



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMU A ROBOTIKY

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS
AND ROBOTICS

KONSTRUKCE UNIVERZÁLNÍHO HYDRAULICKÉHO AGREGÁTU

DESIGN OF UNIVERSAL HYDRAULIC POWER UNIT

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTERS'S THESIS

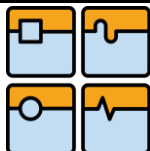
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. VOJTĚCH HOLUB

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. RADEK KNOFLÍČEK, Dr.

BRNO 2015



Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky

Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Vojtěch Holub

který/která studuje v **magisterském navazujícím studijním programu**

obor: **Výrobní stroje, systémy a roboty (2301T041)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Konstrukce univerzálního hydraulického agregátu

v anglickém jazyce:

Design of universal hydraulic power unit

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

1. Rešerše hydraulických agregátů (HA) od významných evropských výrobců (max. 5)
2. Návrh ocelové nádrže s ohledem na její předpokládané provozní zatížení a rozložení výpalků na zadané tabuli plechu
3. Návrh stavebnicové konstrukce hydraulického agregátu v třech typorozměrových řadách dle objemu kapaliny
4. Konstrukce HA s těmito parametry:
 - a) Objem nádrže: 100, 250 a 630 litrů
 - b) Výkon elektromotoru čerpadla: 7,5 kW ~ 75 kW
 - c) Typy čerpadel: zubové, axiální pístové
5. Kontrolní a návrhové výpočty významných konstrukčních částí HA (včetně využití MKP)
6. Sestavní výkres a vybrané výrobní výkresy – detaily jednoho typorozměru HA
7. Soupis použitých komponent, rozříděných do podskupin dle variant nádrže, čerpadel, elektromotorů a volitelného příslušenství
8. Analýza rizik celku i komponent HA dle příslušného zákona (i s využitím interního FMEA checklistu Bosch Rexroth)
9. Stručné ekonomické zhodnocení nového návrhu

Cíle diplomové práce:

Cílem diplomové práce je vyřešit problematiku stavebnicové konstrukce univerzálního hydraulického agregátu a zrychlit tak návrh HA vhodného pro jakoukoliv aplikaci ve strojírenství. Zadání DP je řešeno ve spolupráci se společností Bosch Rexroth, spol. s r. o. v Brně.

Seznam odborné literatury:

- (1) Fluidní Technika – Průmyslová hydraulika – základy, Bosch Rexroth, RCZ000-02/12.06
- (2) firemní materiály Bosch Rexroth (Interní AB normy, Datové listy komponent, ...)
- (3) Pružnost pevnost I, II

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Radek Knoflíček, Dr.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2014/2015.

V Brně, dne 25.10.2014

L.S.

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.
Ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
Děkan fakulty



ABSTRAKT

První část této diplomové práce se zabývá průzkumem nabídky agregátů stavebnicového typu od ostatních významných světových výrobců. Konstrukční část práce obsahuje kompletní návrh třech typorozměrových řad agregátů. Součástí je také výpočet pomocí MKP. Poslední část práce se zabývá bezpečností strojního zařízení a stručným ekonomickým zhodnocením produktu.

.

KLÍČOVÁ SLOVA

hydraulický agregát , konstrukce, výpočet, výrobce, řešerše,

ABSTRACT

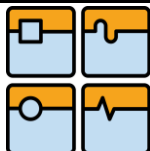
The first part of this masters thesis deals with research of modular type hydraulics power units from other significant world producers. Design part of thesis contains complete design of three product ranges of hydraulics power units. It also includes simulation by FEM method. Last part describe safety of machine and brief economic evaluation of product.

KEYWORDS

Hydraulics power unit, design, calculation, producer, thesis,

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

HOLUB, V. *Konstrukce univerzálního hydraulického agregátu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2015. XY s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Radek Knoflíček, Dr..



Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky

DIPLOMOVÁ PRÁCE

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu použitých zdrojů.

20. května 2015.....

Vojtěch Holub



Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky

DIPLOMOVÁ PRÁCE

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu práce doc. Ing. Radkovi Knoflíčkovi, Dr. za cenné rady a připomínky. Dále bych chtěl poděkovat mé rodině za podporu ve studiu.



DIPLOMOVÁ PRÁCE

OBSAH:

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAKT	5
KLÍČOVÁ SLOVA	5
BIBLIOGRAFICKÁ CITACE	5
PROHLÁŠENÍ	7
PODĚKOVÁNÍ	9
OBSAH	11
ÚVOD	13
1. SPOLEČNOSTI VYRÁBĚJÍCÍ SÉRIOVÉ HYDRAULICKÉ AGREGÁRY	14
1.1 PARKER.....	14
1.2 CONTINENTALHYDRAULICS.....	16
1.3 HAWE	18
1.4 HYDAC.....	20
1.5 BUCHER.....	22
2.KONSTRUKČNÍ NÁVRH	24
2.1 NÁVRH TYPOROZMĚROVÉ ŘADY S NÁDRŽÍ O OBJEMU 630 LITRŮ.....	26
2.1.1 Předběžný návrh rozměrů nádrže.....	26
2.1.2 Návrh skutečných rozměrů nádrže.....	28
2.1.3 Výpočet zatížení pro MKP.....	30
2.1.4 Výpočet svárů.....	31
2.1.5 Volba prvků hydraulického obvodu.....	31
2.1.6 Konstrukce HPU630.....	36
2.1.7 Hydraulické schéma pro HPU 630.....	42
2.2 NÁVRH TYPOROZMĚROVÉ ŘADY S NÁDRŽÍ O OBJEMU 250 L.....	43
2.2.1 Volba prvků hydraulického obvodu pro nádrž o objemu 250 litrů.....	44
2.2.2 Konstrukce HPU250.....	44
2.2.3 Hydraulické schéma pro HPU250.....	47
2.3 NÁVRH TYPOROZMĚROVÉ ŘADY S NÁDRŽÍ O OBJEMU 100 L.....	48
2.2.1 Volba prvků hydraulického obvodu pro nádrž o objemu 100 litrů.....	49
2.2.2 Konstrukce HPU100.....	49
2.2.3 Hydraulické schéma pro HPU100.....	50
3. ANALÝZA VYBRANÝCH SOUČÁSTÍ POMOCÍ MKP	51
4. ANALÝZA BEZPEČNOSTI STOROJNÍHO ZAŘÍZENÍ	55
4.1 POPIS STROJE	55
4.2 TABULKA ZÁKLADNÍCH PARAMETRŮ HPU	56
4.3 BLACK BOX.....	56
4.4 BLOKOVÝ DIAGRAM STROJE.....	57
4.5 ZDROJE RELEVANTNÍCH NEBEZPEČÍ.....	57
4.6 ANALÝZA VÝZNAMNÝCH NEBEZPEČÍ V PRŮBĚHU ŽIVOTNÍHO CYKLU... ..	59
4.7 SEZNAM VÝZNAMNÝCH NEBEZPEČÍ.....	60
4.8 IDENTIFIKACE ZÁVAŽNÝCH NEBEZPEČÍ.....	63
4.9 OPATŘENÍ PRO SNIŽENÍ ZÁVAŽNÝCH NEBEZPEČÍ.....	65



DIPLOMOVÁ PRÁCE

5. EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ NÁVRHU.....	79
ZÁVĚR.....	81
SEZNAM POUZITÉ LITERATURY.....	83
PŘÍLOHY.....	85



Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky

DIPLOMOVÁ PRÁCE



Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky

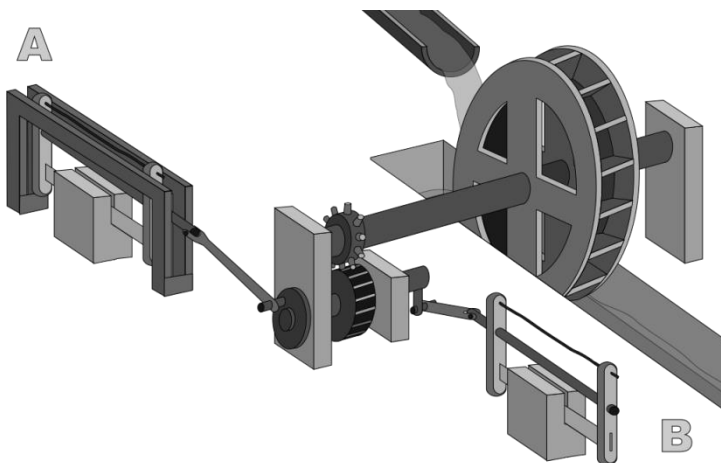
DIPLOMOVÁ PRÁCE



ÚVOD

Vodu jako zdroj energie lidstvo využívá již tisíce let, například ve starém Římě byla vodní energie používána k mletí mouky nebo řezání kamene (obr. 1). V této době také sepsal Archimédes spis *o tělesech plovoucích*, který obsahuje známý Archimédův zákon. V roce 1648 objevil francouzský matematik a fyzik Blaise Pascal, že tlak se šíří v kapalině ve všech směrech stejně (doslovné znění - *jestliže*

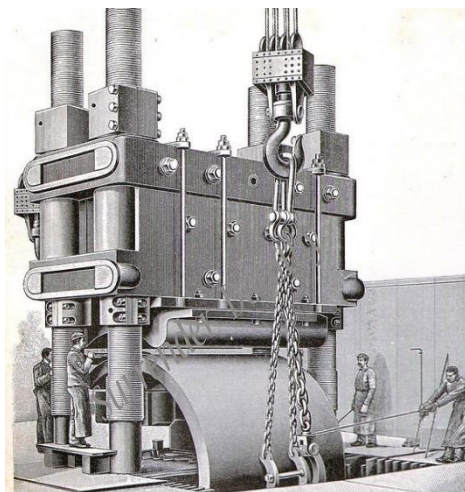
na kapalinu působí vnější tlaková síla, pak tlak v každém místě kapaliny vzroste o stejnou hodnotu). Může-li být považován Archimédes za zakladatele hydrostatiky, pro hydrodynamiku zaujímá tuto pozici Leonardo da Vinci mechanik, fyzik a inženýr. Stavěl průplavy, navrhl vodní turbínu, zabýval se infiltrací srážek, vznikem pramenů, pohybem a měřením vody v korytě, výtokem vody z nádoby, vznikem a tvarem vírů. Turbulenci proudění vody přirovnal k pramenu spletených vlasů. V 18. Století byl patentován první hydraulický lis.



Obr. 1 Vodní mlýn z období starého Říma [18]



Obr. 2 Hydraulická vrtačka [17]



Obr. 3 Historický hydraulický lis [15]

Vývoj v použití vody jako zdroje energie pro stroje nadále pokračoval (obr. 3). První vodní elektrárna byla postavena v Appletonu ve státě Wisconsin v USA v roce 1882. V dnešní době lze nalézt hydraulické prvky ve všech odvětvích průmyslu například potravinářství, stavebnictví, strojírenství (obr. 2) atd. [16]



1. SPOLEČNOSTI VYRÁBĚJÍCÍ SÉRIOVÉ HYDRAULICKÉ AGREGÁRY

1.1 PARKER

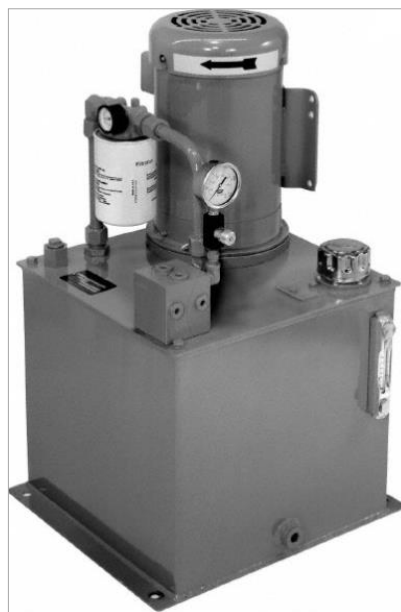


Parker je nadnárodní společnost založená roku 1918 sdružující několik desítek divizí. Jedná se o jednoho z největších světových výrobců pohonných a řídicích systémů. Nabídka nekonzfigurovatelných hydraulických agregátů je zastoupena čtyřmi produktovými řadami: [7]

- D-PAK ,
- H-PAK (obr. 1.2),
- V-PAK (obr. 1.1),
- Va-PAK (obr. 1.4).



Obr. 1.1 V-PAK [8]



Obr. 1.2 H-PAK [8]

Pump model No.	Tank Size [L]	Pump flow [Lpm]	Motor [Kw]	Max preasure [Bar]
D-PAK	18,9	3.4 - 10.2	0.37 - 2.24	207
H-PAK	37.9, 75.7, 113.6, 151.4	3.4 - 36.3	0.37 - 14.9	207
V-PAK	37.9, 75.7, 113.6, 151.4	7.6 - 59.1	1.5 - 14.9	207
Va	302.8	41.6 - 136.7	5.6 - 30	207

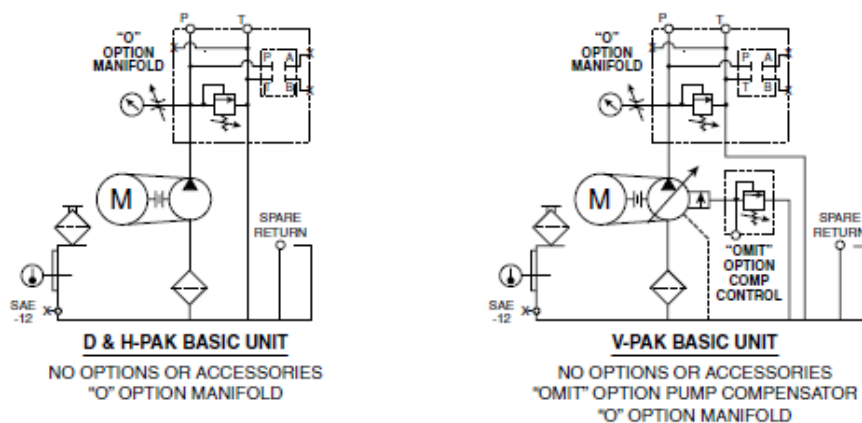
Tab. 1.1 Parametry řady agregátů PARKER [7]



DIPLOMOVÁ PRÁCE

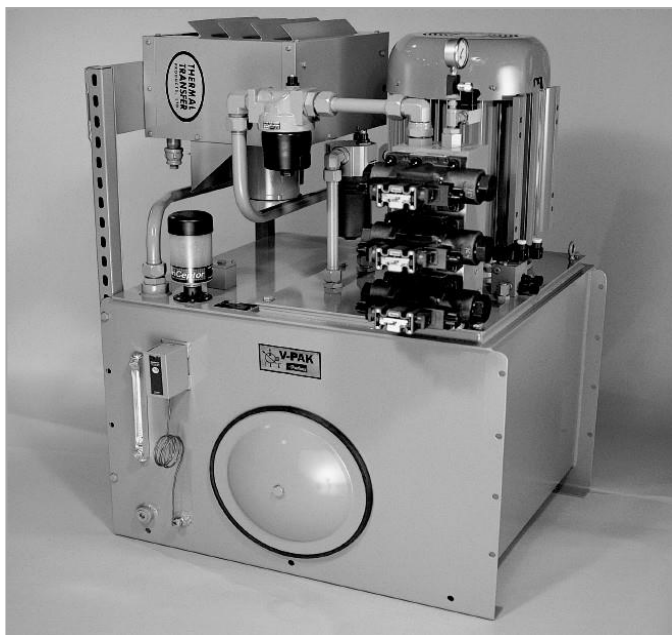
D, H, V řady se vyznačují vertikální montáží motoru s čerpadlem, které je ponořeno v kapalině uvnitř nádrže pro olej. Nádrž je provedena jako svarek a ve všech případech je agregát na vstupu do hydraulického obvodu opatřen filtrem nečistot. Dále pak agregáty obsahují běžné prvky jako například pojistný ventil, vzduchový filtr (tzv. dýchačku), hladinoměr atd. Jako volitelné příslušenství lze pořídit například:

- výměník tepla,
- filtr u vývodu kapaliny z hydraulického obvodu,
- zpětný ventil u výstupu z čerpadla.



Obr. 1.3 Hydraulické schéma agregátů Parker [8]

Řada Va je rozměrově a výkonově největší. Čerpadlo je vnořeno v oleji svařované vany. Lze volit pístové nebo zubové čerpadlo. Uplatnění je všeobecně tam, kde je zapotřebí většího výkonu a průtoku kapaliny například u lisovacích strojů, stříhání atd. jako pohon čerpadla je použit jedno nebo tři fázový motor. Jako standardní příslušenství se dodává nástavec pro čerpadlo, měřidlo hladiny oleje s termometrem, dýchačka, pojistný ventil. Nadstandardní příslušenství dle potřeby zákazníka zahrnuje například větší blok s pojistným ventilem, filtr s ochranou proti překročení tlaku, olejový popřípadě vzduchový výměník tepla. [8]



Obr. 1.4 Va-PAK [8]



DIPLOMOVÁ PRÁCE

1.2 CONTINENTALHYDRAULICS



Continental hydraulics je americká nadnárodní společnost zaměřená výhradně na výrobu a vývoj hydraulických komponent a hotových agregátů. Společnost se věnuje hydraulice již zhruba padesát let. Mezi hydraulické prvky nabízené firmou patří například čerpadla, ventily, bloky atd. Hotové hydraulické agregáty jsou zastoupeny v 6-ti řadách.

JIC - Style agregáty o velkém rozpětí objemů nádrže od cca 38 litů do 795 litrů, motor je upevněn horizontálně k nádrži. Hydraulický obvod je vybaven ohříváčem oleje, průtokoměrem, barometrem, filtry na vstupu a na výstupu oleje z obvodu atd. JIC řada je dle výrobce vhodná například pro upínací přípravky, obráběcí centra nebo pásové dopravníky. [13]

Model	objem [l]	výkon motoru [Kw]	max. pracovní tlak [Bar]	průtok [Lpm]
10	38	3.7	138	37.8
20	76	7.5, 14.9, 14.9	138, 207, 241	37.8, 30.3, 22.7
35	132	14.9, 22.4, 14.9, 22.4, 55.9, 14.9, 22.4, 37.3, 37.3	138, 138, 207, 207, 207, 207, 241, 241, 138	37.8, 113.5, 30.3, 56.8, 136.2, 30.3, 37.8, 75.7, 264.9
50	189	14.9, 22.4, 14.9, 22.4, 55.9, 14.9, 22.4, 37.3, 37.3	138, 138, 207, 207, 207, 207, 241, 241, 138	37.8, 113.5, 30.3, 56.8, 136.2, 30.3, 37.8, 75.7, 264.9
70	265	22.4, 55.9, 22.4, 55.9, 37.3, 55.9	138, 138, 207, 207, 241, 207	113.5, 254.9, 56.8, 136.3, 75.7, 109.8
90	341	22.4, 55.9, 22.4, 55.9, 37.3, 55.9	138, 138, 207, 207, 247, 207	113.5, 264.9, 56.8, 136.3, 75.7, 109.8
130	492	55.9, 55.9, 93.2, 55.9	138, 207, 172, 207	264.9, 136.3, 283.9, 109.8
160	606	55.9, 55.9, 93.2, 55.9	138, 207, 172, 207	264.9, 136.3, 283.9, 109.8
210	795	55.9, 55.9, 93.2, 55.9	138, 207, 172, 207	164.9, 136.3, 283.9, 109.8

Tab. 1.2 Parametry řady agregátů JIC [14]

Jak lze vidět z tabulky řada JIC (obr. 1.5), disponuje nejen velkým rozsahem objemů, ale i vysokou rozmanitostí možných dosažitelných hodnotu průtoků, výkonů a tlaků. U jednotlivých typů je použito pístové čerpadlo nebo lopatkové čerpadlo společně s vysokým počtem možných volitelných motorů. Díky tomu má zákazník možnost zvolit si vyhovující variantu. Vzhledem k tomu, že tato řada nejlépe vystihuje konstrukci, kterou se bude zabývat tato práce, další řady budou popsány méně podrobně.



Obr. 1.5 Hydraulický agregát řady JIC [14]



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Další řadou agregátů je řada **Low profile units**. Oproti řadě JIC je rozsah objemů 38 až 114 litrů. V této řadě agregátů nejsou použita pístová čerpadla, lze volit čerpadlo lopatkové nebo zubové konstrukce je provedena jako v případě předchozí řady horizontálně. Díky své velikosti a parametrům jsou LPU agregáty vhodné například pro balicí techniku.

L – shaped (obr. 1.6), hydraulické agregáty mají také motor s čerpadlem uložený vertikálně, avšak ne na nádrži ale vedle nádrže na plošině. Díky této konstrukci nemusí čerpadlo nasávat kapalinu ze snížené hladiny oproti čerpadlu a je dosaženo vyššího průtoku a možného objemu, který lze nasát do hydraulického obvodu. Čerpadlo lze opět volit pístové nebo lopatkové. Nádrž je provedena jako svarek ale v tomto případě není víko nádrže přivařeno ale je odnímatelné což je umožněno díky umístění motoru mimo nádrž. Objem nádrže se pohybuje mezi 38 a 760 litry.



Obr. 1.6 Hyd. agregát řady L – shaped

Pro méně náročné aplikace je určena řada **Little champ power units (LCHPU)**. Motor je umístěn na víku vany vertikálně a zubové čerpadlo je uvnitř vany vnořené do kapaliny. Pro tuto řadu je možné volit z objemu vany 11.4 nebo 18.9 litrů. Možné použití LCHPU agregátů je například balicí technika nebo manipulace s materiálem (obr. 1.7),.

Wash Down Little Champ units (WD_HDU) jsou speciální agregáty vhodné pro potravinářský průmysl a pro podobné aplikace, kde je nutné čisté prostředí.

Little Champ Power Unit Kits (LCHPUK) jak již název napovídá nejedná se o hotové agregáty, místo toho výrobce zákazníkovi dodá balíček zvolených komponent, který si sestaví zákazník sám.



Obr. 1.7 Hydraulický agregát řady LCHPU[14]

Continental hydraulics ke svým agregátům nabízí také velké množství příslušenství, které může být nainstalováno rovnou k vybranému agregátu nebo zakoupeno odděleně, například:

- chladiče (vzduch, voda),
- šroubení,
- ohřívače kapaliny,
- ventily,
- servoventily atd. [14]



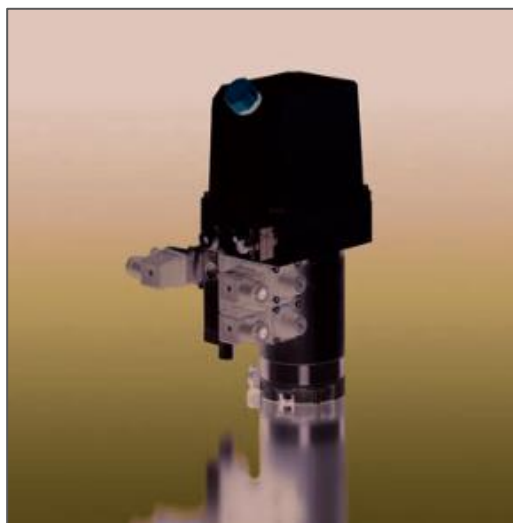
1.3 HAWE



Německá nadnárodní společnost HAWE bylo založena v roce 1949, a v současné době působí na všech kontinentech. Firma je zaměřena na hydraulické komponenty popřípadě elektronické prvky s nimi souvisejícími. Kromě agregátů lze v nabídce nalézt například akumulátory, hydraulické válce, ventily nebo čerpadla. Již zmíněné hydraulické agregáty jsou zastoupeny v pěti řadách. [10]

Pro zařízení s malou spotřebou oleje a krátkodobou dobou provozu je určena řada **NPC** (obr. 1.8). Agregát je napájen stejnosměrným proudem. V mezipřírubě je integrován přepouštěcí ventil. Agregát NPC se používá například na stavbách a v jiných mobilních aplikacích. Použité radiální pístové čerpadlo je ponořeno v oleji.

Kompaktní čerpadlový agregát **HC, HCW** je přímo připraven k připojení a své využití najde všude tam, kde je v přerušovaném provozu (S 3) třeba zapojit zařízení s malou spotřebou oleje, např. U obráběcích strojů a přípravků, ale také v obecném strojírenství. Agregát tvoří těleso s integrovaným motorem a čerpadlem. Provedení čerpadla může být jednookruhové s radiálním pístovým čerpadlem nebo dvouokruhové. Možné kombinace u dvouokruhové varianty jsou radiální pístové čerpadlo – zubové čerpadlo nebo radiální pístové čerpadlo – radiální pístové čerpadlo. Rozdíl ve značení znamená použitý motor, typ HC (třífázový motor) a typ HCW (motor na střídavý proud).



Obr. 1.8 Agregát řady NPC [11]

řada	P_{max} [Bar]	Q_{max} [l/min]	P_{max} [kW]
NPC	750	1.36	0.6
HC, HCW	700	4.4	0.55
KA, KAW	700	24.1	3
MP, MPN	700	135	4.2
HK, HKF, HKL	700	24	2.2

Tab.1.3 parametry agregátů HAWE [11]

Kompaktní čerpadlový agregát **KA, KAW** (obr. 1.11), připravený přímo k připojení tvoří těleso (nádrž) s integrovaným motorem a čerpadlem. Objem nádrže (užitný objem) lze měnit použitím prodlužovacích nástavců. Objednat lze variantu k montáži naležato nebo nastojato. Ukazatel stavu hladiny umožňuje kontrolovat hladinu oleje i během provozu.



DIPLOMOVÁ PRÁCE

MP a **MPN** (obr. 1.9), čerpadlové agregáty jsou koncipovány k použití v stacionárních aplikacích pracujících v přerušovaném nebo volnoběžném provozu. Díky možnosti snadné montáže dvou různých čerpadel je tento typ velmi vhodný také pro dvojstupňové pohony např. v lisech nebo pro dvojokruhová zařízení. Velikost nádrže a výkon motoru lze použitím různých konstrukčních velikostí snadno přizpůsobit systémovým požadavkům. Přímým připojením připojovacích a ventilových bloků lze vytvořit kompaktní řízení systémů.



Obr. 1.9 Agregát řady MP [11]



Obr.1.10 agregát řady HK [11]

HK (obr. 1.10), čerpadlový agregát, připravený přímo k připojení, má navíc zabudován vzduchový chladič. Díky tomu ho lze používat k nepřetržitému provozu. Provedení s externím ventilátorem (typ HKF) nabízí oproti běžným agregátům o 25 % lepší ochlazování. Čerpadlo se vyrábí jako jednookruhové (radiální pístové nebo zubové), dvojokruhové (radiální pístové a/nebo zubové) nebo tříokruhové (pouze radiální pístové). Jako jednookruhové nebo dvojokruhové existuje také varianta naležato (typ HKL). Připojením různých připojovacích a ventilových bloků lze vytvořit kompaktní řízení systémů. Uplatnění najdou tyto kompaktní čerpadlové agregáty ve výrobě obráběcích strojů (např. soustruhů a fréz) a přípravků, ale také v obecném strojírenství. Externí chladič není většinou u tohoto provedení čerpadla nutný. [11]



Obr. 1.11 agregát řady KA [11]



1.4 HYDAC



Nadnárodní společnost HYDAC působí na trhu od roku 1963. Společnost je zaměřena výhradně na hydraulické agregáty a hydraulické prvky, kromě agregátu lze v sortimentu nalézt velké množství hydraulických prvků od hydromotorů po dálkové řízení prvků. Kompaktní hydraulické agregáty jsou zastoupeny ve čtyřech řadách a to jsou: [12]

- ❖ HP,
- ❖ CA,
- ❖ CO,
- ❖ DC.

řada	Max. průtok [l/min]	Max. tlak čerpadla [Bar]	Max. výkon motoru [Kw]	Max. Objem nádrže [l]
CA	12.6	250	3	9
CO	20	250	3	70
DC	5.6	256	2.2	7.5
HP	5.25	500	2.2	7

Tab. 1.4. Tabulka parametrů agregátů HYDAC [11]

Řada **CO** je dostupná ve třech provedeních CO1, CO2 a CO3. Nejmenší typ CO1 se skládá z plastové nádrže na olej která je opatřena měrkou pro sledování hladiny oleje. Použitý tří- fázový motor je chlazen vzduchem. Ve standardním provedení je hydraulický obvod vybaven jedním filtrem před vstupem kapaliny do čerpadla. Podobný je model CO2, v tomto případě je již nádrž vyrobena z oceli.

Nejvýkonnějším modelem v řadě CO (obr. 1.12), je agregát CO3. Ocelová nádrž má maximální objem 70 litrů. U varianty CO3 je již možné vytvářet různé varianty hydraulických bloků. Díky vyššímu výkonu a variabilitě bloků je tento model vhodný pro náročnější aplikace například v obráběcích strojích.



Obr. 1.12 Řada CO model 3 [11]



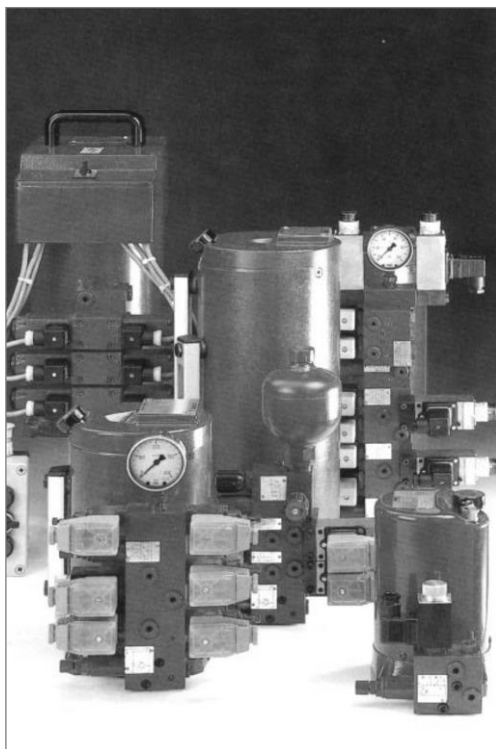
DIPLOMOVÁ PRÁCE

Malé agregáty řady **CA** (obr. 1.12), jsou vhodné pro aplikace kde dochází ke krátkodobému nebo přerušovanému chodu.

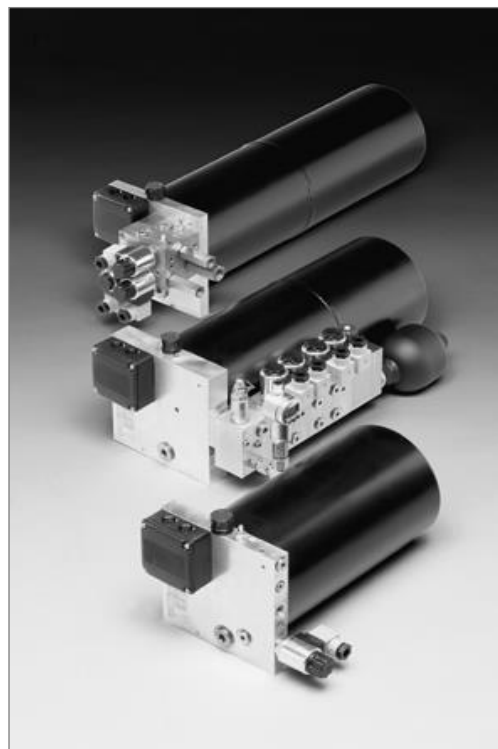
Nádrž je vyrobena jako výlisek z hlubokotažné oceli.

Motor s čerpadlem je vnořen do oleje v nádrži, což má za následek snížení hlučnosti. Agregát rovněž obsahuje teplotní přepínač, který v případě přehřívání funguje jako pojistka. Nadstandardně lze dokoupit akumulátor s pojistným ventilem.

Řada **HP** (obr. 1.13), je typová skupina agregátů, která se vyznačuje nádrží vyrobenou jako ocelový odlitek, což má za následek snížení hlučnosti agregátu. Radiální pístové čerpadlo je opět ponořeno v oleji. Tato řada není vhodná pro dlouhodobý běh, své uplatnění nalezne tam, kde dochází přerušovaným nebo krátkodobým pohybům. Z toho vyplývající uplatnění je například lisování, upínání nebo brzdy.



Obr. 1.12 Řada CA [11]



Obr. 1.13 Řada HP [11]

Dlouhodobý chod snesou agregáty řady **DC**. K dispozici je konstrukční provedení tubus nebo provedení, kde je motor s čerpadlem vertikálně uložen na nádrži. Zubové čerpadlo je v obou případech ponořeno v oleji uvnitř plastové nádrže. Plastová nádrž má zvýšenou odolnost vůči slané a znečištěné vodě. Díky konstrukci nádrže je možná montáž ve třech různých pozicích bez větších úprav. Využití dle výrobce je například pro sklápěcí plošiny u nákladních automobilů a další mobilní aplikace. [11]



2.5 BUCHER HYDRAULICS

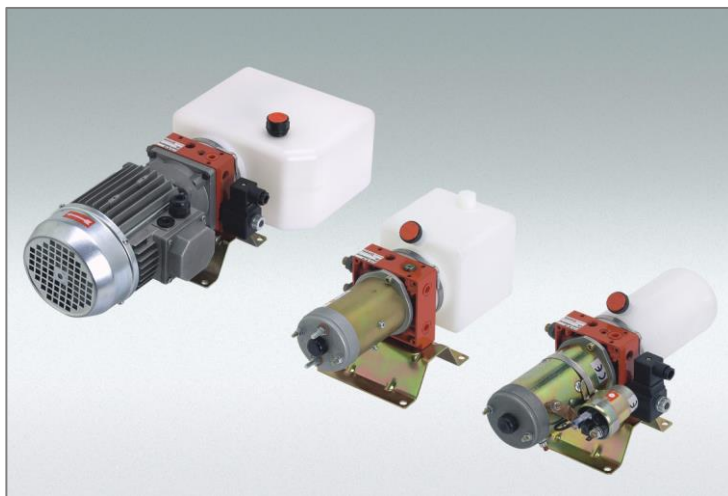


Bucher je nadnárodní společnost založená v roce 1923. V současné době se skládá z 5 divizí, první Bucher emchart glass je zaměřená na výrobu zařízení pro zpracování skla, Bucher specials dodává stroje pro výrobu vína, džusů nebo speciální zemědělské stroje a kontrolní systémy, Bucher municipal je zaměřen technologie pro čištění ulic a sběr odpadků. Kuhn je zaměřená na sečí, orací a další technologie pro zemědělství. Hydraulické systémy jsou v nabídce divize Bucher Hydraulics. Firma dodává jak samostatné hydraulické prvky (ventily, válce atd.) tak i hotové hydraulické agregáty. Další hydraulické produkty jsou například hydraulika pro manipulaci nebo výtahy. Hotové hydraulické agregáty jsou zastoupeny ve třech řadách UP, NONARCH a MT. [5]

Řada	Max. tlak [Bar]	Max. objem nádrže [l]	Max. výkon [Kw]	Max. Průtok [l/min]
UP	10	18	4	7.3
NONARCH	276	183	13	30.3
MT	276	125	15	56.8

Tab. 1.5 Tabulka parametrů agregátů Bucher [6]

Agregáty řady UP (obr. 1.14), jsou použitelné pro široké množství aplikací. Jedná se o agregáty menších rozměrů motor je namontován na nádrži, která může být ocelová popřípadě plastová. Zubové čerpadlo je ponořeno v kapalině uvnitř nádrže. Motor lze zvolit buď stejnosměrný nebo se střídavým proudem. Jedná se o kompaktní agregáty a tím pádem zde není příliš mnoho možností úpravy dle zákazníka. Využití je uváděno hlavně pro zvedací zařízení například zvedání automobilů, nůžkové zvedáky nebo zařízení pro otevírání a zavírání dveří.



Obr. 1.14 řada UP [6]

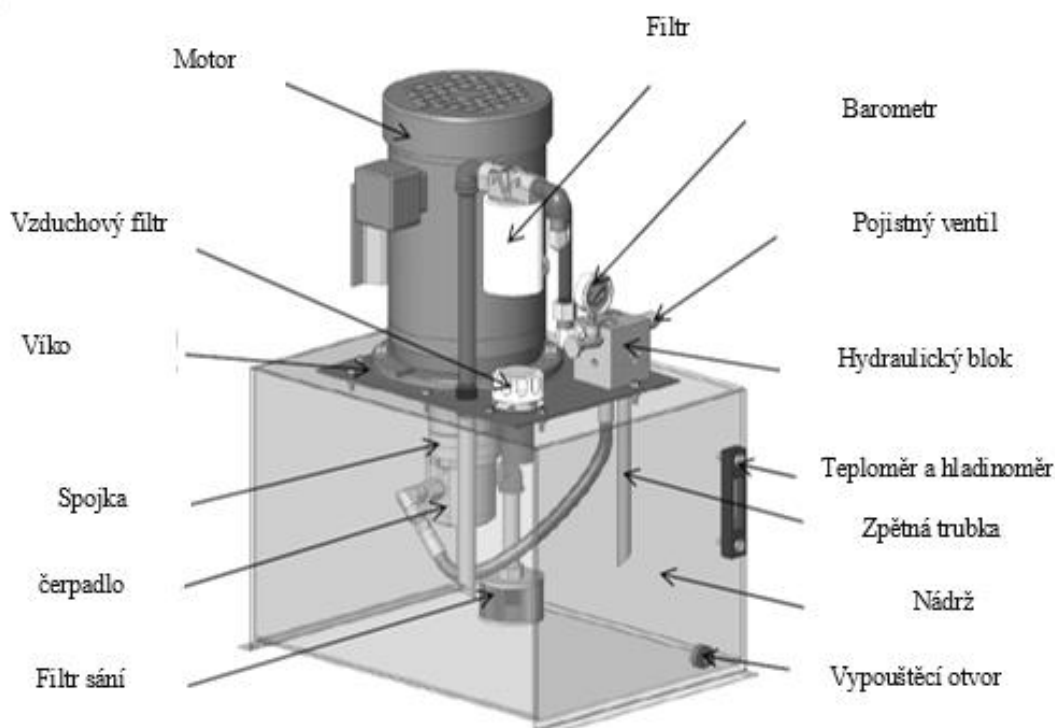


DIPLOMOVÁ PRÁCE

Oproti tomu řada **NONARCH** (obr. 1.15), která je pro Bucher externě dodávána stejnojmennou společností, má velké množství variant, které lze použít při konfiguraci na přání zákazníka. Agregáty této řady jsou konstruovány pro použití pohonu jednočinného hydraulického nebo dvoučinného, popřípadě kombinace těchto dvou. Díky velké varabilitě lze tyto agregáty použít pro rozmanité aplikace například :

- transport,
- stavební průmysl,
- bezpečnostní dveře,
- výrobní stroje.

Základní model obsahuje pohonou jednotku, pojistný ventil, uzavírací ventil. V dalších modelech je obsažen například servoventil, přídavný bezpečnostní ventil. Některé modely jsou také konstruovány pro horizontální uložení. Jako nadstandardní příslušenství se dodává ruční čerpadlo, přídavné filtry, dýchačka, různá měřidla atd.



Obr. 1.15 Popis agregátu řady MT [6]

Agregáty řady **MT** jsou určeny pro průmyslové použití. Tomu odpovídá i konstrukce, kdy se již nejedná o tubus, ale o konstrukci kde na ocelové nádrži je vertikálně upevněn motor s čerpadlem ponořeným v oleji. Jako volitelné příslušenství jsou již dodávány prvky jako vodní nebo vzduchové chlazení, ohřívač, akumulátor atd. [6]



2. KONSTRUKČNÍ NÁVRH

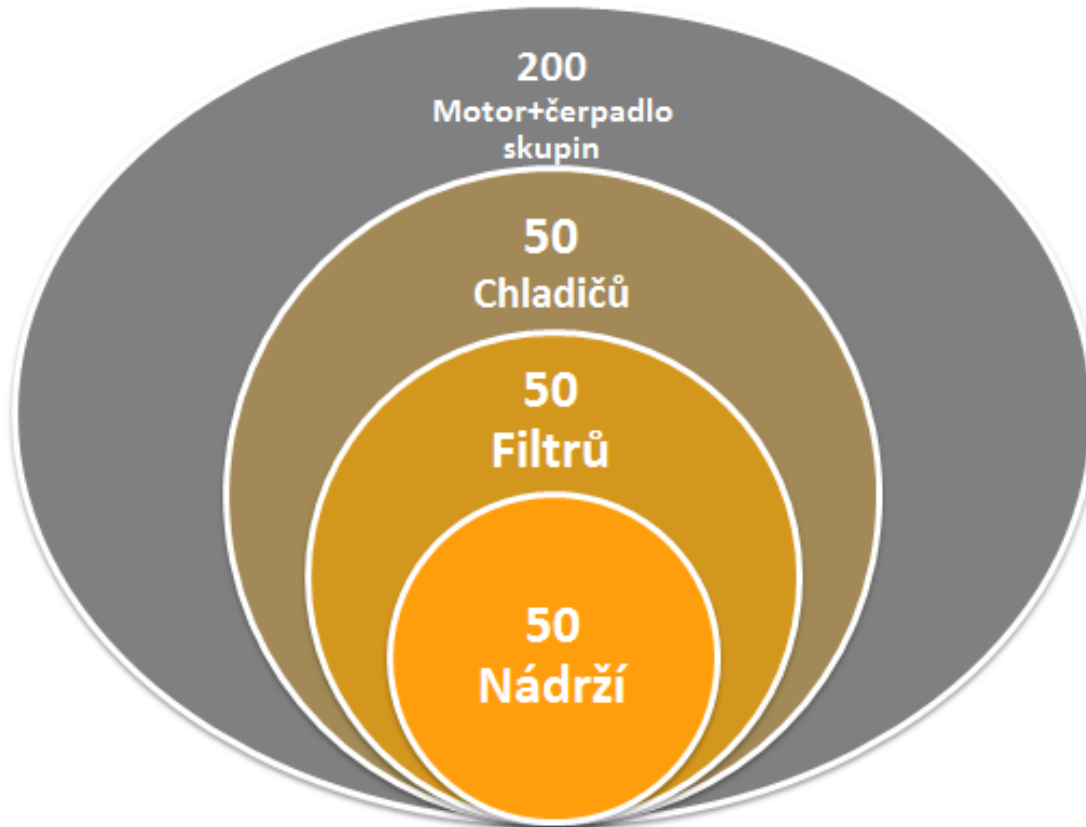
Konstrukční návrh stavebnicové konstrukce hydraulického agregátu se bude skládat z návrhu nádrže, konstrukce hydraulického obvodu a zhodnocení bezpečnosti strojního zařízení. Důvodem je zjednodušení návrhu, zrychlení montáže jednotky a snížení výrobní ceny při zachování standardů firmy Bosch Rexroth. Praktické dopady zjednodušení návrhu budou:

- snížení konstrukčního času zhruba o 50%,
- snížení výrobního času,
- snížení výrobní ceny (standardní sériově vyráběné díly),
- zachování kvality výrobků.

V současné době jsou všechny agregáty vyráběny kusově a to dle požadavků zákazníka a neexistuje vhodný standardní návrh typorozměrů nebo výkonů, což má za následek velkého množství variant (obr. 2.1). Lze tedy jednoduše vynásobením počtu možných prvků spočítat množství možných kombinací:

Kde : P= počet motor-čerpadlo skupin, C=počet chladičů, F=počet filtrů, T=počet nádrží, N= počet možných variant.

$$N = P \times C \times F \times T \quad (3.1)$$
$$N = 25\,000\,000$$



Obr. 2.1 Zobrazení možností volby prvků [2]

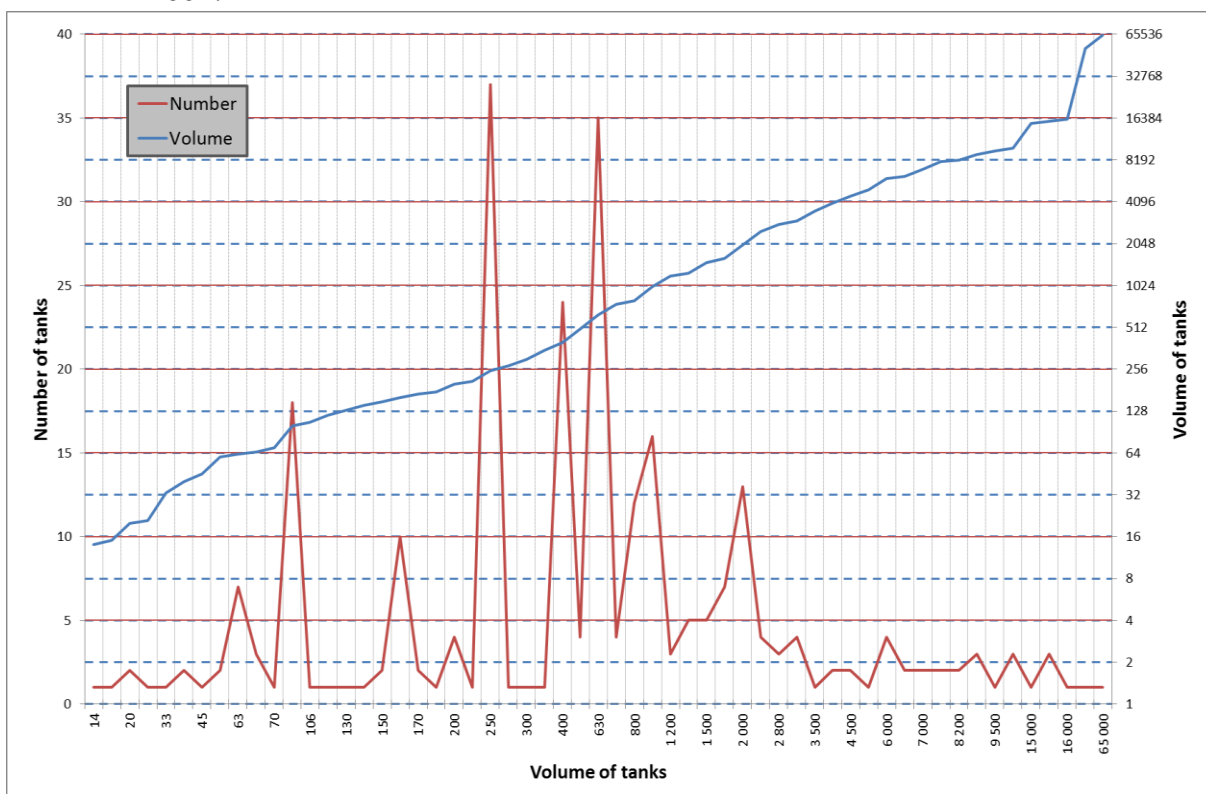


DIPLOMOVÁ PRÁCE

Jak lze vidět z výsledku výpočtu, je počet v úvahu připadajících kombinací velice rozsáhlý. Z tohoto důvodu bude nutné vyřadit některé varianty, které nutně nemusí končit realizací. Cílem této práce je vytvořit pouze tři typorozměrové řady. [2]

Graf zobrazuje počet vyrobených hydraulických agregátů v závislosti na objemu nádrže (obr. 2.2). Podle tohoto bude zvolen objem nové nádrže. Jelikož se jedná o standardní nádrže, výsledný objem nové konstrukce nemusí přesně odpovídat požadavku zákazníka, předběžně budou zvoleny následující objemy nádrží:

- 630 l,
- 250 l,
- 100 l.



Obr. 2.2 Statistika prodeje hydraulických agregátů Bosch Rexroth [2]

Pro každou řadu budou omezeny prvky, které mohou být použity na agregátu tak, aby všechny prvky, co se objevují často, byly zastoupeny a naopak méně běžné prvky budou vyřazeny. Každá řada bude tedy obsahovat:

- 3 x DC elektromotor,
- 3 x čerpadlo,
- 1x zpětný filtr,
- 1x vzduchový chladič a 1x vodní chladič,
- bloky,
- příslušenství pro trubkování a montáž,

Topné těleso bude pouze pro řadu s nádrží 250 , 630 l a akumulátor pouze pro řadu 630 l. [2]



2.1 NÁVRH TYPOROZMĚROVÉ ŘADY S NÁDRŽÍ O OBJEMU 630 LITRŮ

Návrh první nádrže bude vycházet z nádrže DN 630 dle normy Bosch Rexroth AB 40 – 43. U standardních nádrží je odpad materiálu zhruba 40 %, vlivem nevhodně zvolených rozměrů vzhledem k tabuli plechu, která je použita, následkem tohoto je nedostatek místa pro všechny části nádrže a jedna část musí být umístěna na další tabulky. Toto je nutné zohlednit při návrhu nové nádrže. Polotovár má rozměry 3000 x 1500 mm. Podmínky, které je nutno dodržet jsou:

Kde: V = objem nádrže, b_1 = tloušťka stěny, s_1 = přidaná hodnota na šířce nádrže (pro svár), a = přídavek na šířce nádrže určený pro svár, h_2 = menší výška nádrže (vliv sklonu dna), h_1 = větší výška nádrže, l_1 = délka nádrže, s_3 = vzdálenost mezi vrchy nádrže a víkem.

- 10 % objemu nádrže musí být rezervováno pro vzduch,
- objem zhruba 630 l,
- sklon dna nádrže $\alpha = 1^\circ$,
- maximální délka strany U – profilu $L_1 = 1490$ (5 mm z každé strany je rezervováno pro řez),
- tloušťka stěny $s_1 = 5$ mm,
- $a = 10$ mm.

2.1.1 PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH ROZMĚRŮ NÁDRŽE

Předběžně zjistíme rozměry nádrže, které dle potřeby dále upravíme. Pro výpočet objemu nádrže platí vzorec:

$$V = (b_1 - 2 \cdot s_1 - 2 \cdot a)(h_3 - s_3)(L_1 - 2 \cdot s_1) + \left[\frac{(h_4 - h_3)(b_1 - 2 \cdot s_1 - 2 \cdot a)}{2} \right] \cdot (L_1 - 2 \cdot s_1) \quad (3.2)$$

Červeně znázorněné parametry neznáme, je tedy voleno $b_1 = 1025$ mm a zároveň platí vzorec:

$$h_4 = \tan(b_1 - 2 \cdot a) + h_3$$

Nyní lze dopočítat zbývající hodnoty v závislosti na objemu a velikosti polotovaru.

$$V = (b_1 - 2s_1 - 2 \cdot a)(h_3 - s_3)(L_1 - 2 \cdot s_1) + \left[\frac{\tan \alpha [(b_1 - 2 \cdot a)(b_1 - 2s_1 - 2 \cdot a)]}{2} \right] \cdot (L_1 - 2 \cdot s_1)$$

Po dosazení a výpočtu jsou rozměry následující:

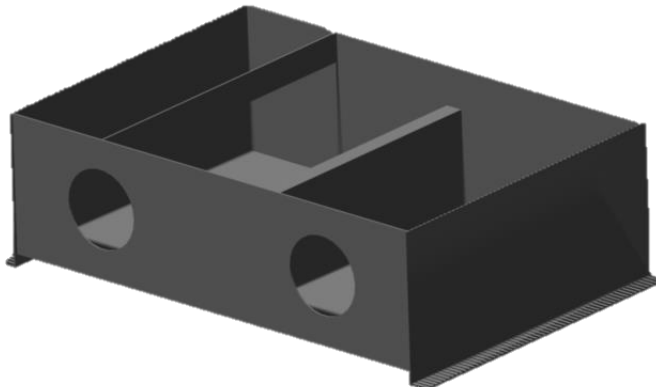
- $s_1 = 5$ mm,
- $a = 10$ mm,
- $L_1 = 1490$ mm,
- $h_4 = 443.5$ mm,
- $h_3 = 426$ mm,
- $b_1 = 1025$ mm.

Velice důležitým parametrem je proměnlivý objem kapaliny, který lze nasát do obvodu. Tuto hodnotu je nutné zjistit. Podle normy musí být sací trubka 100 mm nad dnem nádrže a zároveň 200 mm ponořená pod minimální hladinou kapaliny, v tom případě lze do



DIPLOMOVÁ PRÁCE

obvodu nasát objem, který je nad 300 mm výšky nádrže (obr. 2.4). Předběžný model (Obr.2.3) nádrže poslouží ke kontrole rozměrů s ještě bude přidána příčka mezi čistou a špinavou částí oleje. [1]



Obr. 2.3 Předběžný model nádrže

Vypočítaný objem nádrže V , objem kapaliny v nádrži V_U a proměnný objem nádrže ΔV :

$$V = L_1 \cdot \left(\frac{h_4 + h_3}{2} - a \right) \cdot (b_1 - 2 \cdot a) [l] \quad (3.3)$$

$$V = 629 l$$

$$V_U = 0.9 \cdot V [l] \quad (3.4)$$

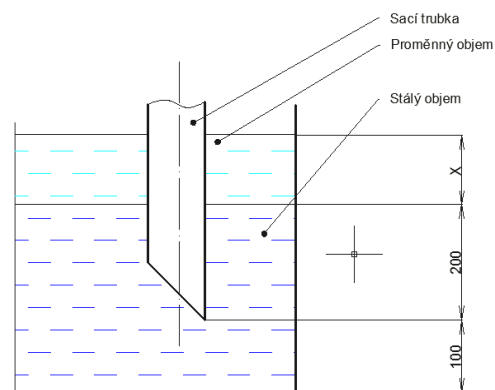
$$V_U = 567 l$$

$$V_{Min} = 300 \cdot L_1 \cdot (b_1 - 2 \cdot a) [l] \quad (3.5)$$

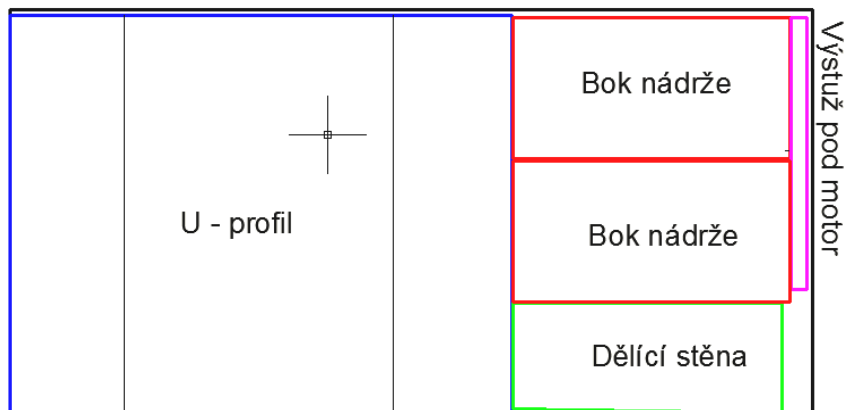
$$V_{Min} = 449 l$$

$$\Delta V = V_U - V_{Min} [l] \quad (3.6)$$

$$\Delta V = 118 l$$



Obr. 2.4 Pozice sací trubky vzhledem k nádrži

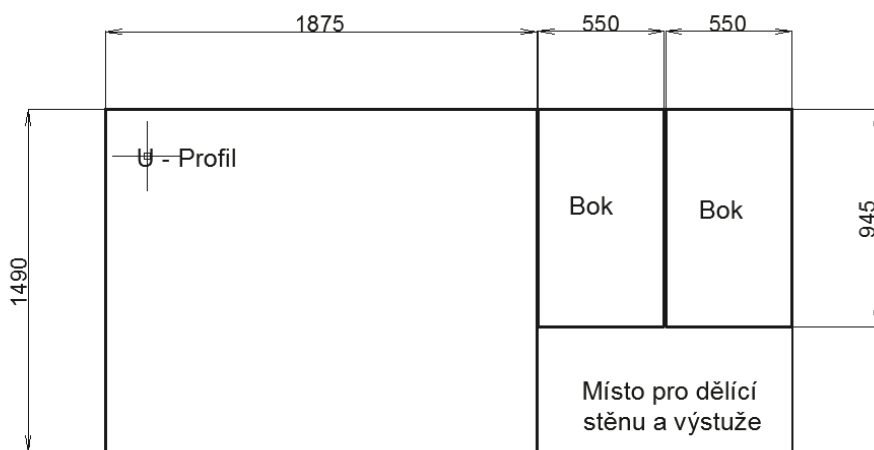


Obr. 2.5 Předběžné rozložení součástí nádrže na plechu

Na (obr. 2.5) je znázorněno předběžné rozložení částí nádrže na polotovaru. Objem nádrže odpovídá zhruba 630 litrům a proměnný objem je 118 litrů což je ještě více než u standardní nádrže. I přes to ještě návrh upravíme jak je vidět z rozložení je zde stále trochu místa a pokud upravíme výšku a délku nádrže lze zvýšit proměnný objem a zmenšením dělicí stěny získáme místo pro boční výztuže (obr. 2.3).[1]

2.1.2 NÁVRH SKUTEČNÝCH ROZMĚRŮ NÁDRŽE

Upravením předběžného návrhu tak, že snížíme šířku nádrže a zvýšíme výšku, docílíme zvýšení proměnného objemu, pro tuto variantu již nebudeme počítat předběžné rozměry, pouze upravíme rozměry, které jsme získaly předběžným výpočtem. Změna rozložení a rozměrů je znázorněna na (obr. 3.6),.



Obr. 2.6 Úprava rozměrů nádrže



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Upravené rozměry nádrže rozložení jednotlivých dílů na polotovaru a model jsou znázorněny na obr 1 a obr 2 .Zbývá zkontrolovat objem nádrže V , objem kapaliny v nádrži V_U a proměnný objem nádrže ΔV . Jednotlivé rozměry jsou uvedeny ve výkresu viz příloha. [1]

$$V = L_1 \cdot \left(\frac{h_4 + h_3}{2} - a \right) \cdot (b_1 - 2 \cdot a) [l] \quad (3.7)$$

$$V = 625 l$$

$$V_U = 0.9 \cdot V [l] \quad (3.8)$$

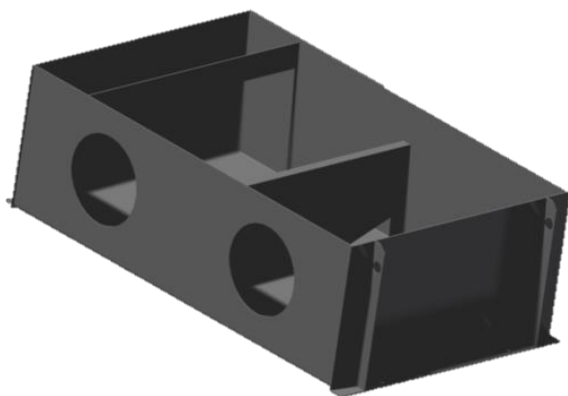
$$V_U = 562.5 l$$

$$V_{Min} = 300 \cdot L_1 \cdot (b_1 - 2 \cdot a) [l] \quad (3.9)$$

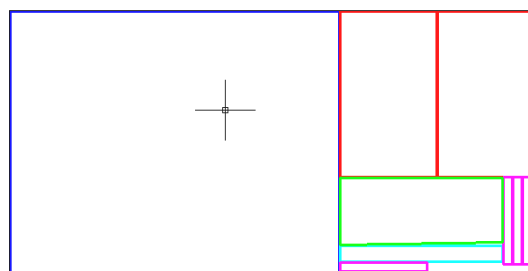
$$V_{Min} = 413.5 l$$

$$\Delta V = V_U - V_{Min} [l] \quad (3.10)$$

$$\Delta V = 150 l$$



Obr. 2.7 Konečný model nádrže



Obr. 2.8 Konečné rozložení částí nádrže

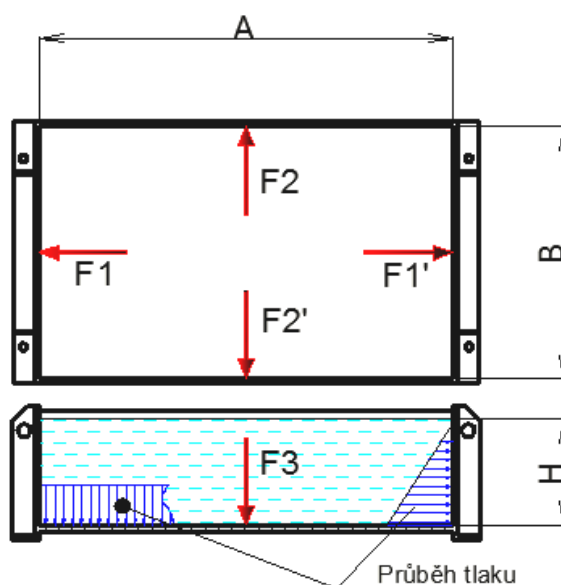
Výsledný objem, který lze nasát do obvodu je tedy 150 l, pokud vezmeme v úvahu, že 10% objemu nádrže, který je určen pro vzduch, vzhledem k velikosti nádrže nemusí být nutně dodržen, tak se teoreticky zmenšením objemu vzduchu na 5 % dostáváme na 181.2 litrů. To je již o 70 litrů více než u standardní nádrže. Rozložení dílů na polotovaru v podstatě vychází s minimálním odpadem (obr. 2.8), na desku se podařilo umístit i boční výztuže, dělicí stěnu a výztuž pod motor což je značné zlepšení oproti původní situaci. (obr. 2.7), [1]

DIPLOMOVÁ PRÁCE

3.1.3 VÝPOČTY ZATÍŽENÍ NÁDRŽE PRO MKP

V této podkapitole vypočítáme statické zatížení nádrže od kapaliny a váhy prvků umístěných na nádrži pro analýzu pomocí MKP. Dále pak dílčí zatížení, které nebudou počítány pomocí MKP jako například sváry.

Průběhy tlaků (obr. 2.9) pro boční stěny se tlak lineárně zvyšuje s hloubkou kapaliny. Na dně nádrže je tlak konstantní po celé délce. Působíště sil je pak pro sílu F_3 ve středu zatěžujícího obrazce a pro F_1 a F_2 ve $1/3$ vzdálenosti od dna nádrže (obr. 2.9). Zatížená od váhy motoru a dalších součástí umístěných na nádrži bude počítáno pouze pro variantu, kde jsou tyto komponenty nejtěžší. Hodnoty potřebné pro výpočet jsou: [1]



Obr. 2.9 Zatížení nádrže vlivem tlaku kapaliny

$$Q = 225 \left[\frac{l}{min} \right],$$

$$\rho \leq 1000 \left[\frac{Kg}{m^3} \right],$$

$$A = 1490[mm],$$

$$B = 925[\text{mm}],$$

$$H = 467[mm],$$

$$\varnothing d = 50 [mm]$$

$$g = 9.81 \left[\frac{m}{s^2} \right].$$

Kde: H =výška nádrže, Q =průtok při plnění nádrže, ρ =hustota vody, A =délka nádrže, B šířka nádrže, g =gravitační zrychlení, d =průměr sací trubky, p =hydrostatický tlak, F =tlaková síla, F_D =síla od paprsku kapaliny.

$$p = H \cdot \rho \cdot g [\mathbf{Pa}] \quad (3.11)$$

$$F = p \cdot s [N] \quad (3.12)$$

$$p_3 = H \cdot \rho \cdot g = 0.467 \cdot 1000 \cdot 9.81 = \mathbf{4581 [Pa]}$$

$$F_3 = H \cdot \rho \cdot g \cdot A \cdot B = \mathbf{6314 \text{ [N]}}$$

$$p_1 = H \cdot \rho \cdot g = \mathbf{4581} \text{ [Pa]}$$

$$F_1 = \rho \cdot g \cdot H^2 \cdot B = \mathbf{1978 \text{ [N]}}$$

$$p_2 = H \cdot \rho \cdot g = \mathbf{4581} \text{ [Pa]}$$

$$F_2 = \rho \cdot g \cdot H^2 \cdot A = \mathbf{3188 \text{ [N]}}$$

$$F_D = Q \cdot \rho \cdot v = \frac{Q}{S} \cdot \rho \cdot Q[N]$$

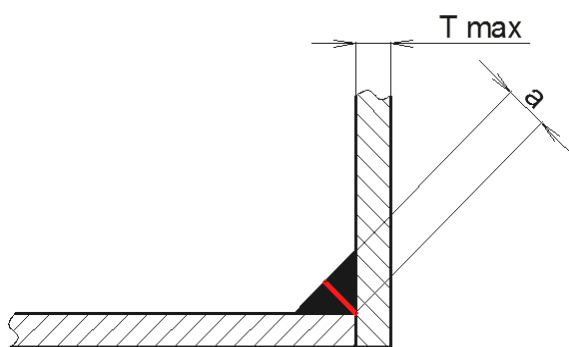
$$F_D = \mathbf{430} [N]$$

$$F_D = 430 \text{ [N]}$$

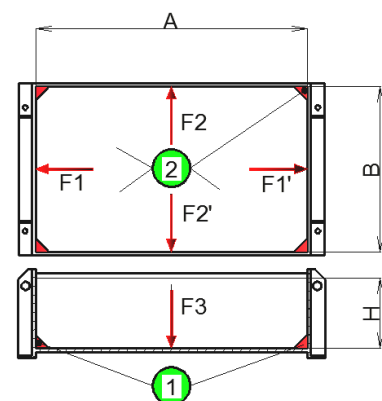


2.1.4 VÝPOČTY SVÁRŮ

Teoreticky, Jelikož se snížila tloušťka plechu, ze kterého je vyrobena nádrž a velikost sváru bylo by dobré zkontrolovat sváry (obr. 2.10). Bude uvažováno zatížení od tlaků kapaliny a zatížení svárů u závěsného oka (obr. 2.11), vzhledem k tomu, že nejnebezpečnější namáhání pro sváry je namáhání smykové a zatížení od tíhové síly prvků umístěných na nádrži se přenáší na sváry mezi víkem a nádrží z tohoto nebude toto zatížení zahrnuto v tomto výpočtu. Dalším důvodem je orientace tíhových sil vůči svárům mezi víkem a nádrží, v tomto případě se nejedná o namáhání stříhem. Vzhledem k tomu, že nádrž je vyráběna externím dodavatelem ,není nutné navrhovat a kontrolovat sváry.[3]



Obr. 2.10 Koutový svár [1]



Obr. 2.11 Pozice svárů na nádrži[1]

Kde:

$$a = 0.7 \cdot t_{max} [mm] \quad (3.14)$$

$$a = 0.707 \cdot 4$$

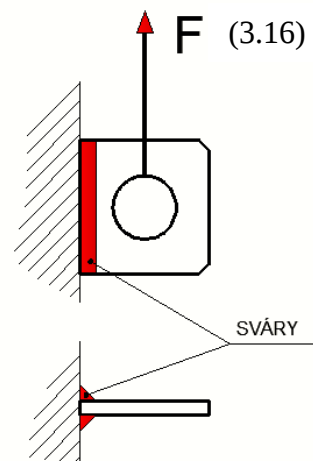
$$a \doteq 3 \text{ mm}$$

$$\tau = F/a \cdot l [Mpa] \quad (3.15)$$

$$\tau \leq \tau_D$$

2.1.5 VOLBA PRVKŮ HYDRAULICKÉHO OBVODU

Pro výpočet zatížení nádrže je nutné znát prvky které na nádrži budou umístěny, jak již bylo zmíněno agregát bude obsahovat tři druhy motorů a čerpadel, jeden druh akumulátoru, dva typy vodního chlazení, zpětný filtr, příslušenství pro trubkování a hydraulické bloky. Na základě toho, jak často se jednotlivé části objevují na hydraulických agregátech jsou zvoleny následující parametry a druhy prvků.



Obr. 2.11 Pozice svárů na nádrži[1]



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Dle požadavků zadavatele je zařazen motor na střídavý proud se čtyřmi poli (obr. 2.12). Tělo motoru je zhotoveno z šedé litiny, kde litinová žebra fungují jako pasivní chlazení vzduchem. Frekvence napájení je v tomto případě 50 HZ, parametry (tab. 2.1) motoru jsou následující:

	MOTOR		
	1	2	3
Označení	MOT-EC-ET2-B35-280S-4-5CB-75-C3T-HOY	MOT-EC-ET2-B35-225S-4-5CB-37-C3T-HOY	MOT-EC-ET2-B35-200L-4-5CB-30-C3T-HOY
Norma	ZN 10601-1	ZN 10601-1	ZN 10601-1
Ident	R901297029	R901297026	R901297025
Výkon[kW]	75	37	30
Max. Otáčky[min^{-1}]	1500 min^{-1}	1500 min^{-1}	1500 min^{-1}

Tab. 2.1 Parametry zvolených motorů EC [1]



Obr. 2.12 Motor EC [1]

Další podstatnou komponentou je čerpadlo (obr. 2.13). Ve všech variantách pro HA 630 je zvoleno axiální pístové čerpadlo s proměnlivým geometrickým objemem. A to z důvodů předpokládaného použití, oproti zubovému čerpadlu je dobře regulovatelné. Parametry (tab. 2.2) čerpadel jsou znázorněny v následující tabulce:



DIPLOMOVÁ PRÁCE

	ČERPADLO		
	1	2	3
Označení	A10VSO140 DRG /31R-PPB12N00	A10VSO100 DR /31R-PPA12N00	A10VSO 71 DFR /31R-PPA12N00
Norma	RD92711	RD92711	RD92711
Ident	R910932852	R910912007	R910942635
Nominální tlak [bar]	280	280	280
Průtok [l/min]	252	200	156
Nominální otáčky [min ⁻¹]	2200	2000	1800
geometrický objem [cm ³]	140	100	71

Tab. 2.2 Parametry zvolených čerpadel [1]

Hodnota průtoku je vztažena (obr. 2.12) nominálním otáčkách a max. geometrickému objemu. Všechny čerpadla obsahují regulaci na konstantní tlak.

Hydraulický obvod bude jako další komponentu obsahovat akumulátor (tab. 2.3). Čerpadla jsou zdrojem průtokových a tlakových pulsací. Pulsace způsobují nerovnoměrný chod hydromotoru, chvění potrubí, hluk, rozkmitání ventilů apod. Vzhledem k tomu, že v případě HA 630 se již jedná o větší agregát je tedy zařazen akumulátor (obr. 2.14).



Obr. 2.13 Axiální pístové čerpadlo [1]

	HYDRAULICKÝ AKUMULÁTOR		
	1	2	3
Označení	A10VSO140 DRG /31R-PPB12N00		
Norma	RD92711		
Ident	R910932852		
Max operační tlak [bar]	350		

Tab. 2.3 Parametry hydraulického akumulátoru [1]



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Dle prostředí, ve kterém bude zařízení pracovat, je nutné použití topné těleso pro ohřev oleje. A to z důvodu udržování viskozity oleje na hodnotě, která je přijatelná pro správný chod zařízení. Topné těleso (tab. 2.4) je provedeno jako tubus, jedná se o standardní díl produkce Bosch Rexroth. Parametry a norma jsou zapsány v tabulce. Pro všechny tři varianty HA 630 je topení totožné.



Obr. 2.14 Vodní chladicí jednotka[1]



Obr. 2.15 Akumulátor[1]

	TOPNÉ TĚLESO
	1
Označení	HEIZKOERPER AB32-10 /6 D 400
Norma	AB32-10/6
Ident	R900024797
Napájení [V]	400
Výkon [W]	1080

Tab 3.4 Parametry topení [1]

	CHLADÍČÍ JEDNOTKA
	1
a) Označení	ABUKG-30K-4X/0K38/ 88B/ 3,0CA45/1600
b) Označení	ABUKG-30K-4X/0K38/ 88B/ 3,0CA45/160 HOY
a) Ident	R901308174
b) Ident	R901337657

Obr. 2.5 Chladicí jednotky[1]

Oproti zadání zde dochází k změně použitých komponent. Pro HA 630 jsou k nádrži přidány chladiče, které jsou připojeny na hlavní oběhový obvod (tab. 2.5). Tohoto bylo docíleno po dohodě s oddělením projekce, důvodem pro přidání dalších komponent je způsob, jakým funguje chlazení s vlastním okruhem. Tento druh je vhodné použít v konkrétních případech, kdy je chod zařízení nerovnoměrný, avšak jedná se o značně dražší způsob chlazení. V tomto případě je nutné použití vlastního čerpadla a motoru pro oběhový obvod.



DIPLOMOVÁ PRÁCE

chlazení. Pro případy kdy bude zařízení pracovat v podmínkách, kdy je chod rovnoměrný jsou zařazeny navíc následující chladiče(tab. 2.6):

	<i>PŘÍDAVNÉ CHLAZENÍ</i>	
	<i>1</i>	<i>2</i>
<i>Označení</i>	x	KOL15N-2X/A/M - vzduchové
<i>Norma</i>	AB32-12/00-K-030- 22	x
<i>Ident</i>	R900028825	R901304080



Tab. 2.6 Přidané chladiče[1]

Obr. 2.16 Vzduchový chladič[1]

<i>PŘÍSLUŠENSTVÍ</i>			
	<i>Komponenta</i>	<i>Ident</i>	<i>Norma</i>
<i>1</i>	<i>Spojka</i>	R900321092	AB33-22
	<i>Držák čerpadla</i>	R901186107	
	<i>Tlumiče motoru</i>	R900028251	
	<i>Plovák</i>	R901212588	ABZMS-41-1
	<i>Termostat</i>	R900020588	AB31-32
	<i>Vzduchový filtr</i>	R928018811	AB31-22
<i>2</i>	<i>Spojka</i>	R900541509	AB33-22
	<i>Držák čerpadla</i>	R900770682	
	<i>Tlumiče motoru</i>	R900028252	
	<i>Plovák</i>	R901212588	ABZMS-41-1
	<i>termostat</i>	R900020588	AB31-32
	<i>Vzduchový filtr</i>	R928018811	AB31-22
<i>3</i>	<i>Spojka</i>	R900026166	AB33-22
	<i>Držák čerpadla</i>	R901023654	
	<i>Tlumiče motoru</i>	R900029614	
	<i>Plovák</i>	R901212588	ABZMS-41-1
	<i>Termostat</i>	R900020588	AB31-32
	<i>Vzduchový filtr</i>	R928018811	AB31-22

Tab. 2.7 Příslušenství[1]



DIPLOMOVÁ PRÁCE

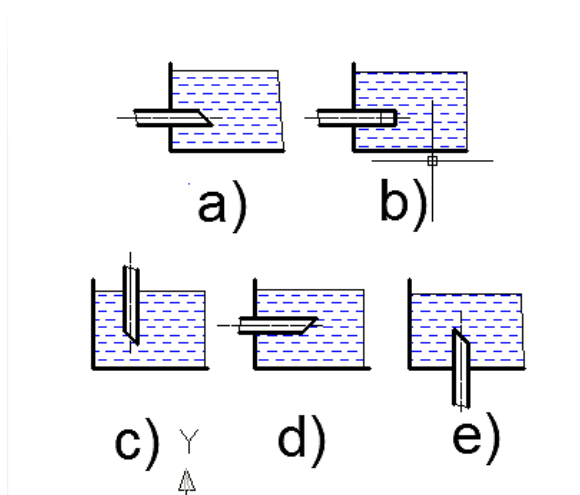


Jako příslušenství je použit vzduchový filtr (obr. 2.17), termostat, plovák a tlumiče. Tyto komponenty lze opět zvolit dle potřeby. Vzduchový filtr je nutný z důvodu vzníkání přetlaku a podtlaku při napouštění a vypouštění nádrže. Termostat a plovák mají informativní účel. Tlumicí lišty motoru slouží k tlumení vibrací (tab. 2.7), jejichž následkem by mohlo dojít k poškození šroubů spojujících motor s nádrží.

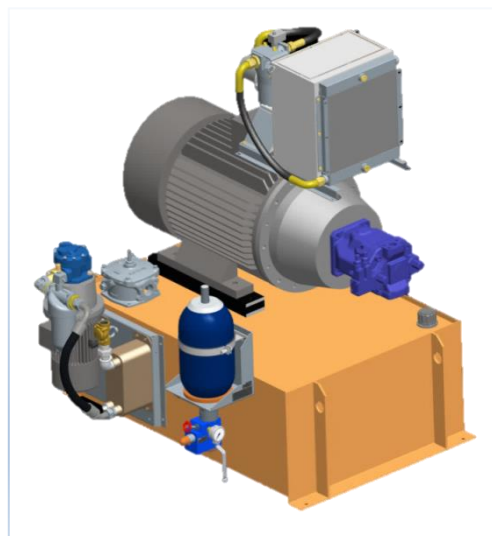
Obr. 2.17 Vzduchový filtr [1]

2.1.6 KONSTRUKCE HPU630

Při samostatné konstrukci je nutné brát ohled na umístění jednotlivých prvků na agregátu, předběžné rozmístění prvků pro přehled o velikosti prvků vzhledem k nádrži je na (obr. 2.19). Zde je vidět, že motor bude možné umístit přímo na nádrž bez použití pomocných prvků.



Obr. 2.18 Možné umístění sací trubky [1]



Obr. 2.19 Předběžné rozložení [1]

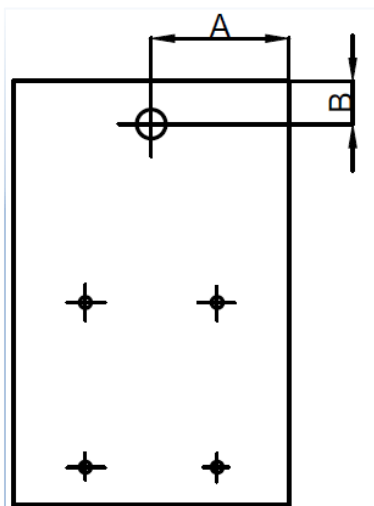
Motor tedy bude umístěn přímo na nádrži, toto je ideální případ, není nutné použít mezikusy a i vzhledem k pozici sací trubky se jedná o optimální variantu. Na (obr. 2.18) jsou znázorněny varianty, ke kterým může dojít, v tomto případě lze použít variantu C. Všeobecně by mělo platit, že sací potrubí má být pokud možno rovné bez záhybů. Například u variant e a



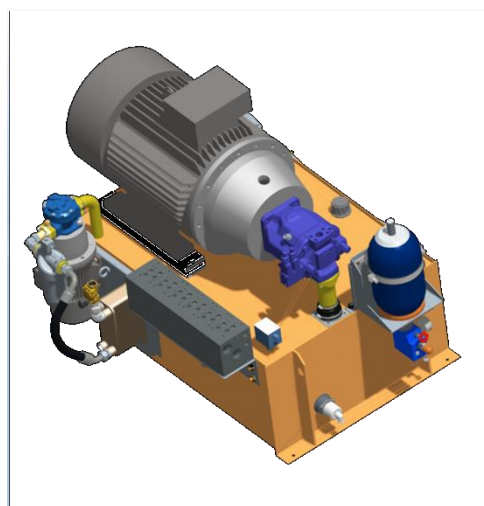
DIPLOMOVÁ PRÁCE

a může dojít ke vzniku víru a nasátí vzduhu. Toto by mohlo vést k poškození čerpadla. Varianta c splňuje všechny požadavky a lze ji v tomto případě použít.

Samotný motor bude umístěn na tlumících lištách, které budou přišroubované k nádrži. Vzhledem k tomu, že tato řada obsahuje tři druhy motorů je nutné, aby konstrukční provedení umožňovalo co nejmenší upravy nádrže při použití jiného motoru. Vzhledem k tomu, že se rozteč šroubů u motoru, průměr sací trubky a rozměry tlumící lišty se mění dle varianty motoru, bude nejvhodnější pevná poloha otvoru pro sání na nádrži. Rozměry A a B (obr. 2.20) jsou neměnné a při montáži budou dovtvářeny pouze otvory pro šrouby dle konkrétní varianty. Průměr otvoru pro sací trubku se také nemění, variabilita pro všechny sací trubky je zajištěna vyměnitelným adaptérem skladajícím se z navařeného hrdla na čtvercový plech, který je přišroubován k nádrži (obr. 2.22). Pro všechny varianty jsou rozteče šroubů stejné, tímto je opět docíleno minimálního zásahu do nádrže. Na (obr. 2.21) je znázorněno předpokládané rozmístění prvků na nádrži.

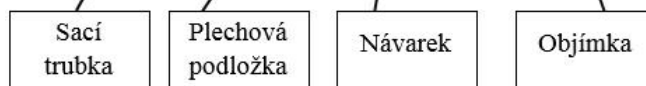
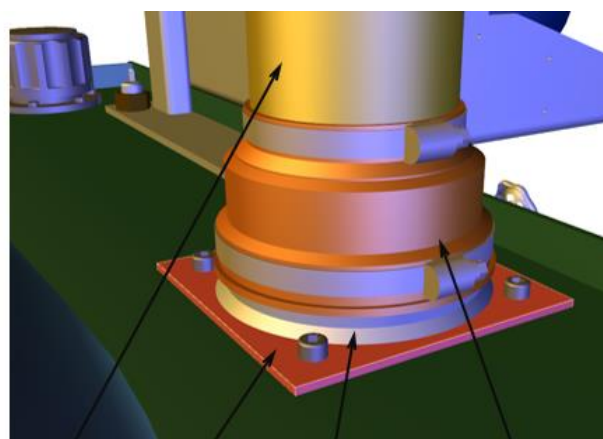


Obr. 2.20 Vzduchový chladič[1]

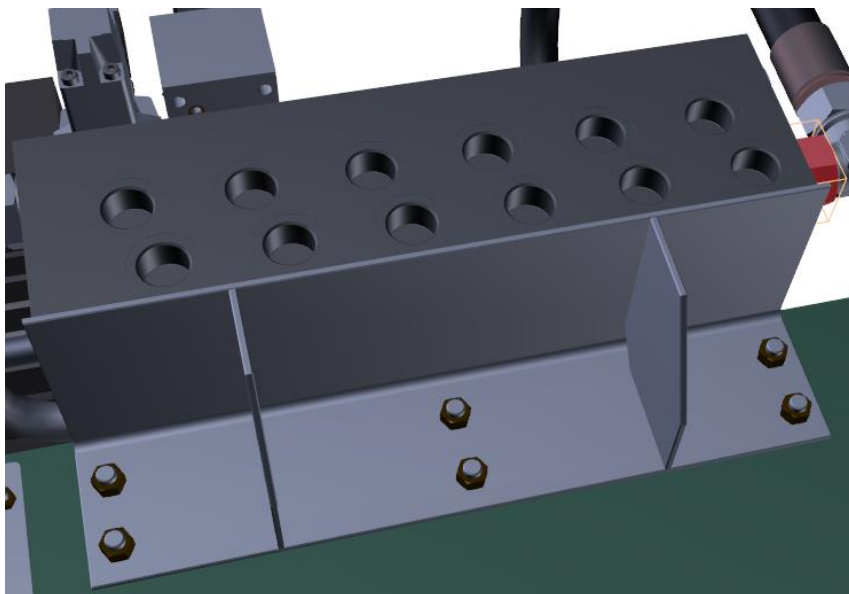


Obr. 2.21 Vzduchový chladič[1]

To samé platí pro sání čerpadla v okruhu chlazení. Hydraulický blok je umístěn na vyměnitelné konzole. Zde je možnost použití dvou boků první s šesti vstupy a výstupy a druhý se čtyřmi. Tzn. konzola je zpracována pro obě varianty. Umístění sání pro chladicí okruh musí být ve špinavé části nádrže a výstup z chladicího okruhu v části čisté avšak co nejdále od sání hlavního čerpadla. Zpětný filtr a veškeré odpadní trubky (upouštěcí trubka akumulátoru a odpouštění průsaku z čerpadla) by také měly být umístěny ve špinavé části.

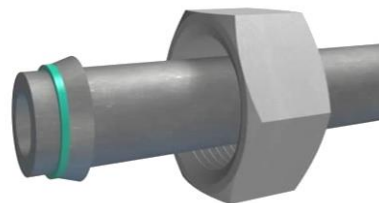


Obr. 2.22 Mazikus pro sací trubky[1]



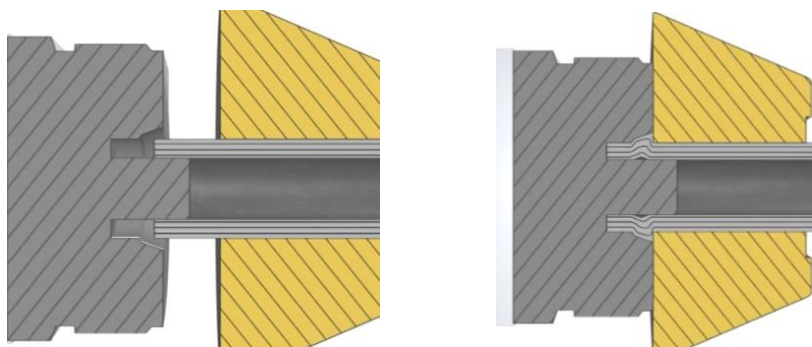
Obr. 2.23 Konzola hydraulického bloku[1]

Akumulátor je také upevněn na vyměnitelné konzole. Pro trubkování je použito standardní šroubení jelikož se nejedná o velké průměry přírubové spoje jsou nevhodné. Pro připojení trubek ke šroubení je možné volit mezi šroubením se zářezným kroužkem a lisovaným koncem trubky (obr.2.24). Z těchto dvou variant je zvoleno spojení pomocí lisovaných konců trubky na (obr. 2.25) je znázorněn postup výroby. Předpřipravená trubka je vsunuta do lisovacího zařízení , které pak dle dané formy vytvoří požadované ukončení trubky. Tento druh spojování potrubí se všeobecně vyznačuje:



Obr. 2.24 Ukončení trubky[1]

- vysokou spolehlivostí,
- jednoduchostí (odpadá použití zářezného kroužku),
- snadná výroba,
- vyšší pořizovací cena (nástroje atd).

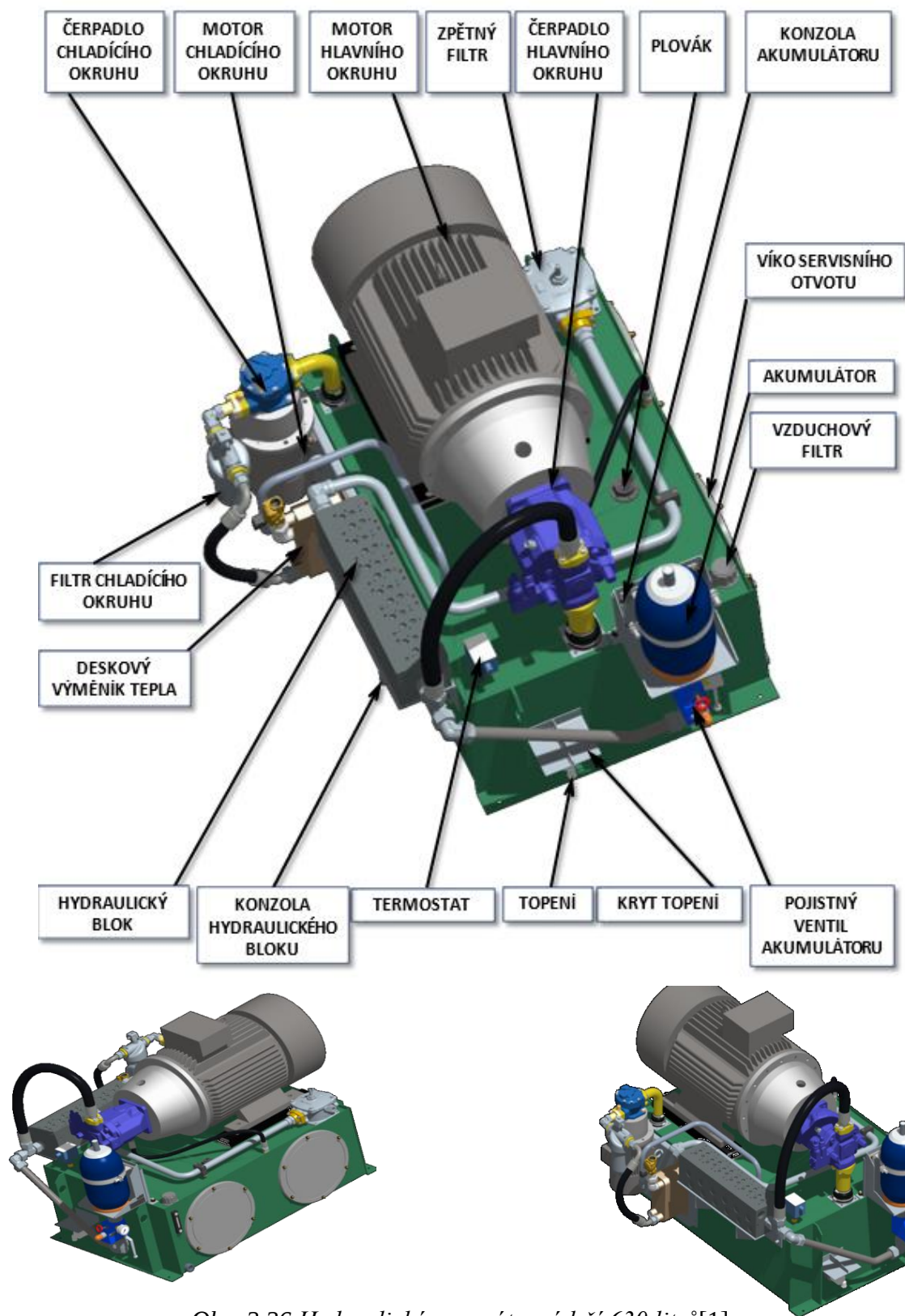


Obr. 2.25 Znázornění výroby lisovaného ukončení trubky pro šroubení[1]



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Na (obr.2.26) je popsána varianta HPU 630 s vodním chlazením které má vlastní objemový okruh. Použitý motor má výkon 75 kW a k němu příslušející čerpadlo.

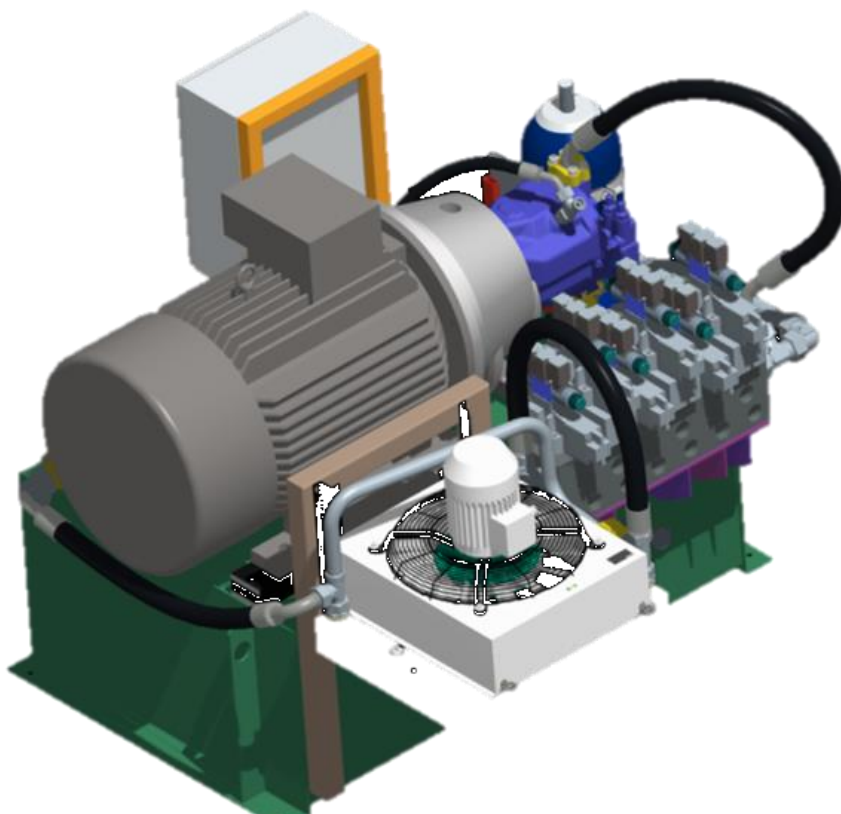


Obr. 2.26 Hydraulický agregát s nádrží 630 litrů[1]

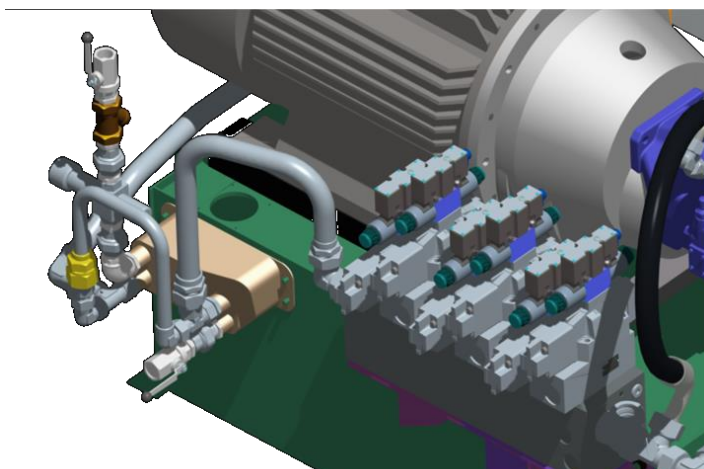


DIPLOMOVÁ PRÁCE

Na dalších obrázcích je znázorněno zpracování pro další varianty chlazení. Chlazení vzduchem bez vlastního oběhového okruhu (obr 2.27) a vodní chlazení bez vlastního oběhového okruhu (obr 2.28). Do sestavy je ještě přidána elektická skříň a vedení kabelů. Pro přehled o prostoru v okolí hydraulického bloku jsou zde znázorněny největší možné rozvaděče, pro které je agregát konstruován, avšak účel je pouze informativní nejedná se o účelné výstupy.



Obr. 2.27 Zpracování vzduchového chladiče[1]

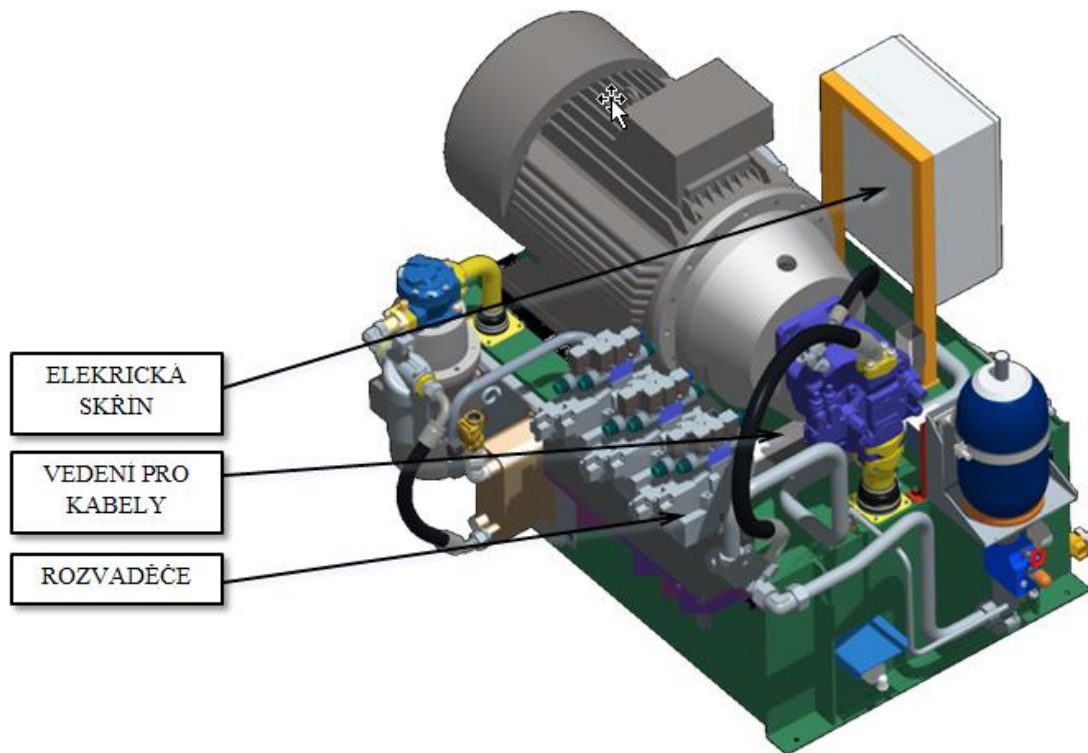


Obr. 2.28 Zpracování vodního chladiče bez vlastního oběhového okruhu [1]

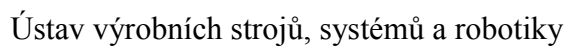


DIPLOMOVÁ PRÁCE

Nakonec bude agregát opatřen elektrickou skříní a vedením pro kabely. Do modelu byly také přidány již zmíněné rozvaděče (obr.2.29).



Obr. 2.29 Elektrické vybavení agregátu[1]



2.1.7 HYDRAULICKÉ SCHEMA PRO HPU630





2.2 NÁVRH TYPOROZMĚROVÉ ŘADY S NÁDRŽÍ O OBEJMU 250 L

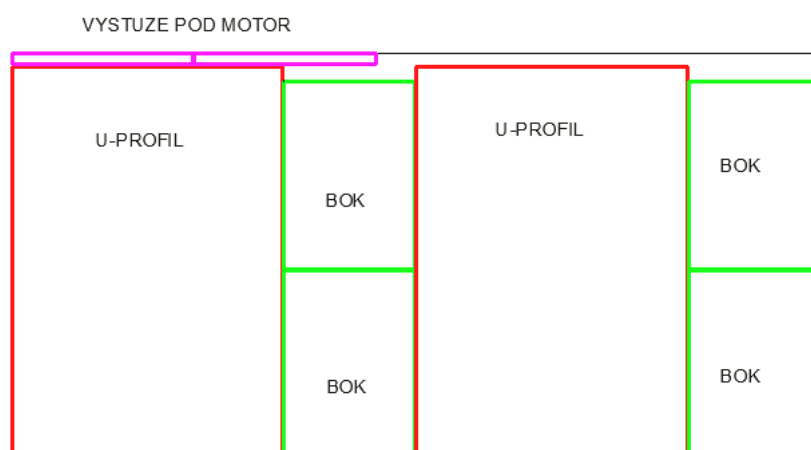
Tato kapitola se věnuje návrhu agregátu o objemu nádrže 250 litrů dále HA 250. Jelikož návrh HA 250 je velice podobný návrhu HA 630 a postup návrhu nádrže se také nemění, budou v této kapitole popsány pouze výsledky. Totéž platí pro návrh agregátu s nádrží o objemu 100 litrů. Na obrázku je znázorněna hotová nádrž pro HA 250 výsledek návrhu nádrže je následující:

- objem nádrže $V = 245 \text{ l}$,
- užitečný objem $V_u = 225 \text{ l}$,
- proměnný objem $\Delta V = 60 \text{ l}$.

Model nádrže je znázorněn na (obr. 2.30), jak lze vidět tato variant neobsahuje dělicí příčku mezi špinavou částí a čistou částí nádrže, vhodné rozložení částí nádrže na polotovaru je pak znázorněno na (obr.2.31). Na dostupný plech o rozměrech 3000 x 2000 mm jsou umístěny dvě nádrže. [2]



Obr. 2.30 Nádrž 250 litrů[1]



Obr. 2.31 Rozložení částí nádrže na tabuli plechu[1]

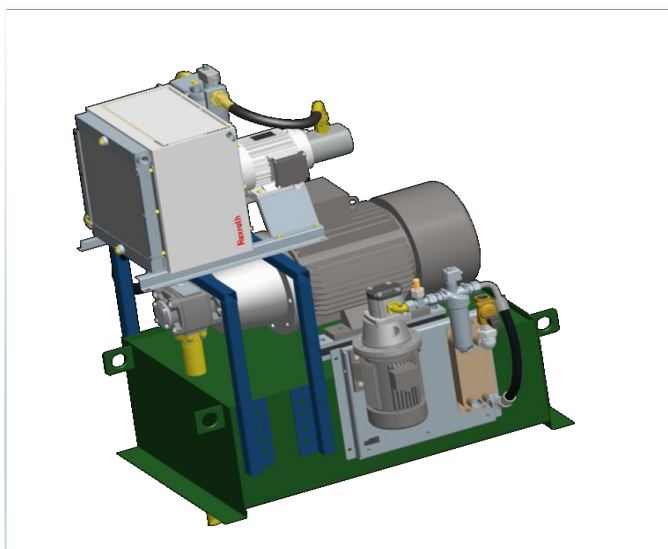


2.2.1 VOLBA PRVKŮ PRO NDRŽ O OBJEMU 250 LITRŮ

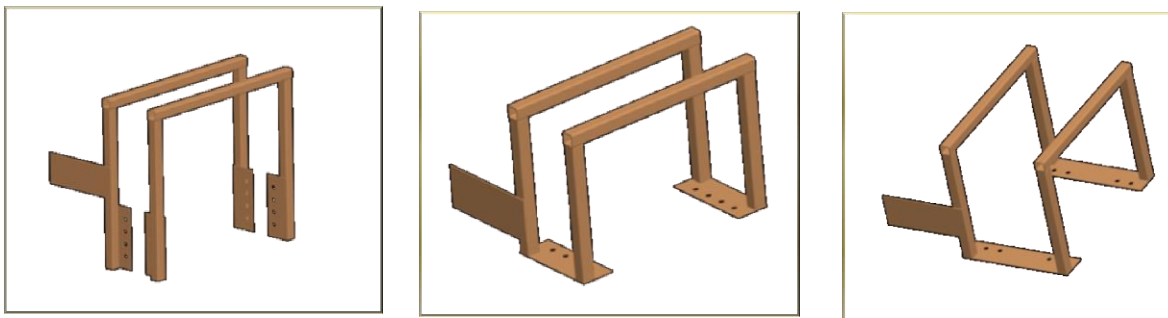
Oproti HA 630 se na tomto agregátu již nenachází chlazení vzduchem s vlastním okruhem, HA 250 obsahuje vodní chlazení s vlastním objehovým okruhem a vodní chlazení připojené na hlavní objehový okruh, jak bylo již zmíněno vzduchové chlazení je použito jako variant bez vlastního objehového okruhu. Motory jsou opět stejné jako v případě HPU 630 pouze s rozdílnými parametry. V případě čerpadel se zde objevuje zubové čerpadlo s vnitřním ozubením nevýhoda tohoto typu čerpadla spočívá v nutnosti umístění čerpadla pod úrovní hladiny tak, aby při zpouštění zařízení bylo čerpadlo zaplaveno olejem, pokud toto není dorženo dojde k okamžitému zničení čerpadla. Důvodem je vysoká obvodová rychlost pro kterou je čerpadlo konstruováno, je tedy možné že dojde ke změně na zubové čerpadlo s vnějším ozubením, pokud by zůstal zařazen tento druh čerpadla bylo by nutné přizpůsobit tomuto konstrukci což vzhledem k tomu, že HPU250 obsahuje i axiální pístové čerpadlo je nevhodné. Parametry jednotlivých prvků viz *příloha* (tab. 2.8 – tab. 2.14) jsou v následujících tabulkách. [2]

2.2.2 KONSTRUKCE HPU250

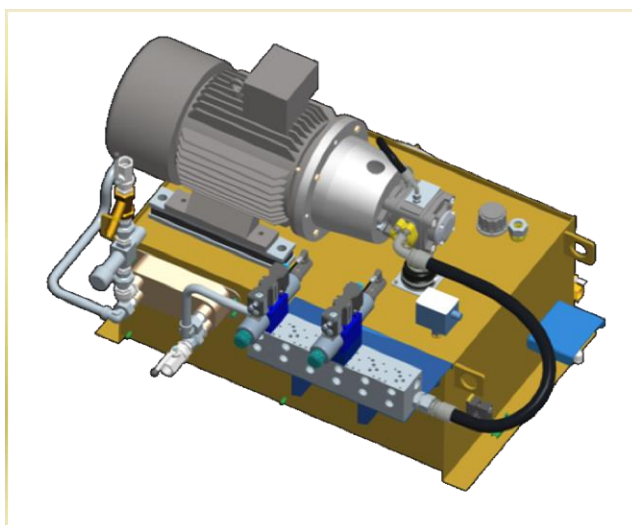
Na (obr. 2.32) lze vidět předběžnou konstrukční variantu pro HA 250 Pro snížení zatížení by bylo vhodné umístit konzolu vzduchového chlazení tak, aby se zatížení přenášelo na doky nádrže. Na obr jsou znázorněny varianty konzoly, jak se ukazuje toto je nevhodné viz variant a. Vzhledem k tomu, že spojení musí být rozebíratelné svařování nepřipadá v úvahu, v případě použití navařovacích šroubů by bylo možné konzolu přišroubovat k nádrži avšak pouze za předpokladu, že vrchní část by bylo přivařena až při montáži a použití šroubů s těsněním je také nevhodné (obr. 2.33) . Nezbývá než umístit konzolu na víko. Hotové provedení HA 250 je znázorněno na (obr. 2.34 – obr. 2.36). [2]



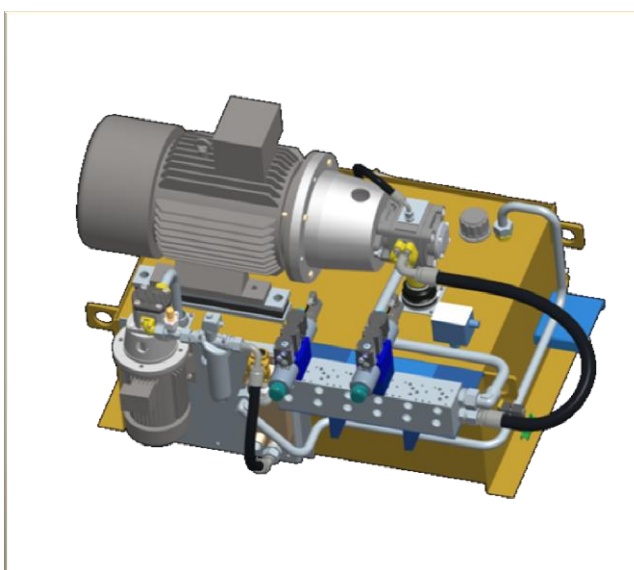
Obr. 2.32 Předběžné řešení HA 250[1]



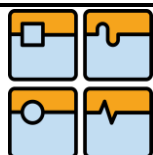
Obr. 2.33 Varianty konzoly pro vzduchový chladič[1]



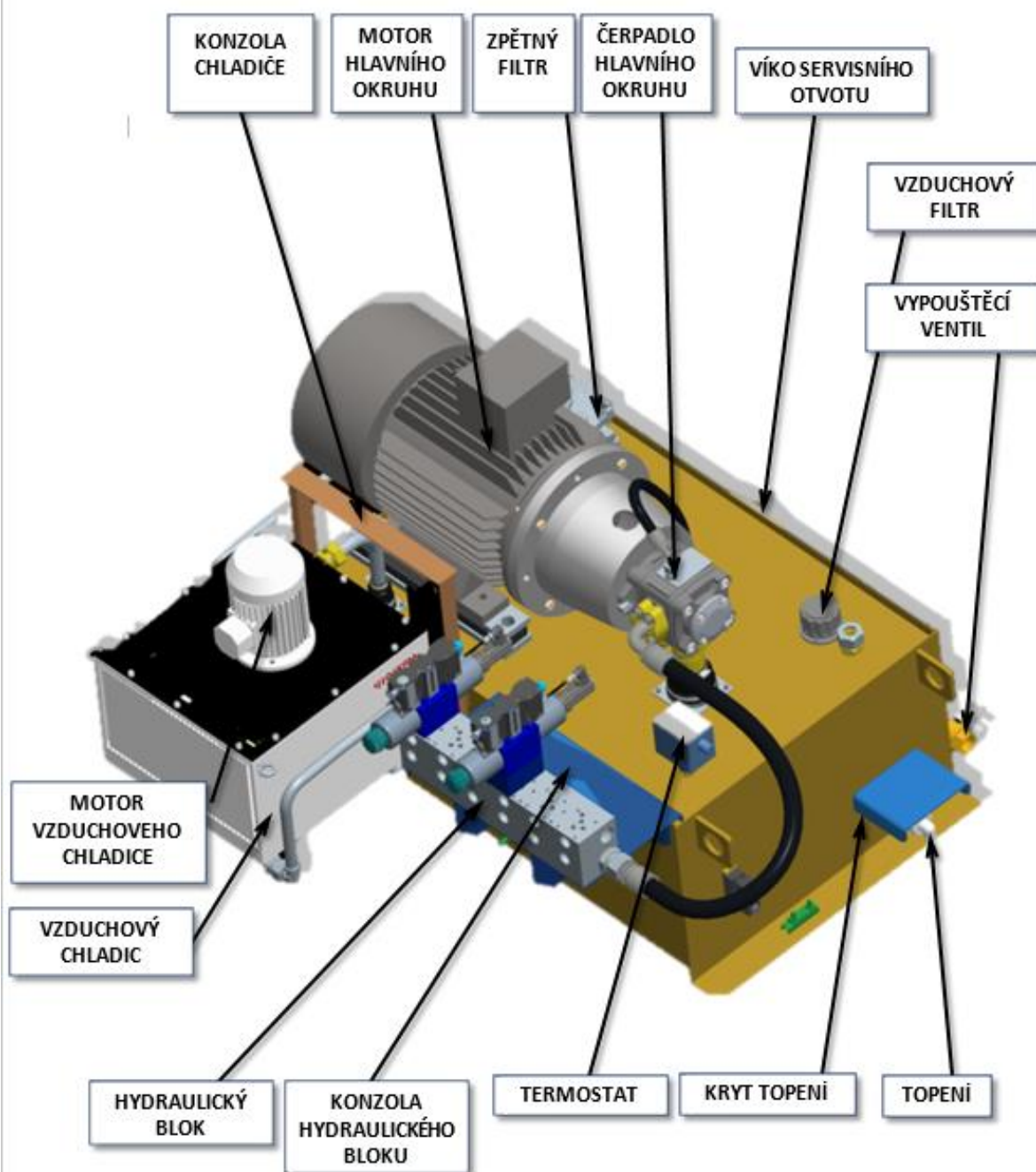
Obr. 2.34 Varianta HA250 s chlazením vodou bez vlastního objemového okruhu[1]



Obr. 2.35 Varianta HA250 s chlazením vodou s vlastním objemovým okruhem [1]



DIPLOMOVÁ PRÁCE



Obr. 2.36 Popis HA250 se vzduchovým chladičem bez vlastního objemového okruhu[1]



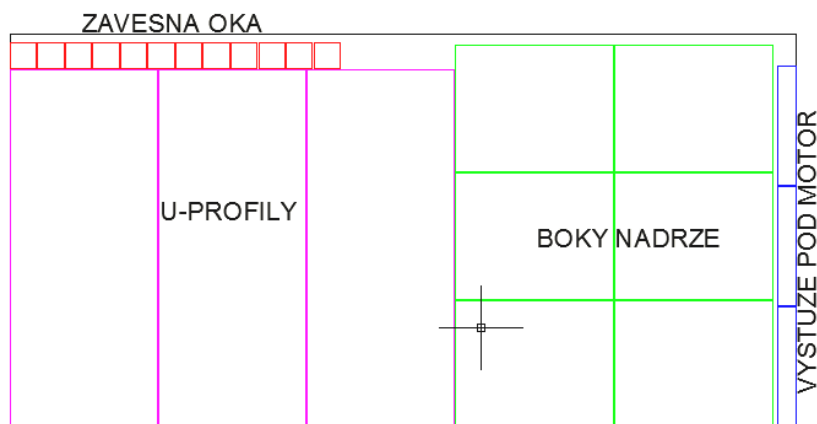
2.3 NÁVRH TYPOROZMĚROVÉ ŘADY S NÁDRŽÍ O OBEJMU 100 L

Na polotovaru se podařilo umístit tři nádrže(obr. 2.37), rozložení na plechu je znázorněno na (obr. 2.38). Parametry nádrže jsou následující:

- objem nádrže $V = 110 \text{ l}$,
- užitečný objem $V_u = 95.5 \text{ l}$,
- proměnný objem $\Delta V = 36 \text{ l}$. [2]



Obr. 2.37 Nádrž o objemu 100 litrů[1]



Obr. 2.38 Rozložení částí nádrže na polotovaru[1]

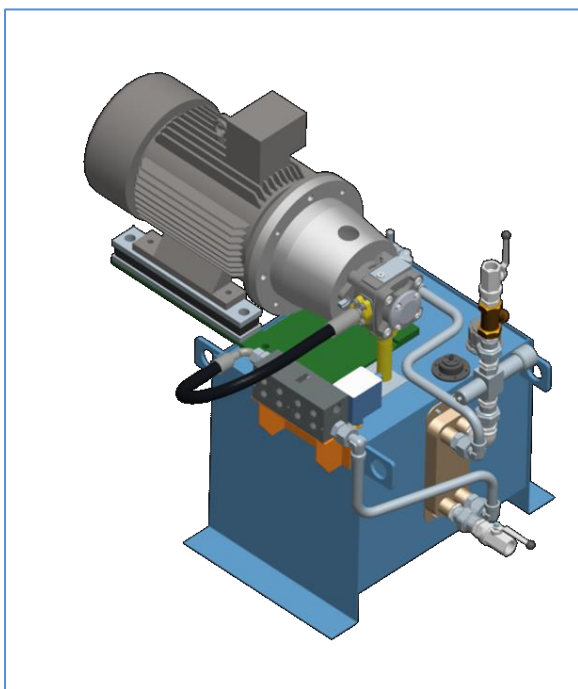


2.3.1 VOLBA PRVKŮ PRO NÁDRŽ O OBJEMU 100 LITRŮ

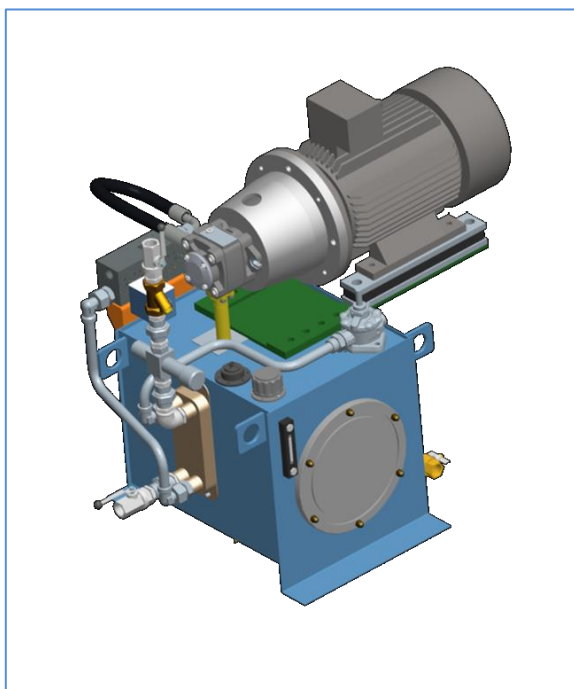
Prvky na HPU 100 jsou stejné jako v případě HPU250 parametry jsou zapsány v následujících tabulkách (tab. 2.15 – tab. 2.20) viz *přílohy*.

2.3.2 KONSTRUKCE HPU100

Na (obr. 2.39 a obr. 2.40) je znázorněna hotová varianta agregátu s nádrží o objemu 100 litrů. Oproti předpokládanému provedení došlo k vyřazení vzduchového chladiče. [1]



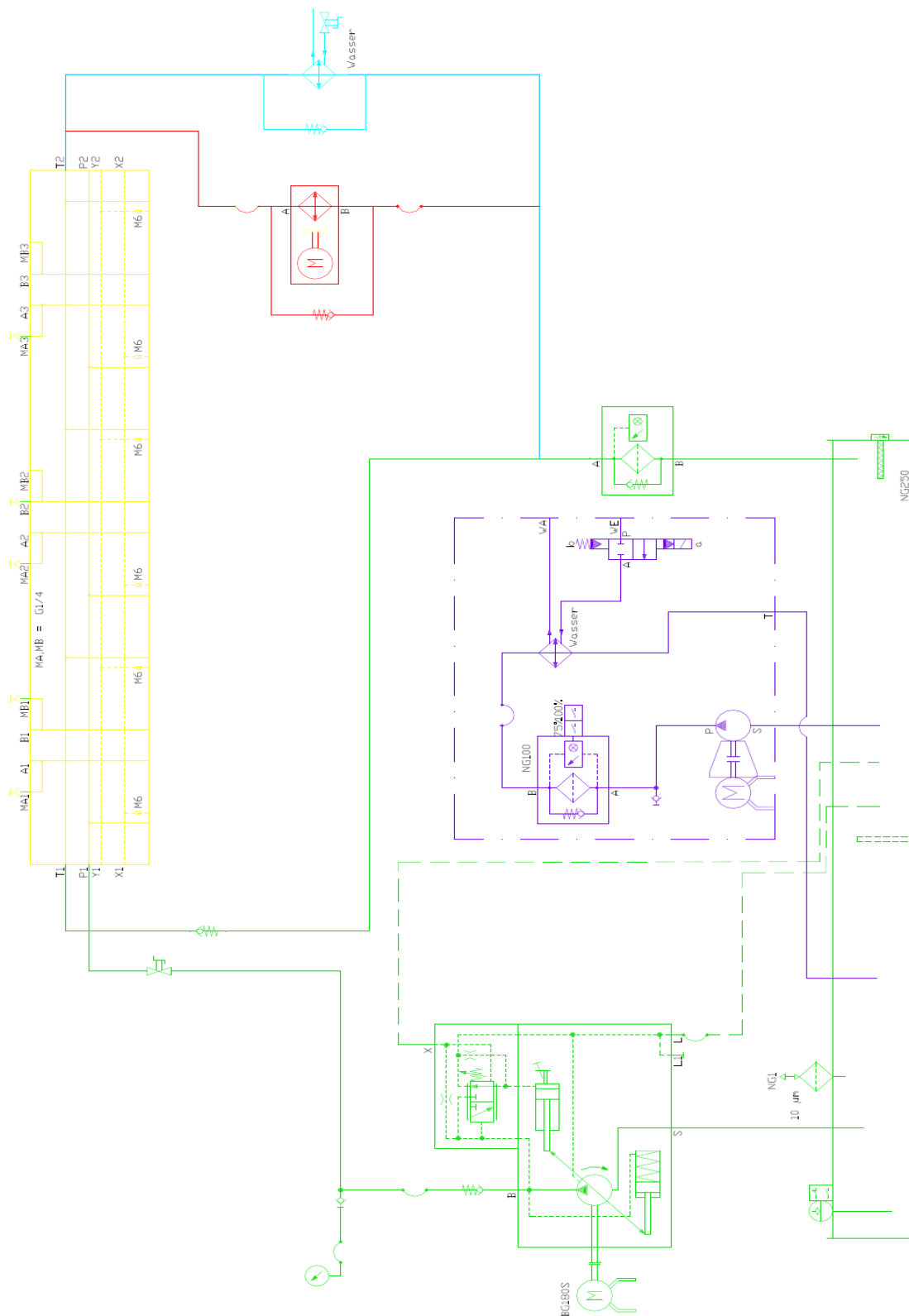
Obr 2.40 Hotová varianta HA100[1]



Obr 2.39 Hotová varianta HA100[1]



2.3.3 HYDRAULICKÉ SCHEMA PRO HPU100

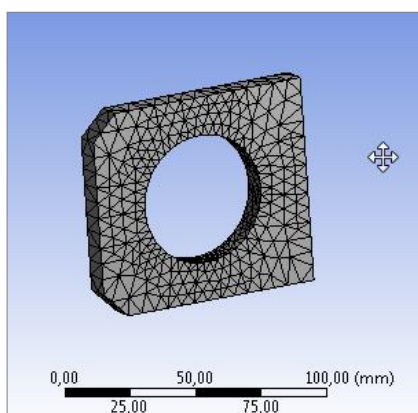




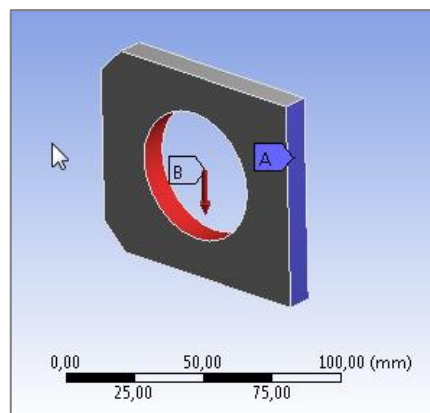
3. ANALÝZA VYBRANÝCH SOUČÁSTÍ POMOCÍ MKP

Pro výpočet deformace a napětí vznikajícího působením síly na danou součást, pro analýzu bylo použito programu ANSYS Workbench 14.5. Materiál všech součástí je nelegovaná ocel pro svařování označení dle ČSN 11 423. Zatěžující síla představuje zhruba 60 % celkové tíhy zařízení, závěsná oka jsou sice na nádrži přivařena čtyři, ale není zaručeno, že budou při manipulaci použity všechna a zařízení není symetrické z toho důvodu v případě použití pouze dvou ok nelze počítat s rovnovážným rozložením zatížení. Dovolená napětí pro statické zatížení tohoto materiálu jsou následující: [3]

- mez pevnosti $\sigma_K = 420 - 520 \text{ [MPa]}$,
- dovolené napětí v ohybu $\sigma_o = 120 - 175 \text{ [MPa]}$,
- dovolené napětí v tahu $\sigma_t = 115 - 170 \text{ [MPa]}$.



Obr. 3.1 závěsné oko šit prvků[1]



Obr. 3.2 Závěsné oko vazby a zatížení[1]

Na obr (obr. 3.2) je znázorněno zavazbení závěsného oka a zatížení. Vzhledem k tomu, že sváry nejsou řešeny pomocí MKP, je toto spojení nahrazeno vazbou, která omezuje pohyb a rotaci ve všech směrech. Síť modelu je znázorněna na (obr. 3.2).

Výsledky jsou následující:

- **redukované napětí** (obr. 3.3)

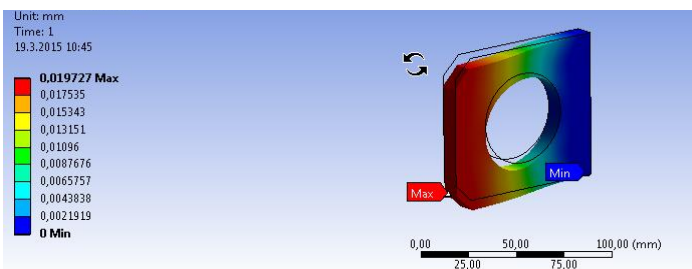
$$\sigma_{RED} = 36.4 \text{ [MPa]},$$

- **deformace** (obr. 4.4)

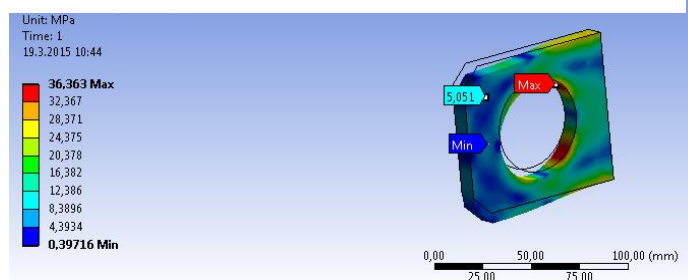
$$u = 0,02 \text{ [mm]}.$$

$$\sigma_{RED} < \sigma_K$$

Redukované napětí nepřekračuje hodnotu meze v kluzu, deformace vzhledem k aplikaci nepředstavuje problém, součást vyhovuje.



Obr. 3.3 Deformace závěsného oka [1]

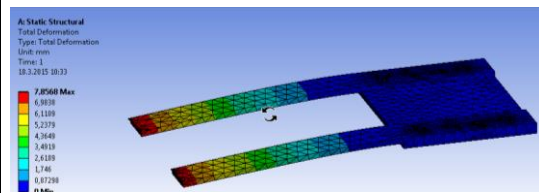


Obr. 3.4 Napětí na závěsném oku [1]

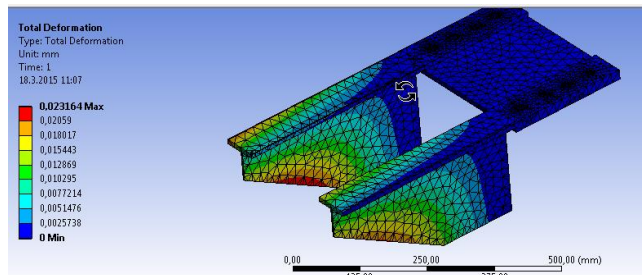


DIPLOMOVÁ PRÁCE

Další analyzovanou součástí je konzola pro motor na agregátu s nádrží o objemu 100 litrů. Vzhledem k tomu, že je konzola vyrobena z plechu obdélníkového průřezu (rozměr zatěžované části **416 x 70 - 10**), lze očekávat zvýšenou deformaci. Součást je přišroubována k nádrži 8 šrouby, toto spojení je nahrazeno vazbou omezující pohyb ve všech směrech. Vzhledem k předpokládané deformaci, je provedena analýza ve 2 variantách, první pouze ocelové plechy (obr. 4.5) a u druhé varianty jsou výztuže pro zvýšení tuhosti (obr. 4.6). Zatížení pak představuje tlaková síla od tíhové síly motoru, působící na odpovídající plochu konzoly.



Obr. 3.5 Konzola motor 100 var. 1 [1]

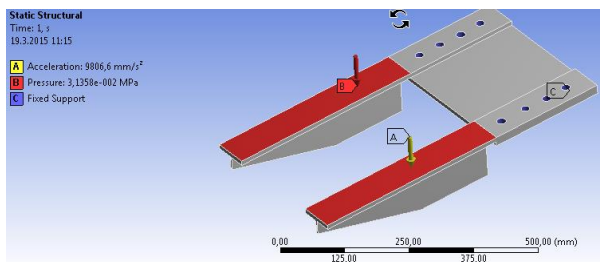


Obr. 3.6 Konzola motor 100 var. 2 [1]

Výsledky jsou následující:

- deformace konzoly bez výztuže $u_k = 7.85 \text{ mm}$,
- deformace konzoly s výztuží $u_{kv} = 0,023 \text{ mm}$.

V případě první varianty je deformace příliš velká, u varianty s výztuží je již velikost deformace přijatelná ale vzhledem k aplikaci lze ještě zmenšit velikost žebër. Výsledek je znázorněn na obr. 3.7. Zavazbení součásti pak na obr. 3.7. Konkrétní hodnoty jsou: [3]



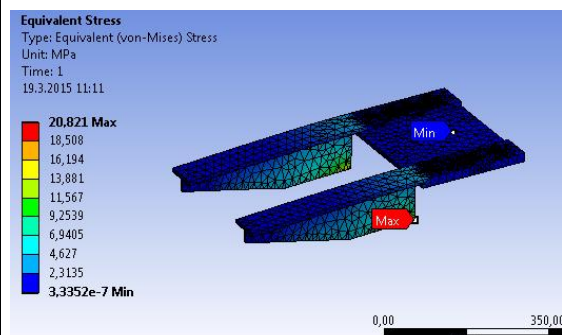
Obr. 3.7 Zavazbení a zatížení konzoly [1]

- redukované napětí (obr. 3.9),

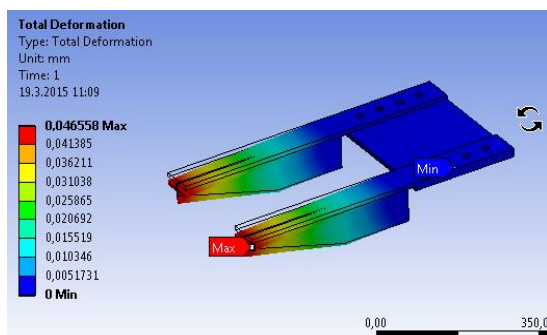
$$\sigma_{RED} = 28.821 \text{ [MPa]},$$

- deformace $u = 0,0465 \text{ [mm]}$ (obr. 3.8),

$$\sigma_{RED} < \sigma_K$$



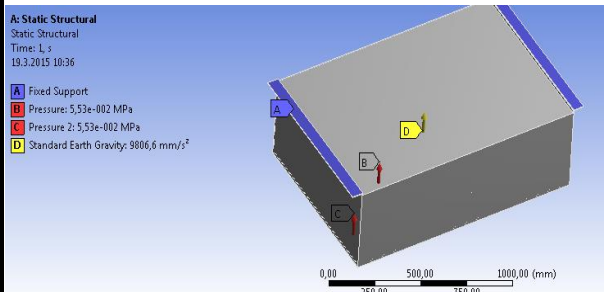
Obr. 3.8 Deformace konzoly 1]



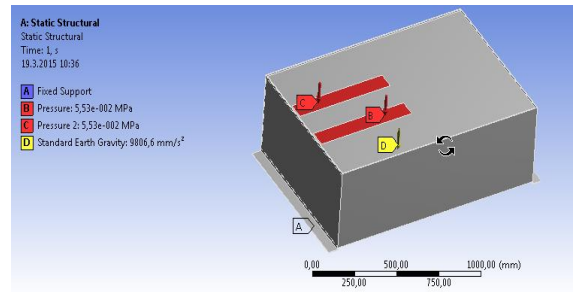
Obr. 3.9 Napětí na konzole [1]



Nádrže pro variant 630 a 250 litů jsou zatíženy přímo na víku, zatížení je opět tlakové na plochu, odpovídající dané tíhové síle na zatěžovanou plochu (obr. 3.10) a (obr. 3.11). Nádrž je přišroubována v podlaze čtyřmi šrouby. Toto je opět pro zjednodušení nahrazeno pevnou



Obr. 3.10 Zavazbení a zatížení nádrže 1 [1]



Obr. 3.11 Zavazbení a zatížení nádrže 2 [1]

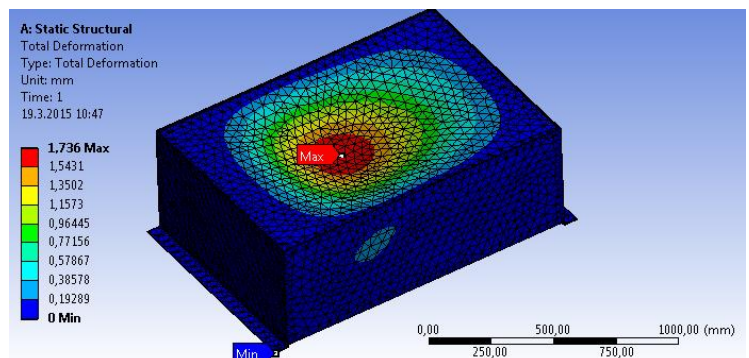
vazbou na stykových plochách nádrže (pro požadavky na tento výpočet dostatečné). Do výpočtového modelu je ještě přidáno zatížení vlastní vahou. Jak již bylo zmíněno, sváry nejsou řešeny pomocí MKP. Totéž platí pro hydrostatické síly vzniklé v následku působení tlaku kapaliny, které jsou zanedbatelné, viz Kapitola 2.1.[3]

Deformace nádrže odpovídá předpokladu, v jednom směru je deformace symetrická, což odpovídá vzhledem k tomu, že motor je v tomto směru uložen uprostřed, na délce nádrže je maximum posunuto blíže ke straně, kde je uložen motor. Dále pak lze pozorovat mírnou

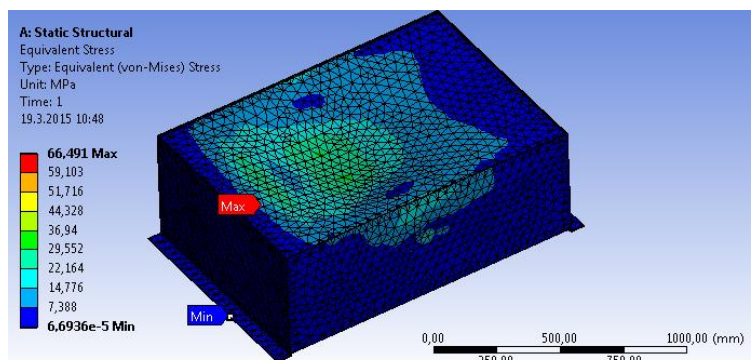
deformaci na boku nádrže, toto je způsobeno výztuží pod motorem, která je přivařená k nádrži zevnitř.

- redukované napětí (obr. 3.13),
 $\sigma_{RED} = 66.491 [Mpa]$,
- deformace
 $u = 1.736 [mm]$
(obr. 4.2),

$$\sigma_{RED} < \sigma_K$$

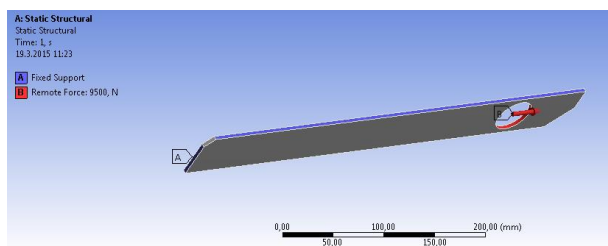


Obr. 3.12 Deformace nádrže [1]

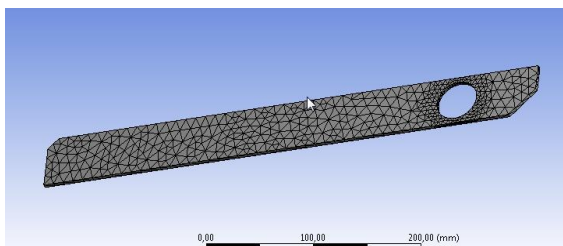


Obr. 3.13 Napětí na nádrži [1]

Redukované napětí nepřekračuje hodnotu meze v kluzu a deformace 1.736 je vzhledem k aplikaci přijatelná. Součást vyhovuje.



Obr. 3.14 Napětí na nádrži [1]



Obr. 3.15 Napětí na nádrži [1]

Poslední analyzovanou součástí je výztuž boku nádrže o objemu 630 litrů. Tato výztuž zároveň slouží jako závěsné oko. Sváry jsou nahrazeny pevnou vazbou s omezením pohybu ve všech směrech. Jako v případě závěsného oka u nádrže 250 zatížení opět odpovídá zhruba **60% celkové tíhové síly**.

Zavazbení a zatížení je znázorněno na (obr. 3.14) a použité elementy sítě na (obr. 3.15). Výsledná deformace a napětí jsou:

- redukované napětí

(obr. 3.9),

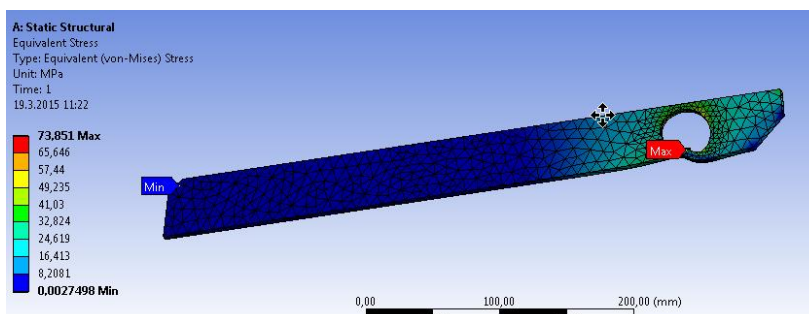
$$\sigma_{RED} = 73.851 [Mpa],$$

- deformace

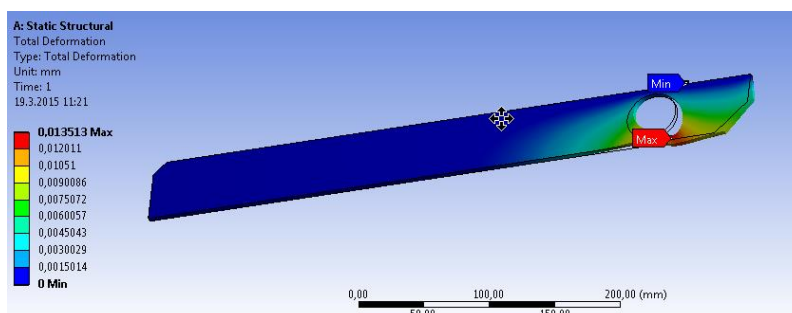
$$u = 0.0135 [mm]$$

(obr. 3.8),

$$\sigma_{RED} < \sigma_K$$



Obr. 3.16 Napětí na výztuži [1]



Obr. 3.17 Deformace výztuže [1]

Redukované napětí opět nepřekračuje hodnotu meze v kluzu a deformace **0.0135 mm** je vzhledem k aplikaci přijatelná. Součást vyhovuje. [3]



4. ANALÝZA BEZPEČNOSTI STOROJNÍHO ZAŘÍZENÍ

4.1 POPIS STROJE

Hydraulický agregát jako součást strojního zařízení slouží jako pohonná jednotka pro dané funkce stroje. Konkrétní aplikace agregátů řešených v této diplomové práci závisí na požadavcích parametrů pro konkrétní případ, například hydrostatické uložení upínací desky vertikálního soustružnického stroje, manipulace s materiálem nebo pohon vrtačky. Analýza rizik bude provedena pro variantu s objemem nádrže 630 l (HPU630) a to z důvodu, že další dvě varianty jsou obdobné rozdíl je v podstatě pouze ve volitelném příslušenství jehož možnosti jsou menší než v případě HPU 630. Základem agregátu je nádrž naplněná olejem, která je rozdělená dělicí příčkou na špinavou a čistou část. Čerpadlo je přes spojku poháněno asynchronním elektromotorem SIEMENS. Pro HPU630 je v obvodu zařazen akumulátor s pojistným ventilem sloužícím jako pojistka proti přetížení. Dle prostředí, kde by byl agregát používán lze zvolit chlazení oleje vodou, které se skládá ze samostatného obvodu obsahujícího filtr, deskový tepelný výměník, který je chlazen již zmíněnou vodou a motorem pro pohon chladicí jednotky. Sání oleje určeného ke chlazení je ve špinavé části nádrže a výstup z obvodu je zaveden do části čisté. V případě fungování v chladném prostředí je jako volitelné příslušenství topení pro ohřev oleje. Dále se na jednotce vyskytují základní součásti jako zpětný filtr termostat plovák nebo vzduchový filtr. Motor je uložen na pružných členech za účelem eliminace negativního vlivu vibrací. Z tohoto důvodu je také použito hadic pro všechny výstupy a vstupy z motoru namísto trubek. Analýza rizik bude provedena pomocí normy pro management rizik EN ISO 12 100. Pojem bezpečnost strojního zařízení bere v úvahu schopnost stroje vykonávat jeho předpokládanou funkci (funkce) během jeho životnosti, při odpovídajícím snížení rizika. Tato norma je základem pro tvorbu norem, které mají následující strukturu:

- **normy typu A** (základní bezpečnostní normy), uvádějí základní pojmy, zásady pro konstrukci a všeobecná hlediska, která mohou být aplikována na všechna strojní zařízení,
- **normy typu B** (skupinové bezpečnostní normy), zabývají se jedním bezpečnostním hlediskem, nebo jedním typem bezpečnostního zařízení, které může být použito pro větší počet strojních zařízení,
- **normy typu C** (bezpečnostní normy pro stroje), určují detailní bezpečnostní požadavky pro jednotlivý stroj nebo skupinu strojů. [20]

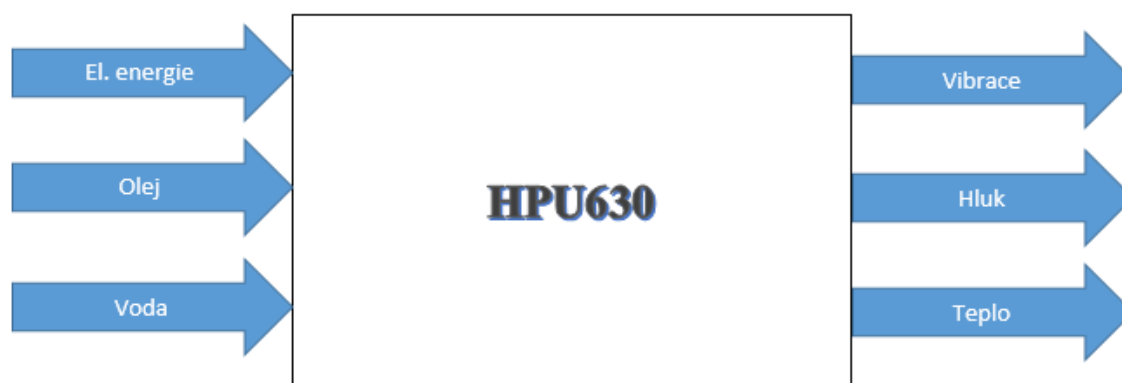


4.2 TABULKA ZÁKLADNÍCH PARAMETRŮ HPU

<i>Parametr</i>	<i>Jednotka</i>	<i>HPU 630</i>	<i>HPU 250</i>	<i>HPU 100</i>
<i>max výkon el. motoru</i>	<i>kW</i>	75	22	15
<i>max. tlak čerpadla</i>	<i>Bar</i>	280	50,7	20
<i>max. otáčky el. motoru</i>	<i>1/min</i>	1500	1500	1500
<i>šířka zařízení</i>	<i>mm</i>	732	1070	1230
<i>délka zařízení</i>	<i>mm</i>	1384	1221	1480
<i>výška zařízení</i>	<i>mm</i>	1024	927	1200
<i>tloušťka plechu nádrže</i>	<i>mm</i>	4	3	3
<i>tloušťka plechu víka</i>	<i>mm</i>	10	8	8
<i>výkon chlazení</i>	<i>kW</i>	30		
<i>max. tlak v akumulátoru</i>	<i>bar</i>	350		
<i>hmotnost cca.</i>	<i>kg</i>	1900	800	500

4.3 BLACK BOX

Do strojního zařízení vždy vstupují veličiny, které jsou nutné k vykonávání dané činnosti. V tomto případě se jedná o olej jako pracovní médium, voda potřebná pro chlazení oleje a el. energie. Naopak výstupními nežádoucími veličinami jsou vibrace od čerpadla a motoru teplo od chladiče a hluk. Toto je znázorněno na (Obr.4.1). [20]

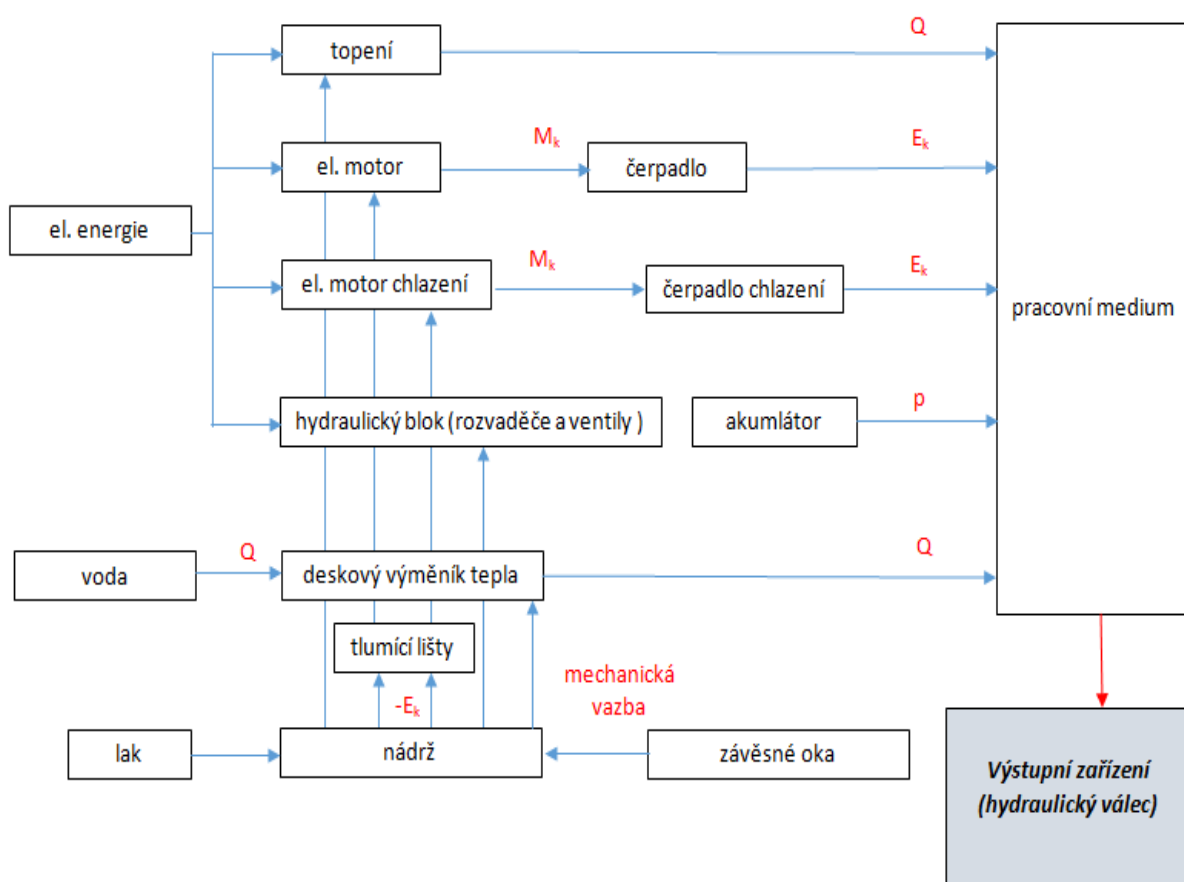


Obr. 4.1 Black box[1]



5.4 BLOKOVÝ DIAGRAM STROJE

Pro znázornění závislostí jednotlivých součástí a usnadnění identifikace jednotlivých rizik je na (obr 4.2) znázorněn blokový diagram stroje. Výstupním zařízením v blokovém diagram je myšlen hydromotor (rotační či translační). Toto v konstrukci jednotlivých typorozměrových řad agregátů není řešeno, a to z důvodu, že se jedná o univerzální řešení. Výstupy budou vždy přizpůsobeny požadavku zákazníka, avšak jako jednoduchý příklad bude do určování rizik zahrnut translační hydromotor. [20]



Obr. 4.2 Blokový diagram stroje [1]

4.5 ZDROJE RELEVANTNÍCH NEBEZPEČÍ

V tabulce jsou zapsány zdroje jednotlivých rizik pro konkrétní komponenty a jejich poloha vzhledem k zařízení. Jedná se o rizika, která by dle normy ČSN EN ISO 12100:2011 mohla vzniknout. [20]



DIPLOMOVÁ PRÁCE

	NÁZEV KOMPONENTY	UMÍSTĚNÍ KOMPONENTY	DRUH NEBEZPEČÍ	ČÍSLO NEBEZPEČÍ ČSN EN ISO 12100:2011
1	El. motor	Na nádrži	Nebezpečí hluku, mechanická nebezpečí, nebezpečí vytvářená vibracemi, tepelná nebezpečí, elektrická nebezpečí.	4 1 5 3 2
2	El. motor chlazení	Na nádrži	Nebezpečí hluku, mechanická nebezpečí, nebezpečí vytvářená vibracemi, tepelná nebezpečí, elektrická nebezpečí.	4 1 5 3 2
3	Čerpadlo	El. motor	Nebezpečí hluku, mechanická nebezpečí, nebezpečí vytvářená vibracemi, tepelná nebezpečí, elektrická nebezpečí.	4 1 5 3 2
4	Čerpadlo chlazení	El. motor chlazení	Nebezpečí hluku, mechanická nebezpečí, nebezpečí vytvářená vibracemi, tepelná nebezpečí, elektrická nebezpečí.	4 1 5 3 2
5	Topení	Na nádrži	Tepelné nebezpečí.	3
6	Akumulátor	Konzola akumulátoru	Mechanická nebezpečí, elektrická nebezpečí.	1 2
7	Hydraulický blok	Konzola hydraulického bloku	Mechanická nebezpečí, nebezpečí vytvářená materiály a látkami.	1 7
8	Zpětný filtr	Na nádrži	Mechanická nebezpečí.	1
9	Filtr chlazení	Sestava chlazení	Mechanická nebezpečí.	1
10	Termostat	Na nádrži	Elektrická nebezpečí.	2
11	Plovák	Na nádrži	Elektrická nebezpečí.	2
12	Barometr	Na nádrži	Mechanická nebezpečí.	2
14	Nádrž	Základ	Mechanická nebezpečí.	1
15	Konzola hydraulického bloku	Na nádrži	Mechanická nebezpečí.	1
16	Konzola akumulátoru	Na nádrži	Mechanická nebezpečí.	1
17	Šroubení na agregátu	Hydraulický agregát	Mechanická nebezpečí. Nebezpečí vytvářená materiály a látkami	1 7
18	Těsnění sáčí trubky	Na nádrži	Nebezpečí vytvářená materiály a látkami.	7
19	Hadice	Motor- hy.blok	Mechanická nebezpečí.	1
20	Deskový výměník tepla	Sestava chlazení	Mechanická nebezpečí. Tepelné nebezpečí.	3 1
21	Hydromotor	Rám	Mechanická nebezpečí.	1



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Mimo normy ČSN EN ISO 12100:2011, která se zabývá obecně riziky, je také ve starší normě ČSN EN ISO 12100-2 zařazeno pojednání, které se konkrétně zabývá zamezením nebezpečí u pneumatických a hydraulických zařízení konkrétní znění je následující.

Hydraulické a pneumatické zařízení musí být navrženo tak, že: [1]

- maximální jmenovitý tlak v obvodech nemůže být překročen (v tomto případě pojistné ventily tam, kde je potřeba),
- nemůže vzniknout žádné nebezpečí z tlakových rázů nebo vzrůstem tlaku, nebo poklesy a ztrátami tlaku nebo ztrátami podtlaku,
- nemůže dojít k vystříknutí nebezpečného média nebo nemůže nastat náhlý nebezpečný pohyb hadice (šlechnutí) následkem poruch součástí nebo netěsností,
- všechny prvky zařízení, zvláště trubky a hadice, jsou chráněny před škodlivými vnějšími vlivy.
- zásobníky a podobné tlakové nádoby (například hydropneumatické zásobníky) jsou, jak je to jen možné, po odpojení dodávky energie od stroje automaticky odtlačovány a pokud to není možné jsou zajištěny prostředky pro jejich odpojení.
- všechny prvky, které po odpojení stroje od zdroje a jeho energie zůstanou pod tlakem, jsou vybaveny jasně označenými vypouštěcími zařízeními a varovným označením (štítkem), které upozorňuje na nutnost odstranění tlaku z těchto prvků dříve, než se bude provádět jakékoli seřizování nebo údržba stroje. [21]

4.6 ANALÝZA VÝZNAMNÝCH NEBEZPEČÍ V PRŮBĚHU ŽIVOTNÍHO CYKLU

V tabulce 3 jsou zapsána významná rizika, která mohou nastat v jednotlivých životních cyklech zařízení. Při určování je vycházeno z tabulky relevantních rizik určených dle normy ČSN EN ISO 12100:2011 v předchozí podkapitole.



DIPLOMOVÁ PRÁCE

	FÁZE ŽIVOTNÍHO CYKLU	POPIS ŽIVOTNÍHO CYKLU	ČÍSLO NEBEZPEČÍ
1	Montáž zařízení	Zde je zahrnuta montáž včetně výroby nádrže a dalších součástí, které nejsou dodávány již hotové.	1 2 3 7 9
2	Seřizování zařízení	Jedná se o tlakové a funkční zkoušky.	7 2 1 9
3	Převoz zařízení	Zahrnuje manipulaci se zařízením pomocí jeřábu a samotný převoz na místo určení	1 9
4	Provoz zařízení	Cyklus zahrnuje všechny činnosti a situace, které mohou nastat v průběhu používání zařízení	1 2 3 4 7 9
5	Údržba zařízení	Cyklus zahrnuje výměnu oleje a seřizování jednotlivých ventilů, rozvaděčů dle potřeby.	1 2 7 9
6	Vyřazení zařízení z provozu	Cyklus zahrnuje veškeré aktivity související s odpojením od sítě elektrické energie, bezpečné zpracování oleje z nádrže a ekologické zlikvidování.	1 2 7 9

4.7 SEZNAM VÝZNAMNÝCH NEBEZPEČÍ

Tato kapitola se zabývá rozбором nebezpečí, které byly určeny dle normy ČSN EN ISO 12100:2011 a můžeme z ní vyčíst, jaké nebezpečné situace mohou vést ke vzniku jakého nebezpečí. [20]



DIPLOMOVÁ PRÁCE

SEZNAM VÝZNAMNÝCH NEBEZPEČÍ		ČSN ISO 12100	
ČÍSLO NEBEZPEČÍ	NEBEZPEČÍ	Kapitola ČSN EN ISO 12100:2011	NEBEZPEČÍ SITUACE
1. mechanické nebezpečí:			
1.1	Nebezpečí neodpovídající mechanickou pevností, která může vytvářet nebezpečné lomy nebo trhliny	6.2.3. a	Nebezpečí uvolnění břemene při manipulaci.
1.2	Nebezpečí potenciální energií pružných prvků(pružin), nebo tlakem nebo podtlakem kapalin nebo plynů	6.2.2.2	Nebezpečí exploze akumulátoru
1.3	Nebezpečí výronu vysokotlaké kapaliny	6.3.3	Nebezpečí úniku hydraulického oleje vlivem špatného těsnění
1.4	Nebezpečí stlačení	6.2.3. a	nebezpečí při pohybu v oblasti hydromotoru
2. Elektrická nebezpečí :			
2.1	Dotykem osob s živými částmi	6.3.5.4	Při zapojení stroje ke zdroji elektrické energie
2.2	Dotykem osob s částmi, které se staly živými následkem poruchy izolace	6.4.5	Porucha elektroinstalace, práce ve vlhkém prostředí
2.3	Dotykem osob s částmi, které se staly živými následkem špatně provedené elektroinstalace	6.4.5	Porucha elektroinstalace, práce ve vlhkém prostředí
3. Tepelné nebezpečí			
3.1	Popolení dotykem s topením	6.2.4. b	Při neodborné manipulaci se zařízením
3.2	Popolení dotykem s deskovým výměníkem	6.2.4. b	



DIPLOMOVÁ PRÁCE

4. Nebezpečí vytvářená hlukem

4.1	Nebezpečí hučení v uších	6.3.2.1. b	Při špatně zvoleném umístění hydraulického agregátu na cílovém stroji a nadměrném pohybu v blízkém okolí.
-----	--------------------------	------------	---

5. Nebezpečí vibrací

5.1	nebezpečí přenosu vibrací na obsluhu stroje	6.2.2.2	při pohybu v oblasti zařízení
5.2	nebezpečí přenosu vibrací na další části zařízení a následném mechanickém porušení (převážně potrubí)	6.2.2.2	za chodu zařízení

6. Nebezpečí vytvářená materiály a látkami

6.1	nebezpečí poškození očí	6.2.3. a	při lakování zařízení
6.2	nebezpečí vdechnutí	6.2.2.2	při lakování zařízení
6.3	nebezpečí potřísnění pokožky	6.2.3. a	při lakování zařízení, tlakových a funkčních zkouškách a všech životních cyklech strojního zařízení.

7. Nebezpečí uklouznutí, zakopnutí a pádu.

7.1	nebezpečí uklouznutí , zakopnutí a pádu	6.3.2.1. b	při montáži v hůře přístupných místech nebo při neopatrném pohybu v okolí strojního zařízení
-----	---	------------	--



4.8 IDENTIFIKACE ZÁVAŽNÝCH NEBEZPEČÍ

Pro identifikaci a vyhodnocení závažných rizik bude použita metoda FMEA. Při identifikaci rizik bude vycházeno z tabulky, zkratky v tabulce značí : [1]

- Míra poškození:
 - S0 žádné poškození,
 - S1 lehké poškození (přechodné následky),
 - S2 těžké zranění (trvalé následky),
 - S3 smrt.
- Doba pobytu v oblasti nebezpečí:
 - A1 zřídka až častěji,
 - A2 často až trvale.
- Možnost rozpoznání a vyvarování se nebezpečí:
 - E1 možné,
 - E2 možné za určitých okolností,
 - E3 sotva možné.
- Pravděpodobnost vzniku události:
 - W1 malá,
 - W2 střední (je pravděpodobný vstup vícekrát za život jedince),
 - W3 velká. [20]

BEZ NEBEZPEČÍ					W1	W2	W3
	S0						
		A1		E1	0	0	1
				E2	0	1	2
				E3	1	2	3
	S1	A2		E1	2	3	4
				E2	3	4	5
				E3	4	5	6
	S2	A1		E1	5	6	7
				E2	6	7	8
				E3	7	8	9
		A2		E1	8	9	10
				E2	9	10	11
				E3	10	11	12
	S3	A1		E1	11	12	13
				E2	12	13	14
				E3	13	14	15
		A2		E1	14	15	16
				E2	15	16	17
				E3	16	17	18



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vyhodnocení rizik dle tabulky je následující:

- **0 – 4 akceptovatelné riziko,**
- **5 – 6 riziko akceptovatelné po prověření,**
- **7 – 18 neakceptovatelné riziko (nutné opatření).**

	Popis nebezpečí	Identifikace nebezpečí				velikost počátečního rizika	závažnost nebezpečí
		S	A	E	W		
1	Mechanická nebezpečí						
1.1	Nebezpečí neodpovídající mechanickou pevností, která může vytvářet nebezpečné lomy nebo trhliny						
1.1.1	Nebezpečí uvolnění břemene při manipulaci.	3	2	2	2	16	N
1.2	Nebezpečí potenciální energií pružných prvků(pružin), nebo tlakem nebo podtlakem kapalin nebo plynů						
1.2.1	Nebezpečí exploze akumulátoru	3	2	1	1	14	N
1.3	Nebezpečí výronu vysokotlaké kapaliny						
1.3.1	Nebezpečí úniku hydraulického oleje vlivem špatného těsnění	1	1	1	1	0	A
1.4	Nebezpečí stlačení						
1.4.1	Nebezpečí při pohybu v oblasti hydromotoru	2	1	1	1	5	N/A
2	Elektrická nebezpečí						
2.1	Dotykem osob s živými částmi						
2.1.1	Při zapojení stroje ke zdroji elektrické energie	3	1	1	1	11	N
2.2	Dotykem osob s částmi, které se staly živými následkem poruchy						
2.2.1	Dotykem osob s částmi, které se staly živými následkem poruchy izolace	3	1	1	1	11	N
2.2.2	Dotykem osob s částmi, které se staly živými následkem špatně provedené elektroinstalace	3	1	2	1		12
3	Tepelné nebezpečí						
3.1	Nebezpečí popálení						
3.1.1	Popálení dotykem s topením	1	1	1	2	0	A
3.1.2	Popálení dotykem s deskovým výměníkem	1	1	1	2		0
4	Nebezpečí vytvářená hlukem						



DIPLOMOVÁ PRÁCE

4.1 Nebezpečí hluku v uších						
4.1.1 Nebezpečí hluku v uších	2	2	1	3	10	N
5 Nebezpečí vytvářená vibracemi						
5.1 Nebezpečí přenášení vibrací do těla						
5.1.1 Nebezpečí přenášení vibrací na ruce a paže	1	1	1	2	0	A
5.2 Nebezpečí mechanického poškození důsledkem vibrací						
5.2.1 Zranění důsledkem poškození potrubí vedoucího od čerpadla, poškození upevnění motoru	2	1	2	1	6	N/A
6 Nebezpečí vytvářená materiály a látkami						
6.1 Nebezpečí vyvolaná kontaktem s kůží, očima nebo sliznicí						
6.1.1 Nebezpečí poškození kůže při lakování	1	2	2	3	5	N/A
6.1.2 Nebezpečí vdechnutí látek při lakování	2	2	2	3	11	N
6.1.3 Nebezpečí poškození kůže při úniku oleje	1	2	2	1	3	A
7 Nebezpečí uklouznutí, zakopnutí a pádu.						
7.1 Nebezpečí uklouznutí, zakopnutí nebo pádu při montáži						
7.1.1 Poranění při ztátě rovnováhy	2	2	2	3	11	N

5.9 OPATŘENÍ PRO SNÍŽENÍ ZÁVAŽNÝCH NEBEZPEČÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

FORMULÁŘ PRO ODHAD RIZIKA

Číslo nebezpečí:	Identif. číslo: 1.1.1	Zpracoval: Bc.Vojtěch Holub	
Označení nebezpečí:	Nebezpečí neodpovídající mechanickou pevností, která může vytvářet nebezpečné lomy nebo trhliny		
Životní etapa stroje:	Montáž zařízení, převoz zařízení		
Ohrožené osoby:	Veškerý personál pohybující se v okolí pracoviště		
Nebezpečný prostor:	Bezprostřední okolí agregátu		
Popis nebezpečné Situace/události:	Závažné zranění až smrt vlivem pádu břemene z důvodu špatné mechanické pevnosti závěsného oka popřípadě špatná volba závěsného řetězu/lana.		
Počáteční riziko:	Závažnost možné škody	S3 - smrt	Velikost rizika
	Četnost a doba trvání ohrožení	A1 – zřídka až častěji	16
	Možnost vyvarování se nebezpečí	E2 - možné za určitých okolností	
	Pst. Výskytu nebezp. události	W2 - střední (je pravděpodobný vstup vícekrát za život jedince)	
KROK 1: Opatření zabudovaná v konstrukci (dle ČSN EN ISO 12 100-1:2004)			
Popis opatření:	Předimenzování oka a simulace MKP		
Snížení rizika po opatření	Závažnost možné škody	S3 - smrt	Velikost rizika
	Četnost a doba trvání ohrožení	A1 – zřídka až častěji	15
	Možnost vyvarování se nebezpečí	E1 možné	
	Pst. Výskytu nebezp. události	W2 - střední (je pravděpodobný vstup vícekrát za život jedince)	
KROK 2: Bezpečnostní ochranná opatření (dle ČSN EN ISO 12 100-1:2004)			
Popis opatření:	Použití ochané helmy, použití pracovní obuvy		
Snížení rizika po opatření	Závažnost možné škody	S3 - smrt	Velikost rizika
	Četnost a doba trvání ohrožení	A1 – zřídka až častěji	15
	Možnost vyvarování se nebezpečí	E1 možné	
	Pst. Výskytu nebezp. události	W2 - střední (je pravděpodobný vstup vícekrát za život jedince)	



KROK 3: Informace pro používání (dle ČSN EN ISO 12 100-1:2004)

Popis opatření:	Proškolení pracovníku a vedení řádné dokumentace a pokynů pro použití jeřábu .		
Zbytkové riziko:	Závažnost možné škody	S1 lehké poškození (přechodné následky),	Velikost rizika
	Četnost a doba trvání ohrožení	A1 – zřídka až častěji	0
	Možnost vyvarování se nebezpečí	E1 možné	
	Pst. Výskytu nebezp. události	W2 - střední (je pravděpodobný vstup vícekrát za život jedince)	

Podařilo se snížit velikost rizika na minimální hodnotu. V kroku jedna byla provedena simulace a předimenzování závěsných ok, což částečně snižuje pravděpodobnost výskytu daného jevu, ale stále zůstává možnost volby špatného závěsného lana. Jako bezpečnostní opatření je zařazeno použití ochranné přilby a pracovní obuvy, avšak v tomto případě vzhledem k hmotnosti břemene se závažnost škody nemění. Výrazného snížení velikosti rizika je dosaženo až řádným proškolením pracovníků a dokumentace pro obsluhu jeřábů (označení nosností lan, udaná hmotnost břemene a zamezení zvedání do výšky kdy hrozí pád přímo na obsluhu). V tomto případě se již možné škody snižují na lehké škody na zdraví (je možné rozhoupání zavěšeného břemene). Po tomto opatření je již velikost rizika snížena na hodnotu 0. [20]



DIPLOMOVÁ PRÁCE

FORMULÁŘ PRO ODHAD RIZIKA

Číslo nebezpečí:	Identif. číslo: 1.2.1	Zpracoval: Bc. Vojtěch Holub	
Označení nebezpečí:	Nebezpečí potenciální energií pružných prvků(pružin), nebo tlakem nebo podtlakem kapalin nebo plynů		
Životní etapa stroje:	Provoz zařízení		
Ohrožené osoby:	Obsluha stroje		
Nebezpečný prostor:	Okolí agregátu		
Popis nebezpečné Situace/události:	Nebezpečí exploze akumulátoru		
Počáteční riziko:	Závažnost možné škody	S3 - smrt	Velikost rizika 14
	Četnost a doba trvání ohrožení	A2 - často až trvale	
	Možnost vyvarování se nebezpečí	E1 - možné	
	Pst. Výskytu nebezp. události	W1 - malá	
KROK 1: Opatření zabudovaná v konstrukci (dle ČSN EN ISO 12 100-1:2004)			
Popis opatření:	Přiřazení vhodného bezpečnostního ventilu k akumulátoru, volba vhodného akumulátoru		
Snížení rizika po opatření	Závažnost možné škody	S0 - žádné poškození	Velikost rizika 0
	Četnost a doba trvání ohrožení	A2 - často až trvale	
	Možnost vyvarování se nebezpečí	E1 - možné	
	Pst. Výskytu nebezp. události	W1 - malá	
KROK 2: Bezpečnostní ochranná opatření (dle ČSN EN ISO 12 100-1:2004)			
Popis opatření:	Neexistuje žádná účinná bezpečnostní ochrana.		
Snížení rizika po opatření	Závažnost možné škody		Velikost rizika X
	Četnost a doba trvání ohrožení		
	Možnost vyvarování se nebezpečí		
	Pst. Výskytu nebezp. události		
KROK 3: Informace pro používání (dle ČSN EN ISO 12 100-1:2004)			
Popis opatření:	Neexistuje žádná účinná bezpečnostní ochrana.		
Zbytkové riziko:	Závažnost možné škody		Velikost rizika X
	Četnost a doba trvání ohrožení		
	Možnost vyvarování se nebezpečí		
	Pst. Výskytu nebezp. události		



DIPLOMOVÁ PRÁCE

FORMULÁŘ PRO ODHAD RIZIKA

Číslo nebezpečí:	Identif. číslo: 1.4.1	Zpracoval: Bc.Vojtěch Holub	
Označení nebezpečí:	Nebezpečí stlačení		
Životní etapa stroje:	Provoz zařízení		
Ohrožené osoby:	Obsluha stroje		
Nebezpečný prostor:	Bezprostřední okolí hydromotoru		
Popis nebezpečné Situace/události:	Nebezpečí při pohybu v oblasti hydromotoru		
Počáteční riziko:	Závažnost možné škody	S2-těžké zranění (trvalé následky)	Velikost rizika 5
	Četnost a doba trvání ohrožení	A1 - zřídka až častěji	
	Možnost vyvarování se nebezpečí	E1 - možné	
	Pst. Výskytu nebezp. události	W1 - malá	
KROK 1: Opatření zabudovaná v konstrukci (dle ČSN EN ISO 12 100-1:2004)			
Popis opatření:	Vhodnou konstrukcí znemožnění přístupu obsluhy stroje do oblasti hydromotoru		
Snížení rizika po opatření	Závažnost možné škody	S0 - žádné poškození	Velikost rizika 0
	Četnost a doba trvání ohrožení	A2 - často až trvale	
	Možnost vyvarování se nebezpečí	E1 - možné	
	Pst. Výskytu nebezp. události	W1 - malá	
KROK 2: Bezpečnostní ochranná opatření (dle ČSN EN ISO 12 100-1:2004)			
Popis opatření:	Neexistuje žádná účinná bezpečnostní ochrana.		
Snížení rizika po opatření	Závažnost možné škody		Velikost rizika X
	Četnost a doba trvání ohrožení		
	Možnost vyvarování se nebezpečí		
	Pst. Výskytu nebezp. události		
KROK 3: Informace pro používání (dle ČSN EN ISO 12 100-1:2004)			
Popis opatření:	Neexistuje žádná účinná bezpečnostní ochrana.		
Zbytkové riziko:	Závažnost možné škody		Velikost rizika X
	Četnost a doba trvání ohrožení		
	Možnost vyvarování se nebezpečí		
	Pst. Výskytu nebezp. události		



DIPLOMOVÁ PRÁCE

FORMULÁŘ PRO ODHAD RIZIKA

Číslo nebezpečí:	Identif. číslo: 2.1.1	Zpracoval: Bc.Vojtěch Holub	
Označení nebezpečí:	Dotykem osob s živými částmi		
Životní etapa stroje:	Seřizování zařízení		
Ohrožené osoby:	Zkušební technik		
Nebezpečný prostor:	Bezprostřední kokolí živých částí stroje		
Popis nebezpečné Situace/události:	Při zapojení stroje ke zdroji elektrické energie		
Počáteční riziko:	Závažnost možné škody	S3 - smrt	Velikost rizika
	Četnost a doba trvání ohrožení	A1 - zřídka až častěji	11
	Možnost vyvarování se nebezpečí	E1 - možné	
	Pst. Výskytu nebezp. události	W1 - malá	
KROK 1: Opatření zabudovaná v konstrukci (dle ČSN EN ISO 12 100-1:2004)			
Popis opatření:	Neexistuje žádná účinná bezpečnostní ochrana.		
Snížení rizika po opatření	Závažnost možné škody		Velikost rizika
	Četnost a doba trvání ohrožení		X
	Možnost vyvarování se nebezpečí		
	Pst. Výskytu nebezp. události		
KROK 2: Bezpečnostní ochranná opatření (dle ČSN EN ISO 12 100-1:2004)			
Popis opatření:	Použití proudového chrániče.		
Snížení rizika po opatření	Závažnost možné škody	S2-těžké zranění (trvalé následky)	Velikost rizika
	Četnost a doba trvání ohrožení	A1 - zřídka až častěji	5
	Možnost vyvarování se nebezpečí	E1 - možné	
	Pst. Výskytu nebezp. události	W1 - malá	
KROK 3: Informace pro používání (dle ČSN EN ISO 12 100-1:2004)			
Popis opatření:	Řádné proškolení odpovědné osoby, upozornění o vysokém napětí		
Zbytkové riziko:	Závažnost možné škody	S2-těžké zranění (trvalé následky)	Velikost rizika
	Četnost a doba trvání ohrožení	A1 - zřídka až častěji	5
	Možnost vyvarování se nebezpečí	E1 - možné	
	Pst. Výskytu nebezp. události	W1 - malá	



DIPLOMOVÁ PRÁCE

FORMULÁŘ PRO ODHAD RIZIKA

Číslo nebezpečí:	Identif. číslo: 2.2.1	Zpracoval: Bc.Vojtěch Holub	
Označení nebezpečí:	Dotkem obob s částmy, které se staly živými následkem poruchy		
Životní etapa stroje:	Seřizování zařízení, provoz zařízení		
Ohrožené osoby:	Zkušební technik, obsluha stroje		
Nebezpečný prostor:	Bezprostřední okolí daných elektrických částí		
Popis nebezpečné Situace/události:	Nebezpečí hučení v uších.		
Počáteční riziko:	Závažnost možné škody	S3 - smrt	Velikost rizika 11
	Četnost a doba trvání ohrožení	A1 - zřídka až častěji	
	Možnost vyvarování se nebezpečí	E1 - možné	
	Pst. Výskytu nebezp. události	W1 - malá	
KROK 1: Opatření zabudovaná v konstrukci (dle ČSN EN ISO 12 100-1:2004)			
Popis opatření:	Vhodná konstrukce umístění el. Kabelů (bez přehybů), použití plastového potrubí pro el kabely.		
Snížení rizika po opatření	Závažnost možné škody	S3 - smrt	Velikost rizika 11
	Četnost a doba trvání ohrožení	A1 - zřídka až častěji	
	Možnost vyvarování se nebezpečí	E1 - možné	
	Pst. Výskytu nebezp. události	W1 - malá	
KROK 2: Bezpečnostní ochranná opatření (dle ČSN EN ISO 12 100-1:2004)			
Popis opatření:	Použití proudového chrániče.		
Snížení rizika po opatření	Závažnost možné škody	S2-těžké zranění (trvalé následky)	Velikost rizika 5
	Četnost a doba trvání ohrožení	A1 - zřídka až častěji	
	Možnost vyvarování se nebezpečí	E1 - možné	
	Pst. Výskytu nebezp. události	W1 - malá	
KROK 3: Informace pro používání (dle ČSN EN ISO 12 100-1:2004)			
Popis opatření:	Upozornění - vysoké napětí 		
Zbytkové riziko:	Závažnost možné škody	S2-těžké zranění (trvalé následky)	Velikost rizika 5
	Četnost a doba trvání ohrožení	A1 - zřídka až častěji	
	Možnost vyvarování se nebezpečí	E1 - možné	
	Pst. Výskytu nebezp. události	W1 - malá	



DIPLOMOVÁ PRÁCE

FORMULÁŘ PRO ODHAD RIZIKA

Číslo nebezpečí:	Identif. číslo: 2.2.2	Zpracoval: Bc.Vojtěch Holub	
Označení nebezpečí:	Dotykem osob s částmy, které se staly živými následkem poruchy		
Životní etapa stroje:	Seřizování zařízení, provoz zařízení		
Ohrožené osoby:	Zkušební technik, obsluha stroje		
Nebezpečný prostor:	Bezprostřední okolí daných elektrických částí		
Popis nebezpečné Situace/události:	Dotykem osob s částmy, které se staly živými následkem špatně provedené elektroinstalace		
Počáteční riziko:	Závažnost možné škody	S3 - smrt	Velikost rizika
	Četnost a doba trvání ohrožení	A1 - zřídka až častěji	12
	Možnost vyvarování se nebezpečí	E2 - možné za určitých okolností	
	Pst. Výskytu nebezp. události	W1 - malá	

KROK 1: Opatření zabudovaná v konstrukci (dle ČSN EN ISO 12 100-1:2004)

Popis opatření:	Neexistuje žádná účinná bezpečnostní ochrana.		
Snížení rizika po opatření	Závažnost možné škody		Velikost rizika
	Četnost a doba trvání ohrožení		X
	Možnost vyvarování se nebezpečí		
	Pst. Výskytu nebezp. události		

KROK 2: Bezpečnostní ochranná opatření (dle ČSN EN ISO 12 100-1:2004)

Popis opatření:	Použití proudového chrániče.		
Snížení rizika po opatření	Závažnost možné škody	S2-těžké zranění (trvalé následky)	Velikost rizika
	Četnost a doba trvání ohrožení	A1 - zřídka až častěji	6
	Možnost vyvarování se nebezpečí	E2 - možné za určitých okolností	
	Pst. Výskytu nebezp. události	W1 - malá	

KROK 3: Informace pro používání (dle ČSN EN ISO 12 100-1:2004)

Popis opatření:	Upozornění - vysoké napětí 		
Zbytkové riziko:	Závažnost možné škody	S2-těžké zranění (trvalé následky)	Velikost rizika
	Četnost a doba trvání ohrožení	A1 - zřídka až častěji	6
	Možnost vyvarování se nebezpečí	E2 - možné za určitých okolností	
	Pst. Výskytu nebezp. události	W1 - malá	



DIPLOMOVÁ PRÁCE

FORMULÁŘ PRO ODHAD RIZIKA

Číslo nebezpečí:	Identif. číslo: 4.1.1	Zpracoval: Bc.Vojtěch Holub	
Označení nebezpečí:	Nebezpečí vytvářené hlukem		
Životní etapa stroje:	Seřizování zařízení, provoz zařízení		
Ohrožené osoby:	Zkušební technik, obsluha stroje		
Nebezpečný prostor:	Bezprostřední okolí stroje		
Popis nebezpečné Situace/události:	Nebezpečí hučení v uších při běhu zařízení.		
Počáteční riziko:	Závažnost možné škody	S2 těžké zranění	Velikost rizika 12
	Četnost a doba trvání ohrožení	A2 často až trvale	
	Možnost vyvarování se nebezpečí	E2 - možné za určitých okolností	
	Pst. Výskytu nebezp. události	W3 velká	
KROK 1: Opatření zabudovaná v konstrukci (dle ČSN EN ISO 12 100-1:2004)			
Popis opatření:	Neexistuje žádná účinná bezpečnostní ochrana.		
Snížení rizika po opatření	Závažnost možné škody		Velikost rizika X
	Četnost a doba trvání ohrožení		
	Možnost vyvarování se nebezpečí		
	Pst. Výskytu nebezp. události		
KROK 2: Bezpečnostní ochranná opatření (dle ČSN EN ISO 12 100-1:2004)			
Popis opatření:	Použití ochranných sluchátek.		
Snížení rizika po opatření	Závažnost možné škody	S1-lehké zranění	Velikost rizika 2
	Četnost a doba trvání ohrožení	A1 - zřídka až častěji	
	Možnost vyvarování se nebezpečí	E2 - možné	
	Pst. Výskytu nebezp. události	W3 velká	
KROK 3: Informace pro používání (dle ČSN EN ISO 12 100-1:2004)			
Popis opatření:	Bezpečnostní sdělení pro obsluhu na pracovišti: „Vždy použijte ochranná sluchátka.“		
Zbytkové riziko:	Závažnost možné škody	S1-lehké zranění	Velikost rizika 0
	Četnost a doba trvání ohrožení	A1 - zřídka až častěji	
	Možnost vyvarování se nebezpečí	E2 - možné za určitých okolností	
	Pst. Výskytu nebezp. události	W1 - malá	



DIPLOMOVÁ PRÁCE

FORMULÁŘ PRO ODHAD RIZIKA

Číslo nebezpečí:	Identif. číslo: 4.1.1	Zpracoval: Bc.Vojtěch Holub	
Označení nebezpečí:	Nebezpečí vytvářené vibracemi		
Životní etapa stroje:	Seřizování zařízení, provoz zařízení		
Ohrožené osoby:	Zkušební technik, obsluha stroje		
Nebezpečný prostor:	Bezprostřední okolí stroje		
Popis nebezpečné Situace/události:	Zranění důsledkem poškození potrubí vedoucího od čerpadla, poškození upevnění motoru		
Počáteční riziko:	Závažnost možné škody	S2-těžké zranění	Velikost rizika 12
	Četnost a doba trvání ohrožení	A2 - často až trvale	
	Možnost vyvarování se nebezpečí	E2 - možné za určitých okolností	
	Pst. Výskytu nebezp. události	W3 -velká	
KROK 1: Opatření zabudovaná v konstrukci (dle ČSN EN ISO 12 100-1:2004)			
Popis opatření:	Použití hadic vedoucích z motoru jako pružný kompenzační člen, použití tlumících lišt pod motorem.		
Snížení rizika po opatření	Závažnost možné škody	S0 - žádné zranění	Velikost rizika 0
	Četnost a doba trvání ohrožení	A2 - často až trvale	
	Možnost vyvarování se nebezpečí	E2 - možné za určitých okolností	
	Pst. Výskytu nebezp. události	W3 velká	
KROK 2: Bezpečnostní ochranná opatření (dle ČSN EN ISO 12 100-1:2004)			
Popis opatření:	Neexistuje žádná účinná bezpečnostní ochrana.		
Snížení rizika po opatření	Závažnost možné škody		Velikost rizika 0
	Četnost a doba trvání ohrožení		
	Možnost vyvarování se nebezpečí		
	Pst. Výskytu nebezp. události		
KROK 3: Informace pro používání (dle ČSN EN ISO 12 100-1:2004)			
Popis opatření:	Neexistuje žádná účinná bezpečnostní ochrana.		
Zbytkové riziko:	Závažnost možné škody		Velikost rizika 0
	Četnost a doba trvání ohrožení		
	Možnost vyvarování se nebezpečí		
	Pst. Výskytu nebezp. události		



DIPLOMOVÁ PRÁCE

FORMULÁŘ PRO ODHAD RIZIKA

Číslo nebezpečí:	Identif. číslo: 4.1.2	Zpracoval: Bc.Vojtěch Holub
Označení nebezpečí:	Nebezpečí vytvářena vibracemi	
Životní etapa stroje:	Seřizování zařízení, provoz zařízení	
Ohrožené osoby:	Zkušební technik, obsluha stroje	
Nebezpečný prostor:	Bezprostřední okolí stroje	
Popis nebezpečné Situace/události:	Zranění důsledkem poškození potrubí vedoucího od čerpadla, poškození upevnění motoru	
Počáteční riziko:	Závažnost možné škody	S2-těžké zranění
	Četnost a doba trvání ohrožení	A2 - často až trvale
	Možnost vyvarování se nebezpečí	E2 - možné za určitých okolností
	Pst. Výskytu nebezp. události	W3 -velká
12		
KROK 1: Opatření zabudovaná v konstrukci (dle ČSN EN ISO 12 100-1:2004)		
Popis opatření:	Použití hadic vedoucích z motoru jako pružný kompenzační člen, použití tlumících lišt pod motorem.	
Snížení rizika po opatření	Závažnost možné škody	S0 - žádné zranění
	Četnost a doba trvání ohrožení	A2 - často až trvale
	Možnost vyvarování se nebezpečí	E2 - možné za určitých okolností
	Pst. Výskytu nebezp. události	W3 velká
0		
KROK 2: Bezpečnostní ochranná opatření (dle ČSN EN ISO 12 100-1:2004)		
Popis opatření:	Neexistuje žádná účinná bezpečnostní ochrana.	
Snížení rizika po opatření	Závažnost možné škody	
	Četnost a doba trvání ohrožení	
	Možnost vyvarování se nebezpečí	
	Pst. Výskytu nebezp. události	
X		
KROK 3: Informace pro používání (dle ČSN EN ISO 12 100-1:2004)		
Popis opatření:	Neexistuje žádná účinná bezpečnostní ochrana.	
Zbytkové riziko:	Závažnost možné škody	
	Četnost a doba trvání ohrožení	
	Možnost vyvarování se nebezpečí	
	Pst. Výskytu nebezp. události	
X		



DIPLOMOVÁ PRÁCE

FORMULÁŘ PRO ODHAD RIZIKA

Číslo nebezpečí:	Identif. číslo: 6.1.1	Zpracoval: Bc.Vojtěch Holub	
Označení nebezpečí:	Nebezpečí vytvářené materiály a látkami		
Životní etapa stroje:	Nebezpečí poškození kůže při lakování		
Ohrožené osoby:	lakýrník		
Nebezpečný prostor:	Bezprostřední okolí stroje		
Popis nebezpečné Situace/události:	Nebezpečí poškození kůže při lakování.		
Počáteční riziko:	Závažnost možné škody	S1-lehké zranění	Velikost rizika 5
	Četnost a doba trvání ohrožení	A2 - často až trvale	
	Možnost vyvarování se nebezpečí	E2 - možné za určitých okolností	
	Pst. Výskytu nebezp. události	W3 -velká	
KROK 1: Opatření zabudovaná v konstrukci (dle ČSN EN ISO 12 100-1:2004)			
Popis opatření:	Neexistuje žádná účinná bezpečnostní ochrana		
Snížení rizika po opatření	Závažnost možné škody		Velikost rizika X
	Četnost a doba trvání ohrožení		
	Možnost vyvarování se nebezpečí		
	Pst. Výskytu nebezp. události		
KROK 2: Bezpečnostní ochranná opatření (dle ČSN EN ISO 12 100-1:2004)			
Popis opatření:	Použití ochranných rukavic.		
Snížení rizika po opatření	Závažnost možné škody	S1-lehké zranění	Velikost rizika 1
	Četnost a doba trvání ohrožení	A1 – zřídka až častěji	
	Možnost vyvarování se nebezpečí	E2 - možné	
	Pst. Výskytu nebezp. události	W2 -střední	
KROK 3: Informace pro používání (dle ČSN EN ISO 12 100-1:2004)			
Popis opatření:	Bezpečnostní sdělení pro obsluhu v návodu: „Vždy použijte rukavice.”		
Zbytkové riziko:	Závažnost možné škody	S1-lehké zranění	Velikost rizika 0
	Četnost a doba trvání ohrožení	A1 – zřídka až častěji	
	Možnost vyvarování se nebezpečí	E2 - možné	
	Pst. Výskytu nebezp. události	W1 -malá	



DIPLOMOVÁ PRÁCE

FORMULÁŘ PRO ODHAD RIZIKA

Číslo nebezpečí:	Identif. číslo: 6.1.2	Zpracoval: Bc.Vojtěch Holub	
Označení nebezpečí:	Nebezpečí vytvářené materiály a látkami		
Životní etapa stroje:	Montáž (lakování)		
Ohrožené osoby:	lakýrník		
Nebezpečný prostor:	Bezprostřední okolí stroje		
Popis nebezpečné Situace/události:	Nebezpečí vdechnutí nebezpečných látek při lakování		
Počáteční riziko:	Závažnost možné škody	S2-težké zranění	Velikost rizika 11
	Četnost a doba trvání ohrožení	A2 - často až trvale	
	Možnost vyvarování se nebezpečí	E2 - možné za určitých okolností	
	Pst. Výskytu nebezp. události	W3 -velká	
KROK 1: Opatření zabudovaná v konstrukci (dle ČSN EN ISO 12 100-1:2004)			
Popis opatření:	Neexistuje žádná účinná bezpečnostní ochrana		
Snížení rizika po opatření	Závažnost možné škody		Velikost rizika X
	Četnost a doba trvání ohrožení		
	Možnost vyvarování se nebezpečí		
	Pst. Výskytu nebezp. události		
KROK 2: Bezpečnostní ochranná opatření (dle ČSN EN ISO 12 100-1:2004)			
Popis opatření:	Použití ochranné masky.		
Snížení rizika po opatření	Závažnost možné škody	S1-lehké zranění	Velikost rizika 1
	Četnost a doba trvání ohrožení	A1 – zřídka až častěji	
	Možnost vyvarování se nebezpečí	E2 - možné	
	Pst. Výskytu nebezp. události	W2 -střední	
KROK 3: Informace pro používání (dle ČSN EN ISO 12 100-1:2004)			
Popis opatření:	Bezpečnostní sdělení pro obsluhu na pracovišti: „Vždy použijte masku.”		
Zbytkové riziko:	Závažnost možné škody	S1-lehké zranění	Velikost rizika 0
	Četnost a doba trvání ohrožení	A1 – zřídka až častěji	
	Možnost vyvarování se nebezpečí	E2 - možné	
	Pst. Výskytu nebezp. události	W1 -malá	



DIPLOMOVÁ PRÁCE

FORMULÁŘ PRO ODHAD RIZIKA

Číslo nebezpečí:	Identif. číslo: 7.1.1	Zpracoval: Bc.Vojtěch Holub	
Označení nebezpečí:	Nebezpečí uklouznutí, zakopnutí a pádu		
Životní etapa stroje:	Montáž/seřizování stroje		
Ohrožené osoby:	obsluha		
Nebezpečný prostor:	Bezprostřední okolí stroje		
Popis nebezpečné Situace/události:	Nebezpečí poranění při ztátě rovnováhy.		
Počáteční riziko:	Závažnost možné škody	S2-težké zranění	Velikost rizika 11
	Četnost a doba trvání ohrožení	A2 - často až trvale	
	Možnost vyvarování se nebezpečí	E2 - možné za určitých okolností	
	Pst. Výskytu nebezp. události	W3 -velká	
KROK 1: Opatření zabudovaná v konstrukci (dle ČSN EN ISO 12 100-1:2004)			
Popis opatření:	Vhodná ergonomie stroje pro montáž		
Snížení rizika po opatření	Závažnost možné škody	S2-těžké zranění	Velikost rizika 10
	Četnost a doba trvání ohrožení	A2 - často až trvale	
	Možnost vyvarování se nebezpečí	E2 - možné za určitých okolností	
	Pst. Výskytu nebezp. události	W2 -střední	
KROK 2: Bezpečnostní ochranná opatření (dle ČSN EN ISO 12 100-1:2004)			
Popis opatření:	Použití ochané helmy, použití výstrážné cedule pyhybujte se pomaly		
Snížení rizika po opatření	Závažnost možné škody	S1-lehké zranění	Velikost rizika 1
	Četnost a doba trvání ohrožení	A1 – zřídka až častěji	
	Možnost vyvarování se nebezpečí	E2 – možné	
	Pst. Výskytu nebezp. události	W2 -střední	
KROK 3: Informace pro používání (dle ČSN EN ISO 12 100-1:2004)			
Popis opatření:	Bezpečnostní sdělení pro obsluhu na pracovišti: „Vždy použijte helmu.” „Pohybujte se se zvýšenou opatrností.”		 
Zbytkové riziko:	Závažnost možné škody	S1-lehké zranění	Velikost rizika 0
	Četnost a doba trvání ohrožení	A1 – zřídka až častěji	
	Možnost vyvarování se nebezpečí	E1 - možné	
	Pst. Výskytu nebezp. události	W1 -malá	



5. EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ NÁVRHU

Ekonomické vyhodnocení je provedeno pomocí tabulky, umožňující volbu prvků a vygenerování konkrétní ceny (obr. 5.1). Jak již bylo zmíněno, hlavním přínosem je ušetření ceny práce na konstrukci. Při hodinové sazbě **40 € / hod.** (platí pro Bosch Rexroth Brno) a průměrné časové náročnosti 30 hodin na jeden agregát HA630 budou náklady na výrobek sníženy o:

Kde: C=cena, h=hodinová náročnost, s=sazba na hodinu za konstrukci, při kurzu 27,34 Kč za 1 €.

$$C = h \cdot s$$

$$C = 30 \cdot 40$$

$$C = 1200 \text{ €} = \mathbf{32\,808 \text{ Kč}}$$

Hodinová náročnost na konstrukci vychází z interního plánovacího nástroje Bosch Rexroth. Plánování hodin probíhá na základě naměřených hodnot z již uskutečněných zakázek, (**cca. 8000 zakázek v databázi**) v tomto jsou zahrnuty i časy na montáž jednotlivých komponent.

Další snížení ceny na výrobu je docíleno pomocí standardně vyráběných dílů od českého dodavatele. Například v případě konzoly akumulátoru dojde k nahrazení standardní konzoly za vyráběnou. Původní cena je 3600 Kč. Po úpravě se bude konzola skládat z objímky, kroužku a dvou tyčí obdélníkového průřezu. V tomto případě dojde ke snížení ceny o **2200 Kč**. Cena objímky akumulátoru = 800 Kč, cena kroužku pod akumulátor = 200 Kč, profilové tyče 200 Kč.

Rexroth HPU630		
<i>Pohoná jednotka</i>	280S	371 036,71
<i>Chlazení</i>	Objehovka	132910,79
<i>Topení</i>	ANO	12510,11
<i>Plovák</i>	ANO	4076,78
<i>Zpětný filtr</i>	ANO	14668,17
<i>Vzduch filtr</i>	ANO	791,84
<i>Termostat</i>	ANO	3411,97
<i>EL skřín</i>	NE	0
<i>Namometr</i>	ANO	225,27
<i>Akumulátor</i>	ANO	59072,83
<i>Blok</i>	6HSR16	28358,51
<i>Práce konstrukce (h)</i>	0	0
<i>Práce výroba (h)</i>	30	30000
<i>Nádrž</i>	VŽDY	58 494
Cena (Kč)	715 556,98	

Obr. 5.1 Tabulka kalkulace ceny [1]



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Při slevě ceny nádrže o 5% bude ušetřeno **2924,55 Kč**. Dalším faktorem by mohl být fakt, že agregáty budou stejné či obdobné. Díky tomuto pravděpodobně po čase dojde ke snížení výrobního času (pracovník bude dopředu vědět co dělat). S tímto se však nepočítá z důvodu, že záleží na lidském faktoru a čase. Konkrétní snížení ceny pro variantu na (obr. 6.1) bude tedy:

Původní cena s prací za konstrukci: $C_0 = 748364,98 \text{ Kč}$

$$C_x = C_0 - C - C_1 - C_2$$

$$C_x = 748\,364,98 - 32\,808 - 2200 - 2924,55$$

$$C_x = 710\,432,43 \text{ Kč}$$

Kde: C_0 = Původní cena s prací za konstrukci,

C = cena práce za konstrukci,

C_1 = úspora na konzole akumulátoru,

C_2 = úspora na ceně nádrže.

Toto je úspora o **5.068%** na kus. V ideálním případě by bylo vyrobeno 35 kusů, dle statistiky (obr. 3.2). Pak bude tedy úspora za jeden rok:

$$U = 0,05068 \cdot 35 \cdot C_0$$

$$U = 1\,327\,449 \text{ Kč}$$

Cena agregátu nemusí odpovídat avšak hodnota úspory je reálná. To z důvodu, že cenu jednotlivých prvků nelze ovlivnit a snížení výrobních nákladů vychází hlavně již ze zmíněného ušetření za práci, které odpovídá. [2]



ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout konstrukční řešení modulární koncepce hydraulických agregátů ve třech typorozměrových řadách. První kapitola se zabývá průzkumem trhu. Z výsledku průzkumu je patrné, že toto řešení se uplatňuje i u dalších výrobců těchto zařízení. Součástí konstrukčního návrhu je tvorba nové nádrže, tak aby byl zredukován odpad materiálu při její výrobě na minimum. V případě nádrže o objemu 630 litrů se podařilo prokazatelně snížit odpad téměř na nulu (původně zhruba 40%). Vzhledem k tomu že jsou k dispozici pouze 2 polotovary, tak bylo nutné se vejít do rozměrů těchto plechů. V případě nádrží 250 a 100 litrů se také podařilo snížit odpad na minimum, avšak v tomto případě je situace poněkud odlišná. Jak již bylo řečeno, jsou k dispozici pouze 2 plechy, která jsou příliš rozměrově velké a z tohoto důvodu je jedinou možnou variantou umístit na jeden plech více nádrží (3 x v případě 100 litrové a 2 x v případě 250 litrové). Toto ovšem znamená, nutnost skladování dílů, které nemusí být nutně ihned použity, což není v praxi ideální stav. Samotný konstrukční návrh je zcela vyhovující vzhledem k zadání. Je však ještě nutné dodat, že v konstrukčním návrhu, průběžně dochází ke změnám dle požadavků výrobce. Například nádrž o objemu 100 litrů byla vyřazena a místo toho bude realizována varianta s nádrží o objemu 400 litrů. V případě hydraulického agregátu typ HA 630 se již jedná v podstatě o hotovou variantu, tak jak je vyčerpávajícím způsobem zpracována v této práci.

Klíčové prvky jsou řešeny pomocí analýzy MKP pomocí programu ANSYS Workbench. Výsledné deformace analyzované součásti „nádrž s víkem“ jsou na první pohled poněkud velké (tj. 1,7 mm průhyb víka nádrže), ale vzhledem k aplikaci a požadavkům na výrobek je toto naprosto dostatečné. Samotné zpracování modelu používá objemových prvků, avšak vzhledem k charakteru výrobku by bylo vhodnější použít prvků plošných.

Analýza rizik strojního zařízení se zabývá určenými nebezpečími pro variantu agregátu z nádrží o objemu 630 litrů. K analýze je použita metoda FMEA. Jedná se o zjednodušenou variantu, úplné řešení bezpečnosti není možné uskutečnit vzhledem k rozsahu této diplomové práce. Reálné analýza nebezpečí bude pak provedeno pomocí interního Checklistu Bosch Rexroth. Z ekonomického hlediska lze usoudit, že toto zpracování je finančně výhodné oproti stavu, kdy je každý kus vyráběn na zakázku. Na tomto faktu se podílí převážně úspora na materiálu a menší časové nároky na konstrukci, projekci atd. Toto sebou nese zrychlení celkového průběhu tvorby zařízení, což má za následek kratší dodací lhůty pro cílového zákazníka. Reálně však toto záleží převážně na schopnosti integrace toho návrhu do výrobního procesu, schopnosti nabídnout daný produkt zákazníkovi a možnosti určit kolik zařízení toho typu by bylo možné za rok prodat. Bude-li znám počet v budoucnu prodaných kusů je možné, že se u dodavatele nádrže a ostatních vyráběných kusů je podaří zavázat k odběru většího počtu kusů za rok, což by mělo opět příznivý dopad snížení ceny. Avšak toto je spíše dlouhodobější záležitostí. Ze závěru této diplomové práce je patrné, že daný koncept konstrukce nádrže a celého hydraulického agregátu má jistý potenciál, zejména pro snížení ceny a dodacích lhůt pro daný produkt. Konkrétní výsledky úspor bude možné hodnotit až s určitým časovým odstupem.



Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky

DIPLOMOVÁ PRÁCE



SEZNAM POUZITÉ LITERATURY

[1] *Fluidní Technika Průmyslová hydraulika – základy, Bosch Rexroth, RCZ000-02/12.06*

[2] *firemní materiály Bosch Rexroth (Interní AB normy, Datové listy komponent, ...)*

[3] JANÍČEK, Přemysl, Emanuel ONDRÁČEK a Jan VRBKA. 1992. *Mechanika těles: pružnost pevnost I. 1*. Brno: Nakladatelství VUT Brno. Dostupné také z: http://www.umt-old.fme.vutbr.cz/_studium/_skripta/Pruznost_pevnost_1__Janicek_Ondracek_Vrbka.pdf

[4] MAREK, J.; BLECHA, P.; MAREČEK, J.; KRČÁLOVÁ, E. *Management rizik v konstrukci výrobních strojů. odborná monografie vydaná formou speciálního vydání časopisu MM Průmyslové spektrum ISSN 1212- 2572. odborná monografie vydaná formou speciálního vydání časopisu MM Průmyslové spektrum ISSN 1212- 2572. Praha: MM publishing, 2009. 90 s*

[5] BUCHER HYDRAULICS. About us [online]. [cit. 2014-11-14]. Dostupné z: <http://www.bucherhydraulics.com/30987/Topline-navigation/About-us/index.aspx>

[6] BUCHER HYDRAULICS. Power Units [online]. [cit. 2014-11-14]. Dostupné z: <http://www.bucherhydraulics.com/31235/Mobile-and-Industrial-hydraulics/Products/Power-units/Electro-Pumps-ET/index.aspx>

[7] PARKER. About Parker [online]. [cit. 2014-11-14]. Dostupné z: <http://www.parker.com/portal/site/PARKER/menuitem.f830ba32f37af5fe2c5c8810427ad1ca/?vgnnextoid=7de94bad565e4310VgnVCM10000014a71dacRCRD&vgnnextfmt=default>

[8] PARKER. Hydraulics power units [online]. [cit. 2014-11-14]. Dostupné z: <http://www.parker.com/portal/site/PARKER/menuitem.7100150cebe5bbc2d6806710237ad1ca/?vgnnextoid=f5c9b5bbec622110VgnVCM10000032a71dacRCRD&vgnnextfmt=default&vgnnextcatid=903184&vgnnextcat=HYDRAULIC%20POWER%20UNITS&Wtky=POWER+UNITS>

[9] HAWE HYDRAULICS. [online]. [cit. 2014-11-14]. Dostupné z: <http://haweusa.com/powerunits/>

[10] HAWE HYDRAULICS. About Hawe [online]. [cit. 2014-11-14]. Dostupné z: <http://haweusa.com/about.html>

[11] HYDAC. Compact Units [online]. [cit. 2014-11-14]. Dostupné z: <http://www.hydac.com/de-en/products/small-power-units/power-units.html>

[12] HYDAC. Company [online]. [cit. 2014-11-14]. Dostupné z: <http://www.hydac.com/de-en/company.html>

[13] CONTINENTAL HYDRAULICS. About us [online]. [cit. 2014-11-14]. Dostupné z: <http://www.continentalhydraulics.com/about-us/>



DIPLOMOVÁ PRÁCE

- [14] CONTINENTAL HYDRAULICS. *Power units* [online]. [cit. 2014-11-14]. Dostupné z: <http://www.continentalhydraulics.com/products-222/power-units/>
- [15] YAHOO. *1907 Hydraulic Shaping Press Machine* [online]. [cit. 2014-11-14]. Dostupné z: <https://www.flickr.com/photos/herroyalmajesty/4435318905/>
- [16] HYDRAPRODUCTS. *Brief History of Hydraulic Power* [online]. 2013 [cit. 2014-11-14]. Dostupné z: <http://www.hydraproducts.co.uk/blog/postid/26/brief-history-of-hydraulic-power.aspx>
- [17] KASTHURI MARKETING & MANUFACTURING CONSULTANCY. *KMMC-20-100 Auto Feed Drilling Machine - Hydraulic* [online]. [cit. 2014-11-14]. Dostupné z: <http://www.kasthurimmc.com/drilling-machine-h100.html>
- [18] WIKIPEDIA. *Ausonius: Saw mill* [online]. 2014, 10.10.2014 [cit. 2014-11-14]. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/Ausonius>
- [19] Ondráček, E., Vrbka, J., Janíček, P., Burša, J.: *Mechanika těles - pružnost a pevnost II*, VUT Brno, 2006
- [20] ČSN EN ISO 12100:2011. *Bezpečnost strojních zařízení: Všeobecné zásady pro konstrukci - Posouzení rizika a snižování rizika*. 2011. 1.
- [21] ČSN EN ISO 12100-2. *Bezpečnost strojních zařízení: Základní pojmy, všeobecné zásady pro konstrukci - Část 2: Technické zásady*. 2006. I.



PŘÍLOHY

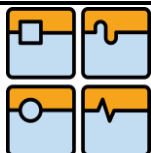
HA100 TABULKY

	MOTOR		
	1	2	3
Označení	MOT-EC-ET2-B5-132M-4-5CB-7,5-A3T-HOY	MOT-EC-ET2-B35-160M-4-5CB-11-C3T-HOY	MOT-EC-ET2-B35-160L-4-5CB-15-C3T-HO
Norma	ZN 10601-1	ZN 10601-1	ZN 10601-1
Ident	R901297021	R901297028	R901297022
Výkon	7,5	11	15
Max. otáčky	1500 min ⁻¹	1500 min ⁻¹	1500 min ⁻¹

Tab. 3.15 Parametry použitých motorů[1]

	ČERPADLO		
	1	2	3
Označení	APGF2-2X/016RE01VE4	A A10VSO 18 DFR1/31R-PPA12N00	PGH4-3X/020RE11VU2
Norma	RD92711	RD92711	RE 10227/12.10
Ident	R900932267	R910945178	R901147100
tlak [bar]	210	280	315
průtok [l/min]	45.2	59	65
nominální otáčky [rpm]	3600 max ot	3300	300 mat ot
geometrický objem [cm³]	16	18	20

Tab 3.16 Parametry použitých čerpadel[1]



DIPLOMOVÁ PRÁCE

	CHLAZENÍ
a)	KOLP8N-2X/R-30F160-10-E/M R901304607
b)	KOL5N-2X/R/M R901304127
c)	ABUKG-04K-4X/0K06/ 17G/ 1,1CA45/ 40 HOY R901337662
d)	AB32-12/00-K-008-22 R900028817

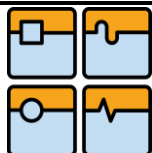
Tab 3.17 Chladicí jednotky[1]

	VZDUCHOVÝ FILTR
	1
Označení	FEF 1 P10-F00
Ident	R928018811
Norma	RD51413

Tab 3.18 Vzduchový filtr[1]

PŘÍSLUŠENSTVÍ			
	Komponenta	Ident	Norma
1	Spojka	R900541507	AB33-22
	Držák čerpadla	R900242937	
	Tlumiče motoru	R900028247	
	Plovák	R901212588	ABZMS-41-1
	Termostat	R900020588	AB31-32
	Vzduchový filtr	R900067516	AB31-22
2	Spojka	R900321082	AB33-22
	Držák čerpadla	R900241523	
	Tlumiče motoru	R900028248	
	Plovák	R901212588	ABZMS-41-1
	termostat	R900020588	AB31-32
	Vzduchový filtr	R900067516	AB31-22
3	Spojka	R900321084	AB33-22
	Držák čerpadla	R901068131	
	Tlumiče motoru	R900028249	
	Plovák	R901212588	ABZMS-41-1
	Termostat	R900020588	AB31-32
	Vzduchový filtr	R900067516	AB31-22

Tab 3.19 Příslušenství[1]



DIPLOMOVÁ PRÁCE

	ZPĚTNÝ FILTR
označení	10TEN0100-H10XLA00-P2,2-M-R4
ident	R928041275
norma	AB 23 -35

Tab 3.20 Zpětný filtr[1]

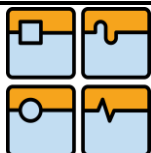
HA 250 TABULKY

	MOTOR		
	1	2	3
Označení	MOT-EC-ET2-B35-160L-4-5CB-15-C3T-HOY	MOT-EC-ET2-B35-180M-4-5CB-18,5-C3T-HOY	MOT-EC-ET2-B35-180L-4-5CB-22-C3T-HOY
Norma	ZN 10601-1	ZN 10601-1	ZN 10601-1
Ident	R901297022	R901297023	R901297024
Výkon	15	18.5	22
Max. otáčky	1500 min ⁻¹	1500 min ⁻¹	1500 min ⁻¹

Tab. 3.8 Parametry použitých motorů[1]

	ČERPADLO		
	1	2	3
Označení	PGF3-3X/032RE07VE4	PGH4-3X/050RE11VU2	A10VSO 45 DFR1/31R-PPA12N00
Norma	RD92711	RD92711	RE 10227/12.10
Ident	R900932112	R901147104	R902404192
tlak [bar]	210	250	280
průtok [l/min]	55.7	72.8	117.0
nominální otáčky [rpm]	2500	3000	2600
geometrický objem [cm³]	32.5	50.7	45.0

Tab. 3.9 Parametry použitých čerpadel [1]



DIPLOMOVÁ PRÁCE

	TOPENÍ
	1
Označení	HEIZKOERPER AB32-10/4 E 230
Norma	AB32-10
Ident	R900024795
Napájení [V]	230
Výkon [W]	730

Tab 3.10 Parametry topného tělesa1]

	CHLAZENÍ
a)	KOLP10N-2X/R-45F160-10-E/M R901304218
b)	KOL8N-2X/R/M R901304147
c)	ABUKG-07K-4X/0K10/ 23G/ 1,1CA45/ 63 HOY R901337663
d)	AB32-12/00-K-018-22 R900028822

Tab 3.11 Chladicí jednotky[1]

PŘÍSLUŠENSTVÍ			
Komponenta		Ident	Norma
1	Spojka	R900321084	AB33-22
	Držák čerpadla	R901016726	
	Tlumiče motoru	R900028249	
	Plovák	R901212588	ABZMS-41-1
	Termostat	R900020588	AB31-32
	Vzduchový filtr	R900067516	AB31-22
2	Spojka	R900321084	AB33-22
	Držák čerpadla	R901016726	
	Tlumiče motoru	R900032030	
	Plovák	R901212588	ABZMS-41-1
	termostat	R900020588	AB31-32
	Vzduchový filtr	R900067516	AB31-22
3	Spojka	R900321088	AB33-22
	Držák čerpadla	R901049067	
	Tlumiče motoru	R900028250	
	Plovák	R901212588	ABZMS-41-1
	Termostat	R900020588	AB31-32
	Vzduchový filtr	R900067516	AB31-22

Tab 3.12 Příslušenství[1]



	VZDUCHOVÝ FILTR
<i>označení</i>	FEF 1 P10-F00
<i>ident</i>	R928018811
<i>norma</i>	AB31-22

Tab 3.13 Vzduchový filtr[1]

	ZPĚTNÝ FILTR
<i>označení</i>	10TEN0160-H10XLA00-P2,2-M-R5
<i>ident</i>	R928041281
<i>norma</i>	AB 23 -35

Tab 3.14 Zpětný filtr[1]