

NÁVRH ZAKRMOVACÍ LOŽKY PRO SPORTOVNÍ RYBOLOV

Bc. Tomáš Chmelař

Diplomová práce
2018



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Tomáš Chmelař**
Osobní číslo: **T15997**
Studijní program: **N3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Výrobní inženýrství**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Návrh zakrmovací loďky pro sportovní rybolov**

Zásady pro vypracování:

- 1. Zpracujte literární studii na dané téma.**
- 2. Sestavte možné varianty konstrukčního řešení.**
- 3. Navrhněte technologii výroby a materiály.**
- 4. Na základě optimalizace navrhovaných řešení sestavte 3D model RC loďky.**
- 5. Stanovte plán pro ověření funkčnosti prototypu RC modelu v praxi.**

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

Dle pokynů vedoucího práce.

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Oldřich Šuba, CSc.

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

2. ledna 2018

Termín odevzdání diplomové práce:

18. května 2018

Ve Zlíně dne 2. února 2018



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
děkan



prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: Chmelař Tomáš, Bc.

Obor: Výrobní inženýrství

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně16.5.2018



.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevýdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá 3D návrhem zakrmovací loďky pro sportovní rybolov. V první teoretické části je zpracována literární studie na dané téma včetně materiálů a technologií využívaných při stavbě lodí. Praktická část publikace obsahuje 3D návrh prototypu loďky, včetně konstrukčních výpočtů, potřebných pro realizaci RC modelu. V závěru projektu je uveden návrh plánu pro ověření prototypu v praxi.

Klíčová slova: Rybaření, zakrmovací loďka, hmotnost, velikost, materiál, technologie,
návrh, RC model

ABSTRACT

This diploma thesis focuses on the design of sport fishing baitboat. In the theoretical part, there is mentioned a literary study of this topic including materials and technologies, especially typical for the boats manufacturing. The practical part contains a technical proposal of the boat prototype including construction calculations, needed for RC model realization. In the final of practical part, the plan for prototype verification in the practice is made.

Keywords: fishing, baitboat, weight, size, material, technology, design, RC model

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych tímto poděkoval svému vedoucímu diplomové práce panu Doc. Ing. Oldřichu Šubovi za jeho cenné rady a trpělivost při plnění nejenom tohoto úkolu. Dále chci poděkovat svým rodičům, panu Lubomírovi Chmelařovi a paní Miroslavě Chmelařové, za jejich životní rady a zkušenosti, za to jak mě vychovali a bez kterých bych nikdy neměl možnost studovat. Upřímné poděkování patří mé manželce Veronice a jejímu otci, kteří mi jsou v posledních letech velkou oporou, kteří se mnou sdílí období zdaru a kteří mě taktéž motivují v časech složitých.

MOTTO

Velikost našeho úspěchu vychází z velikosti vynaloženého úsilí, kterým jsme tohoto úspěchu dosáhli.

Tomáš Chmelař

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....

Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD.....	10
I TEORETICKÁ ČÁST.....	11
1 PŘEDSTAVENÍ PROTOTYPU A SOUČASNÝ TREND VYUŽITÍ.....	12
1.1 PROTOTYP ZAKRMOVACÍ LODĚ UTB01 RC.....	12
1.2 TŘÍPOHLEDOVÝ VÝKRES PROTOTYPU ZAKRMOVACÍ LOŽKY „UTB01 RC“	13
1.3 LODNÍ RC MODEL Y A JEJICH APLIKACE V OBLASTI RYBAŘENÍ	14
1.3.1 Současný trend využití RC loďek.....	14
1.3.2 Analýza trendu používání zakrmovacích loďek očima českých rybářů	15
1.3.3 Vyhodnocení analýzy.....	20
1.4 KLASICKÉ METODY VNADĚNÍ RYB.....	21
1.4.1 Vnadění ryb na velmi krátké vzdálenosti - pomocí ruky či praku z břehu.....	21
1.4.2 Vnadění ryb na krátké vzdálenosti - vnaďící lopatou či tyčí „kobrou“ - z břehu.....	21
1.4.3 Vnadění ryb pomocí krmítka nebo rakety - z břehu	21
1.4.4 Vnadění ryb pomocí rybářského člunu	22
1.5 VÝZNAM POUŽÍVÁNÍ ZAKRMOVACÍ LOŽKY - ZÁVĚR KAPITOL Y	22
2 ÚVOD DO LODNÍ TECHNIKY	23
2.1 ROZDĚLENÍ LODÍ	23
2.2 POPIS LODĚ.....	24
2.3 MECHANIKA PLOVOUCÍHO TĚLESA	25
2.3.1 Podmínka výtlačku.....	25
2.3.2 Případy vztlaku tělesa	26
2.3.3 Stabilita loďe.....	26
2.3.3.1 Příčná stabilita.....	28
2.3.3.2 Podélná stabilita.....	29
2.3.3.3 Směrová stabilita.....	29
3 POPIS FUNKCE ZAKRMOVACÍ LOŽE	30
3.1 POPIS LODĚ.....	30
3.2 NAPLNĚNÍ NÁKLADNÍHO PROSTORU LOŽKY VNADÍCÍ SMĚSÍ	31
3.3 DOPRAVA LOŽKY NA MÍSTO URČENÍ.....	31
3.4 VÝPUSŤ NÁKLADNÍHO PROSTORU (POKLÁDÁNÍ POTRAVY).....	31
3.5 NÁVRAT LOŽKY K BŘEHU.....	31
4 MATERIÁLY, ELEKTRONIKA A TECHNOLOGIE POUŽÍVANÉ V OBLASTI VÝROBY RC MODELŮ, ZEJMÉNA LODÍ	32
4.1 MATERIÁLY POUŽÍVANÉ PRO STAVBU SKELETU TRUPU A NOSNÝCH ČÁSTÍ PROTOTYPŮ A TO JAK U KLASICKÝCH LODÍ, TAK I RC LOĐEK	32
4.1.1 Dřevo pro klasickou stavbu lodí a pro využití v modelářství	32
4.1.2 Kovy pro klasickou stavbu lodí a pro využití v modelářství	34

4.1.3	Polymerní materiály používané při stavbě lodí a v modelářství	34
4.1.4	Spojovací materiály	36
4.2	LEPIDLA PRO OBLAST STAVBY LODÍ A MODELOVÁNÍ RC LODĚK	36
4.3	TECHNOLOGIE PŘI STAVBĚ LODÍ A PŘI STAVBĚ PROTOTYPU RC LODKY	37
4.3.1	Kontaktní „ruční“ laminace (Hand lay-up technology)	37
4.3.1.1	Základní materiál	38
4.3.1.2	Výhody a nevýhody	38
4.3.1.3	Aplikace	38
4.3.2	RTM - Resin transfer moulding	39
4.3.2.1	Základní materiál	39
4.3.2.2	Výhody a nevýhody	39
4.3.2.3	Aplikace	39
4.3.3	Vakuová infúze	40
4.3.3.1	Základní materiál	40
4.3.3.2	Výhody a nevýhody	40
4.3.3.3	Aplikace	40
4.4	ELEKTRONIKA VYUŽÍVANÁ U RC LODĚK	41
4.4.1	Schema zapojení prvků	41
4.4.2	Motor	41
4.4.3	Regulátor	42
4.4.4	Baterie	42
4.4.5	Servomotor	43
4.4.6	RC souprava (dálkové ovládání)	44
4.4.6.1	Vysílač	44
4.4.6.2	Přijímač	44
5	NÁVRH VARIANT K ŘEŠENÍ PROTOTYPU.....	45
5.1	KOMENTÁŘ K VÍTĚZNÉ VARIANTĚ	45
5.2	VARIANTA 1 : JEDNOTRUP	46
5.3	VARIANTA 2 : KATAMARÁN	47
5.4	VARIANTA 3 : TRIMARÁN	48
II	PRAKTICKÁ ČÁST	49
6	CÍLE PRÁCE, DEFINICE ZÁKLADNÍCH PARAMETRŮ, POŽADAVKY NA NAVHROVANÝ PROTOTYP RC LODĚ.....	50
6.1	CÍLE PRÁCE	50
6.2	NÁVRH OBECNÝCH POŽADAVKŮ NA PROTOTYP	50
6.3	NÁVRH KONSTRUKCE TRUPU LODĚ.....	51
6.3.1	Odvození délky a šířky trupu lodě	51
6.3.2	Určení tvaru trupu	54
6.3.2.1	Posouzení z hlediska výrobní pracnosti a bezpečnosti plavby	54
6.3.2.2	Posouzení z hlediska plavebního odporu	55
6.4	TEORIE VÝTLAKU	56
7	3D NÁVRH PROTOTYPU ZAKRMOVACÍ LODĚ	57

7.1	ODVOZENÍ PARAMETRŮ PRO KONSTRUKCI SKELETU TRUPU	57
7.1.1	Postup tvorby teoretického výkresu	57
7.1.2	Stanovení požadovaného výkonu jednoho motoru	59
7.1.3	Výpočty hlavních rozměrů	61
7.1.4	Postup tvorby praktického výkresu	63
7.2	POSTUP PŘI KONSTRUKCI SKELETU TRUPU	64
7.2.1	Příprava přepážek (žeber).....	64
7.2.2	Kopyto lodního trupu	65
7.2.3	Instalace obšívky	65
7.2.4	Vytvoření platformy	66
7.3	NÁVRH ZPŮSOBU VÝPUSTĚ NÁVNADY	68
7.3.1	Definice požadovaného objemu	68
7.3.2	Možnost umístění výpustě na palubě	68
7.3.3	Systém vypouštění návnady	69
7.4	NÁVRH A ZÁSTAVBA POHONU, LODNÍHO ŠROUBU A KORMIDLA	70
7.4.1	Definice motoru lodního šroubu na základě požadovaného výkonu	70
7.4.2	Výpočet vrtule lodního šroubu.....	71
7.4.2.1	Výpočet průměru vrtule	72
7.4.2.2	Výpočet stoupání vrtule	73
7.4.3	Výpočet a umístění kormidla	74
7.4.3.1	Typy kormidel.....	74
7.4.3.2	Požadavky umístění kormidla v trupu	74
7.4.3.3	Výpočet plochy kormidla.....	75
7.4.4	Umístění pohonu, kormidla a lodního šroubu v trupu	75
7.5	ZÁSTAVBA ELEKTROINSTALACE.....	76
7.5.1	Návrh baterie pro prototyp	76
7.5.1.1	Stanovení minimální požadovaného proudu baterie.....	76
7.5.1.2	Návrh baterie a ověření parametrů.....	77
7.5.1.3	Určení skutečné doby použití:	77
7.5.2	Návrh serva pro ovládání výpustě lodě	78
7.6	NÁVRH A UZAVŘENÍ PALUBY LODĚ	81
7.6.1	Návrh krytu paluby včetně přepravního prostoru	81
7.6.2	Uzavření paluby lodě	82
7.6.3	Systém uchycení krytu na platformě	83
7.7	VIZUALIZACE NÁVRHU - ZÁVĚR KAPITOLY	84
8	OVĚŘENÍ VÝTLAKU TRUPU A HMOTOVÝ ROZBOR LODĚ	85
8.1	OVĚŘENÍ VÝTLAKU TRUPU	85
8.2	HMOTOVÝ ROZBOR	87
9	SESTAVENÍ PLÁNU PRO OVĚŘENÍ FUNKČNOSTI NAVRŽENÉHO PROTOTYPU V PRAXI	89
9.1	PŘÍPRAVA, PRŮBĚH, UKONČENÍ A VYHODNOCENÍ ZKOUŠKY	89
9.1.1	Příprava zkoušky - postup:.....	89
9.1.2	Průběh zkoušky - postup:	89
9.1.3	Vyhodnocení zkoušky - klíčové parametry:	90

9.2	POSTUP PŘI NESPLNĚNÍ PLÁNU	90
ZÁVĚR		91
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY		93
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK		94
SEZNAM OBRÁZKŮ		97
SEZNAM TABULEK		99
SEZNAM GRAFŮ		100
SEZNAM PŘÍLOH		101

ÚVOD

Využití lodí při rybolovu na rybnících a jezer nezůstalo v podobě, v jaké jej doposud známe. Světovým trendem posledních let je používání loděk velmi malé velikosti, kdy namísto dopravy rybáře po vodní ploše slouží pouze k přemístění návnady na cílové místo, případně k monitoringu ryb ve vodě. Potenciál této metody zakrmování či monitoringu je velmi značný, neboť v zahraničí si dálkově ovládané RC modely našli u rybářů pevné místo. V tuzemsku je tato metoda teprve na začátku a na objevení a uznání svého významu teprve čeká.

Úkolem praktické části této práce je 3D návrh prototypu zakrmovací loďky pro sportovní rybolov na stojatých vodách a nádržích a to včetně plánu pro ověření prototypu v praxi.

Poznatky z teoretické i praktické části lze použít jako podklad pro výstavbu lodí různého typu, nebo jako základ pro další studie.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PŘEDSTAVENÍ PROTOTYPU A SOUČASNÝ TREND VYUŽITÍ

V této úvodní kapitole nejprve představím navrhovaný prototyp. Dále se budu zabírat studií trendu využití zakrmovacích loďek v rybářství, zejména v oblasti sportovního rybolovu. V závěru kapitoly uvádím ukázkou klasických metod vnaďení.

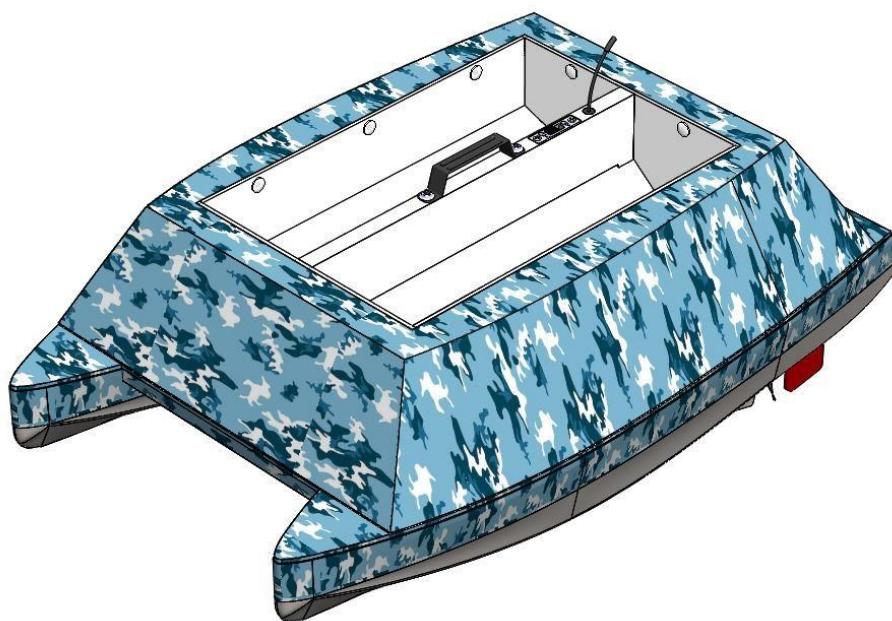
1.1 Prototyp zakrmovací loď UTB01 RC

UTB01 RC bude název prototypu zakrmovací loďky pro sportovní rybolov, kterou navrhují v rámci tohoto projektu. Jedná se o malý RC model dálkově ovládaného člunu.

Konstrukce bude typu katamarán se dvěma trupy. Bude koncipován jako dvoumotorový a to z důvodu lepší ovladatelnosti na malém prostoru. Nosný prostor bude umístěn mezi trupy s dálkově ovládanou výpustí nákladu. Z hlediska elektroniky bude člun kromě motorů vybaven bateriovým napájením a mechanismem pro otevírání výpustě návnady.

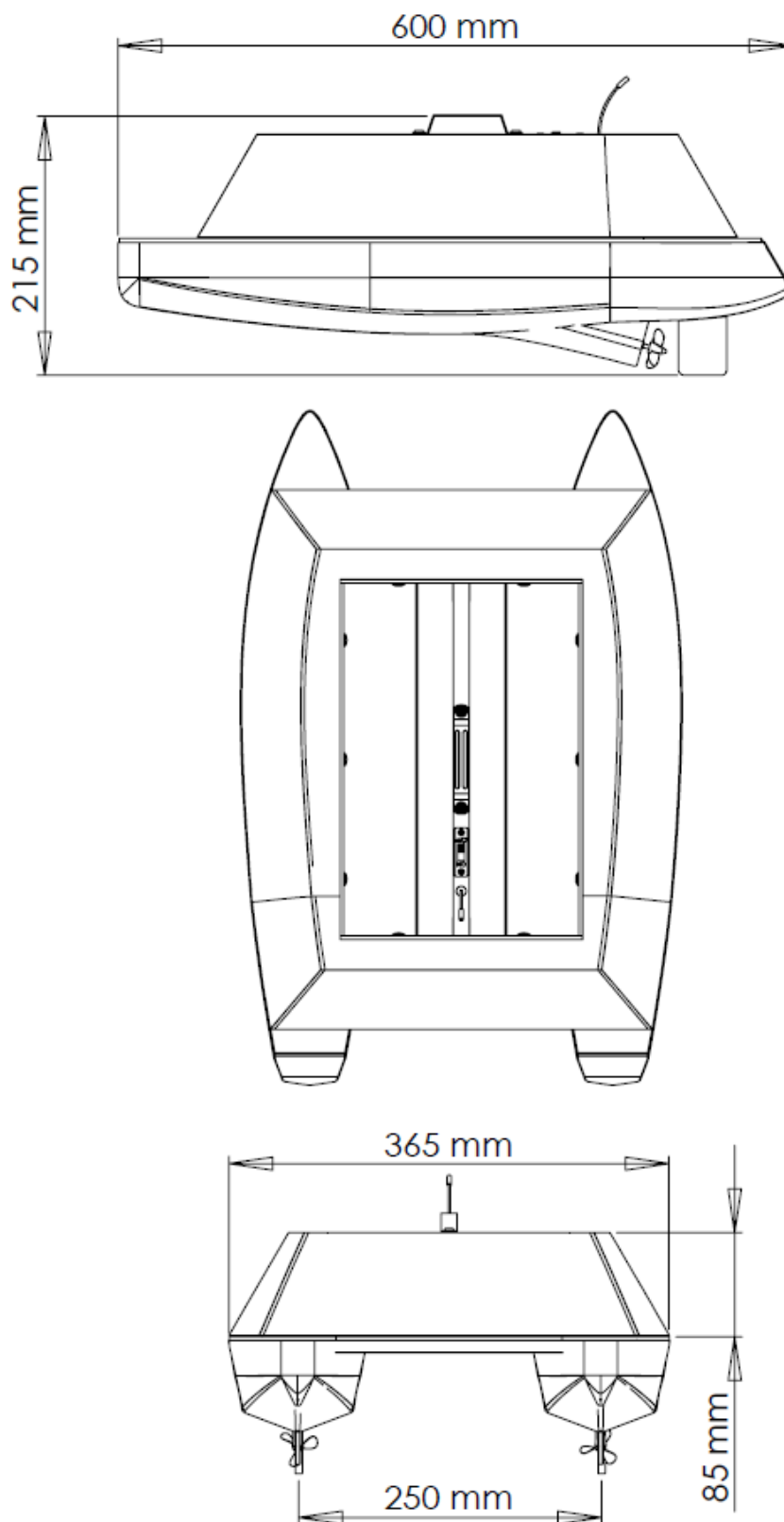
Materiálově bude využíváno převážně dřeva, balsy a laminátu, které jsou z hlediska zpracovatelnosti a ceny pro výrobu prototypu nejvhodnější.

Prototyp bude určen primárně pro demonstraci požadovaných parametrů, definovaných v kapitole 6 (praktická část).



Obr. 1 – Vizualizace člunu UTB01 RC

1.2 Třípohledový výkres prototypu zakrmovací loďky „UTB01 RC“



Obr. 2 – Třípohledový výkres člunu UTB01 RC

1.3 Lodní RC modely a jejich aplikace v oblasti rybaření

Jakožto aktivní zastánce rybaření, kterému se věnuji od mala, vidím praktikování zakrmovací loďky v oblasti tohoto koníčku či sportu jako obrovský přínos. Při studování různých zahraničních portálů a literatur se zaměřením na zvýšení efektivity rybolovu, jsem přibližně před čtyřmi lety narazil na aplikaci právě zmiňované zakrmovací loďky. Jednalo se o dálkově ovládané plavidlo, které dokázalo dopravit určité množství rybího krmení na požadované místo ve vzdálenosti asi 60 metrů. Všichni rybáři tehdy viděli tento krok jako revoluční, a to především z hlediska přesného vnazení ryb v těžko dostupných místech.

Jak uvádí redaktor magazínu Čas na ryby, pan Jiří Louthan: „Je to skutečně tak, zakrmovací loď je obrovský pomocník, který bezpečně zaveze několik kilo návnady, ale také třeba i montáž s nástrahou naráz přesně na požadované místo. Odpadají i obavy - že netrefíte přesně zakrmené místo, že se vám montáž při náhozu zamotá, že nemáte na montáži vše ve 100% stavu a montáž se vám během náhozu utrhne a přijdete o ni. Zavážení zakrmovací lodí je bezpečné, praktické, ale také může být zábavné a věřím, že během pár následujících let se stane běžnou rutinou.“[1]

1.3.1 Současný trend využití RC loďek

V dnešní době je trend používání (převážně plastových) loďek v zahraničí poměrně stabilní. Na našem území je z hlediska cenové dostupnosti a úrovně užitných vlastností loďky stav spíše na modelářské úrovni. Klíčový faktor hraje taky nedůvěra tuzemských rybářů (zejména těch straších) v moderní technologie.

Pro objektivní posouzení výše uváděného trendu uvedu srovnání dvou zakrmovacích loďek. Jako první bude loďka SCOUT sportovní značky MIVARDI, což je jediný český komerční výrobce. Tento produkt bude porovnán se zakrmovací loďkou JABO-2BL, která patří v zahraničí k nejprodávanějším produktům s ohledem na poměr cena/výkon.

	JABO-2BL	MIVARDI - SCOUT
Náhled		
Materiál konstrukce	Uhlíkové vlákno	ABS
Rozměry [mm]	600 x 240 x 180	635 x 435 x 240
Pohotovostní režim [min]	120	150
Operativní dostup [m]	100	500
Kapacita přepravního prostoru [kg]	1,5	2
Prázdná hmotnost lodě [kg]	4,5	7,4
Rychlost [km/h]	5,4	3,6
Cena [Kč]	10 000	35 000

Tab 1 : Srovnání parametrů zakrmovacích RC lodí

Do porovnání byly zahrnuty základní klíčové parametry lodě, které by měli uživatelé poskytnout dostatečnou představu o daném produktu. Z tohoto srovnání lze usoudit, že negativa předčí positiva a to zejména z hlediska malého pohotovostního režimu, malé kapacity přepravního prostoru, dále malá rychlost a velmi vysoká průměrná cena.

Cílem tohoto projektu je navrhnout takovou loď, která se výše srovnávaným modelům minimálně vyrovná, co se vlastností týče při zajímavější pořizovací ceně.

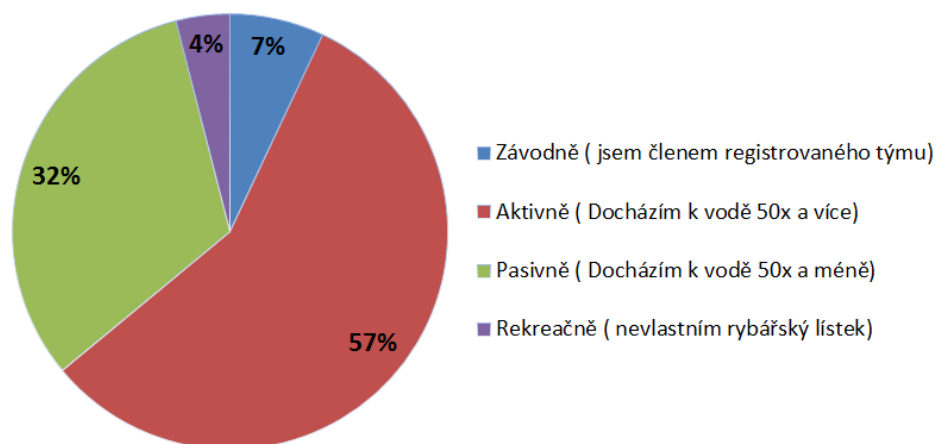
1.3.2 Analýza trendu používání zakrmovacích loděk očima českých rybářů

V předchozí podkapitole jsem poznamenal, že mnou čerpané informace a zkušenosti byly po většinou ze zahraničních zdrojů (portálů a literatur). Avšak za neméně důležité považuji uvést jako důkaz tvrzení a objektivnost tohoto tématu názory rybářů českých.

Z těchto důvodů jsem se rozhodl provést na toto téma jednoduchý průzkum, jehož cílem bylo prošetřit a prokázat přínos zakrmovací loďky při rybolovu.

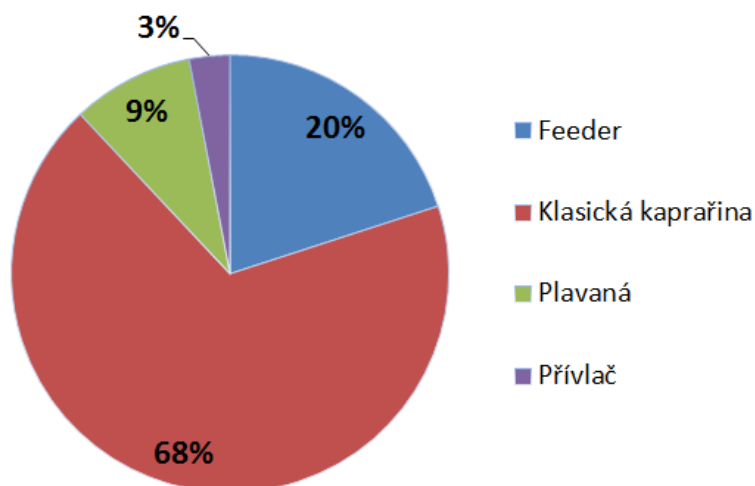
Celkem bylo dotazováno 100 respondentů a výsledky tohoto průzkumu uvádím níže. Definice jednotlivých otázek a jejich vyhodnocení (graficky) je uvedeno na stranách 16 - 20. Celkové vyhodnocení (shrnutí) průzkumu pak v kapitole 1.3.3

V první otázce jsem se daných respondentů dotazoval, jak moc aktivně se rybaření věnují, což je pro objektivní posudek tohoto průzkumu zásadní, neboť pro případ kdy by odpovídali pouze pasivní či rekreační rybáři, nedal by se tento průzkum posoudit jako dostatečně průkazný. **Podmínkou bylo získat názor alespoň od 60% závodních či aktivních rybářů, což se podařilo (tito klíčoví respondenti tvořili 64%).**



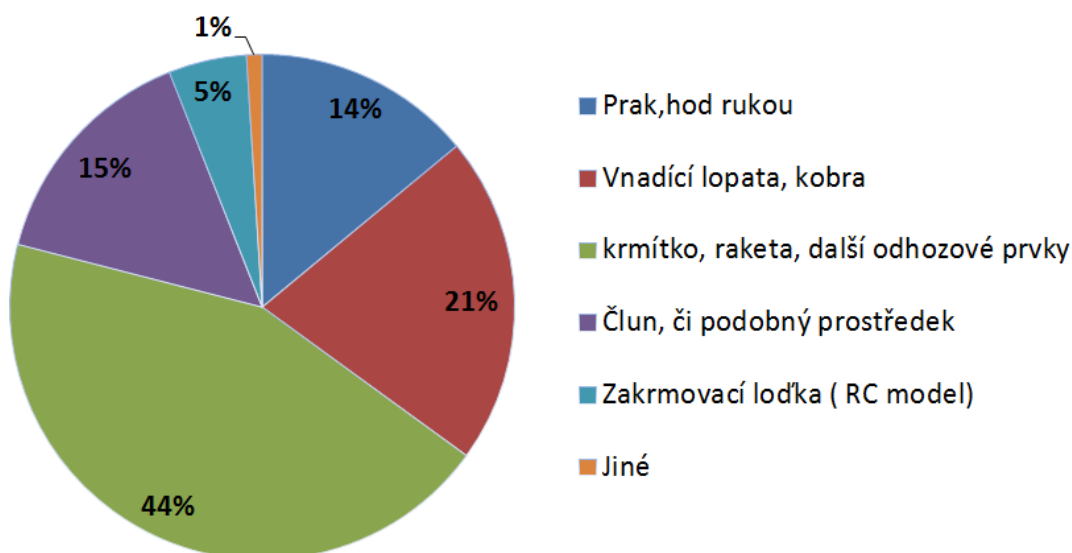
Graf 1: Vyhodnocení míry aktivity rybolovu

V druhé otázce jsem po respondentech požadoval uvedení nejčastěji praktikované techniky lovu a to z důvodu případné vhodnosti či nevhodnosti použití zakrmovací lodě pro danou techniku (např. pro přívlač je využití loďky nemožné). Praktikování zakrmovací lodě lze nejvhodněji využít u klasické kaprařiny (nejrozšířenější metodika lovu). **Tuto metodu lovu využívá celkem 68% dotazovaných.**



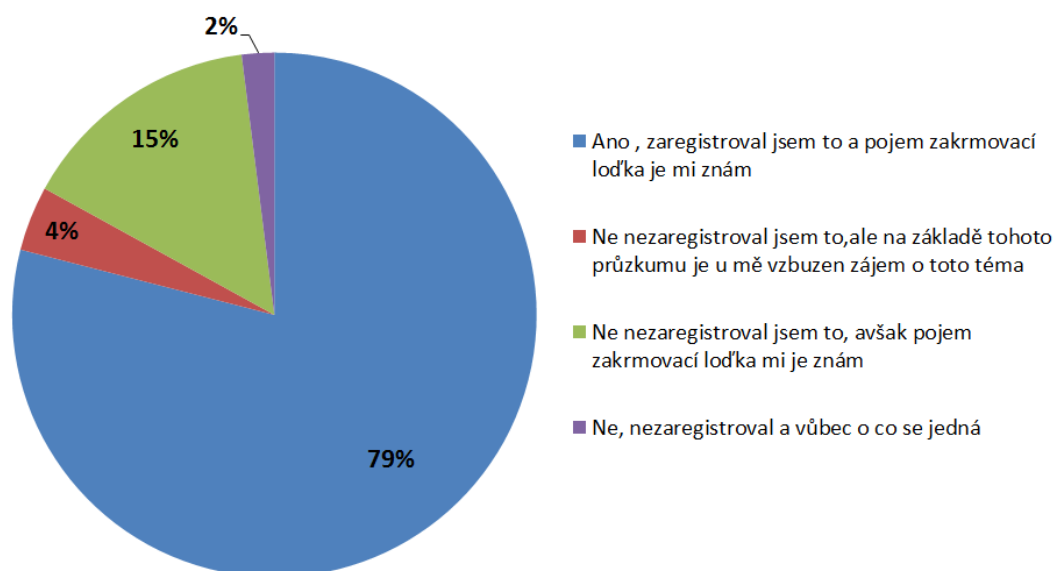
Graf 2 : Nejčastěji praktikovaná metoda lovu

V třetí otázce jsem zjišťoval způsob vnazení, kdy jsem chtěl prověřit, zda již některý z rybářů zakrmovací loďku nevyužívá a dále jaký druh vnařidla se používá, což lze na základě jednotlivých metod určit. **Zakrmovací loď využívá pouze 5% dotazovaných.**



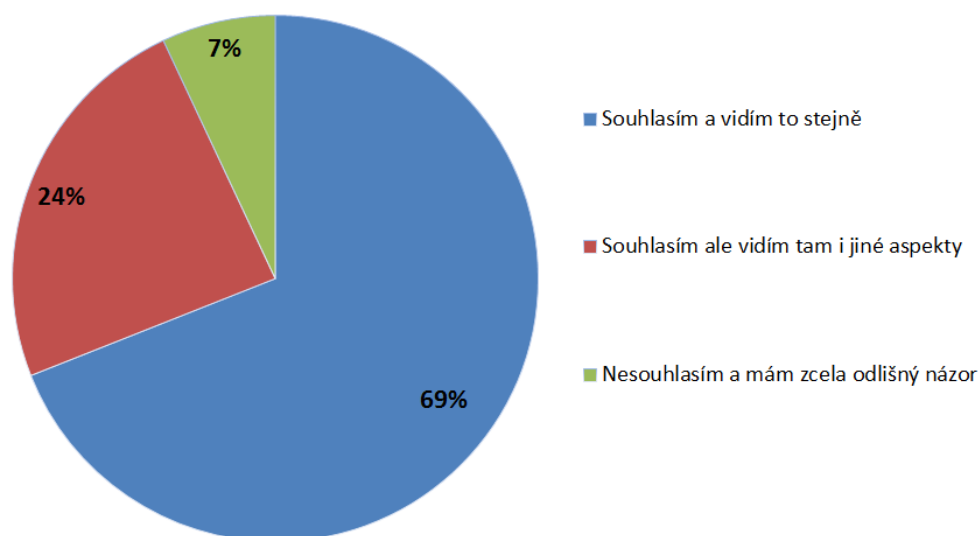
Graf 3 : Použitá metoda vnazení

Ve čtvrté otázce mě zajímalo, zda daný respondent ví o rostoucím trendu v praktikování RC loďek při vnazení ryb a zda je mu tento pojem vlastní. **Z celkového počtu je tento pojem znám téměř všem dotazovaným.**



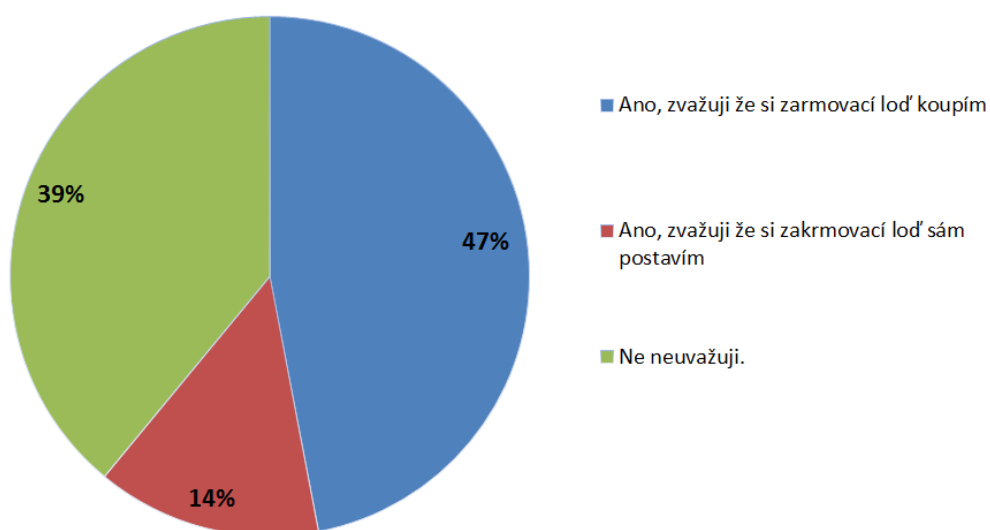
Graf 4 : Registrace rostoucího trendu využití zakrmovacích loďek

V páté otázce jsem u respondentů zjišťoval jejich názor - souhlas či nesouhlas s prosazováním používání zakrmovacích loděk a to ať už z hledisek zvýšení efektivity lovu, tak i pohodlí rybáře a ekologičtější přístup. **V obecném měřítku souhlasí 93% dotazovaných.**



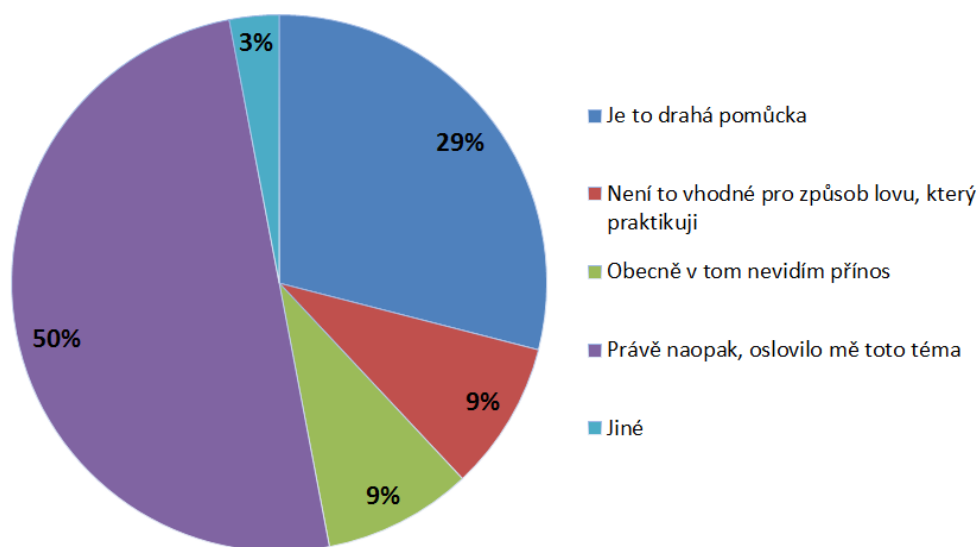
Graf 5 : Míra souhlasu a nesouhlasu prosazovaného přínosu a významu při používání zakrmovacích loděk

V šestém dotazu mě napřímo zajímalo, zda dotazovaní respondenti uvažují koupi či výrobu zakrmovací loďky. **Zde se kladně vyjádřilo 60% dotazovaných.**



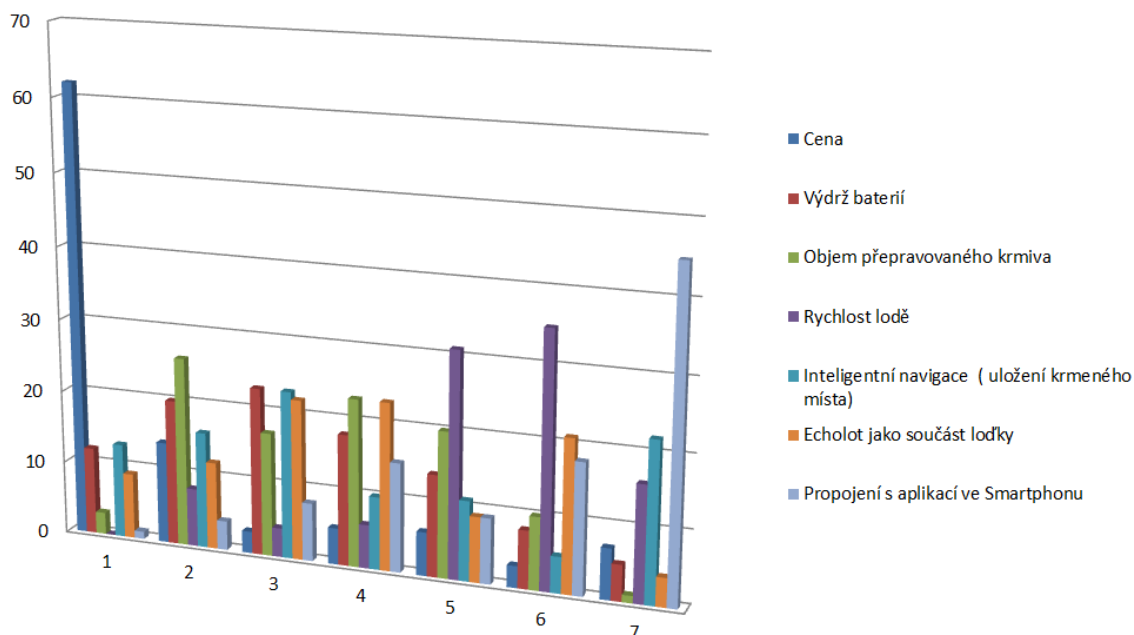
Graf 6 : Vyhodnocení zájmu o pořízení zakrmovací loď

V sedmé otázce jsem se zaměřil na případ, kdy respondenti zakrmovací loďku nechtějí využívat, resp. na důvody, které je od této možnosti odrazují. **Nejčastější důvodem negativního pohledu na pořízení loďky je cena (30% dotazovaných). Ale u naopak 50% respondentů toto téma vzbuzuje zájem.**



Graf 7 : Vyhodnocení důvodů nepotřeby zakrmovací loďky k rybolovu

V poslední otázce, která je zaměřena spíše na aktivní pohled k využívání zakrmovací loďky jsem se respondentů dotazoval na (mnou definovaná) kritéria, které by tato loďka měla primárně splňovat, a tato kritéria jsem nechal respondenty seřadit sestupně od nejdůležitějšího faktoru po nejméně důležitý. **Pro dotazované je jednoznačně rozhodující cena, dále pak objem přepravy, výdrž baterie, echolot, rychlost loď, inteligentní navigace a pak propojení se smartphonem.**



Graf 8 : Sled požadavků na zakrmovací loď od nejdůležitějšího po nejméně důležité

1.3.3 Vyhodnocení analýzy

Z celkového počtu 100 respondentů uvedlo celkem 64% dotazovaných, že se rybaření věnují aktivně či závodně a z tohoto počtu pak drtivá většina, celkem 88% z dotazovaných volí technikou klasické kaprařiny nebo feederu, kde je využití zakrmovacích loďek nejvíce platné a tedy vhodné.

Dále jsem se dotazoval na volenou metodu vnaďení a to z důvodu určení vzdálenosti, na jaké daný rybář chytá a na druhu vnaďidla, které se používá (z metody vnaďení to lze definovat). Celkem 44% využívá odhozového vnaďení (velké vzdálenosti), na kratší vzdálenosti se zaměřuje 35%, 15% využívá zavážecí člun a **jen 5% používá zakrmovací loď**.

V otázkách 4 a 5 jsem zjišťoval informovanost rybářů o tomto trendu a taktéž jejich názor či ztotožnění s avizovanými přínosy. **Přes 80% z dotazovaných je pojem zakrmovací loďka znám. Z tohoto počtu pak 90% souhlasí s přínosem v případě jejího využití.** V otázce šesté a sedmé jsem prověřoval případný zájem rybářů o možnost využívání zakrmovací loďky a uvedení důvodů pro případ kdy tento zájem byl negativní. **Celkem 61% z dotazovaných uvažuje pořízení (koupě nebo stavba) zakrmovací loďky, zbylých 39%**

procent respondentů s opačným názorem ovlivňuje nejvíce cena, avšak většinu toto téma spíše láká a zajímá.

V poslední otázce jsem se dotazoval, jaké požadavky či kritéria (dle priorit určenými respondenty) by měla loďka splňovat. Pro dotazované je jednoznačně rozhodující cena, dále pak objem přepravy, výdrž baterie, echolot, rychlost lodě, inteligentní navigace a pak propojení se smartphonem.

1.4 Klasické metody vnaďení ryb

Tato podkapitola je zaměřena na klasické metody vnaďení, a to z důvodu demonstrace obtížnosti tzv. „zakrmení“ ryb vzhledem k efektivitě lovu.

1.4.1 Vnaďení ryb na velmi krátké vzdálenosti - pomocí ruky či praku z břehu

Jedná se o základní způsob vnaďení pro velmi krátké vzdálenosti (cca 15 metrů). Typické pro rekreační rybolov. Nevýhoda spočívá ve velkém rozptylu při dopadu vnaďidla na hladinu, dále jsme omezeni vzdáleností, na které jsme schopni vnaďit a taktéž přesností (obtížné trefování se do stejného místa).

1.4.2 Vnaďení ryb na krátké vzdálenosti - vnaďicí lopatou či tyčí „kobrou“ - z břehu

Jedná se o nejběžnější a nejrozšířenější způsob vnaďení pro krátké až střední vzdálenosti (cca 25 - 50 metrů). Typické jak pro rekreační, tak i sportovní rybolov. Nevýhoda spočívá v hluku a velkém rozptylu při dopadu vnaďidla na hladinu pomocí lopaty, při použití kobyry se jedná pouze o velkou nepřesnost při hledání cílové oblasti dopadu.

1.4.3 Vnaďení ryb pomocí krmítka nebo rakety - z břehu

Metoda se používá při rekreačním, ale hlavně závodním rybolovu a spočívá v naplnění plastového nosiče (krmítka nebo rakety) vnaďidlem, který je svázan s koncovou udicí prutu pomocí vlasce či šňůry. Následným odhozem (švihem prutu) je návnada dopravena na místo určení. Dosažená vzdálenost i přes 50 metrů. Nevýhodou je opět hluk při dopadu a obtížné dosažení stejného místa.

1.4.4 Vnadění ryb pomocí rybářského člunu

Typická metoda pro sportovní rybolov, kde je základem přesnost a množství vnaďidla na místo určení (lovu). Vzdálenosti defacto neomezené. Nevýhodou je hluk, ztráta času při plavení a omezená dosažitelnost těžko dostupných míst. Dále pak velikost a pořizovací cena tohoto druhu vybavení.

1.5 Význam používání zakrmovací loďky - závěr kapitoly

V úvodní kapitole jsme si okrajově vyložili pojem „zakrmovací loď“ a provedli studii tohoto tématu. Pro objektivní posouzení této záležitosti jsem taktéž provedl analýzu, jejímž cílem bylo zjistit, jak k tomuto tématu přistupují zejména čeští rybáři. Dále jsem pro porovnání uvedl příklad zakrmovacích lodí, které se již komerčně využívají, a taktéž jsem popsal běžné techniky krmení při rybolovu.

Na základě všech informací v této kapitole hodnotím pojem zakrmovací loď pro využití rybolovu pozitivně a za významné faktory při využití RC loďky, vedoucí ke zvýšení efektivity lovu považuji následující:

- malá velikost v porovnání s vnaďením ryb pomocí klasického rybářského člunu
- tichý chod (téměř nulový hluk), bezpečnost, praktičnost
- přesnost, co se místa vnaďení týče v porovnání vnaďení pomocí odhozu prutem
- velikost dopravované potravy v porovnání s klasickými vnaďícími aparáty
- dostupnost nepřístupných míst (při použití klasické krmicího prutu nereálné)

2 ÚVOD DO LODNÍ TECHNIKY

Kapitola má za úkol seznámit čtenáře se základním poznáním lodní techniky. V úvodu této kapitole nejprve uvedeme rozdělení lodí. Dále si na vytipované lodě provedeme rozbor a tedy popis lodě. V druhé části kapitoly zabrousíme do mechaniky plovoucích těles a to právě lodí.

2.1 Rozdělení lodí

Lodě jakožto plovoucí plavidla lze dělit do skupin s ohledem na jejich použití, jejich stavební strukturu, chování na vodě a další. V dnešní době i dobách minulých, existuje neskonalý počet množství jejich zařazení. My si zde uvedeme ty zásadní. Lodě rozdělujeme[2]:

a) Dle praktického použití:

- Obchodní - osobní, remorkéry, nákladní, kombinované (nákl. remorkéry)
- Vojenské - fregaty, ponorky, vznášedla
- Speciální - rekreační, sportovní, pracovní (rybářské, ledoborce, záchranné)

b) Dle druhu pohonu:

- Motorové čluny - se zabudovaným motorem či závěsným motorem
- Elektrické čluny
- Parníky
- Plachetnice

c) Dle počtu trupů:

- Jednotrupé lodě
- Katamarány
- Trimarány

d) Dle pohybového ústrojí:

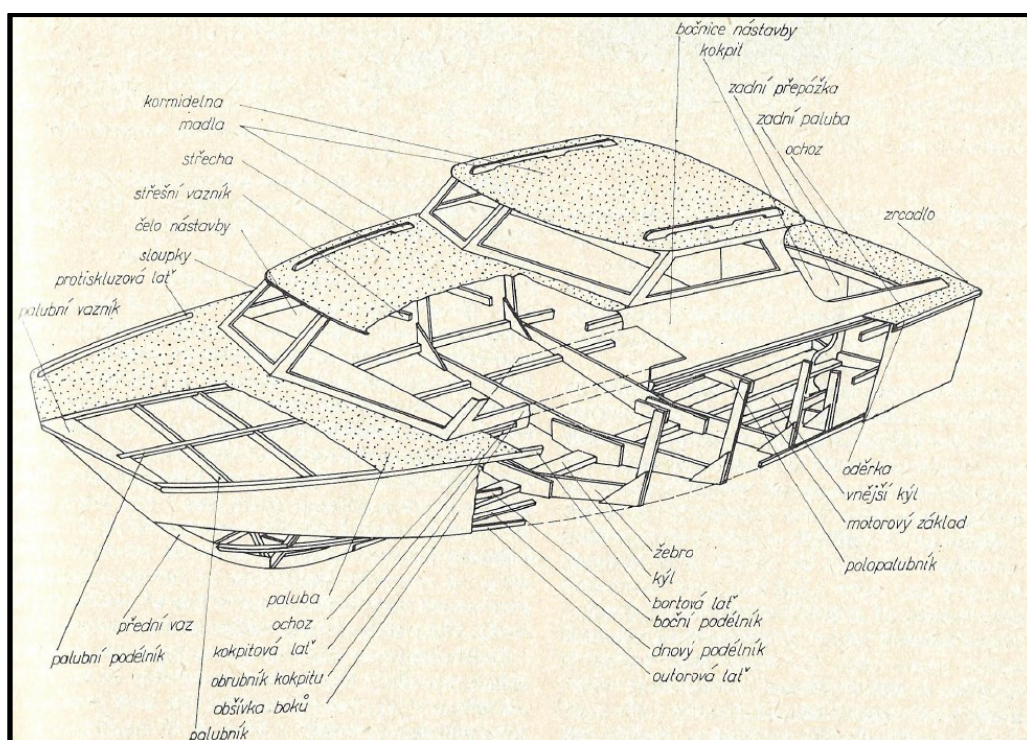
- Šroubové
- Kolesové

e) Dle stavebního materiálu:

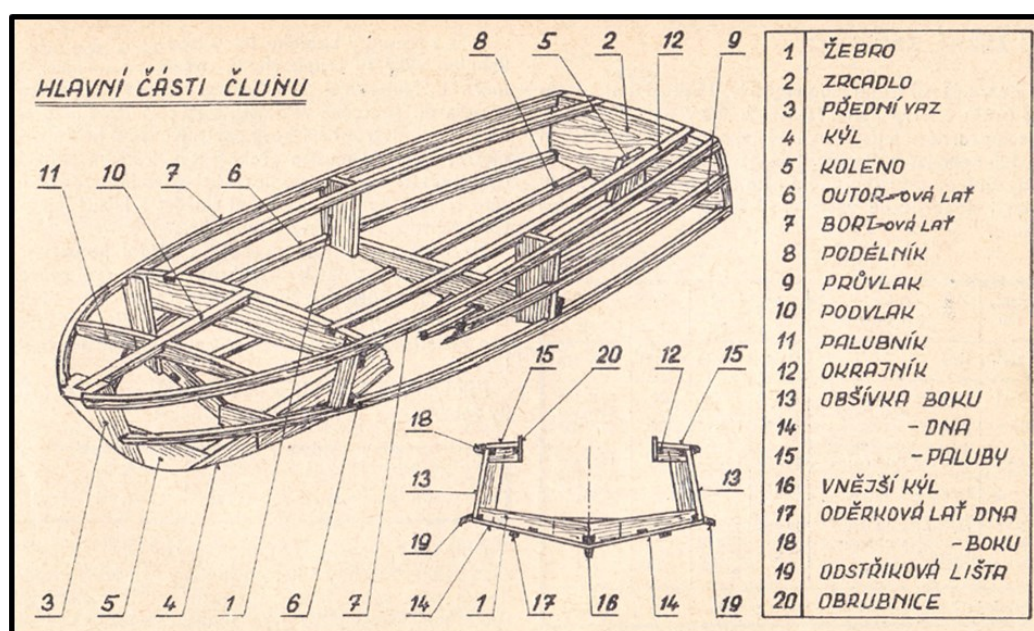
- Dřevěné
- Železné (ocelové)
- Plastové
- Smíšené

2.2 Popis lodě

V této kapitole jsou uvedeny základní části lodě pro objasnění terminologie, kterou budeme dále používat v této publikaci. Jako příklad nám poslouží obyčejný kajutový typ lodě, nebo klasický dřevěný člun a to z důvodu univerzálnosti obsahu jednotlivých částí - tj. je to jakýsi spoj mezi všemi možnými typy lodí.



Obr. 3 – Řez tělesem kajutového člunu s krytou kormidelnou [3]



Obr. 4 – Popis hlavní částí trupu člunu [4]

2.3 Mechanika plovoucího tělesa

2.3.1 Podmínka výtlaku

Podmínka výtlaku vychází z plovatelnosti. Plovatelnost je schopnost plavidla plout na klidné hladině působením hydrostatického vztlaku. Hydrostatický vztlak vzniká jako výslednice tlakových sil, jež působí na trup plavidla zdola nahoru F_{VZ} a shora dolů F_G . Abychom tedy dosáhli plavby tělesa po hladině, je nutné, aby velikost vztlakové síly byla větší než velikost síly tlakové.[4]

Velikost jednotlivých sil:

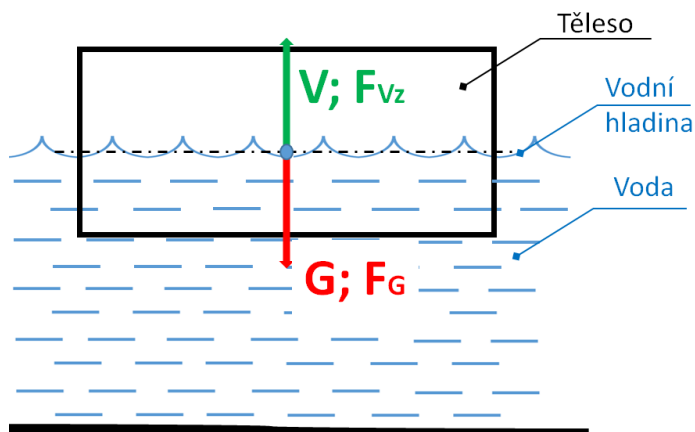
$$\begin{aligned} F_{VZ} = D &= \rho_K \cdot V \cdot g \text{ [N]} \\ F_G = G &= \rho_T \cdot V \cdot g \text{ [N]} \end{aligned} \quad (2.3.1)$$

Podmínka výtlaku:

$$F_{VZ} > F_G \quad (2.3.2)$$

Kde:

- | | |
|--|--|
| $V \text{ [m}^3\text{]}$ - objem tělesa | $\rho_K \text{ [kg/ m}^3\text{]}$ - hustota vody |
| $G \text{ [N]}$ - tíha tělesa ($G = m \cdot g$) | $\rho_T \text{ [kg/ m}^3\text{]}$ - hustota tělesa |
| $D \text{ [N]}$ - výtlak ponořené části | |
| $m \text{ [kg]}$ - hmotnost tělesa | $g \text{ [m/s}^2\text{]}$ - tíhové zrychlení |
| $F_{VZ} \text{ [N]}$ - vztlaková síla od ponořené části tělesa | |
| $F_G \text{ [N]}$ - tlaková (tíhová) síla tělesa | |

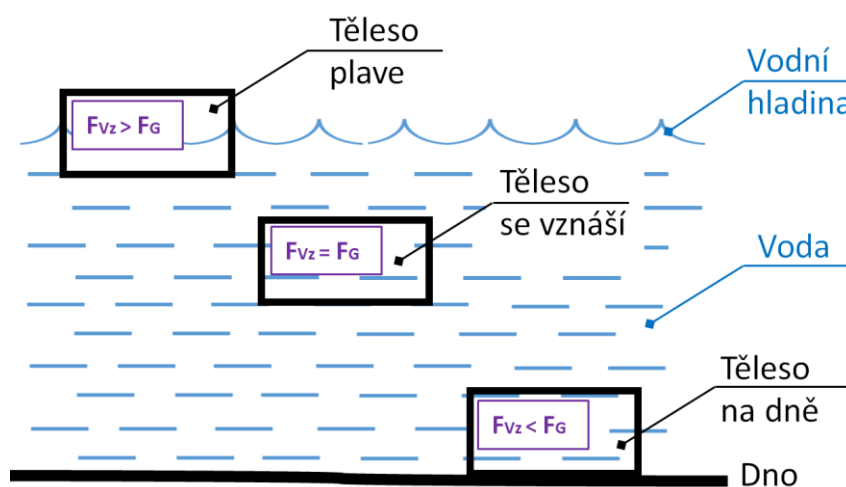


Obr. 5 – Těleso ponořené do kapaliny

2.3.2 Případy vztlaku tělesa

Podle vzájemného působení vztlačové a tíhové síly rozlišujeme tyto tři případy chování:

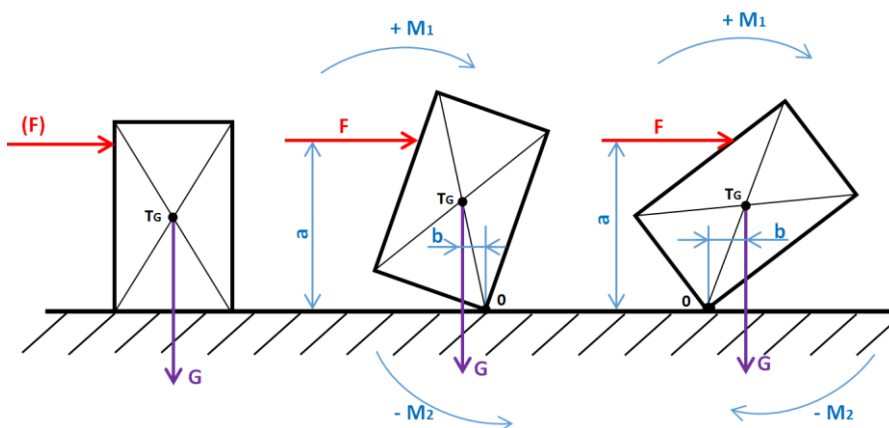
- a) tíha tělesa je menší jak vztlak - **těleso plave** ($F_{Vz} > F_G$; $\rho_K > \rho_T$)
- b) tíha tělesa se rovná vztlaku - **těleso se volně vznáší** ($F_{Vz} = F_G$; $\rho_K = \rho_T$)
- c) tíha tělesa je větší jak vztlak - **těleso klesne na dno** ($F_{Vz} < F_G$; $\rho_K < \rho_T$)



Obr. 6 – Stavy tělesa ponořených v kapalině

2.3.3 Stabilita lodě

Stabilita je schopnost tělesa (člunu) vrátit se po vychýlení ze své rovnovážné polohy zpět do rovnovážné polohy. Pochopíme to lépe z obr. 7, který znázorňuje fyzikální princip stability.



Obr. 7 – Fyzikální princip stability

Těleso stojící na podlaze, je zatížena jednou silou, vlastní tíhou G . Tato poloha je rovnovážnou polohou tělesa. Když na bok bedny začne působit síla F , začne se bedna vyklánět okolo spodní hrany, protože na ní působí moment zatěžující síly.

$$\boxed{M_1 = F \cdot a} \text{ - účinek pravotočivý (kladný)} \quad (2.3.2)$$

Oproti tomuto momentu působí moment vlastní tíhy tělesa (hovoříme o momentu stability neboli vratný moment).

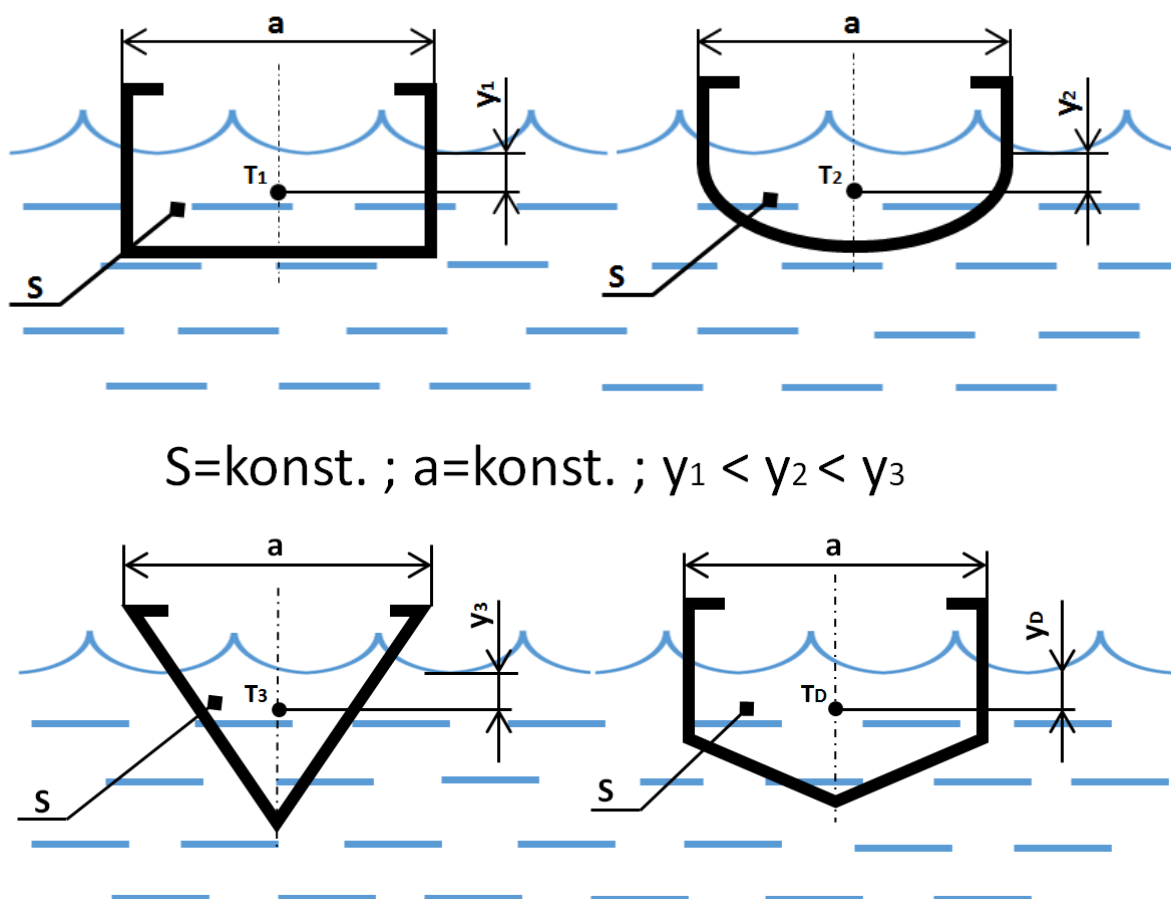
$$\boxed{M_2 = G \cdot b} \text{ - účinek levotočivý (záporný)} \quad (2.3.3)$$

Rozhodující je, který obou momentů je větší. Při větším momentu M_1 se náklon zvětšuje, až se těleso převrátí. Těleso přejde polohu, když moment tíže změní svůj smysl (svoje znaménko) a těžiště tělesa přejde na svislou spodní svislici spodní hrany.

Člun je v rovnovážné poloze tehdy, když je těžiště tíhy a těžiště výtlaku na společné svislici. Výklon člunu z této polohy způsobí například náhlý příval větru, vlna, přesun posádky, nástup či výstup posádky přes bok nebo přední část člunu. Takto se člun nakloní buď na bok, tedy v příčné rovině, nebo dopředu či dozadu, tedy v podélné rovině. Poznáváme proto příčnou, podélnou a směrovou stabilitu. [4]

2.3.3.1 Příčná stabilita

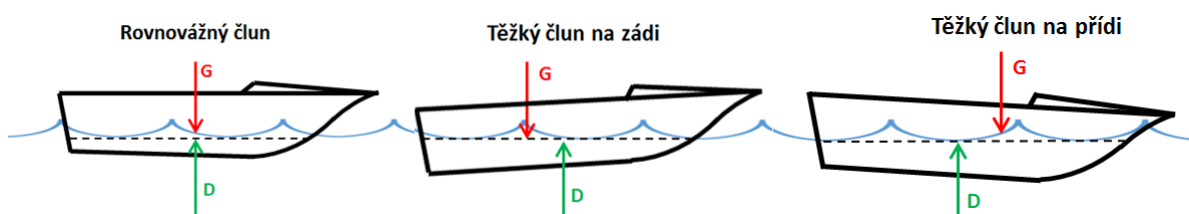
Nejdůležitější ze všech druhů stability, neboť její porušení může zapříčinit převrácení člunu. Velikost vychýlení těžiště z rovnovážné polohy závisí na příčném profilu člunu a rozložené hmotnosti. Všeobecně platí, že nejstabilnější profil je ten, u kterého je těžiště ponořené části nejbližší k hladině. Na *obr. 8* jsou tři různé profily základních tvarů, které mají stejnou šířku na hladině a rovnou velikost ponořené plochy. Těžiště obdélníkového profilu je nejbližší k hladině a je tedy nejstabilnější. Naopak, trojúhelníkový profil je velmi nestabilní, má však výhodu, že loď dobře udrží směr. Profily člunu se vždy kombinují se základními profily. Poslední profil znázorňuje běžný profil motorových člunů, je to široce rozevřené V, kombinované s obdélníkem.[4]



Obr. 8 – Základní geometrie tvaru profilů

2.3.3.2 Podélná stabilita

Podstata podélné stability je stejná jako při příčné stabilitě. Obecně se při návrhu člunu nemusí osobitě kontrolovat. Na druhou stranu, nesprávnou konstrukcí trupu člunu a nesprávným rozdělením jednotlivých hmotností se může stát, že se těžiště hmotnosti posune na předovou nebo zadní část loďe *obr. 9*. Nastane tedy situace, kdy člun bude těžký na přídi nebo těžký na zadek. Částečně můžeme tuto chybu v konstrukci napravit, pokud není velká, a to přenastavením nákladu a sedadel posádky. V každém případě je menší chybou, když je člun převážený na předeck.



Obr. 9 – Druhy podélné stability

2.3.3.3 Směrová stabilita

Osobitým druhem stability je stabilita, která udržuje člun v daném směru bez ohledu na venkovní vlivy (boční vítr, vlny, odstředivou sílu v zatáčce), které se snaží vytlačit člun z jeho směru.

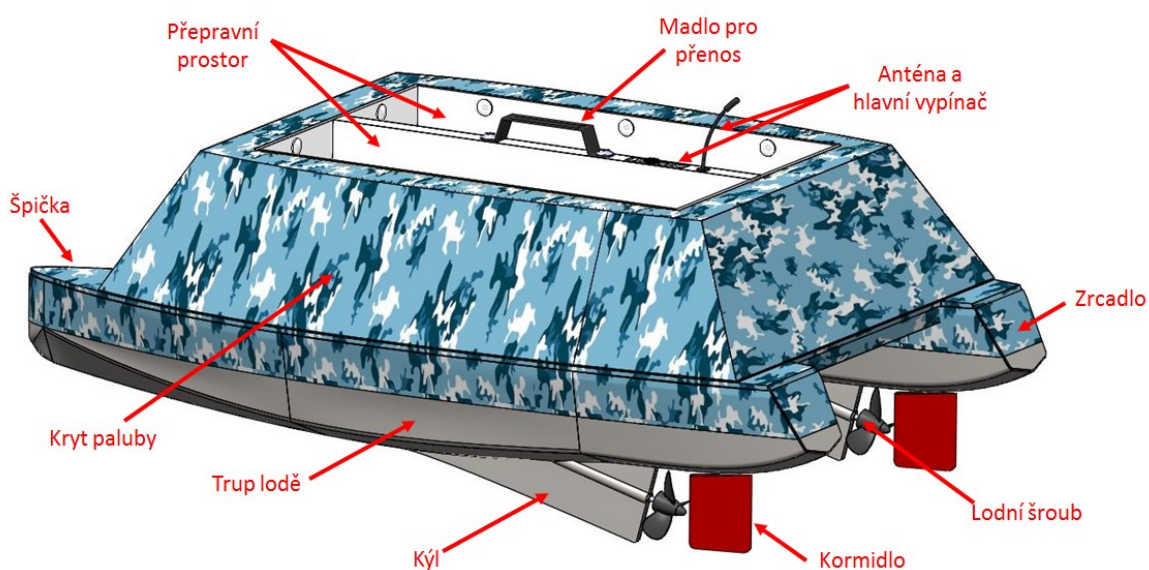
Výhodné jsou těžké čluny s větším ponorem. Při stejném ponoru je člun s nízkou nástavbou, umístěnou ve středu, směrově (ale i příčně) stabilnější, jako člun s vysokou nadstavbou vpředu. Těžiště boční neponořené plochy člunu by mělo být v příčné rovině těžiště výtlačku a hmotnosti. Hranatý profil lépe vede člun než oblý profil, který se lehce vysune z dráhy. Vedení člunu může zlepšit větší kíl, případně další lišty. Rychlé a velmi obratné sportovní čluny používají stabilizační ploutev, která se umístí před těžiště hmotnosti člunu.

[4]

3 POPIS FUNKCE ZAKRMOVACÍ LOŽE

Kapitola se zabývá popisem zakrmovací loď, dále funkcí navrhovaného prototypu, neboli situací, kdy se rybář rozhodne (nebo je nucen okolnostmi) pro kladení vnaďící potravu zvolit dálkově ovládaný zakrmovací člun.

3.1 Popis loď



Obr. 10 – Popis zakrmovací loď

Jelikož se v obecném hledisku jedná o klasickou loď, základní popis bude tedy víceméně stejný. Jak můžeme vidět na obrázku, tak i RC model se skládá ze základních částí jako je příď, kýl, žebra, vazy, zád' a paluba - jejich úkolem je plnit strukturální, nosnou a hydrodynamickou funkci, tedy podélnou pevnost trupu a příčnou stabilitu (zmenšení bočního snosu plavidla).

Dalším funkčním prvkem je kormidelní list a lodní šroub, který svým rotačním pohybem vytváří sílu, která loď pohání. Síla má dvě hlavní složky. První, menší složkou je reakční síla, vytvořená urychlováním vody rotací šroubu. Druhou složkou je výslednice sil na vrchní a spodní straně lopatek rotujícího šroubu. Tyto síly jsou principiálně shodné se si-

lami vznikajícími na listech vrtule letadla. Jde o podtlak navrchu lopatky (cca 2/3 celkové síly) a přetlak zesponu lopatky rotujícího šroubu (cca 1/3 celkové síly). [3]

Další částí zakrmovací (ale i obecně nákladních lodí) loď je přepravní prostor. Slouží, jak už název napovídá, k uložení nákladu, který je určen k přepravě. Při návrhu přepravního prostoru musím být brána zřetel na rozložení hmot a to z důvodu možné destabilizace plavidla na vodě, která může ztížit či dokonce znemožnit správné fungování loď.

Zástavba elektroniky, pohonu a přepravního prostoru bude podrobně rozebrána v praktické části.

3.2 Naplnění nákladního prostoru loďky vnaďící směsí

Uvažujme situaci, kdy máme loďku připravenou k použití (ověření, že loďka funguje - reaguje na příkazy z dálkového ovláďání, baterie jsou nabity. Nyní je na řadě naplnění nákladní komory vnaďící směsí. Vnaďící směs může být různého typu - tekutá, sypká směs nebo ve formě vnaďící kuliček „boilie“ nebo válečků „pelety“ (průměr od 6 do 30 mm). Pro naplnění zvolíme takovou směs, kterou nám konstrukce komory dovoluje použít - v našem případě uvažujeme „boilie“ a to z důvodu, že vnaďící komora nebude konstruována jako neprodyšně utěsněný nosič. Samotné naplnění provedeme ručně.

3.3 Doprava loďky na místo určení

Naplněnou zakrmovací loďku šetrně uložíme na hladinu vody a pomocí dálkového ovladače (RC soupravy) vyrazíme k uvažovanému a tedy cílovému krmnému místu.

3.4 Výpust' nákladního prostoru (pokládání potravy)

Po dosažení cílového místa nastává defacto finální fáze celého procesu, čímž je výpust potravy do vody. Na základě dálkově vyslaného příkazu do mikroservy ovláďaných dveří výpustě, dochází k jejich otevření tj. k vyprázďnění nákladního prostoru (návnady) do vody.

3.5 Návrat loďky k břehu

Prázďná zakrmovací loď se pomocí dálkového ovláďání vrací k rybáři a celý proces je možné opakovat (četnost dle potřeby a možností loď)

4 MATERIÁLY, ELEKTRONIKA A TECHNOLOGIE POUŽÍVANÉ V OBLASTI VÝROBY RC MODELŮ, ZEJMÉNA LODÍ

Materiály, lepicí prvky a technologie využívané pro stavbu RC modelů jsou těm běžným loďařským velmi blízké a proto považuji za vhodné zmínit materiály typické pro obě dvě oblasti. Co se elektroniky týče, tam se budu s ohledem na prototyp spíše zaměřovat již pouze na oblast modelářství.

4.1 Materiály používané pro stavbu skeletu trupu a nosných částí prototypů a to jak u klasických lodí, tak i RC loděk

Jak již napovídá předmět této podkapitoly, budeme zde prezentovat materiály typické jak pro oblast výroby lodí, tak i pro oblast modelářskou. V případě materiálů, které se oblastně neshodují, budu tyto materiály popisovat zvlášť.

Základní rozdělení použitých materiálů při stavě lodí a v modelářství:

- Dřevo
- Kovy
- Polymery
- Spojovací materiály

4.1.1 Dřevo pro klasickou stavbu lodí a pro využití v modelářství

Dřevo se považuje za nejvíce používaný materiál při amatérské stavbě lodí a taktéž „modelářině“. Vhodné dřevo musí být pevné a pružné, rovnoleté, husté, bez suků a příznaků hniloby. Nejlepší desky jsou řezané blízko středu kmene, neboť se nekroucí a neprohýbají. Dalšími faktory pro výběr dřeva je výskyt bělma (mladé stromy), což je nežádoucí a vlhkost dřeva - dřevo musí být co nejsušší.

Typy dřevěných polotovarů, užívaných při výrobě lodí:

- **Překližka** - lépe řečeno letecká překližka (lepená vodorovným lepidlem) se dodává v tabulích 120 x 120 cm nebo 150 x 150 cm a je vhodná na obšívku člunu, potah paluby, konstrukci kajuty a výroby vnitřního zařízení

- **Sololit** - jedná se o tvrdou dřevovláknitou desku tloušťky 3 nebo 5 mm. Vyrábí se v tabulích šířky 120 cm a délky od 150 do 180 cm což je výhodné, neboť obšívka dna či boku lodě může být z jednoho kusu (pro případ klasického člunu). Sololit pokládáme vždy lesklou stranou dovnitř a hrubou stranou vně lodě a je nutné ji laminovat. Výhodou je cena, neboť sololit je 8x levnější než letecká překližka.
- **Bukas** - jedná se opět o tvrdou desku, vyrobenou z hoblovaček a drobných odřezků dřeva, tloušťky 12,15 a 18 mm. Bukas je dobrý materiál na podlahy, cena je velmi nízká. Desky mají rozměry 120 x 240 cm a větší. Vyrábí se pod různými obchodními názvy. [3]

Tabulka vhodných materiálů pro oblast výroby lodí a oblast modelářství:

Druh dřeva	Měrná tíha (kg/dm ³) (g/cm ³)	Tvrdost dřeva	Vlastnost dřeva	Použití
Smrk	0,45 - 0,6	měkké	pevné, pružné	žebra, latě
Jedle	0,5 - 0,6	měkké	štípavé	podřadné díly
Lípa	0,35 - 0,45	měkké	lehké, dobře obrobitelné	vnitřní zařízení
Olše	0,45 - 0,55	měkké	brzy zahnívá	
Topol	0,4 - 0,55	měkké	brzy zahnívá	
Borovice	0,4 - 0,75	polotvrdé	pružné, dobře snáší vlhko	podlahy, paluby, výplně
Modřín	0,5 - 0,8	polotvrdé	nebortí se, trvanlivé ve vodě i na suchu	paluba, nástavby, vnitřní zařízení
Dub	0,75 - 0,95	tvrdé	velmi pevné, méně pružné, výborná odolnost proti vlhku	žebra, vazy, podélné latě
Jasan	0,6 - 0,9	tvrdé	husté, velmi pevné, pružné	žebra podélné latě
Javor	0,7 - 0,85	tvrdé	pevné	malé dílce, kladky apod.
Jilm	0,6 - 0,9	tvrdé	štípavé, nesnáší střídání vlhka a sucha	
Gabon	0,38 - 0,55	polotvrdé	výborná odolnost proti vodě	obšívka
Mahagon	0,6 - 0,95	tvrdé	velmi pevné, výborná odolnost proti vodě	vnitřní zařízení
Teak	0,75 - 1	tvrdé	pevné, pružné, odolnost proti suchu a i vodě	kostra člunu
Balsa lehká	0,05 - 0,12	měkké	lehké, měkké, elastické	vnitřní zařízení
Balsa střední	0,12-0,15	polotvrdé	lehké, pevné, pružné	kostra člunu
Balsa těžká	0,15 - 0,2	tvrdé	lehké, pevné	podlahy, paluby, výplně

Tab.2 – Přehled dřevěných materiálů pro oblast stavby lodí a modelářství [3]

Je třeba si uvědomit, že používané dřevo je vystaveno slunci, dále je máčené ve vodě a taktéž je (různě) namáhané dle místa a charakteru použití. Na základě této úvahy je jasné, že výběru ideálního materiálu dřeva je nutné věnovat značnou pozornost.

Z těchto důvodů jsem výše uvedl tabulku vhodných materiálů pro výrobu lodí včetně měrné hustoty (důležité pro hmotový rozbor v praktické části), tvrdosti daného materiálu a vhodnosti jeho použití.

4.1.2 Kovy pro klasickou stavbu lodí a pro využití v modelářství

Celý člun je možné vyhotovit i z kovu a takový člun je i méně náročný na údržbu. Srážlivost vlhkosti v trupu je velká a nemusí být člunu prospěšná. Stavba je však náročnější a pro amatéry méně dostupná. Proto se výrobou resp. materiály pro výrobu kovových člunů nebude více zabývat. Co se však pouhých částí týče, dřevěný člun obsahuje jak ocelové prvky, tak i prvky z neželezných kovů, zejména v podobě tyčového či profilového materiálu, anebo plechů. Z neželezných kovů se používá hlavně hliník a jeho slitiny, dále např. mosaz či bronz. Ocelové části chráníme proti rzi nátěrem, máčením v zinku nebo cínu, anebo galvanickým pokovením (měděním, niklováním, zinkováním, nebo kadmiováním).[4]

4.1.3 Polymerní materiály používané při stavbě lodí a v modelářství

Polymery či materiály na jejich bázi se jak v oblasti stavby lodí, tak i v modelářství užívají hojně, zejména při výrobě potahu lodního trupu např. za pomoci laminace či RTM technologie. Dále se používají polymerní materiály na vyztužení či přímo výrobu žeber lodě. Níže uvádím ty nejpoužívanější:

- a) **Skelná tkanina (výztuž)** – produkt ze skleněných vláken a základní kámen při získávání kompozitního výrobku pro potahy silně namáhaných částí konstrukce modelů, nebo pro úplné potahy již provedených celobalsových potahů se používají co nejtenčí skelné tkaniny. Laminují se buď polyesterovou anebo epoxydovou pryskyřicí. Provedení vazeb vyztužujících tkanin: plátňová, keprová, atlasová



Obr. 11 – Druhy vazeb vyztužujících tkanin[5]

- b) **Epoxidová pryskyřice „Letoxit“** – jedná se o pojivo, a tedy laminační směs bez plnících látek určená pro laminování materiálů ze skleněných, uhlíkových nebo kevlarových vláken. Je určena pro výrobu dílů namáhaných v extrémních podmínkách. Vhodná pro ruční laminování.
- c) **Gelcoat** – lze definovat jako barevně pigmentované polyesterové pryskyřice s obsahem barevného pigmentu 8 až 20 % a s přídavkem tixotropních činidel a urychlovače tvoří vnější pohledovou a odolnou vrstvu výrobku. Podle požadovaného finálního povrchu dílu rozeznáváme primer, tedy základní, a finální gelcoat. Primer gelcoat se aplikuje většinou v jedné vrstvě a je nutné díl před dalším použitím lakovat, zatímco finální gelcoat se aplikuje ve dvou či více vrstvách a již není třeba na díle provádět žádné další operace. [6]



Obr. 12 – Nanášení Gelcoatu ručně (vlevo) a stříkáním (vpravo)[7]

4.1.4 Spojovací materiály

- a) Hřebíky - hřebíky používáme na dočasné zajištění spojů při montáži, před konečným slepením a sešroubováním. Potom hřebíky vytáhneme.
- b) Vruty -používat pokud možno mosazné, a to se silným dřikem a velkou hlavou, které spoje dobře stáhnou. Ocelové vruty je nutné bezpodmínečně před použitím pozinkovat, jinak rezaví a dřevo kolem nich tak zahnívá. Při použití u tvrdého dřeva je nutné nejprve předvrtat díru a taktéž provést zahlobení pro hlavu vrutu.
- c) Šrouby - šrouby do kovu, tedy šrouby s podložkou a maticí používáme pro silně namáhané spoje ne z důvodu velké tloušťky spojovaných dílců. Pro dřevěné spoje používáme tzv. vratové šrouby, pro spoj dřevo - kov normální šrouby s kuželovou nebo šestihrannou hlavou. [3]

4.2 Lepidla pro oblast stavby lodí a modelování RC loděk

Při stavbě lodí bychom měli používat voděvzdorná lepidla, např. Umacol, Rezorcin a Epoxyd. Lepené spoje mají být co největší, rovné a dosedací plochy suché, prosté jakékoliv mastnoty. Lepidlo musí být nanášeno rovnoměrně. Lepený spoj je nutno sevřít, tlak u měkkého dřeva má být asi 10kg/cm^3 , u tvrdého až 15kg/cm^3 . Důležité je brát v úvahu i dobu vytvrzení a to při optimální teplotě mezi $15 - 20^\circ\text{C}$. [3]

Co se týká lepidel používaných v modelařině, pak mezi nejvíce používané bych uvedl tyto:

- a) **Dvousložková lepidla** - dnes asi nejrozšířenější a jejich vývoj stále pokračuje. V modelářské praxi se nejčastěji používají dvousložková lepidla na bázi epoxydových pryskyřic (např. "UPON") s různou dobou vytvrzení a s různými mechanickými vlastnostmi spoje.
- b) **Kyanoakrylátová lepidla** - jsou dodávána různě hustá a působením vzdušné vlhkosti polymerují během několika desítek vteřin. Při dobrém odmaštění povrchu se dá s těmito lepidly lepit skutečně téměř všechno, dokonce i polyamidové materiály (jako např. silon).
- c) **Umělé hmoty rozpuštěné v ředidle** - známé a dříve nejpoužívanější "acetonové lepidlo" je v podstatě roztokem celulóidu v acetonu anebo nitro-ředidle. Toto lepi-

dlo se v modelářské praxi používá již desítky let. Nejznámějším představitelem tohoto druhu lepidel je "KANAGOM".

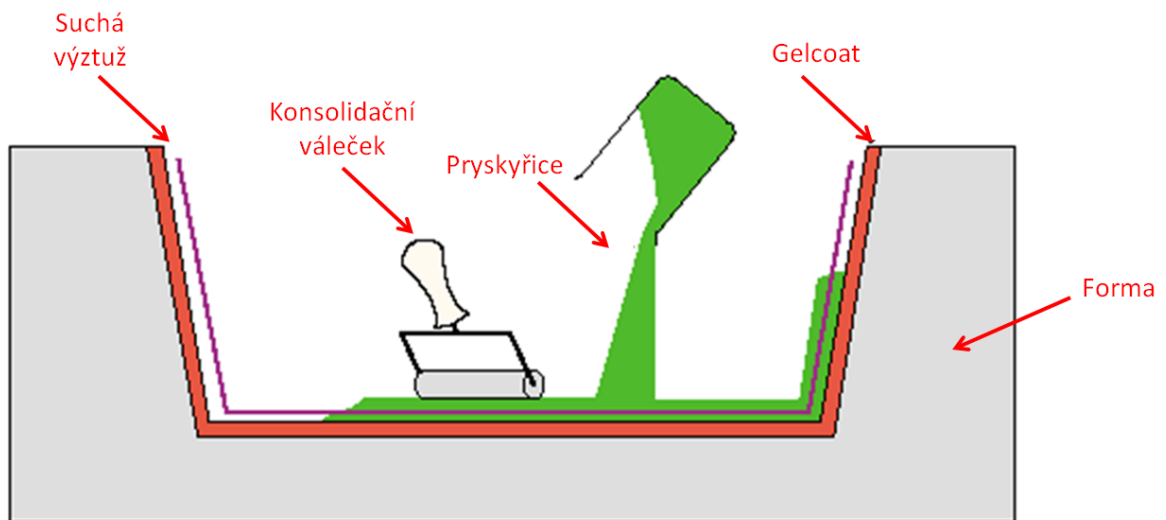
- d) **Kontaktní lepidla** - Většina běžných kontaktních lepidel je založena na bázi přírodního kaučuku, dispergovaného ve vhodném nosném roztoku. Použití kontaktního lepidla je nezbytné při lepení zesilovací překližky bočnic trupu. U nás, co by tohoto typu, je nejznámější možno uvést tzv. LA-tmel anebo i známé lepidlo CHEMOPRÉN.
- e) **Speciální lepidla** - rychle tvrdnoucí lepidla na bázi kyanoakrylátů. Tato lepidla jsou dodávána různě hustá a působením vzdušné vlhkosti polymerují během několika desítek vteřin. Existují lepidla tohoto typu vhodná na lepení polystyrénu a polypropylénu. Nejznámější je značka PUREX. [6]

4.3 Technologie při stavbě lodí a při stavbě prototypu RC lod'ky

Jelikož se jedná o velmi široké spektrum technologií, které je možno ve výrobě lodí aplikovat, rozhodl jsem se, že uvedu pouze ty technologie, které by bylo možné aplikovat v rámci případné realizace prototypu RC modelu.

4.3.1 Kontaktní „ruční“ laminace (Hand lay-up technology)

Při této technologii je díl laminován ručním prosycením a válečkováním laminátové formy (bez víka). Díly se vyznačují ve srovnání s jinými technologiemi vysokou mechanickou pevností, která je dána vysokým podílem skla (cca 35 %). Metoda se používá u dílů s roční produkcí v řádu jednotek až desítek kusů. Typické pro tvorbu prototypu. Při této technologii se používají rohože ze sekaných sklovláknitých pramenců a skelné tkaniny různých gramáží. Na zpolymerovaný gelcoat se nanáší pryskyřice (základní druhy uvedeny níže) pro kontaktní laminaci a postupně se kladou sklovýztuže do několika vrstev. Po vylaminování poslední vrstvy se vytlačený přebytek pryskyřice odsaje plstěným válečkem. Výrobek se poté nechá ve formě vyzrát a po vyzrání se provede odformování.[7]



Obr. 13 – Ruční laminace [7]

4.3.1.1 Základní materiál

- *Pryskyřice* - polyesterová, epoxidová, vinylesterová, fenolická
- *Výztuže* - sklo, uhlík, kevlar, čedič, přírodní vlákna (juta, konopí)

4.3.1.2 Výhody a nevýhody

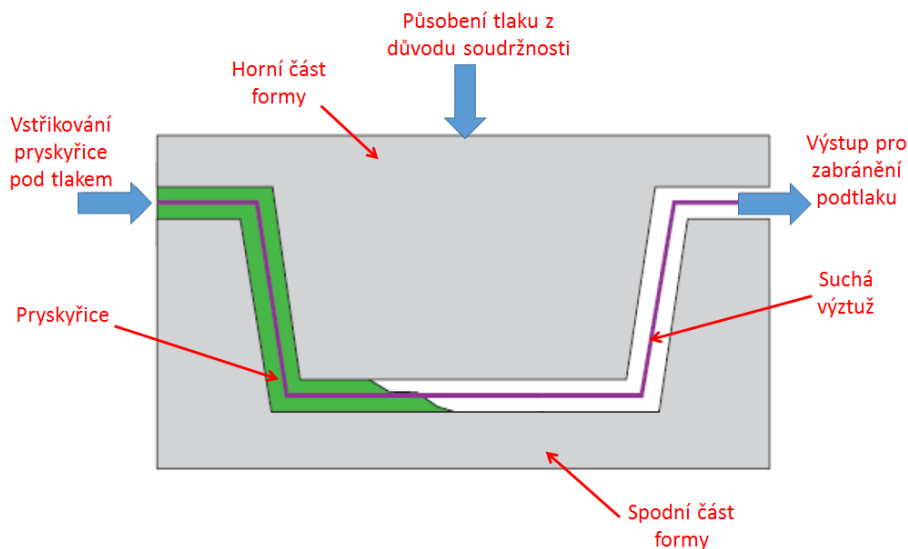
- *Výhody* - jednoduchá a rozšířená technologie, nízké náklady na výrobu formy, vhodné pro malé série; velké a složité výrobky
- *Nevýhody* - kvalita výroby závisí na zručnosti operátora, operátor pracuje v prostředí výskytu styrenu

4.3.1.3 Aplikace

- Výroba obkladů karosérií dopravních prostředků - autobusy, vlaky, trolejbusy
- Výroba lodí, Krytování přístrojů a zařízení
- Designové prvky - například ve stavebnictví

4.3.2 RTM - Resin transfer moulding

Suchá výztuž ve formě tkaniny nebo speciálně tkaných rohoží se postupně klade do dutiny spodní části formy. Po uložení výztuže se forma uzavře horní částí a pryskyřice je pomocí dávkovacího zařízení dopravena (vstřikována) do dutiny. Následně dochází k vytvrzení pryskyřice při standartních atmosférických podmínkách, případně se dutina formy vyhřeje (na 40 - 60°C).[7]



Obr. 14 – RTM - Vstřikování pryskyřice[7]

4.3.2.1 Základní materiál

- *Pryskyřice* - polyesterová, epoxidová, fenolická
- *Výztuže* - sklo (většina případů), uhlík (zejména v leteckém průmyslu)

4.3.2.2 Výhody a nevýhody

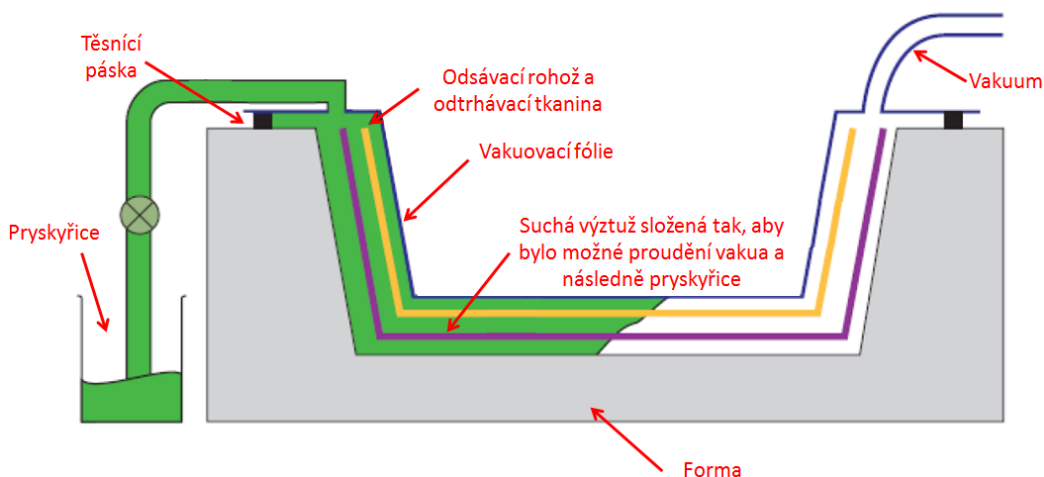
- *Výhody* - jednoduchá a rozšířená technologie, přesnější a produktivnější v porovnání s ruční laminací, střední série (300-500ks), oboustranná hladkost
- *Nevýhody* - zvýšené náklady na výrobu formy, nelze vyrobit formu s negativním úhlem, formy jsou těžké a robustní

4.3.2.3 Aplikace

- Výroba obkladů karosérií dopravních prostředků - autobusy, vlaky, trolejbusy
- Výroba lodí, Krytování přístrojů a zařízení,
- Designové prvky - například ve stavebnictví

4.3.3 Vakuová infúze

Suchá výztuž ve formě tkaniny nebo speciálně tkaných rohoží se postupně klade do dutiny spodní části formy. Na naskládané výztuže ve formě poté klademe ještě další technologicky potřebné materiály - separační fólie, rozváděcí tkanina, vakuovací fólie). Pomocí vakuovací fólie se všechny materiály ve formě slisují. Pryskyřice je do dutiny transportována pomocí vákua a rozváděcí tkaniny. Při tomto procesu dochází ke zmáčení výztuže pryskyřicí. Pryskyřice se vytvrzuje při standardních atmosférických podmínkách.[7]



Obr. 15 – Vakuová infuze[7]

4.3.3.1 Základní materiál

- *Pryskyřice* - polyesterová, epoxidová
- *Výztuže* - tkané - sklo, uhlík, kevlar
 - možné využití sendvičových materiálů - pěna, balsa

4.3.3.2 Výhody a nevýhody

- *Výhody* - kontrolovaný proces zaručuje lepší kvalitativní a mechanické vlastnosti produktu, vhodné pro malé série a velké výrobky
- *Nevýhody* - technologicky složitý proces, zvýšené náklady na pomocný technologický materiál - rozváděcí tkaninu, separační a vakuovací fólii

4.3.3.3 Aplikace

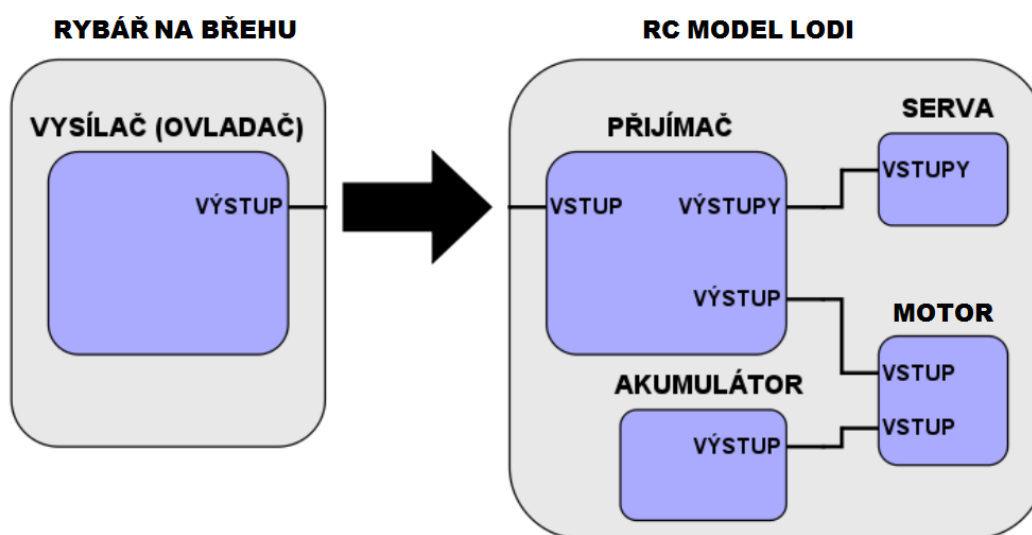
- Výroba lodí, Výroba vrtulí větrných elektráren

4.4 Elektronika využívaná u RC loděk

V následující podkapitole si uvedeme základní a dá se říct i nezbytně nutné elektronické prvky RC lodě. Bez nich by provoz RC člunu prakticky nebyl proveditelný.

4.4.1 Schema zapojení prvků

Na obrázku *Obr.16* je zobrazené klasické zapojení prvků na RC modelu. Vysílač resp. ovladač vysílá neustále signál. Na lodi je pak přijímač, který tyto signály zachytává a dále je rozesílá např. do jednotlivých servomotorů nebo do motoru. Pro zjednodušení jsou na schématu serva vyobrazena jako jeden prvek. Reálně je jich více (v našem případě budou čtyři).



Obr. 16 – Standartní způsob zapojení elektronických prvků [8]

4.4.2 Motor

Motor je jedna z nejdůležitějších částí lodě, protože jako v případě RC letadel nám vytváří tah, potřebný pro generování vztlaku. V této kapitole si uvedeme pouze popis elektromotoru, neboť spalovací motory se zde používají velmi zřídka

Elektromotor je využíván téměř u všech druhů modelů lodí. Hlavní rozdíl oproti spalovacímu motoru je, že elektromotor nespaluje žádné palivo - je poháněn akumulátorem. Regulaci výkonu provádí regulátor, který může být zapojený mezi motorem a přijímačem.[8]

4.4.3 Regulátor

Často označován jako ESC (Electronic Speed Controller) - je zařízení, které přijímá signál z přijímače a podle něj řídí otáčky motoru. Je napojený jak k motoru, tak k akumulátoru a přijímači (který také napájí). Regulátor může plnit taky další funkce jako např. BEC (stabilizátor napětí), brzda nebo i zpětný chod. Hlavní parametr je proud, který dokáže regulátor přenést do motoru. Mějme příklad: elektromotor, jenž má maximální odběr 35A, je napájen baterií, která je schopná dodat proud až 66A. Pokud je regulátor, zapojený mezi motorem a baterií, dimenzovaný na 40A, je vše v pořádku. Pokud by ale regulátor zvládl odběr stejný nebo nižší, hrozí opět vyhoření. Vždy je lepší počítat s rezervou.[8]



Obr. 17 – Elektromotor [8]



Obr. 18 – Regulátor [8]

4.4.4 Baterie

V dnešní době převládají v modelech akumulátory typu LiPo. Existují ještě např. NiMh či NiCd, které se stále používají např. v ovladačích.

Hlavní parametry LiPo akumulátorů jsou:

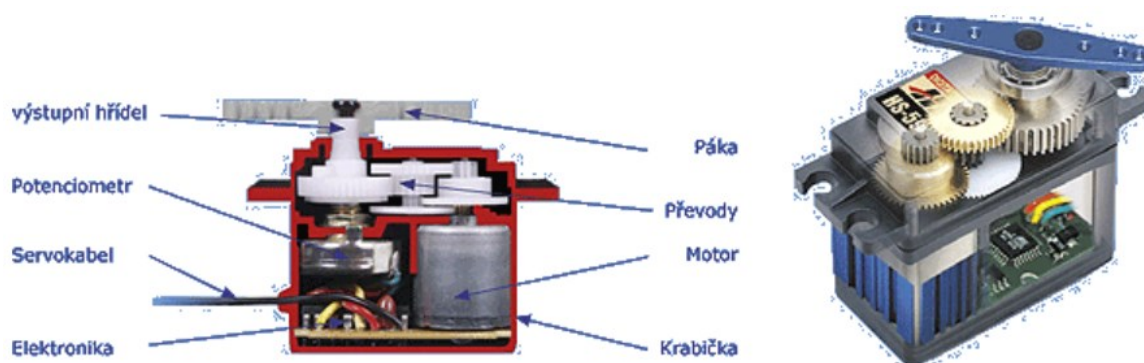
- **Počet článků** - značí se jako 1S, 2S, 3S atd. Od počtu článků se odvíjí napětí
- **Kapacita** - udávaná v mAh. Čím větší kapacita, tím déle je loď schopna provozu.
- **Parametr "C"** - je to konstanta, která udává, jak velký proud je baterie schopna dodat/přijmout. Např. používá-li se akumulátor o kapacitě 2200mAh, s parametrem 30C, pak je schopna dodat proud: $2,2Ah * 30 = 66A$

Výstupy akumulátoru tvoří zdroj stejnosměrného napětí (+ -) a balanční konektor, pomocí kterého je při nabíjení kontrolováno napětí každého článku. Některé akumulátory obsahují také ukazatel stavu nabití přímo na obalu. Stav baterie jde taky zjistit pomocí telemetrie.[8]

4.4.5 Servomotor

Servomotor (dále "servo") je velmi důležitá součást každého modelu. Je to malá elektro-mechanická součástka, která má v sobě motor, který je řízen se zpětnou vazbou. Má přesně definovaný rozsah. Je řízen integrovaným regulátorem, jehož vstupem je PWM signál. Typické rozměry serva jsou např.: 24mm x 11mm x 22mm (závisí na tom, jak výkonné musí servo být apod.). Úkolem serva je hýbat s ovládací prvky lodě podle PWM signálu z přijímače. Aby tohle bylo možné, tak musí být servo propojené s pohyblivou plochou lodě něčím, co pohyb serva přenese. Takovému prvku se říká táhlo/bowden.

Např. když chceme otevřít na lodi dvířka komory, posuneme knipl vysílače do strany, vysílač tak odešle přijímači tento pokyn. Přijímač přepośle pokyn na odpovídající servo a to se podle signálu natočí. Vlivem tohoto pohybu se dveře komory otevřou, protože jsou se servem propojeny právě táhlem.[8]



Obr. 19 – Servomotor + popis [8]

4.4.6 RC souprava (dálkové ovládání)

Pro elektronické ovládání modelů se používá RC souprava. Tato souprava je tvořená vysílačem a přijímačem. RC set nemusí být nutně od jednoho výrobce. Je možné vysílač a přijímač různě kombinovat, ale je potřeba zajistit, aby tyto dvě zařízení byla kompatibilní - např. způsob kódování signálu, řízení přepínání kanálů atd.[8]

4.4.6.1 Vysílač

Je zařízení, které obsahuje kniply a přepínače na ovládání lodě. Pohyb jednotlivých kniplů a přepínačů vysílač přemění na vysokofrekvenční signál, jenž prostřednictvím antény vyzařuje do okolí. Vysílače se dnes rozdělují podle mnoha kritérií, jako například:

- Podle pásma - 2.4GHz, 35MHz a další
- Podle počtu kanálů
- Podle způsobu držení vysílače - palcové a pultové.

4.4.6.2 Přijímač

Přijímač přijímá prostřednictvím antény signál vyzařovaný vysílačem a přemění jej na digitální impulsy sloužící pro ovládání jednotlivých serv, elektronického regulátoru otáček.



Obr. 20 – RC přijímač signálu [8]

5 NÁVRH VARIANT K ŘEŠENÍ PROTOTYPU

Při uvažování toho, jak bude finální model prototypu zakrmovací loďky vypadat, se nabízí nespočet možností. Pokud budu brát v úvahu návrh s ohledem na typologii lodí z hlediska počtu trupů, nabízejí se mi tři nejčastější případy a to:

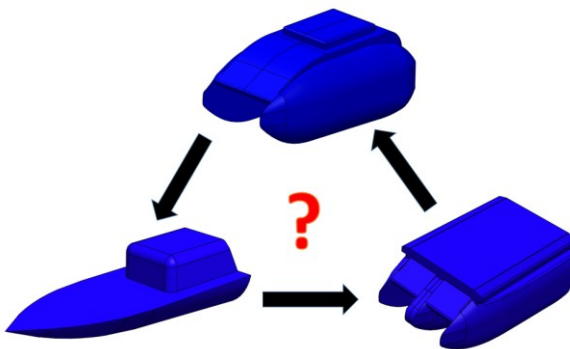
- Jednotrupé lodě
- Katamarány
- Trimarány

Při výběru vítězné varianty z výše tří zmíněných bude vybrána ta, která bude odpovídat, nebo se nejvíce přibližovat nárokům a požadavkům, které by měla zakrmovací loďka splňovat, a to:

- Stabilita na vodě
- Jednoduchý mechanismus výpustě vlnadidla
- Jednoduchá ovladatelnost

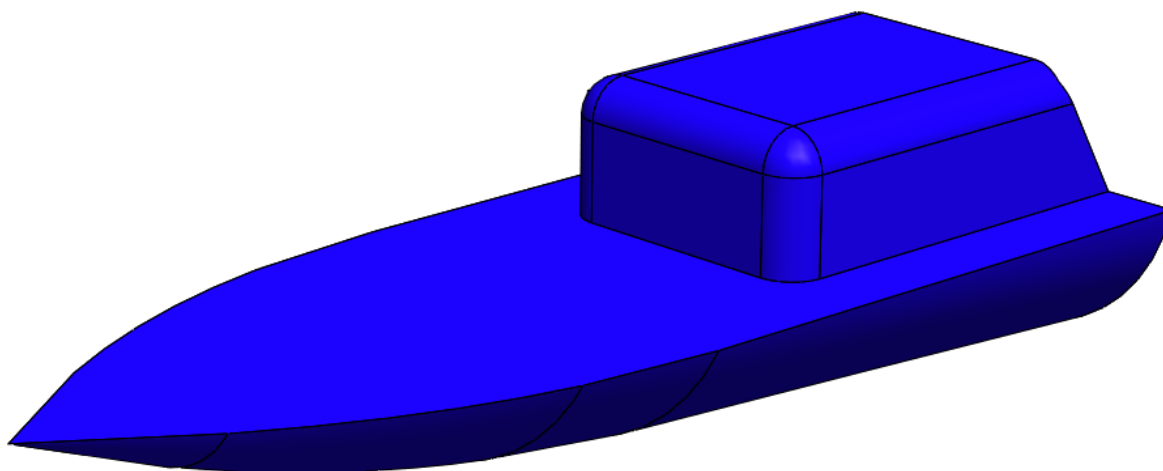
5.1 Komentář k vítězné variantě

Pro praktickou část bude zvolena varianta 2 katamarán, neboť záměrem je umístění přepravního prostoru mezi trupy, kde je pak možno vypouštět návnadu přímo pod loď, dále možno provést zástavbu elektroinstalace v prostoru nad vodou a oblast trupů můžeme nechat pouze pro instalaci motorů, což ostatní varianty neumožňují.



Obr. 21 – Možné varianty lodě

5.2 Varianta 1 : JEDNOTRUP



Obr. 22 – Návrh variant - jednotrup

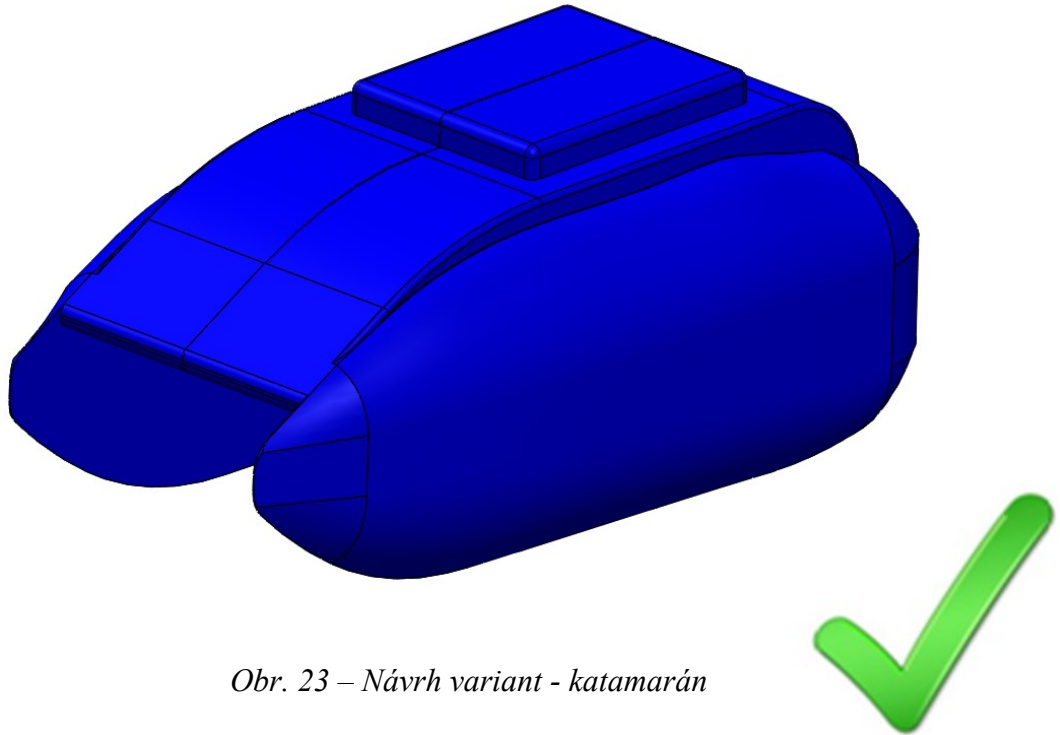
Výhody:

- Jednotrup se lépe pohybuje v přímočarém směru a vykazuje menší odpor vody
- Typ této lodě bývá rychlejší v porovnání s katamaránem a trimaránem
- Méně robustní konstrukce

Nevýhody:

- Horší příčná stabilita.
- Omezené umístění přepravního prostoru (Výpust' návnady směrem za loď)
- Horší ovladatelnost na malém prostoru.

5.3 Varianta 2 : KATAMARÁN



Obr. 23 – Návrh variant - katamarán

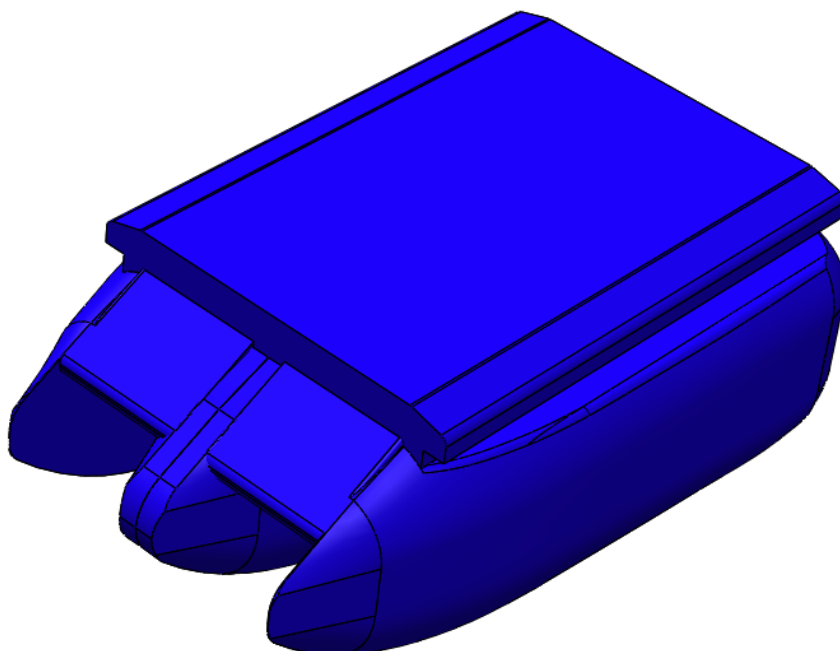
Výhody:

- Lepší příčná stabilita v porovnání s jednotrupem
- Výborná ovladatelnost na malém prostoru (2 motory)
- Ideální konstrukce z hlediska umístění přepravního prostoru (mezi trupy)

Nevýhody:

- Díky dvěma trupům je třeba překonávat větší odpor vody.
- Pomalejší než jednotrup (avšak rychlejší než trimarán)
- Robustnější než jednotrup (méně robustní než trimarán).

5.4 Varianta 3 : TRIMARÁN



Obr. 24 – Návrh variant - trimarán

Výhody:

- Má nejlepší příčnou stabilitu ze všech díky 3 trupům
- Výborná ovladatelnost na malém prostoru (2 motory)
- Konstrukce z hlediska umístění přepravního prostoru lepší než jednotrup

Nevýhody:

- Díky třem trupům je ovlivněna výpusť vlnidla na směr do stran nebo za loď.
- Nejpomalejší
- Nejrobustnější konstrukce

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 CÍLE PRÁCE, DEFINICE ZÁKLADNÍCH PARAMETRŮ, POŽADAVKY NA NAVHROVANÝ PROTOTYP RC LODĚ

Úvodní kapitola praktické části bude nejprve uvádět cíle práce, dále definice a výpočty základních parametrů prototypu. Druhá část této kapitoly se věnuje konkrétní definici hlavních rozměrů, tvaru trupu navrhované konstrukce. Závěr kapitoly se zabývá teorií výtlačku neboť jeho přesné určení je možné až v momentě, kdy budeme znát celkovou hmotnost „plně naložené“ lodě.

6.1 Cíle práce

Celý návrh je zaměřen na vytvoření 3D návrhu prototypu RC modelu malé zakrmovací loďky, jejíž využití se uplatní v oblasti sportovního rybolovu. Níže uvádím cíle práce, dle kterých budu v kapitolách této publikace postupovat.

Cíle práce jsou:

- vytvoření studie zakrmovací loďky a významu v oblasti rybolovu, popis její funkce
- sestavení a rozbor možných variant řešení, návrh technologie výroby a materiálů
- soupis požadavků na prototyp zakrmovací loďky a realizace 3D prototypu RC modelu
- sestavení plánu pro ověření funkčnosti prototypu.

6.2 Návrh obecných požadavků na prototyp

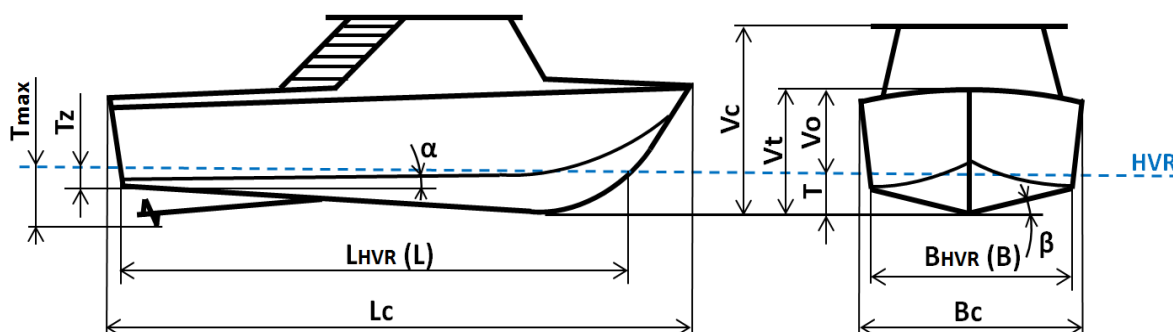
- Typ lodní konstrukce: Katamarán
- Rozměry lodě: Délka do 0,7 m, poté šířka do 0,4 m, výška do 0,25
- Nosnost přepravního prostoru – minimálně 3,0 kg nákladu
- Hmotnost prázdné lodě do 5 kg
- Pohotovostní režim minimálně 150 min

6.3 Návrh konstrukce trupu lodě

Kapitola se bude zabývat výpočtem základních parametrů, jako jsou délka a šířka trupu lodě. Dále bude na základě plavebního odporu a složitosti konstrukce definován tvar dna trupu navrhované lodě.

6.3.1 Odvození délky a šířky trupu lodě

Dva čluny lze porovnávat především při pozorování určitých charakteristických rozměrů, které souhrnně nazýváme hlavní rozměry. Na *obr. 25* je uváděno značení jednotlivých rozměrů. Toto značení bude dále používáno při dalších postupech.



Obr. 25 – Hlavní rozměry člunu[3]

Kde:

L_c - největší délka člunu [m] $L_{HVR}(L)$ - délka na hlavní vodorysce [m]

B_c - největší šířka člunu [m] $B_{HVR}(B)$ - šířka na hlavní vodorysce [m]

HVR - hlavní vodoryska T - ponor trupu [m]

T_z - ponor na zrcadle [m] V_o - volná výška boku [m]

V_t - stavební výška trupu [m] V_c - největší výška člunu [m]

α - úhel náběhové hrany [°] β - úhel kýlovitosti [°]

T_{max} - maximální ponor trupu [m]

Základní charakteristickou hodnotou je **zde poměr délky L a šířky B na hlavní vodorysce, který nazýváme poměrové číslo λ .**

Následně pak platí vztah:

$$\lambda = \frac{L}{B} \rightarrow B \quad (6.3.1)$$

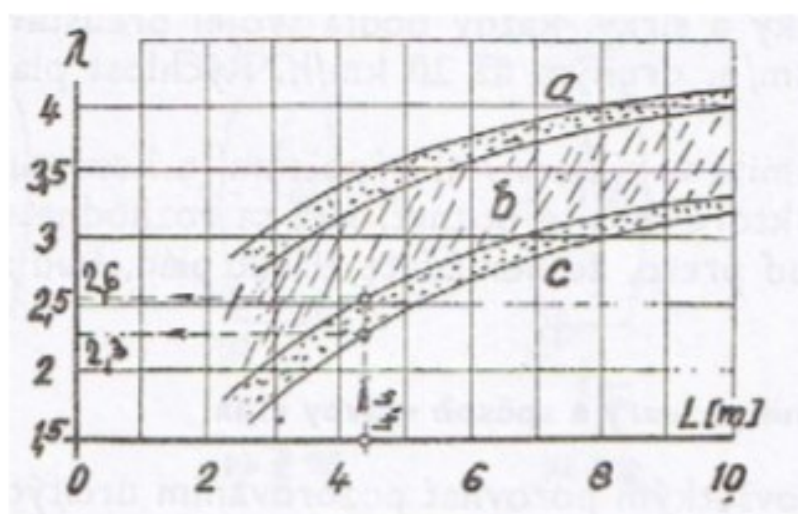
a odtud pak

$$B = \frac{L}{\lambda} \quad (6.3.2)$$

Abychom mohli definovat hodnotu poměrového čísla λ , je nejprve nutné definovat a tím rozeznat základní druhy plavby, tedy:

- a) výtlačnou plavbu - každá plavba při malé rychlosti (nižší výkony motoru)
- b) plavbu klouzáním - dosažena výkonnějšími motory při vyšších rychlostech

Poměr L/B je u výtlačných motorů vždy jr vyšší oproti lodím pro plavbu kluzem. Léta zaužívaný termín mezi loďaři říká, že „délka běží“. Tento výklad pochopíme, když se podíváme na rychlost plavby závodní osmiveslice, viz. *Graf 9*, kde *a* je horní pásmo (výtlačné čluny), *b* je střední pásmo (přechodová oblast) a *c* prezentuje spodní pásmo (kluzáky). [3]



Graf 9 – Závislost poměrového čísla na délce u závodních veslic[9]

Například pro závodní osmiveslici - člun kluzák s délkou $L = 4,4$ m odečteme z diagramu poměrové číslo $\lambda = 2,3$ až $2,6$. Šířka pak bude $B = 1,7$ až $1,9$ m, viz. výpočet:

$$B = \frac{L}{\lambda} = \frac{4,4}{2,3 \text{ až } 2,6} = \underline{\underline{1,7 \text{ až } 1,9 \text{ m}}} \quad (6.3.3)$$

Námi navrhovaný prototyp je elektromotory poháněný katamarán. Přesto, že se v obecném měřítku jedná o výtlačný člun, se každý jeden z jeho trupů chová samostatně jako trup plachetnice. V definici poměrového čísla, respektive jeho rozsahu budeme uvažovat navrhovaný trup jako trup plachetnice.

Vzhledem k tomu, že se v této práci zabýváme návrhem prototypu, nemáme k dispozici diagram závislosti poměrového čísla na délce. V tomto případě se odkážeme na údaje v publikaci, *Jak si postavím plachetnice a motorové čluny* (Oppl Zdeněk, 1973 [3]), kde je pro případ prototypu plachetnice doporučeno uvažovat poměrové číslo $\lambda = 2,6$ až 6 .

Délka jednoho trupu navrhovaného prototypu je $L = 0,6$ m, poměrové číslo tedy uvažuji jako $\lambda = 2,6$ až 6 . Šířka B jednoho trupu katamaránu pak bude v rozmezí dle výpočtu:

$$B = \frac{L}{\lambda} = \frac{0,6}{2,6 \text{ až } 6} = \underline{\underline{0,1 \text{ až } 0,23 \text{ m}}} \quad (6.3.4)$$

Dílčí závěr:

Velikost šířky jednoho trupu katamaránu byla na základě známé délky a poměrového čísla vypočtena na $B = 0,1$ až $0,23$ m. **Pro další výpočty volím šířku trupu $B=0,15$ m.**

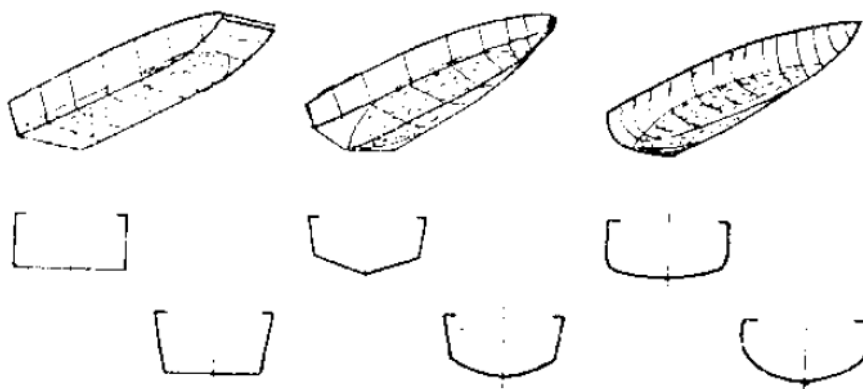
6.3.2 Určení tvaru trupu

Při rozhodování při volbě tvaru je nutné navrhovanou loď posuzovat nejenom z hlediska plavebního odporu, ale také z hlediska bezpečnosti plavby (stabilita, pevnost) a také zejména z hlediska výrobní pracnosti.

6.3.2.1 Posouzení z hlediska výrobní pracnosti a bezpečnosti plavby

Základní posouzení tvaru se provádí zpravidla při pohledu zepředu podle vnějšího obrysu žebër uvažovaného člunu. Rozdělení je pak následující:

- a) Čluny s plochým dnem tzv. pontony
- b) Čluny se dnem ve tvaru V
- c) Čluny s oblým dnem



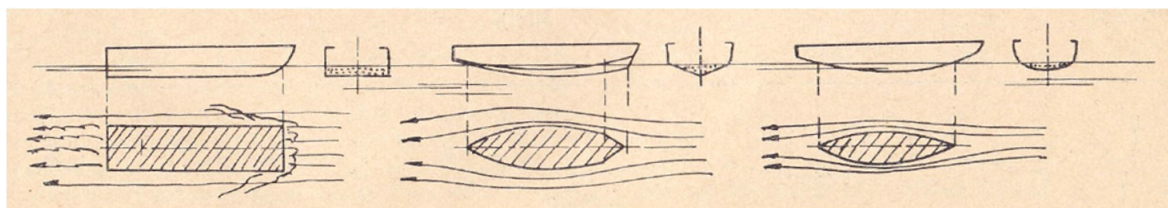
Obr. 26 – Rozdělení člunů dle tvaru trupu - s plochým dnem (vlevo), dno ve tvaru V (uprostřed) a oblé dno (vpravo) [9]

- **Člun s plochým dnem** - s plochým dnem a svislými boky má malou rezervu vztla-ku a příčné stability při naklánění, kdy při překonání určitého náklonu se stává vratkým a tím i nebezpečným. Díky tvaru dochází k zařezávání do vln a neustálému omílání paluby vodou, což je nevhodné. Zvýšení stability je možno provést rozevře-ním boků. Jediné pozitivum lze vidět v konstrukci, která se právě díky tvaru hodno-tí jako nejjednodušší.

- **Člun se dnem ve tvaru V** - z hlediska výroby se jedná o složitější konstrukci než u člunu s plochým dnem. Čluny tohoto typu vykazují však větší stabilitu a pevnost a tedy i bezpečnost plavby. Nedochází zde k příčnému kroucení, tudíž je možné konstrukci méně dimenzovat a loď je tím i lehčí než předchozí varianta. Tento tvar dna člunu je vhodný jak pro plachetnice, tak i motorové čluny. Vydutím žebér dochází k lepšímu zařezávání špičky trupu do vln a tím je dosaženo hladší plavby.
- **Člun s oblým dnem** - tvar trupu sice ctí zachování kýlovitosti dna a rozevření boků, ale přechod mezi dnem a boky je v celé délce člunu zaoblený. Tím je dosaženo vysoké pevnosti trupu - chová se jako tvarově tuhá skořepina a dochází k dokonalému obtékání trupu. Z výrobního hlediska je konstrukce trupu nejnáročnější.[3]

6.3.2.2 Posouzení z hlediska plavebního odporu

Posouzení tvaru z hlediska plavebního odporu se stejně jako v předchozí podkapitole provádí na základě tvaru trupu.



Obr. 27 – Odpor trupu - ploché dno (vlevo), V tvar (uprostřed), oblé dno (vpravo) [3]

Jak můžeme vidět na obr. 27, trup s plochým dnem se vyznačuje vysokým odporem, neboť dochází ke špatnému obtékání profilu a proud se při obtékání utrhne. Pro případ u tvaru V již dochází k obtékání profilu bez utržení proudnic, tedy odpor je daleko menší. Poslední oblý profil má z hlediska odporu nejideálnější tvar, rozestupy proudnic jsou taktéž minimální což je žádoucí.

Dílčí závěr:

Na základě výše uvedených poznatků **budeme dále v rámci tohoto projektu uvažovat trup se dnem ve tvaru V**, neboť se jedná o „ideální“ kompromis mezi ostatními nabízenými možnostmi, jež se vykazuje tedy adekvátní stabilitou, pevností a tedy i bezpečností plavby, dále poměrně nesložitou konstrukcí při optimální velikosti plavebního odporu.

6.4 Teorie výtlaku

Zjištění hodnoty výtlaku při návrhu prototypu RC lodě je důležitou částí výpočtů, na jejichž základě zjišťujeme, zda je náš návrh vhodný či nikoliv.

Obecně víme, že výtlak (D) se rovná celkové tíži člunu (G). Výtlak je pak vyjádřen jako tíha vody vytlačená ponořeným objemem člunu:

$$\boxed{D = G = V \cdot \rho} \quad (6.4.1)$$

Kde:

D [kg] - výtlak člunu

G [kg] - tíha člunu

V [m³] - ponořený objem

ρ_K [kg/ m³] - hustota vody,

($\rho_K=1$... pro výpočty v litrech)

Vzhledem k tomu, že při výpočtech v oblasti lodí se běžně počítá s litry, bude po dosazení za $\rho_K=1$ vypadat výpočet takto:

$$\boxed{D = G = V} \quad (6.4.2)$$

Velikost ponořeného objemu vypočteme s dostatečnou přesností podle Simpsonova pravidla:

$$\boxed{V = \frac{2}{3} \cdot a \cdot (0,5 \cdot S_0 + 2 \cdot S_1 + S_2 + 2 \cdot S_3 + \dots S_{n-2} + 2 \cdot S_{n-1} + 0,5 \cdot S_n)} \quad (6.4.3)$$

Poznámka:

Počet členů musí být vždy sudý, a to nejméně čtyři. První a poslední člen součtu v závorce se násobí 0,5. Každý sudý člen se násobí 2x, každý lichý člen pak 1x. Uvažovaná hodnota dementuje rozestup jednotlivých žeber a hodnota S_n pak velikost plochy ponořené části jednotlivého žebra. [10]

7 3D NÁVRH PROTOTYPU ZAKRMOVACÍ LODĚ

Kapitola prezentuje postup při návrhu prototypu s ohledem na pravidla při navrhování lodí a s ohledem na požadavky a výstupy z předešlé kapitoly. Postup je rozdělen do podkapitol, které na sebe navazují a na jejichž konci získáme vzhled celého prototypu.

7.1 Odvození parametrů pro konstrukci skeletu trupu

V této kapitole se nejprve seznámíme s termínem teoretický výkres, který je základem de-facto každého návrhu lodě. Dále se budeme zabývat stanovením výkonu, kterým by měl lodní motor či motory disponovat. Následuje kapitola, která se zabývá výpočtem hlavních rozměrů navrhovaného člunu. Výstupem těchto jednotlivých vstupů je pak praktický výkres, dle kterého bychom se řídili při výrobě trupu.

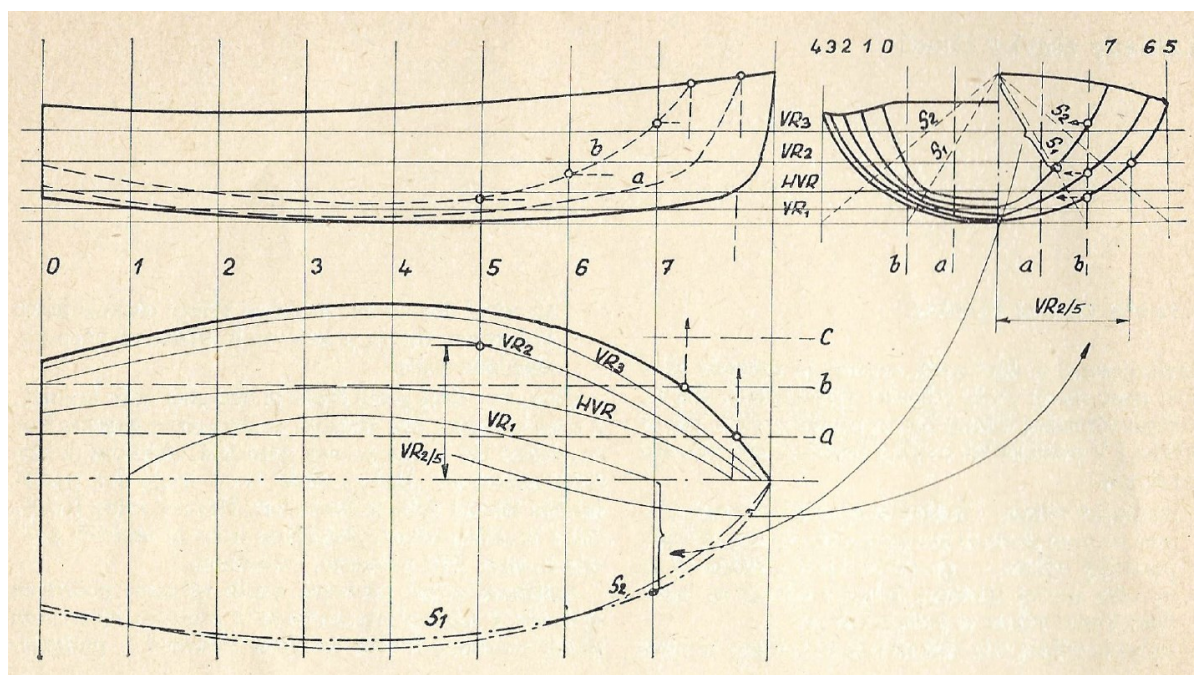
7.1.1 Postup tvorby teoretického výkresu

Navrhujeme-li člun sami, musíme si nakreslit jeho výkres, nebo stavět podle výkresu vypůjčeného. Teoretický výkres vzniká promítnutím nárysu, půdorysu a bokorysu do jedné roviny. Uvedené 3 základní roviny však k přesnému znázornění trupu nestačí, proto prokládáme trupem 3 soustavy pomocných rovin, které jsou se základními rovinami rovnoběžné:

- Roviny rovnoběžné s půdorysnou (a tedy i vodní hladinou) protnou trup ve vodorýskách (VR), z nichž nejdůležitější je právě ta, která prochází hladinou, zvaná hlavní vodorýska (HVR)
- Roviny rovnoběžné s bokorysem protnou trup v žebrorýskách, které obvykle jen číslujeme 0, 1, 2, 3 ...
- Roviny rovnoběžné s nárysnou (do které se promítá „bok“ trupu) protnou trup v bokorýskách, které značíme písmeny a, b, c... atd.

Příklad pro ilustraci:

S teoretickým výkresem získáváme představu o tvaru trupu a zároveň podklad pro kontrolní výpočet výtlaku. Na *obr. 28* můžeme vidět teoretický výkres oblého trupu člunu. Vidíme, že pomocné roviny prokládáme ve stejných vzdálenostech (je to nutné u žebřorysek pro pozdější výpočet výtlaku). Všechny tři druhy čar, tedy vodorysky, žebřorysky a bokorysky musí být naprosto plynulé, bez prolomení a musí se rýsovat velmi přesně. Konstruktor musí vycházet jak ze základních, volených rozměrů člunu, tak i ze své představivosti. Volenými rozměry jsou myšleny zpravidla délka a šířka člunu na vodní hladině, předpokládaný ponor člunu a hlavní obrysy. Při návrhu oblého trupu se ještě doporučuje proložení kontrolními, skloněnými sečnými rovinami (S_1, S_2, \dots) [10].

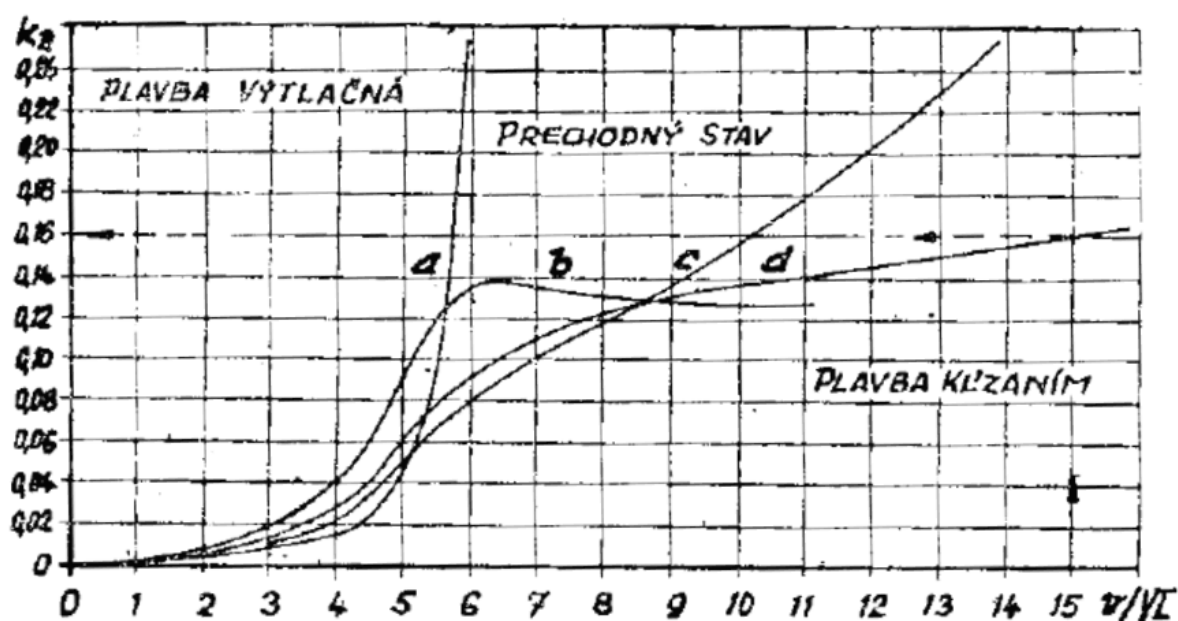


Obr. 28 – Teoretický výkres trupu člunu a jeho odvození [10]

7.1.2 Stanovení požadovaného výkonu jednoho motoru

V této kapitole vypočteme minimální výkon jednoho motoru a to na základě teoretické (předpokládané) rychlosti člunu a jeho odporu při plavbě.

Teoretickou rychlost člunu podstatně snižuje odpor, který klade voda plovoucímu člunu. Odpor člunu je závislý na jeho tvaru a rychlosti plavby. Závislost teoretické rychlosti na odporu u rekreačních člunů je znázorněný zde:



Graf 10 – Závislost teoretické rychlosti na odporu u rekreačních člunů [4]

Kde:

- a - výtlačné čluny
- b - výtlačný člun s plochým dnem
- c - výtlačný člun s V žebry
- d - sportovní kluzák s V žebry

Minimální výkon pak vypočteme dle vztahu:

$$P = \frac{R \cdot v}{75 \cdot \eta_N} \quad (7.1.2)$$

$$R = k_R \cdot G \quad (7.1.3)$$

Kde:

P - výkon motoru [k]	R - odpor [N] (výpočet v kp , kde 1kp=10N)
v - rychlost motoru [m/s]	η_N - účinnost náhonu a vrtule [%] (0,4 až 0,55)
k_R - koeficient odporu [-]	G - tíha člunu [kg]

V případě našeho návrhu a na základě požadavků v kapitole 6 přepokládejme rychlost lodě $v = 5 \text{ km/h}$, délku trupu $L = 0,6 \text{ m}$. Hmotnost plně naloženého člunu bychom uvažovali $G=8\text{kg}$ (při úvaze dvoutrupu s dvěma motory). Pro návrh výkonu jednoho motoru, budeme uvažovat chování lodě jako jednotrupu a tedy i poloviční váhu, tj. $G_{50\%} = 4 \text{ kg}$. Typ lodě je **výtlačný člun s V žebry**.

Určíme poměr:

$$\frac{v}{\sqrt{L}} = \frac{5}{\sqrt{0,6}} = 6,5 \quad (7.1.4)$$

Pro vypočtený poměr odečteme ze závislosti a za použití křivky c velikost koeficientu odporu $k_R = 0,095$.

Celkový odpor:

$$R_{50\%} = k_R \cdot G_{50\%} = 0,095 \cdot 4 = 0,38 \text{ kp} = \underline{\underline{3,8 \text{ N}}} \quad (7.1.5)$$

Přepočet rychlosti:

$$v = 5 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 5 \cdot \frac{1000}{3600} = \underline{\underline{1,39 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}} \quad (7.1.6)$$

Minimální výkon motoru:

$$P_{50\%} = \frac{R \cdot v}{75 \cdot \eta_N} = \frac{0,38 \cdot 1,39}{75 \cdot 0,4} = \underline{\underline{0,0175 \text{ k}}} \quad (7.1.6)$$

7.1.3 Výpočty hlavních rozměrů

V předchozí kapitole byl náš prototyp díky svému tvaru definován jako člun, jehož profil má tvar písmene V. Vliv tvaru člunu s ohledem právě na plavební vlastnosti byl zkoumán v hydrodynamických laboratořích výzkumných ústavů pro stavbu lodí. Výsledkem zkoušek je řada teorií pro výpočet a určení hlavních rozměrů člunů. Mnohé z těchto teorií jsou sestaveny do grafických přehledů - diagramů. My zde využijeme diagram využívaný pro návrh rekreačních člunů (amatérské konstrukce). Diagram a návod na zakreslení hl. rozměrů do výkresu je uveden v příloze PII a PIII na konci této publikace.

Abychom mohli dopočítat zbylé rozměry, je nejprve nutné uvést v stupy, nezbytně nutné pro objektivní práci s diagramem.

Jak víme z předchozích odhadů a výpočtů: loď bude mít délku $L = 0,6 \text{ m}$, šířka $B = 0,15 \text{ m}$ a $\lambda = 2,6 \text{ až } 6$. Dále víme, že minimální celkový výkon $P = 0,035 \text{ k}$ a celková tíha plně naložené lodě pak bude $G = 8 \text{ kg}$. Tíhové zrychlení uvažujeme jako $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ a dosažitelnou rychlost $v = 1,39 \text{ m/s}$

Pro odčítání z diagramu je nutné znát velikost F_L a tedy „Froudeho číslo“ pro délku lodě.

$$F_L = \frac{v}{\sqrt{g \cdot L}} \quad (7.1.7)$$

Froudeho číslo po dosazení:

$$F_L = \frac{1,39}{\sqrt{9,81 \cdot 0,6}} = \underline{\underline{0,57 \text{ N}}} \quad (7.1.8)$$

Tuto vypočtenou hodnotou nyní proložíme v diagramu (Příloha PII) vodorovný paprsek, který protíná šest čar (a až f), z nichž určíme další rozměry, nutné pro konstrukční návrh člunu.

Jednotlivé čáry určují optimální poměr základních rozměrů tvaru člunu, a to:

- a) Poměr maximálního ponoru (T) a šířky (B) člunu na vodní hladině

$$\boxed{\frac{T}{B} = 0,21} \quad T = 0,21 \cdot B = 0,21 \cdot 0,15 = \underline{\underline{0,03 \text{ m}}} \quad (7.1.9)$$

- b) Ponor na zrcadle (odečítáme na stupnici pro b)

$$\boxed{\frac{T_Z}{T} = 0,95} \quad T_Z = 0,95 \cdot T = 0,95 \cdot 0,03 = \underline{\underline{0,028 \text{ m}}} \quad (7.1.10)$$

- c) Poloha maximálního ponoru kýlu od zrcadla

$$\boxed{\frac{L_T}{L} = 0,7} \quad L_T = 0,7 \cdot B = 0,7 \cdot 0,6 = \underline{\underline{0,4 \text{ m}}} \quad (7.1.11)$$

- d) Poloha průsečíku utorových latí s vodní hladinou (měřeno od zrcadla)

$$\boxed{\frac{L_V}{L} = 0,7} \quad L_V = 0,7 \cdot B = 0,7 \cdot 0,6 = \underline{\underline{0,4 \text{ m}}} \quad (7.1.12)$$

- e) Poloha maximální šířky utorů od zrcadla

$$\boxed{\frac{L_O}{L} = 0,38} \quad L_O = 0,38 \cdot B = 0,38 \cdot 0,6 = \underline{\underline{0,228 \text{ m}}} \quad (7.1.13)$$

- f) Šířka utorů na zrcadle

$$\boxed{\frac{B_Z}{B} = 0,9} \quad B_Z = 0,9 \cdot B = 0,9 \cdot 0,15 = \underline{\underline{0,14 \text{ m}}} \quad (7.1.14)$$

7.1.4 Postup tvorby praktického výkresu

Praktický výkres trupu člunu vychází z výkresu teoretického. Rozdíl je v tom, že nyní „proložíme“ do trupu skutečná žebra a to v místech, kde je potřebujeme - např. v nejširším místě člunu. **Praktický výkres je konečným podkladem pro vypracování výkresové dokumentace.**

Dílčí závěr:

V kapitole 7.1 jsme se seznámili s tvorbou teoretického a praktického výkresu, dále pak odvozením a výpočty parametrů, které jsou klíčové pro vyhotovení konstrukce skeletu prototypu. Souhrn všech vypočtených parametrů v této kapitole je uvedeno v následující tabulce:

Parametr (veličina)	Symbolika a jednotky	Hodnota parametru
Délka trupu	L [m]	0,60
Šířka trupu	B [m]	0,15
Maximální ponor	T [m]	0,03
Ponor na zrcadle	Tz [m]	0,03
Maximální ponor kýlu	L _T [m]	0,40
Průsečík utorových latí latí	L _V [m]	0,40
Max. šířka utoru od zrcadla	L _O [m]	0,23
Šířka utoru na zrcadle	B _Z [m]	0,14
Tíha na jeden trup	v [km/h]	5,00
Tíha lodě	G _{50%} [kg]	4,00
Tíha lodě	G [kg]	8,00
Odpor jednoho trupu	R _{50%} [N]	3,80
Celkový odpor lodě	R [N]	7,60
Výkon motoru jednotrupu	P _{50%} [k]	0,18
Výkon motoru	P [k]	0,35

Tab. 3 – Hlavní parametry prototypu RC lodě

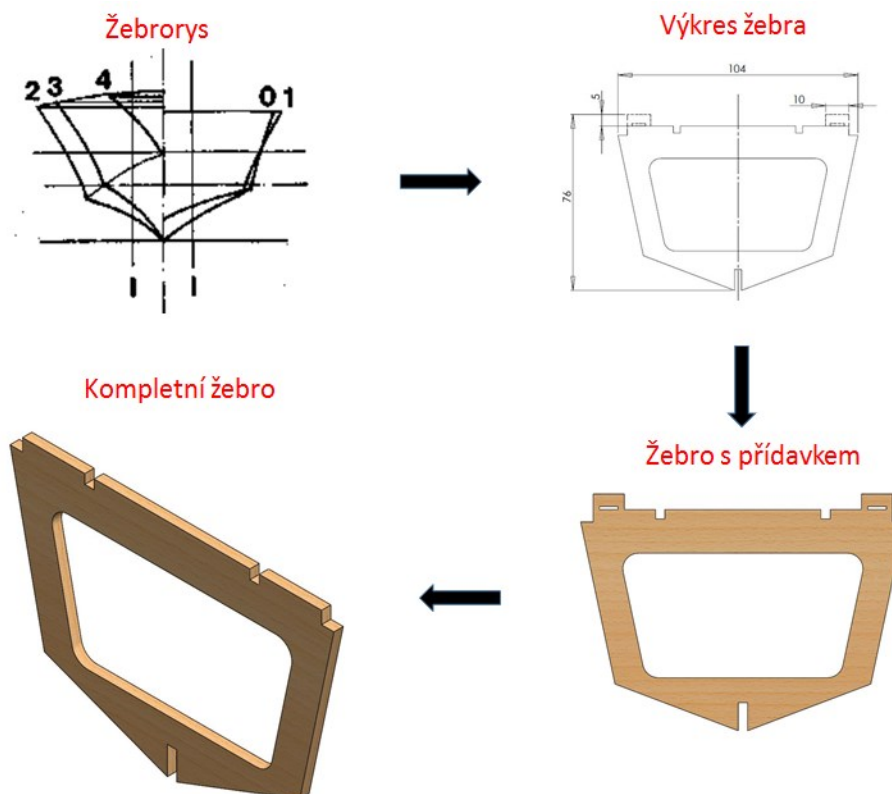
7.2 Postup při konstrukci skeletu trupu

V této kapitole se budeme krok po kroku věnovat postupu při konstrukci trupu lodě.

Přestože popisovaný postup je ryze modelářský, se postupem od kusové konstrukce klasické lodě téměř neliší. V případě realizace našeho prototypu se tento postup musí absolvovat 2x, jelikož prototyp bude katamarán. Po vytvoření obou trupů a jejich následným spojením dojde k vytvoření platformy RC prototypu.

7.2.1 Příprava přepážek (žeber)

Pro přípravu jednotlivých žebířů využijeme tzv. „žebřorýs“, který definuje jejich základní obrys. Po této přípravě je nutné tvar žebířů vytisknout a přenést na desku, ze které je pak budeme vyřezávat. **Jako materiál použijeme desku balsy střední tvrdosti tloušťky 3 mm.** Po přenesení tvaru na desku vezmeme lupínkovou pilku a tvar vyřežeme s přídavkem na straně paluby (bude vysvětleno v kapitole 7.2.2). Tento postup aplikujeme defacto na všechny části kostry prototypu. Vyřezané dílce na závěr lehce přebrousíme.

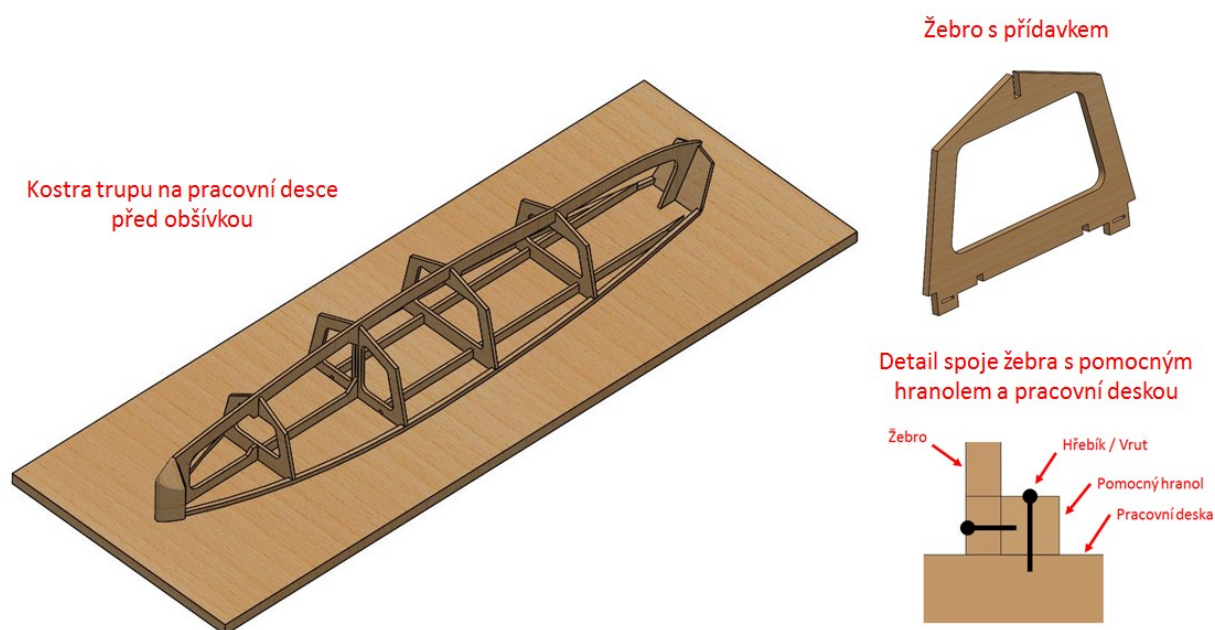


Obr. 29 – Cyklus průběhu tvorby žebra

7.2.2 Kopyto lodního trupu

Jakmile máme připraveny všechny části trupu (žebra, kýl, podélníky, příčnický a výztuhy), lze přistoupit k sestavení kostry trupu.

Jak bylo uvedeno výše, jednotlivé části se připravují s přídavkem na straně paluby. Je to z důvodu dodržení přesnosti výroby. Přídavek slouží k připevnění jednotlivých přepážek na pomocnou pracovní desku, na kterou jsme si přenesli půdorys z praktického výkresu. K tomuto přídavku je uchycen (hřebíčky) dřevěný hranol 4x4 mm (opět balsa), který se následně přivrtá k pracovní desce (musí být rozměrově větší než půdorys lodě) a to přesně na příslušné místo daného žebra. Tímto postupem nainstalujeme všechna žebra. Po jejich instalaci přidáme outorové a bortové latě, podélníky, přední vaz, kýl a zrcadlo. Vše je lepeno epoxidem ChS Epoxy 1200.

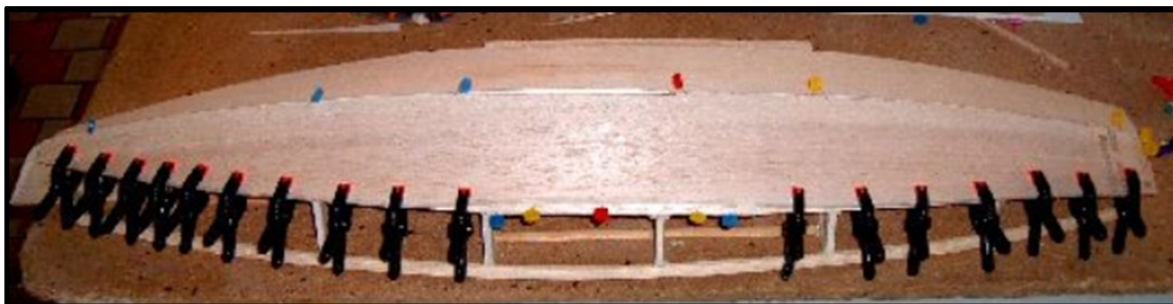


Obr. 30 – Cyklus průběhu tvorby kostry na základní desce

7.2.3 Instalace obšívky

Po odpočinutí (zaschnutí lepidla) je skelet trupu téměř hotový. Nyní je na řadě instalace obšívky. Vyřezané obšívky (zpravidla začínáme horní částí) postupně lepíme na kostru trupu. V případě nepoddajnosti materiálu je možné materiál (měkká balsa 3 mm) mírně navlhčit a pod plamenem natvarovat do potřebného tvaru. Je to skutečně obtížné a tento druh práce vyžaduje určitý druh zručnosti. Při lepení pak hlídáme přímost páteře. Po insta-

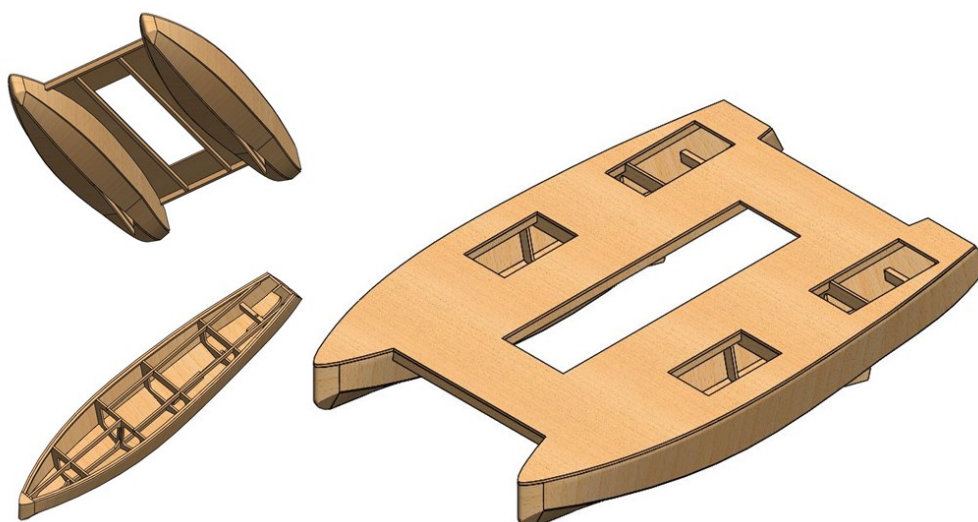
laci obšívky zatmelíme netěsnosti modelářským tmelem a všechny nerovnosti přebrousíme.



Obr. 31 – Ukázka obšívky na kostře trupu po zalepení [11]

7.2.4 Vytvoření platformy

Vyhotovenou kostru, resp. vyhotovené kostry trupu nyní můžeme sundat z pracovních desek a to tak, že loď odřežeme v místě přídavek. Odřezané trupy pak dobrousíme, vyztužíme příčníky. Před instalací víka je třeba všechny vnitřní spáry vylít 15 minutovým epoxidem, abychom měli všechny spoje pojištěny vůči zbývajícím netěsnostem. Nyní si připravíme (vyřízneme) víko celé platformy a dále si připravíme hlavní příčníky a podélníky, které slouží jako výztuhy celé sestavy (vše balsa). Po spojení lepením pomocí ChS Epoxy 1200 získáme platformu prototypu.



Obr. 32 – Hotová platforma prototypu zakrmovací lodě

Dílčí závěr:

V této kapitole jsme se seznámili s postupem skládání kostry trupu loď. Postup bych definoval jako postupnou stavebnici, na jejímž konci jsme získaly platformu (spodní část) navrhovaného katamaránu. Finální úpravu této části bych provedl v podobě ruční laminace. Tato metodika se používá i v běžné konstrukci pokud se jedná o ruční kusovou práci.

Materiál	Použití
Kostra trupu	
Balsa měkká	Obšívka horní, obšívka spodní
Balsa střední tvrdosti	Žebra, kýl, otouty, podélníky, špička, zrcadlo, víko
Balsa tvrdá	Pracovní deska, příčníky, podélníky
Lepení	
Epoxydové lepidlo (1200 Chs)	Všechny lepené spoje
Epoxydové lepidlo (15min)	Vnitřní spáry
Modelářský voděodolný tmel	Těsnění vnějších spojů
Spojovací materiál	
Hřebíky	Uchycení hranolu k žeburu
Vrutky do dřeva	Uchycení hranolu s žebrem k pracovní desce

Tab. 4 – Materiály použité při stavbě skeletu trupu

7.3 Návrh způsobu výpustě návnady

Předmětem této podkapitoly je postup návrhu výpustě návnady. Kdy nejprve definujeme požadovaný objem, dále provedeme analýzu umístění na palubě. Ve druhé části představím systém vypouštění návnady a v závěru kapitoly způsob zástavby celého systému na lodi.

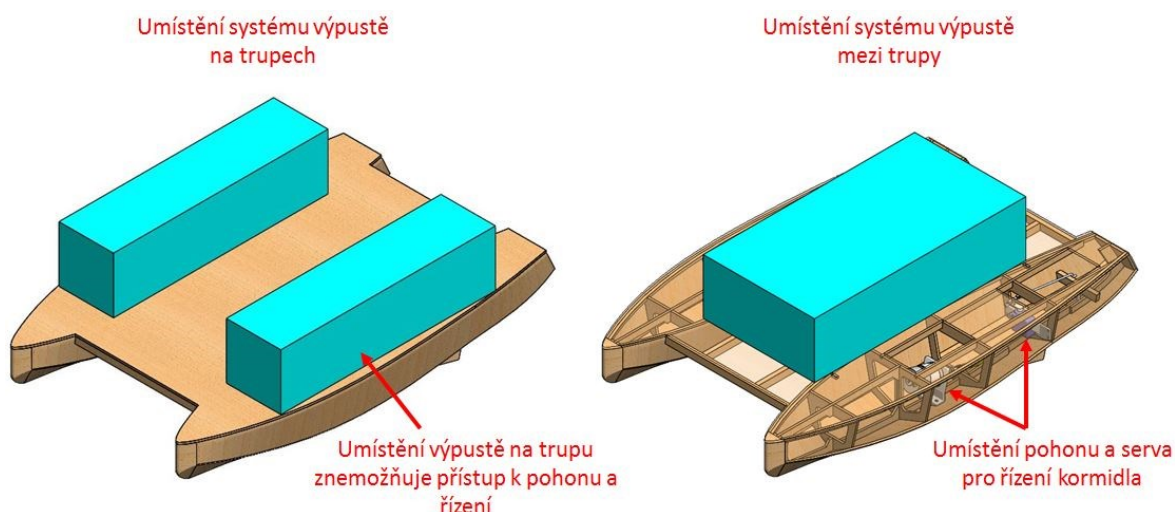
7.3.1 Definice požadovaného objemu

V kapitole šesté jsem uvedl požadavky na navrhovaný prototyp, mezi nimiž byl uveden požadovaný objem alespoň 3 kilogramy. Tento návrh navýším ještě o 15% a to z důvodu případné nutnosti redukce z hlediska možností zástavby na lodi. Objem tedy bude:

$$V_{\text{výpustě}} = V_{\text{požadovaný}} \cdot 15\% = 3 \cdot 1,15 = \underline{\underline{3,45 \text{ kg}}} \quad (7.3.1)$$

7.3.2 Možnost umístění výpustě na palubě

Možnost umístění na palubě se nám nabízí dvojí a to po stranách (na trupech) s možností vysypání návnady bokem lodě, nebo uprostřed (mezi trupy) s možností vypouštění návnady přímo středem.



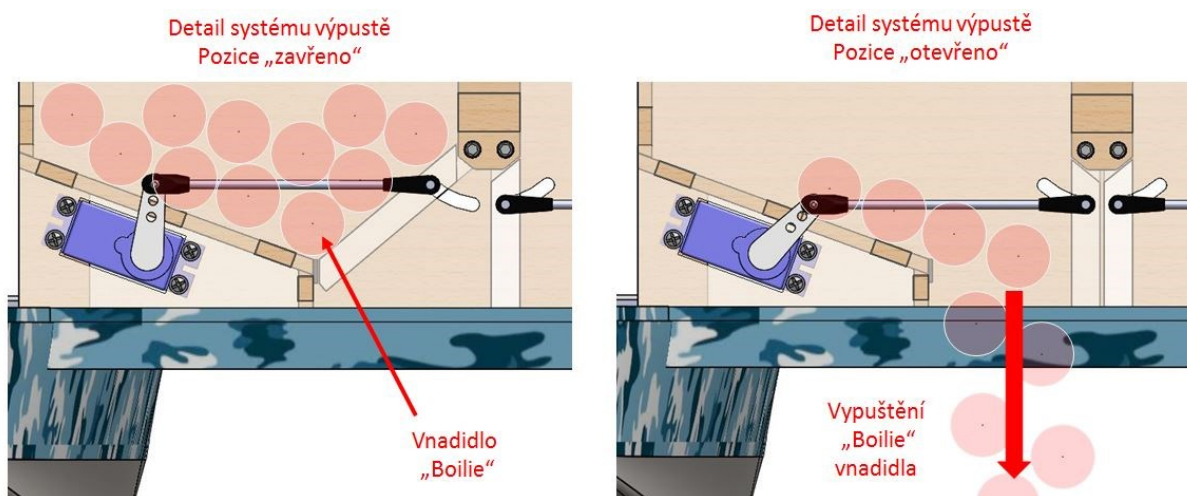
Obr. 33 – Vyšetření umístění systému výpustě na palubě lodě

S ohledem na stabilitu lodě na vodě, snadnějšímu přístupu do jednotlivých trupů z hlediska servisu pohonu či řízení lodě a taktéž z hlediska zjednodušení konstrukce jsem rozhodl pro variantu umístění (vypouštění) uprostřed mezi trupy.

7.3.3 Systém vypouštění návnady

V předchozí kapitole jsem se rozhodl pro umístění výpustě návnady mezi trupy. Celý systém je navržen jako jakýsi dvoukomorový box se skluzavkami do středu katamaránu, neboť tyto skluzavky nám zajistí (v porovnání s rovným dnem boxu), aby celá návnada opusťla přepravní komoru. Výpustě jsou otevírány a zavírány pomocí komorových „dvířek“. Ovládání dvířek je řešeno pomocí táhel a serv (jednoduchý klikový mechanismus). Celý tento set je navržen jako stavebnice, která se po sestavení zalepí (Epoxidem Chs 1200) na platformu katamaránu.

V praxi to funguje tak, že dveře s návnadou jsou uzavřeny a přidrženy táhlem, které je zároveň uchyceno k páce, nasazené na výstupním pastorku serva. Po vyslání signálu z RC soupravy do serva dojde k otočení jeho hlavy o určitý stupeň (servo je nutné kalibrovat) a tím dojde k otevření dveří a tedy i uvolnění krmné směsi do vody.



Obr. 34 – Systém vypouštění návnady do vody

Dílčí závěr:

V této dílčí kapitole jsme se nejprve věnovali definici objemu uvažovaného množství přepravované návnady. Dále jsme prošetřili možnosti umístění na platformě lodě, kde jsme zvolili umístění blíže ke středu (mezi trupy) a to z důvodu jak jednoduššího návrhu samotné konstrukce, tak i z hlediska přístupu k motorům a systému řízení v jednotlivých trupech.

7.4 Návrh a zástavba pohonu, lodního šroubu a kormidla

Kapitola se zabývá pohonem lodního šroubu a jeho zástavbou (umístění) na prototypu. Dále se zde věnuji návrhu samotného lodního šroubu a kormidla, které jsou nezbytně nutné pro schopnost plavby a řízení lodě.

7.4.1 Definice motoru lodního šroubu na základě požadovaného výkonu

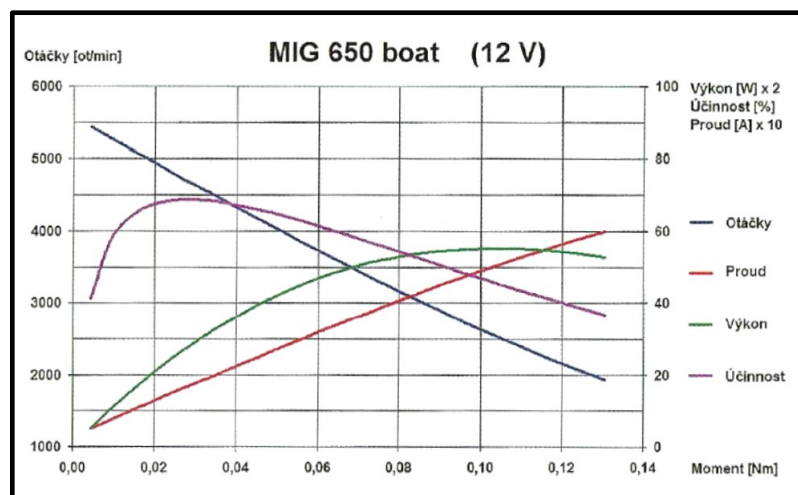
V kapitole 7.1.2 jsme spočítali požadavky na výkon motoru pro jeden trup. Požadovaný výkon celkový (uvažujeme již dvoutrup) je pak $P=0,035k$. Abychom mohli vybírat Elektromotor, je nejprve nutné převést požadavky na motor z koní na Waty, tedy:

$$1 \text{ kW} = 1,36 \text{ HP} \quad (7.4.1)$$

$$P = 0,035k = 0,035 \cdot \frac{1000}{1,36} = \underline{\underline{25,7W}} \quad (7.4.2)$$

V posledních letech byly modelářské stejnosměrné motory z velké části vytlačeny lehčími a výkonnějšími motory střídavými, avšak v oblasti maket a polomaket aut a lodí si udržují stále silnou pozici. Sortiment stejnosměrných motorů většiny firem se rozvinul v jiných podmínkách a dodnes vychází především z potřeb leteckých modelářů (větší krouticí moment, nižší otáčky apod.). Pro tento projekt jsem vybíral s nejčastěji používaných a nakonec jsem s ohledem na požadavky zvolil **elektromotor MIG 650 Boat (Jomita)**

Motor vychází z kvalitnějších průmyslových typů s pětílamelovou vyváženou kotvou, má 4 velké větrací otvory vzadu, 4 z boku v úrovni komutátoru a plechové zadní čelo.[12]



Tab. 5 – Závislost Otáček na momentu motoru MIG 650 boat[12]

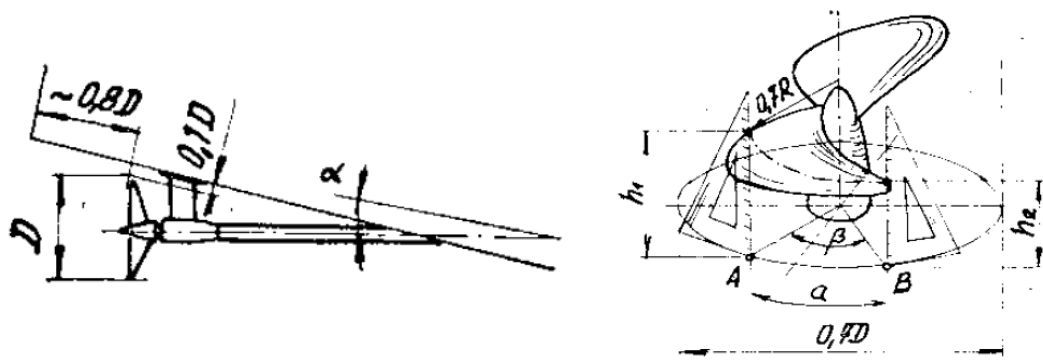
Soupis parametrů zvoleného motoru:

Motor MIG 650 boat			
Parametr	Hodnota	Parametr	Hodnota
Rozměry		Rozsahy	
Průměr	38 mm	Napájecí napětí	6 -24 V
Délka	85 mm	Jmenovité napětí	12 V
Průměr pastorku	4 mm	Max. otáčky	6000 ot/min
Hmotnost		Max. proud	6 A
Hmotnost motoru	228 g	Max. výkon	30 W
Parametry při jm. napětí 12 V			
Účinnost	69%	Proud	1,75 A
Otáčky	4600 ot/min	Výkon	14 W

Tab. 6 – Parametry motoru MIG 650 boat[12]

7.4.2 Výpočet vrtule lodního šroubu

Při volbě lodního šroubu a tedy i vrtule je nutné brát na zřetel jejich důležitost na plavební vlastnosti lodě. Pokud chceme, aby náš člun vykazoval co nejlepší vlastnosti, je nutné ověřit uvažovanou vrtuli lodního šroubu výpočtem. Na základě výpočtu průměru šroubu u typu uvažované zástavby do trupu je pak již výběr jednoduchý. Navíc pro oblast RC modelů se lodní šroub včetně vrtule dají koupit a prodejce pouze zajímá průměr potřebné vrtule a celková délka lodního šroubu.[4]



Obr. 35 – Uložení lodního šroubu (vlevo) a dvoulistá vrtule (vpravo) včetně parametrů[4]

7.4.2.1 Výpočet průměru vrtule

Základním rozměrem vrtule šroubu je její průměr D_v , resp. průměr kružnice, kterou opisuje krajní bod listu lodního šroubu (bez ohledu na to, zda se jedná o lodní šroub dvojlistý nebo trojlistý). Dále je nutné uvažovat stoupání H , což je délka, o kterou by se lodní šroubovice posunula, kdyby byla v záběru s odpovídající maticí, za jednu otáčku. Vzájemný poměr obou charakteristických hodnot se pak pohybuje:

$$\boxed{\frac{H}{D_v} = 0,5 \text{ až } 2,0} \quad (7.4.2.1)$$

Na obě hodnoty má vliv spousta činitelů, jako je tvar trupu, tíha člunu, charakteristika motoru a další. Výpočet se jeví tedy velmi složitě. Avšak pro amatérskou výrobu byly odvozeny zjednodušené výpočty.

Jsou dvě možnosti výpočtu průměru. Jeden výpočet pro případ kdy již vrtuli vlastním a chci ji výpočtem ověřit, nebo druhý, kdy vrtuli nevlastním a chci si ji vyrobit či koupit. Jelikož neuvažuji vrtuli vyrábět, pak budu postupovat dle tohoto výpočtu vrtule:

$$\boxed{D_v = 1,4 \cdot \sqrt[4]{\frac{P}{v \cdot n^2}} [m]} \quad (7.4.2.2)$$

Kde:

D_v - průměr vrtule [m]

P - výkon motoru [k]

v - rychlost motoru [m/s]

n - otáčky motoru [ot/s]

Víme, že výkon motoru (dle výsledků v kapitole 7.4.1) bude $P = 14W \rightarrow 0,019k$; rychlost lodě $v = 5km/h \rightarrow 1,39m/s$; otáčky $n = 4600 \text{ ot/min} \rightarrow 76,7 \text{ ot/s}$. Pak vypočtený průměr má hodnotu:

$$D_v = 1,4 \cdot \sqrt[4]{\frac{P}{v \cdot n^2}} [m] = 1,4 \cdot \sqrt[4]{\frac{0,019}{1,39 \cdot 76,7^2}} = 0,055 \text{ m} = \underline{\underline{55 \text{ mm}}} \quad (7.4.2.3)$$

Požadovaný průměr vrtule pro náš prototyp je 55 mm.

7.4.2.2 Výpočet stoupání vrtule

Jak bylo uvedeno v úvodu této kapitoly (7.4.2), stoupání **H** je délka, o kterou by se lodní šroubovice posunula, kdyby byla v záběru s odpovídající maticí, za jednu otáčku. Dále jsme zmiňovali, že mezi výše vypočteným průměrem a právě stoupáním existuje poměr, který je nutné z hlediska plavebních vlastností dodržet, resp. nepřekročit jeho spodní a horní mez. Vztah pro výpočet stoupání vrtule je pak:

$$H = \frac{v}{n \cdot (1 - \varphi)} [m] \quad (7.4.2.4)$$

Kde:

H - stoupání vrtule [m]

v - rychlost motoru [km/h]

n - otáčky motoru [ot/s]

φ - skluz [-] (0,08 až 0,15 → volím 0,1)

Po dosazení známých hodnot je pak stoupání vrtule:

$$H = \frac{v}{n \cdot (1 - \varphi)} = \frac{5}{76,7 \cdot (1 - 0,1)} = 0,072 \text{ m} = \underline{\underline{72 \text{ mm}}} \quad (7.4.2.5)$$

Ověření poměru mezi stoupáním vrtule H a průměrem vrtule D:

$$\frac{H}{D_V} = 0,5 \text{ až } 2,0 \rightarrow \frac{72}{55} = \underline{\underline{1,31 \dots \text{vyhovuje}}} \quad (7.4.2.6)$$

Soupis požadavků na lodní vrtuli a lodní šroub pro výrobce:

Parametr	Hodnota	Parametr	Hodnota
Průměr vrtule	55 mm	Skluz	0,1
Stoupání vrtule	72 mm	Průměr hřídele šroubu	8 mm
Počet listů	3 listy	Délka lod. šroubu	290 mm

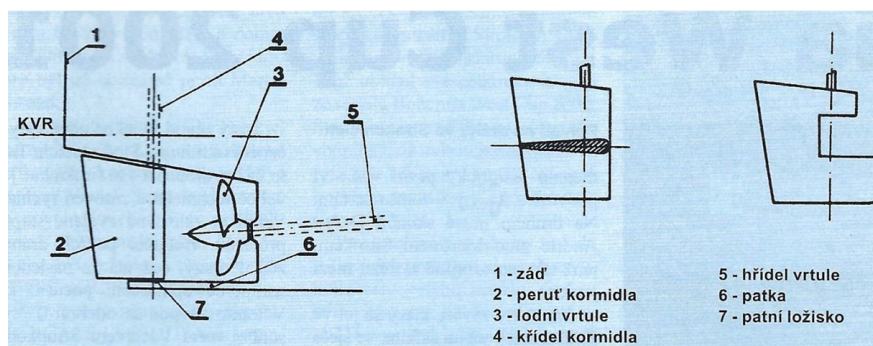
Tab. 7 – Parametry lodního šroubu a vrtule - pro výrobce

7.4.3 Výpočet a umístění kormidla

Při volbě kormidla uvedu nejprve několik základních typů. Dále uvádím možné typy uložení s ohledem na určitou oblast použití dle typologie lodě.

7.4.3.1 Typy kormidel

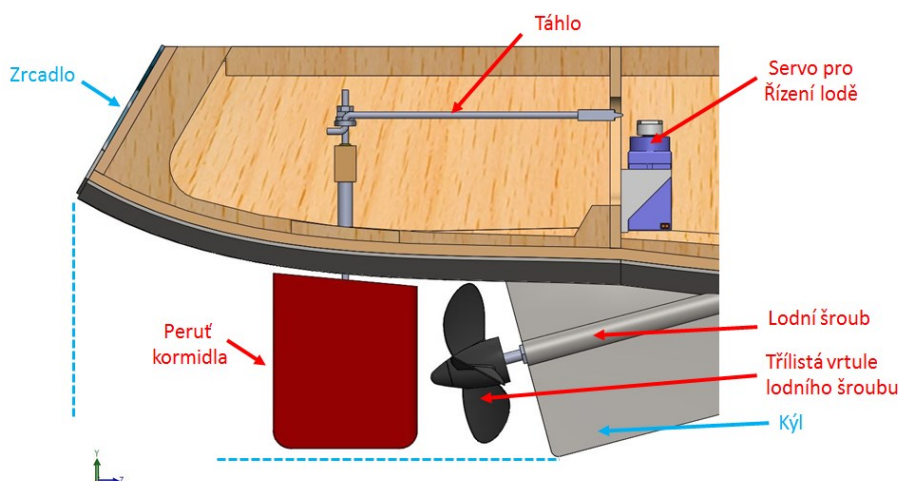
- Obyčejné kormidlo - celá perut' je na jedné straně osy hřídele.
- Vyrovnávací kormidlo - osa hřídele prochází celou perutí a dělí ji na 2 části.
- Polovyrovnávací kormidlo - výška perutě je menší než její šířka.



Obr. 36 – Základní typy kormidla s popisem - obyčejné (vlevo), vyrovnávací (uprostřed, polovyrovnávací kormidlo (vpravo)[12]

7.4.3.2 Požadavky umístění kormidla v trupu

- Patka perutě kormidla nemá být níže než kýl lodě
- Perut' by neměla přesahovat přes zrcadlo



Obr. 37 – Vizualizace aplikace požadavků na uložení kormidla u UTB01 RC

7.4.3.3 Výpočet plochy kormidla

Jako účinná funkční plocha kormidla se uvažuje pouze její ponořená část. Jeho velikost a umístění má vliv na jeho účinnost a tedy spolehlivou funkci. Velikost kormidelní perutě můžeme vypočíst dle vztahu:

$$S_P = K \cdot L \cdot T \text{ [m}^2\text{]} \quad (7.4.3.1)$$

Kde:

S_P - ponořená plocha perutě [m²]

K - rychlostní koeficient [-]

L - délka člunu [m]

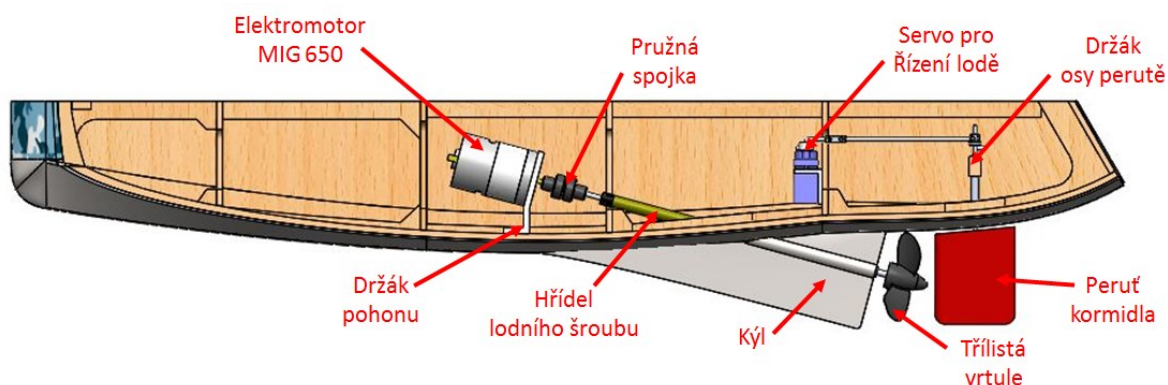
T - ponor člunu [m]

Víme, že výkon motoru délka loď $L = 0,6$ m, maximální ponor $T = 0,03$ m a rychlostní koeficient je pro typy loď (obchodní loď a plachetnice), tedy i katamarán v rozmezí 0,025 až 0,035 → volím 0,03. Po dosazení známých hodnot je pak stoupání vrtule:

$$S_P = K \cdot L \cdot T = 0,03 \cdot 0,6 \cdot 0,03 = 5,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = \underline{\underline{540 \text{ mm}^2}} \quad (7.4.3.2)$$

7.4.4 Umístění pohonu, kormidla a lodního šroubu v trupu

Na základě výpočtů v předchozích kapitolách byl navržen pohon loď, lodní šroub a kormidlo. Na níže uvedeném obrázku je demonstrováno jejich uložení v trupu loď. Výpočet a určení serva uvedu v kapitole 7.5 zástavba elektroinstalace.



Obr. 38 – Pohled do trupu UTB01 RC

7.5 Zástavba elektroinstalace

V této kapitole se věnuji návrhu prvků elektroniky (serva, baterie) a jejich zástavbě do trupu lodě. V případě návrhu serva budu uvažovat případ servomotoru, který ovládá výpusť návnady. Návrh RC soupravy a přijímače v této práci uvádět nebudu. Jde o čistě nakupovanou soupravu, tedy prvek založený spíše na stránce finanční, nikoli technické.

7.5.1 Návrh baterie pro prototyp

V této podkapitole se věnuji návrhu baterie. V kapitole 6.1 Návrh obecných požadavků na prototyp jsme požadovali, aby baterie zvládala pohotovostní režim, minimálně 150 min.

Co se odběru napětí týče, tak nejvíce s elektronických prvků bere pohon a to 12 V.

Dále nám baterii ovlivňují další prvky elektroniky (pohony, serva, přijímač), které nám definují velikost odebíraného proudu. Souhrn odebíraných uvádím níže:

Typ elektroniky	Odebíraný proud [A] "trvalý"	Odebíraný proud [A] "maximální"
Elektromotor 1	1,75	6
Elektromotor 2	1,75	6
Servo pro řízení lodě 1	1	1
Servo pro řízení lodě 2	1	1
Servo pro řízení výpustě 1	1	1
Servo pro řízení výpustě 2	1	1
Přijímač signálů	0,1	0,1
Sumarizace:	7,6	16,1

Tab. 8 – Sumarizace odebíraného proudu jednotlivých elektronických prvků

7.5.1.1 Stanovení minimální požadovaného proudu baterie

Nyní známe velikost odebíraného proudu trvalého (7,6A) i maximálního (16,1A). Dále víme, že požadovaný pohotovostní režim je minimálně 150 min neboli 2,5 hodin. Požadovaný minimální trvalý a maximální proud, dodávaný baterií pak musí být:

$$\begin{aligned} I_{MINtrvalý} &= I_{ODBtrvalý} \cdot t_{poh} [Ah] \\ I_{MINmaximální} &= I_{ODBmaximální} \cdot t_{poh} [Ah] \end{aligned} \quad (7.5.1.1)$$

Kde:

$I_{MINtrvalý}$ - minimální odebíraný proud trvalý (motor při max. účinnosti) [Ah]

$I_{MINmaximální}$ - minimální odebíraný proud trvalý (motor při max. výkonu) [Ah]

$I_{ODBtrvalý}$ - minimální odebíraný proud maximální (motor při max. účinnosti) [A]

$I_{ODBmaximální}$ - minimální odebíraný proud maximální (motor při max. výkonu) [A]

T_{poh} - délka pohotovostního režimu člunu [h]

Po dosazení známých hodnot je pak velikost jednotlivých požadovaných proudů:

$$I_{MINtrvalý} = I_{ODBtrvalý} \cdot t_{poh} [Ah] = 7,6 \cdot 2,5 = \underline{\underline{19 Ah}} \quad (7.5.1.2)$$

$$I_{MINmaximální} = I_{ODBmaximální} \cdot t_{poh} [Ah] = 16,1 \cdot 2,5 = \underline{\underline{40,25 Ah}} \quad (7.5.1.3)$$

7.5.1.2 Návrh baterie a ověření parametrů

Na základě vypočtených minimálních proudů, známého pohotovostního režimu a velikosti maximálního požadovaného napětí jsem se rozhodl pro použití této baterie:

Lipol baterie Zippy Flightmax 4S 2200mAh 40C 14,8V			
Parametr	Hodnota	Parametr	Hodnota
Rozměry [mm]	105 x 35 x 30	Váha [g]	250
Počet článků	4S	Kapacita [mAh]	2200
Trvalý proud [A]	88	Maximální proud [A]	110

Tab. 9 – Navržená baterie Lipol

7.5.1.3 Určení skutečné doby použití:

Baterie nám poskytuje trvalý proud 88A a maximální proud 110A během provozu po dobu 1 hodiny. Elektronika použitá na prototypu loď odebírá trvalý proud 19A a při maximálním výkonu pak až 40,25 A. Skutečnou pohotovostní dobu při použití této baterie pak stanovíme jednoduše:

$$t_{\text{provoz}_{\text{trvalý}}} = \frac{I_{\text{BATERIE}_{\text{trvalý}}}}{I_{\text{MIN}_{\text{trvalý}}}} = \frac{88}{19} = \underline{\underline{4,63 \text{ h}}} \quad (7.5.1.4)$$

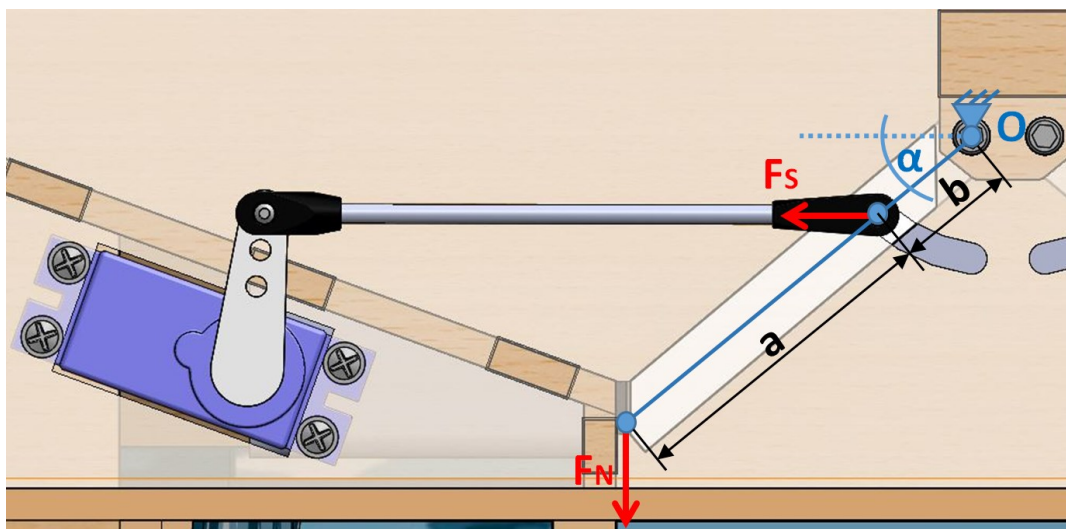
$$t_{\text{provoz}_{\text{maximální}}} = \frac{I_{\text{BATERIE}_{\text{maximální}}}}{I_{\text{MIN}_{\text{maximální}}}} = \frac{110}{40,25} = \underline{\underline{2,73 \text{ h}}} \quad (7.5.1.5)$$

Dílčí závěr:

Baterie zajistí chod prototypu při optimálním použití a to po dobu 4,63 hodin a pro případ maximálního výkonu motoru po dobu 2,73 hodin. Požadavek byl alespoň 2,5 hodin, tudíž mohu prohlásit požadavek za splněný.

7.5.2 Návrh serva pro ovládání výpustě lodě

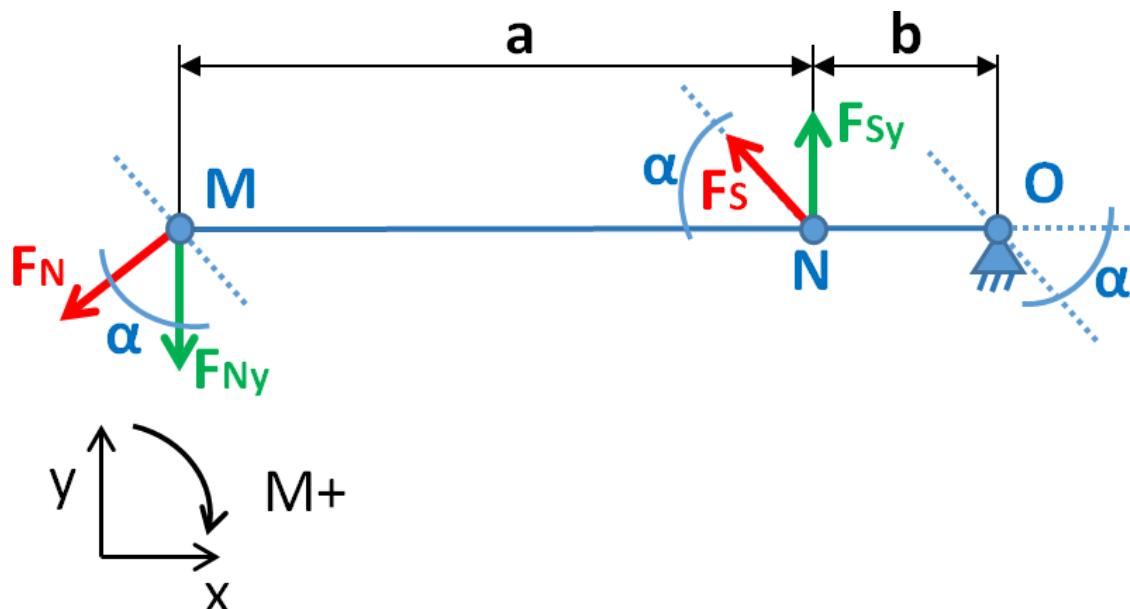
V této kapitole se budeme věnovat dimenzování serva pro ovládání výpustě. Výkon resp. síla serva se standartně vyjadřuje v kilogramech. Nejprve si definujeme silovou a momentovou rovnováhu - zakreslením do oblasti výpustě.



Obr. 39 – Rozložení sil na servomotoru výpustě

Sílu kterou hledáme je síla působící do serva (značena jako F_s). Dále uvádím sílu, resp. tíhu nákladu F_N a úhel natočení α proti vodorovné ose. Pro statický výpočet je nutné znát ještě ramena (označeny jako a , b) na kterých daná silová dvojice působí. Nyní si výše uvá-

děný náčrtek zjednodušíme a natočíme (při zachování úhlu natočení), a přidáme rozložení sil do jednotlivých os.



Obr. 40 – Mechanický rozklad sil

Silový rozklad do y v bodě M:

$$F_{Ny} = F_N \cdot \cos\alpha \quad (7.5.2.1)$$

Silový rozklad do y v bodě N:

$$F_{Sy} = F_S \cdot \sin\alpha \rightarrow F_S \quad (7.5.2.2)$$

$$F_S = \frac{F_{Sy}}{\sin\alpha} \quad (7.5.2.3)$$

Momentová rovnováha v bodě O:

$$M_O = 0 = F_{Sy} \cdot b - F_{Ny} \cdot (a + b) \Rightarrow F_{Sy} \quad (7.5.2.4)$$

$$F_{Sy} = \frac{F_{Ny} \cdot (a + b)}{b} \quad (7.5.2.5)$$

Máme vyjádřeny všechny neznámé a nyní můžeme dosadit a spočítat sílu do servomotoru F_s . Tíha nákladu (vnadidla) $F_N = 1,75 \text{ kg} = 17,5\text{N}$. Úhel natočení $\alpha=50^\circ$, rameno $a=31,5\text{mm}$ a rameno $b=11,5\text{mm}$.

$$F_{Ny} = F_N \cdot \cos\alpha = 17,5 \cdot \cos 50 = \underline{11,3\text{N}} \quad (7.5.2.6)$$

$$F_{Sy} = \frac{F_{Ny} \cdot (a+b)}{b} = \frac{11,3 \cdot (31,5+11,5)}{11,5} = \underline{42,3\text{N}} \quad (7.5.2.7)$$

$$F_S = \frac{F_{Sy}}{\sin\alpha} = \frac{42,3}{\sin 50} = \underline{55,2\text{N} = 5,52\text{kg}} \quad (7.5.2.8)$$

Dílčí závěr:

V této kapitole jsme se věnovali návrhu, resp. výpočtu jednoho serva a to pomocí výpočtu síly, která do něj bude působit. Při návrhu jsme si nejprve uvedli situaci, kdy je nákladní prostor uzavřen (a plně naložen). Cílem bylo demonstrovat požadovanou výdrž servomotoru proti otevření výpustě. Po zakreslení sil a dalších parametrů nám zůstal mechanický model, ze kterého jsme postupně požadovanou sílu odvodili a následně i vypočetli. Požadovaná síla na servo je alespoň 5,52kg. Na základě tohoto výsledku navrhuji toto servo:

JX servo PDI-2505MG (digital) 26g/0,09sec/6,6kg			
Parametr	Hodnota	Parametr	Hodnota
Rozměry [mm]	36x16x32,4	Váha [g]	26
Rychlost (6V)	0,09sec/60°	Tah (6V)	6,6 kg
Typ ozubení	kov	Voděodolnost	Ano

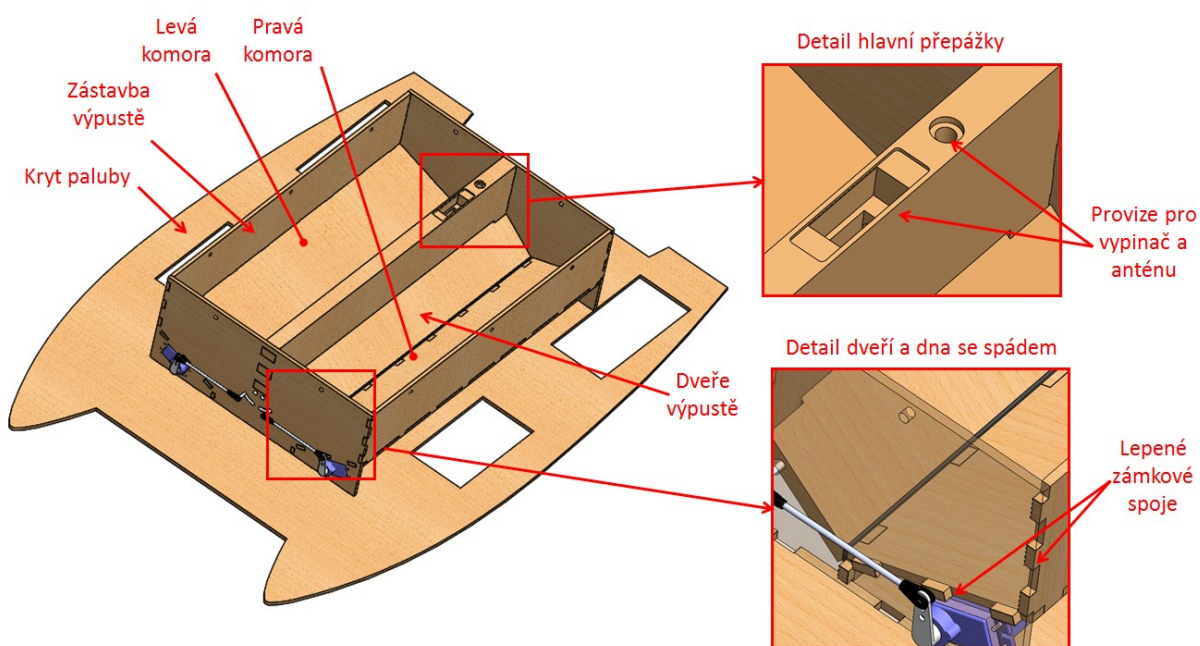
Tab. 10 – Navržené servo JX

7.6 Návrh a uzavření paluby lodě

V rámci této kapitoly se nacházíme ve fázi, kdy je spodní část lodě, nazývejme ji platforma navržena. Nyní je nutné tuto platformu „zakrytovat“, neboli uzavřít a utěsnit jednotlivé trupy. Dále zde bude uveden návrh systému přepravního prostoru a na závěr této kapitoly taktéž systém uzavření celé paluby lodě - návrh horního uzavíracího dílu, včetně uchycení na lodi

7.6.1 Návrh krytu paluby včetně přepravního prostoru

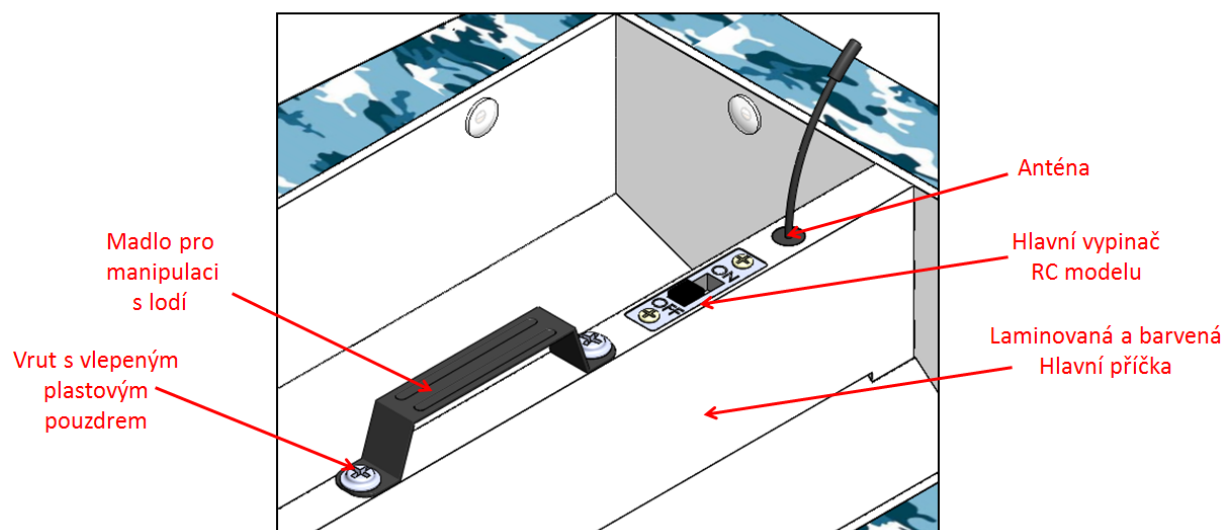
V kapitole 7.2.4 jsme nastínili, jak by měl kryt paluby vypadat s ohledem na přístup k pohonu a řízení lodě. Nyní je nutné navrhnout zástavbu přepravního prostoru, viz. *obr. 41*.



Obr. 41 – Zástavba přepravního systému na palubě

Na výstavbu přepravního prostoru jsem opět využil balsové desky spojených (slepených) epoxidem. Návrh přepravního prostoru je rozdělen (dle návrhu v kap. 7.3.2) do celkem dvou komor, mezi kterými se nachází hlavní přepážka. Tato přepážka mimo jiné plní také funkci pantu dveří výpustí přepravních komor.

Na dno zástavby jsem taktéž použil desky se spádem, které zaručí, aby veškeré vnaidlo opustilo přepravní prostor. Zepředu přepravního prostoru jsou pak umístěna jednotlivá serva včetně táhla, kterými se ovládají dveře výpustě (viz. obr. 39). Jednotlivé díly paluby by z hlediska těsnosti a životnosti měli být laminovány.

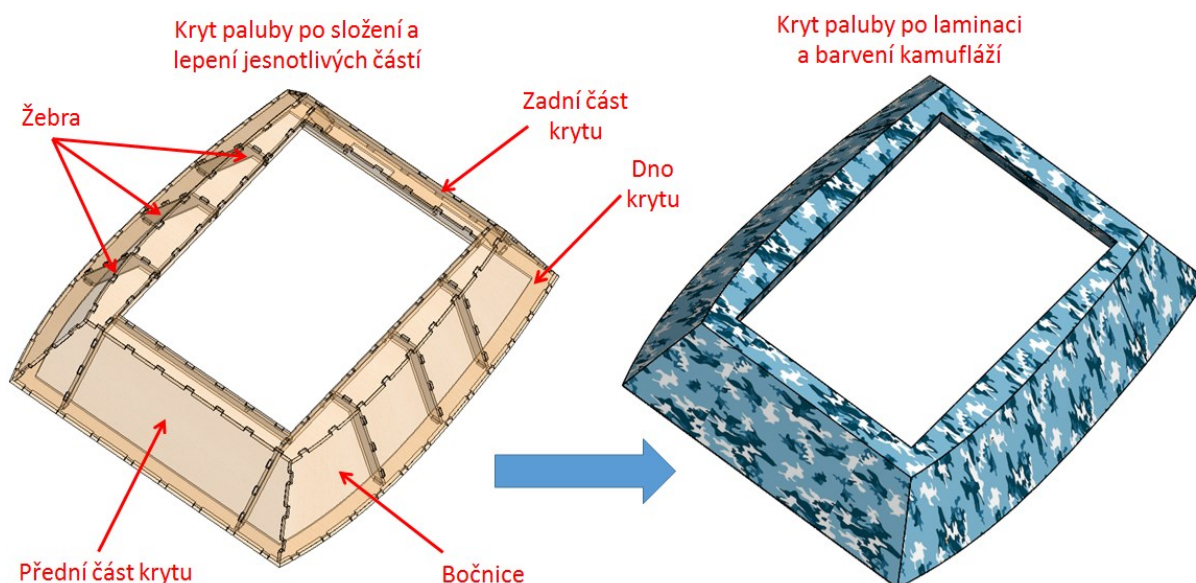


Obr. 42 – Umístění madla, antény a hlavního vypínače

Na horní části přepážky je umístěno madlo z důvodu manipulace s lodí a taktéž zástavba zapínání/vypínání lodě včetně antény, kdy kabeláž spojovací antény a vypínače vede dutinou v této přepážce směrem k přijímači.

7.6.2 Uzavření paluby lodě

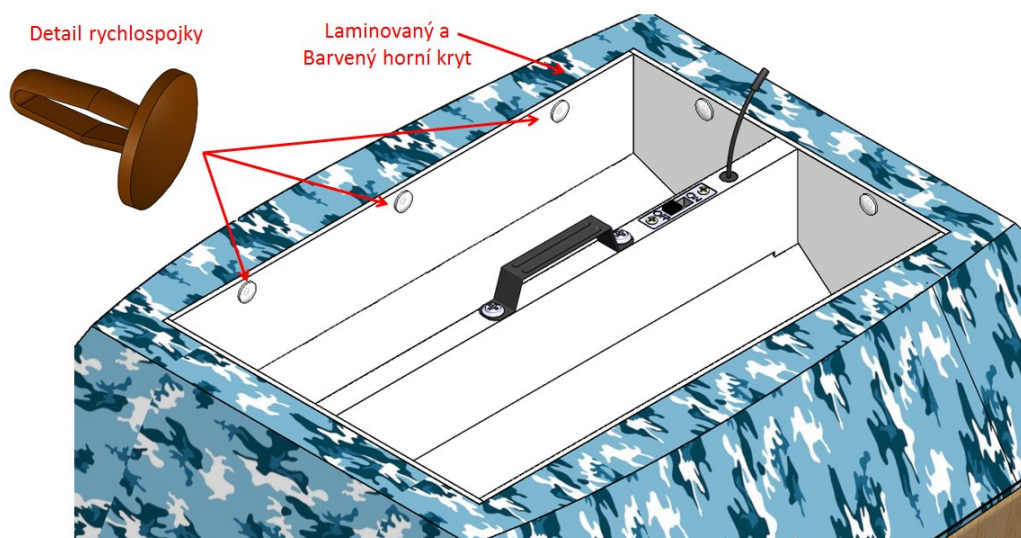
K dokončení návrhu prototypu zbývá poslední krok a tím je uzavření a také utěsnění paluby lodě. Kryt má v průřezu (v obou směrech) lichoběžníkový profil. Spojení horní část - bočnice - spodní část je vyztužena žebry. Takto navržený kryt nejprve slepíme a poté podrobíme laminaci. Na závěr na celou jeho spodní část nalepíme neoprenovou pásku a to tak aby zakryla celé dno.



Obr. 43 – Kryt pro uzavření paluby lodě

7.6.3 Systém uchycení krytu na platformě

Abychom zaručili soudržnost (a utěsnění) horního krytu s palubou, rozhodl jsem se oblast horního výřezu lemovat do hloubky cca 20 mm a následně děrovat pro možnost zavedení rychloupínacích spojek. Ve stejném počtu a pozici jsem tyto díry připravil i na vnějších stěnách přepravního prostoru. Po umístění krytu na palubu se kryt jednoduše „zaklipuje“. Horní díl je tak na pozici, paluba je uzavřena, loď je připravena k použití.



Obr. 44 – Klipování krytu na palubě lodě

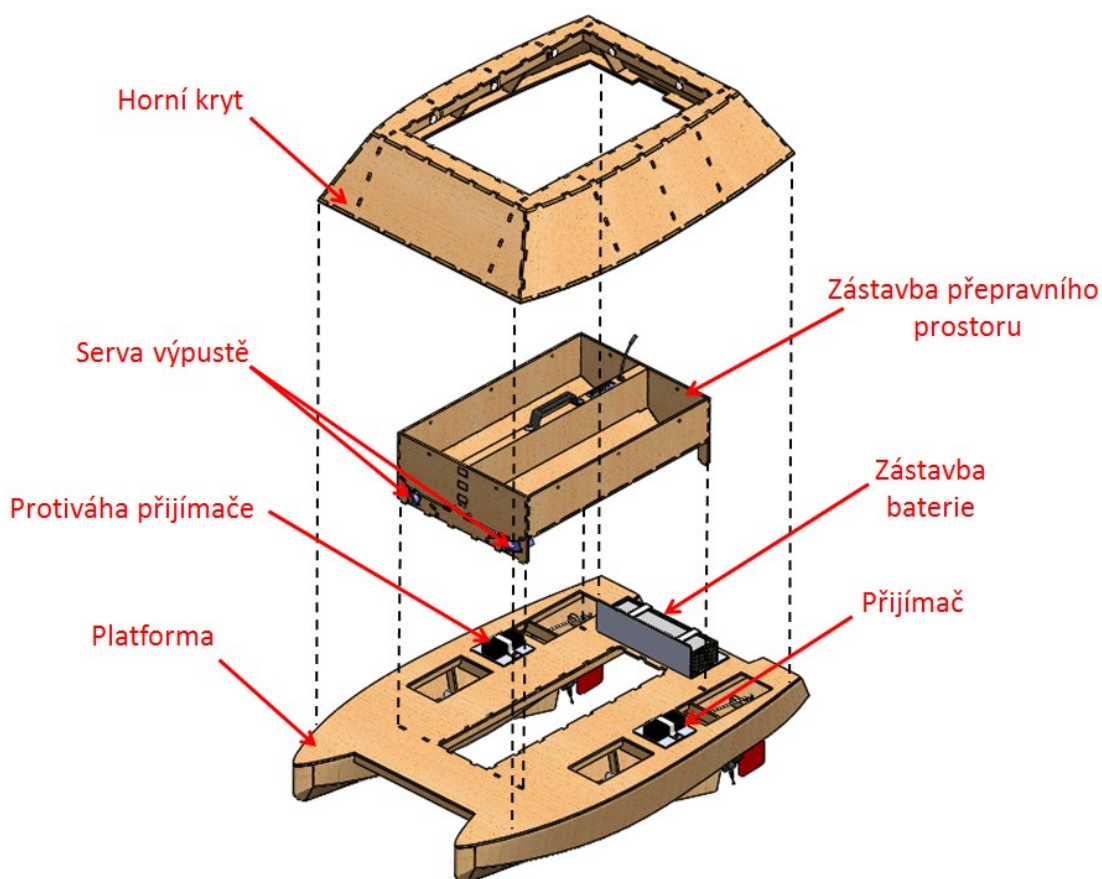
7.7 Vizualizace návrhu - závěr kapitoly

V celé kapitole sedm jsme se postupně probírali návrhem celého prototypu, kde jsme nejprve spočetli a navrhli parametry trupu lodě a to včetně materiálů se kterými budeme při realizaci pracovat.

Dále jsme uvažovali umístění výpustě, kdy jsme se z hlediska snazšího vypouštění vlnadidla rozhodli pro variantu umístění mezi trupy. V další části jsme uvedli systém výpustě vlnadidla do vody, kde jsme na základě výpočtu působící síly navrhli potřebné servo.

Následovala zástavba a návrh elektronických prvků. Zde jsme nejprve spočetli potřebný motor včetně lodního šroubu (vrtule) a dále jsme vypočetli a stanovili kritéria kormidla s ohledem na náš prototyp.

V závěru části jsme navrhli celý systém přepravního prostoru na palubě lodě a navrhli jsme jeho „zakrytování“.



Obr. 45 – 3D vizualizace - rozpad

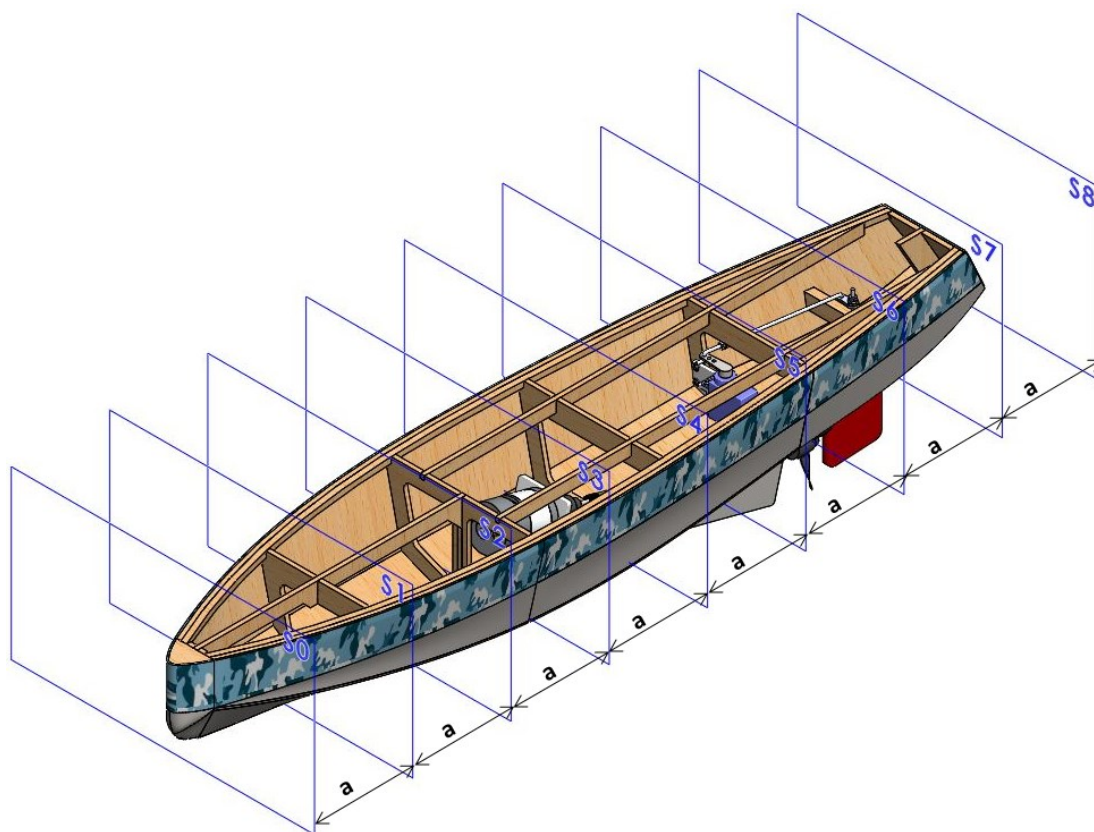
8 OVĚŘENÍ VÝTLAKU TRUPU A HMOTOVÝ ROZBOR LODĚ

Kapitola osmá se zabývá ověřením výtlaku lodě, jehož teorii jsme uvedli v kapitole 6.4. Dále si v této kapitole uvedeme hmotový rozbor a to z hlediska vlivu jednotlivých komponent na stabilitu lodě.

8.1 Ověření výtlaku trupu

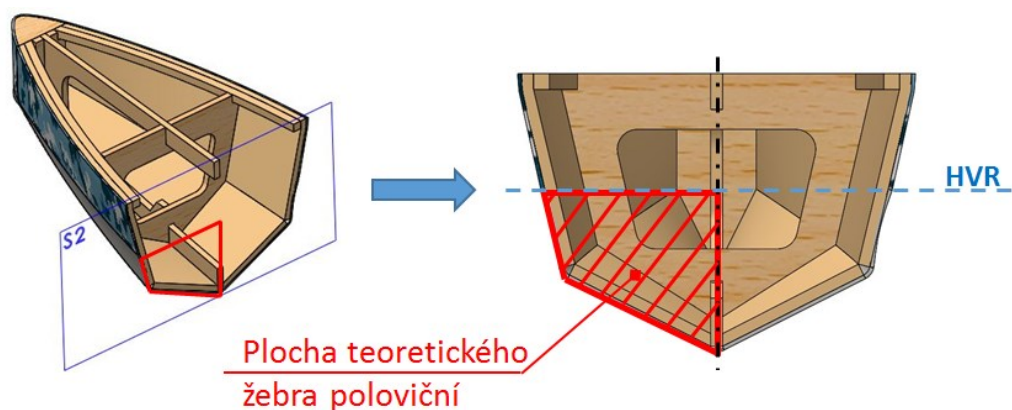
Při ověření výtlaku je nutné si člun rozdělit na určitý sudý počet úseků, v našem případě 8 a to ve stejné vzdálenosti. Naše loď je dlouhá 0,6m, tj. 75 mm = jeden úsek.

V těchto úsecích provedeme řezy a vypočteme plochu ponořené části lodě pro každý jeden úsek.



Obr. 46 – Rozfázování délky člunu na stejný počet dílů

Je třeba mít na paměti, že jedna vypočtená plocha reprezentuje pouze jeden trup. Takto vypočtenou hodnotu pak vynásobíme číslem 2, neboť v rámci tohoto projektu kalkulujeme s lodí typu katamarán, nebo-li dvoutrupem.



Obr. 47 – Výpočet obsahu ponořené části lodě

Tabulka vypočtených ploch teoretických žebel:

Teoretické žebro	Plocha teoretického žebra poloviční [mm ²]	Plocha teoretického žebra [mm ²]	Součinitel	Součin jednotrup [mm ²]	Součin dvoutrup [mm ²]
S0	1476,4	2952,8	0,5	1476,4	2952,8
S1	2817,5	5635	2	11270	22540
S2	3792,8	7585,6	1	7585,6	15171,2
S3	4629,8	9259,6	2	18519,2	37038,4
S4	5230,9	10461,8	1	10461,8	20923,6
S5	5092,8	10185,6	2	20371,2	40742,4
S6	4019,2	8038,4	1	8038,4	16076,8
S7	2357,8	4715,6	2	9431,2	18862,4
S8	0	0	0,5	0	0
Celkem [mm ²]					174307,6

Tab. 11 – Výpočet ploch teoretických žebel katamaránu

Velikost ponořeného objemu poté vypočteme s dostatečnou přesností podle Simpsonova pravidla:

$$V = \frac{2}{3} \cdot a \cdot (0,5 \cdot S_0 + 2 \cdot S_1 + S_2 + 2 \cdot S_3 + \dots S_{n-2} + 2 \cdot S_{n-1} + 0,5 \cdot S_n) \quad (8.1)$$

$$V = \frac{2}{3} \cdot a \cdot S_{celkem} = \frac{2}{3} \cdot 75 \cdot 174307,6 = 8\,715\,380 \text{ mm}^3 \quad (8.2)$$

$$V = 8\,715\,380 \text{ mm}^3 = \underline{\underline{8,715 \text{ dm}^3}} \rightarrow \underline{\underline{D = 8,715 \text{ kg}}} \quad (8.3)$$

$$\underline{\underline{D = 8,715 \text{ kg} > G = 8 \text{ kg} \rightarrow \text{vyhovuje}}} \quad (8.4)$$

Můžeme prohlásit, že výtlač D je dostatečný a to i s rezervou cca 10%.

8.2 Hmotový rozbor

Určení přesného rozložení hmot neboli hmotového rozboru je důležité z důvodu lokalizace těžiště, které má vliv na všechny typy stability (příčná, podélná, směrová) navrhované lodě. V případě, že při testování lodi (viz. plán kapitola 9) bude prototyp vykazovat určitý druh nestability, právě hmotový rozbor nám může významně a rychle pomoci při určení původu a tak i detekci kritického místa na lodi.

Hmotový rozbor je proveden pro prototyp UTB01RC a to jak pro případ, kdy je loď obecně bez zatížení od vlnadla, tak právě i pro situaci s aplikovaným vlnadícím aparátem. Do hmotového rozboru byly zahrnuty následující komponenty a to včetně všech náležitostí:

- Paluba lodě
- Horní kryt
- Převravní prostor
- Elektropohon
- Lodní šroub
- Kormidlo
- Řízení kormidla - servo
- Baterie
- Přijímač
- Protizátěž přijímače
- Ovladač výpustě - servo 1
- Ovladač výpustě- servo 2

Hmotový rozbor je vztažen vzhledem k GSS (Globální Souřadný Systém). Poloha těžišť, respektive souřadnic těžišť jednotlivých komponent bude uvedena v tabulce *Tab.12* na základě jejich technických údajů a to pomocí 3D Softwaru Soldiworks.

Parametr	Hmotnost [kg]	Souřadnice	Souřadnice	Souřadnice
		X [mm]	Y [mm]	Z [mm]
Prázdná loď	3,790	0,000	-15,476	-243,199
Paluba lodě	1,300	0,000	-22,322	-244,502
Horní kryt	0,200	0,000	34,962	-219,698
Přepravní prostor	0,350	0,000	19,901	-169,135
Elektropohon	0,228	-124,962	-37,208	-176,544
Elektropohon	0,228	124,962	-37,208	-176,544
Lodní šroub 1	0,040	-124,962	-69,190	-295,906
Lodní šroub 2	0,040	124,962	-69,190	-295,906
Kormidlo 1	0,010	-124,962	-91,282	-413,911
Kormidlo 2	0,010	124,962	-91,282	-413,911
Řízení kormidla - servo 1	0,026	-125,317	-42,081	-332,496
Řízení kormidla - servo 2	0,026	125,317	-42,081	-332,496
Baterie	0,250	0,038	16,691	-395,528
Přijímač	0,015	125,462	5,775	-274,000
Protizátěž přijímače	0,015	-125,462	5,775	-274,000
Ovladač výpustě - servo 1	0,026	-77,527	13,032	-83,556
Ovladač výpustě- servo 2	0,026	77,527	13,032	83,556
Lepidlo, potah, barva	1,000	0,000	0,000	0,000

Tab. 12 – Hmotový rozbor prázdné lodě

Parametr	Hmotnost [kg]	Souřadnice	Souřadnice	Souřadnice
		X [mm]	Y [mm]	Z [mm]
Plně naložená loď	7,240	0,000	26,960	-230,744

Tab. 13 – Posun těžiště lodě naložené vnadidlem

9 SESTAVENÍ PLÁNU PRO OVĚŘENÍ FUNKČNOSTI NAVRŽENÉHO PROTOTYPU V PRAXI

V této kapitole se vyskytujeme ve fázi, kdy máme model prototypu zakrmovacího RC kataránu navržen a i vyroben. Nezbývá nic jiného, než teorii proměnit v realitu a tento prototyp vystavit praktické zkoušce.

Pokud bychom chtěli plán vylíčit velmi stroze, byl by následující. Přípravenou a plně naloženou loď uvedeme na vodní hladinu. Pomocí RC soupravy ji dovedeme na cílové místo, kde vypustíme návnadu do vody a vrátíme se nazpět. Jelikož se však jedná o testování, je nutné takový průběh zkoušky rozdělit do více fází (příprava, průběh, vyhodnocení) a jednotlivé kroky pečlivě zaznamenat. Po ukončení a vyhodnocení zkoušky uvedu taktéž doporučení pro případ, kdy některá část či prvek navrhovaného prototypu selže.

9.1 Příprava, průběh, ukončení a vyhodnocení zkoušky

9.1.1 Příprava zkoušky - postup:

- a) Zkontrolovat zapojení elektroniky a nabití baterií
- b) Ověřit funkci kormidla, rotaci lodního šroubu a ovládání výpustě - mimo vodu
- c) Ověřit funkci kormidla, rotaci lodního šroubu a ovládání výpustě - na vodě
- d) Vytáhnout z vody a zkontrolovat těsnost trupu (jestli nejsou kapky vody v trupu)
- e) Připravit cílové místo v určené vzdálenosti (např.: 100 metrů) pomocí bóje
- f) Připravit doprovodnou loď s elektromotorem (nedělá téměř žádné vlny)
- g) Připravit záznamové zařízení - stopky, kamery, zátěž (vnadidlo o váze do 3,5 kg)

9.1.2 Průběh zkoušky - postup:

- a) Připravit naloženou loď na start (položení na vodní hladinu)
- b) Start - vyrazení loď k cílovému místu (rychlost 5km/h, stopky zapnuty)
- c) Vyložení návnady na cílové pozici (vizuální kontrola doprovodným člunem)
- d) Návrat ke břehu - ukončení zkoušky

9.1.3 Vyhodnocení zkoušky - klíčové parametry:

- a) Zkontrolovat čas zkoušky (ověřit rychlost výpočtem)
- b) Potvrdit a zkontrolovat vypuštění návnady - vizuálně
- c) Ověřit funkce loď - kormidlo, rotace lodního šroubu na suchu
- d) Zkontrolovat těsnost trupu
- e) Zjistit stav baterií (ověřit pohotovostní režim loď výpočtem)

9.2 Postup při nesplnění plánu

Vzhledem k tomu, že se jedná o prototyp, měli bychom počítat i s neočekávaným. Mohou se objevit komplikace, které mohou výrazně ovlivnit průběh zkoušky či mohou zkoušku dokonce ukončit. Níže uvádím situace, které by mohli nastat a návrh na jejich řešení.

Problém: Loď nereaguje na RC soupravu.

Řešení: Zkontrolovat RC soupravu vs. Přijímač (stejná frekvence), zkontrolovat zapojení

Problém: Loď se nedokáže pohybovat, když je naložena

Řešení: Zkontrolovat návrh motoru, případně přepočítat (použít silnější)

Problém: Loď se při jízdě naklání (je jedno kterým směrem)

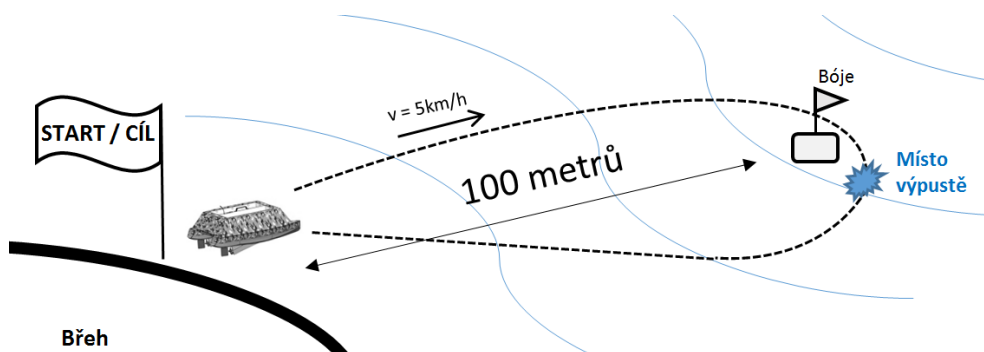
Řešení: Dle strany náklonu - zvážit jiné rozložení komponent na lodi (kapitola 8.2)

Problém: Loď neudrží náklad/ udrží, ale nevypustí náklad

Řešení: Provéřit sílu serva (případně přepočítat), zkontrolovat funkci serva naprázdno

Problém: Trup loď je uvnitř mokrý

Řešení: Provéřit a zjistit místo netěsnosti - zakítovat vodotěsným tmelem



Obr. 48 – Vizualizace zkoušky prototypu

ZÁVĚR

Hlavním cílem diplomové práce byl návrh prototypu zakrmovací loďky pro účely sportovního rybolovu. Uváděné informace v teoretické části a dále postupy z části praktické mohou být dále uvažovány jako stěžejní informace pro realizaci RC loďe. Navrhovaný design byl proveden v 3D CADu SolidWorks Premium.

V teoretické části byla provedena studie tématu zakrmovací loďe včetně analýzy jejího přínosu do rybolovu na českém území. Na základě vyhodnocení této analýzy (dotazováno celkem 100 rybářů) bylo zjištěno, že 90% českých rybářů vidí v použití zakrmovací loďe přínos a nadpoloviční většina již nyní zvažuje její výrobu či koupi. Dále byl v teoretické části uveden krátký vstup do lodní techniky a to z důvodu pochopení základních principů v konstrukci lodí.

Ve druhé polovině teoretické části jsou uvedeny materiály a technologie, které se využívají jak při stavbě lodí obecně, tak i při konstrukci prototypů, zejména na modelářské úrovni. Jelikož se jedná o prototyp, bude model sestaven hlavně ze dřeva (balsy) a následně laminován pomocí ruční laminace, která je vhodná právě pro případ konstrukce prototypu.

Závěr teoretické části se zabývá možnostmi konceptu prototypu s ohledem na jeho konstrukci. Na základě porovnání jednotlivých variant řešení byl zvolen typ konstrukce katarán a to z důvodu možnosti vypouštění návnady přímo pod loď, dále z hlediska možnosti provedení zástavby elektroinstalace v prostoru nad vodou a taktéž z hlediska stability na vodě a pohybu na malém prostoru.

V první polovině praktické části se zabýváme konkrétním 3D návrhem zakrmovací RC loďky a to na základě vstupních parametrů, při jejichž definici jsme se opírali o již existující RC loďe, resp. o jejich vlastnosti. Na základě jejich srovnání pak vznikly na prototyp tyto požadavky: Rozměry - délka do 0,7m, šířka do 0,4m, výška do 0,25m; hmotnost prázdného člunu do 5 kg; nosnost alespoň 3 kg; rychlost 4-6km/h; pohotovostní režim minimálně 150 min.

S ohledem na požadované parametry byl zkonstruován prototyp katamaránového typu, který disponuje těmito vlastnostmi: Rozměry - délka 0,6m, šířka 0,37m, výška 0,22m; hmotnost prázdného člunu je 3,8 kg; nosnost 4,9 kg; rychlost 5km/h; pohotovostní režim 277 min. Vzhledem k uváděným vlastnostem můžeme prohlásit, že prototyp požadavky splňuje a je připraven pro výrobu a praktický test.

V závěru práce byl ještě ověřen výtlač lodě, který potvrdil, že navržená loď bude plavby schopná a dále byl sestaven plán pro ověření prototypu v praxi.

Primárně lze konstatovat, že získané výsledky tohoto projektu by měli sloužit k možnosti zvýšení efektivity rybolovu. Avšak již nyní je zřejmé, že použití loďky nemusí zůstat jen na úrovni rybaření, ale také např. na úrovni obecné ichtyologie, kde loďka může napomáhat s monitoringem ryb a vodních živočichů, a to jak z hlediska početních stavů, tak i chování a migrace. Dále bychom ze získaných výsledků mohli těžit v oblasti vodního hospodářství, kde může loďka sloužit například jako sběrač vzorků vody a sedimentu dna. Uplatnění je taktéž možné v zaplavených oblastech, kde je pohyb člověka z hlediska z různých důvodů nemožný.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Zakrmovací lodě představují trend v superúspěšné rybařině [online]
[cit. 2017-11-28]. Dostupný z WWW: <http://www.casnaryby.cz/>
- [2] POSNER, Josef. Stavba lodí. PRAHA: ÚV KSČ, 1954. 95 s
- [3] OPPL, Zdeněk. Jak si postavím plachetnice a motorové čluny. PRAHA: Mladá fronta, 1973. 197 s
- [4] OPPL, Zdeněk a Kovačik, Jozsef. Postavte si motorový člun. BRATISLAVA: Nakladatelstvo Alfa, 1972. 242 s
- [5] VACULÍK Martin, Studium polymerních kompozitních systémů s kovovými plnivými - Diplomová práce. UTB ZLÍN, 2013. 89 s
- [6] BLABOL Jiří, Manuál pro stavbu RC modelů [online] [cit. 2016-11-25]. Dostupný z WWW: <https://rcmodell.ic.cz>
- [7] RUSNÁKOVÁ SOŇA, Ruční laminování - přednášky. UTB Zlín, 2016. 48s
- [8] DENK, Filip. Automatické udržování letu RC modelu. BRNO: Bakalářská práce, 2016. 49 s
- [9] KRATOCHVÍL, Karel. Model katamaránu. SEZIMOVO ÚSTÍ: Absolventská práce, 2013. 72 s
- [10] ZIZIUS, Zdeněk a kolektiv. Stavba, údržba a opravy lodí. PRAHA: Polytechnická knihovna, 1978. 200 s
- [11] Odpočinek obšívky po zalepení [online] [cit. 2016-11-30]. Dostupný z WWW: <http://www.tom59herder.cz/lode/babetta>
- [12] Nové stejnosměrné motory pro lodě a trucky [článek] [cit. 2016-11-30]. Dostupný z časopisu RC Revue 02/2011

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

V	objem tělesa [m^3]
F_{VZ}	vztlaková síla od ponořené části tělesa [N]
F_G	tlaková (tíhová) síla tělesa [N]
G	tíha tělesa [N; kg]
D	výtlak ponořené části (výtlak člunu) [N; kg]
m	hmotnost tělesa [kg]
g	tíhové zrychlení [m/s^2]
ρ_K	hustota vody [kg/m^3]
ρ_T	hustota tělesa [kg/m^3]
F	síla [N]
a	rameno [mm]
b	rameno [mm]
M_1	moment kladný [N.mm]
M_2	moment záporný [N.mm]
T_G	těžiště tělesa [mm]
T_1	těžiště tělesa [mm]
T_2	těžiště tělesa [mm]
T_3	těžiště tělesa [mm]
T_D	těžiště tělesa [mm]
y_1	souřadnice do y [mm]
y_2	souřadnice do y [mm]
y_3	souřadnice do y [mm]
y_D	souřadnice do y [mm]
S	plocha [mm^2]

L_c	největší délka člunu [m]
B_c	největší šířka člunu [m]
$L_{HVR}(L)$	délka na hlavní vodorysce [m]
$B_{HVR}(B)$	šířka na hlavní vodorysce [m]
T	ponor trupu [m]
T_{max}	maximální ponor trupu [m]
T_z	ponor na zrcadle [m]
V_o	volná výška boku [m]
V_t	stavební výška trupu [m]
V_c	největší výška člunu [m]
α	úhel náběhové hrany [°]
β	úhel kýlovitosti [°]
λ	poměrové číslo [-]
P	výkon motoru [k]
R	odpor [N]
v	rychlost motoru [m/s]
η_N	účinnost náhonu a vrtule [%]
k_R	koeficient odporu [-]
Fl	froudeho číslo [N]
L_T	maximálního ponoru kýlu od zrcadla [m]
L_V	průsečíku outorových latí s vodní hladinou [m]
L_O	maximální šířky outorů od zrcadla [m]
B_Z	Šířka outorů na zrcadle [m]
$V_{výpustě}$	Objem výpustě navržený [kg]
$V_{požadovaný}$	Objem výpustě požadovaný [kg]

D_V	průměr vrtule [m]
n	otáčky motoru [ot/s]
H	stoupání vrtule [m]
φ	skluz [-]
SP	ponořená plocha perutě [m ²]
K	rychlostní koeficient [-]
$I_{MINtrvalý}$	minimální odebíraný proud trvalý (motor při max. účinnosti) [Ah]
$I_{MINmaximáln}$	minimální odebíraný proud trvalý (motor při max. výkonu) [Ah]
$I_{ODBtrvalý}$	minimální odebíraný proud maximální (motor při max. účinnosti) [A]
$I_{ODBmaximáln}$	minimální odebíraný proud maximální (motor při max. výkonu) [A]
T_{poh}	délka pohotovostního režimu člunu [h]
$t_{provozní trvalý}$	délka provozního režimu člunu (při max. účinnosti)[h]
$t_{provozní maximáln}$	délka provozního režimu člunu (při max. výkonu)[h]
$I_{BATERIEtrvalý}$	minimální odebíraný proud baterie trvalý (motor při max. účinnosti) [Ah]
$I_{BATERIEmaximáln}$	minimální odebíraný proud baterie (motor při max. výkonu) [Ah]
F_N	síla nákladu [N]
F_S	síla do serva [N]
α	úhel natočení [°]
RC	Radio Control
ESC	Electronic Speed Controller
GHz	Gigahertz
MHz	Megahertz
HVR	Hlavní vodoryska
VR	Vodoryska
HP	Horse Power

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 – Vizualizace člunu UTB01 RC	12
Obr. 2 – Třípohledový náčrt člunu UTB01 RC	13
Obr. 3 – Řez tělesem kajutového člunu s krytou kormidelnou	24
Obr. 4 – Popis hlavní části trupu člunu	24
Obr. 5 – Těleso ponořené do kapaliny	25
Obr. 6 – Stavby tělesa ponořených v kapalině.....	26
Obr. 7 – Fyzikální princip stability	26
Obr. 8 – Základní geometrie tvaru profilů	28
Obr. 9 – Druhy podélné stability	29
Obr. 10 – Popis zakrmovací lodě.....	30
Obr. 11 – Druhy vazeb vyztužujících tkanin	35
Obr. 12 – Nanášení Gelcoatu ručně (vlevo) a stříkáním (vpravo).....	35
Obr. 13 – Ruční laminace	38
Obr. 14 – RTM - Vstřikování pryskyřice	39
Obr. 15 – Vakuová infuze.....	40
Obr. 16 – Standartní způsob zapojení elektronických prvků.....	41
Obr. 17 – Elektromotor.....	42
Obr. 18 – Regulátor	42
Obr. 19 – Servomotor + popis	43
Obr. 20 – RC přijímač signálu	44
Obr. 21 – Možné varianty lodě	45
Obr. 22 – Návrh variant - jednotrup	46
Obr. 23 – Návrh variant - katamarán	47
Obr. 24 – Návrh variant - trimarán	48
Obr. 25 – Hlavní rozměry člunu	51
Obr. 26 – Rozdělení člunů dle tvaru trupu.....	54
Obr. 27 – Odpor trupu.....	55
Obr. 28 – Teoretický výkres trupu člunu a jeho odvození.....	58
Obr. 29 – Cyklus průběhu tvorby žebra.....	64
Obr. 30 – Cyklus průběhu tvorby kostry na základní desce	65
Obr. 31 – Ukázka obšívky na kostře trupu po zalepení	66
Obr. 32 – Hotová platforma prototypu zakrmovací lodě.....	66

Obr. 33 – Vyšetření umístění systému výpustě na palubě lodě	68
Obr. 34 – Systém vypouštění návnady do vody	69
Obr. 35 – Uložení lodního šroubu a dvoulisté vrtule včetně parametrů	71
Obr. 36 – Základní typy kormidla s popisem	74
Obr. 37 – Vizualizace aplikace požadavků na uložení kormidla u UTB01 RC	74
Obr. 38 – Pohled do trupu UTB01 RC	75
Obr. 39 – Rozložení sil na servomotoru výpustě	78
Obr. 40 – Mechanický rozklad sil	79
Obr. 41 – Zástavba přepravního systému na palubě	81
Obr. 42 – Umístění madla, antény a hlavního vypínače	82
Obr. 43 – Kryt pro uzavření paluby lodě	83
Obr. 44 – Klipování krytu na palubě lodě	83
Obr. 45 – 3D vizualizace - rozpad	84
Obr. 46 – Rozfázování délky člunu na stejný počet dílů	85
Obr. 47 – Výpočet obsahu ponořené části lodě	85
Obr. 48 – Vizualizace zkoušky prototypu	90
Obr. 49 – 3D Návrh prototypu katamaránu	Příloha PI
Obr. 50 – 3D Návrh prototypu katamaránu (průhledné víko)	Příloha PI
Obr. 51 – Ukázka vynesení rozměrů do výkresu lodě	Příloha PIII

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 – Srovnání parametrů zakrmovacích RC lodí.....	15
Tab. 2 – Přehled dřevěných materiálů pro oblast stavby lodí a modelářství	33
Tab. 3 – Hlavní parametry prototypu RC lodě	63
Tab. 4 – Materiály použité při stavbě skeletonu trupu	67
Tab. 5 – Závislost Otáček na momentu motoru MIG 650 boat	70
Tab. 6 – Parametry motoru MIG 650 boat.....	71
Tab. 7 – Parametry lodního šroubu a vrtule - pro výrobce	73
Tab. 8 – Sumarizace odebíraného proudu jednotlivých elektronických prvků	76
Tab. 9 – Navržená baterie Lipol	77
Tab. 10 – Navržené servo JX.....	80
Tab. 11 – Výpočet ploch teoretických žeber katamaránu.....	86
Tab. 12 – Hmotový rozbor prázdné lodě	88
Tab. 13 – Posun těžiště lodě naložené vnařidlem	88

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 – Vyhodnocení míry aktivity rybolovu	16
Graf 2 – Nejčastěji praktikovaná metoda lovu	16
Graf 3 – Použitá metoda vnaďení.....	17
Graf 4 – Registrace rostoucího trendu využívání ZL	17
Graf 5 – Míra souhlasu a nesouhlasu při používání zakrmovacích loděk	18
Graf 6 – Vyhodnocení zájmu o pořízení zakrmovací lodě	18
Graf 7 – Vyhodnocení důvodů nepotřeby zakrmovací loďky k rybolovu.....	19
Graf 8 – Sled kritérií na zakrmovací loď od nejdůležitějšího po nejméně důležité	20
Graf 9 – Závislost poměrového čísla na délce u závodních veslic	52
Graf 10 – Závislost teoretické rychlosti na odporu u rekreačních člunů	59
Graf 11 – Diagram pro stanovení hlavních rozměrů pro rekreační čluny	Příloha PII

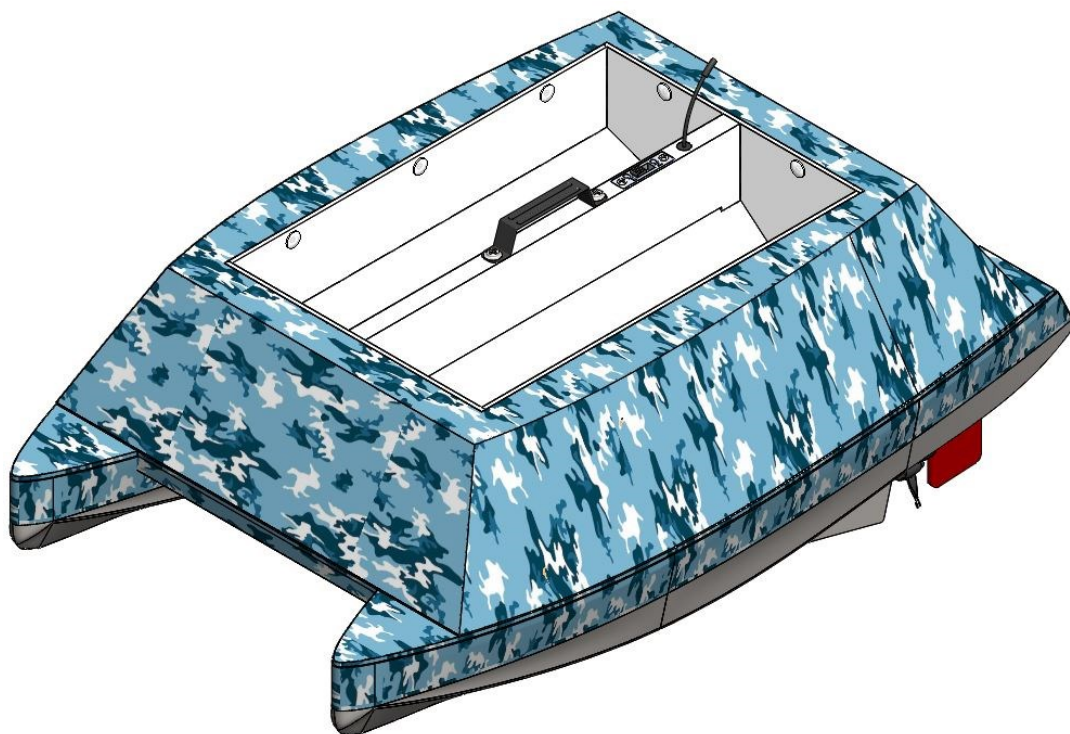
SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: 3D návrh katamaránu

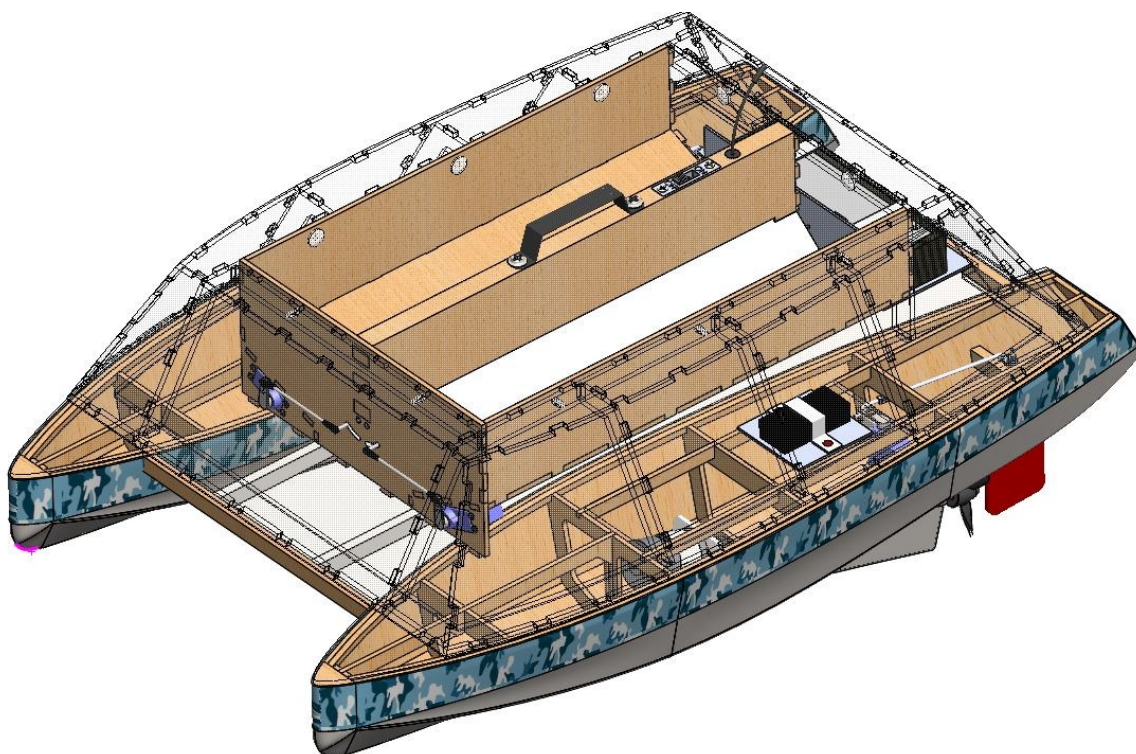
Příloha P II: Diagram pro stanovení hlavních rozměrů pro rekreační čluny

Příloha P III: Ukázka vynesení hodnot do výkresu

PŘÍLOHA P I: 3D NÁVRH KATAMARÁNU

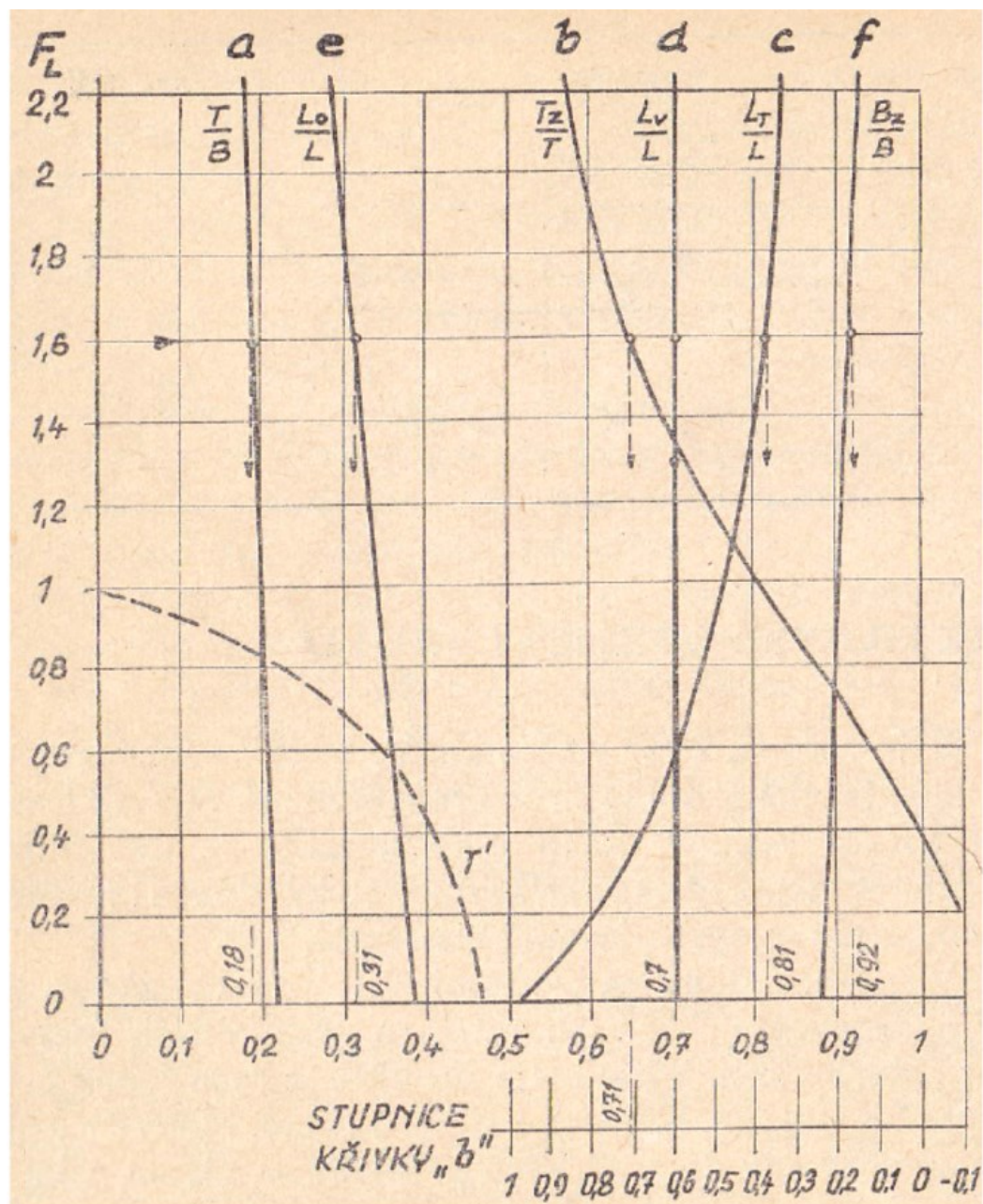


Obr. 49 – 3D Návrh prototypu katamaránu



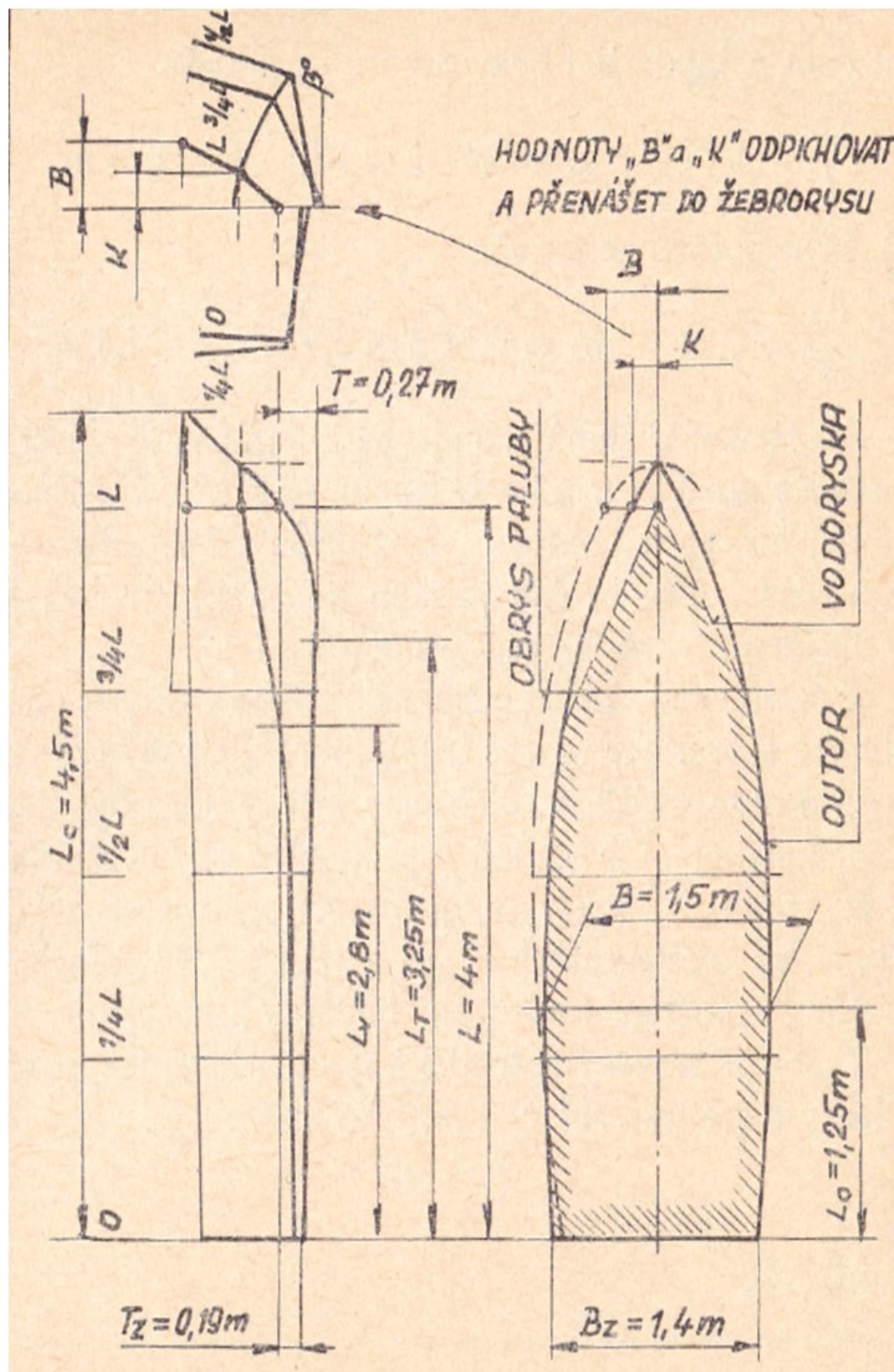
Obr. 50 – 3D Návrh prototypu katamaránu (průhledné víko)

PŘÍLOHA P II: DIAGRAM PRO STANOVENÍ HLAVNÍCH ROZMĚRŮ PRO REKREAČNÍ ČLUNY



Graf 11 – Diagram pro stanovení hlavních rozměrů pro rekreační čluny[3]

PŘÍLOHA P III: VYNESENÍ HODNOT DO VÝKRESU



Obr. 51 – Ukázka vynesení rozměrů do výkresu lodě[3]