

Design sportovního katamaránu

Bc. Oliver Mórocz

Diplomová práce
2019



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta multimediálních komunikací

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta multimediálních komunikací

Ateliér Průmyslový design

akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Oliver Mórocz**
Osobní číslo: **K17325**
Studijní program: **N8206 Výtvarná umění**
Studijní obor: **Multimédia a design – Průmyslový design**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Design dopravního prostředku**

Zásady pro vypracování:

1. Analýza řešené problematiky
2. Výzkumná část
3. Počáteční kresebné variantní návrhy
4. Vizualizace finálního designérského řešení
5. Ergonomická studie
6. Technická dokumentace
7. Fyzický model finálního designérského řešení ve zvoleném měřítku
8. Vypracování písemné doprovodné zprávy zahrnující všechny etapy práce

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/umělecké dílo**

Seznam odborné literatury:

KOLESÁR, Zdeno. Kapitoly z dějin designu. vyd. 1. Překlad Kateřina Křížová, ucie Vidmarová. Praha: Vysoká škola umělecko-průmyslová, 2004, 167 s. ISBN 80-868-6303-4.

E. C. Tupper, Introduction to Naval Architecture 5th Edition, ISBN 978-0080982373

PELCL, Jiří. Design: od myšlenky k realizaci = from idea to realization.

V Praze: Vysoká škola umělecko-průmyslová v Praze, c2012, 255 s. ISBN 978-80-86863-45-0.

NORMAN, Donald A. The design of future things. New York: Basic Books, 2009.

ISBN 978-0-465-00228-3

ŠMÍD, Miroslav. Ergonomické parametry. Praha, 1976

Vedoucí diplomové práce:

doc. MgA. Martin Surman, ArtD.

Ateliér Průmyslový design

Datum zadání diplomové práce:

1. prosince 2018

Termín odevzdání diplomové práce:

10. května 2019

Ve Zlíně dne 14. prosince 2018

doc. Mgr. Irena Armutidisová
děkanka

L.S.

doc. MgA. Martin Surman, ArtD.
vedoucí ateliéru

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ / DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou/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. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou/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);
- pokud bylo k vypracování bakalářské/diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské/diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské/diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považuji se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji, že:

- jsem na bakalářské/diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně dne: 30.4.2019.....

Jméno a příjmení studenta: OLIVER MÓROČEK.....

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Tato práce se zabývá designérským návrhem lodě ve stylu moderně pojatého designu závodního katamaránu. Ten je ve výsledku aplikovatelný jednak na reálné plavidlo, ale také na dálkově ovládaný model vytvořený v rámci spolupráce s výrobcem elektronických součástek MGM COMPRO. Teoretická část je věnovaná kritickým informacím týkající se lodních plavidel a dálkově ovládatelných modelů, jejich jednotlivým částem a externím vlivům. V praktické části jsou tyto poznatky využité v návrhu. Proces návrhu probíhá postupně klasickými designérskými metodami jakými jsou obsáhlá rešerše, skicování, modelování z claye a návrh modelu v počítači. Výsledný model je polofunkční prototyp vyrobený za pomoci 3D tiskárny v měřítku 1:10.

Klíčová slova: RC loď, katamarán, 3D tisk, závodné plavidlo

ABSTRACT

This work deals with the design of a modern racing catamaran. It was created in cooperation with a manufacturer of electronic components MGM COMPRO. As a result, it is applicable to both the real vessel and a remote-controlled. The theoretical part is devoted to critical information related to vessels and remotely controllable models, their individual parts and external influences. In the practical part these findings are used in the design. The design process is carried out gradually using classical design methods such as extensive research, sketching, modeling with clay and computer modeling. The resulting model is a semi-functional prototype made using 3D printing technology in scale 1:10.

Keywords: RC boat, catamaran, 3D print, race boat

Chcel by som sa poďakovať svojej rodine za podporu a trpezlivosť. Firme MGM COMPRO za príležitosť pracovať na tomto projekte. Firme Fillamentum za ich ochotu pomôcť pri výrobe designu. Vedúcemu ateliéru doc. MgA. Martinovi Surmanovi, ArtD. za zabezpečenie priestoru pre tvorbu tohoto projektu. Rost'ovi.

“Tomu, kto nevie kam ísť: priaznivý vietor neexistuje.”

Lucius Annaeus Seneca

PodĎakování, motto a čestné prohlášení, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická, nahraná do IS/STAG jsou totožné ve znění:

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

OBSAH

OBSAH	7
ÚVOD	9
I. TEORETICKÁ ČÁST	10
1 HISTÓRIA	11
1.1 POČIATKY	11
1.2 FLOTAČNÉ POMÔCKY	11
1.3 PRVÉ PLAVIDLÁ	12
1.4 VYUŽITIE PLAVIDIEL NA REKREAČNÉ ÚČELY	14
1.5 VÝVOJ PLAVIDIEL PRE ZÁBAVU	15
2 KATAMARÁN	18
2.1 POHON	19
2.2 BEZPEČNOSŤ	20
2.3 ODPOR VODY	21
2.4 ZÁVODY	21
2.5 RÝCHLOSTNÉ KATAMARÁNY	22
2.6 ČASTI KATAMARÁNOV	22
2.6.1 TURBÍNA	22
2.6.2 HYDRAULIKA	23
2.7 ZNÁMEJŠIE ZÁVODNÉ KATAMARÁNY	23
3 RC LODE	25
3.1 VODOTESNOSŤ	25
3.2 CHLADENIE	26
4 ĎIALKOVO OVLÁDANÉ MODELY	27
5 SÚČIASTKY RC MODELOV	29
5.1 SERVO MOTORY	29
5.2 ĎIALKOVÉ OVLÁDANIE	29
5.3 POHON	30
5.4 FPV KAMERA	31
6 SPOLUPRÁCA S FIRMOU MGM COMPRO	33
7 SPOLUPRÁCA S FIRMOU FILLAMENTUM	34
8 HYDRODYNAMIKA	35
9 MODELY ZÁVODNÝCH RC KATAMARÁNOV	36
INOVATÍVNE MATERIÁLY	37

II. PRAKTICKÁ ČÁST	38
11 METODIKA PRÁCE	39
11.1 KRITÉRIA TVORBY	39
11.2 MOOD BOARD.....	39
11.3 PRVÉ MODELY Z CLAY-U	42
11.4 PRVÉ SKICE Z PÔDORYSU.....	42
11.5 MODELOVANIE PRED-FINÁLNEHO MODELU Z CLAY-U	44
11.6 MODELOVANIE V CAD SOFTVÉRE.....	46
11.6.1 PRVÉ “SKÚŠOBNÉ“ MODELOVANIE	47
11.6.2 MODEL VYHOTOVENÝ POMOCOU FOTOGAFÍÍ Z CLAYOVÉHO MODELA.....	47
11.7 ZADNÁ ČASŤ TRUPU	49
ERGON.....	CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.
DESIGN DETAILOV A FUNKČNÝCH PRVKOV.....	CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.
FINÁLNY DESIGN.....	52
ZÁVĚR	54
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	55
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	58
SEZNAM OBRÁZKŮ	59
SEZNAM TABULEK.....	61
SEZNAM PŘÍLOH.....	62

ÚVOD

Cieľom tejto práce je vytvorenie designu moderného športového katamaránu. Návrh bude použitý na diaľkovo ovládanom plavidle kvôli spolupráci s firmou MGM COMPRO, ktorá z časti vyrába súčiastky do diaľkovo ovládaných modelov. Pri navrhovaní budem brať do ohľadu aspekty a kritériá diaľkovo ovládaných modelov a pri proporciách a topológii budem vychádzať z reálnych závodných katamaránov, keďže pre cieľovú skupinu atraktivita týchto modelov spočíva hlavne v podobnosti s reálnymi plavidlami. Taktiež využijem fakt, že hydrodynamické výpočty reálnych plavidiel sa kvôli finančnej a časovej efektívnosti vykonávajú na zmenšených modeloch. Tieto výpočty sú nasledovne prepočítané k reálnej mierke. Tému som si vybral kvôli svojmu dlhodobému obdivu rekreačných plavidiel. Taktiež sa chcem cez túto prácu zlepšiť vo viacerých schopnostiach, ktoré sú pre dizajnéra nevyhnutné. Počas svojho štúdia som sa snažil navrhovať čoraz komplexnejšie produkty a tak som si ku koncu štúdia chcel ako výzvu vyskúšať transport design.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 HISTÓRIA

1.1 Počiatky

Ľudia v minulosti prechádzali vodnými úsekmi rôznymi spôsobmi. Plávaním, držaním sa plávajúcich objektov a neskôr splavovaním po riekach. K výrobe prvých plavidiel používali rôzne materiály ako zvieraciu kožu alebo porcelán. Niektoré civilizácie používali trstinu a menšie kusy dreva na zkonštruovanie člnov, iné vydlabávali veľké kmene stromov do ktorých vyrezali aj provu (predná časť) a kormu (zadnú časť) člna. Väčšina civilizácií prišla na to, že najlepšie je používať menšie kusy dreva, ktoré dokážu spájať do rozličných tvarov a veľkostí a tým prispôbovať plavidlo podľa potreby. Prvé člny boli poháňané dlhými palicami, pádlovaním, veslovaním alebo ťahaním. Niektoré už dokázali zachytávať silu vetra s jednoduchými plachtami. Staroveké civilizácie, hlavne Egyptania, Gréci, a Rimania boli značne závislí na svojich člnoch, lodiach kvôli prežitiu a expanzii. Egyptania boli prvou civilizáciou, ktorá efektívne začala využívať plachty či už na Níle alebo na mori. Gréci zdokonaľovali umenie veslovania na hranicu perfekcie, ktorá od tej doby nebola prekročená. Pred viac než 4000 rokmi ľudia už stihli vyvinúť plavidlá ku všetkým účelom ku ktorým ich používame dodnes: na rybolov, prepravu tovaru, vojenské účely a pre rekreačné účely. Čln sa nevyvíjal lineárne. Oplyvňovali ho potreby, zdroje a zemepisné podmienky prvých civilizácií. V niektorých civilizáciach ako v starovekom Egypte prichádzali s jednou inováciou za druhou. Obchodníci tieto inovácie pomaly rozšírili po svojom okolí. Zrod lodí trval pomalšie. Ľudia sa učili používať vodné plochy pomaly. Najprv prekonávali potoky a rieky. Neskôr moria a oceány. Prvé plavidlá boli pomôcky, ktoré pomáhali s flotáciou na vode, neskôr sa prešlo k menší člnom a až po tisíckach rokov sa objavili lode, ktoré boli schopné vyraziť na dlhé cesty po mori. More je nebezpečné, nestabilné miesto, kam ľudia vyrážali len s veľkou opatnosťou.

Približne 50,000 rokov p.n.l. sa do Austrálie dostali prví obyvatelia z juhovýchodnej Ázie použitím plti. 4,000 rokov p.n.l. z juhovýchodnej Ázie migrovala druhá vlna obyvateľov a dostali sa až na ostrovy na západ od Austrálie. V starovekej Mezopotámii prepravovali tovar medzi Tigrisom a Eufratesom na pltiach približne 3,500 rokov p.n.l. Egyptania začali využívať silu vetra už približne 5000 rokov dozadu, taktiež začali ako prvý spájať kusy reziva dokopy, čo viedlo k väčším a silnejším trupom lodí.

1.2 Flotačné pomôcky

Prvé ľudské osady boli vždy v blízkosti vody, kvôli zavlažovaniu a pitnej vode a taktiež kvôli strave z rybolovu. Počas ľudskej evolúcie sa ľudia odvažovali vzdalovať ďalej od svojich osád kvôli lovu a obchodu. Po ceste sa stretli s riekami, jazerami a moriami, ktoré boli príliš veľké na to, aby ich prekročili. Preplávať cez ne veľakrát nebolo možné, ak bola voda príliš studená, divoká, hlboká alebo plná nebezpečnými zvieratami. Ľudia si pomáhali s flotáciou na vode s trstinou, kmeňmi stromov alebo s nafúknutými zvieracími kožami. Prvé flotačné pomôcky vyžadovali vysokú šikovnosť aby sa na nich človek udržal ale veľmi pomáhali s prepravou nákladu, hlavne v smere toku riek. Aj keď sa každá civilizácia na zemi prispôbila vodným plochám vo svojom okolí, používanie takýchto primitívnych spôsobov stále vyžadovalo veľa zručnosti a šťastia.

1.3 Prvé plavidlá

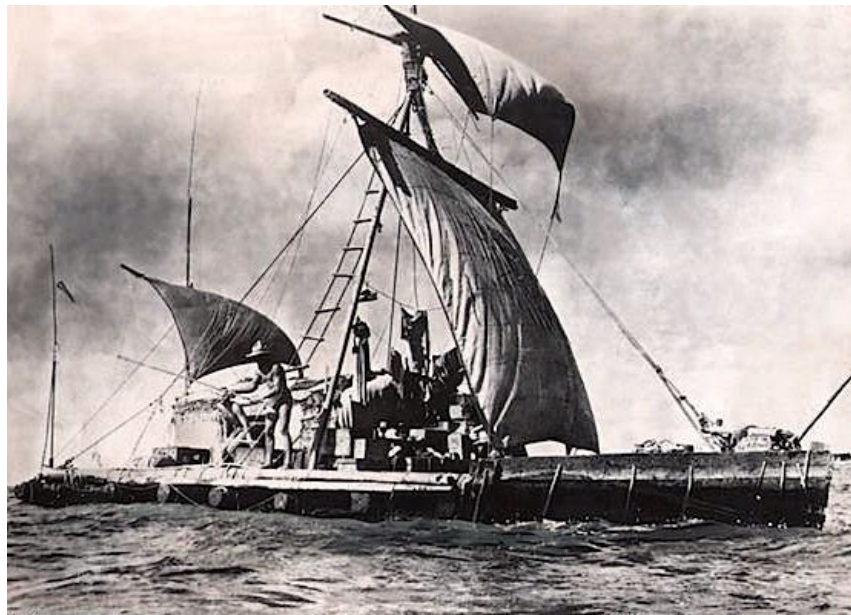
Začiatkom celej námornej histórie je vynájdenie plte a člnu. Boli to prvé vodotesné objekty, ktoré udržali náklad a posádku v suchom stave. Najjednoduchšou metódou bolo zobrať nádoby, ktoré sa používali na súši s iným účelom a použiť ich na vode. Hlinené nádoby, aj keď neboli práve najbezpečnejšie v skalnatých alebo svižných vodách sa používali v močaristej delte Nílu. V Egypte a v Mezopotámii začali prekvítať komunity v okolí delt riek a v okolí zavlažovacích kanálov. Z reliéfov z tejto doby (cca 4000 p.n.l.) vieme že staroveký Egyptania používali zviazanú papyrusovú trstinu na výrobu plti. Mezopotámčania používali cez viac než 2500 rokov plte z dreve nazývané kelekmi, stabilizované nafúknutou kožou na prepravu nákladu po rieke Eufrates. Nafúknuté alebo vypchané zvieracie kože chránili plavidlo v svižnej rieke plnej skál. Akonáhle sa splavili po rieke dole, predali drevo, kde ho bolo málo, nafúknutú kožu spustili a vydali sa naspäť. Ľudia v západnej afrike vyrábali člny zo zviazaných, ľahkých konárov. Keďže voda bola teplá, udržiavať sa v suchu nebolo až tak dôležité. Na jazere Titicaca v Južnej Amerike však vyrábali plte podobné člnom, ktoré ich udržiavali vyššie a v suchu, nad studenou vodou. Jeden z prvých člnov využíval napnutú kožu na drevenom ráme. Bol ľahký a dal sa ľahko prenášať po súši ale ľahko sa prepichol na skalách v divokejších vodách. Člly z kože sa používali hlavne v Írsku, Anglicku, Amerike a taktiež ich používali aj Inuiti. Člly sa tiež vyrábali z prútia a vodotesnosť dosahovali s rastlinným olejom. Indiánsky kmeň Kootenai používal napríklad kôru zo stromu. Iné indiánske kmene vyrábali člny vypalovaním vnútra veľkých kmeňov. Takéto kanoe z kmeňa je takmer perfektne vodotesné a dá sa ľahko tvarovať. Prvé spoločenstvá pravdepodobne prichádzali na ideálny tvar člnu práve cez takéto vydlabávané plavidlá. Napríklad prišli na to že zaoblený trup funguje lepšie než hranatý. Kanoe z kmeňa malo svoje nevýhody. Bolo v ňom málo miesta a ľahko sa prevrátilo ak sa s ním nešlo opatrne. Obyvatelia dánskeho ostrova Bornholm tento problém vyriešili tak, že kmeň vydlabali do maximálnej miery a pomocou tepla ho postupne rozťahli vkladáním širších drier. Takýmto spôsobom sa kanoe dalo rozťahnúť až do dvojnásobnej šírky pôvodného kmeňa. Plavidlá vyrobené týmto spôsobom boli pre majiteľa nesmierne vzácne keďže ich výroba stála veľa energie a času. Ďalšou metódou stabilizácie plavidla bolo spojenie dvoch trupov dokopy.



Obr. 1. kanoe z kmeňa stromu (približne 8000 p.n.l.)

Jednou z metod bolo spojenie dvoch kmeňov a dať im tvar jedného člnu a druhou výroba dvoch člnov, ktoré sa spojili s drevenými doskami na meter od seba. Posledná metóda sa používala hlavne na ostrovoch v Pacifickom oceáne. Všimli si to bádatelia z 18. storočia vrátane britského námorníka Jamesa Cooka. Na Novom Zélande, Havai a v Tasmánii boli tieto 2 trupy identické ale napríklad na Fijii Bol jeden z nich menší. Ten sa transformoval na čln s váhadlom, kde sa namiesto druhého trupu čln stabilizoval iným, jednoduchším dreveným valcom. Pridávaním drevených dielov k vydlabanému trupu napomohlo k vynájdeniu techniky spájania drevených dosák a tým k vytvoreniu člnov z dosák. K vydlabávanému trupu sa pripevňovali dosky pravdepodobne z dôvodu rozšírenia miesta alebo kvôli ochrane voči počasiu a špliechajúcej vode. Časom sa z kmeňa stal kýl lode a boky pozostávali už len s dosák. Keďže trup už nebol obmedzovaný veľkosťou jedného kusu dreva člny sa mohli začať zväčšovať a meniť tvar.

V egypte začali stavať lode z dosák kvôli tomu že ich trstinové člny nedokázali uniesť ťažší náklad a to hlavne kamene k pyramídám. Preto začali dokopy spájať kusy dreva vytvárajúc komplexné štruktúry rebier a dosák. Staroveký egyptania sa po Níle pohybovali v smere toku rieky veslovaním alebo pádlovaním. Neskôr pravdepodobne začali používať o predok lode pripevnené palmové listy na zachytávanie vetra. Plachty začali používať v okolí roku 3100 p.n.l. Po vynájdení plachty a trupu pospájané z dosák boli pripravený prejsť z Nílu na Stredozemné more a tým vytvorili prvú loď alebo aspoň to bol začiatok lodí. Týmto sa stali hlavnou námornou silou na ďalších 2000 rokov. Prvými odvážnymi moreplavcami boli obyvatelia Polynézie, ktorý sa časom (približne 1000 rokov p.n.l.) dostali do obrovských vzdialeností využitým plťou a vetra. Nórsky archeológ Thor Heyerdahl v roku 1947 dokázal že je možné preplávať Pacifický oceán s plťou Kon-Tiki z balzového dreva, ktorú postavil primitívnych technik.



Obr. 2. Rekonštrukcia polynézskej plte Kon-Tiki (1947)



Obr. 3. Rekonštrukcia polynézskeho kanoe s dvoma trupmi – Hokule'a (1978)

1.4 Využitie plavidiel na rekreačné účely

Lode a člny sa začali výraznejšie využívať a vyvíjať na rekreačné účely hlavne od 17. storočia a do 19. storočia vznikli rôzne športové aktivity aj keď sa na takéto účely využívali už od počiatku. Prvé závody jacht sú zaznamenané z roku 1661 medzi anglickým kráľom Charlesom II. a jeho bratom Jamesom na Temze. Prvý jachtový klub vznikol v roku 1720 v južnom Írsku a prvý Európsky klub otvorili vo Švédsku v roku 1830. Rekreačné plavidlá sa začali vyvíjať hlavne v Nórsku, ktoré bolo dostatočne bohaté a blízko mora. V Dánsku sa tiež rozšírila rekreačná plavba vďaka veľkým vodným plochám, ktoré sa tam nachádzajú. Dánske jachty, ktorých názov pochádza od slova jachten - loviť, boli zo začiatku využívané na ceremoniálne účely a neskôr ich transformovali na rekreačné plavidlá.

Závody jacht boli veľmi zriedkavé zo začiatku. Medzinárodné závody začali vznikať až v 19. storočí. V popredí týchto závodov boli dizajnéri John Herreshoff a E.H. Bentall. Na Závodoch zo začiatku používali väčšie plavidlá a v druhej polovici 19. storočia začali prechádzať na menšie a šikovnejšie člny. Anglický námorný architekt prišiel v roku 1928 s dizajnom jachty, ktorá mala trup v tvare V. Tento design sa rýchlo rozšíril a stal sa štandardom pre malé závodné jachty.

Príchodom parných strojov rovnako ako to ovplyvňovalo vývoj ostatných plavidiel, začali sa objavovať aj nové jachty. Prvé jachty využívajúce parný motor vznikli v prvej polovici 19. storočia. Boli však príliš drahé a hlučné a preto sa využívali len u tých najväčších plavidlách, ktoré vlastnili tí najbohatší. Prvé motory boli o niečo praktickejšie aj keď zaberali príliš veľa miesta. Vznikom benzínu sa začali motorizovať menšie člny a tak začiatkom 20. storočia vznikli motorové člny a križníky. Veľa malých jacht začalo používať vonkajšie motory na konci 19. storočia.

Zlepšovanie sociálnych podmienok, ekonomický rast, preplnené mestá a túžba po prírode a slobode začali koncom 20. storočia v značnej miere expandovať vodné športy a j medzi ostatné spoločenské vrstvy. V roku 1998 mala skoro štvrtina obyvateľstva USA prístup k nejakému plavidlu. V Nórsku vlastnilo plavidlo v roku 1989 až 40 percent rodín.

Katamarán je plavidlo pozostávajúce z dvoch paralelných trupov rovnakého rozmeru. Má vysokú stabilitu vďaka svojej veľkej šírke narozdiel od plavidiel s jedným trupom, ktoré sa stabilizujú ťažiskom v kýle. Výraz katamarán pochádza z tamilského výrazu kattumaram čo znamená kmeňe zviazané dokopy. Katamarány majú menší objem trupu, menší ponor a taktiež menší hydrodynamický odpor. Vďaka tomu stačí menší výkon k ich pohonu. Majú nižšiu tvorbu vln a ťažšie rozkývané vlnami. Preto je aj ťažšie dostať morskú nemoc z katamaránov než z plavidiel z monotrupom. Plavidlá z viacerých trupov majú menší objem a preto sa používajú hlavne kvôli svojej rýchlosti.

Katamarán je vynálezom Austronézskeho obyvateľov. Dve kanoe zviazané dokopy sa vyvinuli z dvoch zviazaných polien. Časom sa jeden trup transformoval do menšieho váhadla a tak vzniklo kanoe s váhadlom. Pridaním váhadla aj na druhú stranu vznikol trimaran. Trimarany sa stali vďaka svojej stabilite najobľúbenejším plavidlom medzi Austronézskeho obyvateľmi. Do 20. storočia boli katamarány poháňané hlavne plachtami. Prvé zdokumentované plavidlo v európe bol vynález Williama Pettyho v roku 1662. Mal byť rýchlejší a vyžadoval menšiu posádku. Nezvyčajný návrh bol ale prijatý so skepticizmom a nebol nakoniec komerčne vyrábaný. Rozdiel v rýchlosti medzi plavidlami s monotrupom a s multitrupom môžeme vidieť aj na závodoch "Around Long Island Race" (ALIR), ktoré sa konajú každý rok a zúčastňuje sa ich približne 150 plachetníc s monotrupom a niekoľkými plachetnicami s multitrupom. Závod má dĺžku 220 míľ okolo Long Islandu. Lode s monotrupom majú náskok niekoľko hodín pred vyštartovaním plavidiel s multitrupom, ktoré ich väčšinou doženú po 40-ich míľach. Jeden z najväčších výhod vyššej rýchlosti je vyhýbanie sa zlému počasiu a tým ponúka viacero stratégií pri závodoch. Príchod do cieľa niekoľko dní skorej na transatlantických závodoch môže znamenať aj nižšiu šancu poruchy alebo úrazu. Vďaka lepším technológiám je predpoveď počasia na 5 dní na oceánoch taká presná ako bola predpoveď počasia na 2 dni v 80. rokoch.

1.5 Vývoj plavidiel pre zábavu

Rekreačné plavidlá benefitovali z druhej svetovej vojny cez rôzne inovácie a vynálezy. Takýmto vynálezom bol aj sklo-laminát, ktorý sa najprv používal na vojenských lodiach aby boli odolné voči magnetickým podvodným mánam a neviditeľné na radari. Od 50 rokov sa začali trupy člnov vyrábať pomocou foriem, čo výrazne zvýšilo ich produkciu a tým rozšírilo dostupnosť rekreačných plavidiel pre väčší počet ľudí. Väčšina plavidiel je vybavená motormi keďže by bolo takmer nemožné ukotviť jachtu v preplnených a tesných prístavoch len pomocou vetra.



Obr. 4. Ken Warby pri prekonaní svetového rekordu (1978)

Svetový rekord medzi reálnymi plavidlami drží Austrálčan Ken Warby s 511 Km/h, ktorý od roku 1978 nebol prekonaný.



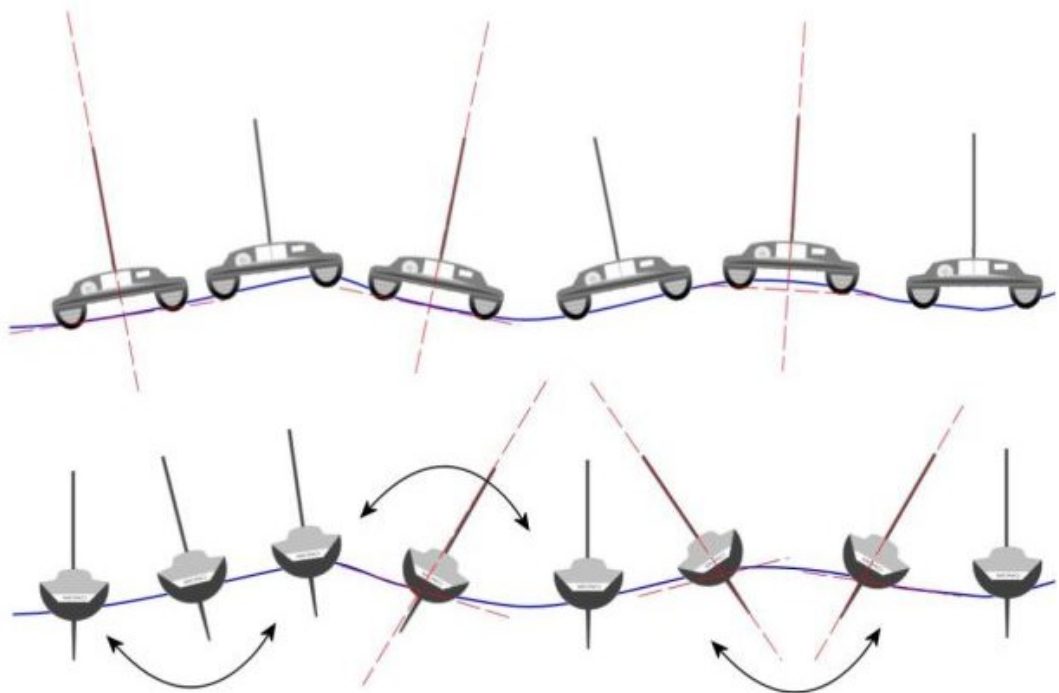
Obr. 5. závodný katamarán Miss Geico

Jeden z najrýchlejších závodných katamaránov je Miss Geico s rýchlosťou nad 340 km/h. Komerčne dostupné športové katamarány dosahujú rýchlosti približne 100-240 km/h.

2 KATAMARÁN

Z hľadiska bezpečnosti sú dobre navrhnuté a vyrobené katamarány takmer nepotopiteľné. Tým sa stávajú jednou z najbezpečnejších variant plavidiel na oceánoch a moriach. Vďaka ich stabilite sa neponárajú v pozdĺžnom smere, čo uľahčuje aj vykonávanie rôznych každodenných aktivít na palube. Katamarány sú nepotopiteľné ani po prederavení trupu vďaka ich výrobnej metóde, pri ktorej sa medzi kompozitné materiály vkladá penový materiál. Táto pena v jadre trupu má väčší vztlak než samotný objem aj keď do neho zarátame posádku a mašinériu s nákladom. Proti potopeniu taktiež pomáhajú priahradky v trupe, ktorých je väčšinou viac než v monotrupových plavidlách. Po náraze sa takto ľahšie dá doplávať k brehu. Nízky ponor katamaránov je z bezpečnostného hľadiska výrazne relevantný aj preto že majú menšiu šancu nárazu na dno alebo prekážky v plytkých vodách. Stále majú šancu sa dotknúť dna keďže vlastníci katamaránov sú odvážnejší kotviť v na plytkých miestach ale spôsobené škody sú zanedbateľné oproti škodám ktoré by vznikli na monotrupových plavidlách. Vďaka nízkemu ponoru majú majitelia viacej možností kde môžu ukotviť loď a majú tiež väčší výber prístavov, čo im v niektorých prípadoch môže zachrániť život. Tým, že dokážu zakotviť na plytkých miestach môžu sa napríklad aj vyhnúť miestam kde je viacej lodí a tak získať viacej súkromia. Katamarány vybavené motorom majú väčšiu šancu sa dostať naspäť do prístavu narozdiel od plavidiel s monotrupom, ktoré majú väčšinou len jeden motor. Pri identických vlnách majú katamarány menší výkyv v priečnom smere než monotrupové lode, ktoré vďaka svojmu tvaru spôsobujú posilňujú tieto výkyvy a uhol výkyvu je nakoniec väčší než je kolmica na hladine vody. Keby

Nevýhodou katamaránu sa skrýva v jeho veľkosti a šírke. Kvôli väčšej šírke je potrebné prenajímať viac miest v prístave. Na výrobu je potrebné použiť viacej materiálu, čo zvyšuje ich cenu. Dva trupy vyžadujú väčšiu údržbu. Po prevrátení sa nepretáča automaticky naspäť. Preto je v európskej únii povinné zabezpečiť únikové východy na dolnej časti trupu. Vďaka lepšej efektívnosti spotrebúva menej paliva a tým je šetrnejší než iné plavidlá s identickým výkonom.



Obr. 6. Stabilita katamaránu na vode oproti jachte s monotrupom

2.1 Pohon

Pri rýchlostných katamaránoch sa používajú hlavne dva typy motorov: plynová turbína a vysoko rýchlostný diesellový piestový motor. V oboch prípadoch je potrebné použiť redukčnú prevodovku na vrtuli alebo vodnej tryske. Efektivita piestového motoru sa v posledných 20 rokoch značne zvýšila vďaka environmentálnym reguláciám a iniciatívam zavedených krajinami a medzinárodnými organizáciami. Emisie oxidu uhličitého sa ďalej znížili použitím prírodného zemného plynu. Turbínové motory sa používajú kvôli svojmu obrovskému výkonu oproti váhe motora. Spotrebúvajú však viac paliva, približne o 30 až 100% a preto si väčšina vlastníkov vyberá skôr piestové motory. Pri navrhovaní rýchlostného katamaránu je dôležité dbať na základné faktory ako je váha, cena výroby, cena údržby, cena opravy, stabilita v extrémnych podmienkach, bezpečnosť pri plavbe na mori, použiteľná plocha na palube a manévrovateľnosť. V prvom rade je dôležité určiť konfiguráciu, použitie, rozmery a kľúčové faktory na trhu. Kódex vysokorýchlostných plavidiel IMO a klasifikačné spoločnosti ako DNV a ABS tiež môžu napomôcť so základnými zásadami pri navrhovaní.



Obr. 7. Pohľad na turbínové motory závodného katamaránu

2.2 Bezpečnosť

Po vývoji nových typov vysokorýchlostných plavidiel v 80.-ich a 90.-ich rokoch IMO (International Maritime Organization - Medzinárodná námorná organizácia) vydala v roku 1994 Medzinárodnú smernicu, medzinárodnej konvencii SOLAS (Safety of Life at Sea), pre bezpečnosť vysokorýchlostných (HSC- High speed craft ďalej VRP) plavidiel. Taktiež v roku 1994 vydali povinné opatrenia pre VRP vyrobené po roku 1996. Smernica sa vzťahuje na plavidlá, ktoré sa nevzdialia na viac ako 4 hodiny plavby pri prevádzkovej rýchlosti od bezpečného prístavu alebo na nákladné plavidlá, ktoré majú nákladnú kapacitu 500 ton a nevzdialia sa od bezpečného prístavu na 8 hodín. Každý pasažier musí mať vlastné sedadlo a plavidlo nesmie obsahovať uzavreté lôžka na spanie. VRP môžu mať kapacitu maximálne 450 pasažierov. Kvôli rapídnemu zlepšovaniu VRP v roku 2000 boli zavedené zmeny ktoré musia byť dodržané od roku 2002.

IMO vyžaduje od vysoko rýchlostných plavidiel dostatočnú stabilitu a vztlak plavidla ako za štandardných podmienok, tak aj pri poškodení trupu. Trup musí obsahovať dostatočne pevné, vodotesné priehrady. Ich rozloženie musí vyhovovať plavbe s poškodením trupu. Všeobecne, zabezpečenie stability katamaránov, vďaka ich vlastnostiam nie je náročné pokiaľ dizajnér dbá na vodotesnosť priehrad umiestnených v trupe plavidla.

2.3 Odpor vody

Vďaka úzkym trupom má katamarán menší odpor popri vytváraní vln. Podľa štatistík potopená plocha trupu katamaránu je o 40% väčšia než u trupu monotrupového plavidla s identickým vztlakom. Pri nižšej rýchlosti nemá katamarán žiadne výhody oproti monotrupovým plavidlám kvôli zvýšenému treniu. Pri strednej rýchlosti začína mať katamarán náskok vďaka zníženej tvorbe vln. Pri Vysokej rýchlosti sa tvorba vln vyrovnáva treniu a preto je dôležité katamarán adekvátne tvarovaným trupom vyzdvihnúť a znížiť tým trenie na minimum. Špičkové závodné katamarány sa po dosiahnutí maximálnej rýchlosti dokážu kĺzať po hladine vody na zadných 20% trupu.



Obr. 8. Katamarán kĺžajúci po vode pri vysokej rýchlosti

Manévrovateľnosť rozdvojeného trupu je ťažšia než u monotrupu. Pri katamaránoch to našťastie kompenzuje väčšia vzdialenosť vrtúľ od kormidla v priečnom smere. Pri nižších rýchlostiach môžeme zvýšiť obratnosť rozdielom vo výkone medzi dvoma motormi. Katamarány používajúce vodné trysky majú väčšiu obratnosť pri vyšších rýchlostiach.

Pri vysokých rýchlostiach dokážu člny skákať z jednej vlny na druhú. Tým vytvárajú značnú silu na celý trup. Preto sa pri rýchlostných plavidlách často používajú drážky na dne trupu v tvare V. Tieto drážky (spray rails) prevzdušňujú vodu a tlmia nárazy pri dopadoch. Kvôli nárazom je dôležité použiť odpružené sedenia so závodnými bezpečnostnými pásmi.

2.4 Závod

Závod člnov Prvé závody existovali už v starovekom Egypte, kde boli podľa záznamov člny poháňané veslami. Je pravdepodobné že ľudia medzi sebou súťažili na vode už od vzniku prvých člnov. Závod člnov sa delia na tri hlavné kategórie. Tieto kategórie sú rozdelené podľa typu pohonu plavidiel. Člno poháňané ľudskou silou, člno poháňané vetrom a člno s motorovým pohonom. Kategória závodov člnov s ľudským pohonom sa delia na veslovanie a závody kanoe a kajakov. Závod motorových člnov sa delia na Inshoreové a

Offshorové, na XCAT Racing, závody hydroplánov, závody Drag boat, závody Jet sprint boat a Swamp buggy racing. S motorovými katamaránmi sa zvodí v kategórii offshore. Offshoreové závody sú usporiadavané vo väčšej vzdialenosti od brehu a zvyčajne sa jazdí na dlhé okruhy.



Obr. 9. Závody katamaránov z výšky.

2.5 Rýchlostné katamarány

Aby mohol byť katamarán označený ako rýchlostný, musí presahovať rýchlosť 25 uzlov alebo 46 km/h. Rýchlostné katamarány sa začali vyvíjať v 70.-ich rokoch 20. storočia v dvoch nórskech lodeniciach Westmarin AS a Fjellstrand Aluminium Yachts a vo švédskej lodenici Marinteknik. Treba však dodať že sa jednalo o katamarány s kapacitou 160-250 pasažierov.

2.6 Časti katamaránov

2.6.1 Turbína

Vrtuľa premieňa energiu na ťah predávaním momentu okolitej vode. Má rôzny počet listov. Zvýšením počtu listov alebo ich znížením dokážeme regulovať zrýchlenie a maximálnu rýchlosť. Listy sú natočené pod uhlom -5 až 30 stupňov. Najčastejšie sa používa 15 stupňov. Najčastejšie sa používajú vrtule s 2,3 a 4 listami. Nižší počet listov znižuje odpor pri ale sú

menej výkonné, preto sa ako kompromis väčšinou používajú 3-listé vrtule. Počet listov a diameter vrtule závisí hlavne od výkonu motora a od veľkosti a váhe plavidla. Vyšší počet listov taktiež znižuje vibrácie a tým aj vyžarovaný hluk.



Obr. 10.

2.6.2 Hydraulika

Pri offshore závodoch rýchlostných katamaránov v kabíne sedia dvaja piloti. Jeden určuje smer jazdy a a druhý ovláda výkon a nastavuje sklon turbín. Je to potrebné kvôli tomu, aby turbíny zostávali vždy v potrebnej hĺbke keďže sa ponor plavidla znižuje zo zvyšujúcou sa rýchlosťou. Sklápanie je riešené cez hydraulické valce. Pri RC modeli sa sklopenie nastavuje len pred jazdou keďže počas jazdy je zrýchlenie príliš vysoké na to aby vodič stihol sklápať turbíny. Niektoré závodné katamarány tiež využívajú hydraulickú sklápaciú plošinu ktorá napomáha dostať pod trup pri zrýchlení, jeho brzdením, viac vzduchu.

2.7 Známejšie závodné katamarány

Jedným z najznámejších a taktiež najpoužívanejším tvarom medzi fanúšikmi RC katamaránov je C-5000 od firmy Mystic. Firma Mystic Powerboats bola založená v Austrálii v roku 1996 a vyrába špičkové, rýchlostné katamarány ako na závody tak aj komerčne dostupné katamarány pre rekreačné účely.



Obr. 11. Mystic C5000-R

3 RC LODE

3.1 Vodotesnosť

Nedostatočná vodotesnosť pri vysokých rýchlostiach môže znamenať problém. Voda sa do plavidla môže dostať hlavne cez vrchný otvor, ktorý slúži k prístupu k elektronike. Zaužívaným spôsobom je upevnenie vrchu pomocou skrutiek a jeho nasledovné vodotesnenie s lepiacou páskou. Pri nárazoch môže dochádzať k deformácii celkovej konštrukcie. Pri tejto deformácii môžu medzi styčnými plochami vzniknúť miesta s nedostatočným tesnením a následne to umožňuje vniknutie kvapaliny do vnútornej konštrukcie trupu.



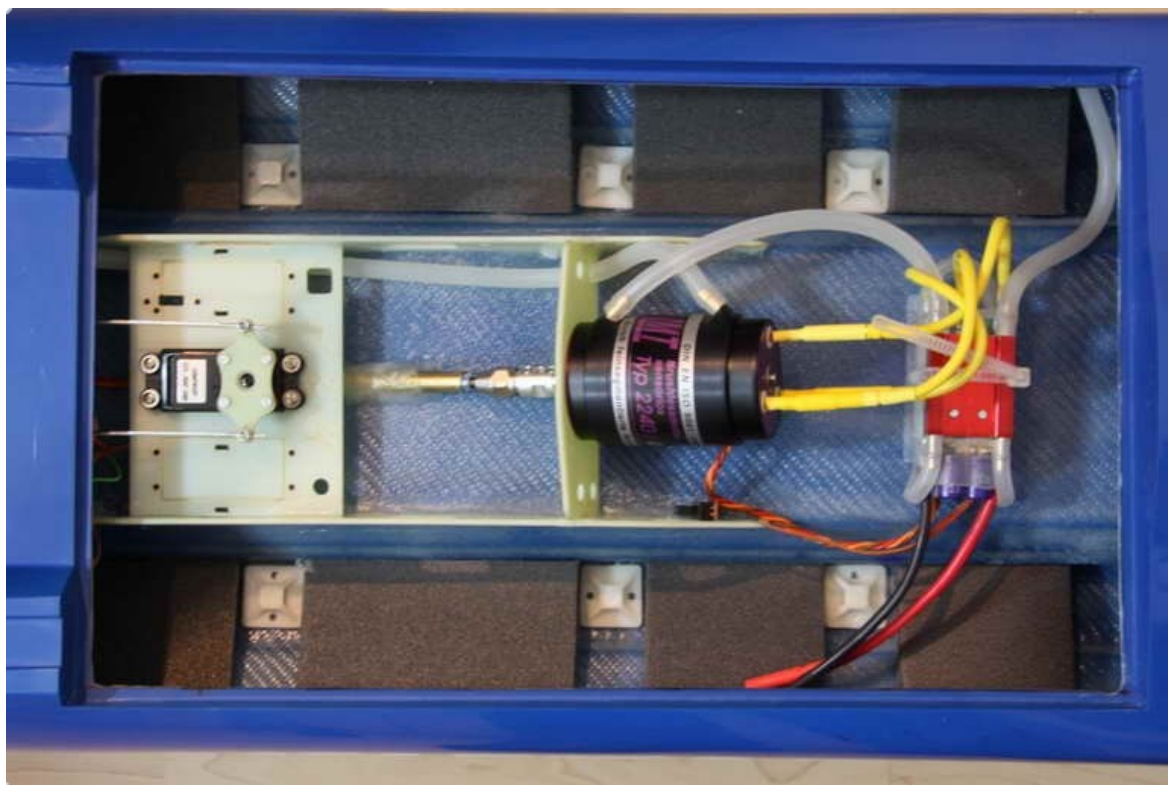
Obr. 12. Pohľad na trup RC katamaránu bez uzáveru



Obr. 13 Uzáver RC katamaránu

3.2 Chladienie

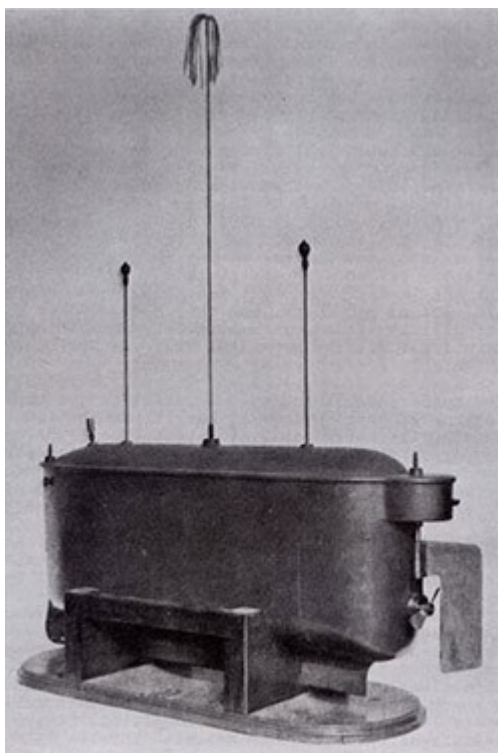
Pri vyšších teplotách niektoré súčastky chladíť. Vysoké teploty znižujú životnosť, zvyšujú možnosť poškodenia alebo pri batériách môžu spôsobiť aj výbuch alebo oheň. Vysoké teploty generujú hlavne motory spolu s regulátormi otáčok. Efektivita dnes užívaných BLDC motorov sa pohybuje okolo 93%, u regulátorov otáčok sa efektivita pohybuje okolo 98% v závislosti na hodnote zopnutia výkonových prvkov na silovej doske. Regulátory otáčok väčšinou už obsahujú vstavaný chladiaci systém, kde je chladič pripojiteľný na vodné chladienie alebo sa chladí cez chladiacu mriežku s pripevneným ventilátorom. Elektromotory druhu inrunner je pri vysokých výkonoch potrebné chladíť cez okolo motora navinutú hliníkovú trubičku, cez ktorú prebieha chladiaca kvapalina, väčšinou voda. Voda sa dostáva do modelu cez otvory umiestnené na spodnej časti trupu. Je možné pri tom použiť čerpadlo ale nie je to potrebné keďže zvyšujúcou sa rýchlosťou sa zvyšuje aj tlak, ktorým voda vniká do chladiaceho systému a zvyšuje tak efektivitu chladienia. Použitie čerpadla taktiež zvyšuje celkovú váhu a odber energie. Voda sa po priebehu chladiacim systémom dostáva von cez ľubovoľne umiestnené otvory s možnosťou vytvorenia zaujímavého efektu.



Obr. 14. Chladiaci systém v monotrupovom RC modeli.

4 ĎIALKOVO OVLÁDANÉ MODELY

Ďialkovo ovládaný model je model ovládateľný na diaľku pomocou rádiových vln. Ovládanie modelu pomocou rádiových vln poznáme už z roku 1898 keď Nikola Tesla predstavil ďialkovo ovládateľnú loď.



Obr. 15. Prvý ďialkovo-ovládateľný model z roku 1898

Ďialkové ovládanie sa vyvíjalo v značnej miere počas 2. svetovej vojny.

Keď nemecké vojenské letectvo používalo ovládateľné okrídlené bomby pri útokoch na spojenecké lode. Počas 30. rokov 20. storočia bratia Bill a Walt Goodovci vyvinuli riadiace jednotky založené na vákuových trubiciach pre domáce použitie. Po druhej svetovej vojne vznikol veľa návrhov RC modelov a niektoré boli aj komerčne predávané. Spočiatku jednoduché on-off systémy sa neskôr transformovali do komplexných relé systémov. V ďalšej, sofistikovanejšej verzii vyvinutej bratmi Goodovcami, TTPW, informácie boli kódované pomocou prerušovaného signálu. Táto verzia sa rýchlo stala komerčne dostupnou. Tento systém fungoval na princípe rozkmytania kovového pliešku ktorý aktivoval jeden z viacerých relé. V 60. rokoch sa začali objavovať súčiastky na báze tranzistorov, čo viedlo k rýchlemu vývoju systémov založených na servách. Túto evolúciu viedli zo začiatku amatéri a až neskôr sa tieto súčiastky začali komerčne predávať. V 70.-ich rokoch sa príchodom integrovaných obvodov sa elektronické zariadenia zmenšili a stali sa ľahšími a lacnejšími. Vďaka tomu získali tieto riadiace jednotky väčšiu popularitu. V 90-ich rokoch bola miniaturizovaná elektronika dostupná pre širšie spektrum zákazníkov a tiež spôsobila vývoj aj tých najmenších modelov. Začiatkom 21. storočia sa stala elektronika k ďialkovému ovládaniu súčasťou aj tých najlacnejších hračiek. Amatéri však ďalej vyvíjali svoje modely a vďaka tomu vznikli

komplexnejšie modely ako motorové diaľkové lietadlá , aerobatické helikoptéri a ponorky, ktoré dali priestor profesionálnym RC závozom. Zmenšovanie elektroniky a zvyšovanie výkonu batérií napomohlo tomu, aby sa dalo diaľkové ovládanie použiť aj v lietadlách. Dottedy sa kvôli väčšej váhe používalo hlavne v RC lodiach. V skorších modeloch bolo ovládanie kormidla riešené cez elektrmagnetické uvoľňovače ktoré umožňovali jednoduché smerovanie vpravo, vľavo alebo rovno. Po prchode tranzistorov sa začali využívať elektromotory s obojstranným chodom. Neskôr sa začali používať servo motory, ktoré umožnili jemnejšie ovládanie smeru. Ovládanie viacerých prvkov a hlavne servomotorov vyžadovalo časom komplexnejšie a sofistikovanejšie diaľkové ovládače s viacerými kanálmi. K ovládaniu plne vybaveného modelu lietadla, kde je potrebné ovládať rýchlosť, smer a výšku je dnes potrebné mať ovládač s tromi kanálmi a pred príchodom servomotorov bolo potrebné mať 6 kanálov. Plne vybavené ovládače sa objavili už v 70.-ich rokoch.

Ďialkovo ovládané modely môžeme rozdeliť na autá, helikoptéry, logistické vozidlá, bojové roboty, ponorky a plavidlá. RC plavidlá sa delia hlavne na plachetnice a na motorové člny . Veľkosť týchto plavidiel sa pohybuje v rozpätí 30-365 cm. Prvý diaľkovo ovládaný model lode sa objavil v roku 1962. NAVrhol ho inžinier Tom Perzinka z Octura Models. Bol poháňaný malým, 22 cm³-ovým motorom z motorovej píly. V 70.-ich rokoch sa stalo štandardom používanie nitro motorov. Tony Castranovo, americký modelár začal ako prvý vyrábať komerčne dostupný model lode, ktorá dosahovala rýchlosť až 48 km za hodinu. Predávala sa pod názvom Enforcer a cez firmu Warehouse hobbies, distribúciu a marketing sa tento model rozšíril do celého sveta. Dodnes sa trh rozšíril o viacerých výrobcov a o tisícky nových modelárov. Dnes dokážu RC člny so spalovacími motormi dosahovať rýchlosti 70-145 km/h. Aktuálny rýchlostný rekord je 330 km/h a bol dosiahnutý s RC hydroplánom v roku 2017 v Nemecku.

5 SÚČIASTKY RC MODELOV

5.1 Servo motory

Servomotor je rotačný aktuátor, ktorý umožňuje precízne ovládanie uhla smeru, rýchlosti a sily. Používa sa hlavne v robotike, počítačom riadenom frézovaní alebo pri automatizovanej výrobe. Pozostáva z motoru ktorý je napojený na senzo, ktorý predáva informácie o jeho stave. Vyžadujú relatívne sofistikované ovládače s modulom vyrobeným za účelom ovládať servomotory. Najjednoduchšie servomotory snímajú svoj aktuálny stav cez potenciometer, čo neumožňuje reguláciu rýchlosti motora. Motor sa pohybuje plnou rýchlosťou do jedného alebo druhého smeru. Sofistikovanejšie servo motory používajú optické snímače na kontrolu rýchlosti. Servomotory sú výkonnejšou alternatívou krokových motorov, ktoré svoju pozíciu pri každom zapnutí musia resetovať, narozdiel od servomotorov, ktoré svoju pozíciu poznajú ihneď. Servomotory ktoré obsahujú motor, ovládač a kódovač sa nazývajú integrované servomotory.



Obr. 16. Servo motor S3003 od firmy Futaba

5.2 Ďiaľkové ovládanie

Dnes sa k ovládaniu modelov najčastejšie používa analógový signál. Oproti digitálnemu má výhodu vo rýchlosti. Začiatkom 21. storočia sa v špičkových modeloch začala využívať 2.4 gigahertzová frekvencia. Toto rozpätie má výhodu v tom, že používa menšiu vlnovú dĺžku a preto prijímač nepotrebuje väčšiu anténu ako 3-5 centimetrov. Ďalšou výhodou je že ju neruší elektromagnetický šum vytvorený elektromotormi, ktorý sa nachádza medzi 10 až 150 Mhz. Anténa na ovládači je ideálne 10 až 20 cm dlhá a vďaka menším vlnovým dĺžkam aj batérie vydržia dlhšiu dobu. Kratšie vlny majú však horšiu difrakciu oproti dlhším, čo znamená že majú znížený dosah a preto je ideálne ak sa model nachádza vo viditeľnej vzdialenosti.

Ďiaľkovo ovládaný model pozostáva z troch základných prvkov: ovládača, prijímača a motory. Ďiaľkový ovládač premieňa fyzický vstup cez páčky a tlačítka na kódovaný signál, ktorý prijímač v modeli dekóduje a posieľa ho do servomotorov a regulátorov. Počet kanálov na ovládači závisí od počtu servomotorov v modeli. Ovládač typicky spája všetky kanály do

jedného signálu, ktorý prijímač musí rozkódovať naspäť na samostatné kanály. V 80.-ich rokoch sa objavil ovládač vyvinutý firmou Orbit, ktorý ho vyvinul na ovládanie svojích vlastných RC áut. Bol prispôsobený hlavne pre pravákov s tvarom pištole s kolieskom na strane. Tento dizajn skopirovala japonská firma Futaba a začala ho predávať samostatne. S kolieskom na boku ovládača sa ovláda smer jazdy a potiahnutím alebo potlačením páčky nachádzajúcej sa vpredu sa ovláda smer jazdy dopredu alebo dozadu. Ergonomický dizajn tohto ovládača získal veľkú popularitu a používa sa dodnes. Síce bol vyvinutý na autá ale má veľkú obľubu aj pri RC plavidlách.



Obr. 17. Najpoužívanejší typ ovládača v tvare pištole

5.3 Pohon

K pohonu RC modelov sa používajú elektromotory alebo zmenšené spalovacie motory. Spalovacie motory sú väčšinou dvoj alebo štvorvalcové a používajú špeciálnu zmes paliva ale niektoré fungujú aj na dieselový a benzínový pohon. Najčastejšie sa používa elektrický pohon. Vďaka inováciám v striedavých motoroch a lítium-polymerových batériach sa stali elektromotory lepšou voľbou než spalovacie. Elektromotor je v RC modeli plavidla zvyčajne umiestnený na boku pod uhlom, upevnený o vnútorné rebro, na elektromotor je upevnená upínacia klieština príslušného priemeru, ktorá prenáša motorový krútiaci moment na flexibilný hriadeľ. Hriadeľ ďalej prechádza cez sústavu podporných a izolačných prvkov do náhonového hardwaru, ktorý je umiestnený pod zadnou časťou katamaránu. Flexibilný hriadeľ je ukončený tvarovou plochou so závitovou časťou pre ľahké a rýchle upevnenie lodného šróbu.



Obr. 18. Kvalitný elektromotor od nemeckého výrobcu Lehner

5.4 FPV kamera

FPV (First Person View - Pohľad v prvej osobe) kamery sa v poslednej dobe používajú stále častejšie. Najčastejšie sú používané v lietajúcich dronoch ale aj v autách. Pre verejnosť sú ľahko dostupné sady na implementovanie tohoto systému podľa vlastných potrieb. K FPV kamere potrebujeme kameru s vysielateľom. Živý záber si pri tom môžeme pozerieť na obrazovke alebo cez k tomu určený headset. V FPV systémoch sa používa analógový alebo digitálny signál. Analógový je rýchlejší, takmer v reálnom čase. Digitálny signál dokáže byť kvalitnejší ale má väčšie meškanie. Preto je zvykom použiť analógovú kameru na riadenie modelu v reálnom čase a pri tom nahrávanie záberu cez kvalitnejšiu, nízko-rozmerovú kameru, ako napríklad Go Pro, k záberom pre neskoršie použitie. Lepšie analógové kamery majú priemerné oneskorenie 14 milisekúnd zatiaľ čo lepšie HD kamery majú 37 ms, čo je skoro trojnásobný rozdiel. Jedná sa ale o špičkové kamery, priemerné analógové kamery majú oneskorenie okolo 30 ms a digitálne okolo 100 ms. Pri rýchlosti 100 km za hodinu môže 50 ms znamenať 1,4 metrový rozdiel vo vzdialenosti medzi skutočnosťou a prijímaným obrazom.

Modely s vyspelejšou elektronikou obsahujú funkciu "vrátenia sa domov" po prípadnej strate signálu. Ďalšou funkciou, ktorá napomáha celkovému zážitku z ovládania je kamera ovládaná pomocou servo motorčekov. Je prepojená so snímačmi polohy hlavy a takýmto spôsobom môže mať vodič pocit, akoby v danom modeli naozaj sedel.

Jedna z prvých firiem, ktorá začala vyrábať FPV kamery je firma Runcam. Zo začiatku vyrábala kamery pre pozorovacie účely a potom čo sa ich kamery začali používať k ovládaniu RC modelu, pomaly prešli samy na výrobu FPV kamier. V roku 2013 a 2014 bol ich model kamery Runcam PZ0420 CCD jeden z najlepších. Bola pripevnená k 32x32 mm-ovej PCB doske. Neskôr ich vo veľkosti predbehla firma Foxeer, keď prišla s kamerou s rozmermi 28x28 mm-ov. Runcam ich dobehol v roku 2016 a 2017 s kamerami s veľkosťou 21 a 19 mm-ov. Komerčne dostupné FPV kamery k RC modelom dnes delíme podľa veľkostí na

šstandardnú veľkosť (28mm), mini (21mm), micro (19mm) a menšie, nano. V týchto kamerách sa používajú 2 typy senzorov: CCD a CMOS. Kamery so senzorom CCD sú staršieho typu. Snímajú celý obraz naraz. Tým získavajú výhodu pri otrasoch keďže senzory CMOS snímajú obraz po riadkoch a pri otrasoch to môže spôsobiť "želatínový efekt". Na druhej strane majú CMOS senzory menšie oneskorenie, vyššie rozlíšenie, sú lacnejšie na výrobu a preto sú populárnejšie.

V posledných rokoch získavajú na popularite aj závody dronov vybavených FPV systémami. Jedna z najväčších súťaží je World Drone Prix a koná sa každý rok od roku 2016. V roku 2016 bolo cez závody po celom svete vybraných 32 pilotov a po viacerých kategóriách bol rozdelený 1 milión dolárov a z toho 250 000 dolárov vyhral 15 ročný Angličan. Bránky cez ktoré drony prelietavajú vysokou rýchlosťou sú osvetlené farebnými LED pásmy pre lepšiu viditeľnosť u pilotov a estetickjší zážitok pozorovateľov. Toto poukazuje na obľubu a potenciál závodov tohoto typu.



Obr. 19. Miniaturná FPV kamera od firmy Foxeer.

6 SPOLUPRÁCA S FIRMOU MGM COMPRO

Firma MGM COMPRO bola založená v roku 1991 v Zlíne. Od začiatku sa zaoberá vývojom a výrobou špeciálnej elektroniky. V roku 1997 začala ako jedna z prvých firiem vyrábať procesorové regulátory otáčok pre elektromotory. Značka MGM COMPRO znamená pre mnoho zákazníkov záruku kvality, špičkových parametrov, vlastností a technických riešení. Spolupracovali a spolupracujú so svetoznámymi firmami ako je Nasa, Virgin galactic, Airbus, Husquarna a s mnohými ďalšími. Špecializujú sa na výrobu zákazkových softvérových a hardverových riešení. Medzi ich produkty patria elektromotory, regulátory otáčok elektromotorov, batérové systémy a elektrické pohonné jednotky.

Ich produkty využíva veľa nadšencov RC modelov vďaka ich kvalite, bezpečnosti a výkonu. V kategórii súčiastok pre diaľkovo ovládané modely majú asi najväčšiu obľubu striedavé regulátory. Vysoká cena má vysokú cenu a tak sa ich produkty využívajú len v tých najšpičkovejších modeloch.

7 SPOLUPRÁCA S FIRMOU FILLAMENTUM

Fillamentum je svetoznáma česká firma založená v roku 2011 a sídliaca v Hulíne. Vyrábajú vysoko-kvalitné náplne do 3D tlačiarní. Firmu som oslovil kvôli potenciálu 3d tlače pri diaľkovo ovládaných modeloch. Veľa nadšencov RC modelov má vlastnú 3d tlačiareň kvôli vytváraniu a duplikovaniu vlastných súčiastok. Taktiež je 3d tlač pri prototypovaní modelov v mierke pre hydrodynamické výpočty jedným z najlacnejších a najjednoduchších riešení. V minulosti bola 3d tlač kvôli cene 3d tlačiarní a materiálu dostupná len pre firmy. Dnes si 3D tlačiareň (alebo viac), vďaka vypršaným patentom, kutilom, nadšencom vlastnoručne vyrobených 3D tlačiarní, fanatikom ako je Josef Průša a lacnej čínskej výrobe dokáže kúpiť takmer každý. Poznáme 3 hlavné metódy 3D tlače: SLA (Stereolitografiu), SLS (Selective Laser Sintering) a FDM (Fused Deposition Modeling). 3D tlačiarnie typu SLA vytvárajú modely vytvrdzovaním fotopolyméru pomocou svetla. Technológia SLS využíva práškové médium a takisto vytvrdzuje materiál pomocou svetla. Najznámejšou a najpoužívanjšou technológiou je FDM, pri ktorej sa materiál taví a pomocou trysky nanáša vrstva po vrstve. FDM tlač je najvýhodnejšou variantou ak sa jedná o veľké modely.

Pri konzultácii s firmou Fillamentum sme prišli k záveru že najvhodnejším materiálom bude CPE. CPE je jeden z najlepších materiálov určených k 3d tlači čo sa týka odolnosti voči nárazom a chemickej odolnosti. Používajú sa aj pevnejšie materiály ako nylon CPE (Copolyester) je vylepšenou variantou PETG (Polyethylene Terephthalate Glycol) materiálu a PETG je mäkkenou variantou PET materiálu, prispôsobeného k 3D tlači.

Kritéria práce

8 HYDRODYNAMIKA

Hydrodynamiku plavidiel dokážeme zefektívňovať troma spôsobmi: empirickými a štatistickými metódami, experimentovaním cez model alebo model v mierke alebo matematickými výpočtami analytickým spôsobom alebo použitím počítačových simulácií. V prvom prípade sa cez jednoduchý fyzický model a regresívnu analýzu stanovujú potrebné koeficienty cez podobné existujúce modely trupov lodí. Série takýchto modelov sa vyrobili v 40-60.-ich rokoch 20. storočia. Prestali sa vyrábať kvôli vysokým nákladom. Základnou myšlienkou testovania hydrodynamiky cez experimenty je výroba modelu v mierke a po získaní informácii cez série testov, ich nasledovné násobenie a prispôbienie reálnej lodi. Aj napriek úsiliam šandardizácie výpočtov, táto metóda stále vyžaduje určité množstvo empiricistických metód. Tým sa myslí hlavne prispôbovanie dát z modelu v mierke na reálnu veľkosť. Pri týchto výpočtoch sa používajú empirické metódy na zvýšenie presnosti dát. Počítačové simulácie sa stali neoddeliteľnou súčasťou navrhovania plavidiel. Tieto simulácie napriek tomu stále nie sú dostatočne presné na predpoveď odporu a výkonu. Hydrodynamické simulácie sa používajú hlavne na zviditeľnenie prúdov okolo trupu a tým pomôcť pri budúcich zmenách. Aj keď sa model nakoniec musí odskúšať, simulácie vo veľkej miere znížili potrebný počet prototypov.



Obr. 20. Hydrodynamická skúška zmenšeného modelu v k tomu určenej nádrži

9 MODELY ZÁVODNÝCH RC KATAMARÁNOV

Modely závodných RC katamaránov sa delia podľa ich veľkosti. Veľkosti sa pohybujú v rozpätí 74 cm a 240 cm. Elektronický pohon oproti svojej najlepšie využívajú katamarány s veľkosťou 114 cm. Po konzultácii s odborníkom na RC plavidlá, Petrom Halešom, som sa rozhodol pracovať na katamaráne s veľkosťou 140 cm. Táto veľkosť je ideálna kvôli prerážaniu cez vlny a blíži sa rozmerovo reálnemu závodnému katamaránu ak berieme do ohľadu mierku 1:10.

Rýchlostné RC katamarány sa väčšinou vyrábajú z kompozitu, ktorý pozostáva z uhlíkového a kevlarového vlákna zabezpečujúc dostatočnú pevnosť a pružnosť pri nárazoch o hladinu pri vysokej rýchlosti. Trup člnu sa odformováva z dvoch častí a následne sa spája s tým istým kompozitom.

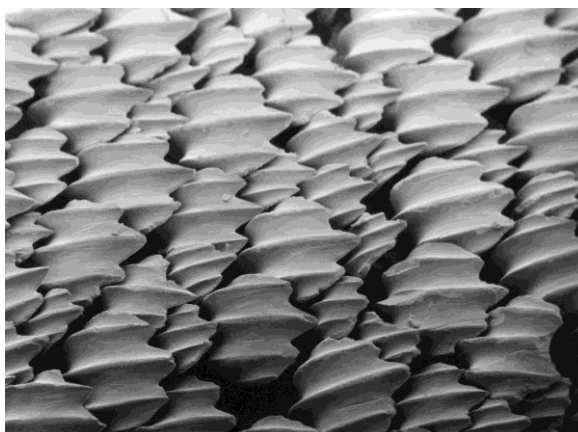
10 INOVATIVNE MATERIÁLY

Použitelné materiály a metódy pri hľadaní nových inovácii:

Materiál inšpirovaný žraločou kožou. Koža žraloka pozostáva s malých okom, neviditeľných ostrých šupín. Tieto šupiny zabezpečujú znížené trenie vo vode a taktiež majú antibakteriálne a antifungálne vlastnosti. Telesá ponorené vo vode sa pri pohybe stretávajú s dvoma typmi odporov: s odporom vln spôsobených telesom a s trením medzi vodou a plochou telesa. Trenie spôsobuje z týchto dvoch faktorov značný odpor. Žraločia koža používa mikroštruktúry, rebrovanie v smere plavby, ktoré ovládajú prirodzene sa objavujúce turbulentné výři, čím znižuje predávanie momentu a tým odpor vody. Pri plávaní dokáže tieto šupiny mierne vzpriamiť a znížiť tak viskózne trenie. Najznámejším využitím textúry žraločej kože sú high-tech plavky v ktorých Micheal Phelps vyhral 14 zlatých medailí na olympiáde v Aténach a v Pekingu. Neskôr ich museli zakázať kvôli ich nespravodlivému náskoku ktorý poskytovali. Pri pokusoch v Hamburgskom ištítute Fraunhofer kde na 8 metrov dlhé torpédo aplikovali fóliu s drážkovou textúrou zistili textúra na žraločej koži znižuje trenie pri narastajúcej rýchlosti viacej. Tým sa môže stať vhodným materiálom pri rýchlostných lodiach. Taktiež to znamená že lode by mohli šetriť palivo použitím vyššej rýchlosti. V niektorých prípadoch by majiteľ mohol ušetriť až 230 000 Eur ročne. Nie je však zatiaľ jasné, akým spôsobom by sa dalo zabrániť rastu morských organizmov na trupe. Tieto organizmy ako rôzne riasy, rastliny a mikroorganizmy zvyšujú odpor a sú nežiadúce. Preto sa zvyčajne aplikuje jedovatý náter, ktorý zabraňuje rastu.

Na znižovanie odporu medzi tekutinami a povrchmi boli vyvinuté aj takzvané hydrofobické nátery. Na povrchoch týchto náterov vznikajú vzdušné mikro-bubliny, ktoré znižujú trenie. Hydrofobické nátery je možné kombinovať s mikro rebrovanými štruktúrami a ďalej tak znižovať trenie ale pri väčších rýchlostiach sa vzduch na povrchu hydrofóbneho materiálu nedokáže udržať a tým povrch stráca svoju výhodu.

Na olympiáde v Los Angeles v rokoch 1984 a 1987 boli na americké člny aplikované rebrá, ktoré znížili odpor člnov až o 10%.



Obr. 21. Detail štruktúry žraločej kože

II. PRAKTICKÁ ČÁST

11 METODIKA PRÁCE

Svoj proces práce som po konzultácii s firmou a svojim konzultantom začal spísaním kritérií a očakávaní ohľadom finálneho designu. Pokračoval som rešeršou a nasledovným vytvorením mood boardu, ktorý som mal po celý čas pred očami. Hľadanie tvaru a detailov som začal rýchlymi, menšími skicami z pôdorysu a bokorysu. Po nájdení smeru tvarovania som prešiel na menšie modely z modelárskej hliny, pri ktorých som modeloval kvôli časovej efektívite polovicu plavidla a nasledovne som dopĺňal druhú polovicu zrkadlom. Niektoré skice som tiež vytváral podobným štýlom. Touto metódou je možné rýchlo hľadať nové tvary a detaily na úkor celkového vzhľadu, keďže človek má inú predstavu celkového vizuálu pri vytváraní polovice a výsledok občas prekvapí. Po čase som začal modelovať v počítači aby som si lepšie uvedomil proporcie, ergonómiu a celkovo transformáciu reálneho tvaru v perspektíve. Po konzultácii s odborníkom som sa dozvedel ďalšie, chýbajúce detaily, ktoré som v nasledujúcich týždňoch implementoval. Popri práci na diplomovej práci som absolvoval stáž v MGM Compro, kde som mal príležitosť vidieť proces výroby a predaja z bližšie a kde mi poradili s elektronikou. Ako sa začínal rysovať finálny dizajn, začal som pracovať na väčšom a už ucelenejšom modeli z clay-ovej hliny v kombinácii so skicami v perspektíve. Po nafotení modelu z hliny som prešiel znova na modelovanie v počítači aby som zistil ďalšie nedostatky. Aby som sa držal svojho dizajnu a nemenil ho príliš, posledné skice som dokončoval digitálne pomocou vizualizácii z 3d modelu.

11.1 Kritéria tvorby

Určenie a dodržanie kritérií je jadrom každého projektu.

Po prvej konzultácii so svojim konzultantom sme sa dohodli na nasledovných kritériách. Dizajn by mal byť použiteľný ako na diaľkovo ovládanom modeli tak aj na reálnom, v oboch prípadoch sa jedná o komplexný a tvar a zaberie podobné množstvo času. Podoba reálneho katamaránu by mala slúžiť ako športový katamarán pre 4 osoby. V diaľkovo ovládanom modeli by sa mali použiť najnovšie technológie ako napríklad FPV kamery pre plnohodnotnejší zážitok a pre cockpit by sa mal dať vymeniť pre rôzne účely. Výstupom by mal byť diaľkovo ovládateľný model v mierke 1:10 k reálnemu plavidlu.

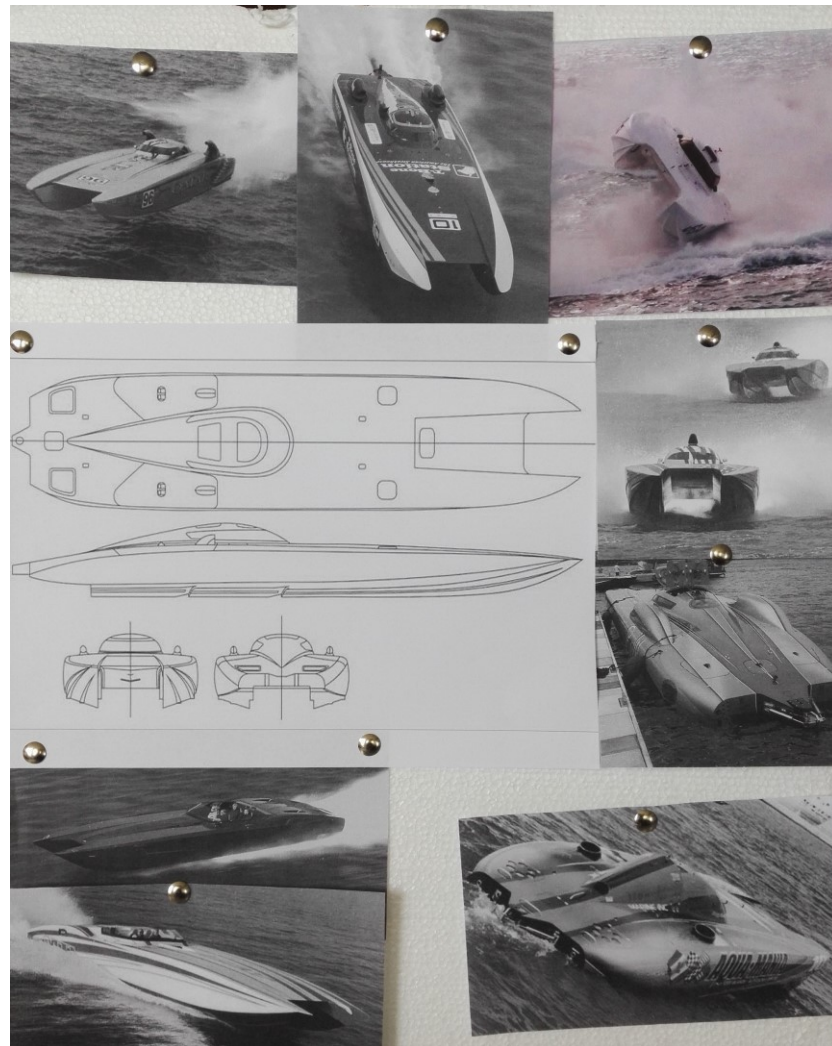
11.2 Mood board

Mood board Mood board alebo koláž som si vytvoril z fotografií a obrázkov stiahnutých z internetu. Používal som pri tom stránky ako Pinterest, Google Images a Instagram. Všetky tieto platformy majú vynikajúcu schopnosť odporučiť vizuálne a obsahovo, podobné obrázky a fotky. Skladaním koláže som chcel cez dizajnové riešenia iných plavidiel, fotky reálnych plavidiel a fotky s abstraktným obsahom, vytvoriť nástenku so špecifickou emóciou a tvarovou a farebnostnou inšpiráciou.



Obr. 22. Mood board

Vytvoril som si dve nástenky, jednu s fotkami reálnych katamaránov, ktorá slúžila k dodržiavaniu reálnych proporcií a tvarov. Druhá nástenka s kolážou obsahuje skorej inšpiratívne zdroje. Fotky obsahujú súčasné tvarové riešenia z dizajnu - všeobecne. Sú zoradené z organických tvarov (dolná časť nástenky) po chladnejšie a hranatejšie tvary (horná časť nástenky). Popri tvarových riešeniach sú použité aj fotky s pocitovými hodnotami.



Obr. 23. Nástenka s reálnymi katamaránmi

Po krátkom čase som sa rozhodol sa inšpirovať skorej serióznejšími, chladnejšími a agresívnejšími zdrojmi keďže som chcel aby z designu plavidla bolo cítiť predátora čakajúceho vo vode ako je to vidno na nasledujúcom detaili.



Obr. 24. Detail mood boardu

11.3 Prvé modely z clay-u

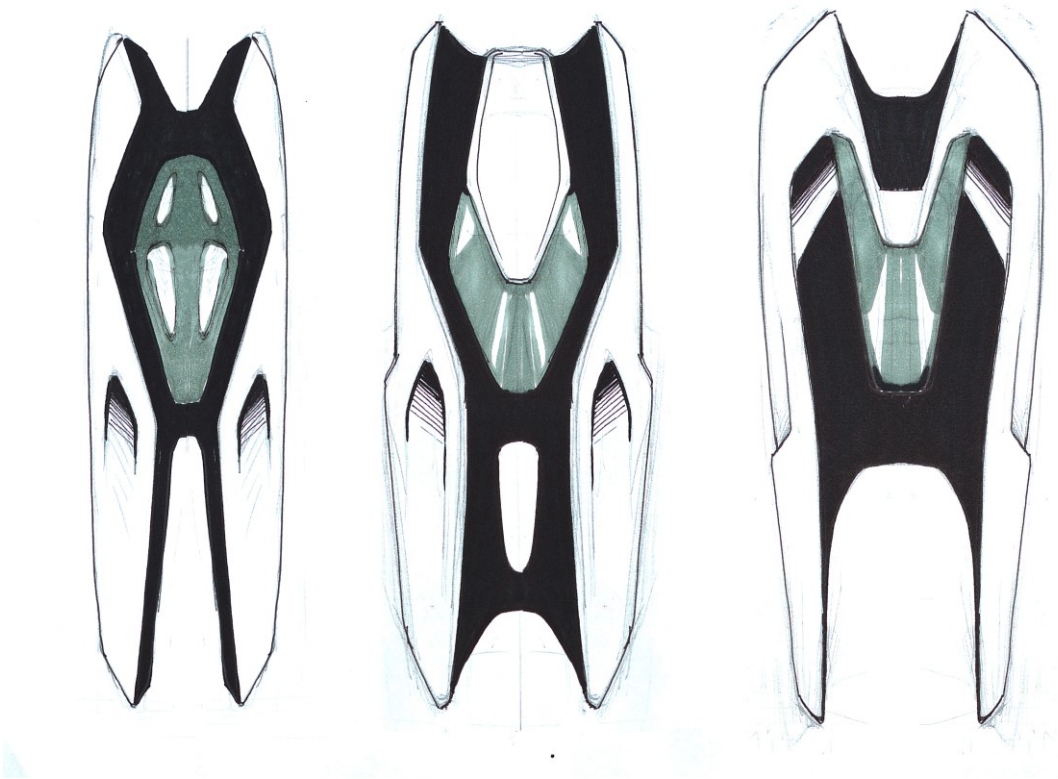
Prvé, menšie modely z clayu som modeloval na vyvýšenom stojane, ktorý mi umožňoval modelovať aj spodnú časť katamaránu. Modeloval som ich v mierke 1:40 k reálnemu plavidlu. Pomery strán som udržiaval pomocou šablón z reálneho závodného katamaránu Mystic C-5000. S clayom som veľa skúseností doteraz nemal ale akonáhle som prešiel zo skíc na modelovanie z hliny našiel som nové, zaujímavé riešenia a ihneď som získal lepšiu predstavu topológie modelu, čo mi pomohlo hlavne pri neskorších skiciach.



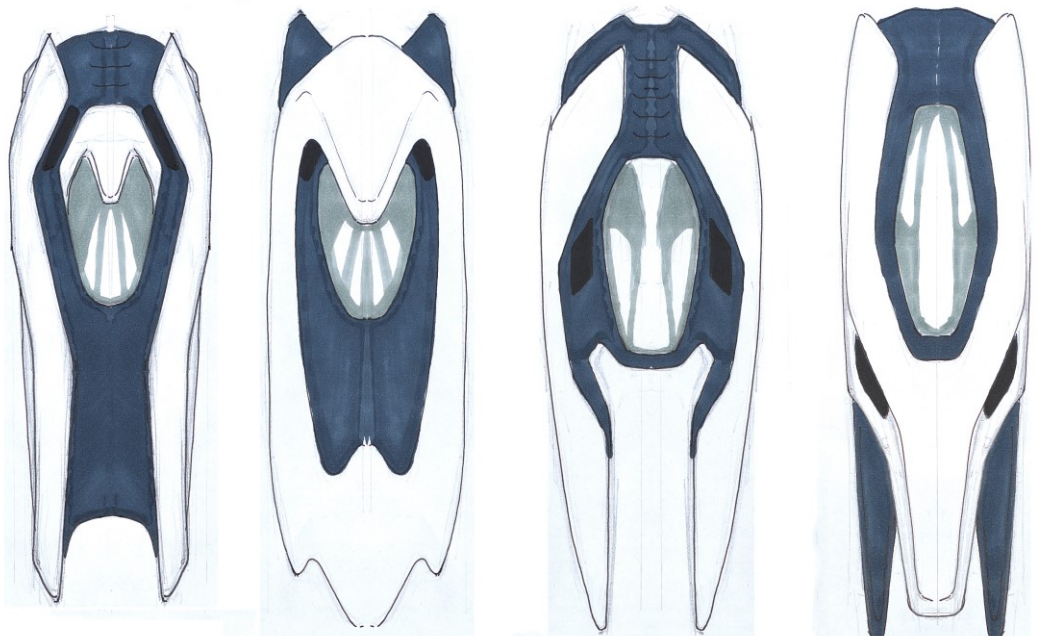
Obr. 25. Zmenšený model z clayovej hliny

11.4 Prvé skice z pôdorysu

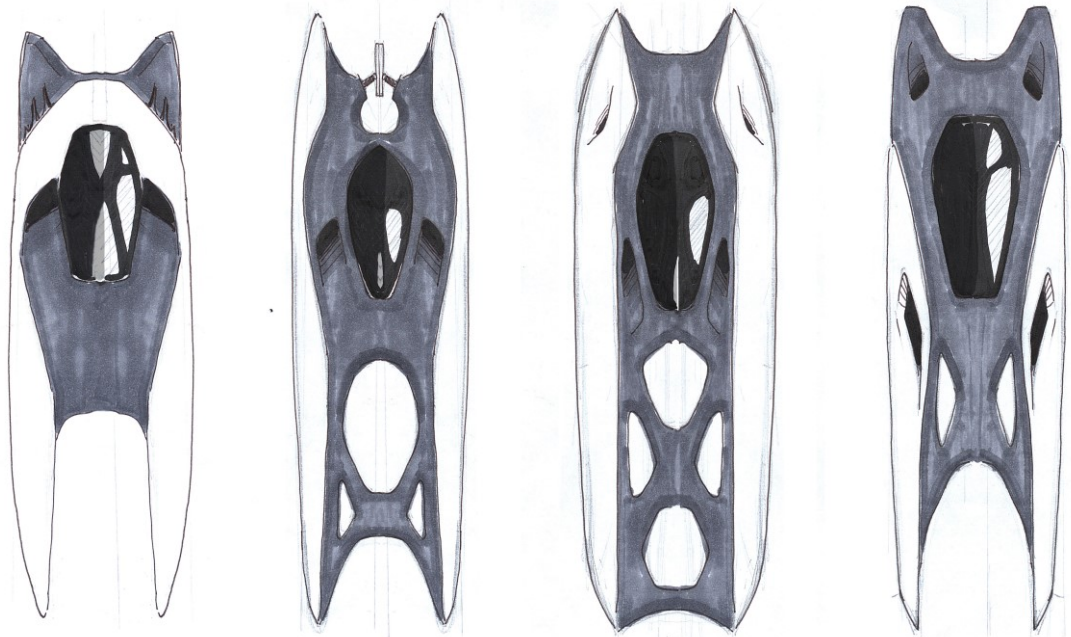
Pri tomto kroku som snažil objaviť čo najviac zaujímavých tvarov a detailov. Hlavne dizajn nasávačov, kabíny a trupu.



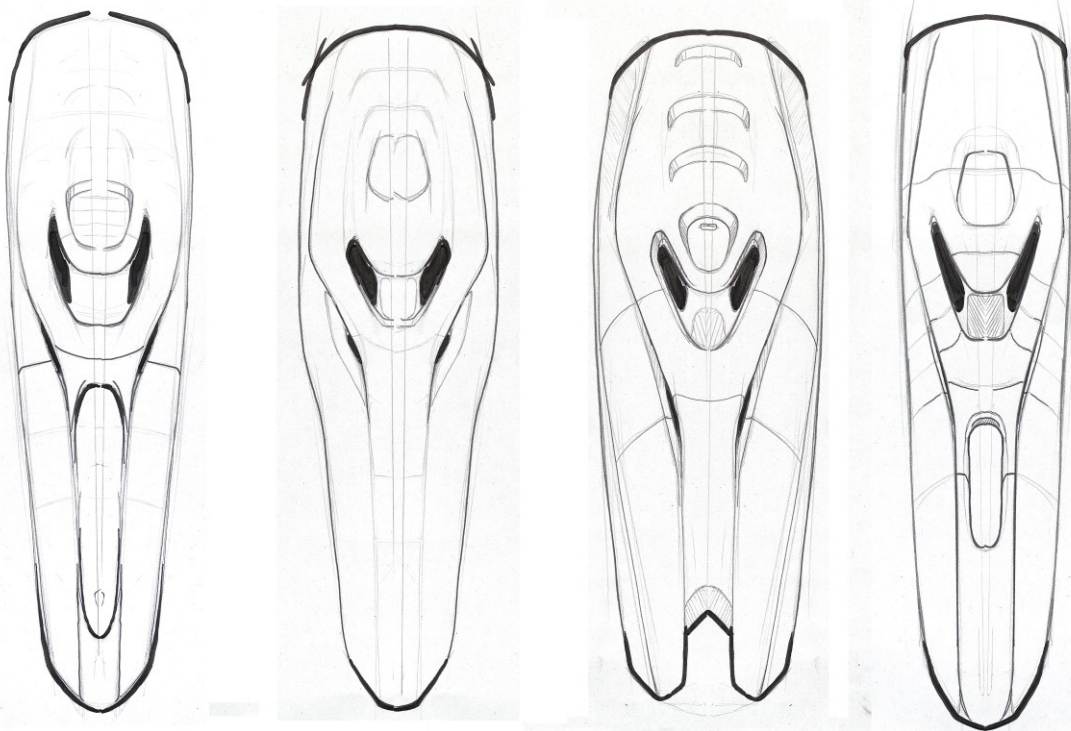
Obr. 26. Skice z pôdorysu



Obr. 27. Skice z pôdorysu



Obr. 28. Skice z pôdorysu



Obr. 29. Skice z pôdorysu

11.5 Modelovanie pred-finálneho modelu z clay-u

Aby sme lepšie videli ako bude navrhnutý tvar vyzerat' v realite, pretože prvé modely sa dali rýchlo meniť ale ťažko sa na nich hľadali jemnejšie detaily, vymodeloval som ho v mierke 1:25 (60 cm). Pri modelovaní som si pomáhal pravítkom, ktoré som prispôbil danej mierke

aby sme ľahšie dokázali dodržiavať proporcie. Po nájdení správneho tvaru sa model odfotil z väčšej vzdialenosti aby skreslenie z perspektívy bolo čo najmenšie. Následne som zhotovené fotky použil ako predlohu pri modelovaní tvaru v softvére.



Obr. 30. Proces tvorby clayového modelu



Obr. 31. Detail nasávacieho otvoru

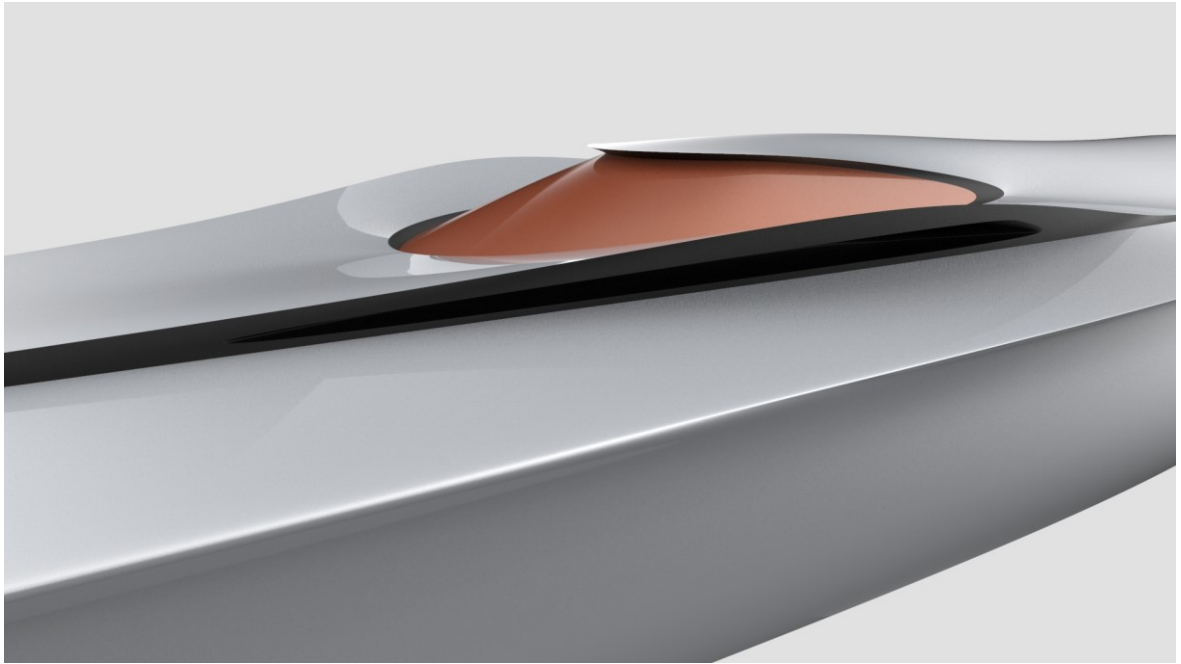


Obr. 32. Finálna podoba modelu z clayovej hlíny

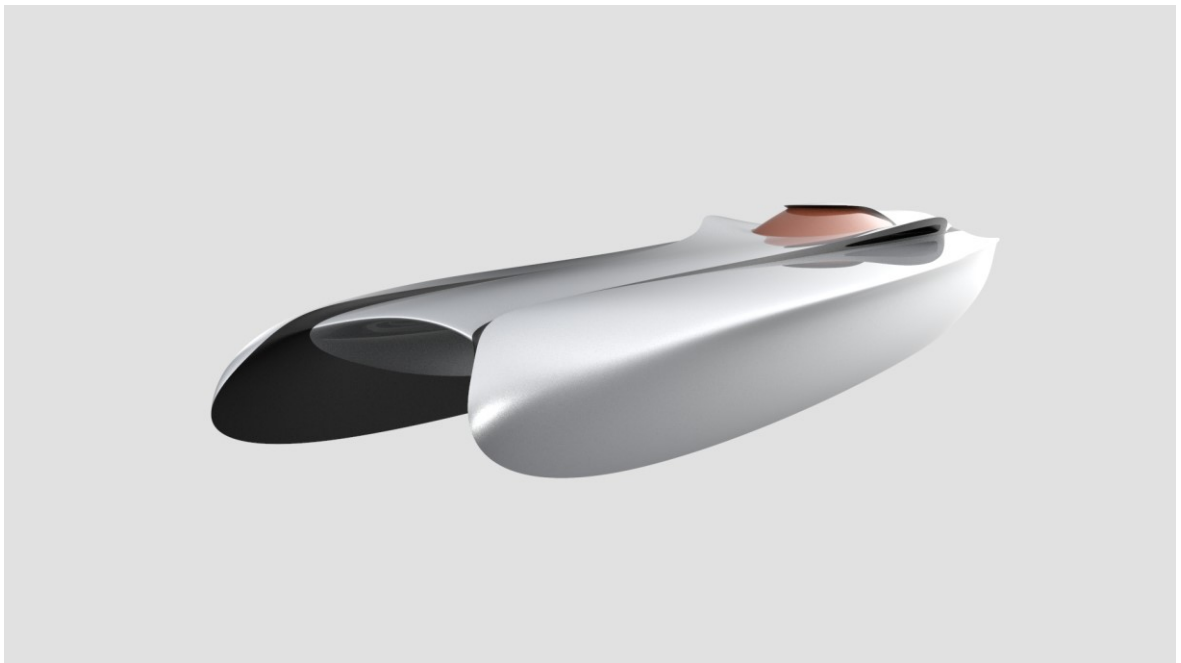
11.6 Modelovanie v CAD softvère

Model som tvoril v softvère Fusion 360 kvôli možnosti parametrického modelovania.

11.6.1 Prvé “skúšobné“ modelovanie

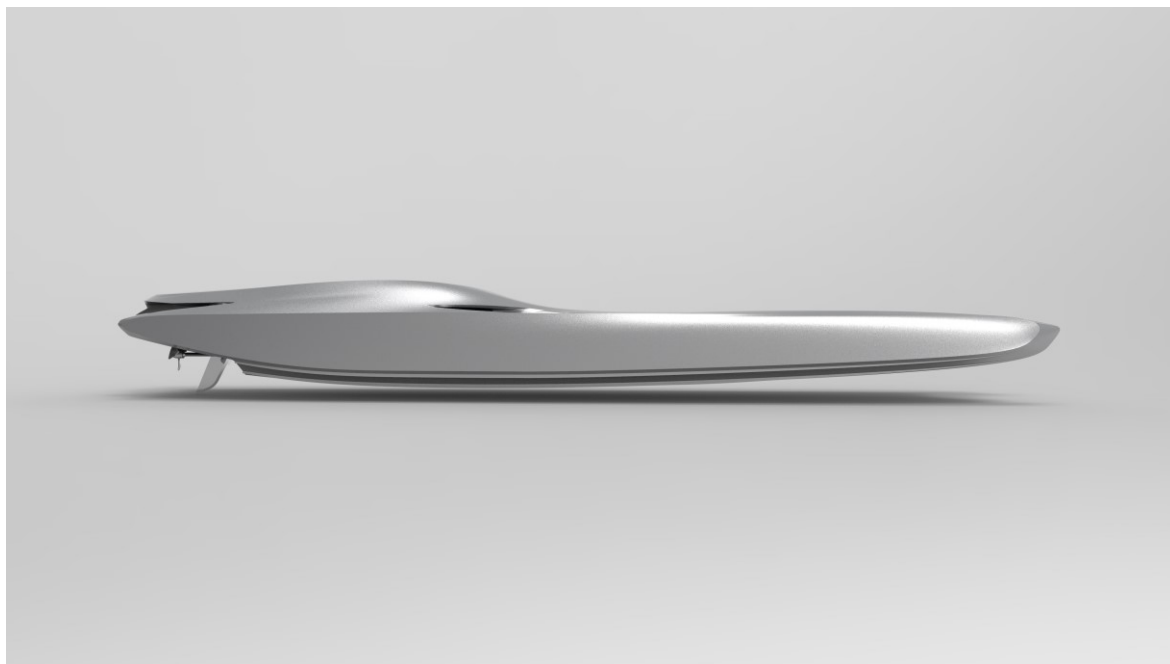


Obr. 33. Detail kabíny

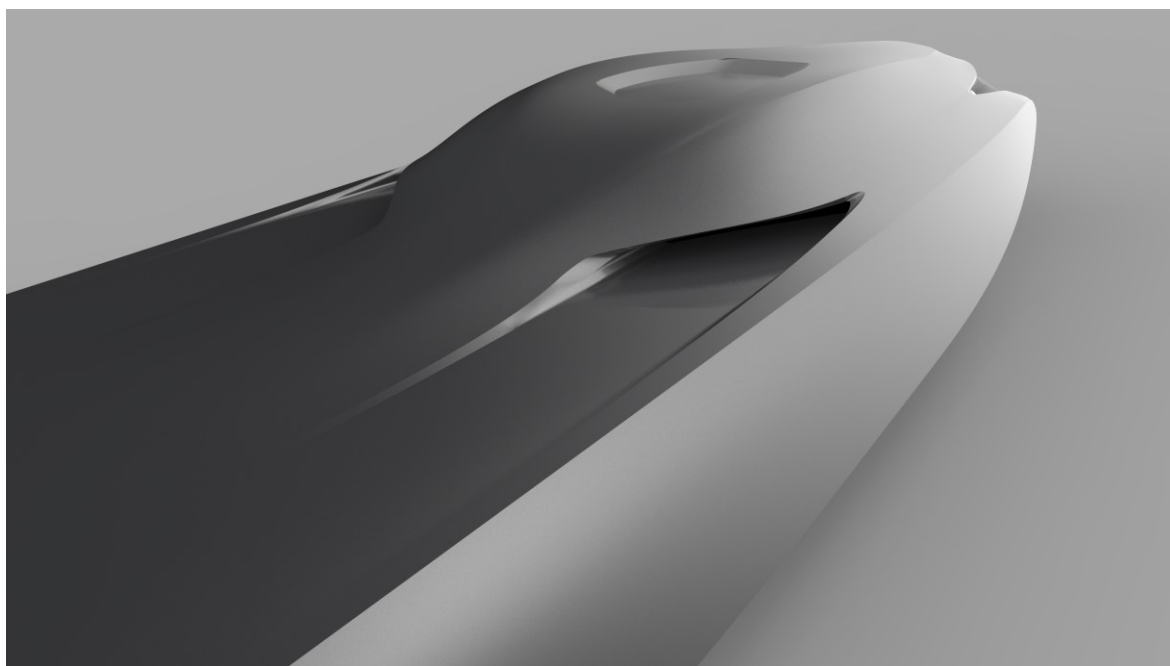


Obr. 34. Pohľad z perspektívy

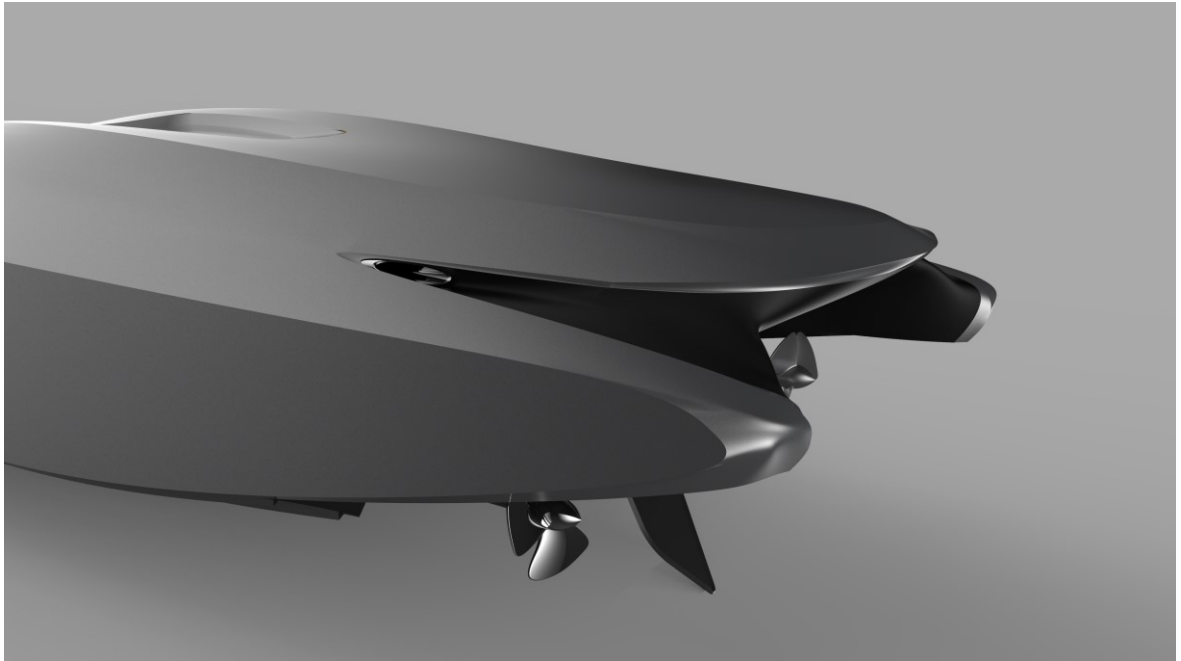
11.6.2 Model vyhotovený pomocou fotografií z clayového modela.



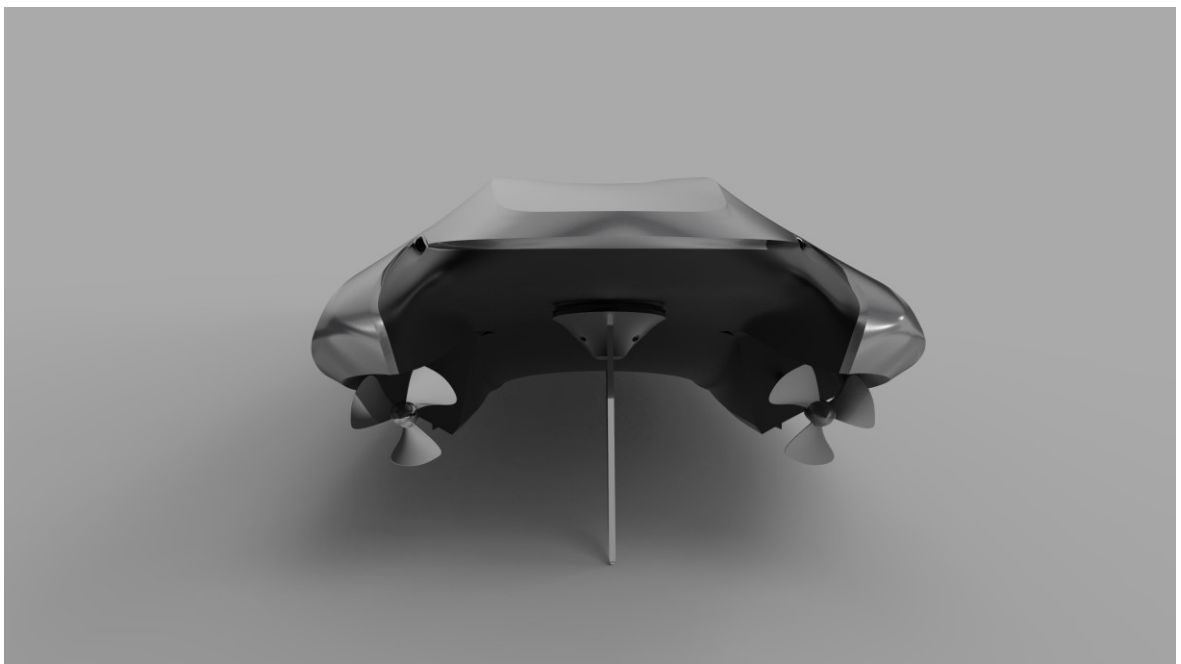
Obr. 35. Pohľad z boku



Obr. 36. Detail nasávacieho otvoru



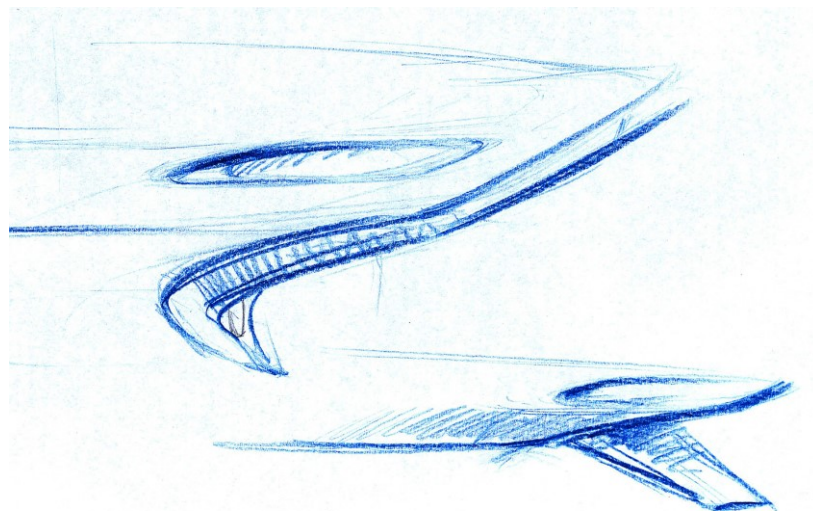
Obr. 37. Pohľad zozadu



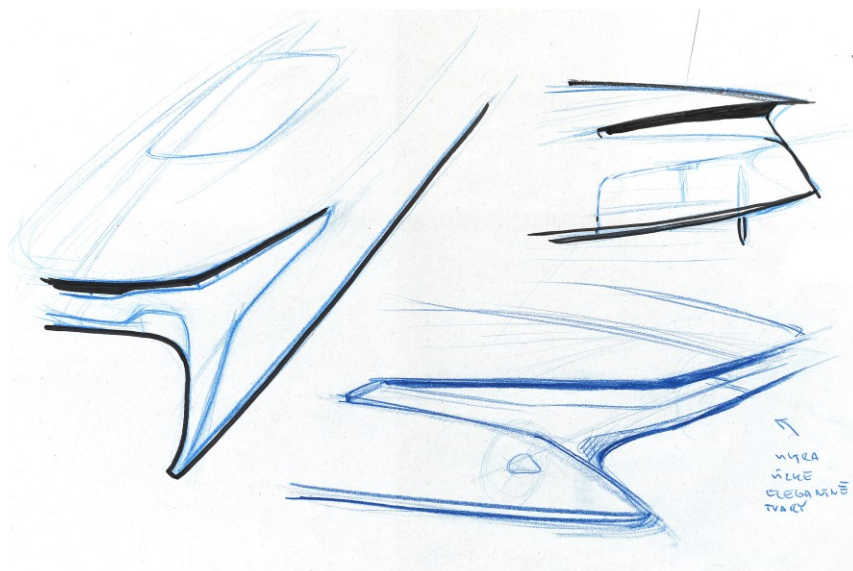
Obr. 38. Pohľad na turbíny a kormidlo

11.7 Zadná časť trupu

Plocha, na ktorú je pripevnené kormidlo a z ktorej vychádzajú náhony s turbínami sa nazýva zrkadlo. Z funkčného hľadiska sa na takúto plochu ľahšie pripevňujú súčiastky a voda prúdiaca okolo trupu lepšie "odtrháva" ale z estetického hľadiska mi prišla ako neprirodzený rez objektom. Ako kompromis som ju zanechal a popritom sa ju snažil zakryť predĺžením strechy.



Obr. 39. Počiatočná skica zakončenia plavidla



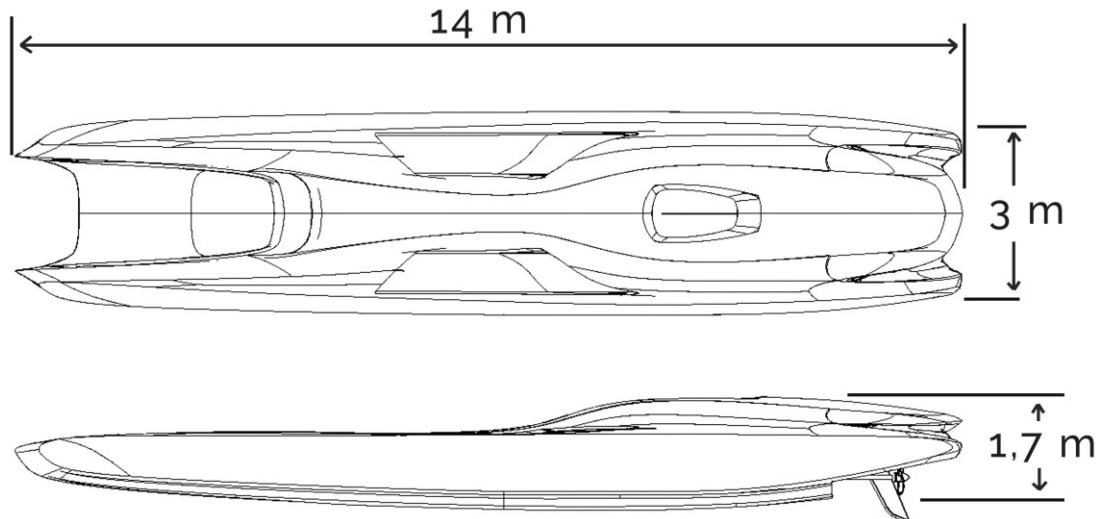
Obr. 40. Skice pohľadov zozadu

12 ERGONOMIA

Do rýchlostných katamaránov sa kvôli nízkej výške z praktického hľadiska nastupuje z vrchu. Aby som mal predstavu potrebného vnútorného priestoru, nahrubo som vymodeloval vnútrajšok so správnym rozmiestnením sedadiel. Do vnútra katamaránu sa vstupuje cez poklop, ktorý sa elegantne zasúva do karosérie. Na vzostup do kabíny som použil schodíky, ktoré sa nachádzajú medzi dvoma zadnými sedadlami. Pilot ale aj spolucestujúci by mali mať zo svojej polohy pohodlný výhľad na okolité more. Tento zjednodušený model som si vytlačil a používal som ho pri skicovaní k dodržaniu správneho pomeru strán. Cieľovou skupinou sú muži vo veku 30-60 rokov. Postava, ktorú som použil je mužská postava s 50. percentilom čiže približne 175 cm.



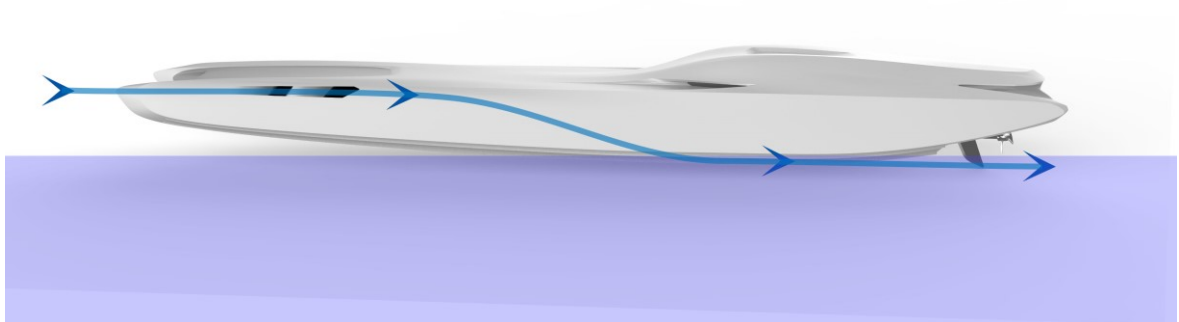
Obr. 41. Umiestnenie človeka v plavidle



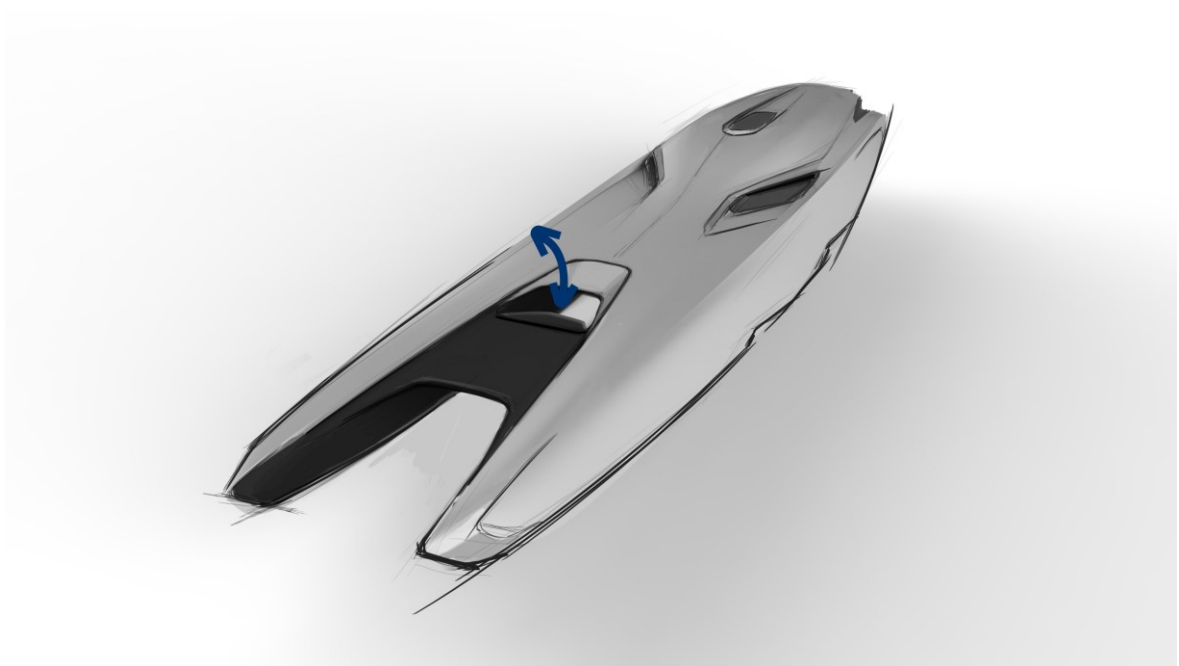
Obr. 42. Základné rozmery

13 FINÁLNE ÚPRAVY

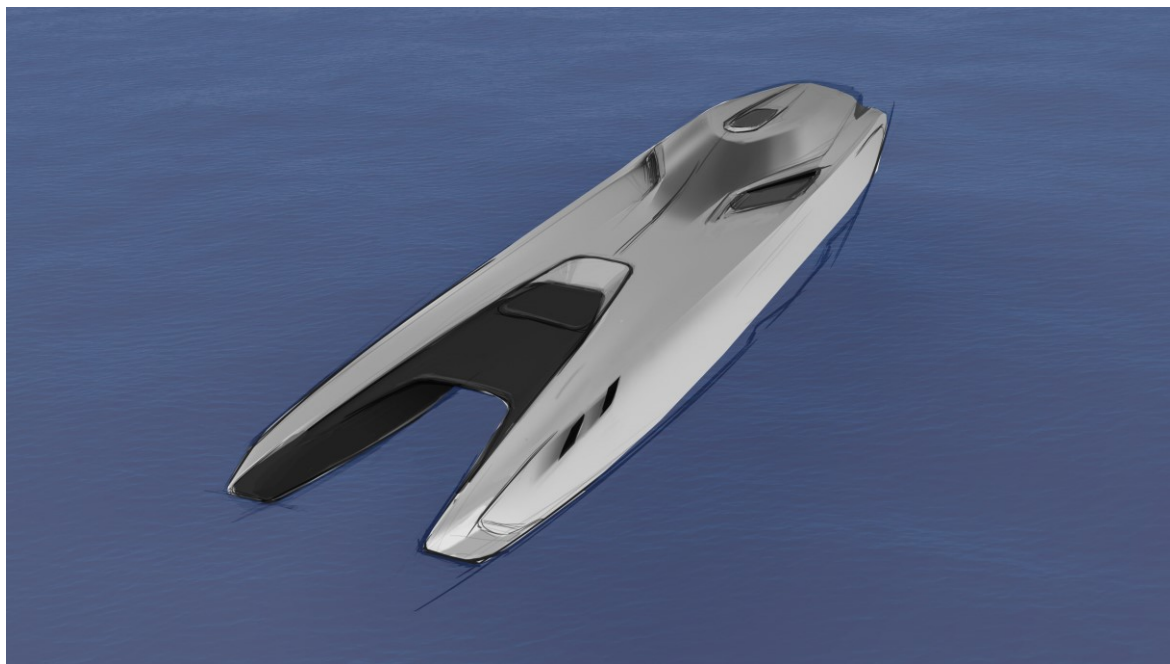
Fyzický model je v procese tvorby a preto túto prácu ukončujem finálnymi rendrami kataránu. Vo finálnej variante môžeme vidieť aerodynamické brzdy, ktoré napomáhajú jednak pri brzdení a pri dostávaní sa z vody. Otvory, ktoré sa nachádzajú na prednej časti konštrukcie, slúžia na prepravu vzduchu pod klzáky, čím by teoreticky mohli znížiť odpor.



Obr. 43. Koncept znižovania trenia pomocou vzduchu



Obr. 44. Koncept s aerodynamickou brzdou



Obr. 45. Finální návrh

ZÁVĚR

Táto záverečná práca je jedným z najkomplexnejších projektov na ktorých som mal možnosť pracovať. Naučila ma k lepšej časovej organizácii dizajnerských postupov. Aj keď nemusí byť dokonalá, veľakrát som musil prekročiť svoje hranice a tým som sa učil a zlepšoval. Pri procese tvorby som sa naučilarábať s profesionálnou modelárskou hlinou a náročnejšími metódami modelovania v CAD softvéroch. Počas roka vznikli stovky skíc, s ktorými som sa viditeľne zlepšil a naučil sa selektovať kľúčové prvky. Taktiež som mal možnosť absolvovať stáž kde som mal možnosť nahliadnúť do profesionálneho firemného prostredia. S výsledkom práce som spokojný keď počítam s tým, za aký krátky čas vznikol.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KOLESÁR, Zdeno. Kapitoly z dějin designu. vyd. 1. Překlad Kateřina Křížová, ucie Vidmarová. Praha: Vysoká škola umělecko-průmyslová, 2004, 167 s. ISBN 80-868-6303-4.
- E. C. Tupper, Introduction to Naval Architecture 5th Edition, ISBN 978-0080982373
- [2] PELCL, Jiří. Design: od myšlenky k realizaci = from idea to realization. V Praze: Vysoká škola uměleckoprůmyslová v Praze, c2012, 255 s. ISBN 978-80-86863-45-0.
- [3] NORMAN, Donald A. The design of future things. New York: Basic Books, 2009. ISBN 978-0-465-00228-3
- [4] ŠMÍD, Miroslav. Ergonomické parametry. Praha, 1976
- [5] *Marine drag reduction of shark skin inspired riblet surfaces* [online] Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405451816300484?fbclid=IwAR3Fh_iW9yri0XUICVJt1hbsiZkQ8X6XKQl-kIg0h5q2E1beJorCnv6He4-o
- [6] PROPS 101 [online] <https://bblades.com/props-101/>
- [7] 2, 3 and 4 blade propellers are they all the same? <https://www.pyiinc.com/articles/2-3-and-4-blade-propellers-are-they-all-the-same>
- [8] HOPPE Heike, International Regulations For High-Speed Craft An Overview <http://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Regulations/Documents/International.pdf>
- [9] About Thor Heyerdahl <https://www.kon-tiki.no/thor-heyerdahl/>
- [10] High-speed craft <http://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Regulations/Pages/HSC.aspx>
- [11] Ship makers take cues from sharks <https://www.dw.com/en/ship-makers-take-cues-from-sharks/a-16707550>
- [12] LAVERY Brian - *Ship. 5,000 Years of Maritime Adventure*-Dorling Kindersley (2017)
- [13] BERTRAM Volker - *Practical Ship Hydrodynamics*-Butterworth-Heinemann (2012)

[14] TARJAN Gregor - *Catamarans-International Marine*_Ragged Mountain Press

[15] YUN Liang, BLIAULT Alan, RONG ZONG Huan - High Speed Catamarans and Multihulls_ Technology, Performance, and Applications-Springer New York (2019)

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

RC Ďialkovo ovládaný.

IMO Medzinárodná Námornícka Organizácia.

FPV Pohl'ad prvej osoby

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. kanoe z kmeňa stromu (približne 8000 p.n.l.)	12
Obr. 2. Rekonštrukcia polynézskej plte Kon-Tiki (1947)	14
Obr. 3. Rekonštrukcia polynézskeho kanoe s dvoma trupmi – Hokule’a (1978).....	14
Obr. 4. Ken Warby pri prekonaní svetového rekordu (1978).....	16
Obr. 5. závodný katamarán Miss Geico.....	17
Obr. 6. Stabilita katamaránu na vode oproti jachte s monotrupom	19
Obr. 7. Pohľad na turbínové motory závodného katamaránu	20
Obr. 8. Katamarán kĺzajúci po vode pri vysokej rýchlosti	21
Obr. 9. Zárody katamaránov z výšky.	22
Obr. 10.	23
Obr. 11. Mystic C5000-R	24
Obr. 12. Pohľad na trup RC katamaránu bez uzáveru	25
Obr. 13 Uzáver RC katamaránu.....	25
Obr. 14. Chladiaci systém v monotrupovom RC modeli.....	26
Obr. 15. Prvý d'ialkovo-ovládateľný model z roku 1898	27
Obr. 16. Servo motor S3003 od firmy Futaba	29
Obr. 17. Najpoužívanější typ ovládača v tvare pištole	30
Obr. 18. Kvalitný elektromotor od nemeckého výrobcu Lehner	31
Obr. 19. Miniaturná FPV kamera od firmy Foxeer.	32
Obr. 20. Hydrodynamická skúška zmenšeného modelu v k tomu určenej nádrži.....	35
Obr. 21. Detail štruktúry žraločej kože.....	37
Obr. 22. Mood board.....	40
Obr. 23. Nástenka s reálnymi katamaránmi.....	41
Obr. 24. Detail mood boardu	41
Obr. 25. Zmenšený model z clayovej hlíny	42
Obr. 26. Skice z pôdorysu.....	43
Obr. 27. Skice z pôdorysu.....	43
Obr. 28. Skice z pôdorysu.....	44
Obr. 29. Skice z pôdorysu.....	44
Obr. 30. Proces tvorby clayového modelu.....	45
Obr. 31. Detail nasávacieho otvoru	45
Obr. 32. Finálna podoba modelu z clayovej hlíny	46

Obr. 33. Detail kabíny.....	47
Obr. 34. Pohľad z perspektívy.....	47
Obr. 35. Pohľad z boku.....	48
Obr. 36. Detail nasávacieho otvoru	48
Obr. 37. Pohľad zozadu	49
Obr. 38. Pohľad na turbíny a kormidlo	49
Obr. 39. Počiatočná skica zakončenia plavidla.....	50
Obr. 40. Skice pohľadov zozadu.....	50
Obr. 41. Umiestnenie človeka v plavidle.....	51
Obr. 42. Základné rozmery	51
Obr. 43. Koncept znižovania trenia pomocou vzduchu.....	52
Obr. 44. Koncept s aerodynamickou brzdou	52
Obr. 45. Finálny návrh.....	53

SEZNAM TABULEK

Chyba! Nenalezena položka seznamu obrázků.

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P I: NÁZEV PŘÍLOHY