

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2302T013 Stavba výrobních strojů a zařízení

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Návrh zkušebního zařízení pro regulátor vrtule

Autor: **Bc. Martin STANĚK**

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

Akademický rok 2015/2016

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Bc. Martin STANĚK
Osobní číslo: S14N0056P
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: Stavba výrobních strojů a zařízení
Název tématu: Návrh zkušebního zařízení pro regulátor vrtule
Zadávající katedra: Katedra konstruování strojů

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

Základní požadavky:
Provedte rešerši v dané oblasti. Navrhněte mechanickou a hydraulickou část zkušebního zařízení. Návrhy zkontrolujte výpočty.

Základní technické údaje:
Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

Osnova diplomové práce:

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

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**

Rozsah kvalifikační práce: **50-70 stran A4**

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

Seznam odborné literatury:

HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J. Příručka strojího inženýra 1. Brno: Computer Press, 1999

HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J. Příručka strojího inženýra 2. Praha: Computer Press, 2000

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

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

Katedra konstruování strojů

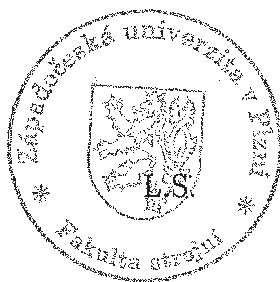
Konzultant diplomové práce: **Ing. Karel Kaštánek**

Jihostroj, a.s.

Datum zadání diplomové práce: **21. září 2015**

Termín odevzdání diplomové práce: **20. května 2016**

M. Edl
Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan



V. Lašová
Doc. Ing. Václava Lašová, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 21. září 2015

Prohlášení o autorství

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

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

V Plzni dne:

.....
podpis

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Staněk	Jméno Martin		
STUDIJNÍ OBOR	2302T019/0 - 1 „Stavba výrobních strojů a zařízení“			
VEDOUcí PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Hudec ,CSc.	Jméno Zdeněk		
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST - KKS			
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte	
NÁZEV PRÁCE	Návrh zkušebního zařízení pro regulátor vrtule			

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KKS	ROK ODEVZD.	2016
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	75	TEXTOVÁ ČÁST	65	GRAFICKÁ ČÁST	25
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)	Diplomová práce obsahuje návrh zkušebního zařízení pro regulátor vrtule. Při návrhu komponent je využito MKP výpočtů a jednoduchých ručních výpočtů. Při návrhu byl brán ohled na ergonomii stroje.
KLÍČOVÁ SLOVA	regulátor vrtule, zkušební zařízení, hydraulika, MKP

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Staněk	Name Martin	
FIELD OF STUDY	2302T019/0 - 1 „Design of Manufacturing Machines and Equipment“		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Hudec ,CSc.	Name Zdeněk	
INSTITUTION	ZČU - FST - KKS		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Draft test equipment for the propeller governor		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Machine Design	SUBMITTED IN	2016
----------------	------------------------	-------------------	----------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	75	TEXT PART	65	GRAPHICAL PART	25
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION	The thesis contains a draft test equipment for the propeller governor. When designing components are used FEM calculations and simple hand calculations. When the proposal has been given to the ergonomics of the machine.
KEY WORDS	propeller governor, test equipment, hydraulics, MKP

1 OBSAH

2	Použité zkratky.....	5
3	úvod.....	5
4	Jihostroj a.s.....	6
4.1	Historie.....	6
4.2	Výrobky.....	7
5	Regulátor otáček vrtule.....	9
5.1	Popis regulátoru.....	9
5.2	popis funkce.....	10
5.2.1	Regulátor v rovnovážném stavu.....	10
5.2.2	Regulátor v přetočení.....	11
5.2.3	Regulátor v nedotočení.....	12
5.3	Typy regulátorů.....	12
5.4	Metodika zkoušení.....	13
5.4.1	Seřízení redukčního ventilu.....	13
5.4.2	Seřízení maximálních otáček.....	13
5.4.3	Kontrola hystereze.....	13
5.4.4	Seřízení a kontrola rozsahu páky.....	13
5.4.5	Kontrola minimálních otáček.....	13
5.4.6	Kontrola rozsahu ovládací páky.....	13
5.4.7	Kontrola průtoku na výstupu z regulátoru.....	14
5.4.8	Kontrola vnitřních úniků.....	14
5.4.9	Seřízení polohy ovládací páky.....	14
5.4.10	Kontrola vnější těsnosti.....	14
6	Zkušební zařízení regulátoru vrtule.....	14
6.1.1	Popis stávajícího zkušebního zařízení.....	14
6.1.2	Nevýhody.....	17
6.1.3	Měření intenzity hluku.....	18
6.2	Konkurenční zkušební zařízení.....	21
7	Upřesnění zadání.....	23
8	Konstrukční návrh.....	24
8.1	Návrh pohonu regulátoru vrtule.....	24
8.1.1	Výpočet a návrh elektromotoru.....	24
8.1.2	Kontrola hřídele.....	26

8.1.3	Návrh příruby	27
8.1.4	Sestava hlavního pohonu	30
8.2	Návrh rámu	31
8.2.1	Výpočet vlastní frekvence rámu	32
8.2.2	Návrh vany	34
8.3	Návrh hydraulického obvodu	35
8.3.1	Návrh hydraulického schématu	35
8.3.2	Návrh vedení	39
8.3.3	Výpočet tepelných ztrát ve vedení	42
8.3.4	Izolace potrubí	43
8.3.5	Návrh chladiče	44
8.3.6	Návrh filtru	45
8.3.7	Návrh průtokoměru	46
8.3.8	Návrh škrtkového ventilu	46
8.3.9	Návrh přepouštěcího ventilu	47
8.3.10	Návrh dopravního čerpadla	47
8.4	Návrh nádrže	50
8.4.1	Požadavky na konstrukci nádrže	50
8.4.2	Výpočet parametrů nádrže	50
8.4.3	Volba komponent nádrže	52
8.4.4	Výpočet tepelných ztrát z nádrže	55
8.4.5	Vlastní řešení nádrže	58
9	Vlastní řešení zkušebního zařízení	59
9.1	Elektrický ovládací panel	62
9.2	Ergonomie	64
10	Zapojení elektrických prvků	65
11	Náklady na materiál	67
12	Závěr	70
13	Bibliografie	71
14	Seznam obrázků	73

2 POUŽITÉ ZKRATKY

JVS – Jihostroj a.s. Velešín

ROV- Regulátor otáček vrtule

OOV – Omezovač otáček vrtule

DČ – Dopravní čerpadlo

ZZ - zkušební zařízení

MKP – Metoda konečných prvků

AND20010 – Air force-navy aeronautical design standart

Zbývající použité zkratky a veličiny jsou vysvětleny v textu v místě užití

3 ÚVOD

Cílem této práce je navrhnout zkušební zařízení pro regulátor vrtule typu P-ABC-XY. Práce bude probíhat podle zadání od firmy Jihostroj a.s. Velešín. Při návrhu bude využito znalostí nedostatků a funkce stávajícího zkušebního zařízení, a cílem práce bude odstranění stávajících nedostatků.

Při návrhu bude využita metoda konečných prvků pro zjištění vlastní frekvence rámu. Zbývající komponenty budou kontrolovány pouze jednoduchými výpočty. Po navržení komponent bude vytvořen 3D model, ze kterého bude vytvořena výkresová dokumentace.

4 JIHOSTROJ A.S.

Průmyslová firma s více než devadesátiletou tradicí přesné strojírenské výroby. Firma působí dlouhodobě na průmyslovém trhu výrobců letadel, automobilů, zemědělských strojů a další mobilní techniky. Podnik má strategii rozvoje se zaměřením na další vývoj, výrobu, prodej a servis kvalitních komponentů z oboru hydrauliky vozidel, palivových regulačních systémů letadel a dalšího technického vybavení dopravních a manipulačních prostředků. [1]



Obrázek 1- Logo firmy Jihostroj a.s.

dalšího technického vybavení dopravních a manipulačních prostředků. [1]

4.1 HISTORIE

V roce 1919 byla založena firma s názvem „Jihočeská elektrotechnická výroba a nástrojařství“ – JEVAN. Zakladatelem firmy byl velešínský rodák Jan Hans. Nová firma prosperovala, rozrůstala se o nové prostory, zvyšoval se počet zaměstnanců, ale z důvodů nových investic do rozvoje firmy došlo v roce 1920 k fúzi s firmou Telegrafia v Roztokách u Prahy, později v Pardubicích (součást budoucího podniku Tesla). Původní výroba byla zachována, avšak byla řízena ze sídla ředitelství v Pardubicích. Pardubické ředitelství nemělo dostatečnou kontrolu nad závodem ve Velešíně, a tak kolem roku 1925 došlo k přestěhování závodu do Pardubic.

V roce 1927 odkoupili prázdné prostory od Telegrafie bratři Štejnarové. Ti měli v Českých Budějovicích firmu a přestěhovali ji do Velešína. Vyráběli nábytkové kování, byly to odlitky z mosazi, nebo výlisky z umělých hmot. Firma měla 70 zaměstnanců a jednoduché technické vybavení, pohon by řešen prostřednictvím řemenových transmisí.

Do vedení firmy se dostal švagr Eduarda Štejnara Ing. Antonín Železný. Ing. Železný vystudoval v Paříži letecký obor, kde v roce 1927 promoval. Brzy po nástupu do velešínské firmy, zavedl v provozovně moderní organizaci a racionalizaci výroby. Letecké výrobky vyžadovaly větší výrobní přesnosti a práci s náročnějšími materiály což přinášelo i vyšší přidanou hodnotu výrobků. V roce 1938 byla firma přejmenována na JIKOV. Ve Velešíně se v předválečné době vyráběly letecké díly, brzdové soustavy vlečných vozů, vybavení polních dílen a spotřební přístroje jako elektrické opékače a vařiče. V té době měla firma už 600 zaměstnanců.

Za války byla firma pod vedením Německé říše a letecká výroba byla značně rozšířena, došlo k nárůstu počtu zaměstnanců až na 1500. Vyráběly se zde vyrovnávače tlaku pro rakety V2 a převodovka pro letouny Ju-88.

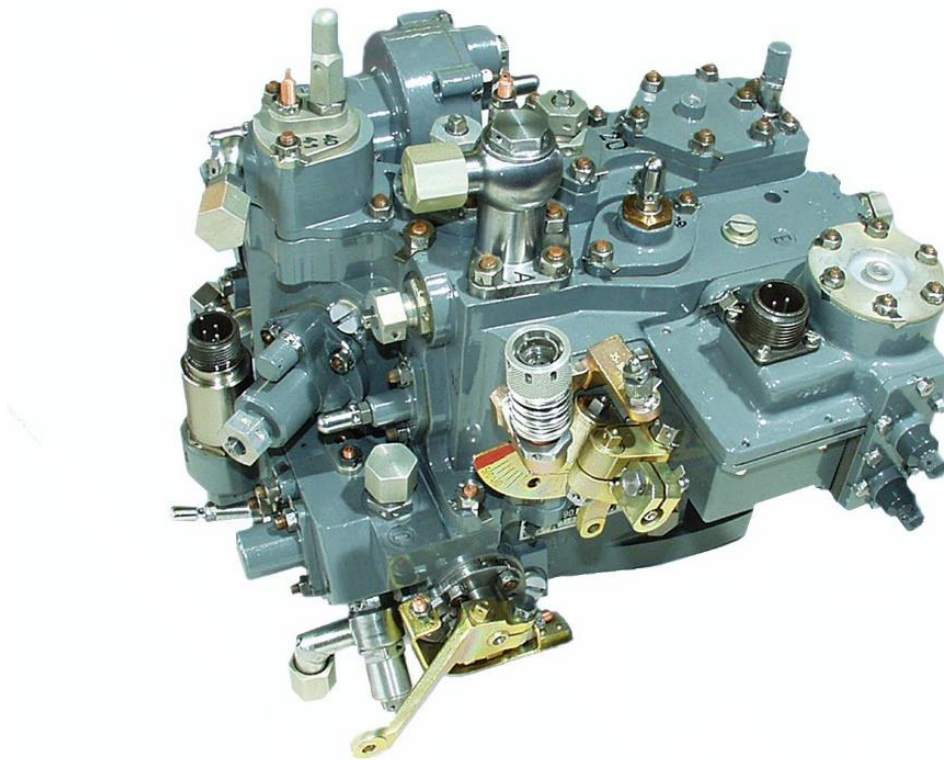
Po válce byla firma znárodněna a typickým výrobkem velešínského závodu byly karburátory. Později byla výroba karburátorů převedena do Českých Budějovic, kde vytvořila základ podniku Motor Jikov. Spolu s výrobou karburátorů byla předána výroba vstříkovacích čerpadel pro naftové motory do podniku Motorpal Jihlava. Protože velešínský závod měl jako jediná firma výrobní zařízení pro výrobu motorů pro MIG 15, byl velešínský závod začleněn do národního podniku Motorlet (později Walter, Praha – Jinonice). Z Jinonic byly převezeny desítky moderních obráběcích strojů a do závodu přidělen rozsáhlý letecký program, především palivové regulace.

V roce 1953 byl závod vyčleněn z Motorletu Praha, a byl založen nový podnik Jihostroj. K leteckým výrobkům byla přibrána výroba zubových čerpadel pro vozy Tatra. V roce 1959 bylo založeno vývojové oddělení leteckých palivových přístrojů. První vlastní vývoj regulace paliva byl proveden pro motor Motorlet M-701 pro pohon letadla L-29 Delfín. Dalšími výrobky byla výroba regulátoru paliva, čerpadla a regulátoru vrtule pro turbovrtulový motor Walter M601 pro malý dopravní letou L410. Nejsofistikovanějším přístrojem vyvinutým v Jihostoji je regulátor paliva pro proudový motor DV2, který je pohonnou jednotkou vojenského letounu L59.

Po roce 1989 proběhla privatizace, Jihostroj se stal akciovou společností a výrobní program byl rozdělen do dvou divizí na hydraulickou divizi a na leteckou divizi.

4.2 VÝROBKY

- Systémy palivové regulace leteckých motorů
- Systémy regulace vrtulí
- Přístroje drakového hydraulického a palivového systému letounu.
- Zubová čerpadla
- Děliče průtoku
- Hydraulické válce



Obrázek 2- Palivová regulace pro motory typu M601 [1]



Obrázek 3 Regulátor vrtule typu P-ABC-XY

5 REGULÁTOR OTÁČEK VRTULE

5.1 POPIS REGULÁTORU

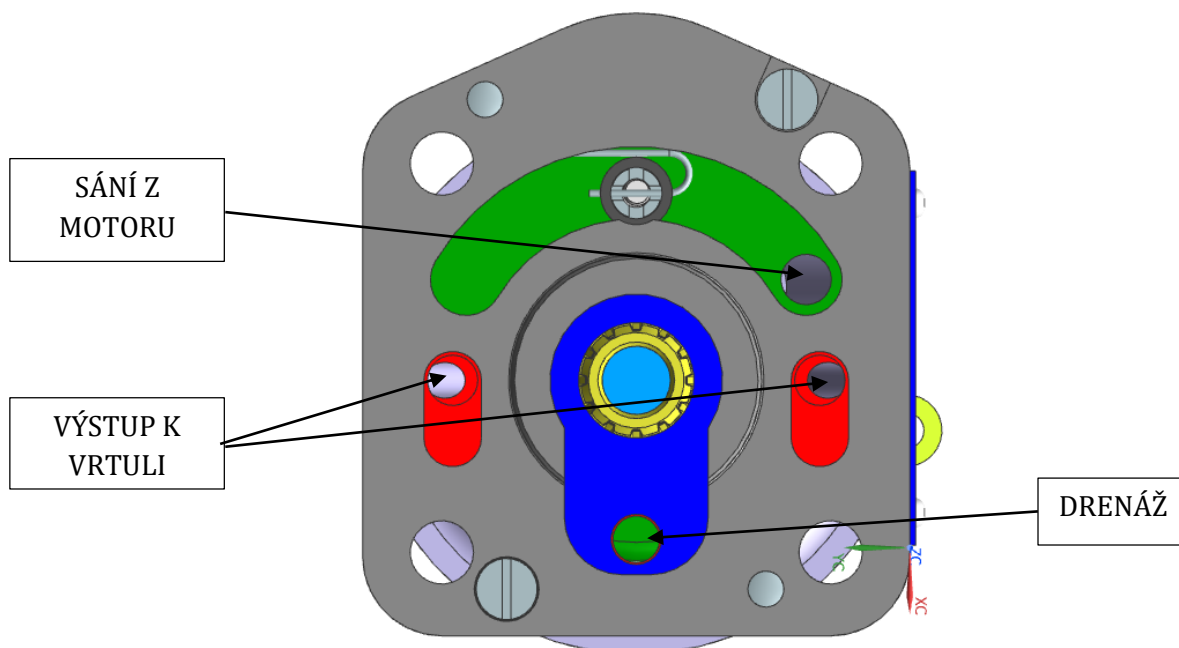
Regulátory otáček vrtule z Jihostroj a.s. jsou odstředivé hydraulické regulátory určené k ovládání hydraulických jednočinných vrtulí na jednomotorových nebo dvoumotorových letounech. Regulátory regulují nastavené otáčky vrtule prostřednictvím přestavování úhlu náběhu listů tak, jak to vyžadují okamžité letové podmínky. Regulátory jsou jednočinné a dle konstrukce užívají vysoký tlak oleje ke zvýšení (INCREASE) nebo ke snížení (DECREASE) úhlu náběhu vrtule. Proti tomuto tlaku působí ve vrtuli síla pružiny, aerodynamické momenty listů vrtule a hmotové momenty listů vrtule nebo závaží.

V tělese regulátoru je umístěno zubové čerpadlo s redukčním ventilem a šoupátko s roztěžníkem. Šoupátko je umístěno v hřídeli čerpadla, v kterém jsou rovněž řídicí otvory. Nákržky šoupátka potom tyto řídicí otvory překrývají nebo otvírají a propojují tak příslušné kanály dle polohy šoupátka. Poloha šoupátka je určena polohou roztěžníku, který se opírá o ložisko upevněné na šoupátku. Proti roztěžníku je umístěna pružina, jejíž předpětí je určeno nastavením ovládací páky regulátoru. Tím jsou rovněž definovány přednastavené otáčky.

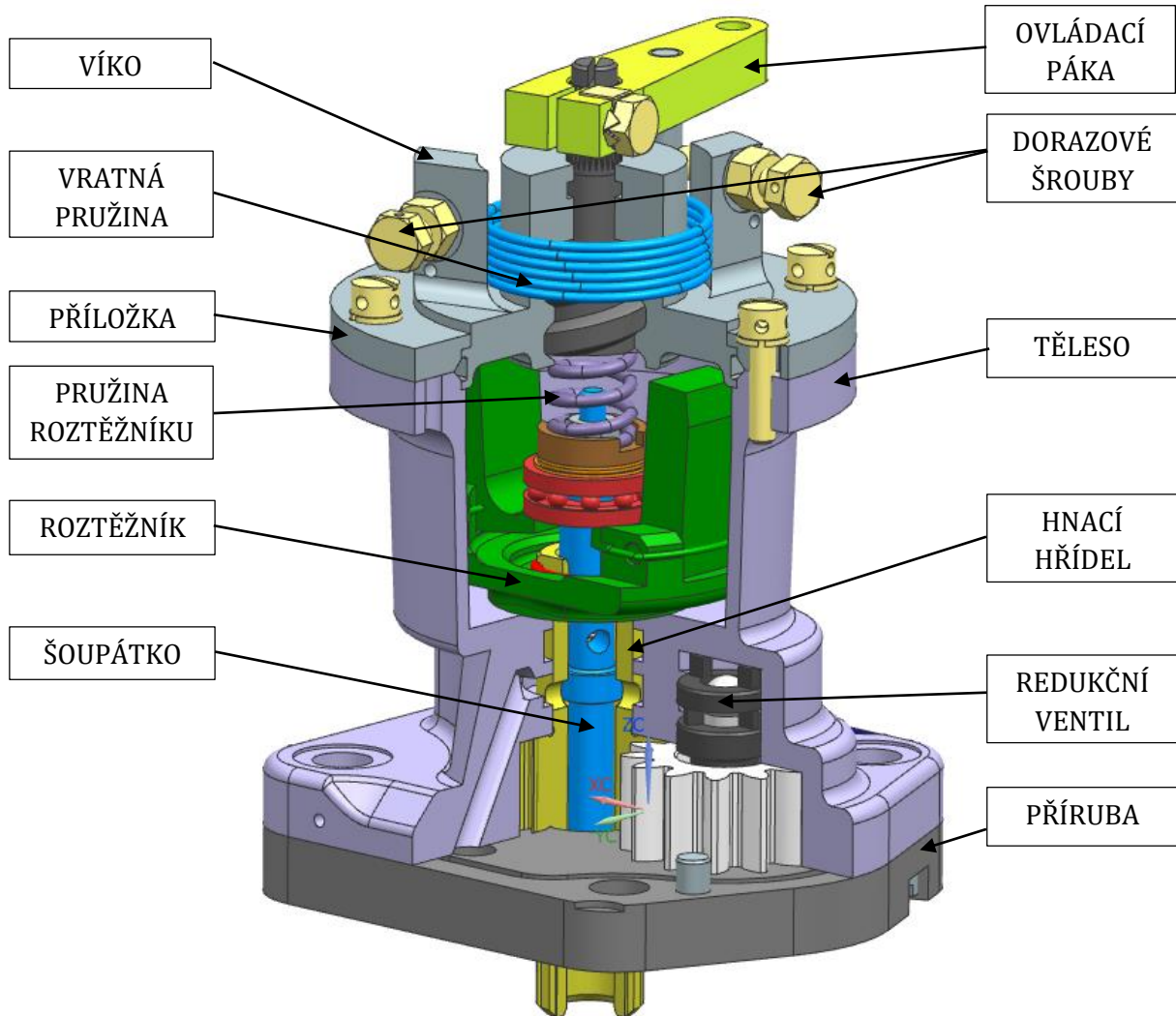
Podle systému funkčních a drenážních kanálů se určuje základní charakter funkcí daného typu regulátoru. Regulátor tlakovým olejem zvyšuje nebo snižuje úhel náběhu vrtulových listů.

Regulátory se připevňují na přírubu skříně motoru čtyřmi šrouby 5/16-24UNF nebo M8. Tvar příruby regulátoru odpovídá normě AND 20010.

Regulátory modelů P-AB0-X/A a P-AB0-X/B jsou principiálně naprosto stejné, ovládání je axiální, hlavní rozdíl spočívá v rozdílné délce ve směru osy „y“, což je dáno požadavkem zákazníků na variabilitu zástavby regulátorů. Ovládací páka regulátoru má připojovací rozměr $\square 4,9-5,1$ mm (0.193-0.200 in.) pro táhlo.



Obrázek 4- Příruba regulátoru vrtule



Obrázek 5- Popis hlavních částí ROV

5.2 POPIS FUNKCE

Řídicím členem regulátoru je pár odstředivých závaží umístěných otočně na konzole roztěžníku rotující společně s hřídelem regulátoru. Odstředivá závaží, generující sílu v závislosti na rychlosti otáčení, posouvají řídicí šoupátko a tím odkrývají nebo zakrývají otvory v hřídeli regulátoru. Tak je regulován průtok oleje do nebo z mechanismu vrtulové hlavy. Odstředivá síla, generovaná závažími, působí proti síle pružiny. Tato síla určuje hodnotu otáček motoru. Olej pro řízení mechanismu vrtulové hlavy je dodáván zubovým čerpadlem. Maximální tlak oleje je omezen redukčním ventilem.

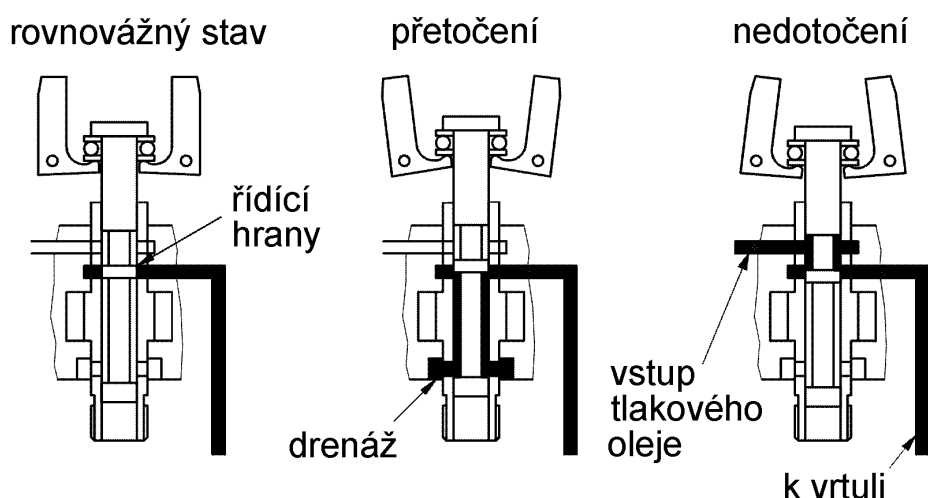
5.2.1 REGULÁTOR V ROVNOVÁŽNÉM STAVU

Za tohoto stavu jsou síly, působící na regulátor, v rovnováze. Ovládací páka byla nastavena pilotem na požadované otáčky motoru. Vrtulové listy jsou nastaveny v takovém úhlu, že vrtule pohltí právě výkon motoru. Odstředivá síla od závaží je přesně v rovnováze se silou pružiny. Řídicí šoupátko v této poloze zcela zakrývá otvory mezi olejovým čerpadlem a mechanismem vrtulové hlavy. Tlakový olej se vrací přes redukční ventil zpět do sání zubového čerpadla.

5.2.2 REGULÁTOR V PŘETOČENÍ

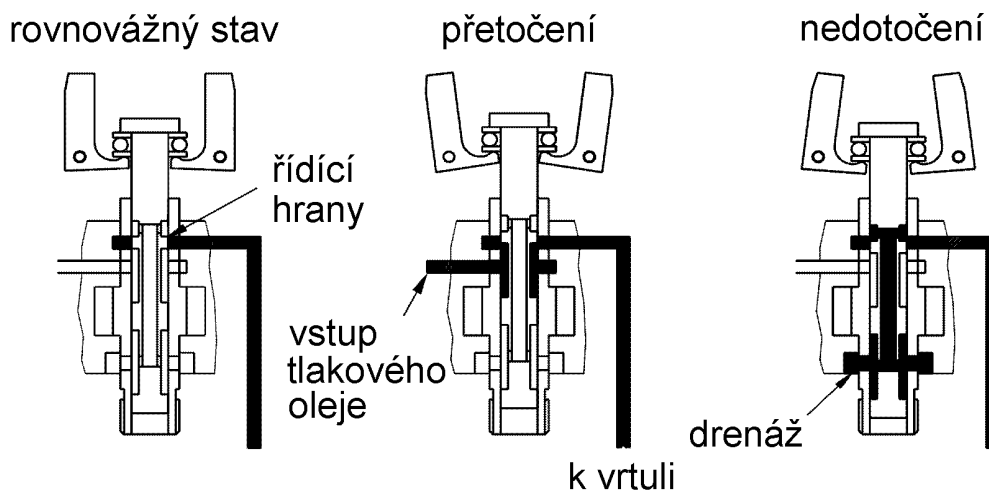
Tento stav nastane, když rychlost letu nebo výkon motoru vzroste a tím dojde ke zvýšení otáček nad hodnotu nastavenou ovládací pákou. Vlivem narůstající odstředivé síly se rotující závaží rozevrou a dojde k vysunutí šoupátka. Dle typu systému řízení vrtule dojde k následujícímu zásahu regulátoru :

Regulátor vrtule typu Decrease. Palec závaží vysune řídicí šoupátko, tím dojde k propojení kanálu vrtule a kanálu drenáže a tlakový olej vytéká z mechanismu vrtulové hlavy. S poklesem tlaku se zvýší úhel náběhu vrtulových listů. Zátěž motoru se zvýší a následně otáčky motoru poklesnou.



Obrázek 6-Regulátor typu Decrease

Regulátor vrtule typu Increase: Palec závaží vysune řídicí šoupátko, tím dojde k propojení kanálu vrtule a kanálu vysokého tlaku za čerpadlem a tlakový olej vtéká do mechanismu vrtulové hlavy. S nárůstem tlaku se zvýší úhel náběhu vrtulových listů. Zátěž motoru se zvýší a následně otáčky motoru poklesnou.



Obrázek 7 - Regulátor typu Increase

Při snížení otáček motoru poklesne i odstředivá síla generovaná roztěžníkem. Síla od pružiny vrací odstředivá závaží směrem k rovnovážné poloze a řídicí šoupátko se zasouvá, až opět zakryje řídicí otvory v hřídeli regulátoru. Tím je opět dosaženo rovnovážného stavu.

5.2.3 REGULÁTOR V NEDOTOČENÍ

Tento stav nastane, když rychlost letu nebo výkon motoru poklesne a tím dojde ke snížení otáček pod hodnotu nastavenou ovládací pákou. Vlivem klesající odstředivé síly se rotující závaží sevrou a dojde k zasunutí šoupátka. Dle typu systému řízení vrtule dojde k následujícímu zásahu regulátoru :

system “nárůst tlaku snižuje úhel náběhu”

Pružina zasune řídicí šoupátko, tím dojde k propojení kanálů vrtule a kanálu vysokého tlaku za čerpadlem a tlakový olej vtéká do mechanismu vrtulové hlavy. S nárůstem tlaku se sníží úhel náběhu vrtulových listů. Zátěž motoru se sníží a otáčky motoru následně vzrostou.

system “nárůst tlaku zvyšuje úhel náběhu”

Pružina zasune řídicí šoupátko, tím dojde k propojení kanálů vrtule a kanálu drenáže a tlakový olej vytéká z mechanismu vrtulové hlavy. S poklesem tlaku se sníží úhel náběhu vrtulových listů. Zátěž motoru se sníží a otáčky motoru následně vzrostou.

Při zvýšení otáček motoru vzroste i odstředivá síla generovaná roztěžníkem. Síla od závaží roztěžníku vrací odstředivá závaží směrem k rovnovážné poloze a řídicí šoupátko se vysouvá, až opět zakryje otvory v hřídeli regulátoru. Tím je opět dosaženo rovnovážného stavu.

5.3 TYPY REGULÁTORŮ

Podle směru otáčení:

- CW (otáčení po směru hodinových ručiček při pohledu na přírubu přístroje)
- CCW (otáčení proti směru hodinových ručiček při pohledu na přírubu přístroje)

Podle typu řízení:

- System nárůstu tlaku (Increase)
- System poklesu tlaku (Decrease)

Podle směru otáčení ovládací páky víka:

- Levé
- Pravé

Podle délky víka

- Krátké víko
- Dlouhé víko

5.4 METODIKA ZKOUŠENÍ

Před tím než jsou regulátory otáček vrtule dodány zákaznickovy, musí být seřizeny podle parametrů uvedených na výkresu sestavy a musí být provedena zkouška funkčnosti přístroje. Zkoušku provádí zkušební technik na zkušebním zařízení ve zkušebnách JSV. Naměřené hodnoty jsou zaznamenány do zkušebního protokolu, který je archivován.

5.4.1 SEŘÍZENÍ REDUKČNÍHO VENTILU

Redukční ventil se seřizuje na požadovaný tlak při specifikovaných otáčkách a při podmínkách. Zavřený škrtkový ventil za ROV, ovládací páka regulátoru v poloze α_{\max} pro regulátor typu Increase nebo v poloze α_{\min} pro regulátor typu Decrease. Měňte otáčky pohonu v rozsahu minimálně 500 otáček, tak aby docházelo ke změnám tlaku za regulátorem v rozsahu od nuly do minimálně 1.0 MPa. Zvýšení a snížení otáček se provede 10 krát. Přesunutí páky z polohy α_{\max} do polohy α_{\min} a zpět. Tato změna polohy se provede 10 krát. Otáčky pohonu jsou nastaveny tak, aby docházelo ke změnám tlaku za regulátorem v rozsahu od nuly do 1,0 MPa. Pokud je nutné provést pře seřízení, je nutné uvolnit a vyjmout pojistku šroubu redukčního ventilu. Nastavit seřízení otáčení redukčního šroubu. Poté pojistit šroub redukčního ventilu pojistkou a celý postup opakovat.

5.4.2 SEŘÍZENÍ MAXIMÁLNÍCH OTÁČEK

Maximální otáčky se seřizují na hodnotu uvedenou na výkresu sestavy za podmínek: zavřený škrtkový ventil za ROV, ovládací páka v poloze alfa max. Otáčky ROV se nastaví 200 otáček pod maximální otáčky ROV a pomalu se zvyšují až do okamžiku vzrůstu tlaku pro typ I, nebo poklesu tlaku typu D na hodnotu 1 MPa. Hodnoty 1 MPa musí být dosaženo při maximálních otáčkách. Jemné do seřízení se provádí dorazovým šroubem, seřízení větších odchylek se provádí přesazením ovládací páky na drážkované hřídeli.

5.4.3 KONTROLA HYSTEREZE

Zavřený škrtkový ventil za ROV, 200 otáček pod maximálními otáčkami. Pomalu se zvyšují otáčky a zaznamenává se hodnota otáček při tlaku 1,0 MPa. Zvýšit otáčky na 100 nad maximální otáčky a pomalu snižovat a zaznamenat hodnotu otáček při 1,0 MPa. Rozdíl je hystereze ROV a musí splňovat hodnoty uvedené na výkresu sestavy.

5.4.4 SEŘÍZENÍ A KONTROLA ROZSAHU PÁKY

Seřízení ovládací páky se provádí dorazovým šroubem minimálních otáček, na hodnotu uvedenou na výkresu sestavy.

5.4.5 KONTROLA MINIMÁLNÍCH OTÁČEK

Ovládací páka v poloze minimálních otáček, zavřený škrtkový ventil za ROV. Zvyšují se otáčky až do okamžiku kdy je tlak 1.0 MPa. Pro tuto hodnotu se zaznamenají otáčky a ty musí být nižší, než je uvedená hodnota na výkresu sestavy.

5.4.6 KONTROLA ROZSAHU OVLÁDACÍ PÁKY

Nastaví se otáčky na hodnotu uvedenou na výkresu sestavy, uzavře se škrtkový ventil a ovládací pákou se pohybuje z polohy maximálních otáček do polohy minimální otáček. V okamžiku dosažení tlaku 1.0 MPa se odečte úhel polohy páky. Hodnota musí ležet v rozsahu uvedeném na výkresu sestavy.

5.4.7 KONTROLA PRŮTOKU NA VÝSTUPU Z REGULÁTORU

Nastaví se ovládací páka do polohy minimálních otáček pro typ I nebo do polohy maximálních otáček pro typ D. Otáčky se nastaví na hodnotu podle výkresu sestavy a tlak se nastaví na hodnotu 1 MPa. Změří se dodávka čerpadla a musí být vyšší než hodnota uvedena na výkrese sestavy.

5.4.8 KONTROLA VNITŘNÍCH ÚNIKŮ

Nastaví se ovládací páka do polohy minimálních otáček pro typ I nebo do polohy maximálních otáček pro typ D. Zavře se škrťací ventil za ROV a nastaví se otáčky na hodnotu podle výkresu sestavy. Režim se nechá ustálit a poté se změní vnitřní úniky. Hodnota musí být menší než hodnota na výkrese sestavy.

5.4.9 SEŘÍZENÍ POLOHY OVLÁDACÍ PÁKY

Povolí se šrouby držící příložku, víko s pákou v poloze maximálních otáček se nastaví do polohy podle výkresu sestavy a poté se dotáhnou šrouby.

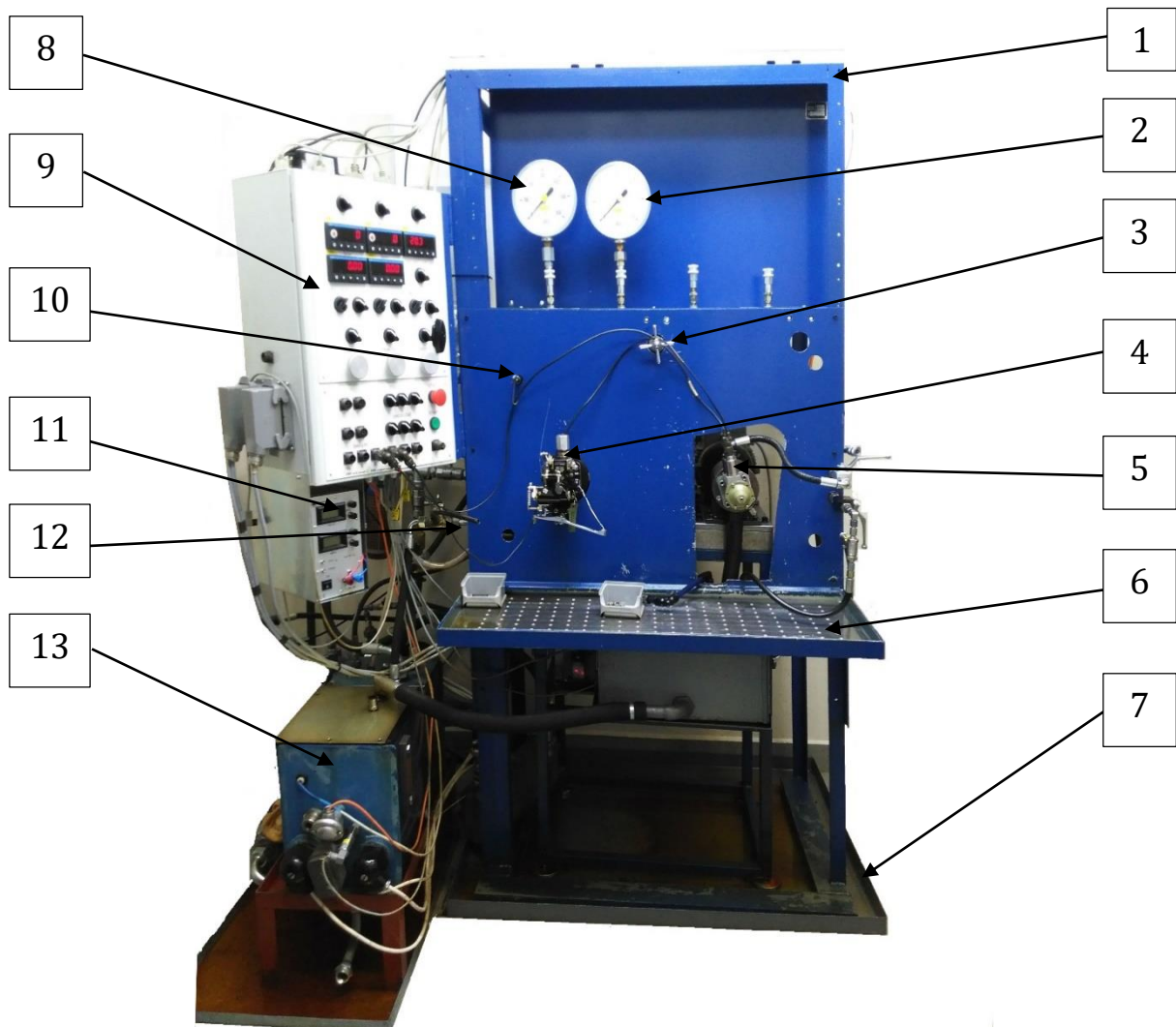
5.4.10 KONTROLA VNĚJŠÍ TĚSNOSTI

Ovládací páka se nastaví do polohy minimálních otáček pro typ I, nebo do polohy maximálních otáček pro typ D. Otáčky se nastaví na hodnotu podle výkresu sestavy a tlak se škrťacím ventilem nastaví na hodnotu 1,0MPa. A sleduje se těsnost povrchu. Netěsnosti jsou nepřijatelné.

6 ZKUŠEBNÍ ZAŘÍZENÍ REGULÁTORU VRTULE

6.1.1 POPIS STÁVAJÍCÍHO ZKUŠEBNÍHO ZAŘÍZENÍ

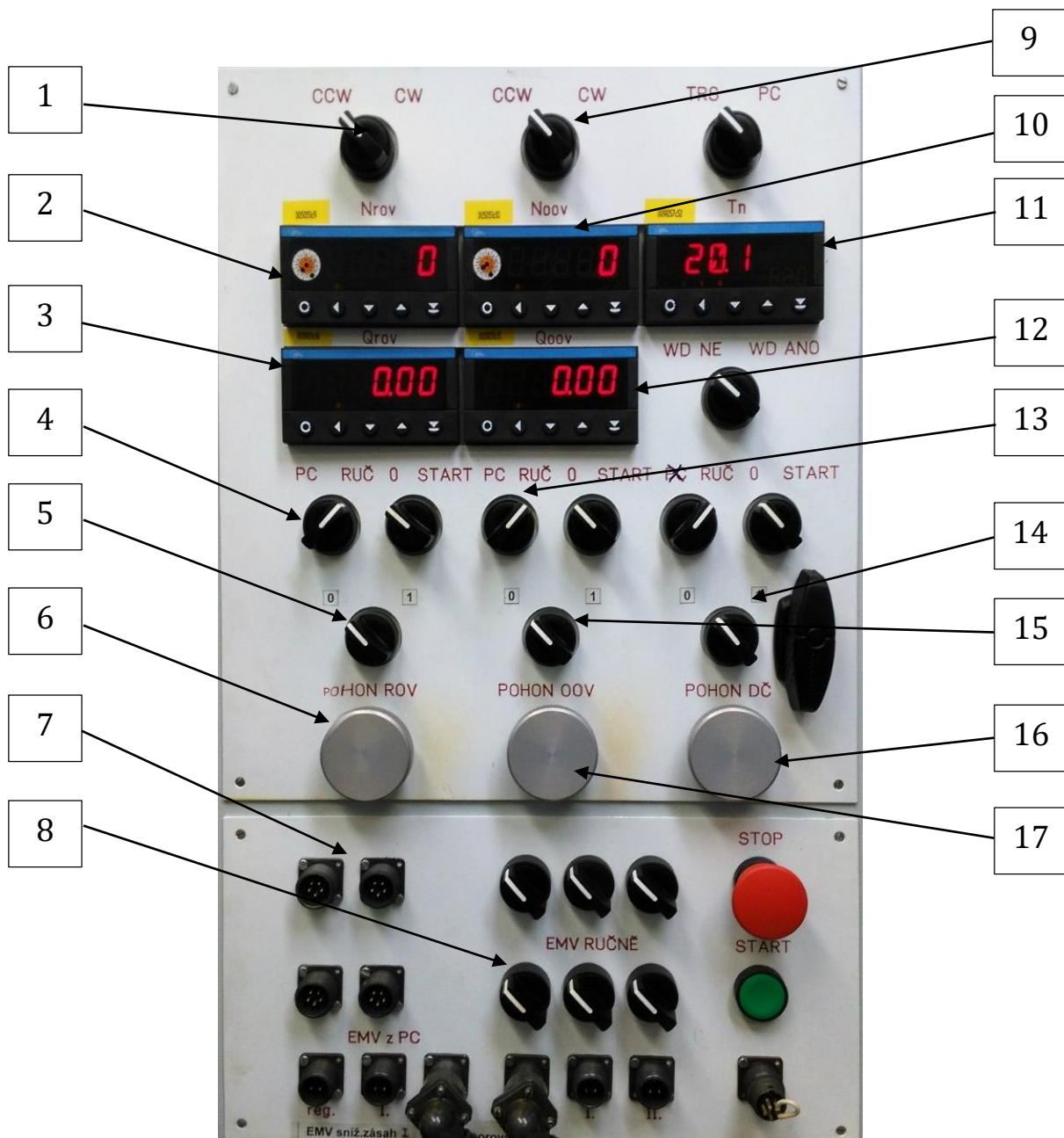
Stávající zkušební zařízení v JSV je určeno pro zkoušení ROV a OOV. Skládá se z rámu pohonu, na kterém jsou umístěny motory a příruby. Rámu zkušebního zařízení, na tomto rámu jsou umístěna hydraulická vedení, odkapová vana, snímače, ventily a je na něm zavěšen i elektrický ovládací panel. Oba rámy jsou umístěny v plechové vaně, tak aby bylo zabráněno vsakování oleje do betonu. Vedle rámu je umístěna nádrž na olej a dopravní čerpadlo, obě tyto části zkušebního zařízení jsou také umístěny v plechové vaně.



Obrázek 8- Stávající zkušební zařízení

1. Rám zařízení – rám je složen ze dvou částí. Na jedné části rámu jsou přiděleny motory se spojkami a na druhé části rámu je přidělán hydraulický okruh, snímače a elektrické řízení.
2. Manometr – slouží ke zjištění hydraulické kapaliny za ROV. Je umístěn na vysokotlaké větvi hydraulického okruhu. Rozsah manometru je 0 až 6 MPa.
3. Škrťací ventil – slouží k uzavření nebo škrťání hydraulického okruhu za ROV.
4. Příruba ROV- slouží k připojení ROV na zkušební zařízení. Do příruby je přiveden tlak z dopravního čerpadla a vyveden tlak ke škrťacímu ventilu a drenáž. V přírubě je umístěn drážkovaný náboj, který je přes spojku spojen s motorem.
5. Příruba OOV- slouží k připojení OOV ke zkušebnímu zařízení. Do příruby je přiveden tlak z ROV a vyvedena drenáž do nádrže.
6. Odkapová vana – slouží jako pracovní plocha pro práci s OOV a ROV. Odtok přiveden do nádrže.
7. Vana – slouží k zachycení úniků z hydraulického okruhu.

8. Manometr – slouží ke zjištění tlaku hydraulické kapaliny na vstupu do ROV. Tlak je regulován redukčním ventilem a otáčkami motoru dopravního čerpadla. Rozsah 0 až 600 kPa.
9. Elektrický ovládací panel – slouží k ovládnání otáček ROV, OOV a DČ, řízení elektromagnetů.
10. Ventil konstantního tlaku – slouží k nastavení tlaku na vstupu do ROV.
11. Elektrický zdroj – slouží pro řízení elektrických veličin pro ovládnání elektromagnetických ventilů.
12. Vývod pro měření vnitřních úniků ROV
13. Nádrž – nádrž na hydraulickou kapalinu. Je osazena spirálovými topením, termostatem, teploměrem, a snímačem hladiny.



Obrázek 9- Elektrický ovládací panel

1. Přepínání směru otáček motoru
2. Otáčky ROV
3. Průtok ROV
4. Přepínání mezi ručním řízením a řízením z PC
5. Zapínání pohonu ROV
6. Řízení otáček motoru ROV
7. Konektory pro připojení elektromagnetických ventilů
8. Spínání elektromagnetických ventilů
9. Přepínání směru otáčení OOV
10. Otáčky OOV
11. Teplota v nádrži
12. Průtok OOV
13. Přepínání mezi ručním řízením a řízením z PC
14. Zapínání pohonu dopravního čerpadla
15. Zapínání pohonu OOV
16. Řízení otáček motoru dopravního čerpadla
17. Řízení otáček pohonu OOV

6.1.2 NEVÝHODY

- Netěsnost – ve spojích potrubí dochází k únikům oleje, tyto spoje je obtížné utěsnit, protože je špatná přístupnost.
- Dlouhý hydraulický okruh – Použitím dvou rámu je nedostatečný prostor pod zkušební zařízení a proto musí být nádrž umístěna mimo zkušební zařízení. Při zkoušení regulátorů s vyššími průtoky a nízkou teplotou, nestíhá kapalina dotékat zpět do nádrže, což způsobuje vypínání zařízení z důvodů nízké hladiny kapaliny v nádrži.
- Vzhledová vada – z důvodů několika násobného přestavení došlo k porušení kompaktnosti zařízení.
- Nekompaktnost – z důvodů obav přenášení vibrací od pohonu stoje na hydraulický okruh se zkušební zařízení stroje skládá ze dvou rámu. Na jednom rámu jsou umístěny pohony a na druhém rámu je umístěn hydraulický okruh snímače a elektrické řízení přístroje.
- Hlučnost – z důvodů nezakrytování je v místnosti, kde je umístěno zkušební zařízení velký hluk.
- Absence odsávání – při pracovních teplotách dochází z hydraulické kapaliny k úniku par.

6.1.3 MĚŘENÍ INTENZITY HLUKU

Z důvodů velké hlučnosti stávajícího zkušebního zařízení bylo provedeno měření intenzity zvuku. Na základě naměřených hodnot bude rozhodnuto, jestli bude použita zvuková izolace u nově navrhovaného zkušebního zařízení.

6.1.3.1 Zkušební zařízení

Měřicí zařízení bylo zapůjčeno na katedře konstruování strojů Západočeské univerzity v Plzni. Měření probíhalo na zkušebním zařízení pro regulátor vrtule v prostorách Jihostroj Velesín.



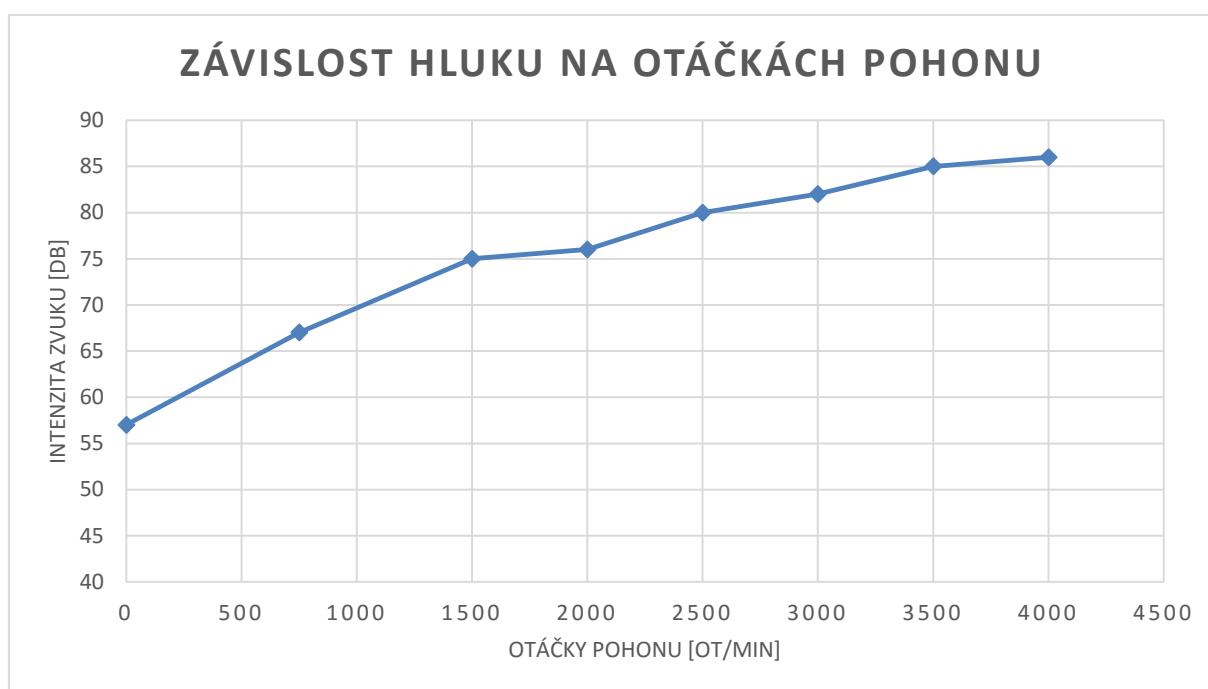
Obrázek 10- Zvukoměr VOLTcraft SL-451

6.1.3.2 Postup měření

Měřicí zařízení bylo umístěno do vzdálenosti 1 metr od zkušebního zařízení ve výšce 1,2m nad zemí. Změřené hodnoty byly zaznamenávány do tabulky. Nejdříve byla změřena intenzita zvuku při vypnutých všech přístrojích umístěných v místnosti. Další měření proběhlo při zapnutém zkušebním zařízení a se spuštěným dopravním čerpadlem, otáčky pohonu regulátoru byly na nule. V dalších krocích probíhala měření při zapnutém pohonu regulátoru vrtule při nastavených otáčkách na hodnoty uvedené v tabulce.

Otáčky [ot/min]	Vypnuto	0	750	1500	2000	2500	3000	3500	4000
Hluk [dB]	45	56	67	75	76	80	82	85	86

Tabulka 1- Naměřené hodnoty intenzity zvuku



Graf 1- Závislost intenzity zvuku na otáčkách



Obrázek 11- Foto z měření

Ekvivalentní hladina akustického tlaku A	Limit pro expozici nechráněného sluchu		
	Hodiny	Minuty	Vteřiny
85 dB	8		
88 dB	4		
91 dB	2		
94 dB	1		
97 dB	-	30	
100 dB	-	15	
103 dB	-	7	30
106 dB	-	3	45
109 dB	-	1	53
↓	↓	↓	↓
130-140 dB	-	-	<1

Tabulka 2 - Přípustná denní dávka hluku [8]

6.1.3.3 Závěr

Měřením bylo zjištěno, že naměřené hodnoty intenzity hluku jsou vysoké. Dlouhodobým vystavením zvuku o maximální naměřené hodnotě může dojít k poškození sluchu. Z toho důvodu bude na navrženém zkušebním zařízení použita zvuková izolace, aby došlo ke snížení hluku.

6.2 KONKURENČNÍ ZKUŠEBNÍ ZAŘÍZENÍ

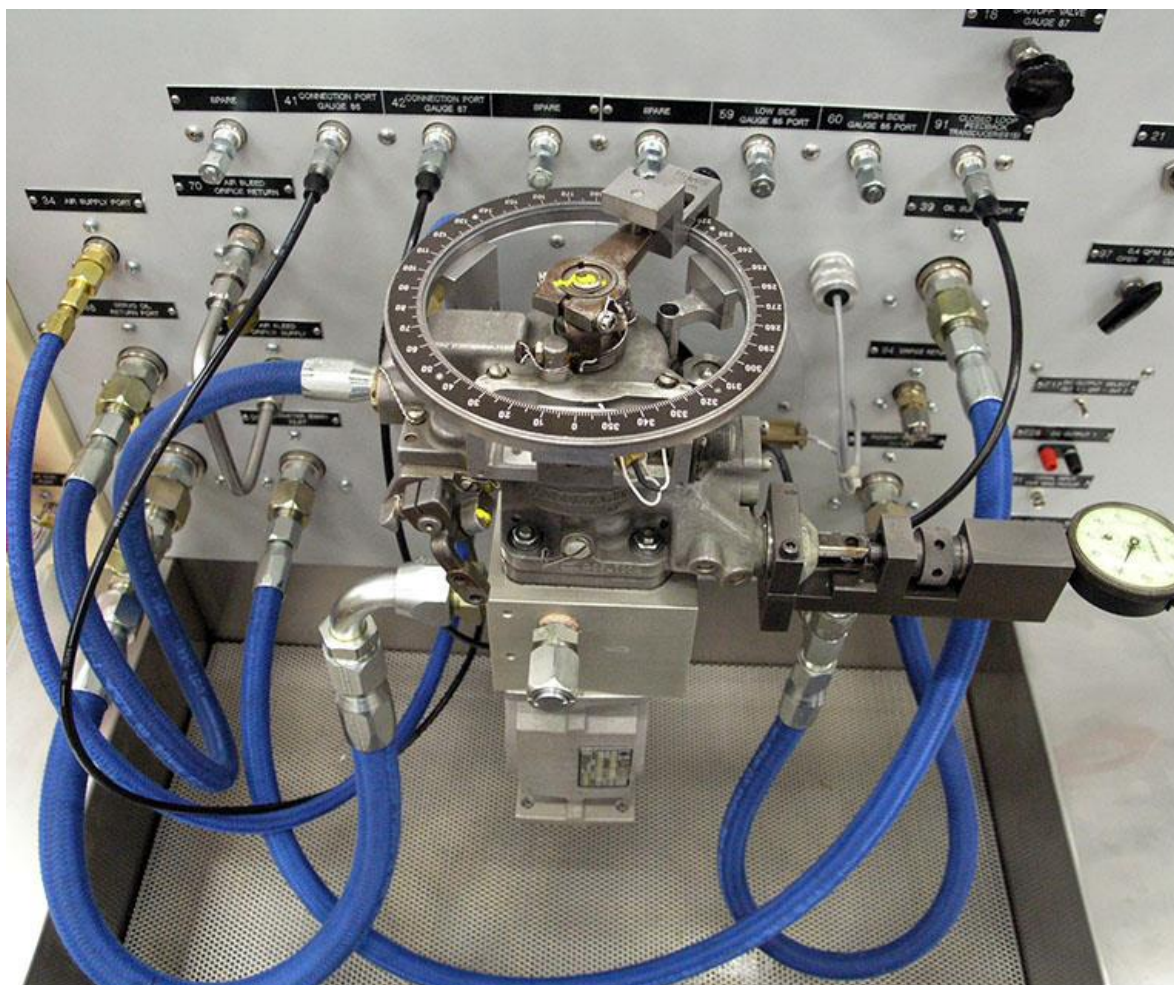
Toto zkušební zařízení vyrábí americká firma Bauer. Je to zkušební zařízení určené pro zkoušení regulátorů pro motor typu PT6.

Zkušební zařízení je ergonomicky uspořádáno s ovládacími prvky snadno rukama dostupnými. Zobrazovací zařízení je umístěno ve výšce očí pro dobrou viditelnost. Elektrické ovládání a elektrické zobrazovací zařízení je začleněno do rámu stroje. Rám je celý zakrytovaný s průduchy pro cirkulaci vzduchu. Pomocí přípravků je možné umístit regulátor na zkušební zařízení jak do horizontální polohy, tak i do vertikální polohy. Tím je možné zkoušet v poloze v jaké je regulátor na motoru letadla.

Více informací se nepodařilo zjistit.



Obrázek 12- Zkušební zařízení pro zkoušení regulátorů vrtule firmy Bauer [2]



Obrázek 13 - Umístění regulátoru na zkušební zařízení [2]

7 UPŘESNĚNÍ ZADANÍ

Zkušební zařízení bude možné ovládat jak manuálně, tak pomocí PC

Zkušební zařízení musí umožňovat elektronické měření parametrů ROV:

Tlak na vstupu do ROV v rozsahu 0 až 500 kPa

Tlak na výstupu z ROV v rozsahu 0 až 6 MPa

Průtok hydraulické kapaliny na vstupu do ROV v rozsahu 0 až 25 l/min

Průtok hydraulické kapaliny na výstupu z ROV v rozsahu 0 až 25 l/min

Vnitřních úniků ROV v rozsahu 0 až 15 l/min

Teplota v nádrži v rozsahu -60 až 160°C

Teplota na vstupu do ROV v rozsahu -60 až 160°C

Teplota na výstupu z ROV v rozsahu -60 až 160°C

Otáčky hnacího hřídele v rozsahu 0 do 5500 ot /min

Zkušební zařízení musí umožňovat mechanické měření parametrů ROV:

Tlak na vstupu do ROV v rozsahu 0 až 500 kPa

Tlak na výstupu z ROV v rozsahu 0 až 6 MPa

Zkušební zařízení musí být schopno dosáhnout stavů:

Tlak oleje na vstupu do ROV: max 500 kPa

Teplota oleje v nádrži: max. 160°C

Maximální otáčky: 5000 ot/min

Škrtení hydraulického okruhu za ROV s maximálním tlakem 6 MPa

Průtok na vstupu do regulátoru: 25 l/min

Zkušební zařízení musí umožnit připojení ROV přes produktovou přírubu typu AND 20010

Pod produktovou přírubou bude umístěna odkapová vana

Celé zkušební zařízení bude umístěno ve vaně.

Objem nádrže minimálně 40 l

Použitá kapalina: olej letecký motorový 5 cSt, MIL-PRF-23699F

8 KONSTRUKČNÍ NÁVRH

Konstrukční návrh byl rozdělen na návrh mechanické části zkušebního zařízení, která bude zahrnovat pohon regulátoru vrtule a příruby, dále na návrh rámu a na návrh hydraulického okruhu.

8.1 NÁVRH POHONU REGULÁTORU VRTULE

Pohon musí zajistit dosažení požadovaných otáček regulátoru vrtule a musí vyvinout dostatečný krouticí moment pro překonání odporu zubového čerpadla v ROV. Elektromotor bude s hřídelí regulátoru spojen pomocí spojky a spojovací hřídele. Mezi elektromotor a spojovací hřídel bude umístěn snímač krouticího momentu.

8.1.1 VÝPOČET A NÁVRH ELEKTROMOTORU

Jako pohon je zvolen dvoupólový asynchronní elektromotor. Dvou pólové motory dosahují 2900 otáček za minutu. Požadavek na hlavní pohon je 5000 otáček/minutu. Aby bylo dosaženo požadované hodnoty otáček, bude muset být použit měnič frekvence. Měníčem frekvence budou řízeny otáčky na požadovanou hodnotu. Pro výběr elektromotoru je nutné znát minimální výkon motoru:

Výpočet výkonu elektromotoru hlavního pohonu

$$\eta_{z\check{c}} := 75\%$$

Účinnost zubových čerpadel

$$\eta_{ELM} := 90\%$$

Účinnost asynchronního elektromotoru

$$Q := 25 \frac{L}{min}$$

Maximální průtok čerpadlem

$$p_{ROV} := 6 \text{ MPa}$$

Maximální tlak na výstupu z ROV

$$P_{ROV} := \frac{Q \cdot p_{ROV}}{\eta_{z\check{c}}} = 3.333 \text{ kW}$$

Výkon na hřídeli čerpadla ROV

$$P_{ELMrov} := \frac{P_{ROV}}{\eta_{ELM}} = 3.704 \text{ kW}$$

Výkon elektromotoru

Výpočet 1- Výpočet výkonu elektromotoru

Vypočtenému výkonu elektromotoru odpovídá elektromotor s nejbližším vyšším výkonem o hodnotě 4kW.



Obrázek 14 - elektromotor Siemens

Typ: 1LE1002-1BA2

Otáčky: 2930 ot/min

Napětí: 400/690V, 50Hz

Teplota okolí: -20 až ;50°C

Maximální otáčky: 6000[ot/min]

Osová výška: 112mm

Měnič frekvence

Měnič frekvence je volen podle výkonu elektromotoru. Protože by měnič frekvence mohl způsobovat rušení na signálech od snímačů, bude umístěn mimo zkušební zařízení.

Typ: 6SE6440-2AD24-0BA1

Výkon [kW]: 4kW

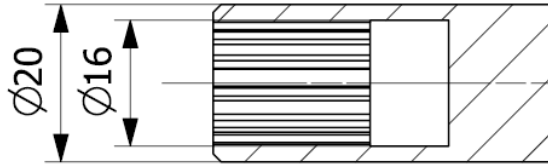
Vstupní napětí [V]: 3AC 380-480

Jmenovitý vstupní proud [A]: 11,6

Výstupní kmitočet [Hz]: 0-650

8.1.2 KONTROLA HŘÍDELE

Hřídel pohonu bude namáhaný pouze krouticím momentem. Nejmenší průřez a i modul průřezu v krutu je v místě zakončení zápichu vnitřního drážkování. Krouticí moment je vypočten z výkonu elektromotoru a otáček hřídele.



Obrázek 15 - Místo s nejmenším průřezem

$$P_{ELM} := 4 \text{ kW}$$

Výkon elektromotoru

$$n := 1000 \frac{1}{\text{min}}$$

Otáčky elektromotoru

$$D := 20 \text{ mm}$$

Vnější průměr hřídele

$$d := 16 \text{ mm}$$

Malý průměr hřídele

$$Mk := \frac{P_{ELM}}{2 \cdot \pi \cdot n} = 38.197 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Krouticí moment

$$Wk := \frac{\pi}{16} \cdot \frac{D^4 - d^4}{D} = (9.274 \cdot 10^{-7}) \text{ m}^3$$

Modul průřezu v krutu

$$\tau_k := \frac{Mk}{Wk} = 41.187 \text{ MPa}$$

Napětí v krutu

Výpočet 2 - Výpočet napětí v krutu

Výsledné napětí dosahuje hodnoty 41,2 MPa. Tato hodnota napětí je nižší, než je obvyklá hodnota dovoleného napětí u ocelí, proto je napětí považováno za vyhovující.

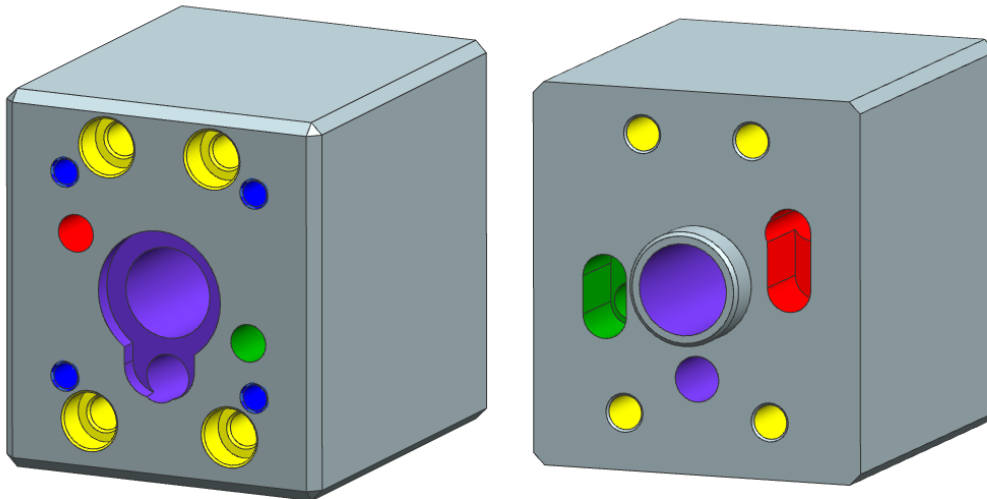
8.1.3 NÁVRH PŘÍRUBY

Příruba byla z výrobních a funkčních důvodů navržena jako podsestava ze tří částí na ložiskový domek, na produktovou přírubu a na měřicí přírubu.

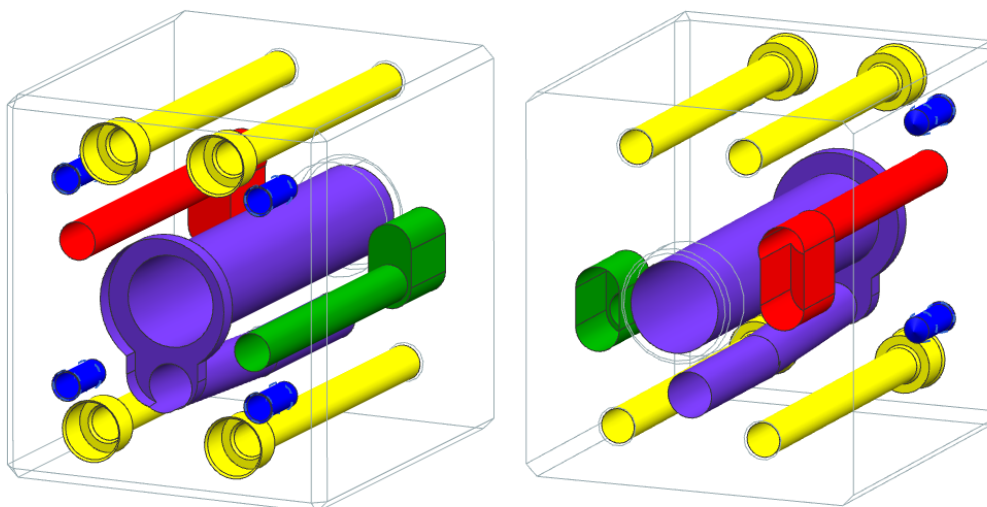
Produktová příruba

Produktová příruba slouží pro připojení ROV ke zkušebnímu zařízení. Pro návrh připojovacích rozměrů bylo využito normy AND20010. Příruba je navržena jako obrobek z duralu.

Do příruby je pracovní kapalina přiváděna ze zadní strany do červeného kanálu a směřuje do ROV. Z ROV vychází tlaková kapalina zeleným kanálem, kde vstupuje do měřicí příruby. Úniky z ROV odchází fialovým kanálem do měřicí příruby. Díry s modrou barvou slouží k připojení ROV k produktové přírubě. Žluté díry slouží pro připojení produktové příruby k měřicí přírubě. Správná poloha produktové příruby a měřicí příruby je zajištěna pomocí centráže.



Obrázek 16 - Produktová příruba



Obrázek 17 – Kanály a díry v produktové přírubě

Měřicí příruba

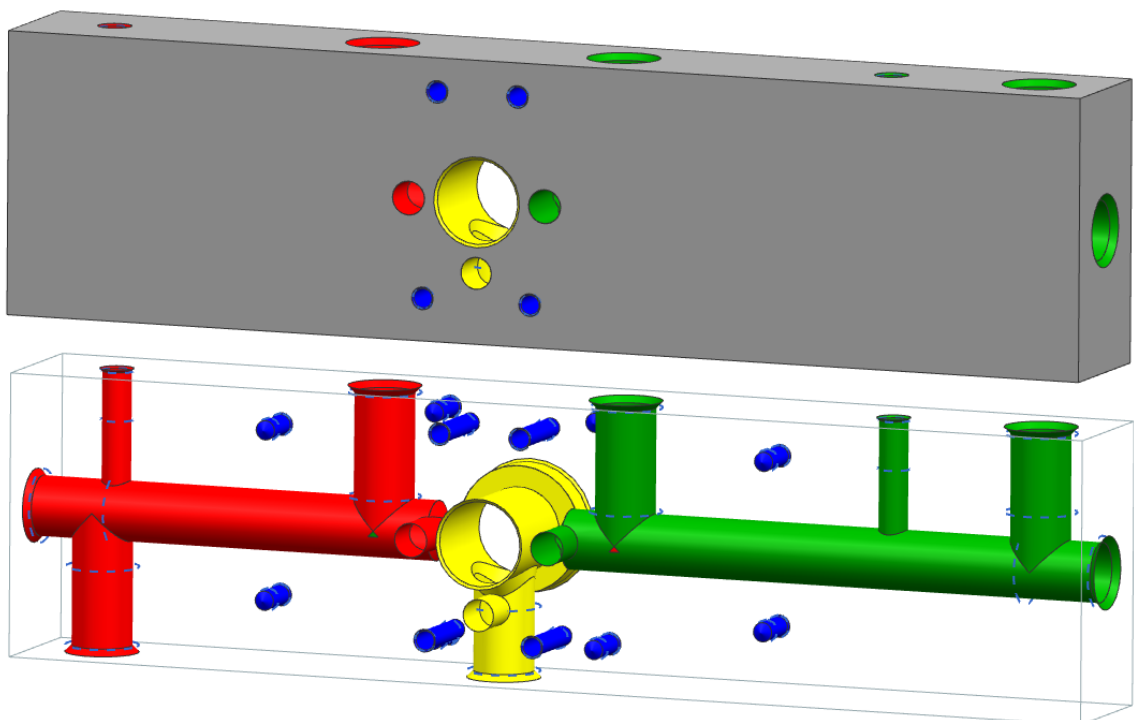
Měřicí příruba slouží pro přívod pracovní kapaliny do produktové příruby. Na měřicí přírubu je připevněna produktová příruba z jedné strany a ložiskový domek z druhé strany. Správná poloha produktové příruby i ložiskového domku je zajištěna pomocí centráží. Příruba bude vyrobena jako obrobek z duralu.

Přívod pracovní kapaliny bude pomocí spodního otvoru do červeného kanálu. Boční otvor do červeného kanálu bude sloužit pouze pro vyvrtání kanálu a při provozu bude zaslepen zátkou. Do kanálu jsou vytvořeny dvě závitové díry. Menší z děr bude sloužit pro připojení snímače teploty, druhá díra bude sloužit pro měření tlaku

Odvod pracovní kapaliny bude zajištěn zeleným kanálem. Boční otvor slouží pro vyvrtání díry a při provozu bude zaslepen zátkou. Dvě závitové díry budou sloužit pro připojení snímačů tlaku a teploty.

Pro odvod úniků bude sloužit žlutý kanál, ze kterého pracovní kapalina směřuje do nádrže.

Tmavě modré díry slouží pro připojení produktové příruby, ložiskového domku a držáku příruby.

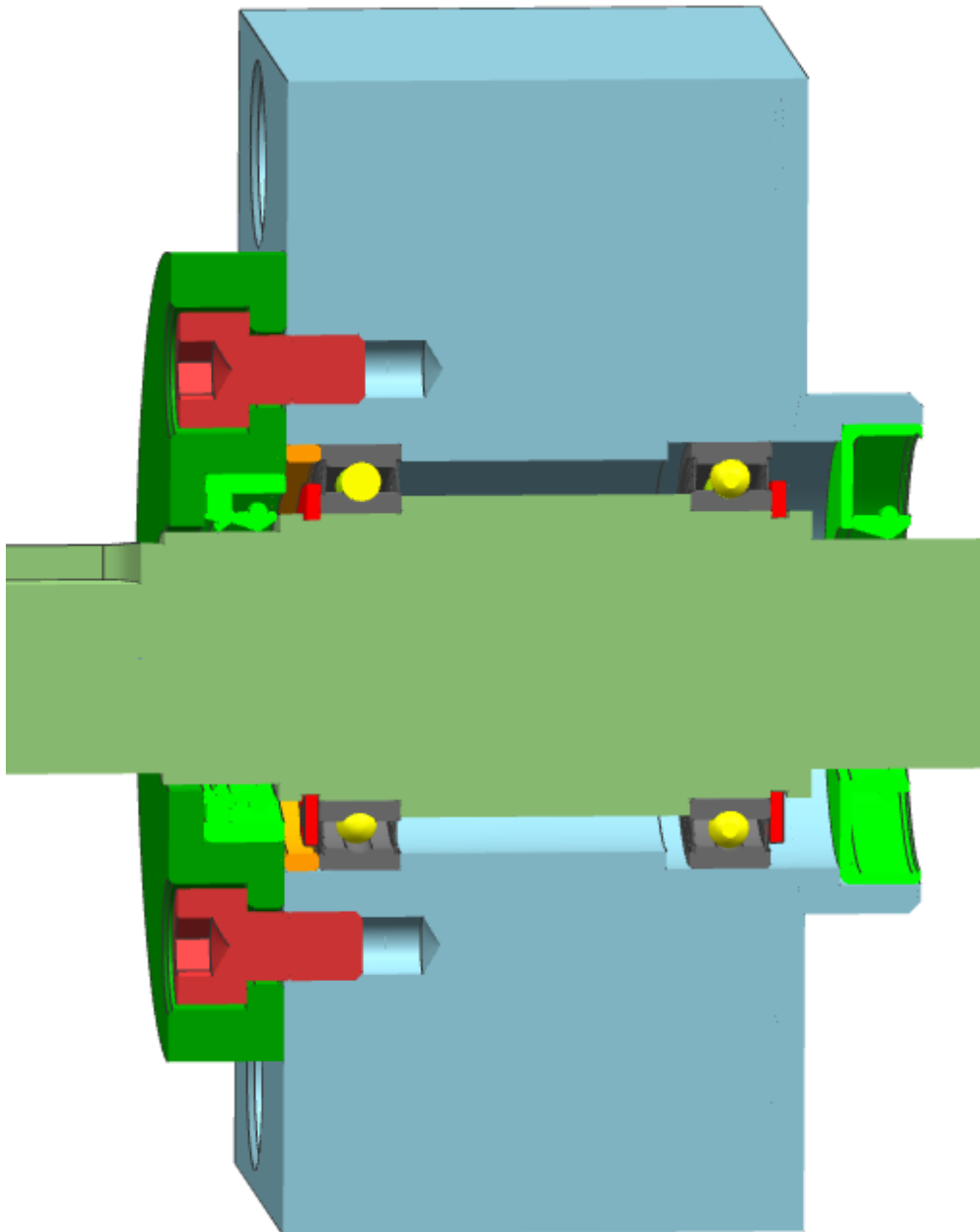


Obrázek 18 - Měřicí příruba

Ložiskový domek

Ložiskový domek slouží pro uložení hřídele. Hřídel je uložen na dvou kuličkových ložiscích. Jednomu z ložisek znemožněn pohyb v axiálním směru pomocí distančního kroužku, druhé ložisko axiálně není nijak omezeno. Ke hřídeli jsou ložiska připevněna pomocí pojistného kroužku. Ložiska jsou zatížena pouze tíhou hřídele, proto nejsou kontrolována. Únik pracovní kapaliny je zajištěn pomocí guferu. Gufero na druhé straně hřídele brání vnikání horké pracovní kapaliny na ložiska.

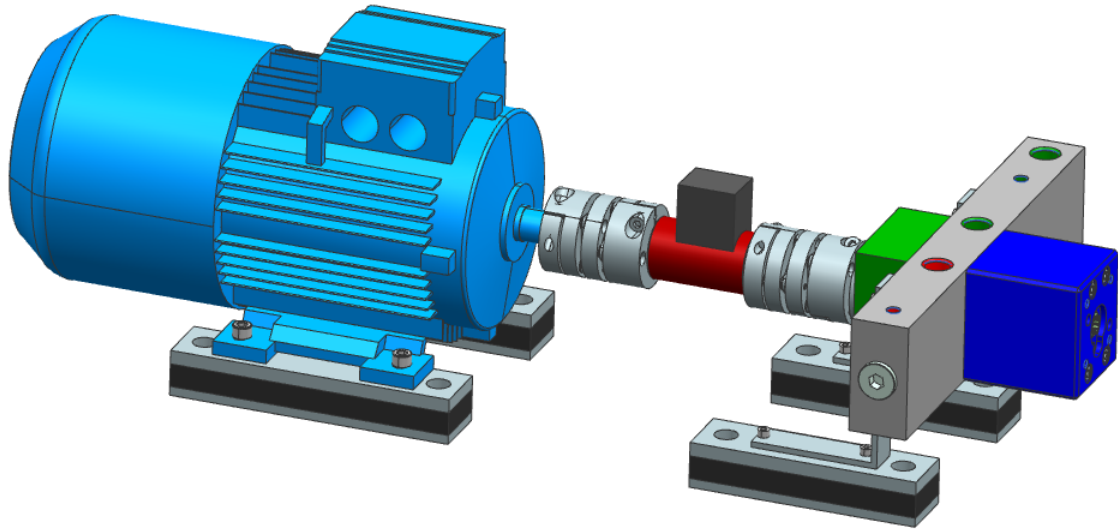
Pro přenos momentu je na hřídeli z jedné strany drážka pro pero a na druhém konci hřídele je vnitřní drážkování odpovídající normě AND200100.



Obrázek 19 - Ložiskový domek

8.1.4 SESTAVA HLAVNÍHO POHONU

Asynchronní elektromotor SIEMENS 1LE1002-1BA2 o výkonu 4kW s jmenovitými otáčkami 2930ot/min, bude sloužit pro pohon ROV. Výstupní hřídel elektromotoru je osazena perem, které zapadá do drážky na spojce. Mezi spojkami je umístěn měřič kroučícího momentu. Přenos kroučícího momentu bude pomocí pružných spojek a měřiče kroučícího momentu. Se spojkou je pomocí pera spojena hřídel. Hřídel je uložena na kuličkových ložiscích. Na konci hřídele je vnitřní drážkování, které spojuje hřídel s ROV. Celá sestava je uložena na tlumících elementech, které by měly snížit přenos vibrací na rám zkušebního zařízení.



Obrázek 20 - Sestava hlavního pohonu

8.2 NÁVRH RÁMU

Rám zkušebního zařízení je navržen jako svařenec z ocelových profilů. Rozměry rámu byly voleny tak, aby zkušební zařízení bylo co nejvíce kompaktní a zároveň umožnilo ergonomickou obsluhu stroje. Celý rám je rozdělen do několika částí podle toho, kterými prvky bude osazen.

Ve spodní části rámu bude uložena nádrž s dopravním čerpadlem. Pro snadnější vyjímání a umístění nádrže a dopravního čerpadla zde byly použity L profily s rozměry 30x30x3 mm.

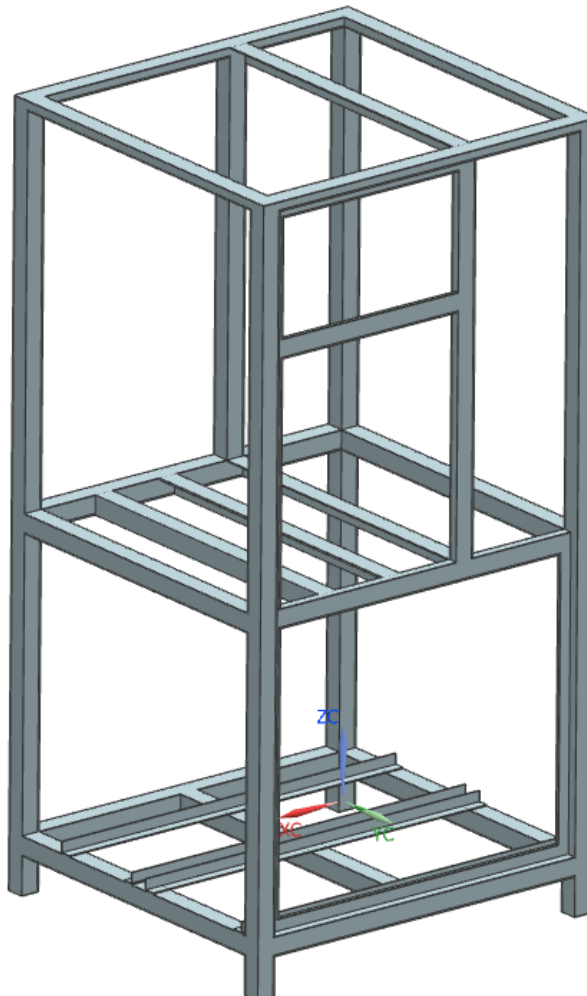
Střední části rámu bude osazen elektromotor hlavního pohonu s přírubami a elektrická řídicí skříň. Elektromotor bude uložen na L profilech 50x50x3mm. Vedle elektro motoru je ponechán prostor pro umístění elektrické rozvodné skříňe.

Horní část rámu je navržena z profilů 25x50x3, tak aby horní část rámu byla co nejlehčí, a tím neměla negativní účinky a na vlastní frekvenci rámu.

Celý rám je navrženy z oceli 11375. Tato ocel je svařitelná a má dostačující pevnostní vlastnosti protože rám zkušebního zařízení je namáhán pouze vlastní tíhou a tíhou komponent.

Použité profily čtvercový 50x50x3, obdélníkový 25x50x3, L 50x50x3 a L 30x30x3.

Rozměry: výška 1975mm
 šířka: 990mm
 hloubka: 940mm



Obrázek 21- Rám zkušebního zařízení

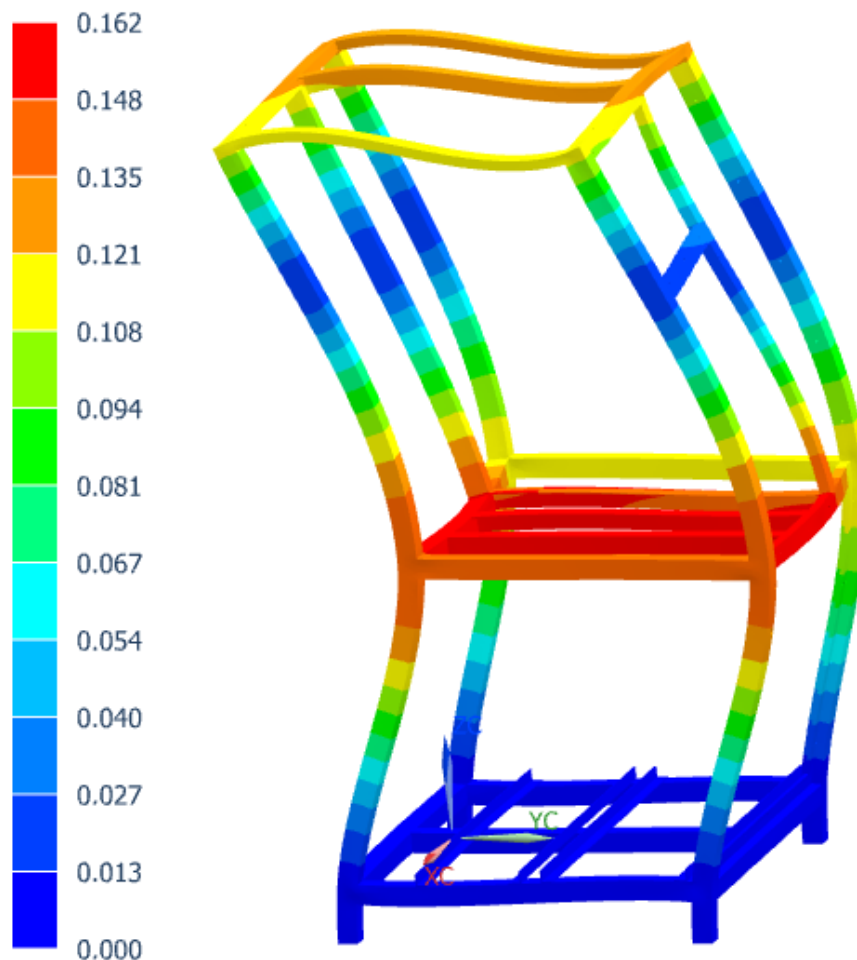
8.2.1 VÝPOČET VLASTNÍ FREKVENCE RÁMU

Cílem výpočtu vlastní frekvence rámu bylo ověřit, že vlastní frekvence rámu se neshoduje s provozními otáčkami. Provozní otáčky v pracovním rozsahu 2000 až 4000 ot/min odpovídají vlastní frekvenci v rozsahu 33 až 66 Hz.

Materiál rámu:	Ocel 11375
Poissonovo číslo:	$\mu = 0.3$
Hustota:	$\rho = 7829 \text{ kg/m}^3$
Modul pružnosti materiálu v tahu:	$E = 2,0694 \cdot 10^5 \text{ MPa}$

Po vytvoření sítě byly použity 3D čtyřstěny s mezi uzlem o velikosti strany 20mm. Rámu byly na styčných plochách s podlahou odebrány všechny stupně volnosti. Síti byly přiřazeny materiálové vlastnosti odpovídající materiálu rámu.

Výsledek ram_standuN_fem2_sim1 : Solution 1
Subcase - Eigenvalue Method 1, Režim 4, 52.174 Hz
Posuv - Uzlový, Hodnota
Min : 0.000, Max : 0.162, Jednotky = mm
Deformace : Posuv - Uzlový Hodnota



Obrázek 22- Tvar vlastních kmitů pro 52.174 Hz.

Z výsledků simulace je zřejmé že 4. vlastní frekvence dosahuje hodnot v pracovním rozsahu zkušebního zařízení. Proto byl rám upraven, tak aby došlo ke zvýšení čtvrté vlastní frekvence mimo pracovní rozsah, tedy nad 66Hz. Pro úpravu byl použit tvar vlastního kmitu čtvrté vlastní frekvence.

Výsledky vlastních frekvencí:

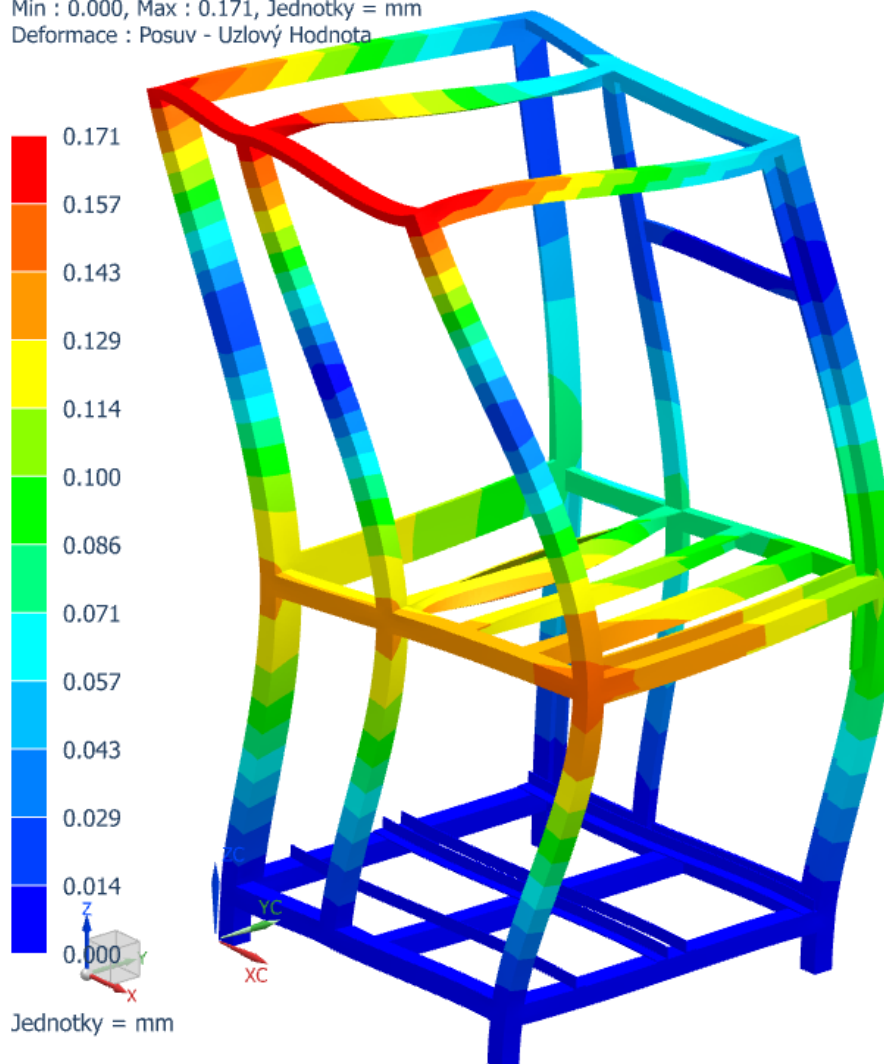
Pořadí vlastní frekvence	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Frekvence [Hz]	17.274	22.107	26.928	52.174	65.580	73.888	81.605	103.719

Tabulka 3- Hodnoty vlastních frekvencí pro neupravený rám

Úprava rámu:

Zvýšením vlastní frekvence dosáhneme tak, že zvýšíme tuhost ve směru deformace vlastního kmitu rámu. Proto byl profil z horní části rámu protažen až do spodní části a ke krajním vzpěrám byly ve směru deformace umístěny žebra o šířce 30mm.

Výsledek ram_standuN_sim5 : Solution 1
Subcase - Eigenvalue Method 1, Režim 4, 65.182 Hz
Posuv - Uzlový, Hodnota
Min : 0.000, Max : 0.171, Jednotky = mm
Deformace : Posuv - Uzlový Hodnota



Obrázek 23 – Tvar vlastních kmitů upraveného rámu pro 65Hz

Výsledky vlastních frekvencí:

Pořadí vlastní frekvence	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Frekvence [Hz]	22.705	25.061	29.106	65.182	67.023	72.515	83.800	108.492

Vyhodnocení:

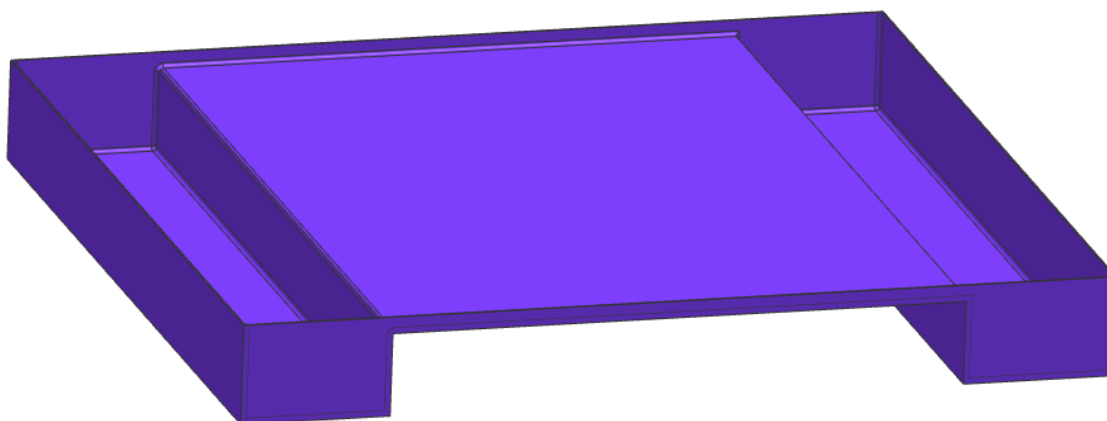
Přidáním žebér a prodloužením profilů se podařilo zvýšit 4. vlastní frekvenci na hodnotu 65.182 Hz. Nebyla tak překročena požadovaná hodnota 66Hz, ale přesto je vypočtená hodnota brána jako vyhovující. Výsledná hodnota vlastních frekvencí celého zkušebního zařízení bude ovlivněna osazením všech komponentů, připevněním rámu odkapové vany a oplechováním celého zkušebního zařízení.

8.2.2 NÁVRH VANY

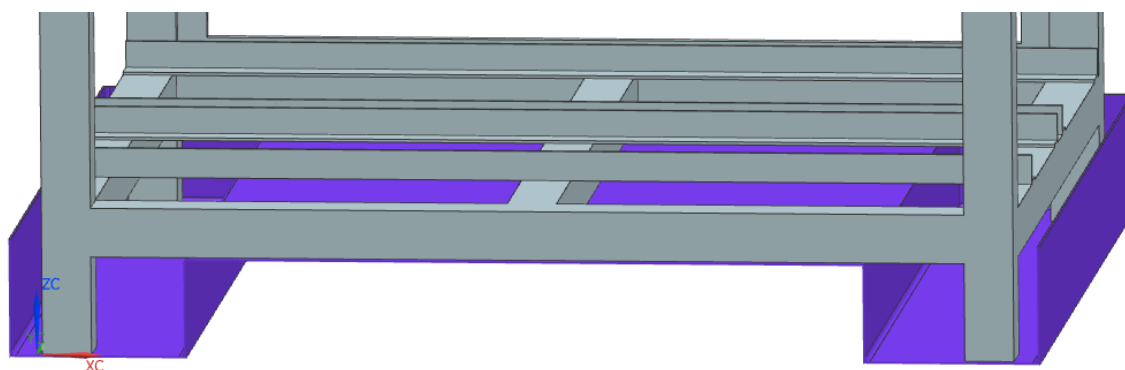
Vana slouží pro zachycení pracovní kapaliny, která by mohla unikat ze zkušebního zařízení vlivem netěsností, nebo při poruše některé z komponent.

Je navržena jako svařenec ohýbaných nerezových plechů. Vnitřní objem vany je dostatečně veliký, tak aby byla schopna pojmout všechnu pracovní kapalinu z nádrže.

V přední straně vany je vytvořen otvor, který bude umožňovat manipulaci se zkušebním zařízením pomocí paletového vozíku. Rozměry otvoru odpovídají rozměrům otvoru v europaletě. Výška otvoru také odpovídá spodní části rámu tak, aby při zvednutí zkušebního zařízení nedošlo k deformaci vany.



Obrázek 24 - Vana



Obrázek 25 - Umístění rámu ve vaně

8.3 NÁVRH HYDRAULICKÉHO OBVODU

Na základě požadovaných vlastností dle rozšířeného zadání musí hydraulický obvod obsahovat komponenty:

Pro zajištění tlaku na vstupu do ROV musí obvod obsahovat hydraulické čerpadlo, pro řízení tlaku hydraulický obvod musí obsahovat ventil konstantního tlaku, kterým bude možné nastavit požadovanou hodnotu tlaku, ve stavu kdy bude uzavřen škrtkovací ventil se bude přes ventil konstantního tlaku vracet přebytečný průtok oleje zpět do nádrže.

Pro měření tlaku a teploty na vstupu do regulátoru musí hydraulický obvod obsahovat snímač teploty a snímač tlaku. Pro umožnění měření bez elektronického měření bude hydraulický obvod obsahovat i manometr.

Pro měření tlaku a teploty na výstupu do regulátoru musí hydraulický obvod obsahovat snímač teploty a snímač tlaku. Pro umožnění měření bez elektronického měření bude hydraulický obvod obsahovat i manometr.

Pro zajištění upevnění bude ROV připojen na produktovou přírubu, která bude zhotovena podle normy AND20010. Na přírubu bude vyveden pohon od motoru. Motor bude připojen bez převodu otáček. Pro zjištění otáček na pohonu bude na pohonu umístěn snímač otáček.

Požadovaná teplota kapaliny bude zajišťována pomocí chladiče a topné spirály. Nečistoty budou odstraněny pomocí průtokového filtru.

Pro možnost zaškrcení průtoku na výstupu musí být na hydraulickém obvodu umístěn škrtkovací ventil.

Měření průtoku bude zajištěno pomocí průtokoměru. Průtokoměr bude umístěn za škrtkovací ventil, aby sníženo riziko poškození vysokým tlakem.

Měření úniků (průtoku) bude do odměrného válce, nebo umístěním průtokoměru na vstup do ROV.

8.3.1 NÁVRH HYDRAULICKÉHO SCHÉMATU

Při návrhu schématu hydraulické okruhu bylo využito schématu stávajícího zkušebního zařízení, které bylo upraveno podle zadání. Ze znalostí výhod a nevýhod stávajícího řešení byly navrženy úpravy částí hydraulického schématu. Navržené varianty jsou kombinací následujících úprav.

Měření úniků

Jedna z úprav se týká způsobu měření vnitřních úniků z ROV. U stávající varianty se úniky měří do odměrného válce. Tato varianta má několik nevýhod. Jednou z nevýhod je bezpečnost. Při měření dochází k manipulaci s horkou pracovní kapalinou v otevřené nádobě a hrozí riziko popálení. Další nevýhodou je potřebný prostor pro manipulaci s odměrným válcem, výška tohoto prostoru je ovlivněna vzdáleností příruby ROV od nádrže. Další nevýhodou může být přesnost měření. Měření je prováděno manuálně obsluhou zkušebního zařízení. Proto se může lišit doba otevření třicestného ventilu a způsobu odečítání hodnot z odměrného válce.

Jiný způsob jak měřit úniky je umístění průtokoměru do větve s úniky. Tato varianta odstraňuje předchozí nevýhody jako manipulaci s horkou pracovní kapalinou, nebo vnesení nepřesností obsluhou. Nevýhodou této varianty je, že průtokoměru vzniknou tlakové ztráty.

Vlivem vzniku tlakových ztrát by byl ovlivněn způsob, jak bude pracovní kapalina vytékat z ROV a tím by byla ovlivněna jeho správná funkce.

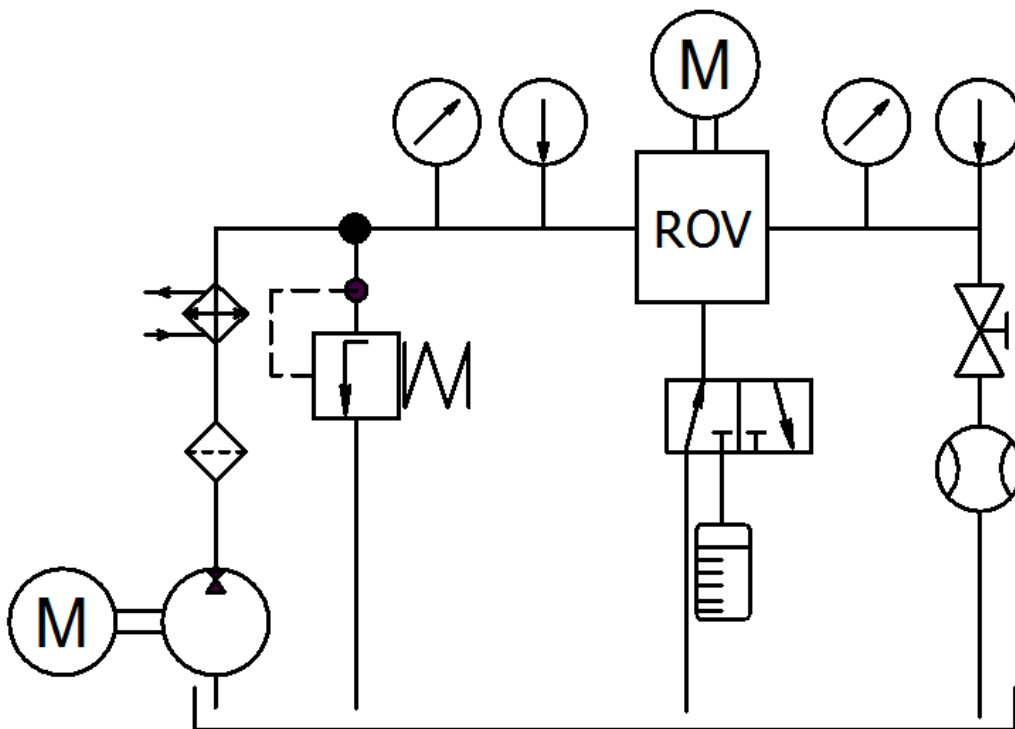
Další variantou jak měřit je umístit průtokoměr do tlakové větve před regulátor vrtule a úniky dopočítávat jako rozdíl mezi vstupním a výstupním průtokem. Tato varianta má nevýhodu v pořizovacích nákladech na průtokoměr.

Umístění chladiče

U stávající varianty je chladič umístěn před vstupem do regulátoru. Nevýhodou tohoto umístění je, že při sepnutí chlazení dochází ke skokové změně teploty pracovní kapaliny na vstupu do regulátoru.

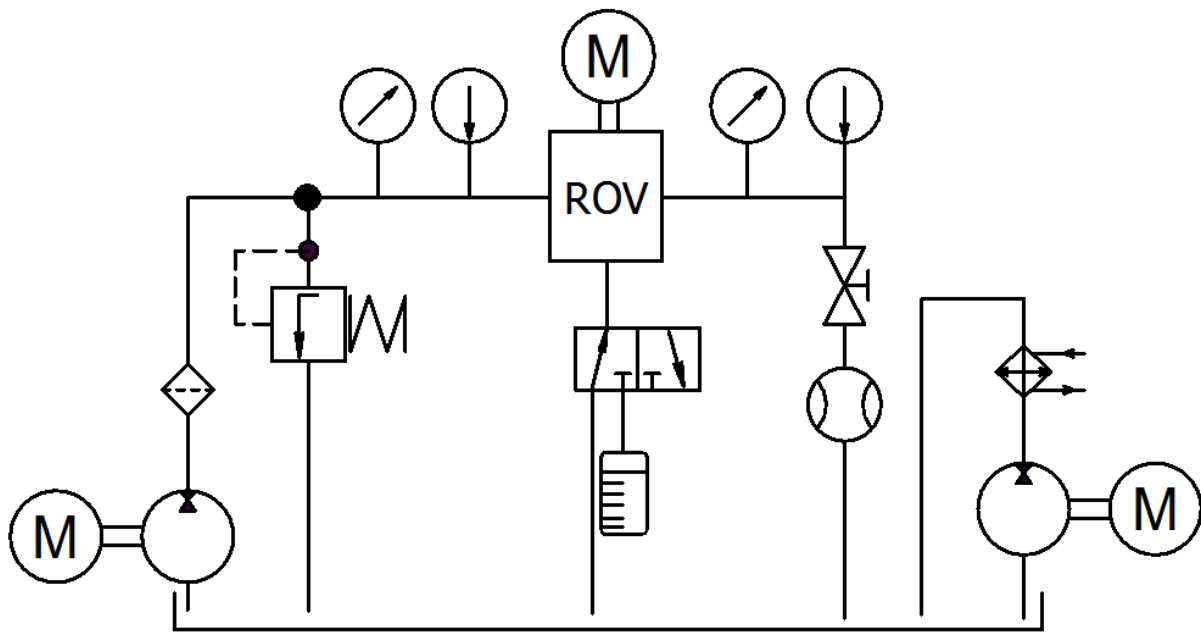
Další variantou chlazení pracovní kapaliny je umístění chladiče do zpětné větve za redukční ventil. Touto větví je neustálý průtok a docházelo by k prochlazení pracovní kapaliny v celém objemu v nádrži a tím i menším teplotním skokům.

Další variantou je vytvoření samostatného chladičského okruhu. Tento způsob chlazení má výhodu v tom, že by nedocházelo ke skokovým změnám teploty na vstupu do ROV. Další výhodou je možnost chlazení v průběhu nefunkčnosti hlavního okruhu a možnosti využití chladičského okruhu pro nucenou cirkulaci kapaliny v nádrži. Nevýhodou tohoto řešení je zvýšení pořizovacích nákladů z důvodů nutnosti zakoupení oběhového čerpadla.



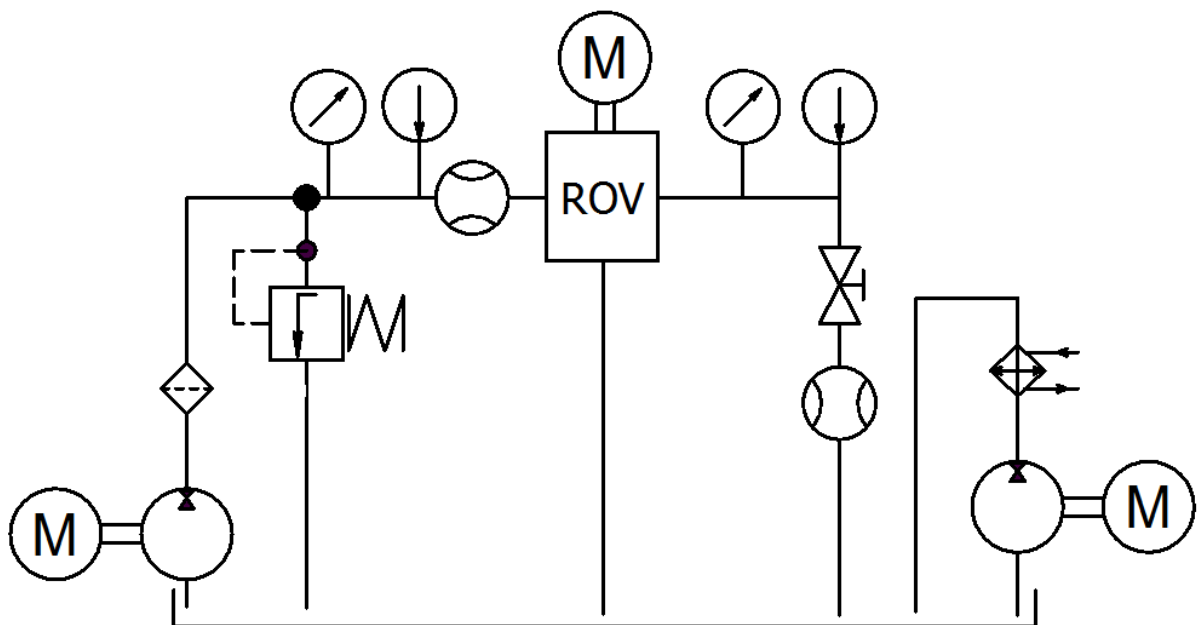
Obrázek 26 - Hydraulické schéma- Varianta A

Varianta A – tato varianta vychází ze stávajícího zkušebního zařízení. Schéma je upraveno pro stávající zadání.



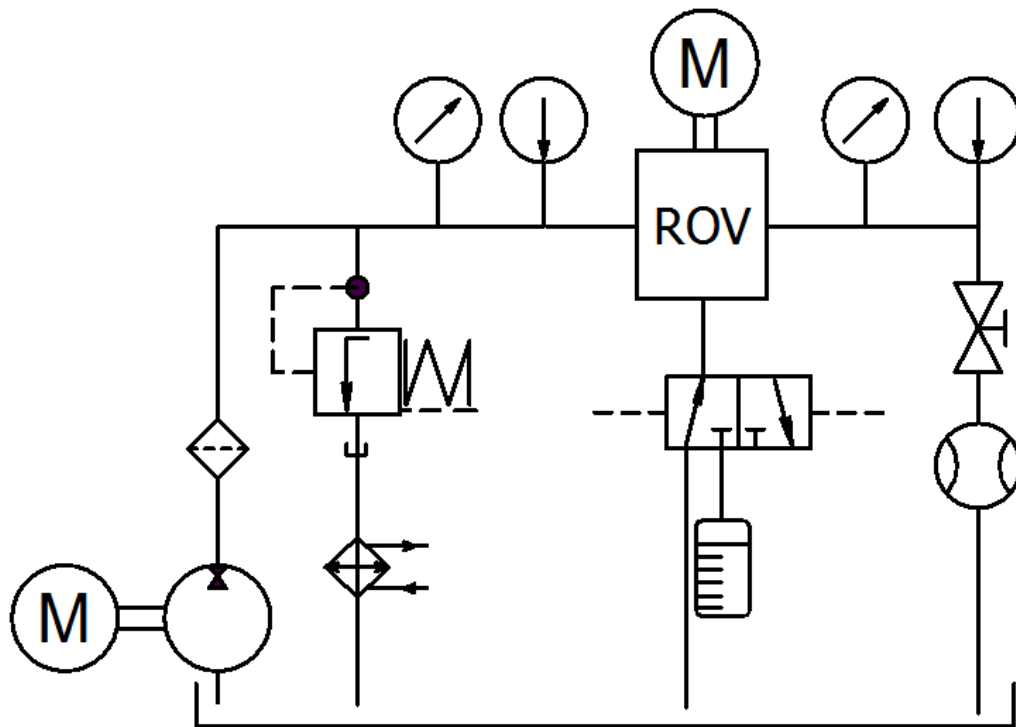
Obrázek 27 - Hydraulické schéma- Varianta B

Varianta B- Tato varianta je podobná variantě A, liší se ve způsobu chlazení pracovní kapaliny. Ve schématu je vytvořen samostatný chladicí okruh.



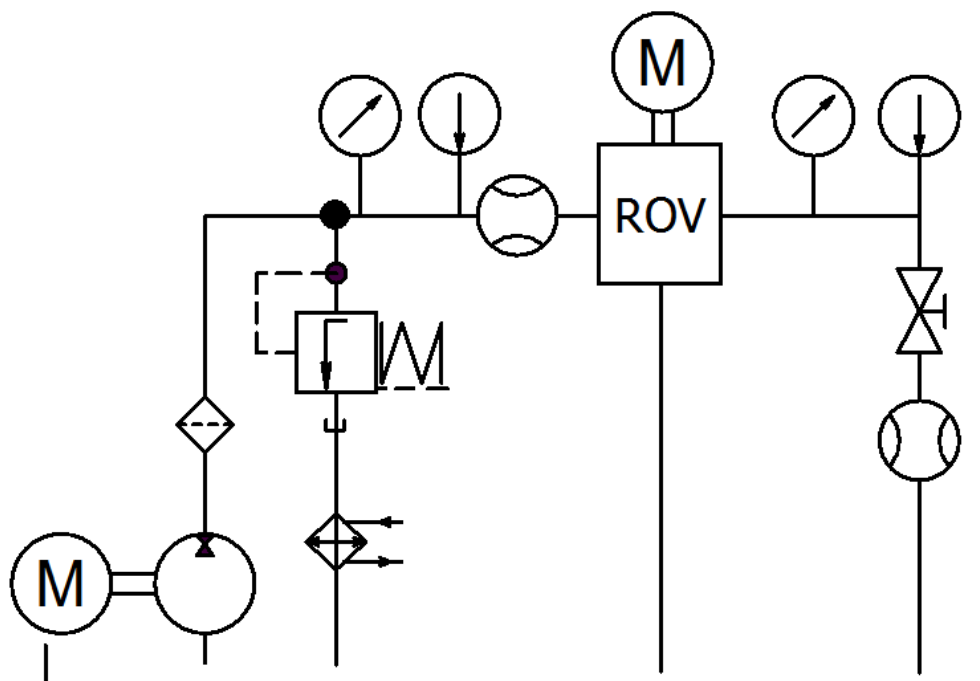
Obrázek 28 - Hydraulické schéma - Varianta C

Varianta C - Toto řešení je podobné variantě B, liší se ve způsobu měření vnitřních úniků. Měření vnitřní úniků by bylo provedeno pomocí dvou průtokoměrů.



Obrázek 29 - Hydraulické schéma- Varianta D

Varianta D – U této varianty je měření úniků provedeno pomocí měření do odměrného válce a chladič je umístěn do zpětné větve hydraulického vedení.



Obrázek 30 – Hydraulické schéma Varianta E

Varianta E – Tato varianta využívá pro měření úniků dva průtokoměry a chladič je umístěn do zpětné větve hydraulického vedení. V této variantě jsou zvoleny nejlepší možnosti měření úniků a chlazení pracovní kapaliny, proto je tato varianta zvolena jako nejlepší.

8.3.2 NÁVRH VEDENÍ

Vedení slouží pro propojení jednotlivých prvků hydraulického obvodu. V nepohyblivých zařízeních, kde vedení nemění svojí polohu, se využívá vedení z ocelových nebo kovových trubek. Trubky jsou spojovány navzájem s tekutinovými prvky pomocí šroubení, přírub a tvarovek. V pohyblivých zařízeních, kde vedení mění svojí polohu, se využívá pohyblivých spojů nebo hadic. [3]

Volba průtokové rychlosti

Pro výpočet průměru je nutné znát také průtokovou rychlost v , kterou lze volit libovolně. Hodnota rychlosti je ovlivněna tlakovými ztrátami a také různými druhy proudění v potrubí. U hydraulických zařízení bude podle specifických podmínek průtoková rychlost v sacím, tlakovém a zpětném vedení. [3]

Sací vedení

Průtoková rychlost $v = 1,5 \text{ m.s}^{-1}$, max 1,8 až 2 m.s^{-1} . Vzhledem ke snížení hlučnosti by rychlost proudění oleje neměla být větší než $0,6 \text{ m.s}^{-1}$

Tlakové vedení

Průtokové rychlosti v v závislosti na tlaku jsou kolem:

Průtokové rychlosti v závislosti na tlaku			
Tlak		Rychlost	
2,5	MPa	≈ 3	m.s^{-1}
do 5	MPa	≈ 4	m.s^{-1}
5 až 10	MPa	5	m.s^{-1}
10 až 20	MPa	6.5	m.s^{-1}

Tabulka 4- Průtokové rychlosti v závislosti na tlaku u tlakového vedení [3]

Vzhledem ke snížení hlučnosti by měla být rychlost oleje v tlakových vedeních a na tlakové straně ventilů větší než 5 m/s . U větších hydraulických zařízení se doporučuje předem zjistit výpočtem tlakové ztráty, aby bylo dosaženo optimální činnosti. Výpočet je vhodný též z hlediska cenového, protože cena trubek a spojovacích částí pro větší rozměry značně vzroste. [3]

Zpětné vedení

Průtoková rychlost má být asi 2 m.s^{-1} a neměla by z důvodu hlučnosti tuto hodnotu překročit. Všechny uvedené hodnoty jsou střední a musí se přizpůsobit skutečným podmínkám. Často se z hlediska jednotnosti volí větší průměr nebo větší tloušťka stěn trubek než odpovídá provoznímu tlaku a průtokové rychlosti, např. u zařízení, která jsou vystavena mechanickému poškození nebo jiným škodlivým vlivům. [3]

Výpočet světlostí vedení

$Q := 25 \frac{L}{min}$	Průtok
$v_{sací} := 1.5 \frac{m}{s}$	Rychlost proudění v sacím vedení
$v_{tlakové} := 5 \frac{m}{s}$	Rychlost proudění v tlakovém vedení
$v_{zpětné} := 2 \frac{m}{s}$	Rychlost proudění ve zpětném proudění
$d_{sací} := \sqrt{\frac{Q \cdot 4}{v_{sací} \cdot \pi}} = 18.806 \text{ mm}$	Světlost sacího vedení
$d_{tlakové} := \sqrt{\frac{Q \cdot 4}{v_{tlakové} \cdot \pi}} = 10.301 \text{ mm}$	Světlost tlakového vedení
$d_{zpětné} := \sqrt{\frac{Q \cdot 4}{v_{zpětné} \cdot \pi}} = 16.287 \text{ mm}$	Světlost zpětného vedení

Výpočet 3 - Výpočet světlosti vedení

Z důvodů jednotnosti a malým délkám vedení, budou všechna vedení o stejné světlosti. Zvolená světlost vedení je 18mm s tloušťkou stěny 1,5mm. Tato hodnota je menší než vypočtená světlost sacího potrubí, ale sací potrubí je velmi krátké, proto bude tato odchylka zanedbána.

Volba druhu vedení

Na navrženém zkušebním zařízení bude využito ohýbaných trubek. Hadice nebyly vybrány z důvodů tlakových ztrát, které vznikají „nafukováním hadic“.

Trubky budou spojovány pomocí hydraulických šroubení se zářezným kroužkem. Při tvarování musí být dodrženy minimální poloměry zahnutí

Ohýbání trubek

Při montáži potrubí se zpravidla nevyhneme ohýbání, jehož provedení je stejně důležité jako správná volba materiálu a rozměrů trubek. Ohyby jsou výhodné proto, že usnadňují montáž s minimálním počtem tvarovek, čímž se sníží možný počet netěsněných míst. Ohyby těsně u tvarovek musí být zhotoveny velmi pečlivě, aby kruhovitost a přímost trubky nebyla porušena. Tlaková ztráta v ohybu je poměrně malá a zanedbatelná u ohybu s velkým poloměrem. Zvrásnění, natahování nebo zploštění trubek podstatně ovlivňuje jejich pevnost. Únavová pevnost ohýbané trubky je menší než u přímé části a tvarové nepravidelnosti přispívají k jejímu dalšímu snížení. [3]

Vnější průměr trubky	R _{min}
10	25
14	40
15	40
16	40
18	50
20	50
22	63
25	68
28	80

Tabulka 5- Doporučené nejmenší poloměry ohybu trubek ohýbaných za studena ohýbacím zařízením

Materiál trubek

Hydraulické trubky jsou vyráběny z nerezové oceli, z oceli se zinkovaným povrchem a z oceli s černěným povrchem. Černěná ocel není odolná proti korozi, proto je tato varianta zamítnuta. Trubky z nerezové oceli jsou příliš drahé, proto byly vybrány ocelové trubky se zinkovaným povrchem.

Materiál trubek	Cena 1m trubky 18x1,5
Ocel/ zinek	162,02 Kč
Ocel/ černé	118,1 Kč
Nerezová ocel	513,1 Kč

Tabulka 6 - Porovnání cen trubek [4]



Obrázek 31- Bezešvé trubky [4]

8.3.3 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VE VEDENÍ

Z důvodů vysokých provozních teplot provedeme kontrolu tepelných ztrát ve vedení.

TEPLO ODVEDENÉ DO OKOLÍ VEDENÍM (POTRUBÍM)

$l_V := 6 \text{ m}$	Délka vedení
$D_V := 22 \text{ mm}$	Vnější průměr vedení
$S_V := \pi \cdot D_V \cdot l_V = 0.415 \text{ m}^2$	Teplosměná plocha vedení
$t_{k1} := 60 \text{ }^\circ\text{C}$	Teplota v nádrži
$t_{k2} := 100 \text{ }^\circ\text{C}$	
$t_{k3} := 150 \text{ }^\circ\text{C}$	
$t_o := 20 \text{ }^\circ\text{C}$	Teplota okolí
$\alpha_1 := 5000 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$	Součinitel přestupu tepla z oleje do stěny trubky (ocel) 200 až 5000
$\alpha_2 := 50 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$	Součinitel přestupu tepla ze stěny trubky (ocel) do okolí 2-50
$\delta := 1.5 \text{ mm}$	Tloušťka stěny trubky
$\lambda := 50 \frac{\text{W}}{\text{K} \cdot \text{m}}$	Tepelná vodivost oceli
$\delta_I := 19 \text{ mm}$	Tloušťka izolace
$\lambda_I := 0.05 \frac{\text{W}}{\text{K} \cdot \text{m}}$	Tepelná vodivost izolace

BEZ IZOLACE

$k_{NI} := \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} = 49.432 \frac{\text{kg}}{\text{s}^3 \cdot \text{K}}$	Součinitel přestupu tepla
$\theta_{V60} := k_{NI} \cdot S_V (t_{k1} - t_o) = 819.951 \text{ W}$	Odvedené teplo při 60°C
$\theta_{V100} := k_{NI} \cdot S_V (t_{k2} - t_o) = 1639.902 \text{ W}$	Odvedené teplo při 100°C
$\theta_{V150} := k_{NI} \cdot S_V (t_{k3} - t_o) = 2664.841 \text{ W}$	Odvedené teplo při 150°C

Výpočet 4 – Tepelné ztráty ve vedení bez izolace

Z výsledků je vidět, že tepelné ztráty téměř dosahují výkonu topných spirál umístěných v nádrži (3000W). Velké tepelné ztráty by způsobily velmi pomalý ohřev na požadované teploty, nebo nemožnost jejich dosažení.

S IZOLACÍ

$$k_{NI} := \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{\delta_I}{\lambda_I} + \frac{1}{\alpha_2}} = 2.499 \frac{\text{kg}}{\text{s}^3 \cdot \text{K}}$$

Součinitel přestupu tepla

$$\theta_{VI60} := k_{NI} \cdot S_V (t_{k1} - t_o) = 41.445 \text{ W}$$

Odvedené teplo při 60°C

$$\theta_{VI100} := k_{NI} \cdot S_V (t_{k2} - t_o) = 82.89 \text{ W}$$

Odvedené teplo při 100°C

$$\theta_{VI150} := k_{NI} \cdot S_V (t_{k3} - t_o) = 134.697 \text{ W}$$

Odvedené teplo při 150°C

Výpočet 5 - Tepelné ztráty ve vedení s izolací

Při porovnání tepelných ztrát s izolací 134,7 W a bez izolace 2664,8 W je vidět, že bylo dosaženo velkých úspor na energii. Dalším pozitivem je, že tepelné ztráty ve vedení nezahřívají okolní prostory a tím nezhoršují pracovní podmínky pro odsluhu stroje.

8.3.4 IZOLACE POTRUBÍ

Z důvodů velkých tepelných ztrát bylo rozhodnuto, že na hydraulické vedení bude nasazena tepelná izolace.

Byla vybrána izolace vyrobená ze syntetického kaučuku (EPDM) tvořená uzavřenými buňkami, bez přísad PVC a látek nebezpečných pro ozonovou vrstvu. Je měkká, ohebná a UV odolná. Dlouhodobě snáší teploty do 175°C, krátkodobě 230°C. [5]



Obrázek 32 - Tepelná izolace potrubí [5]

8.3.5 NÁVRH CHLADIČE

V hydraulickém okruhu bude teplo vznikat od topných těles, v čerpadlech a třením v kapalině. Při vyšší teplotě než je požadovaná teplota by měla být topná tělesa vypnuta. Teplo vznikají vlivem tření v kapalině a vlivem tření o vedení zanedbáme. Nejvíce tepla bude vznikat v čerpadlech jako ztráty na hydraulickém výkonu.

VÝPOČET ZTRÁTOVÝCH VÝKONŮ ČERPADEL

$\eta_{z\check{c}} := 75\%$	Účinnost zubových čerpadel
$Q := 25 \frac{l}{min}$	Maximální průtok čerpadlem
$p_{D\check{c}} := 600 \text{ kPa}$	Maximální tlak na výstupu z DČ
$p_{ROV} := 6 \text{ MPa}$	Maximální tlak na výstupu z ROV
$P_{D\check{c}} := \frac{Q \cdot p_{D\check{c}}}{\eta_{z\check{c}}} = 333.333 \text{ W}$	Výkon na hřídeli čerpadla DČ
$P_{ZD\check{c}} := P_{D\check{c}} \cdot (1 - \eta_{z\check{c}}) = 83.333 \text{ W}$	Ztrátový výkon DČ
$P_{ROV} := \frac{Q \cdot p_{ROV}}{\eta_{z\check{c}}} = 3.333 \text{ kW}$	Výkon na hřídeli čerpadla ROV
$P_{Zrov} := P_{ROV} \cdot (1 - \eta_{z\check{c}}) = 833.333 \text{ W}$	Ztrátový výkon ROV
$P_{CELK} := P_{Zrov} + P_{D\check{c}} = 1.167 \text{ kW}$	Celkový ztrátový výkon

Výpočet 6 - Výpočet ztrátového výkonu čerpadel

Výpočtem bylo zjištěno, že celkový ztrátový výkon je 1.167kW. Předpokládáme, že tyto ztráty se přemění na teplo. Proto musí být zvolen chladič o minimálním chladičím výkonu 1.167kW.

Pro chlazení kapaliny byl vybrán deskový výměník, který bude umístěn v hydraulickém okruhu. Jako chladičím médium bude využit centrální rozvod chladičím vody.

Typ: B5x20

Chladičím výkon: 3kW



Obrázek 33 - Deskový chladič SWEPE

8.3.6 NÁVRH FILTRU

Pro zajištění požadované čistoty pracovní kapaliny je v hydraulickém okruhu umístěn tlakový filtr. Na filtru je umístěn snímač, který se sepne, když dojde ke zvýšení tlakové ztráty a tím k zanesení filtrační vložky. Požadovaná jemnost filtrace je $30\mu\text{m}$.

Typ [6]: D 042-158/DG042-01 M

Parametry:

Jmenovitý průtok [l/min]:	44
Tlakový ztráta [bar]:	0,5
Jemnost filtrace [μm]:	16



Obrázek 34 - Tlakový filtr D 042-158/DG042-01 M [6]

8.3.7 NÁVRH PRŮTOKOMĚRU

Průtokoměr slouží pro měření průtoku pracovní kapaliny před a za ROV. Do hydraulického okruhu bude připojen přes hydraulickou kostku.

Typ [7]: VC 0,2 K4PK

Měřicí rozsah [l/min] 0.2 až 30

Přesnost[%]: 0,5

Maximální provozní teplota[°C]: +220



Obrázek 35- Zubový průtokoměr [7]

8.3.8 NÁVRH ŠKRTÍCÍHO VENTILU

Škrticí ventil slouží k regulaci průtoku na výstupu z regulátoru do hydraulického okruhu je připojen pomocí hydraulické kostky.

Typ [8]: ST21A-B2

Maximální průtok[l/min]: 140

Maximální tlak [bar]: 350



Obrázek 36- Škrticí ventil ST21A-B2 [8]

8.3.9 NÁVRH PŘEPOUŠTĚCÍHO VENTILU

Přepouštěcí ventil slouží pro nastavení požadovaného tlaku na vstupu do regulátoru vrtule. Dále má také pojistnou funkci a hlídá, aby nedošlo k překročení maximálního tlaku v kruhu.

Typ [6]:	VPP1-06
Maximální průtok [l/min]:	50
Maximální tlak[bar]:	320



Obrázek 37 – Přepouštěcí ventil – VPP1-08 [6]

8.3.10 NÁVRH DOPRAVNÍHO ČERPADLA

Požadavky na dopravní čerpadlo jsou dodávat pracovní kapalinu o požadovaném průtoku a požadovaném tlaku do regulátoru vrtule.

Požadovaný tlak:	600 kPa
Požadovaný průtok:	25 l/min
Maximální pracovní teplota:	160°C
Pracovní kapalina:	olej

Na stávajícím zkušebním zařízení je jako dopravní čerpadlo použito samonasávací čerpadlo sigma určené pro čerpání vody do teploty 90°C. Čerpadlo je poháněno motorem o výkonu 2,2kW. Z důvodů použití oleje jako pracovní kapaliny je provazcová ucpávka nahrazena mechanickou. S mechanickou ucpávkou je čerpadlo možné použít k čerpání olejů do max. kinematické viskozity 37mm²/s



Obrázek 38- ČERPADLO SIGMA [6] [9]

Parametry čerpadla

Výtlak:	58m (590 kPa)
Průtok:	1,15 l/s (69l/min)
Výkon elektromotoru:	2,2kW
Maximální otáčky:	1440 ot/min
Max pracovní teplota:	90°C

Alternativou pro stávající čerpadlo by bylo použití zubového čerpadla vyrobeného ve firmě JIHOSTROJ. Z katalogu výrobce bylo vybráno zubové čerpadlo typu T3 o objemu 20cm³. Toto čerpadlo svými parametry výrazně přesahuje požadované parametry. Z toho důvodu by bylo možné čerpadlo provozovat při nižších otáčkách, při kterých by dosahovalo menší úrovně hluku. Při použití těsnění VITON je možné použití i při požadovaných teplotách. Výhodou je, že při využití tohoto čerpadla by bylo možné celé zkušební zařízení používat jako zkušební zařízení pro omezovače otáček vrtule.

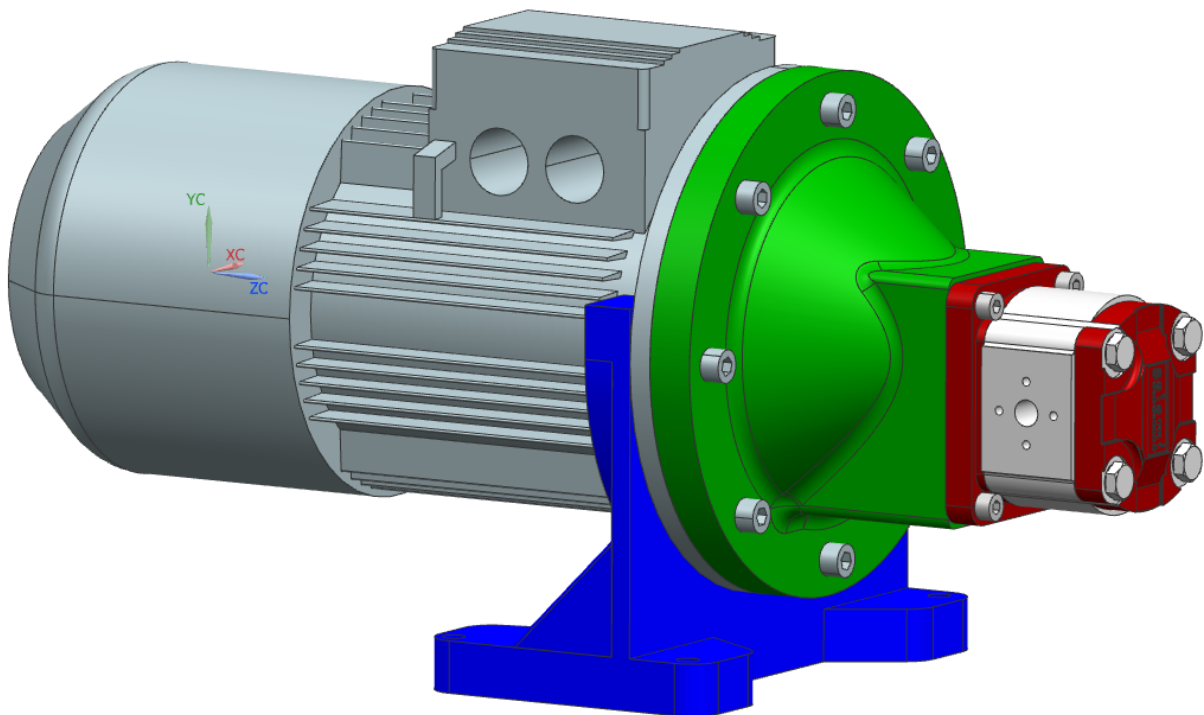
Parametry čerpadla T3 o objemu 20cm³ [10]

Tlak:	250 bar (při 3000 ot/min)
Průtok:	60 l/min (při 3000 ot/min)
Maximální otáčky:	4000 ot/min

Elektromotor byl zvolen podle rozměrů připojovací příruby. Těmto rozměrům odpovídá asynchronní elektromotor o výkonu 3kW. Výkon elektromotoru pro potřebné účely bude více než dostačující.



Obrázek 39- Hydraulické zubové čerpadlo T3 vyráběné v JIHOSTROJ [10]



Obrázek 40- Sestava dopravního čerpadla

Z důvodů možnosti využití čerpadla při vyšších teplotách a možnosti rozšíření možnosti měření je zvoleno zubové čerpadlo. Sestava čerpadla se bude skládat ze zubového čerpadla příruby, přírubového elektromotoru, spojky a montážní patky. Otáčky elektromotoru budou řízeny pomocí měniče frekvence.

8.4 NÁVRH NÁDRŽE

Nádrž je jednoduchý prvek hydraulického obvodu, který je důležitý pro správnou funkci celého obvodu. Musí splňovat řadu požadavků, nejdůležitějším požadavkem je schopnost pojmut celý objem nádrže, umožnit nalévání, vylévání, kontrolu objemu a jakosti pracovní kapaliny. Dále musí umožnit uklidnění kapaliny, umožnění zbavení usazenin a pohlčeného vzduchu, který zhoršuje kvalitu pracovní kapaliny. Nádrž musí umožnit držet požadovanou teplotu pracovní kapaliny na požadované hodnotě. [3]

8.4.1 POŽADAVKY NA KONSTRUKCI NÁDRŽE

- Umožnit měření teploty v nádrži
- Umožnit měření hladiny
- Výstup kapaliny
- Vstup kapaliny z ROV
- Vstup kapaliny z úniků ROV
- Vstup kapaliny od ventilu konstantního tlaku
- Umožnit nalévání a vypouštění kapaliny
- Umožnit ohřev kapaliny na požadovanou teplotu
- Umožnit cirkulaci kapaliny v nádrži
- Ohřev v co nejkratší době
- Chlazení
- Odsávání par z nádrže

8.4.2 VÝPOČET PARAMETRŮ NÁDRŽE

Objem nádrže – Nádrž musí pojmut všechnu kapalinu, potřebnou pro činnost obvodu, Umožnit svou konstrukcí doplňování a vypouštění kapaliny, čištění nádrže a kontrolu stavu hladiny. V ustáleném provozním režimu udržovat teplotu kapaliny na požadované hodnotě. [11]

Pro výpočet objemu nádrže byl použit vztah uvedený v literatuře. [11]

$$V_N := 2 \text{ až } 4 \sum Q_g$$

V_N – je vypočtený objem nádrže

$\sum Q_g$ – je součet všech průtoků všech hydrogenerátorů

$$V_N := 2 \cdot Q_g$$

$$Q_g := 25 \frac{l}{min}$$

$$V_N = 50 \text{ l}$$

Výpočet 7 - Výpočet objemu nádrže

Protože hodnota průtoku hydromotorem je maximální a skutečná průměrná hodnota bude nižší, byla hodnota rozsahu 2-4 zvolena 2.

$$V_{Nc} := V_N \cdot 1.1$$

$$V_{Nc} = 55 \text{ l}$$

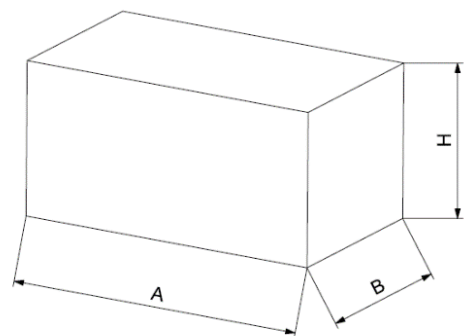
Výpočet 8 - Výpočet objemu nádrže

Aby bylo umožněno tzv. dýchání nádrže z důvodů objemové roztažnosti kapaliny při změně její teploty.

Rozměry nádrže – délka nádrže A je zvolena podle délky topné spirály. Vybraná topná spirála o výkonu 1000W má délku 580mm. Šířka nádrže B je zvolena jako polovina délky tedy 300mm. Výška H je dopočtena tak aby byl splněný vypočtený objem nádrže.

Rozměr	Hodnota[mm]
A	600
B	300
H	350

Tabulka 7 – Rozměry nádrže



Obrázek 41 - Rozměry nádrže

8.4.3 VOLBA KOMPONENT NÁDRŽE

8.4.3.1 Topné těleso

Toto topné těleso je určeno pro ohřev olejů, které nenapadají jeho ocelový plášť. Povrchová teplota je volena tak, aby nenastávalo karbonizování oleje. Za provozu musí být topné těleso ponořeno až po hlavici v oleji, po celou dobu ohřevu. Teplota a množství oleje, do kterého je topné těleso ponořeno, musí být takové, aby teplota tělesa nepřestoupila bod vzplanutí, snížený o 10 °C. Přípustný provozní tlak je 0,6 MPa. [12]



Obrázek 42- topné těleso pro ohřev oleje TYP 4409 [12]

Parametry zvoleného tělesa [12]:

Typ 4409

Napětí: 230V

Výkon: 1000W

Délka: 580mm

Povrchový výkon: 0,8W/cm²

8.4.3.2 Termostat a termostatická jímka

Termostat slouží k odstavení topných spirál v případě, že dojde k poruše na regulaci topení a k překročení nastavené teploty na termostatu. Typ termostatu byl zvolen, tak aby mohl pracovat v požadovaném rozsahu teplot. Termostat je uložen v termostatické jímce, která odpovídá zvolenému typu termostatu.

Parametry zvoleného termostatu [13]:

Typ TH 141

Regulační rozsah [°C] 100-200

Délka stonku 303mm

Diference spín. teploty[K] 1 až 10



Obrázek 44-Termostat [13]



Obrázek 43 - Termostatická jímka [13]

8.4.3.3 Teploměr

Teploměr slouží k měření přesné teploty v nádrži. Naměřené údaje slouží pro regulaci teploty pracovní kapaliny v nádrži a pro zobrazování na elektrickém řídicím panelu.

Parametry teploměru [14]:

Typ Pt100

Měřící rozsah [°C]: -0 až +200

Délka sensoru: 20 mm



Obrázek 45- Teploměr TP100 [14]

8.4.3.4 Snímač hladiny

Snímač hladiny slouží pro kontrolu stavu hladiny v nádrži, pokud by došlo ke snížení stavu hladiny v nádrži vlivem úniku kapaliny, dojde k odstavení zkušebního zařízení.

Parametry snímače hladiny [15]:

RW-015 HKL

Maximální pracovní teplota [°C]:

200



Obrázek 46 - Snímač hladiny [15]

8.4.3.5 Tepelná izolace

Tepelná izolace je zvolena z důvodů snížení energetických ztrát z nádrže. Pro tento účel izolace byly zvoleny izolační desky z minerálních vláken Isover FireProtect 150. Izolační desky mají výborné tepelně izolační vlastnosti a schopnost zvukové pohltivosti. Izolaci je možné dělit ostrým nožem.

Parametry izolace: Isover FireProtect 150

Tloušťka: 25mm

Tepelná vodivost při 150°C: $0,053 \text{ J} \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

Nejvyšší provozní teplota: 700°C



Obrázek 47 - Izolace Isover FireProtect 150 [16]

8.4.4 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT Z NÁDRŽE

Vlivem tepelných ztrát z nádrže při vysokých pracovních teplotách by mohlo dojít ke stavu, kdy bude odvod tepla z nádrže roven výkonu topných spirál a tím i k zastavení růstu teploty na požadovanou hodnotu. Pro výpočty byly použity vztahy uvedené v literatuře. [3] Z důvodů neznámosti přesných hodnot součinitelů přestupu tepla jsou zvoleny koeficienty přestupů tepla pro nejhorší možné pracovní podmínky. Tepelné ztráty jsou spočítány pro teploty 60, 100 a 150°C.

VÝPOČET TEPLA ODVEDENÉHO NÁDRŽÍ DO OKOLÍ PŘI TEPLOTÁCH 60°C 100°C A 150°C

$$a := 600 \text{ mm}$$

$$b := 300 \text{ mm}$$

$$h := 350 \text{ mm}$$

Délka nádrže

Šířka nádrže

Výška nádrže

$$S_N := 1.8 (a + b) \cdot h + 1.5 a \cdot b = 0.837 \text{ m}^2$$

Teplosměnná plocha nádrže

$$t_{k1} := 60 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_{k2} := 100 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_{k3} := 150 \text{ }^\circ\text{C}$$

Teplota v nádrži

$$t_o := 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

Teplota okolí

$$\alpha_1 := 5000 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

Součinitel přestupu tepla z oleje do stěny nádrže (ocel) 200 až 5000

$$\alpha_2 := 50 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

Součinitel přestupu tepla ze stěny nádrže (ocel) do okolí 2-50

$$\delta := 3 \text{ mm}$$

Tloušťka stěny

$$\lambda := 50 \frac{\text{W}}{\text{K} \cdot \text{m}}$$

Tepelná vodivost oceli

$$k_N := \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} = 49.358 \frac{\text{kg}}{\text{s}^3 \cdot \text{K}}$$

Součinitel prostupu tepla z oleje přes stěnu do okolí

$$\theta_{N60} := k_N \cdot S_N (t_{k1} - t_o) = 1.653 \text{ kW}$$

Odvedené teplo vedením

$$\theta_{N100} := k_N \cdot S_N (t_{k2} - t_o) = 3.305 \text{ kW}$$

$$\theta_{N150} := k_N \cdot S_N (t_{k3} - t_o) = 5.371 \text{ kW}$$

VÝPOČET TEPLA VYSÍLANÉHO DO OKOLÍ

$$\beta_1 := \frac{\left(\frac{273 \text{ }^\circ\text{C} + t_{k1}}{100}\right)^4 - \left(\frac{273 \text{ }^\circ\text{C} + t_o}{100}\right)^4}{t_{k1} - t_o} = 25.394 \text{ K}^3 \quad \text{Teplotní součinitel}$$

$$\beta_2 := \frac{\left(\frac{273 \text{ }^\circ\text{C} + t_{k2}}{100}\right)^4 - \left(\frac{273 \text{ }^\circ\text{C} + t_o}{100}\right)^4}{t_{k2} - t_o} = 27.25 \text{ K}^3$$

$$\beta_3 := \frac{\left(\frac{273 \text{ }^\circ\text{C} + t_{k3}}{100}\right)^4 - \left(\frac{273 \text{ }^\circ\text{C} + t_o}{100}\right)^4}{t_{k3} - t_o} = 29.733 \text{ K}^3$$

$$C := 5.5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}^4} \quad \text{Součinitel sálání}$$

$$\theta_{NS60} := \beta_1 \cdot C \cdot S_N \cdot (t_{k1} - t_o) = 4.676 \text{ W} \quad \text{Vysílané teplo nádrží}$$

$$\theta_{NS100} := \beta_2 \cdot C \cdot S_N \cdot (t_{k1} - t_o) = 5.018 \text{ W}$$

$$\theta_{NS150} := \beta_3 \cdot C \cdot S_N \cdot (t_{k1} - t_o) = 5.475 \text{ W}$$

Výpočet 10 – Tepelné ztráty sáláním [17]

Z výše uvedených výpočtů je patrné, že tepelné ztráty vlivem sálání jsou v porovnání s vedením velmi malé a proto je zanedbáme. Tepelné ztráty vlivem vedení jsou naopak velké a je zřejmé, že pomocí topných spirál o celkovém výkonu 3000W by nebylo možné dosáhnout požadovaných pracovních teplot. Z toho důvodu bylo rozhodnuto, že bude nádrž zaizolována. Pro izolaci nádrže bude použita tepelná izolace uvedená výše.

VÝPOČET TEPLA ODVEDENÉHO NÁDRŽÍ S IZOLACÍ DO OKOLÍ PŘI TEPLOTÁCH 60°C, 100°C
A 150°C

$$k_N := 17 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Součinitel prostupu tepla z oleje
přes stěnu do okolí

$$t_{k1} := 60 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{k2} := 100 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{k3} := 150 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Teplota v nádrži

$$t_o := 20 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Teplota okolí

$$\alpha_1 := 5000 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Součinitel přestupu tepla z oleje do
stěny nádrže (ocel) 200 až 5000

$$\alpha_2 := 50 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Součinitel přestupu tepla ze stěny
nádrže (ocel) do okolí 2-50

$$\delta := 3 \text{ mm}$$

Tloušťka stěny nádrže

$$\lambda := 50 \frac{W}{K \cdot m}$$

Tepelná vodivost oceli

$$\delta_I := 25 \text{ mm}$$

Tloušťka izolace

$$\lambda_I := 0.037 \frac{W}{K \cdot m}$$

Tepelná vodivost izolace
ISOVER FIRE PROTECT 150

$$k_N := \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{\delta_I}{\lambda_I} + \frac{1}{\alpha_2}} = 1.437 \frac{kg}{s^3 \cdot K}$$

Součinitel prostupu tepla z oleje
přes stěnu do okolí

$$\theta_{NI60} := k_N \cdot S_N (t_{k1} - t_o) = 48.108 \text{ W}$$

Odvedené teplo vedením

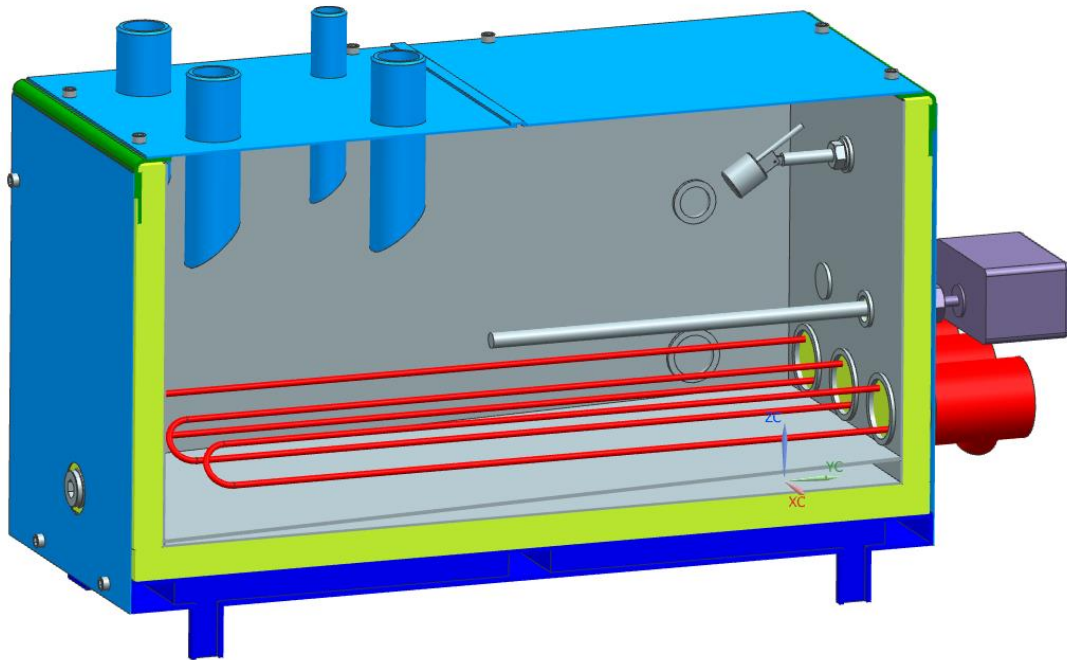
$$\theta_{NI100} := k_N \cdot S_N (t_{k2} - t_o) = 96.216 \text{ W}$$

$$\theta_{NI150} := k_N \cdot S_N (t_{k3} - t_o) = 156.351 \text{ W}$$

Výpočet 11- Tepelné ztráty vedením u nádrže s izolací [17]

Z Výpočet 11 je vidět že došlo k výraznému poklesu tepelných ztrát při použití izolace. U 150°C je pokles z 5371W na 156W což je velký rozdíl.

8.4.5 VLASTNÍ ŘEŠENÍ NÁDRŽE



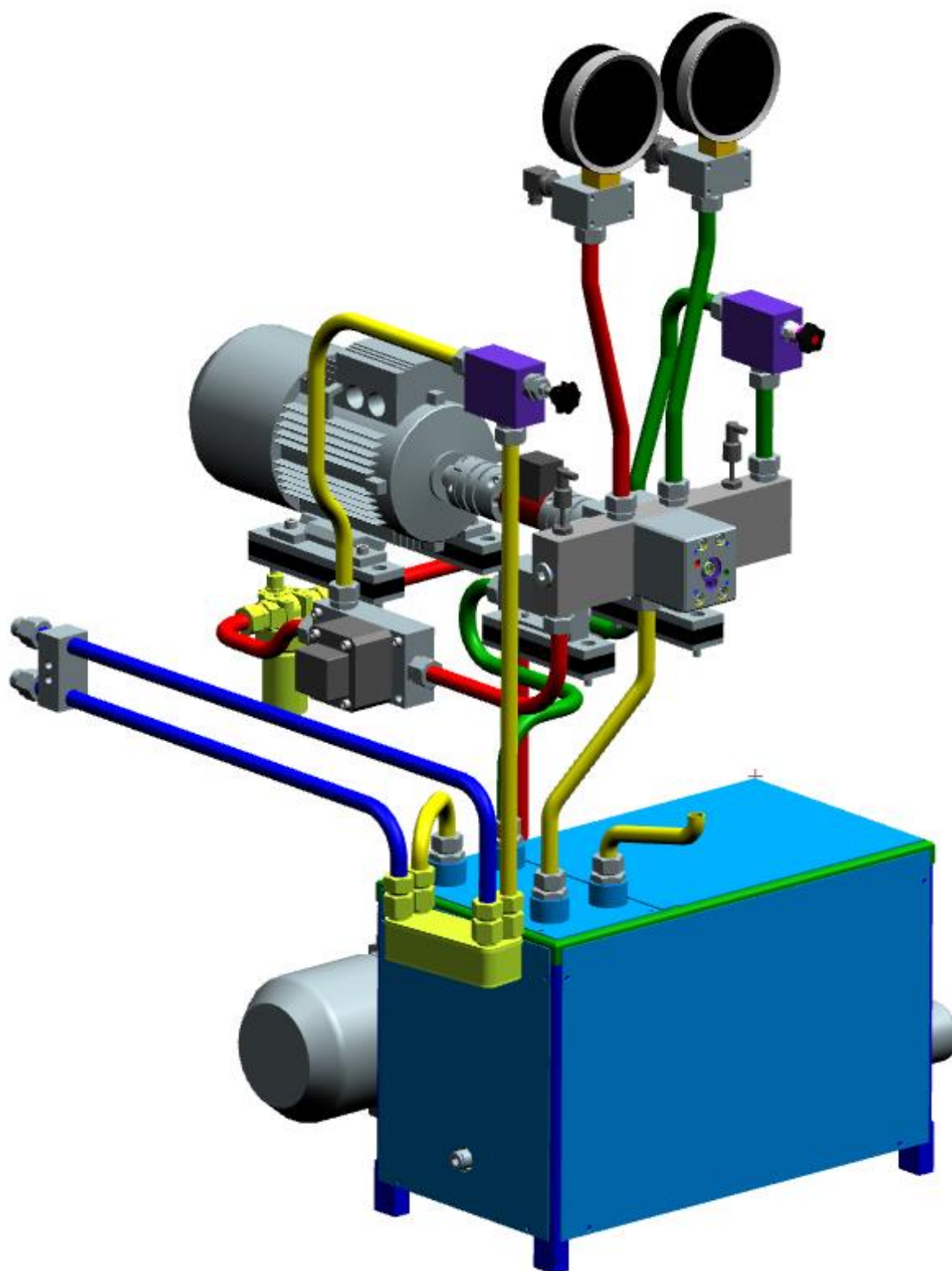
Obrázek 48 – Sestava nádrže

Vnitřní plášť nádrže je navržen jako svařenec z nerezového plechu. Do nádrže jsou navařeny příruby pro připojení potřebných komponent. Nádrž má nakloněné dno o $1,5^\circ$, tak aby se nečistoty obsažené v oleji shromažďovaly v nejnižším bodě nádrže poblíž výpustného otvoru. Výpustný otvor je zaslepen hydraulickou zátkou. Pro udržování potřebné teploty kapaliny jsou v nádrži umístěny tři topné spirály o výkonu $3 \times 1000\text{W}$. Snímání teploty oleje je zajištěno pomocí teploměru a hlídáno termostatem. Pokles hladiny pracovní kapaliny je kontrolován snímačem hladiny. Celá nádrž je umístěna v rámu, který je vyroben ze svařovaných profilů. Mezi rám a nádrž je umístěna tepelná izolace, která snižuje tepelné ztráty a zároveň vymezuje prostor mezi nádrží a rámem. Vstup do nádrže je zajištěn pomocí čtyř trubek, které jsou navařeny ve víku. Trubky mají zaříznuté konce pod úhlem 45° , aby při průtoku pracovní kapaliny trubkou docházelo k sjednocení proudu u stěny trubky a tím ke snížení obsahu vzduchu v pracovní kapalině. Výstup pracovní kapaliny z nádrže je pomocí příruby umístěné na boku nádrže. Výstup je umístěn co nejdále od vstupních trubek, tak aby bylo umožněno co největší promísení a k odvzdušnění oleje.

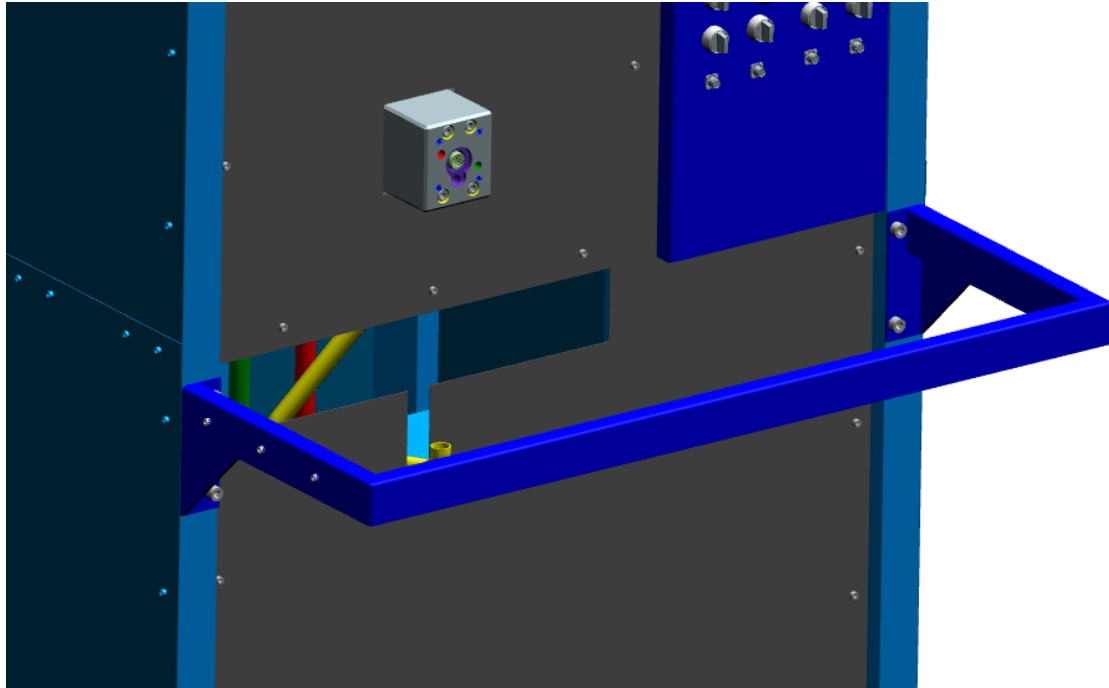
9 VLASTNÍ ŘEŠENÍ ZKUŠEBNÍHO ZAŘÍZENÍ



Obrázek 49 - Návrh zkušebního zařízení – pohled zepředu



Obrázek 50- Návrh zkušebního zařízení - bez rámu a plechování



Obrázek 51 - Detail- rám odkapové vany

Zkušební zařízení bylo složeno z částí navržených v předchozích částech této práce.

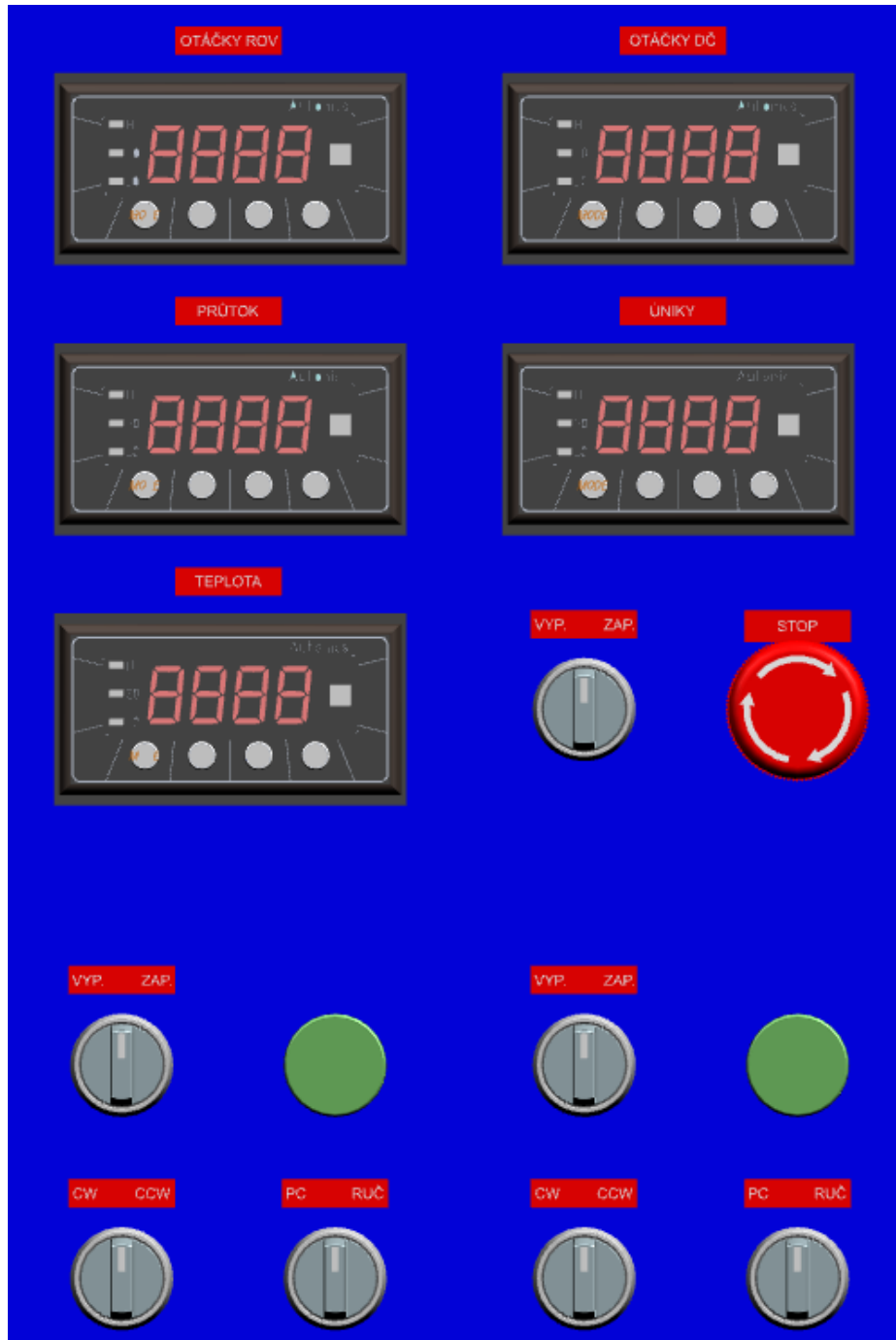
Na rám zkušebního zařízení byla připevněna odkapová vana, která slouží pro zachycování úniků pracovní kapaliny vznikajících při montáži a demontáži ROV, také může sloužit jako odkládací plocha. Odkapová vana má svůj rám, který je jednoduše připevněn, tak aby bylo možné odkapovou vanu demontovat a přisunout například teplotní komoru.

Celé zkušební je zakrytováno plechy, které mají z vnitřní strany nalepenou zvukovou izolaci pro snížení hladiny intenzity zvuku. Na bočních plechách a na zadním plechu jsou vytvořeny větrací mřížky, aby byla umožněna výměna vzduchu ve zkušebním zařízení a tím se zabránilo přehřívání vnitřních prostor.

Ovládání zkušebního zařízení bude probíhat pomocí elektrického ovládacího panelu a pomocí škrťacího a přepouštěcího ventilu. Měřené parametry budou zobrazeny na manometrech, nebo na displejích elektrického ovládacího panelu.

Veškeré elektrické zařízení bude umístěno za elektrický ovládací panel, kde je pro tento účel ponechán prostor.

9.1 ELEKTRICKÝ OVLÁDACÍ PANEL



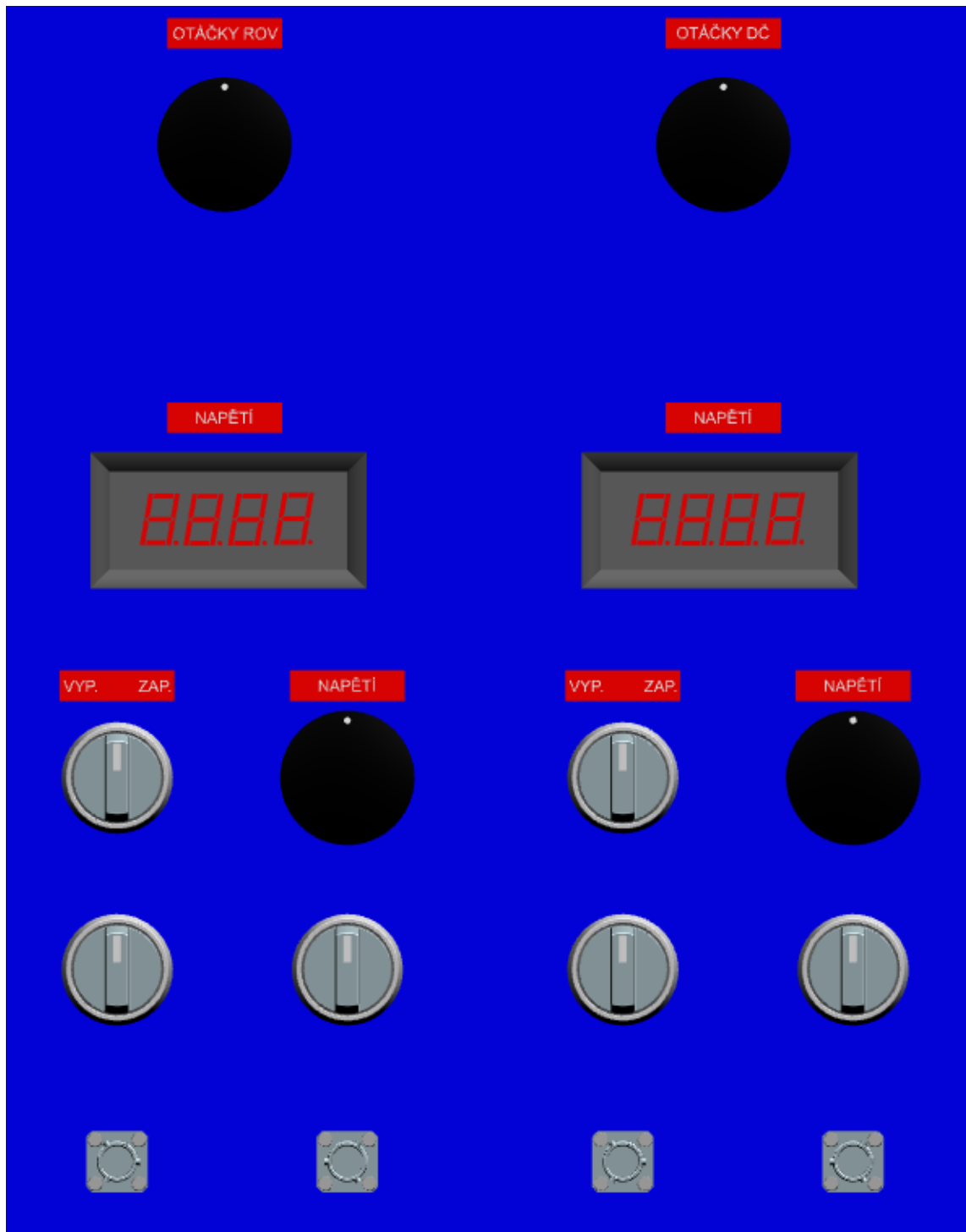
Obrázek 52- Elektrický ovládací panel - horní část

Elektrický ovládací panel bude sloužit pro ovládání zkušebního zařízení a pro nastavování pracovních podmínek. Na displejích na elektrickém panelu jsou zobrazeny hodnoty otáček hlavního pohonu a dopravního čerpadla. Dále je zde zobrazena hodnota průtoků a vnitřních úniků. Další zobrazovanou hodnotou je teplota pracovní kapaliny v nádrži. Pomocí tlačítek umístěných na displeji bude možné měnit požadované hodnoty teploty pracovní kapaliny.

Na elektrickém panelu je umístěn spínač celého zkušebního zařízení a také tlačítko pro okamžité vypnutí stroje. Pomocí dalších spínačů jsou spínány jednotlivé motory, určován směr otáčení a způsob řízení. Zapnutý stav signalizuje zelené světlo.

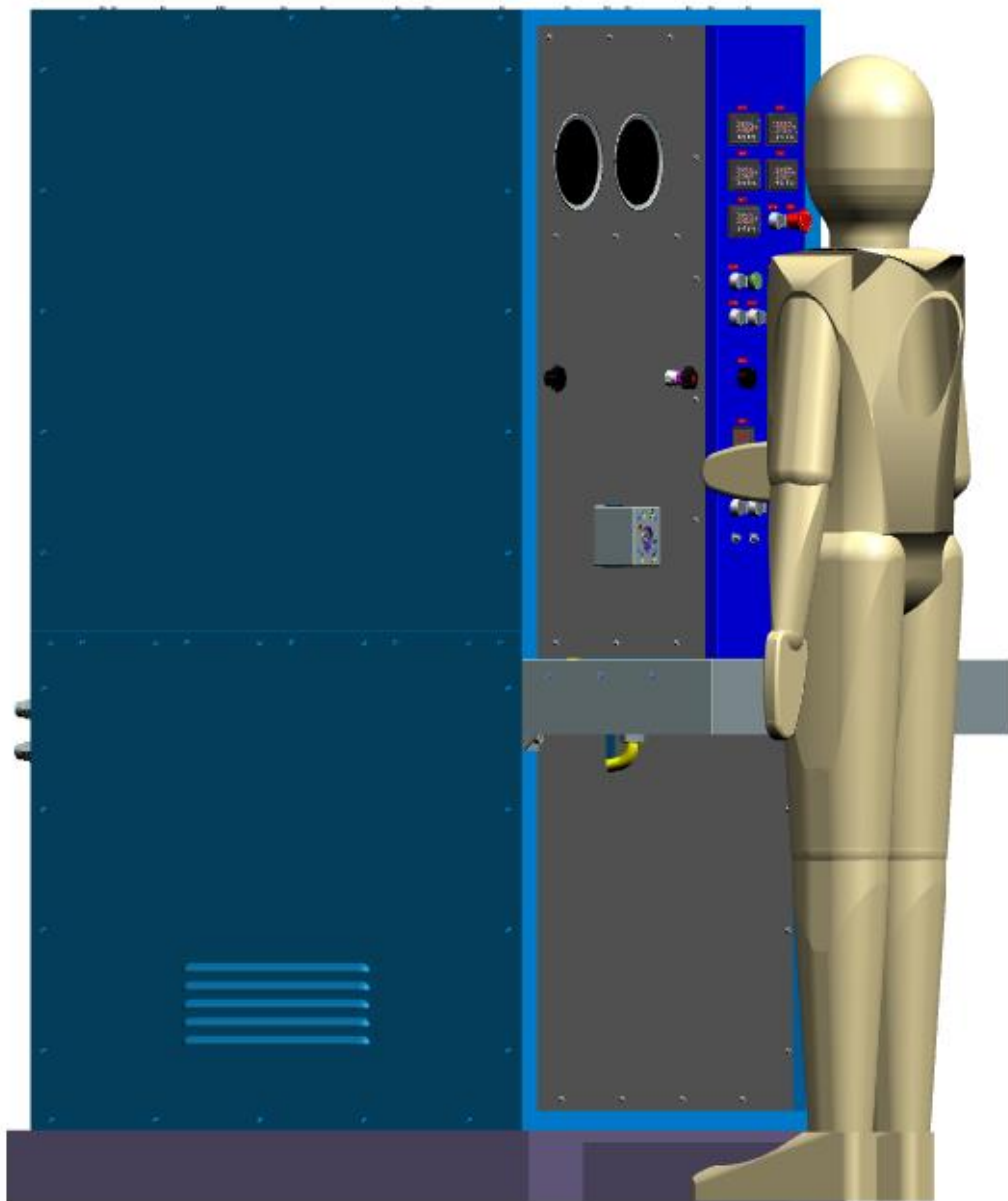
Na spodní části elektrického ovládacího panelu jsou umístěny dva potenciometry pro řízení otáček motorů.

Dalšími prvky umístěnými na elektrickém panelu jsou ovládací prvky pro dva zdroje napětí. Každý ze zdrojů je možné ovládat nezávisle. Zdroje je možné vypnout a zapnout. Potenciometrem nastavit požadovanou hodnotu napětí zobrazovanou na displeji. Výstup ze zdrojů je zajištěn pomocí konektorů, které je možné nezávisle na sobě spínat a vypínat.



Obrázek 53 - Elektrický ovládací panel - dolní část

9.2 ERGONOMIE



Obrázek 54 - Zkušební zařízení s postavou 185cm

Z důvodů ergonomie práce bylo zkušební zařízení porovnáno s lidskou postavou. Zvolená postava má výšku 185 cm a má ruku ohnutou v lokti. Cílem návrhu zkušebního zařízení bylo navrhnout zkušební zařízení tak, aby prvky, které budou kontrolovány pohledem, byly umístěny ve výšce očí. A prvky ovládané rukama byly umístěny nadosah ruky.

Prvky kontrolované pohledem jsou displeje umístěné na elektrickém ovládacím panelu a manometry na zkušebním zařízení.

Prvky ovládané rukama jsou: ROV, produktová příruba, škrticí ventil, potenciometry pro řízení otáček hlavního pohonu.

10 ZAPOJENÍ ELEKTRICKÝCH PRVKŮ

Elektro výzbroj zkušebního zařízení se skládá z následujících částí:

Elektro výzbroj zkušebního zařízení je připojena přes hlavní 3P jistič 63A C a hlavní stykač 3P 63A sloužící k centrálnímu zapínání pomocí tlačítka START a vypínání zkušebního zařízení pomocí centrálního bezpečnostního tlačítka STOP.

Asynchronní Elektromotor SIEMENS 1LE1002-1BA2, 4kW,2930ot/min

Elektromotor je v patkovém provedení s dodatečným vyvážením do 5000 ot/min. Elektromotor je jištěn 3 pólovým jističem 20A C a jeho vinutí je zapojeno do trojúhelníka. Elektromotor je dále vybaven inkrementálním snímačem otáček umístěném na krytu ventilátoru elektromotoru. Elektromotor je určen k pohonu ROV v rozsahu otáček 0-5000 ot/min.

Frekvenční měnič MICROMASTER 440 4.0kW + EMC tlumivky

Frekvenční měnič slouží k plynulé regulaci otáček Asynchronního motoru SIEMENS 1LE1002-1BA2, 4kW. Frekvenční měnič je zapojen, tak aby bylo možné řídit otáčky pohonu v ručním režimu pomocí potenciometru připevněného na řídicí panel, nebo pomocí externího řídicího napětí 0-10V z PC. Volba řízení otáček frekvenčního měniče je vybírána pomocí přepínače umístěného na řídicím panelu. Dále je možno volit přepínačem na panelu směr otáčení CW/CCW.

Asynchronní Elektromotor SIEMENS 1LE1002-1AA4, 3kW,2835ot/min

Elektromotor je v přírubovém provedení s dodatečným vyvážením do 5000 ot/min. Elektromotor je jištěn 3 pólovým jističem 16A C a jeho vinutí je zapojeno do trojúhelníka. Elektromotor je dále vybaven inkrementálním snímačem otáček umístěném na krytu ventilátoru elektromotoru. Elektromotor je určen k pohonu dopravního čerpadla v rozsahu otáček 0-5000 ot/min.

Frekvenční měnič MICROMASTER 440 3.0kW + EMC tlumivky

Frekvenční měnič slouží k plynulé regulaci otáček Asynchronního motoru SIEMENS 1LE1002-1AA4, 3kW,2835ot/min. Frekvenční měnič je zapojen, tak aby bylo možné řídit otáčky pohonu v ručním režimu pomocí potenciometru připevněného na řídicí panel, nebo pomocí externího řídicího napětí 0-10V z PC. Volba řízení otáček frekvenčního měniče je vybírána pomocí přepínače umístěného na řídicím panelu. Dále je možno volit přepínačem na panelu směr otáčení CW/CCW.

Panelový programovatelný čítač impulzů /měřič kmitočtu OM 601UQC

K zobrazení a registraci otáček pohonů do PC je určen univerzální 6 místný programovatelný čítač impulzů/měřič kmitočtu Orbit Merret OM 601UQC. Tento přístroj převádí kmitočtový výstup z inkrementálních snímačů otáček na zobrazovanou hodnotu na ukazateli s převodem na ot/min a proudovou smyčku 4-20mA určenou pro registraci do PC.

K měření průtoků oleje přes ROV jsou použity zubové průtokoměry KRACHT VC 0,4. Jejich výstupem je kmitočet odpovídající průtoku. K zobrazení a registraci průtoků a úniků přes ROV je určen univerzální 6 místný programovatelný čítač impulzů/měřič kmitočtu Orbit Merret OM 601UQC. Tento přístroj převádí kmitočet z průtokoměrů na zobrazovanou hodnotu na ukazateli s převodem na l/h (l/min). Pro měření úniků přístroj provádí rozdíl kmitočtů mezi dvěma vstupy (A-B). Pro registraci do PC převádí přístroj kmitočet na proudovou smyčku 4-20mA.

4 místný univerzální panelový PID regulátor OM402PID

K zobrazení a regulaci teploty oleje v nádrži je určen 4 místný univerzální panelový PID regulátor OM402PID. Přístroj převádí odpor z teplotního snímače PT100 na zobrazovanou hodnotu v °C. Dále dvoustavově reguluje teplotu oleje v nádrži pomocí teplotních spirál ovládaných stykače. Požadovaná hodnota teploty se nastavuje pomocí tlačítek na přístroji.

11 NÁKLADY NA MATERIÁL

Konstrukce nádrže	Množství	Cena za kus	Cena položky
Nádrž	1	10000	10000
Rám	1	2000	2000
Plech	1	1500	1500
Izolace	1	150	150
Spojovací materiál	1	500	500
Dílčí součet			14150

Konstrukce štanu + hydraulika	Množství	Cena za kus	Cena položky
Rám štanu	1	25000	25000
Podstavec štanu	1	5000	5000
Krytování	1	6000	6000
Odkapová vana	1	8000	8000
Dopravní čerpadlo	1	3500	3500
Filtr	1	3400	3400
Chladič	1	3200	3200
Redukční ventil	1	1500	1500
Trubkování	6	162	972
Zvuková izolace	7	900	6300
tepelná izolace	6	161	966
Měřicí kostka	1	2000	2000
Ložiskový domek	1	2000	2000
Dílčí součet			67838

Snímače	Množství	Cena za kus	Cena položky
Teploměr PT100	3	1000	3000
Proudový převodník pro PT 100	3	850	2550
Termočlánek	1	500	500
Proudový převodník pro termočlánek	1	1990	1990
Hladinomě	1	3950	3950
Termostat	1	759	759
Termostatická jímka	1	100	100
Průtokoměr	2	35000	70000
Tlakový snímač 0-600kPa	1	5000	5000
Tlakový snímač 0-6MPa	1	5000	5000
Manometr 0-600 kPa	1	1000	1000
Manometr 0-6 MPa	1	1000	1000
Měřič krouticího momentu	1	110000	110000
Dílčí součet			204849

Pohon	Množství	Cena za kus	Cena položky
Asynchronní motor 4kW	1	5130	5130
Asynchronní motor 3kW	1	4773	4773
Frekvenční měnič 4 kW	1	25000	25000
Frekvenční měnič 3 kW	1	23500	23500
Dílčí součet			58403

Regulace zdroje	Množství	Cena za kus	Cena položky
PID regulátor	1	6000	6000
Zdroj pro EMV	2	10000	20000
Topná spirála	3	2000	6000
Dílčí součet			32000

Příslušenství	Množství	Cena za kus	Cena položky
Skříň pohonů	1	20000	20000
Skříň elektroinstalace	1	10000	10000
Přístroje, vypínače, kabeláž	1	60000	60000
Osazení skříní	1	40000	40000
Dílčí součet			194000

Pc vybavení	Množství	Cena za kus	Cena položky
Počítač	1	9000	9000
klávesnice a myš	1	500	500
Dotykový monitor	1	20000	20000
PCA-8688	1	8200	8200
PCA-7428CS	1	7600	7600
OPT-830B	1	12800	12800
PCE-1601	1	1700	1700
CAB-2512X	1	200	200
CAB-2511/2	1	200	200
OPT-25A	1	1100	1100
OPT-25D	1	550	550
OPT-09	1	660	660
CAB-0911/2	1	200	200
Dílčí součet			62710

Celkové náklady na materiál

633 950

Tabulka 8 - Tabulka celkových nákladů

U položek které budou vyráběny, je uveden přibližný odhad ceny za materiál vynásobený 2,5.

Pro porovnání nákladů může posloužit nabídka na stejné zařízení se stejným zadáním od firmy MBtech. Porovnáním kalkulací zjistíme, že pořizovací cena zkušebního zařízení od firmy MBtech je přibližně pěti násobně vyšší než pořizovací náklady na materiál a přístroje.

Kalkulace MODULŮ	Cena CZK
Konstrukce mechanické a hydraulické části	267.520,-
Komponenty mechanické	58.263,-
Komponenty hydraulické	109.762,-
Optimalizovaný hydraulický okruh – nový agregát	110.238,-
Konstrukce elektrické a elektronické práce včetně licence SW	757.270,-
Elektromotory, měniče, bezpečnostní prvky atd.	143.527,-
Sensory	257.091,-
HW – Rack, zdroje atd.	1.067.977,-
Výpočty proudění – chladiče (základní výpočet + 2 smyčky)	196.625,-
Výpočty pevnostní – rám stolice	99.880,-
Výroba	41.336,-
Ostatní - Služby	46.182,-
Ostatní – Podpora	86.240,-

Tabulka 9 – Kalkulace nákladů od společnosti MBtech

Kalkulace VARIANT	Cena CZK
Varianta A	2.835.168,-
Varianta B	2.945.406,-
Varianta C	3.031.793,-
Varianta D	3.131.673,-

Tabulka 10 - Celková kalkulační firma MBtech

12 ZÁVĚR

Cílem práce bylo, navrhnout zkušební zařízení pro regulátor otáček vrtule typu P-ABC-XY. Požadavkem bylo dosáhnout odstranění nedostatků stávajícího ZZ a vylepšení jeho funkčnosti. Práce byla omezena pouze zadanými podmínkami, při kterých je ROV na ZZ provozován.

Na začátku práce byla vytvořena krátká rešerše o historii zadavatelské firmy Jihostroj a.s. se sídlem ve Velešíně. Při zpracovávání rešerše bylo zjištěno, že tato firma má velmi bohatou historii a také bohatý výrobní program, kdy se od výroby nábytkových pantů dostala až k výrobě leteckých komponent. Velkým dílem je o to zasloužil Ing. Antonín Železný.

Dále obsah této práce pokračuje seznámením s regulátorem otáček vrtule typu P-ABC-XY. Tento ROV má několik typů, které jsou rozděleny podle rotace vstupního hřídele, směru otáčení páky na víku přístroje a způsobu změny tlaku na výstupu z přístroje. Seznámením se způsobem zkoušení a seřizování jednotlivých parametrů. A konečně také se stávajícím ZZ.

U stávajícího ZZ byly odhaleny jednotlivé části zařízení, jeho nevýhody a nedostatky. Jeden z nedostatků se díky zapůjčení měřícího zařízení podařilo změřit. Změřením bylo zjištěno, že hluchost ZZ je příliš vysoká, a proto by bylo dobré se jí u nového ZZ snažit co nejvíce snížit.

Návrh nového ZZ začal tím, že byly navrženy varianty hydraulických okruhů a poté vybrána nejvhodnější varianta. Při návrhu jednotlivých komponent byly komponenty prověřovány jednoduchými výpočty a porovnáním se stávající variantou.

Při návrhu rámu byl využit MKP výpočet vlastní frekvence. Díky možnosti zobrazení tvaru vlastních kmitů bylo možné zvýšení tuhosti a tím i k posunutí vlastní frekvence mimo požadovaný rozsah.

Dále byly požitý jednoduché výpočty pro odvod tepla z částí zkušebního zařízení. Jejich zaizolováním došlo k výraznému snížení energetické náročnosti. Pro každou část zkušebního zařízení byl nutný výběr správných komponent, tak aby splňovali požadované parametry.

Na závěr návrhu bylo navržené ZZ porovnáno s lidskou postavou, tak aby bylo ověřeno, všechny ovládací a zobrazovací komponenty jsou umístěny na správných místech.

Při porovnání nově navrženého řešení ZZ a stávajícího ZZ, můžeme říci, že by měly být odstraněny všechny nedostatky, které stávající ZZ má.

Při porovnání nového ZZ s konkurencí musíme říci, že konkurenční ZZ dosahuje lepšího vzhledu. To může být ovlivněno určením ZZ pro jiný přístroj. Více parametrů se nepodařilo zjistit.

13 BIBLIOGRAFIE

- [1] „Jihostroj: O nás,“ Jihostroj a.s., [Online]. Available: <http://www.jihostroj.com/>. [Přístup získán 6 říjen 2015].
- [2] i. Bauer, „Overspeed Governor Test Stand,“ <http://www.contactcrucial.com/>, [Online]. Available: <http://www.bauerct.net/product/propeller-overspeed-governor/>. [Přístup získán 3. Listopad 2015].
- [3] I. J. Pivoňka, Tekutinové mechnismy, Praha: SNTL, 1987.
- [4] „Kovaz hydraulika a pneumatika,“ [Online]. Available: <http://www.kovaz.cz/hydraulicke-trubky-bezesve-c251/>. [Přístup získán 18 5 2016].
- [5] „Regulus produkty,“ [Online]. Available: <http://www.regulus.cz/cz/izolace-tloustka-19-mm-1-ks-2-m>. [Přístup získán 18 5 2016].
- [6] „Argo hytos,“ [Online]. Available: <http://www.argo-hytos.com/cz/vyrobky/ridici-a-regulacni-technika/skrtrici-ventily/st21a-b2.html>. [Přístup získán 18 5 2016].
- [7] „Kracht.eu Zahnrad-Durchflussmesser VC,“ [Online]. Available: <http://kracht.eu/produktportfolio/durchflussmessung/zahnrad-durchflussmesser-vc/>. [Přístup získán 2016 5 18].
- [8] „Argo Hytos škrtrící ventily,“ [Online]. Available: <http://www.argo-hytos.com/cz/vyrobky/ridici-a-regulacni-technika/skrtrici-ventily/st21a-b2.html>. [Přístup získán 2016 5 18].
- [9] „Čerpadlo- čerpadla,“ www.eshop-rychle.cz, [Online]. Available: <http://www.premium-er.cz/cerpadla-ok/eshop/3-1-Povrchova-cerpadla/411-4-CVX-bez-motoru/5/4503-Cerpadlo-SIGMA-32-CVX-100-6-2-LC-000-9-komplet-s-motorem-AKCE>. [Přístup získán 18 5 2016].
- [10] „Zubová čerpadla,“ [Online]. Available: <http://www.jihostroj.com/en/hydraulics/production-program/gear-pumps/>. [Přístup získán 18 5 2016].
- [11] I. R. Kříž a I. P. Vávra, „Strojírenská příručka, svazek 4,“ v *Strojírenská příručka*, Praha, SCIENTIA, spol. s.r.o., 1994, pp. 126-201.
- [12] „<http://www.backer-elektro.cz/>,“ 2014. [Online]. Available: <http://www.backer-elektro.cz/produkty/ohrev-ruznych-oleju>. [Přístup získán 27 únor 2016].
- [13] „www.metra-su.cz,“ 2016. [Online]. Available: <http://www.metra-su.cz/index.php?ID=56>. [Přístup získán 2016 Únor 29].

- [14] „ZPA EKOREG, spol. s r.o.“ carts.cz, [Online]. Available: <http://www.zpaul.cz/blog/wpcproduct/typ-stki/>. [Přístup získán 18 5 2016].
- [15] „JSP SHOP snímače a spínače hladiny,“ Shoptet, [Online]. Available: <http://www.jspshop.cz/snimace-a-spinace-hladiny/greisinger-rwi-015-hkl-hladinovy-spinac/>. [Přístup získán 18 5 2016].
- [16] „ISOVER,“ Saint-Gobain Construction Products CZ a.s., [Online]. Available: <http://www.isover.cz/isover-fireprotect-150>. [Přístup získán 18 5 2016].
- [17] „Tanulky a výpočty,“ Topinfo s.r.o., [Online]. Available: <http://www.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/37-hodnoty-fyzikalnich-velicin-vybranych-kovu>. [Přístup získán 18 5 2016].
- [18] „Wikipedia:Historie společnosti Jihostroj,“ Wikimedia Foundation, 14 2 2015. [Online]. Available: https://cs.wikipedia.org/wiki/Historie_spole%C4%8Dnosti_Jihostroj. [Přístup získán 6 říjen 2015].
- [19] „www.auris-audio.cz,“ 19 3 2016. [Online]. Available: <http://www.auris-audio.cz/kolik-decibelu-skodi>. [Přístup získán 17 Květen 2016].

14 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1- Logo firmy Jihostroj a.s.	6
Obrázek 2- Palivová regulace pro motory typu M601 [1].....	7
Obrázek 3 Regulátor vrtule typu P-ABC-XY	8
Obrázek 4- Příruba regulátoru vrtule.....	9
Obrázek 5- Popis hlavních částí ROV	10
Obrázek 6-Regulátor typu Decrease	11
Obrázek 7 - Regulátor typu Increase	11
Obrázek 8- Stávající zkušební zařízení.....	15
Obrázek 9- Elektrický ovládací panel	16
Obrázek 10- Zvukoměr VOLTCRAFT SL-451.....	18
Obrázek 11- Foto z měření.....	20
Obrázek 12- Zkušební zařízení pro zkoušení regulátorů vrtule firmy Bauer [2].....	21
Obrázek 13 - Umístění regulátoru na zkušební zařízení [2]	22
Obrázek 14 - elektromotor Siemens	25
Obrázek 15 - Místo s nejmenším průřezem	26
Obrázek 16 - Produktová příruba	27
Obrázek 17 – Kanály a díry v produktové přírubě.....	27
Obrázek 18 - Měřicí příruba	28
Obrázek 19 - Ložiskový domek	29
Obrázek 20 - Sestava hlavního pohonu.....	30
Obrázek 21- Rám zkušebního zařízení.....	31
Obrázek 22- Tvar vlastních kmitů pro 52.174 Hz.	32
Obrázek 23 – Tvar vlastních kmitů upraveného rámu pro 65Hz.....	33
Obrázek 24 - Vana.....	34
Obrázek 25 - Umístění rámu ve vaně.....	34
Obrázek 26 - Hydraulické schéma- Varianta A.....	36
Obrázek 27 - Hydraulické schéma- Varianta B.....	37
Obrázek 28 - Hydraulické schéma - Varianta C	37
Obrázek 29 - Hydraulické schéma- Varianta D.....	38
Obrázek 30 – Hydraulické schéma Varianta E”	38
Obrázek 31- Bezešvé trubky [4]	41
Obrázek 32 - Tepelná izolace potrubí [5].....	43
Obrázek 33 - Deskový chladič SWEP	45
Obrázek 34 - Tlakový filtr D 042-158/DG042-01 M [6]	45
Obrázek 35- Zubový průtokoměr [7].....	46
Obrázek 36- Škrticí ventil ST21A-B2 [8]	46
Obrázek 37 – Přepouštěcí ventil – VPP1-08 [6]	47
Obrázek 38- ČERPADLO SIGMA [6] [9]	48
Obrázek 39- Hydraulické zubové čerpadlo T3 vyráběné v JIHOSTROJ [10]	49
Obrázek 40- Sestava dopravního čerpadla.....	49
Obrázek 41 - Rozměry nádrže	51
Obrázek 42- topné těleso pro ohřev oleje TYP 4409 [12].....	52
Obrázek 43 - Termostatická jímka [13].....	53
Obrázek 44-Termostat [13].....	53

Katedra konstruování strojů

Martin Staněk

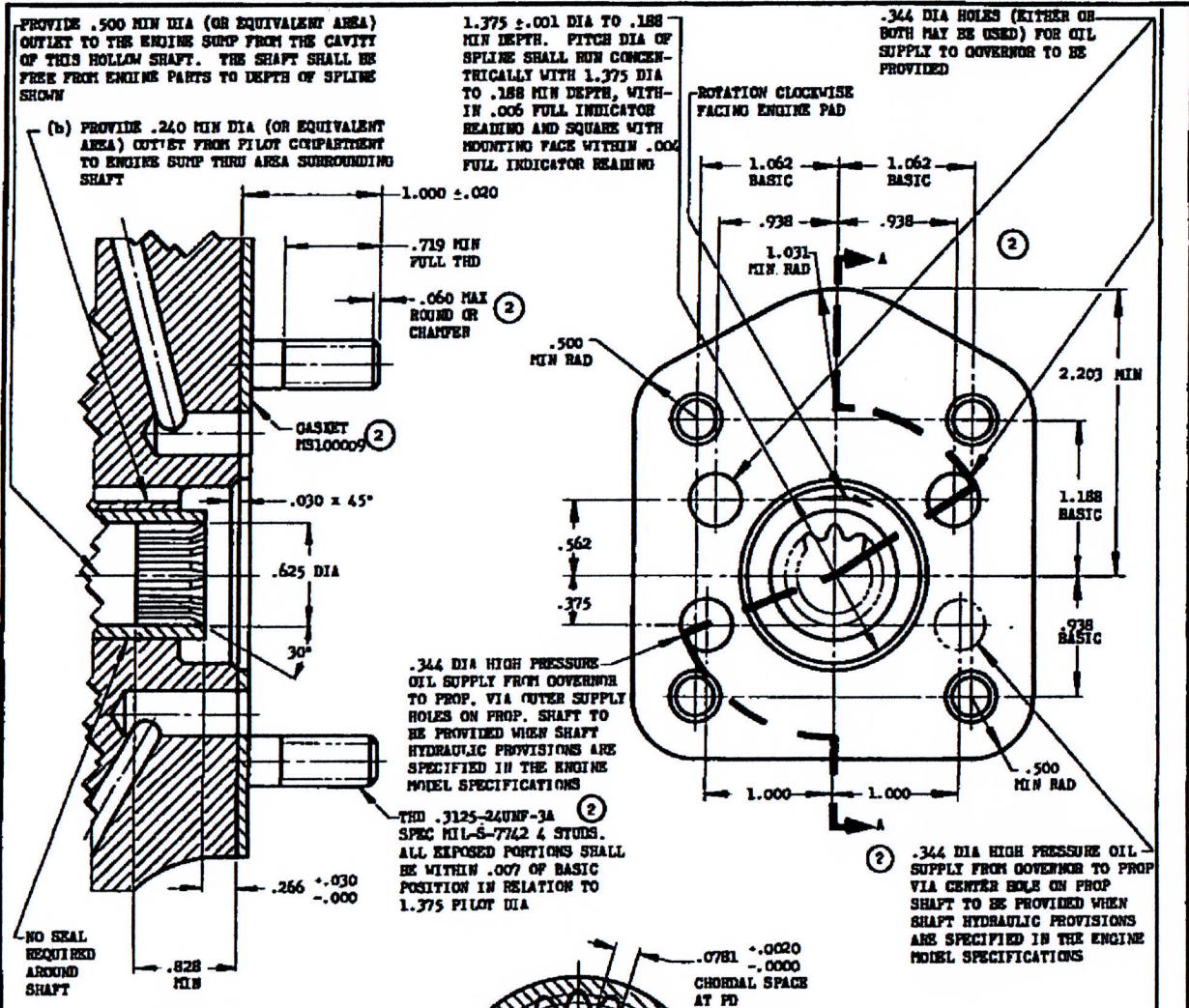
Obrázek 45- Teploměr TP100 [14].....	53
Obrázek 46 - Snímač hladiny [15].....	54
Obrázek 47 - Izolace Isover FireProtect 150 [16]	54
Obrázek 48 – Sestava nádrže	58
Obrázek 49 - Návrh zkušebního zařízení – pohled zepředu	59
Obrázek 50- Návrh zkušebního zařízení - bez rámu a plechování	60
Obrázek 52 - Detail- rám odkapové vany.....	61
Obrázek 54- Elektrický ovládací panel - horní část	62
Obrázek 55 - Elektrický ovládací panel - dolní část.....	63
Obrázek 56 - Zkušební zařízení s postavou 185cm	64

PŘÍLOHA č. 1

Norma AND 20010

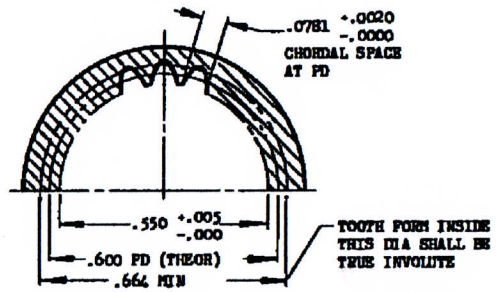
NOTICE: When Government drawings, specifications, or other data are used for any purpose other than that authorized in writing by the Government, the United States Government thereby incurs no responsibility, and it is hereby disclaimed, in any way which may be implied by reference to the name or other data of any person or organization, or covering any rights or privileges to manufacture, sell, or use any product or process that may in any way be related thereto.

NOTE: This drawing was approved by joint action of the Air Force and Navy Departments as the Air Force-Navy standard for this product. This drawing represents an approved standard drawing for this same product and should be used as such for the procurement of commercial supplies, or for use in new design, and later than 9 months after the latest date of approval above.



SECTION A-A

SPLINE DATA:
 12 TEETH 20/40 PITCH
 30° PRESSURE ANGLE
 SHAFT HARDNESS
 ROCKWELL C58 MIN.
 MIN DEPTH OF EFFECTIVE CASE .010



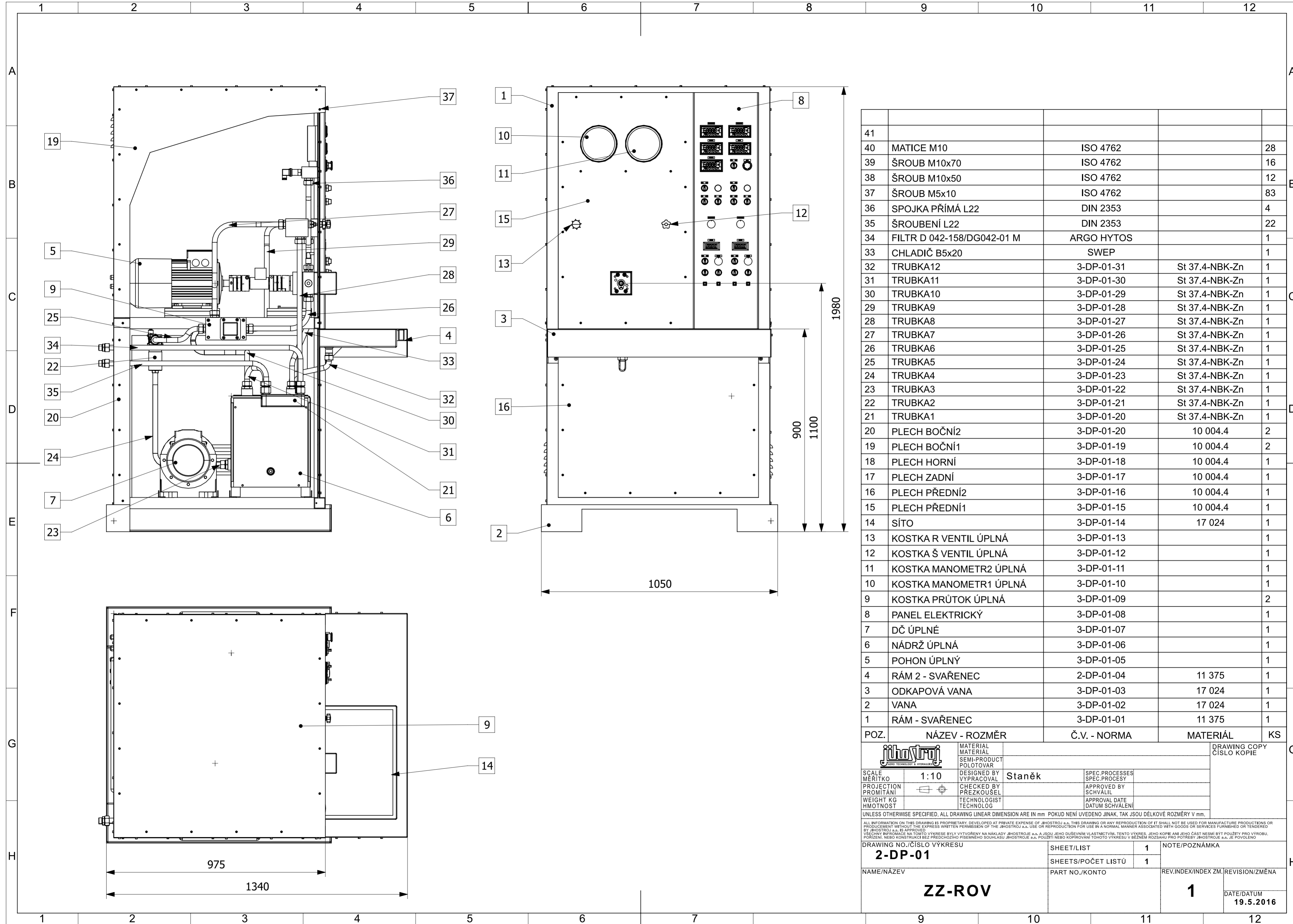
SPLINE DETAIL

TYPE	TORQUE LB - IN.			*S* SPEED RPM	TYPE OF ENGINE
	To	Ta	Ts		
XX-4	125	188	825	2400-2700 (a)	TURBOPROP AND RECIPROCATING

- (a) SPEED: *S* DRIVE SHAFT SPEED AT MAXIMUM ENGINE OPERATING SPEED.
- (b) DRAIN AND PAD POSITION SHALL BE SUCH THAT GRAVITY DRAINAGE IS PROVIDED.
- ACCESSORY CLEARANCE SHALL BE PROVIDED IN ACCORDANCE WITH MANUFACTURER'S MODEL SPECIFICATION.
- PAD OUTLINE AS DIMENSIONED IS A BASIC MINIMUM AREA REQUIREMENT.
- STRENGTH: TO BE CAPABLE OF DRIVING CONTINUOUS TORQUE LOAD (T_a) AT ANY ENGINE SPEED. THE DRIVE SHALL WITHSTAND STATIC TORQUE (T_s) WITHOUT FAILURE OR PERMANENT DEFORMATION. IN ADDITION, THE DRIVE SHALL BE ADEQUATE FOR THIRTY (30) SECONDS DURATION OF TORQUE OVERLOAD (T_o) OPERATION, WHICH OVERLOAD SHALL BE CONSIDERED AS RECURRING AT TWO (2) HOUR INTERVALS.
- NO OPENINGS OTHER THAN THOSE SPECIFIED ON THIS PAD SURFACE SHALL BE PERMITTED.
- REMOVE ALL BURRS AND SHARP EDGES.
- DIMENSIONS IN INCHES. UNLESS OTHERWISE SPECIFIED, TOLERANCES: DECIMALS ± .010, ANGLES ± 2°.
- THIS DRAWING AND THE APPLICABLE ENGINE SPECIFICATIONS, TOGETHER, COMPLETELY DEFINE THE DESIGN REQUIREMENTS.
- NORMAL USE OF THIS DRIVE IS FOR PROPELLER GOVERNOR OR HYDRO-CONTROL VALVE.

AIR FORCE-NAVY AERONAUTICAL DESIGN STANDARD
 DRIVE - TYPE XX ENGINE ACCESSORY
AND20010
 NOT A PART NUMBER

APPROVED 12 Jun 47 REVISED 1 15 Jul 49 2 4 Mar 53



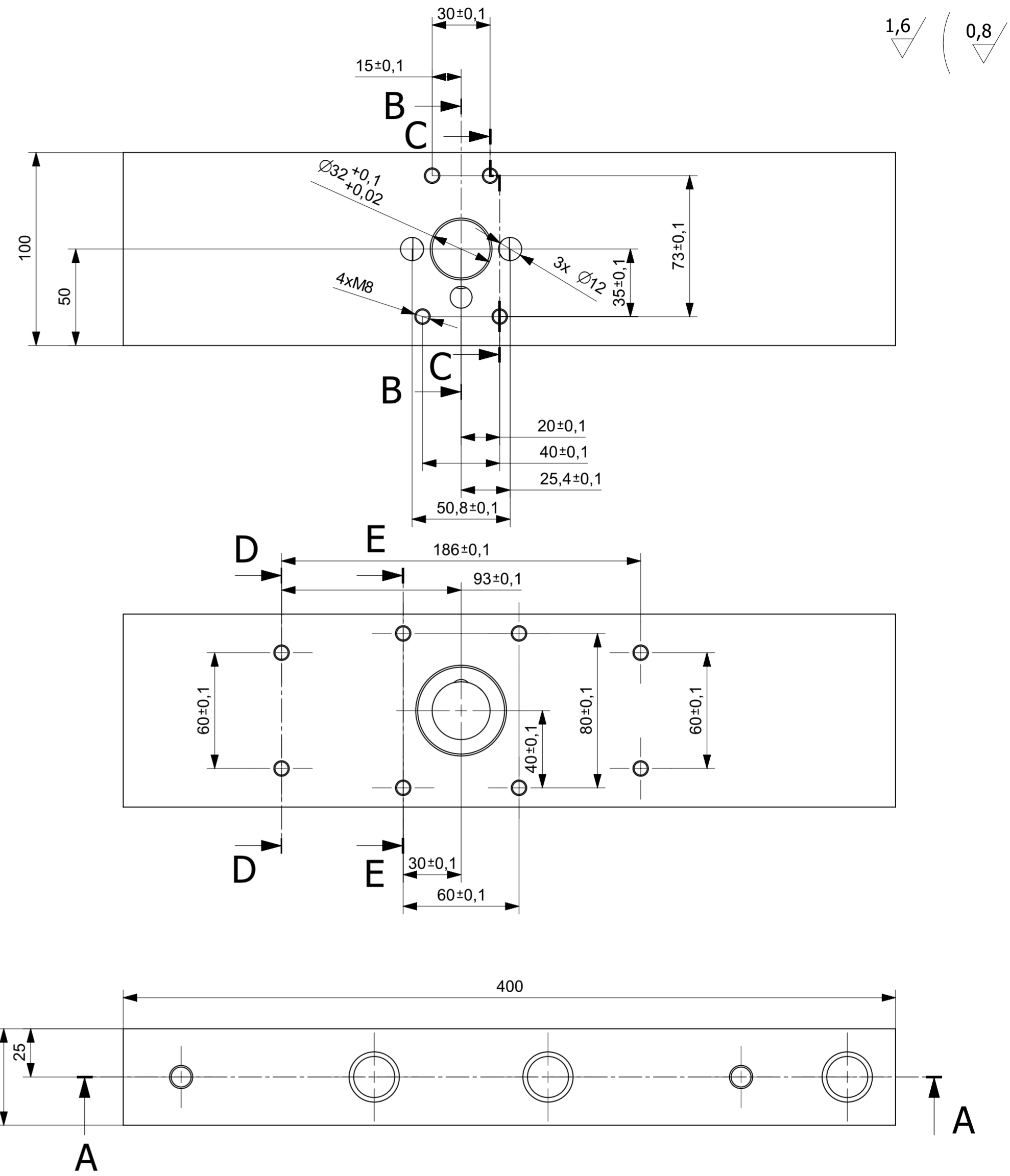
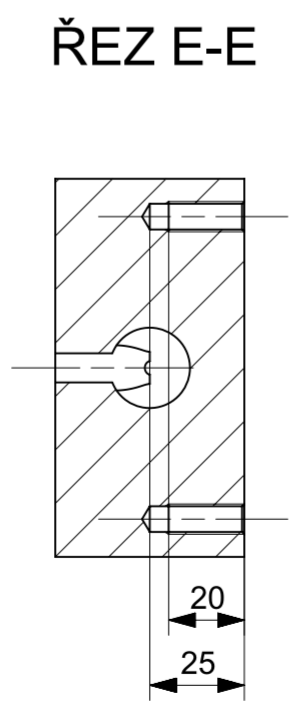
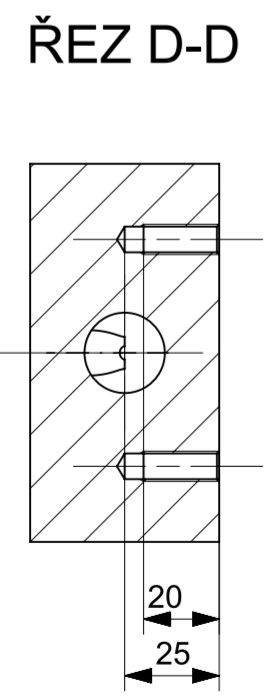
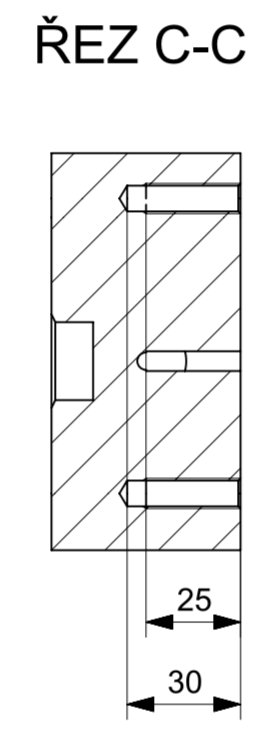
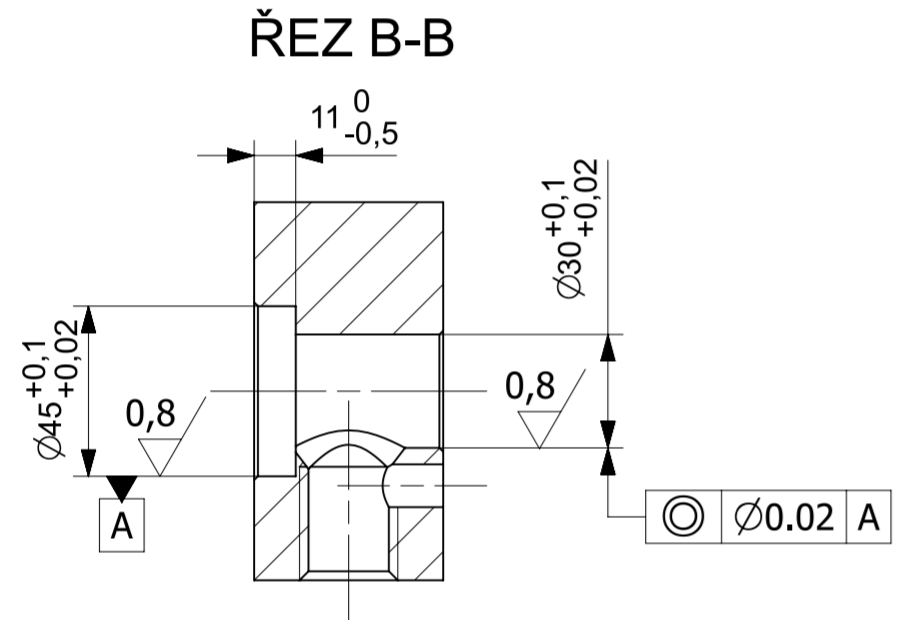
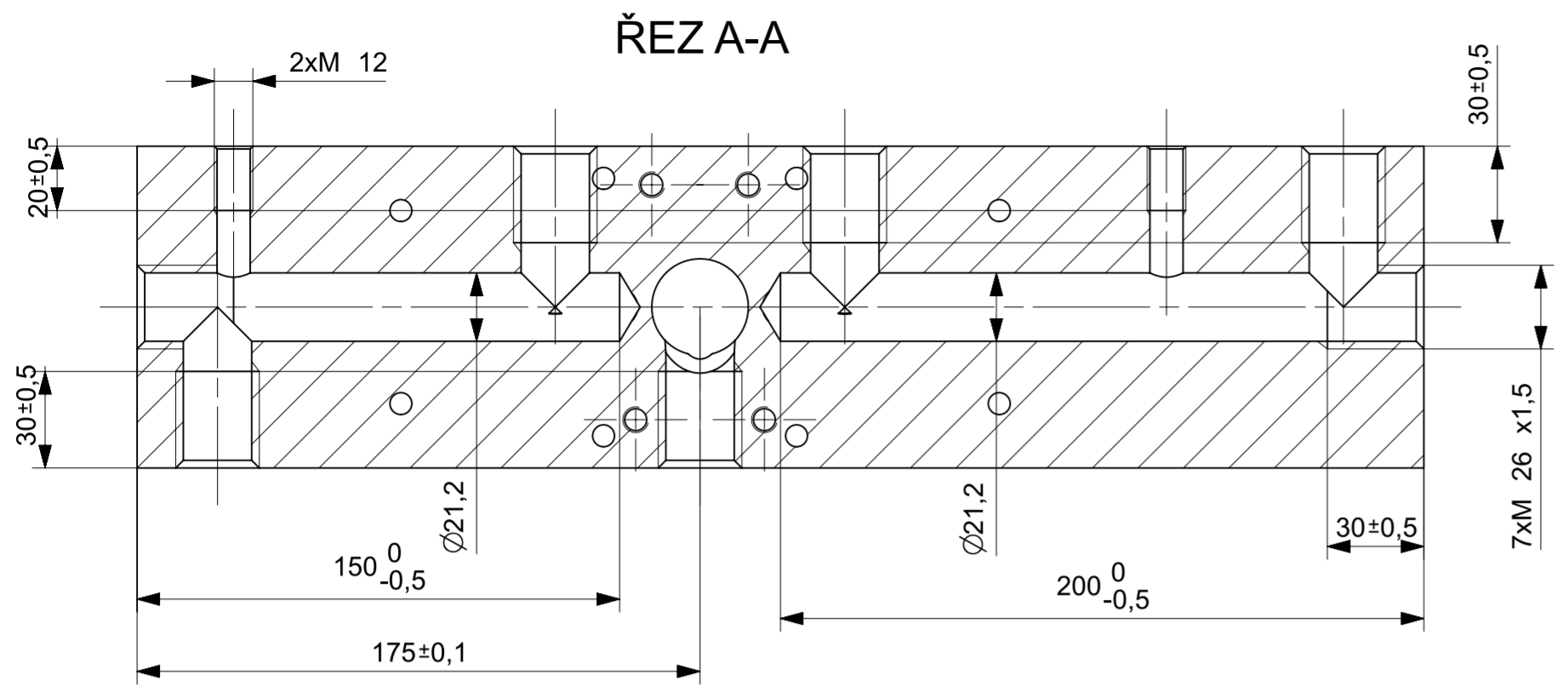
41				
40	MATICE M10	ISO 4762		28
39	ŠROUB M10x70	ISO 4762		16
38	ŠROUB M10x50	ISO 4762		12
37	ŠROUB M5x10	ISO 4762		83
36	SPOJKA PŘÍMÁ L22	DIN 2353		4
35	ŠROUBENÍ L22	DIN 2353		22
34	FILTR D 042-158/DG042-01 M	ARGO HYTOS		1
33	CHLADIČ B5x20	SWEP		1
32	TRUBKA12	3-DP-01-31	St 37.4-NBK-Zn	1
31	TRUBKA11	3-DP-01-30	St 37.4-NBK-Zn	1
30	TRUBKA10	3-DP-01-29	St 37.4-NBK-Zn	1
29	TRUBKA9	3-DP-01-28	St 37.4-NBK-Zn	1
28	TRUBKA8	3-DP-01-27	St 37.4-NBK-Zn	1
27	TRUBKA7	3-DP-01-26	St 37.4-NBK-Zn	1
26	TRUBKA6	3-DP-01-25	St 37.4-NBK-Zn	1
25	TRUBKA5	3-DP-01-24	St 37.4-NBK-Zn	1
24	TRUBKA4	3-DP-01-23	St 37.4-NBK-Zn	1
23	TRUBKA3	3-DP-01-22	St 37.4-NBK-Zn	1
22	TRUBKA2	3-DP-01-21	St 37.4-NBK-Zn	1
21	TRUBKA1	3-DP-01-20	St 37.4-NBK-Zn	1
20	PLECH BOČNÍ2	3-DP-01-20	10 004.4	2
19	PLECH BOČNÍ1	3-DP-01-19	10 004.4	2
18	PLECH HORNÍ	3-DP-01-18	10 004.4	1
17	PLECH ZADNÍ	3-DP-01-17	10 004.4	1
16	PLECH PŘEDNÍ2	3-DP-01-16	10 004.4	1
15	PLECH PŘEDNÍ1	3-DP-01-15	10 004.4	1
14	SÍTO	3-DP-01-14	17 024	1
13	KOSTKA R VENTIL ÚPLNÁ	3-DP-01-13		1
12	KOSTKA Š VENTIL ÚPLNÁ	3-DP-01-12		1
11	KOSTKA MANOMETR2 ÚPLNÁ	3-DP-01-11		1
10	KOSTKA MANOMETR1 ÚPLNÁ	3-DP-01-10		1
9	KOSTKA PRŮTOK ÚPLNÁ	3-DP-01-09		2
8	PANEL ELEKTRICKÝ	3-DP-01-08		1
7	DČ ÚPLNÉ	3-DP-01-07		1
6	NÁDRŽ ÚPLNÁ	3-DP-01-06		1
5	POHON ÚPLNÝ	3-DP-01-05		1
4	RÁM 2 - SVAŘENEC	2-DP-01-04	11 375	1
3	ODKAPOVÁ VANA	3-DP-01-03	17 024	1
2	VANA	3-DP-01-02	17 024	1
1	RÁM - SVAŘENEC	3-DP-01-01	11 375	1
POZ.	NÁZEV - ROZMĚR	Č.V. - NORMA	MATERIÁL	KS

		MATERIAL MATERIAL SEMI-PRODUCT POLOTOVAR		DRAWING COPY ČÍSLO KOPIE	
SCALE MĚŘITKO	1:10	DESIGNED BY VYPRACOVAL	Staněk	SPEC PROCESSES SPEC.PROCESSY	
PROJECTION PROMÍTÁNÍ		CHECKED BY PŘEZKOUSEL		APPROVED BY SCHVÁLIL	
WEIGHT KG HMOTNOST		TECHNOLOGIST TECHNOLOG		APPROVAL DATE DATUM SCHVÁLENÍ	
<small>UNLESS OTHERWISE SPECIFIED, ALL DRAWING LINEAR DIMENSION ARE IN mm POKUD NEJÍ UVEDENO JINAK, TAK JSOU DÉLKOVÉ ROZMĚRY V mm.</small>					
<small>ALL INFORMATION ON THIS DRAWING IS PROPRIETARY, DEVELOPED AT PRIVATE EXPENSE OF JHOSTROJ a.s., THIS DRAWING OR ANY REPRODUCTION OF IT SHALL NOT BE USED FOR MANUFACTURE PRODUCTIONS OR PROCUREMENT WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN PERMISSION OF THE JHOSTROJ a.s. USE OR REPRODUCTION FOR USE IN A NORMAL MANNER ASSOCIATED WITH GOODS OR SERVICES FURNISHED OR TENDERS BY JHOSTROJ a.s. IS APPROVED. VŠECHNY INFORMACE NA TOMTO VÝKRESU BYLY VYTVOŘENY NA NÁKLADY JHOSTROJE a.s. A JSOU JEHO DUŠEVNÍM VLASTNICTVÍM. TENTO VÝKRES, JEHO KOPIE ANI JEHO ČÁST NESMÍ BYT POUŽITÝ PRO VÝROBU, PORÍZENÍ, NEBO KONSTRUKCI BEZ PŘEDCHOZÍHO PÍSEMNÉHO SOUHLASÍ JHOSTROJE a.s. POUŽITÍ NEBO KOPIROVÁNÍ TOHOTO VÝKRESU V BEŽNÉM ROZSAHU PRO POTŘEBY JHOSTROJE a.s. JE POUZÍTELENO.</small>					
DRAWING NO./ČÍSLO VÝKRESU 2-DP-01		SHEET/LIST 1		NOTE/POZNÁMKA	
NAME/NÁZEV ZZ-ROV		PART NO./KONTO		REV.INDEX/INDEX ZM./REVISION/ZMĚNA 1	
				DATE/DATUM 19.5.2016	

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

A
B
C
D
E
F
G
H

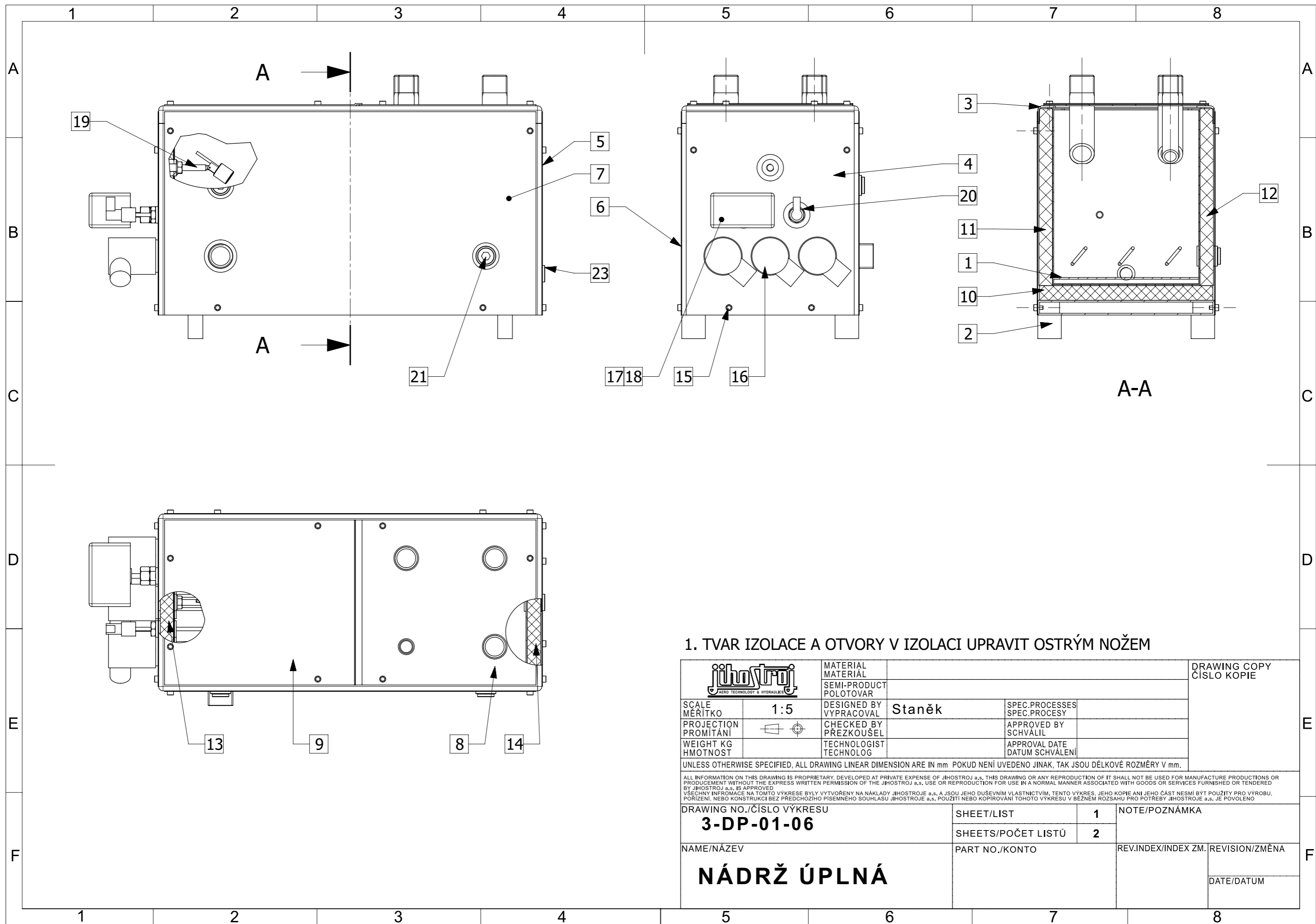
1,6 (0,8)



1. POVRCHOVÁ ÚPRAVA: ELOX (17,6 dm²)

		MATERIAL ČSN 42 4005	DRAWING COPY ČÍSLO KOPIE	
SCALE MĚŘITKO	1:2	SEMI-PRODUCT POLOTOVAR	110x60x410 ČSN 42 7624.02	
PROJECTION PROMÍTÁNÍ		DESIGNED BY VYPRACOVAL	STANĚK	SPEC. PROCESSES SPEC. PROCESY
WEIGHT KG HMOTNOST	5	CHECKED BY PŘEZKOUSEL		APPROVED BY SCHVÁLIL
		TECHNOLOGIST TECHNOLOG		APPROVAL DATE DATUM SCHVÁLENÍ
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED, ALL DRAWING LINEAR DIMENSION ARE IN mm POKUD NEJÍ UVEDENO JINAK, TAK JSOU DÉLKOVÉ ROZMĚRY V mm.				
ALL INFORMATION ON THIS DRAWING IS PROPRIETARY. DEVELOPED AT PRIVATE EXPENSE OF JIHOSTROJ a.s. THIS DRAWING OR ANY REPRODUCTION OF IT SHALL NOT BE USED FOR MANUFACTURE PRODUCTIONS OR PRODUCTION WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN PERMISSION OF THE JIHOSTROJ a.s. USE OR REPRODUCTION FOR USE IN A NORMAL MANNER ASSOCIATED WITH GOODS OR SERVICES FURNISHED OR TENDERS BY JIHOSTROJ a.s. IS APPROVED. VŠECHNY INFORMACE NA TOMTO VÝKRESU BYLY VYTVOŘENY NA NÁKLADY JIHOSTROJE a.s. A JSOU JEHO DUŠEVNÍM VLASTNICTVÍM. TENTO VÝKRES, JEHO KOPIE ANI JEHO ČÁSTI NESMÍ BYT POUŽITY PRO VÝROBU, PŘÍRÁŽENÍ, NEBO KONSTRUKCI BEZ PŘEDCHOZÍHO PÍSEMNÉHO SOUHLASU JIHOSTROJE a.s. POUŽITÍ NEBO KOPIROVÁNÍ TOHOTO VÝKRESU V BĚŽNÉM ROZSAHU PRO POTŘEBY JIHOSTROJE a.s. JE POUŽITO.				
DRAWING NO./ČÍSLO VÝKRESU		SHEET/LIST		NOTE/POZNÁMKA
2-DP-01-05-01		1		
		SHEETS/POČET LISTŮ		
		1		
NAME/NÁZEV		PART NO./KONTO		REV.INDEX/INDEX ZM./REVISION/ZMĚNA
PŘÍRUBA MĚŘICÍ				DATE/DATUM

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12



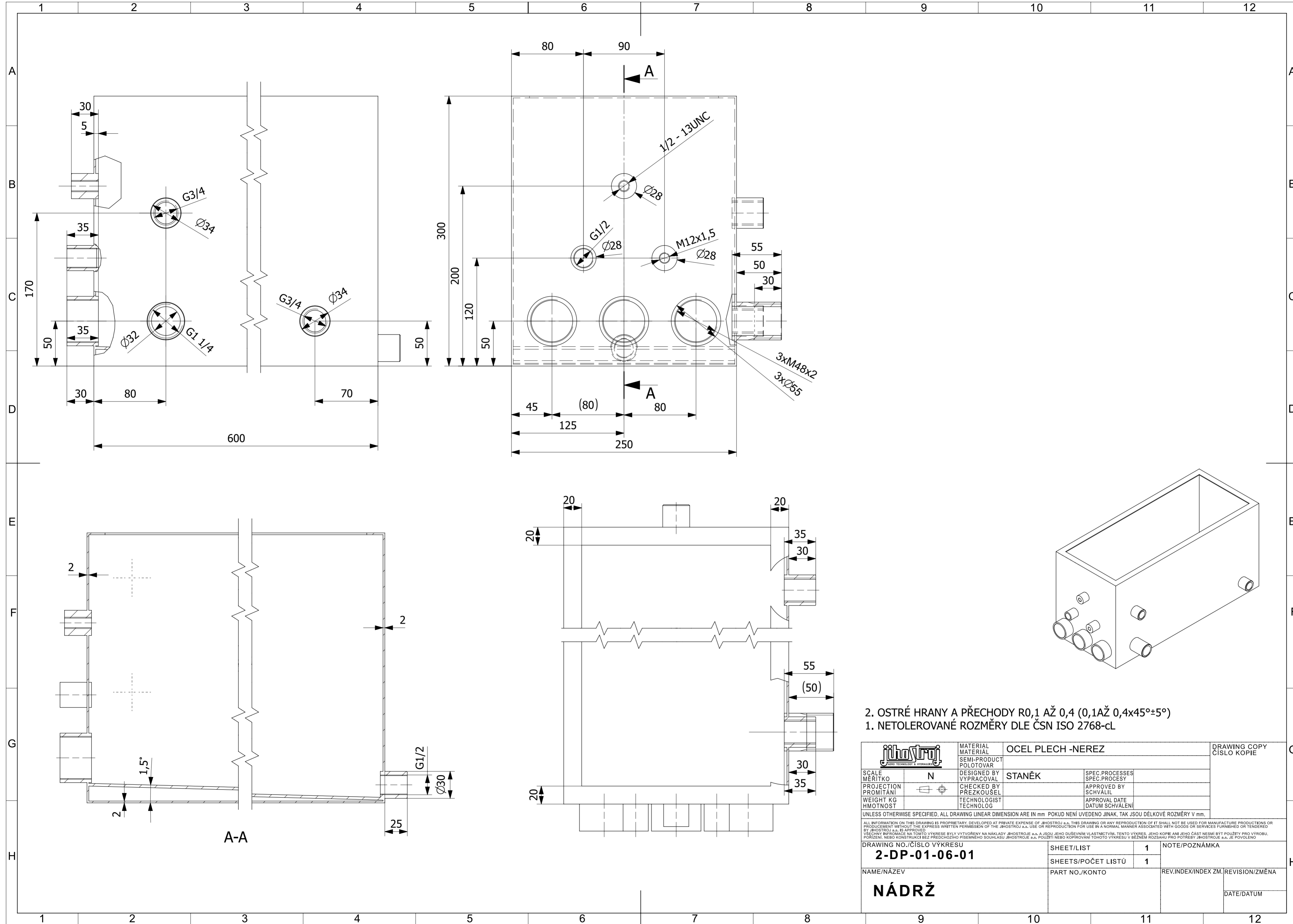
1. TVAR IZOLACE A OTVORY V IZOLACI UPRAVIT OSTRÝM NOŽEM

		MATERIAL MATERIAL SEMI-PRODUCT POLOTOVAR		DRAWING COPY ČÍSLO KOPIE
SCALE MĚŘITKO 1:5	DESIGNED BY Staněk	SPEC.PROCESSES SPEC.PROCESY		
PROJECTION PROMÍTÁNÍ 	CHECKED BY PŘEZKOUŠEL	APPROVED BY SCHVÁLIL		
WEIGHT KG HMOTNOST	TECHNOLOGIST TECHNOLOG	APPROVAL DATE DATUM SCHVÁLENÍ		



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED, ALL DRAWING LINEAR DIMENSION ARE IN mm POKUD NENÍ UVEDENO JINAK, TAK JSOU DÉLKOVÉ ROZMĚRY V mm.

ALL INFORMATION ON THIS DRAWING IS PROPRIETARY. DEVELOPED AT PRIVATE EXPENSE OF JIHOSTROJ a.s. THIS DRAWING OR ANY REPRODUCTION OF IT SHALL NOT BE USED FOR MANUFACTURE PRODUCTIONS OR PRODUCTION WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN PERMISSION OF THE JIHOSTROJ a.s. USE OR REPRODUCTION FOR USE IN A NORMAL MANNER ASSOCIATED WITH GOODS OR SERVICES FURNISHED OR TENDERED BY JIHOSTROJ a.s. IS APPROVED
 VŠECHNY INFORMACE NA TOMTO VÝKRESU BYLY VYTVOŘENY NA NÁKLADY JIHOSTROJE a.s. A JSOU JEHO DUŠEVNÍM VLASTNICTVÍM. TENTO VÝKRES, JEHO KOPIE ANI JEHO ČÁST NESMÍ BÝT POUŽITY PRO VÝROBU, PORÍZENÍ, NEBO KONSTRUKCI BEZ PŘEDCHOZÍHO PÍSEMNÉHO SOUHLASU JIHOSTROJE a.s. POUŽITÍ NEBO KOPIROVÁNÍ TOHOTO VÝKRESU V BEŽNÉM ROZSAHU PRO POTŘEBY JIHOSTROJE a.s. JE POUZENO

DRAWING NO./ČÍSLO VÝKRESU 3-DP-01-06	SHEET/LIST 1	NOTE/POZNÁMKA
	SHEETS/POČET LISTŮ 2	
NAME/NÁZEV NÁDRŽ ÚPLNÁ	PART NO./KONTO	REV.INDEX/INDEX ZM. REVISION/ZMĚNA
		DATE/DATUM



- 2. OSTRÉ HRANY A PŘECHODY R0,1 AŽ 0,4 (0,1AŽ 0,4x45°±5°)
- 1. NETOLEROVANÉ ROZMĚRY DLE ČSN ISO 2768-cl

		MATERIAL		OCEL PLECH -NEREZ		DRAWING COPY	
		SEMI-PRODUCT				ČÍSLO KOPIE	
SCALE	N	DESIGNED BY	STANĚK	SPEC PROCESSES			
PROJECTION		CHECKED BY		APPROVED BY			
WEIGHT KG		TECHNOLOGIST		APPROVAL DATE			
HMOTNOST		TECHNOLOG		DATUM SCHVÁLENÍ			
<small>UNLESS OTHERWISE SPECIFIED, ALL DRAWING LINEAR DIMENSION ARE IN mm POKUD NEJÍ UVEDENO JINAK, TAK JSOU DÉLKOVÉ ROZMĚRY V mm.</small>							
<small>ALL INFORMATION ON THIS DRAWING IS PROPRIETARY, DEVELOPED AT PRIVATE EXPENSE OF JHOTOJ s.r.o., THIS DRAWING OR ANY REPRODUCTION OF IT SHALL NOT BE USED FOR MANUFACTURE PRODUCTIONS OR PRODUCTION WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN PERMISSION OF THE JHOTOJ s.r.o. USE OR REPRODUCTION FOR USE IN A NORMAL MANNER ASSOCIATED WITH GOODS OR SERVICES FURNISHED OR TENDERED BY JHOTOJ s.r.o. IS APPROVED.</small>							
<small>VŠECHNY INFORMACE NA TOMTO VÝKRESU BYLY VYTVOŘENY NA NÁKLADY JHOTOJE s.r.o. A JSOU JEHO DUŠEVNÍM VLASTNICTVÍM. TENTO VÝKRES, JEHO KOPIE ANI JEHO ČÁST NESMÍ BYT POUŽITÝ PRO VÝROBU, PORÍZENÍ, NEBO KONSTRUKCI BEZ PŘEDCHOZÍHO PÍSEMNÉHO SOUHLASÍ JHOTOJE s.r.o. POUŽITÍ NEBO KOPIROVÁNÍ TOHOTO VÝKRESU V BĚŽNÉM ROZSAHU PRO POTŘEBY JHOTOJE s.r.o. JE POVOLENO.</small>							
DRAWING NO./ČÍSLO VÝKRESU			SHEET/LIST		NOTE/POZNÁMKA		
2-DP-01-06-01			1				
			SHEETS/POČET LISTŮ		1		
NAME/NÁZEV			PART NO./KONTO		REV.INDEX/INDEX ZM./REVISION/ZMĚNA		
NÁDRŽ							
					DATE/DATUM		