69	28
EKM-514-T	63	G 3/8"	65	63,5	69	28
EKM-516-T	63	G 3/8"	65	63,5	69	28
EKM-524-T	63	G 3/8"	65	63,5	69	28
EKM-536-T	63	G 3/8"	65	63,5	69	28
EKM-706-T	91	G 1"	95	76	127	41
EKM-712-T	91	G 1"	95	76	127	41

mm/BSPP	D	R	G	L	O	I
EKM-714-T	91	G 1"	95	76	127	41
EKM-716-T	91	G 1"	95	76	127	41
EKM-724-T	91	G 1"	95	76	127	41
EKM-736-T	91	G 1"	95	76	127	41
EKM-1012-T	113	G 1 1/4"	110	102	165	60
EKM-1014-T	113	G 1 1/4"	110	102	165	60
EKM-1016-T	113	G 1 1/4"	110	102	165	60
EKM-1024-T	113	G 1 1/4"	110	102	165	60
EKM-1036-T	113	G 1 1/4"	110	102	165	60
EKM-1046-T	113	G 1 1/4"	110	102	165	60

advanced quality
customized designs
made in europe

**UNIVERSAL
HYDRAULIK** 
Ihr Partner für Kühler und Systeme

Bestellschlüssel / Ordering code / Code de commande

EKM - 1036 - 6 - O - CN - R - W - SW - 02 - G 1 1/2"

Typ
500, 700, 1000
1200, 1700 = E
1200 = S

**Anschlußtyp
Connection type
Type de raccordement**
NPT = -
SAE mit O-Ring,
wasserseite NPT/
SAE with O-Ring,
water side NPT/
SAE avec O-Ring,
côté de l'eau NPT/ = S
BSPF = M
SAE Flansch/
SAE flange = FM

Baugröße / Unit size / Taille

**Umlenksegmentabstand /
Guide segment setting /
Ecart des segments/deflecteurs**

G 1 1/2"
= ölbseitige Anschlüsse
= Oil connections
= raccordements d'huile

Serie 02
optimierte Enddeckel / optimized
end caps / Caches optimisé

SW = Seewasser / Seawater / eau de mer
SWBZ = Seewasser-Rotgußdeckel + Zinkanode /
Seawater-gunmetal + zinc anode /
eau de mer

W = Rohrboden Messing / Tube sheet naval brass /
Plaques finales Laiton

R = Bypass-Ventil / Bypass valve / Soupape bypass

CN = Wasserrohre Kupfer/Nickel / Water tubes Copper/nickel / Tuyaux d'eau Cuivre
CU = Wasserrohre Kupfer / Water tubes Copper / Tuyaux d'eau Cuivre
SS = Wasserrohre Edelstahl / Water tubes stainless steel / Tuyaux d'eau acier inox

**Kühlwasserführung
Cooling water connection system
Raccordement eau de refroidissement**
O = 1-Weg / 1-pass / 1-voie
T = 2-Weg / 2-pass / 2-voies
F = 4-Weg, nur Serie 1200 /
4-pass, 1200 series only /
4-voies, seulement série 1200

Technische Daten / Technical data / Données techniques

Achtung: Unsachgemäßer Einbau kann
zur Beschädigung des Kühlers führen.

Caution: Incorrect installation can lead to
damage to the cooler.

Attention: Un montage erroné peut en-
traîner un endommagement du refroidis-
seur.

Maximaler Betriebsdruck / Maximum operating pressure / Pression maximale de service:

Mantel / Shell / Manteau = 35 bar
Rohre / Tubes / Tuyaux = 16 bar

Betriebstemperatur / operating temperature / Température de service:

= 5 - 95 °C

Maximaler Durchfluß / Maximum flow rate / Débit maximal:

l/min	Öl / Oil / huile Mantel / Shell / Manteau	Wasser / Water / eau Rohre / Tubes / Tuyaux		
		O	T	F
Typ / Version / Version				
EKM - 500	75	45	22	-
EKM - 700	225	90	46	-
EKM - 1000	330	210	106	-
EKM - 1200	650	380	190	95
EKM - 1700	1500	980	490	245
SKM - 1200	650	560	280	140

Die technischen Angaben in diesem Datenblatt beziehen sich auf die beschriebenen Betriebsbedingungen und Einsatzfälle. Bei abweichenden Betriebsbedingungen und Einsatzfällen wenden Sie sich bitte an Universal Hydraulik.

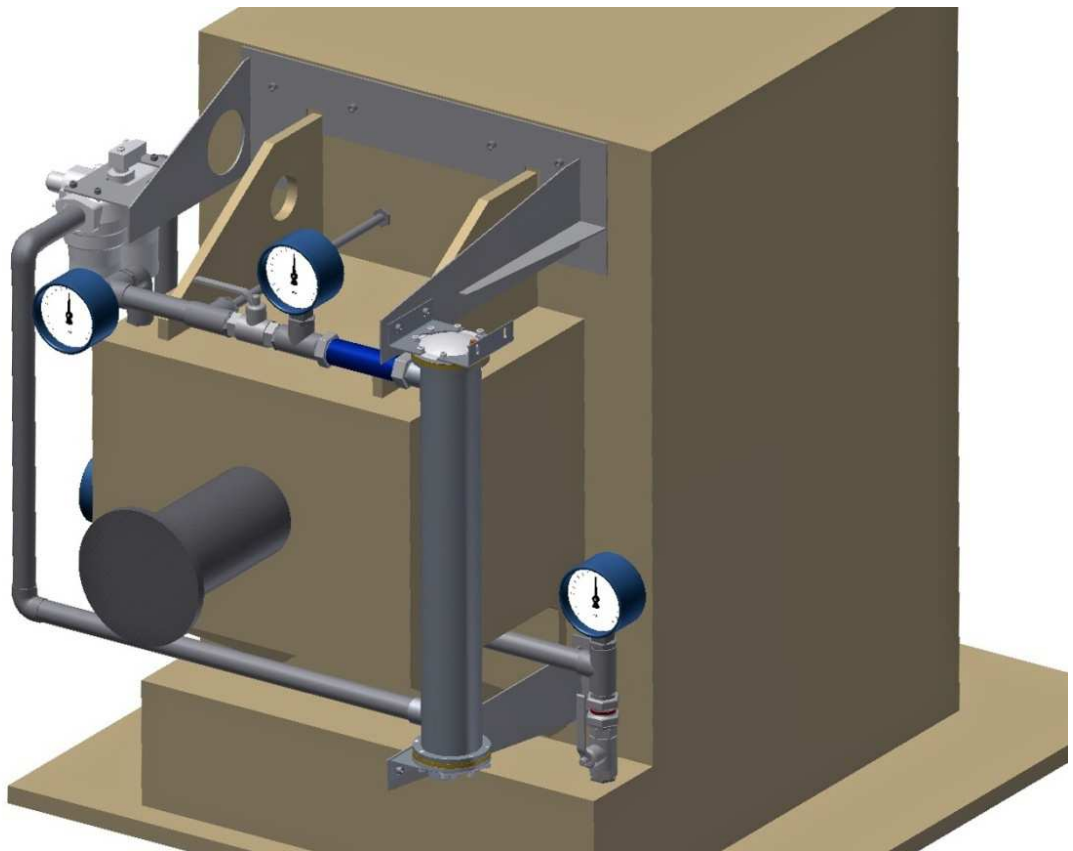
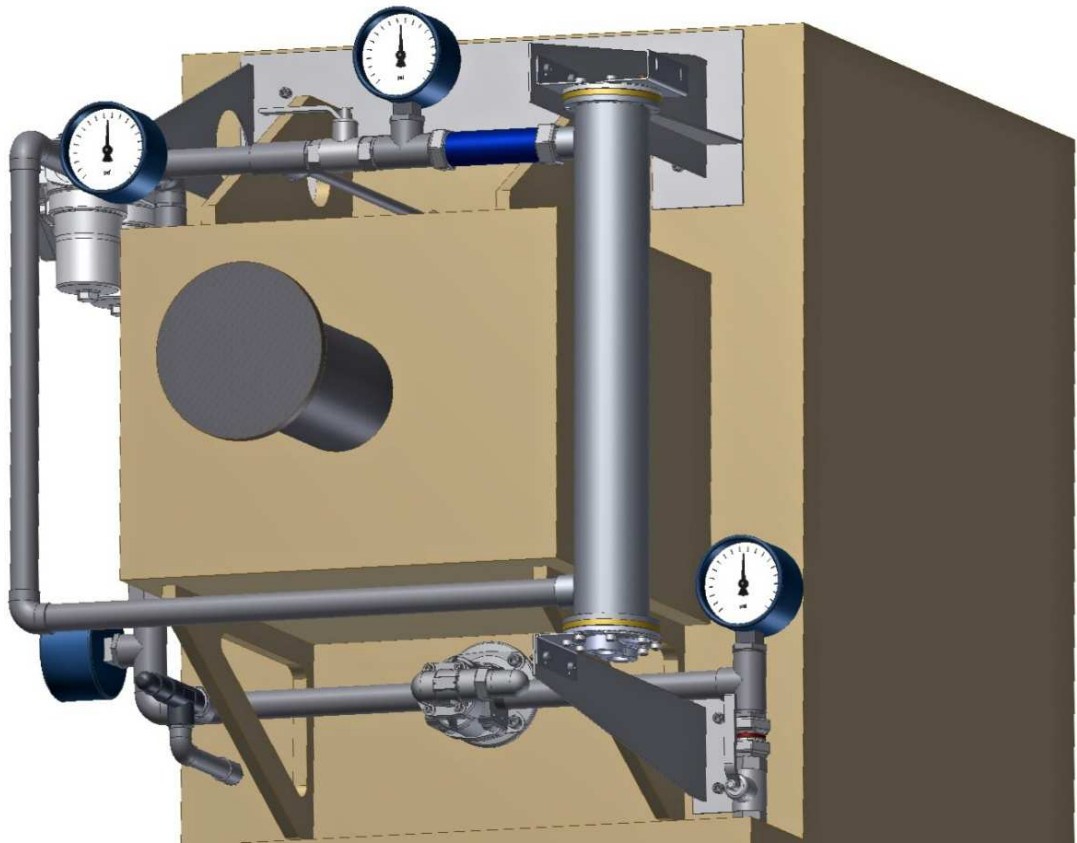
The technical data of this sheet is depending on the described operational conditions and individual cases. At different operational conditions and differing individual cases contact Universal Hydraulik.

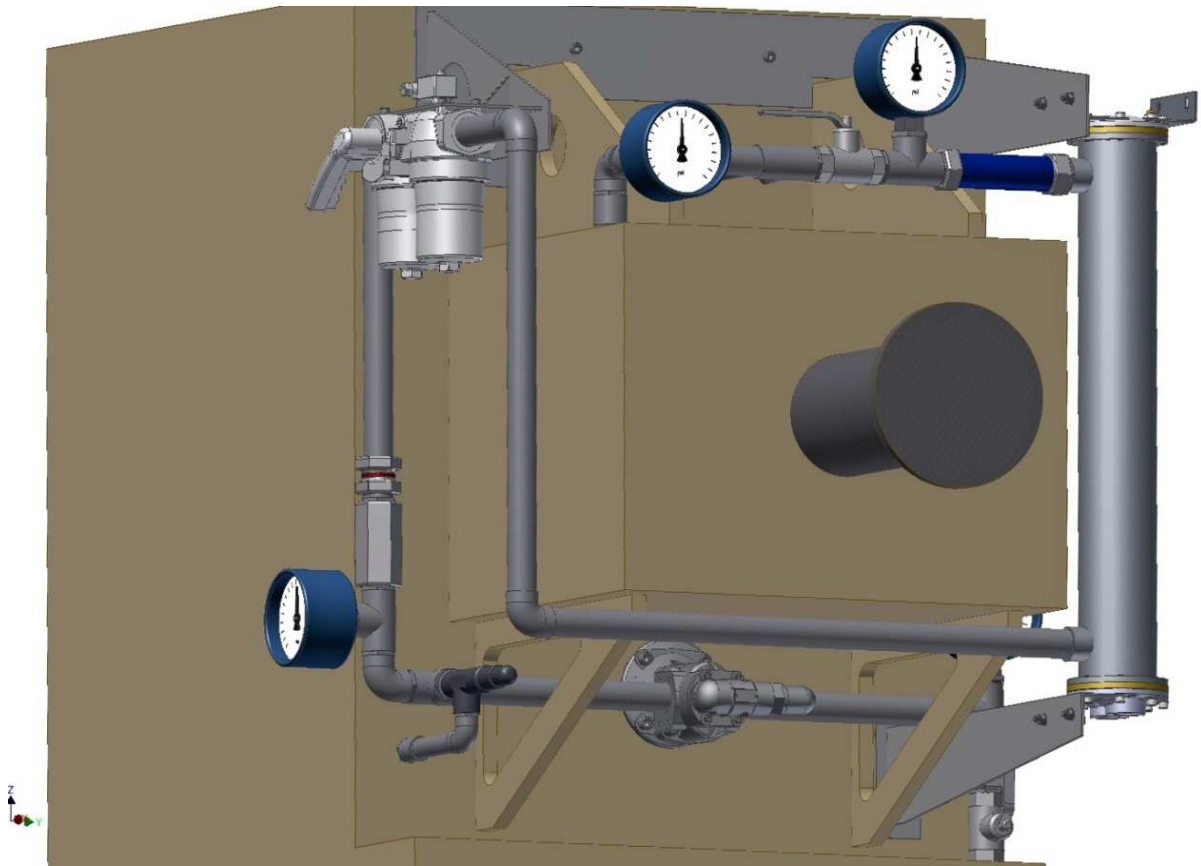
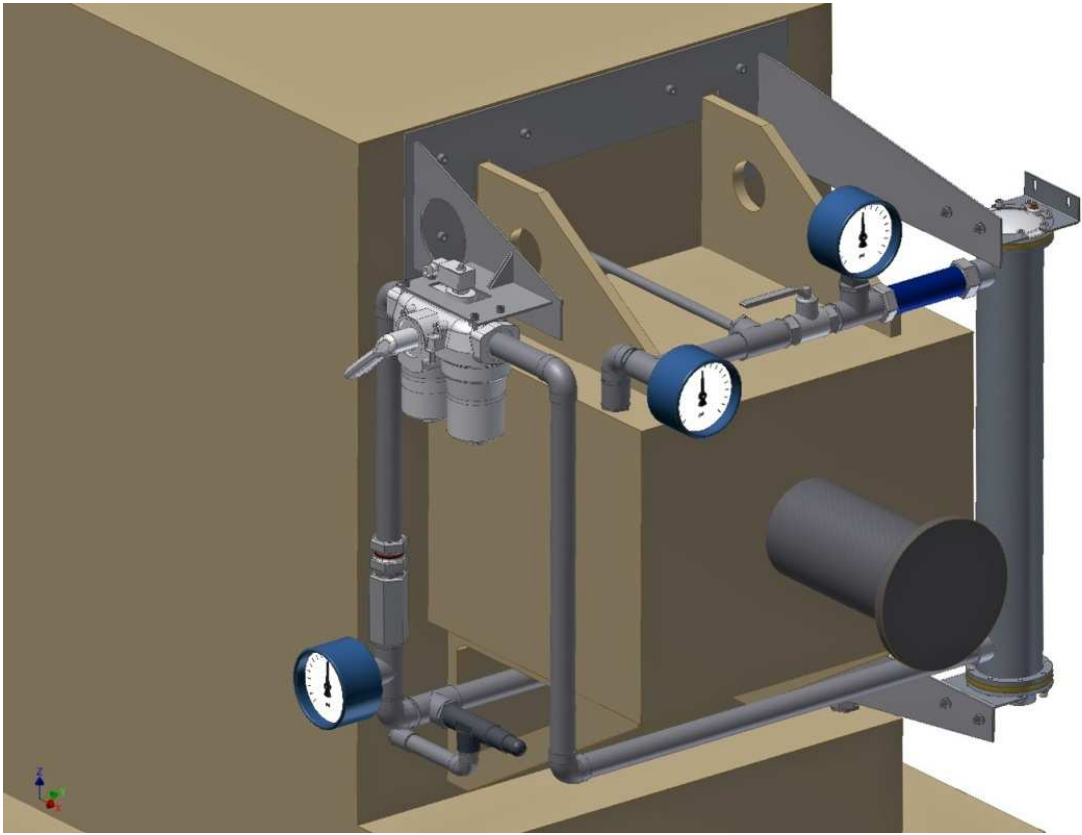
Technische Änderungen vorbehalten. Bitte beachten Sie auch unsere Wartungs- und Bedienungsanleitung.

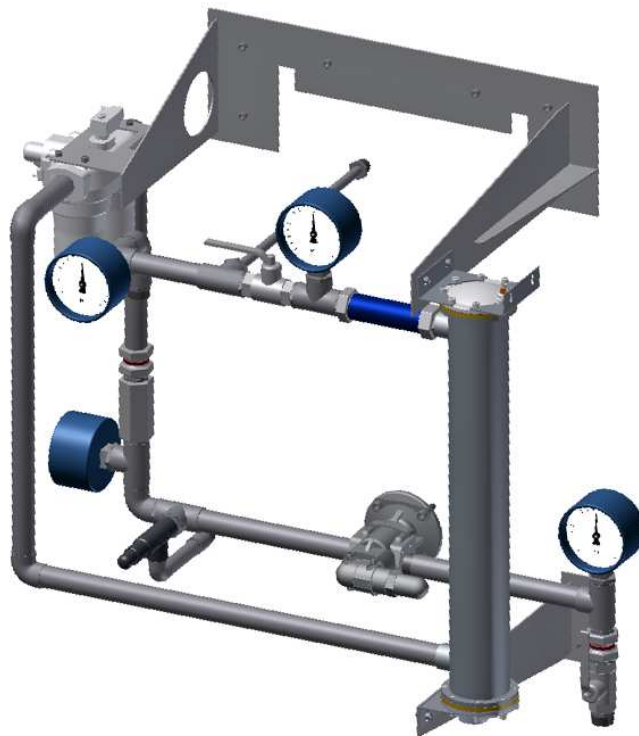
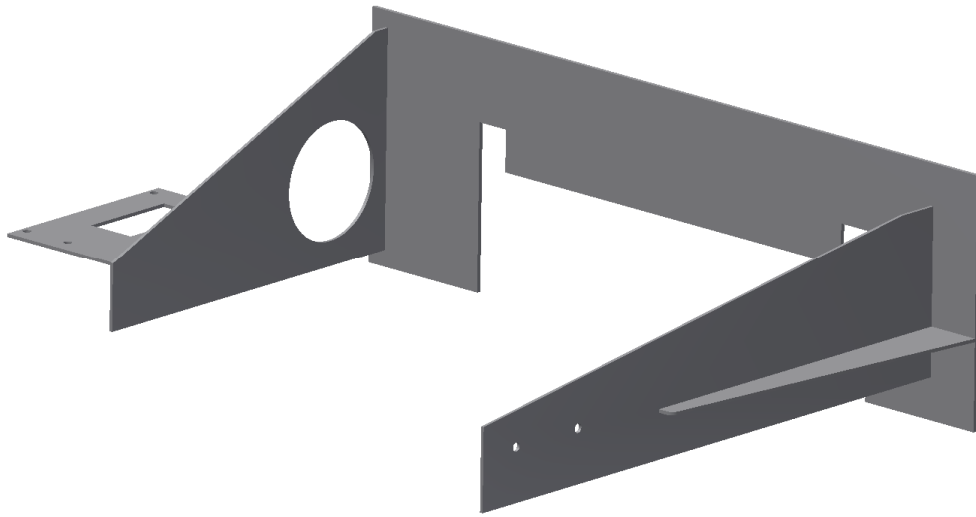
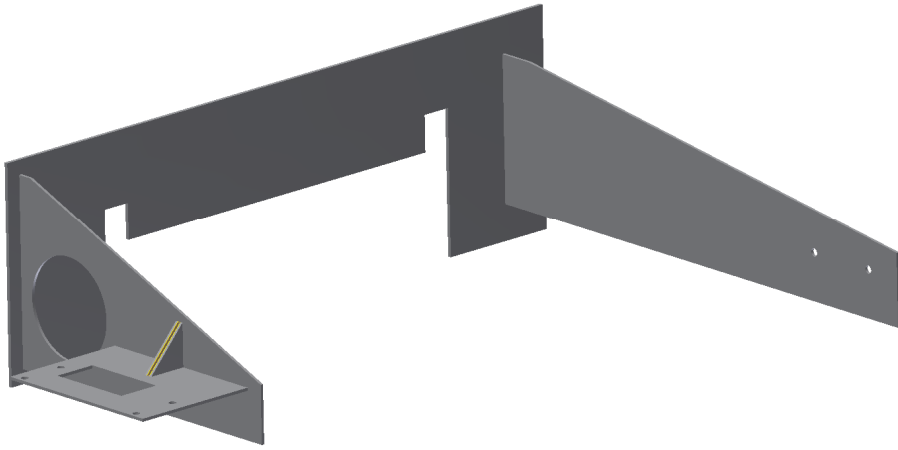
Technical modifications reserved. Please also pay attention to our operation manuals and maintenance documentation.

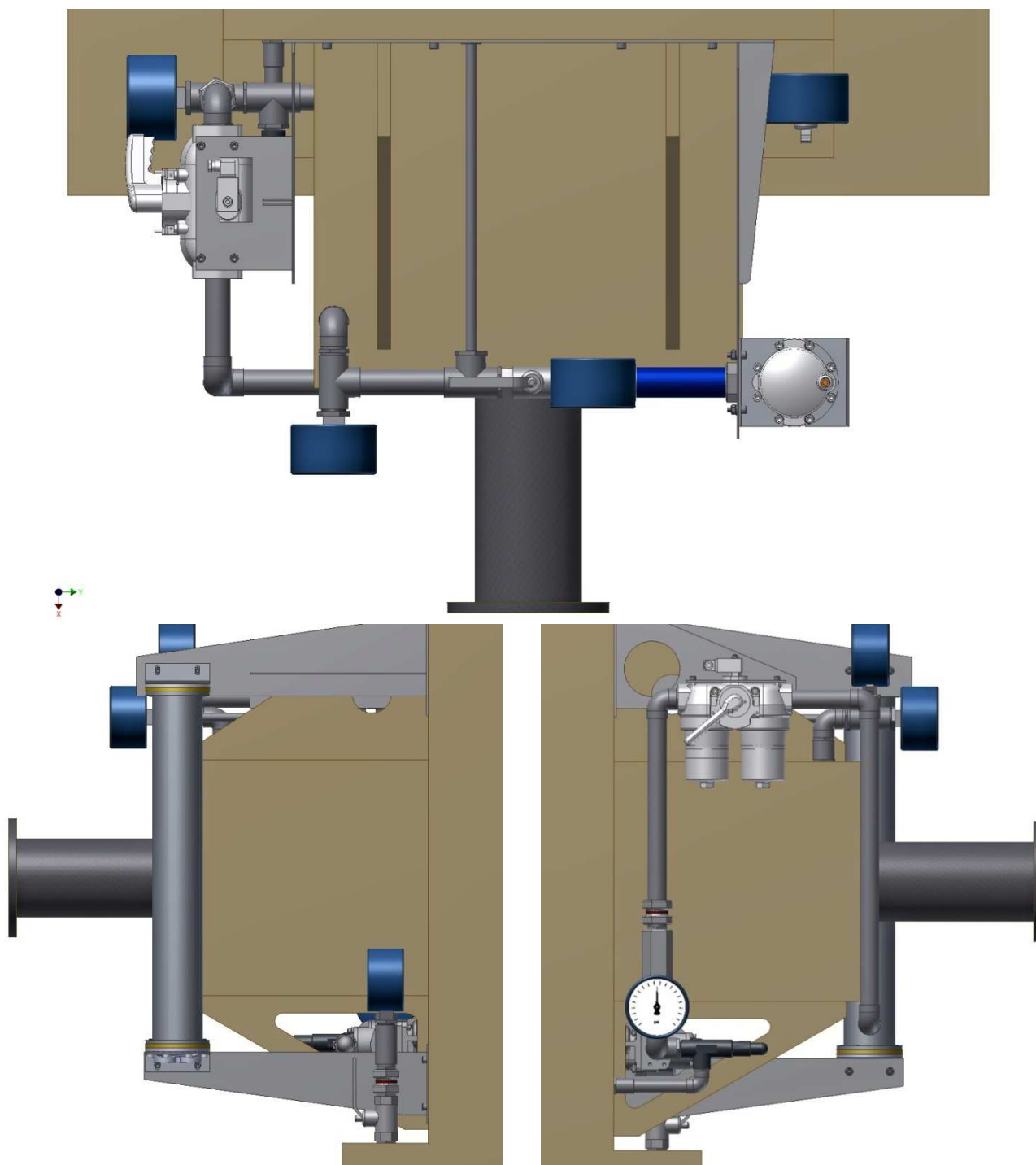
Vertrieb / Sales / Distribution

Universal Hydraulik GmbH
Siemensstr. 32 · D-61267 Neu-Anspach
Tel: 0 60 81 94 18-0 · Fax 0 60 81 96 02 20
e-Mail: info@universalhydraulik.com
www.universalhydraulik.com

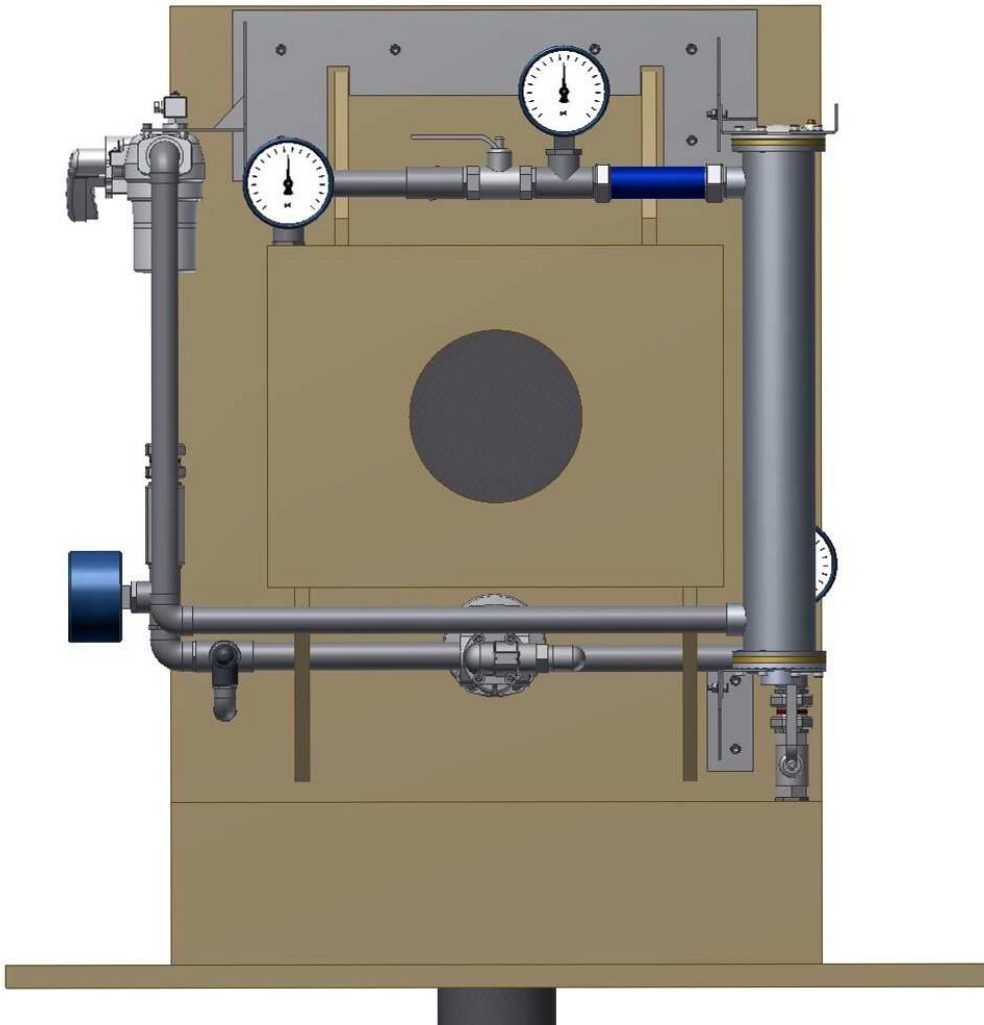








[C] Příloha – Obrázková příloha převodovky



Zadání bakalářské práce společností Škoda – Wikov,. požadavky na práci

Zadané parametry:

- Mazací jednotka dle návodu „gear functional description“ pro velikost 80.
- množství oleje: 120 l/min
- chladicí výkon chladiče: 80kW
- teplotní spád oleje v chladiči: 65-50=15st
- teplota chladicí vody: 25stC
- voda: mořská
- otáčky čerpadla 1000-2000 ot/min
- tlak oleje na výstupu z agregátu: min 2bar, max. 6bar
- olej syntetický VG150
- varianta s mechanickým čerpadlem

Požadované výstupy:

- hydraulické schéma
- návrh čerpadla, filtru a chladiče
- výpočet chladiče
- rozměry a typy jednotlivých komponentů
- mechanické ztráty čerpadla pro minimální a maximální zadaný tlak
- návrh kontrolních prvků (manometry, teploměry, průtokoměry)
- výkres sestavení, kusovník

[A] Příloha – Zadání bakalářské práce společností Škoda – Wikov,. požadavky na práci