



## **Středoškolská technika 2011**

**Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT**

### **HYDROFIL**

**Michal Šereda , Jiří Velík**

Smíchovská střední průmyslová škola  
Preslova 25, Praha 5

Smíchovská střední průmyslová škola

# HYDROFOIL

Maturitní projekt

Michal Šereda

4.B

Garant: Ing. Olga Kaiferová

Konzultant: Ing. Karel Fuksa

Konzultant: Ing. Michal Schmirler

Konzultant: Pavel Petrášek



# Zadání

Návrh a stavba modelu lodi plující na křídlech - hydrofoil. Součástí projektu je řešení problematiky dynamického vztlaku, stability a ovladatelnosti modelu s využitím moderní elektroniky.

- Navrhněte modely komponent a sestavy lodi plující na křídlech.
- Z modelů součástí generujte technickou dokumentaci – výrobní výkresy nebo programy pro výrobu na CNC strojích.
- Výstupem bude model na dálkové ovládání, který bude plně funkční.

## Rozměry

- ✓ délka:0,7m
- ✓ šířka:0,5m
- ✓ hmotnost:cca-5Kg
- ✓ maximální výkon motoru: 1KW





## Čestné prohlášení

Já, Michal Šereda, student SSPŠ, narozen 11.1.1991, bytem v Pejevové 3418/2, Praha 4,14300 čestně prohlašuji, že v dokumentu, jehož je toto prohlášení nedílnou součástí, jsem uvedl přesné, pravdivé a úplné údaje. Vše jsem tvořil sám za pomoci garanta a konzultanta. Při práci jsem použil pouze legální SW. Jsem si vědom toho, že pokud by mnou uvedené informace byly nepravdivé, budu čelit všem z toho vyplývajícím následkům.

V Praze dne 24.3.2011

.....

Podpis

## Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat svému garantovi, paní profesorce Ing.Olze Kaiferové, za pomoc při vyhotovení analýzy, harmonogramu a závěrečné zprávy. Dále bych poděkoval panu profesoru Ing.Karlovi Fuksovi za potřebné rady a konzultace při konstrukci a modelování lodi. Největší poděkování patří panu Ing.Michalu Schmirlerovi, který nám velmi pomohl s celý projektem od realizace až po konečné dokončení.

## Anotace

### Česká část

Náš projekt jsem měl za úkol vymyslet, navrhnout, zkonstruovat a vyrobit loď, která pluje na vodě za pomoci vztlačkové síly. Loď má na bocích dvě křídla, která jsou aerodynamicky tvarována na průřez vodou. Na těchto křídlech jsou pod hladinou zavěšena vztlačková křídla, ke kterým je připevněn plovák a podle hladiny se natáčí. Tím způsobí, že se loď zvedne nad hladinu. Na zádi lodi je poslední třetí křídlo, které slouží jako kormidlo a zároveň je na něm připevněn i motor, který bude loď pohánět. V praxi to vypadá tak, že loď při dosažení určité rychlosti se vznese na křídla a to má za následek obrovské zvýšení rychlosti díky minimálnímu tření s vodní hladinou. Další nezbytnou výhodou bude, že loď může projet zatáčkou, aniž by musela přibrzdit. Náš projekt je hodně atypický, musíme vše vymyslet a v neposlední řadě vyrobit. Velmi důležité je i použití správných materiálů pro dosažení požadovaných účinků. Součástí projektu je i příprava ústní prezentace, doplněná o prezentaci konstrukční dokumentace, která ilustruje kompletní návrh, konstrukci a výrobu modelu.

### Anglická část

The task of our project was to draft, fabricate and produce a boat that is floating on the water because of the lifting force acting upon it. There are two wings placed on the sides of the boat that are aerodynamically shaped in order to cut through the water. There are extra two lifting wings attached to those wings on the sides. Those lifting wings are placed under the water and a floater is fixed to them. They swing round the water level and this causes the boat to lift up from the water. On the back of the boat there is last – third wing which is used as a rudder and there is an engine fixed to it. This engine is used to drive the boat. So in the end the situation is following: after the boat reaches a certain speed it starts floating on the wings and this results in acceleration due to the fact that the friction with the water has been reduced to minimum. Apart from the acceleration, another big advantage of the boat is that it can drive through the bends without slowing down. Our project is very atypical, we have to think through every step and construct everything. It is also very important that we have chosen the best materials in order to reach the required results.

One component of the project is also the preparation of an oral presentation enriched by the presentation of design documents. Those documents contain the entire proposal of the project, its construction and the production.

## Obsah

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | ANALÝZA PROJEKTU .....                                    | 7  |
| 1.1   | Popis úkolů.....  | 7  |
| 1.2   | Popis stávajícího stavu.....                              | 7  |
| 1.3   | Popis výběru prostředků vhodných pro řešení projektu..... | 7  |
| 1.4   | Popis výběru variant řešení a výstupů.....                | 8  |
| 1.5   | Stanovení dílčích úkolů .....                             | 8  |
| 2     | VLASTNÍ ŘEŠENÍ.....                                       | 9  |
| 2.1   | Zpracování analýzy .....                                  | 9  |
| 2.2   | Vytvoření hodnotícího listu .....                         | 9  |
| 2.3   | VLASTNÍ PRÁCE .....                                       | 9  |
| 2.3.1 | Návrh modelu.....   | 9  |
| 2.3.2 | Vytváření modelu .....                                    | 10 |
| 2.3.3 | Parametrizace modelu .....                                | 10 |
| 2.4   | VYTVÁŘENÍ POHONU MODELU .....                             | 10 |
| 2.4.1 | Výroba .....  | 10 |
| 2.5   | WEBOVÉ STRÁNKY O PROJEKTU .....                           | 10 |
| 2.5.1 | Booklet a polep na DVD .....                              | 10 |
| 2.5.2 | Plakát.....   | 11 |
| 3     | ZAVĚR.....  | 11 |
| 4     | Seznam použitých zdrojů .....                             | 11 |
| 5     | Seznam použitého softwaru .....                           | 11 |
| 6     | Seznam obrázků.....                                       | 12 |
| 7     | Seznam příloh.....  | 14 |

## 1 ANALÝZA PROJEKTU

### 1.1 Popis úkolů

Prvním úkolem bylo seznámení se s maturitní prací. Se svým kolegou jsme si vybrali projekt hydrofoil.

Lod' plující na křídlech. Součástí projektu je řešení problematiky dynamického vztlaku, stability a ovladatelnosti modelu s využitím moderní elektroniky. K tomu bude zapotřebí vymodelovat návrh lodi se všemi součástkami.

Lod' bude poháněna dvěma elektrickými motory pro větší rychlost. Ovládaná bude RC systémem, který bude zabudovaný uvnitř lodi. Hydrofoil bude ovladatelný z pevniny.

Rozměry:

délka:0,7m

šířka:0,5m

hmotnost:cca-5Kg

maximální výkon motoru: 1KW

### 1.2 Popis stávajícího stavu

Ve spolupráci s FS ČVUT, která nám poskytne CNC stroje, vyřezeme všechny díly a lod' sestavíme. Jmenovitě spolupracujeme s panem Ing. Michalem Schmirlerem, se kterým již proběhly konzultace a projednání prvních návrhů modelu. Důležité bylo ujasnit si celou koncepci lodi, co se týká tvarů, ovládání a především materiálu, ze kterého lod' vyrobíme. V zadání máme balsu, polystyrén (HPS), ale budou potřeba i jiné materiály jako například dural. S garantem jsme již domluveni na dvojici motorů k pohonu lodi. Bude zapotřebí i povrchová úprava jednotlivých dílů a to s pomocí speciálních nátěrů, které zabrání jakémukoliv poškození či opotřebení.

### 1.3 Popis výběru prostředků vhodných pro řešení projektu

Celou lod' budeme modelovat v systému Autodesk Inventor 2011, který má naše škola k dispozici v rámci Autodesk Academy ve studentské verzi a hlavně proto, že jsme v něm ve škole už dva roky pracovali a na FS ČVUT jej také běžně používají. Dále budeme využívat program Cinema 4D a model vyřezeme na CNC s pomocí garanta, který má i potřebný software na řízení. Vyřezávání jednotlivých komponent provedeme pomocí CNC stroje. U



našeho modelu hraje každý milimetr roli a my potřebujeme maximální přesnost. Vymodelovaný objekt převedeme do formátu soubor .STL, který je kompatibilní s CNC stroji na FS ČVUT.

## 1.4 Popis výběru variant řešení a výstupů

Poslední část projektu bude dokumentace všech použitých komponent a materiálů, prezentace práce v programu Powerpoint, fotorealistické ztvárnění lodi, fotky z výroby a funkčního modelu.

| Programy             | funkčnost | Rozšíření | Kvalita | Stabilita | Pořadí variant |
|----------------------|-----------|-----------|---------|-----------|----------------|
| <b>Inventor 2011</b> | 10        | 10        | 9       | 10        | 1              |
| <b>Cinema 4D</b>     | 6         | 8         | 6       | 5         | 2              |
| <b>Microstation</b>  | 2         | 3         | 2       | 6         | 3              |

## 1.5 Stanovení dílčích úkolů

- 1) vymodelování návrhu lodi
- 2) konzultace
- 3) sestavení lodi
- 4) vyřezání lodi
- 5) povrchová úprava lodi
- 6) technická dokumentace
- 7) vypálení DVD
- 8) závěrečná zpráva

## 2 VLASTNÍ ŘEŠENÍ

### 2.1 Zpracování analýzy

Analýza je stavební kámen každého projektu. Každý student si sám vytváří návod, podle kterého se odvíjí jeho další práce. V každé analýze je rozepsán úkol, který byl zadán a také je tam rozvedeno, jak bude zhotoven. Jsou tam popsány programy, které jsou potřeba k vytváření úkolu i dalších nutných částí maturitního projektu. Analýza byla zhotovena v programu Microsoft Office Word 2007.

### 2.2 Vytvoření hodnotícího listu

Hodnotící list je tabulka s názvy a daty jednotlivých částí maturitního projektu. U každého řádku je vždy uvedený název, datum odevzdání a bodové ohodnocení. Některé úkoly jsou pevně dané, ostatní si vymýšlí každý student sám. Datum odevzdání je pro celou školu stejný. Bodové ohodnocení závisí na garantovi případně konzultantovi a rozhoduje o celkovém prospěchu. Hodnotící list byl zhotoven v Microsoft Office Excel 2007.

### 2.3 VLASTNÍ PRÁCE

Se svým kolegou jsme si rozdělili úkoly. Mým úkolem bylo vymodelovat vše od trupu a až po kryt na motor. Při modelování jsem musel dodržovat pravidla, aby každá vymodelovaná součást šla bez problému vyfrézovat. Dalším mým úkolem bylo vytvořit webové stránky k projektu, design a nakódovat. Posledním úkolem bylo vytvářet fotodokumentaci výroby.

#### 2.3.1 Návrh modelu

První kapitola byla vymyslet si návrh modelu. U našeho projektu nebyl žádný předem daný tvar, jak má model vypadat. Ze začátku jsme kreslili a modelovali různé tvary a hledali optimální řešení v programu CINEMA 4D, ve kterém se velmi jednoduše tvoří. Když jsem si ujasnil tvar, modeloval jsem pak v Inventoru 2011.

## 2.3.2 Vytváření modelu

Druhá kapitola bylo určení přibližných rozměrů a začátek modelování v programu Autodesk Inventor 2011. Následovala řada konzultací, na kterých jsme řešili technické problémy např. jak velké má být křídlo, aby dokázalo zvednout loď do vzduchu.

## 2.3.3 Parametrizace modelu

Třetí kapitola byla o modelování jednotlivých součástí. Bylo potřeba každou část definovat její fyzikální vlastnosti, vymodelovat a pak usadit do sestavy tak, aby vše zapadalo a fungovalo. Nesměli jsme zapomenout ani na aerodynamiku, kterou jsme museli brát v úvahu.

## 2.4 VYTVÁŘENÍ POHONU MODELU

Čtvrtá kapitola se nese v duchu vytváření principu, na kterém se model bude pohybovat a jakým způsobem bude měnit směr. Rozhodli jsme se pro pohyblivou nohu, na které bude upevněn motor. Při zatáčení se bude hýbat noha i s motorem.

### 2.4.1 Výroba

Tuto část měl na starost můj kolega, já jsem na starost její fotodokumentaci a případně mu pomáhat při výskytu vážnějších výrobních problémů.

## 2.5 WEBOVÉ STRÁNKY O PROJEKTU

Webové stránky jsou velmi důležitou součástí každého projektu. Vytvářel jsem je v programu Photoshop CS2, který je velmi dobrý pro práci s grafikou. Kódování stránek jsem prováděl ve freeware programu PsPad, který umožňuje velmi přehledné kódování. Ukázky jsou k dispozici v příloze A na přiloženém DVD ve složce Web.

Více na <http://scof.schoolweb.cz>

### 2.5.1 Booklet a polep na DVD

Jak polep jsem použil DVD nosič který podporuje technologii lightScribe, která umožňuje zápis na přední stranu disku.

## 2.5.2 Plakát

Plakát byl vytvořen v programu Adobe Photoshop CS2. Uprostřed je model lodi a dole na levém okraji je logo SSPŠ a ČVUT jako symbol spolupráce, uprostřed dole jsou na plakátu uvedeni konzultanti. Celý design je laděn v duchu webových stránek.

## 3 ZAVĚR

Tento projekt byl pro mě velkou výzvou ve všech směrech. Během projektu jsme narazili na problémy, které jsme překonali společnou prací. Bylo pro mě velké ponaučení pracovat v týmu, protože představy dvou lidí se někdy velice liší. Podařilo se nám dodržet všechny body a výsledkem je plně funkční model. Tímto projektem jsem prohloubil své znalosti softwaru Autodesk Inventor 2011. Doufám, že nabyté zkušenosti v budoucnu využiji.

## 4 Seznam použitých zdrojů

- <http://en.wikipedia.org/wiki/Hydrofoil>
- <http://www.sureda.org/Portfolio/Transportation/Hydrofoil/Transportation-Hydrofoil-StandardFrame.htm>
- <http://www.fallingpixel.com/hydrofoil-boat-3d-model/57>
- vlastní inspirace

## 5 Seznam použitého softwaru

- I. Microsoft Office Word 2007
- II. Microsoft Office Excel 2007
- III. Microsoft PowerPoint 2007
- IV. PsPad editor
- V. Adobe Photoshop CS2
- VI. Autodesk Inventor Routed Systems 2011

## 6 Seznam obrázků

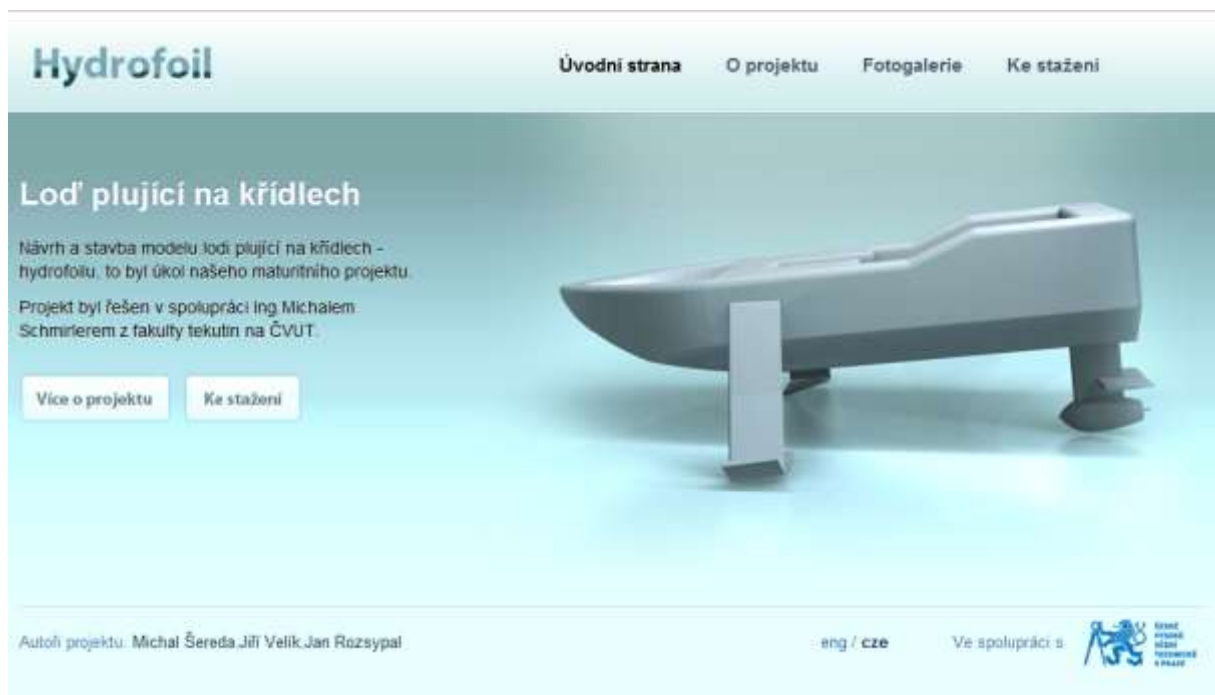
|  |    |
|--|----|
| Obrázek 1:První návrh -----                    | 20 |
| Obrázek 2:Pohled 2 -----                       | 20 |
| Obrázek 3:Pohled 3 -----                       | 21 |
| Obrázek 4:Druhý návrh -----                    | 21 |
| Obrázek 5:rozměry boční nohy -----             | 22 |
| Obrázek 6:rozměry lodi -----                   | 22 |
| Obrázek 7:rozměry zadní nohy -----             | 23 |
| Obrázek 8:Finální návrh -----                  | 24 |
| Obrázek 9:Pohled 2 -----                       | 24 |
| Obrázek 10:Pohled 3 -----                      | 25 |
| Obrázek 11:Pohled 4 -----                      | 25 |
| Obrázek 12:Výroba-Obrábění -----               | 26 |
| Obrázek 13:Výroba-nástroj -----                | 26 |
| Obrázek 14:Výroba-řezání duralu -----          | 27 |
| Obrázek 15:Výroba-řezání-pohled -----          | 27 |
| Obrázek 16:Výroba-zahřátí duralu -----         | 28 |
| Obrázek 17:Výroba-ohýbání duralu -----         | 28 |
| Obrázek 18:Výroba-stroj na obrábění kovu ----- | 29 |
| Obrázek 19:Výroba-Náhled -----                 | 29 |
| Obrázek 20:Výroba-nanášení tmelu -----         | 30 |
| Obrázek 21:Výroba-pohled -----                 | 30 |
| Obrázek 22:Výroba-pohled na součásti -----     | 31 |
| Obrázek 23:Výroba zadní nohy -----             | 31 |
| Obrázek 24:Výroba-pohled -----                 | 32 |

|   |    |
|---|----|
| Obrázek 25:Výroba lepení kabelu -----                 | 32 |
| Obrázek 26:Výroba-ukázka principu otáčení-----        | 33 |
| Obrázek 27:Výroba-lepení -----                        | 33 |
| Obrázek 28:Výroba-nanášení barvy na křídla-----       | 34 |
| Obrázek 29:Výroba-nanášení barvy na boční nohy -----  | 34 |
| Obrázek 30:ukázka-----                                | 35 |
| Obrázek 31:Barevný přechod-----                       | 35 |
| Obrázek 32:ukázka hotových křidel-----                | 36 |
| Obrázek 33:ukázka nanášení barvy -----                | 36 |
| Obrázek 34:pohled-----                                | 37 |
| Obrázek 35:Pohled na loď vybavenou elektronikou ----- | 37 |
| Obrázek 36:pohled ze shora -----                      | 38 |
| Obrázek 37:ukázka elektroniky -----                   | 38 |
| Obrázek 38:pohled na zavěšení motoru -----            | 39 |
| Obrázek 39:pohled na princip zatáčení -----           | 39 |
| Obrázek 40:ukázka křidel a zavěšení motor-----        | 40 |
| Obrázek 41:zavěšení křidel -----                      | 40 |
| Obrázek 42:pohled ze zdola -----                      | 41 |
| Obrázek 43:Pohled zepředu -----                       | 41 |
| Obrázek 44:první zkouška na vod -----                 | 42 |
| Obrázek 45:po zvýšení výkonu motoru -----             | 42 |

## 7 Seznam příloh

|  |    |
|--|----|
| Příloha A: Webové stránky projektu .....                 | 14 |
| Příloha B: Booklet a polep DVD .....                     | 16 |
| Příloha C: Prezentace .....                              | 18 |
| Příloha D: Plakát .....                                  | 19 |
| Příloha F: Vizuální dokumentace-modelování a výroby..... | 20 |

### Příloha A: Webové stránky projektu



Příloha A: Webové stránky úvodní strana

## Hydrofoil

[Úvodní strana](#)
[O projektu](#)
[Fotogalerie](#)
[Ke stažení](#)

### Hydrofoil

Náš projekt se měl za úkol vymyslet, navrhnout, zkonstruovat a vyrobit lod která pluje na vodě za pomoci vztlakové síly.

Lod má na bocích dvě křídla která jsou aerodynamicky tvarována na průřez vodou. Na těchto křídlech jsou pod hladinou zavěšena vztlaková křídla ke kterým je připevněn plovák a podle hladiny se natáčí tím způsobí že se lod zvedne nad hladinu, na zádi lodi je poslední třetí křídlo které slouží jako kormidlo a zároveň je na něm připevněn i motor který bude lod pohánět.

V praxi to vypadá tak že lod při dosažení určité rychlosti se vznese na křídla a to má za následek obrovské zvýšení rychlosti díky minimálnímu tření s vodní hladinou. Další nezbytnou výhodou bude že lod může projet zatáčkou aniž by musela přibrzdit. Náš projekt je hodně atypický, musíme vše vymyslet, v neposlední řadě vyrobit a velmi důležité je i použití správných materiálů pro dosažení požadovaných účinků.

Součástí projektu je i příprava ústní prezentace doplněná o prezentaci konstrukční dokumentace, která dokumentuje kompletní návrh, konstrukci a výrobu modelu.

[Web I: O projektu](#)

## Hydrofoil

[Úvodní strana](#)
[O projektu](#)
[Fotogalerie](#)
[Ke stažení](#)


Autoři projektu: Michal Šereda, Jiří Velík, Jan Rozsypal

eng / cze

Vě spolupráci s



[Web II: Fotogalerie](#)





Web III:Ke stažení

## Příloha B:Booklet a polep DVD



Příloha B:Booklet a polep DVD



Příloha B I: DVD

Vše najdete ve složkách „Web“ a „Polep“

## Příloha C:Prezentace



Maturitní projekt  
2010/2011

Modelování a výroba Hydrofoilu




### O mně

Jméno: Michal Šereda  
Certifikáty: CCNA1, CCNA2, CCNA3  
Zájmy:

- Florbal (FBC Start Nusle)
- Tenis
- Fitness
- počítače
- hudba
- Snowboarding
- posezení s přáteli




### O projektu Hydrofoil

Důvod výběru?  
Co jsem řešil?  
Cíl projektu?

Garant: Ing. Olga Kaiferová  
Konzultant:  
Ing. Karel Fuksa  
Ing. Michal Schmirler  
Pavel Petrášek




Detail vylepšení boční nohy  
➤ Ukázka zjednodušení

Více najdete na přiloženém DVD ve složce „Prezentace“

## Příloha D:Plakát

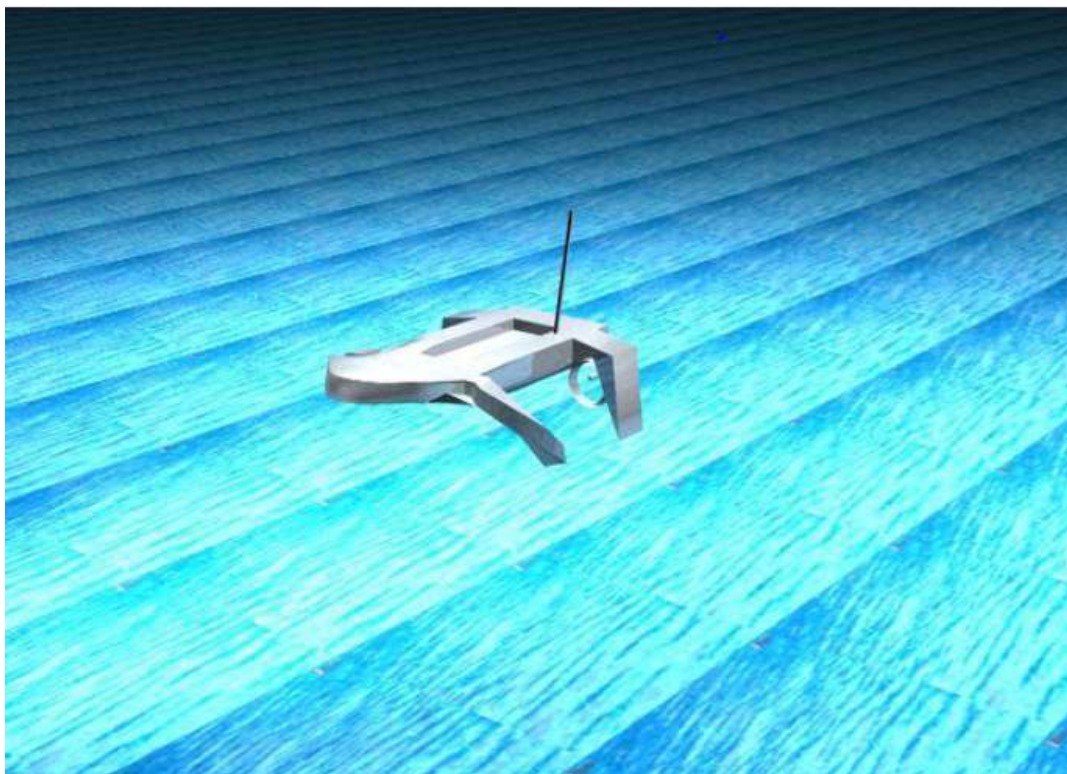


## Příloha C:Plakát

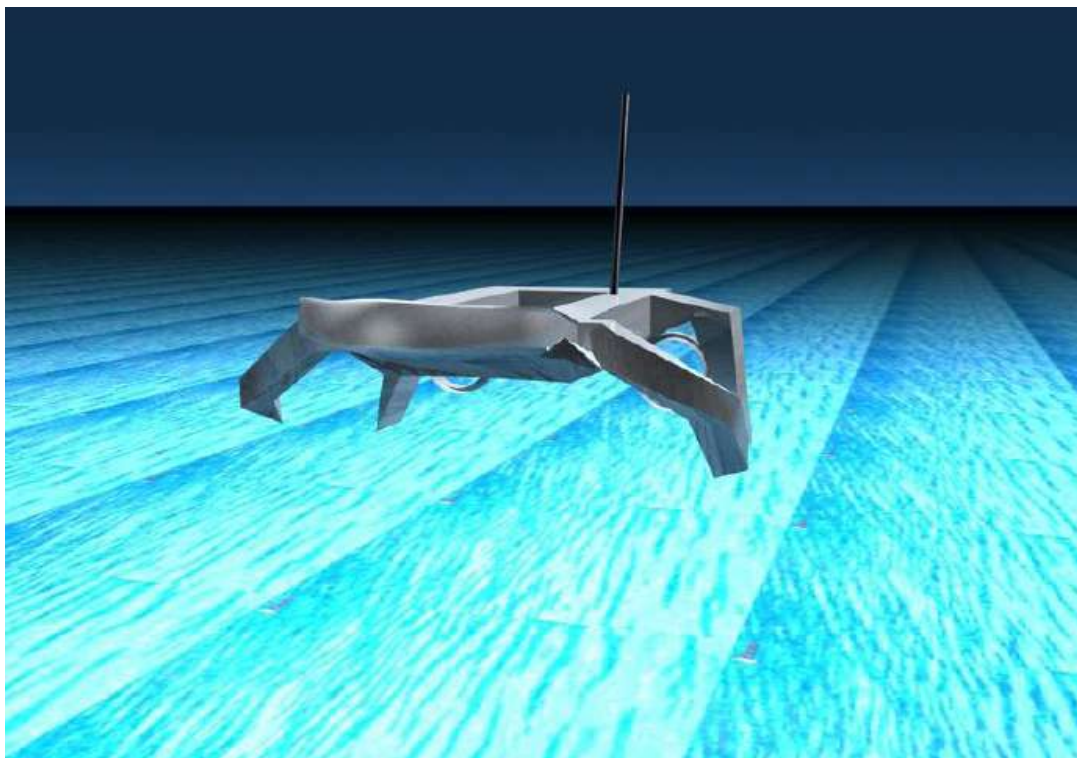
Plakát je umístěn ve složce „Plakát“ na DVD



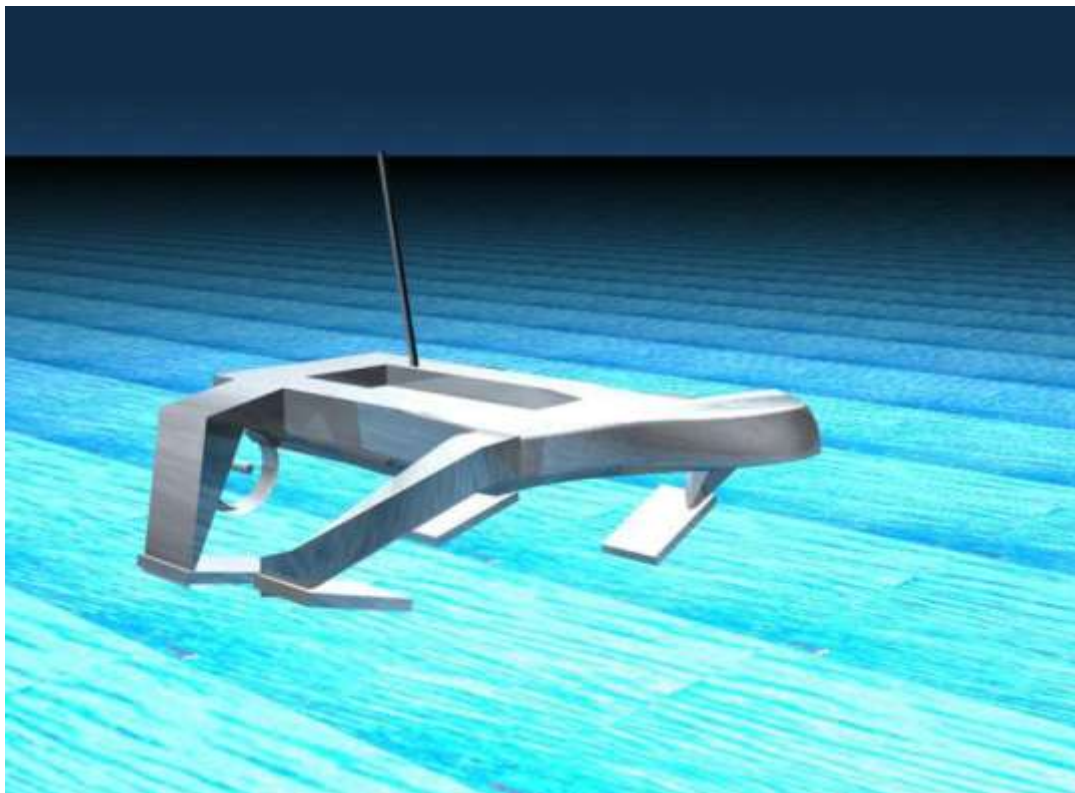
## Příloha F:Vizuální dokumentace-modelování a výroby



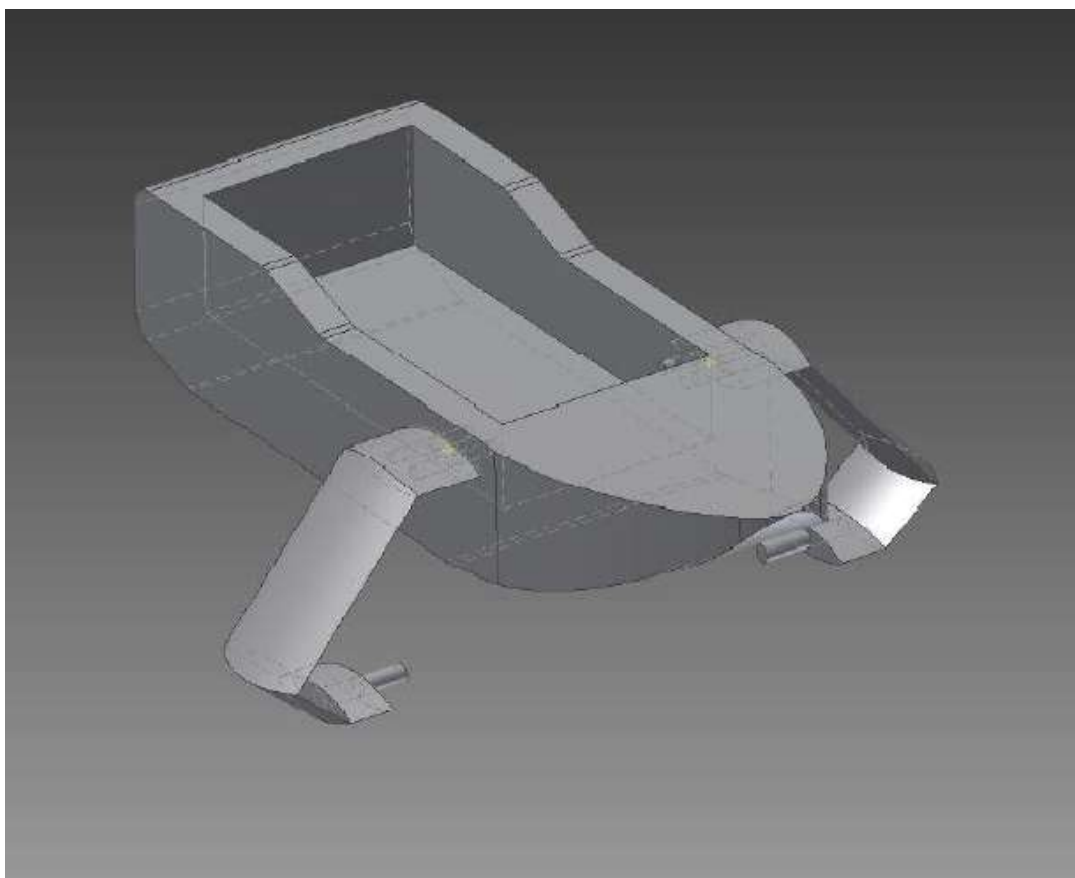
Obrázek 1:První návrh



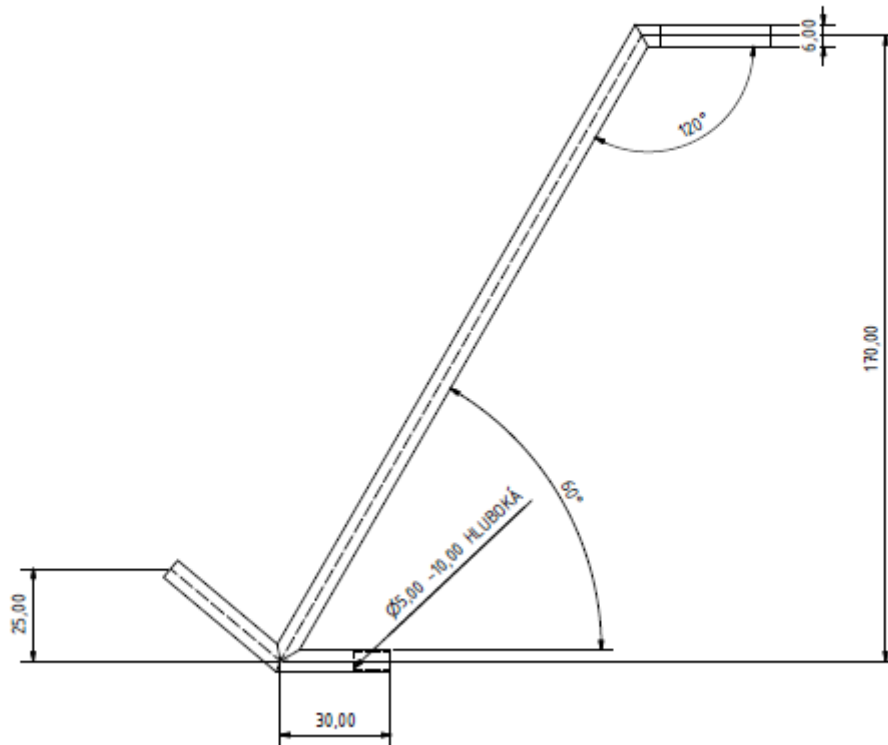
Obrázek 2:Pohled 2



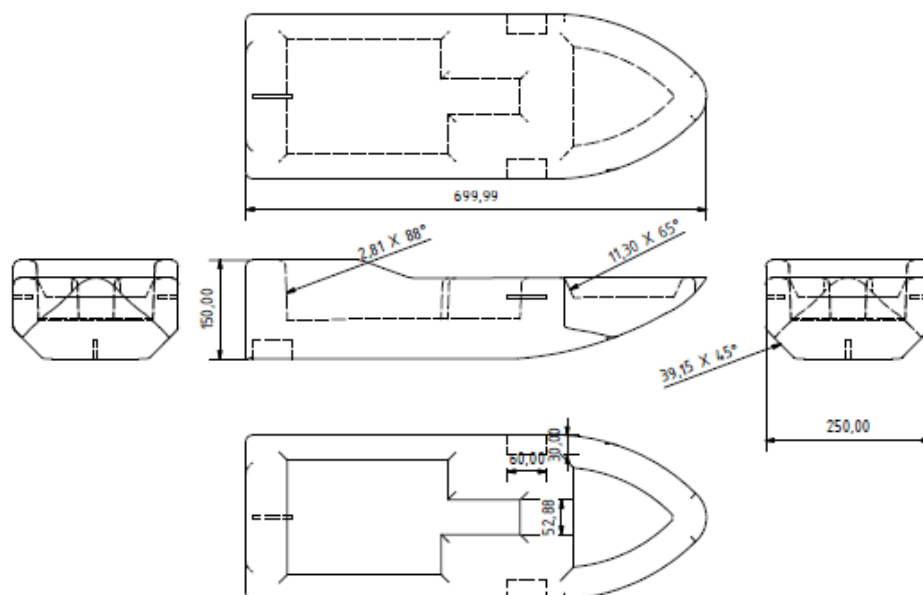
Obrázek 3:Pohled 3



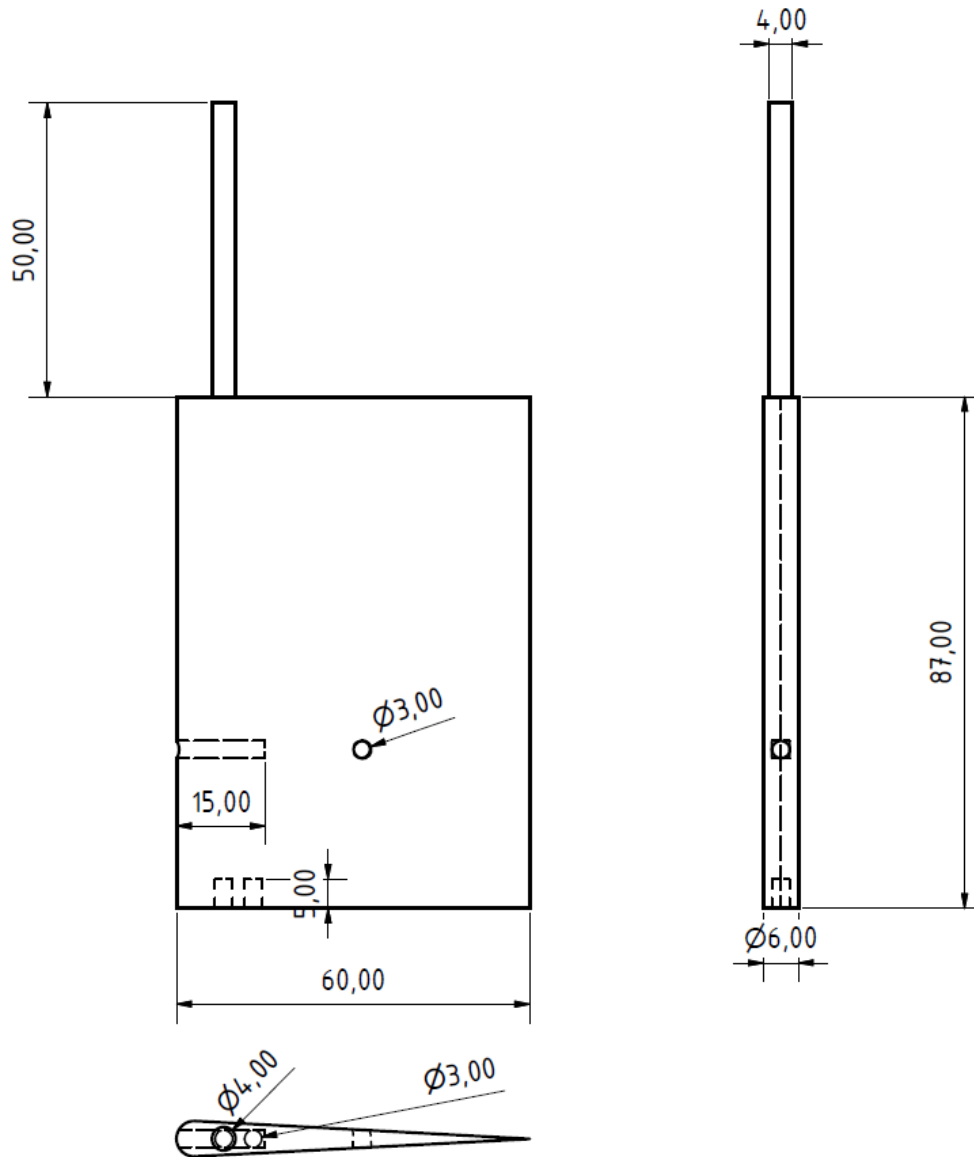
Obrázek 4:Druhý návrh



Obrázek 5: rozměry boční nohy

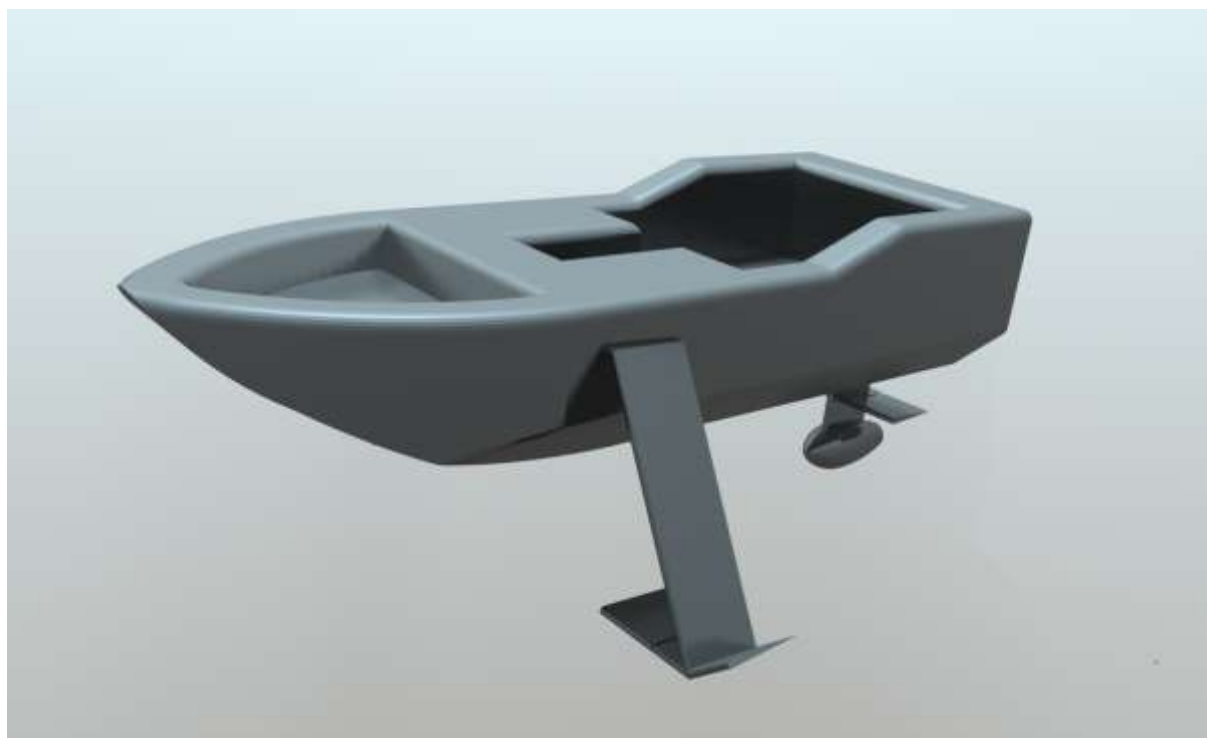


Obrázek 6: rozměry lodi

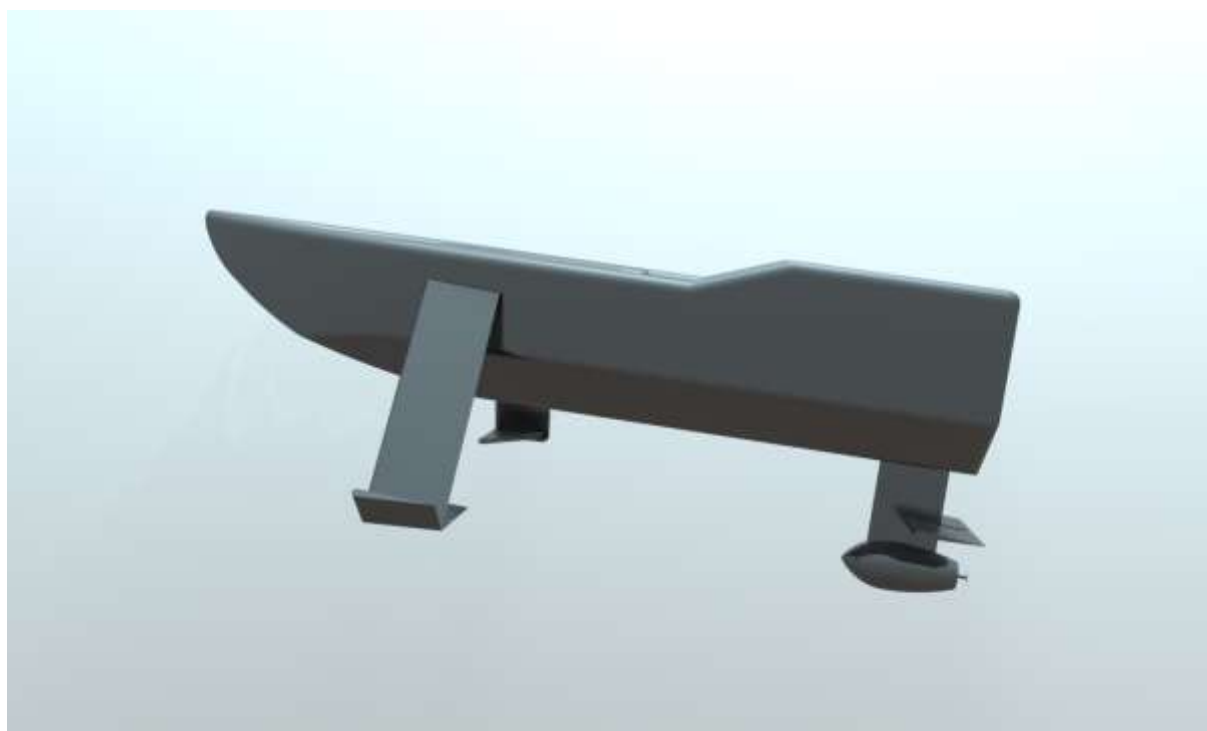


Obrázek 7: rozměry zadní nohy

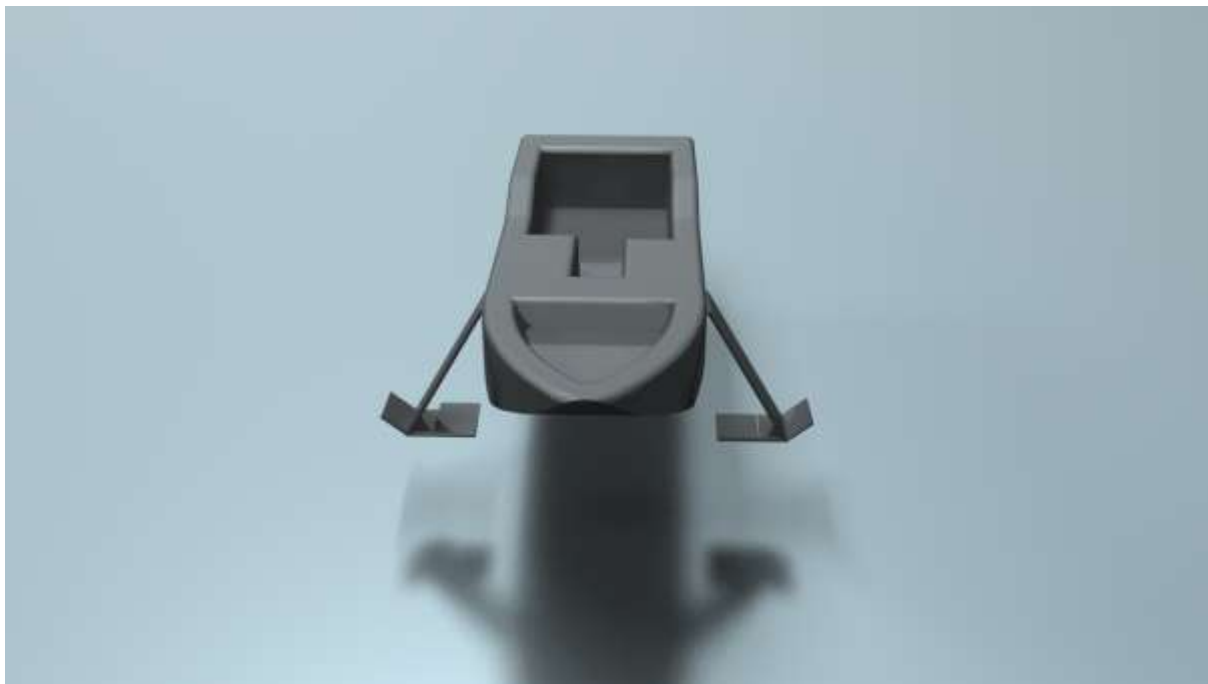




Obrázek 8:Finální návrh



Obrázek 9:Pohled 2



Obrázek 10:Pohled 3



Obrázek 11:Pohled 4



Obrázek 12: Výroba-Obrábění



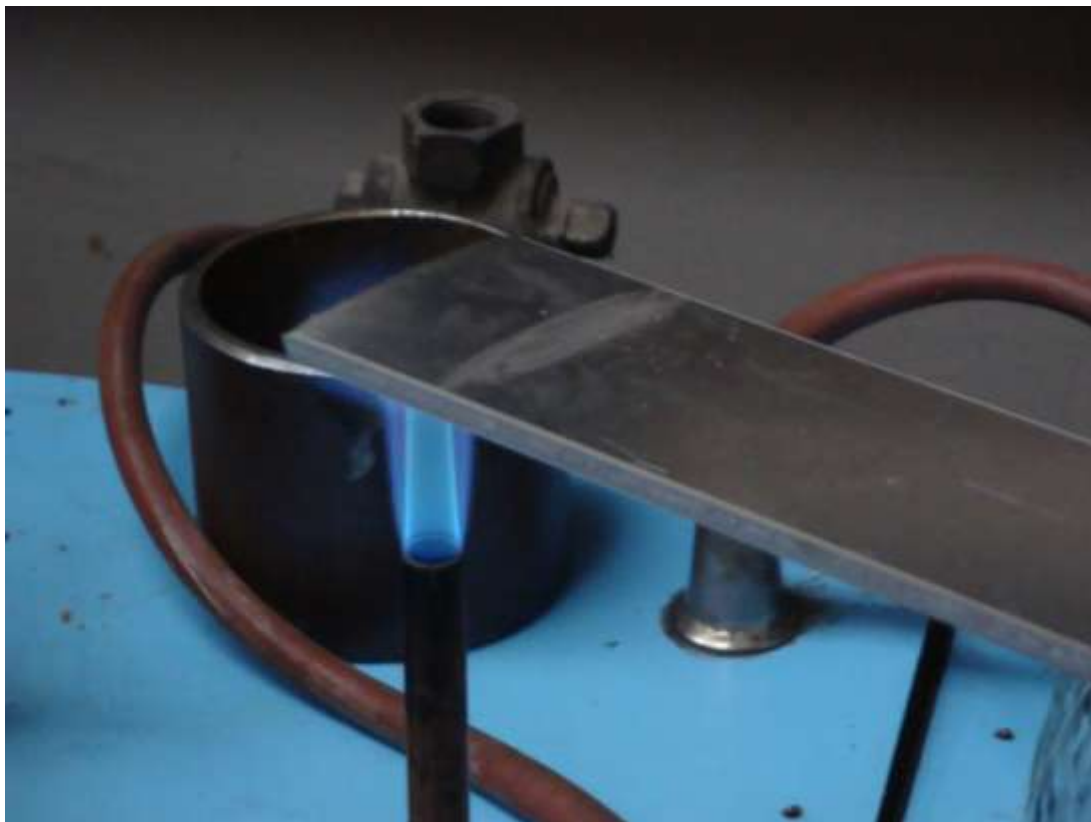
Obrázek 13: Výroba-nástroj



Obrázek 14: Výroba-řezání duralu



Obrázek 15: Výroba-řezání-pohled



Obrázek 16: Výroba-zahřátí duralu



Obrázek 17: Výroba-ohýbání duralu





Obrázek 18: Výroba-stroj na obrábění kovu



Obrázek 19: Výroba-Náhled



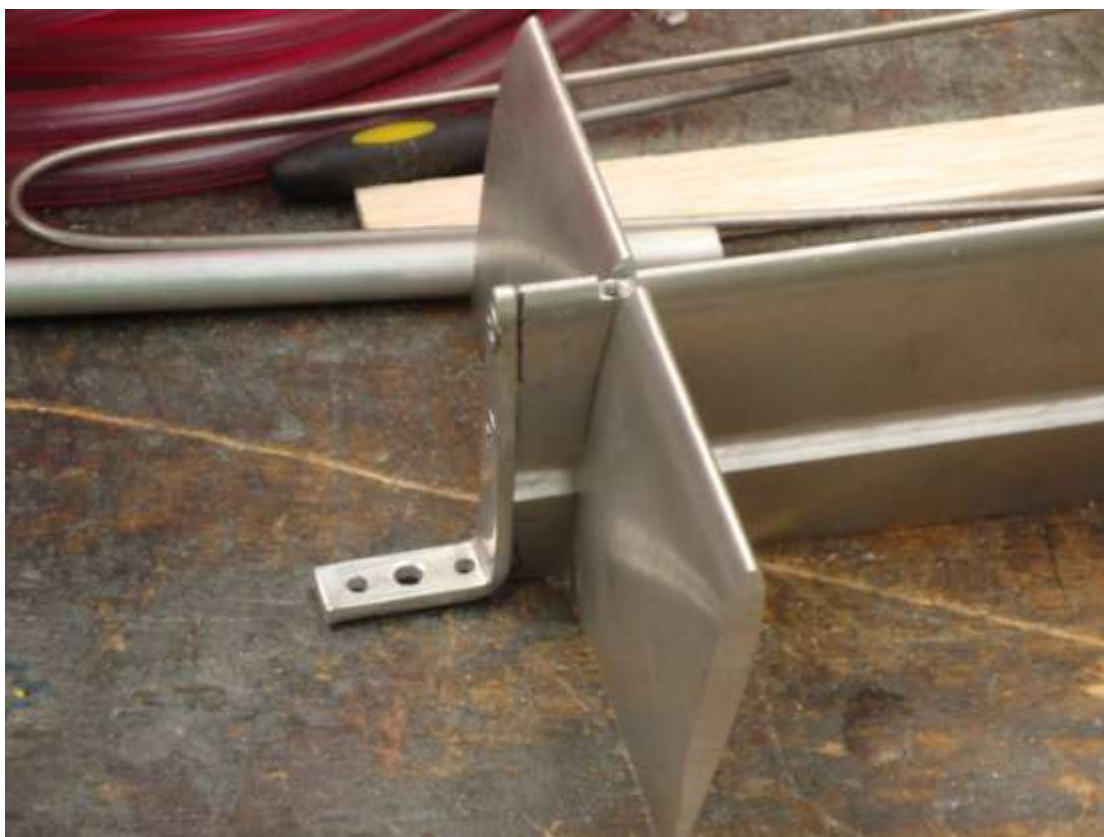
Obrázek 20: Výroba-nanášení tmelu



Obrázek 21: Výroba-pohled



Obrázek 22: Výroba-pohled na součásti

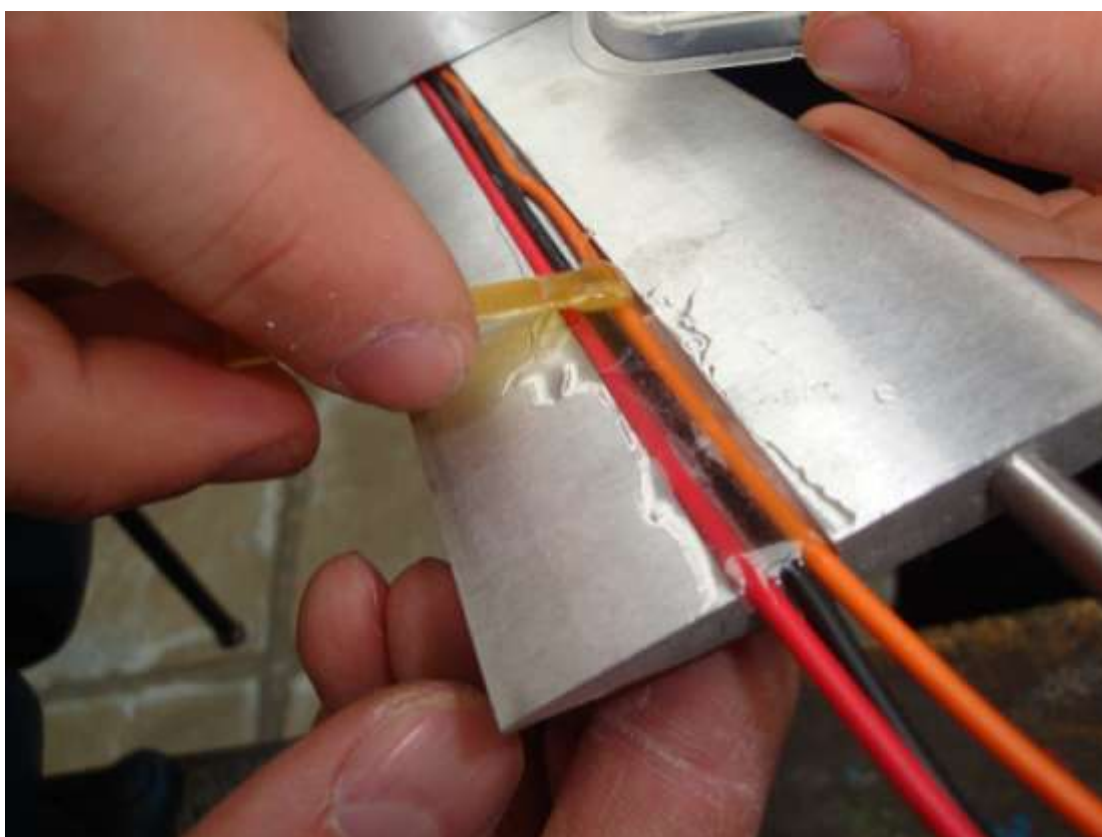


Obrázek 23: Výroba zadní nohy





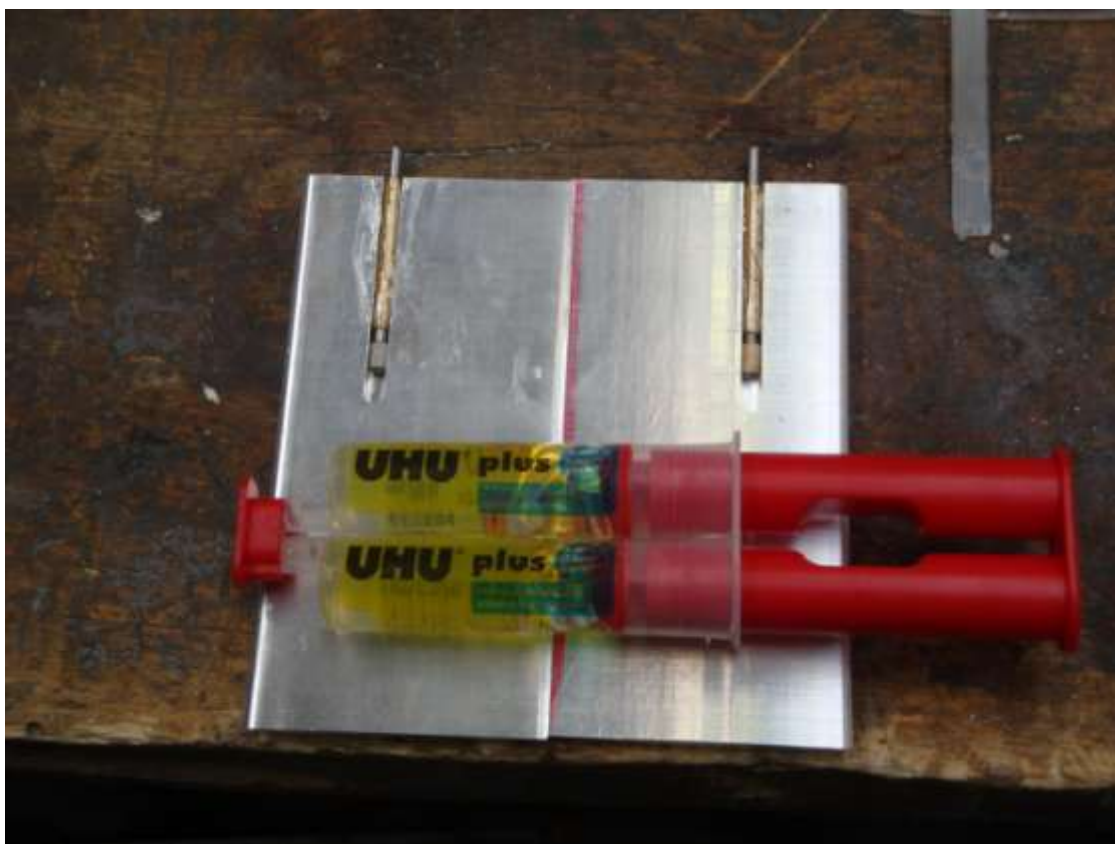
Obrázek 24: Výroba-pohled



Obrázek 25: Výroba lepení kabelu



Obrázek 26: Výroba-ukázka principu otáčení



Obrázek 27: Výroba-lepení

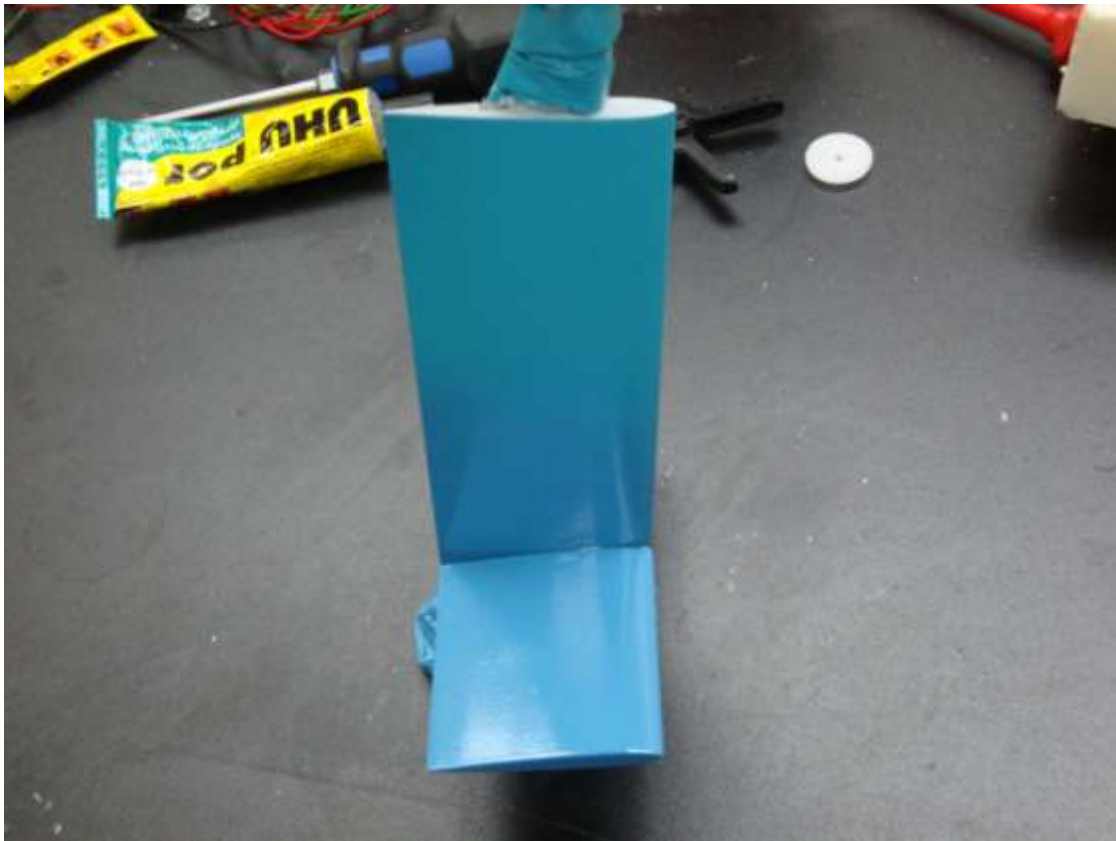


Obrázek 28: Výroba-nanášení barvy na křídla



Obrázek 29: Výroba-nanášení barvy na boční nohy





Obrázek 30:ukázka



Obrázek 31:Barevný přechod



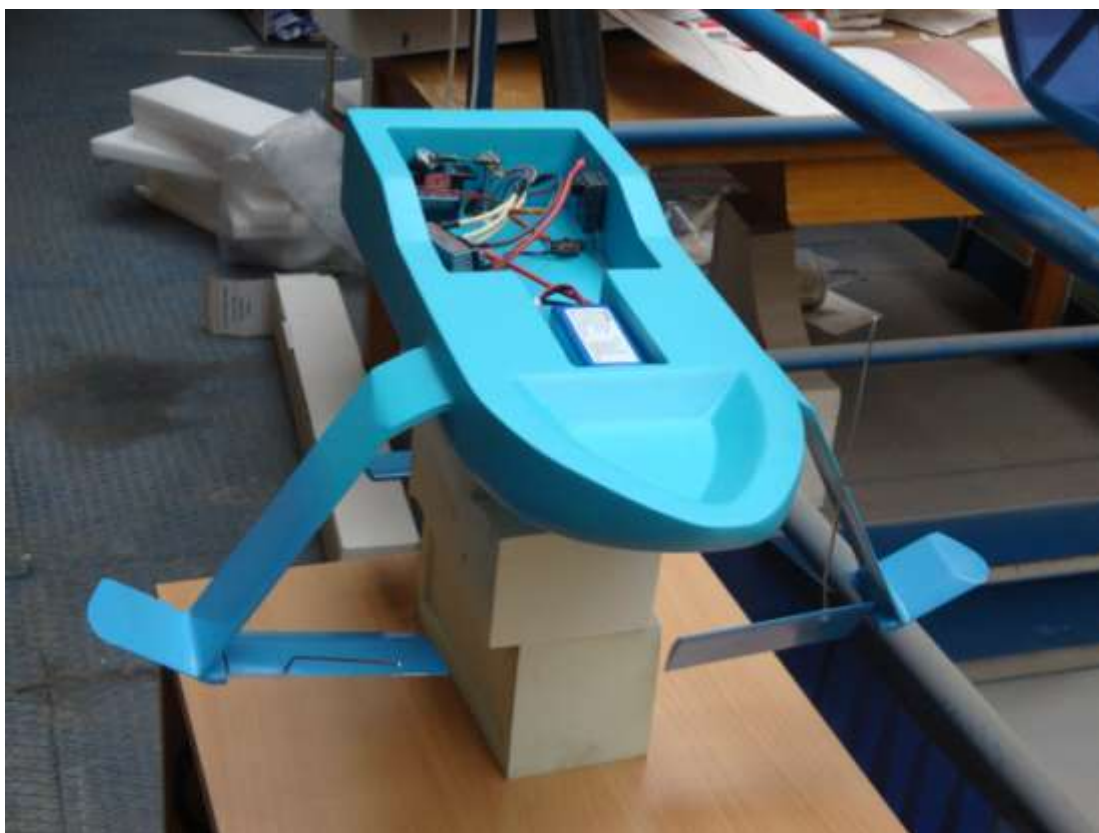
Obrázek 32: ukázka hotových křídél



Obrázek 33: ukázka nanášení barvy



Obrázek 34:pohled

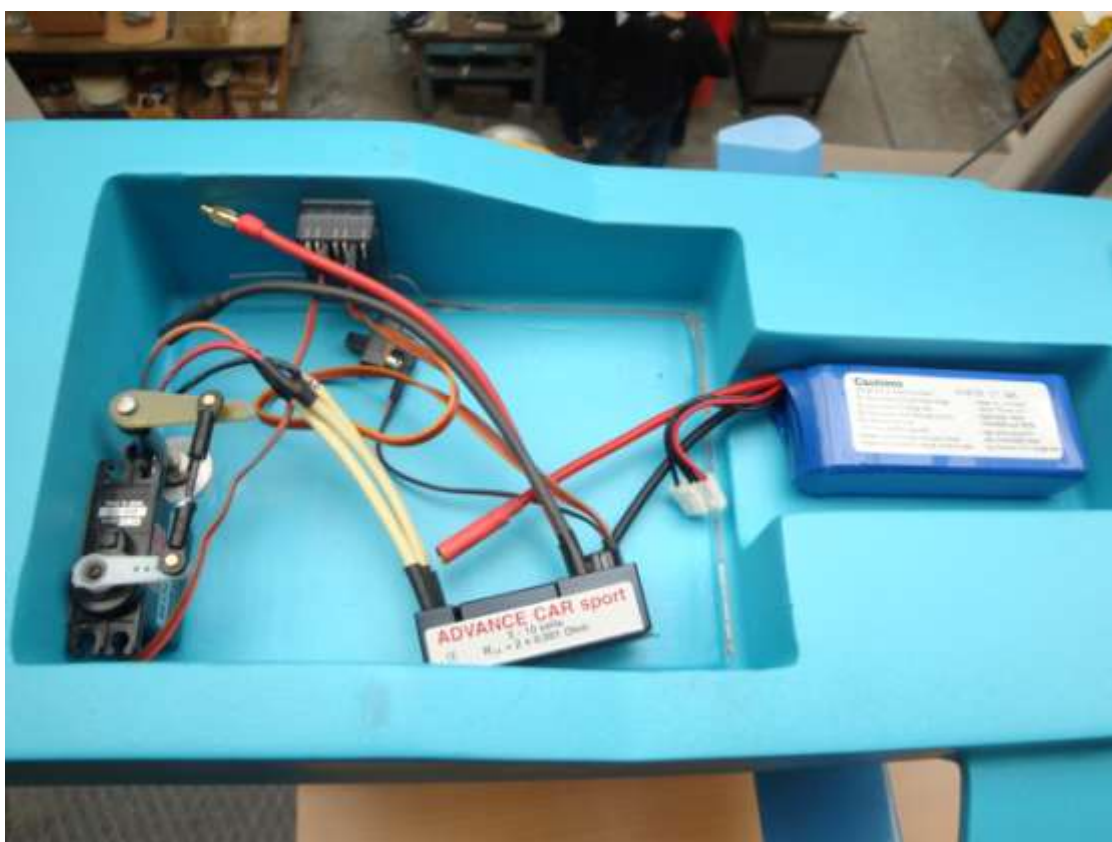


Obrázek 35:Pohled na loď vybavenou elektronikou





Obrázek 36:pohled ze shora



Obrázek 37:ukázka elektroniky



Obrázek 38: pohled na zavěšení motoru

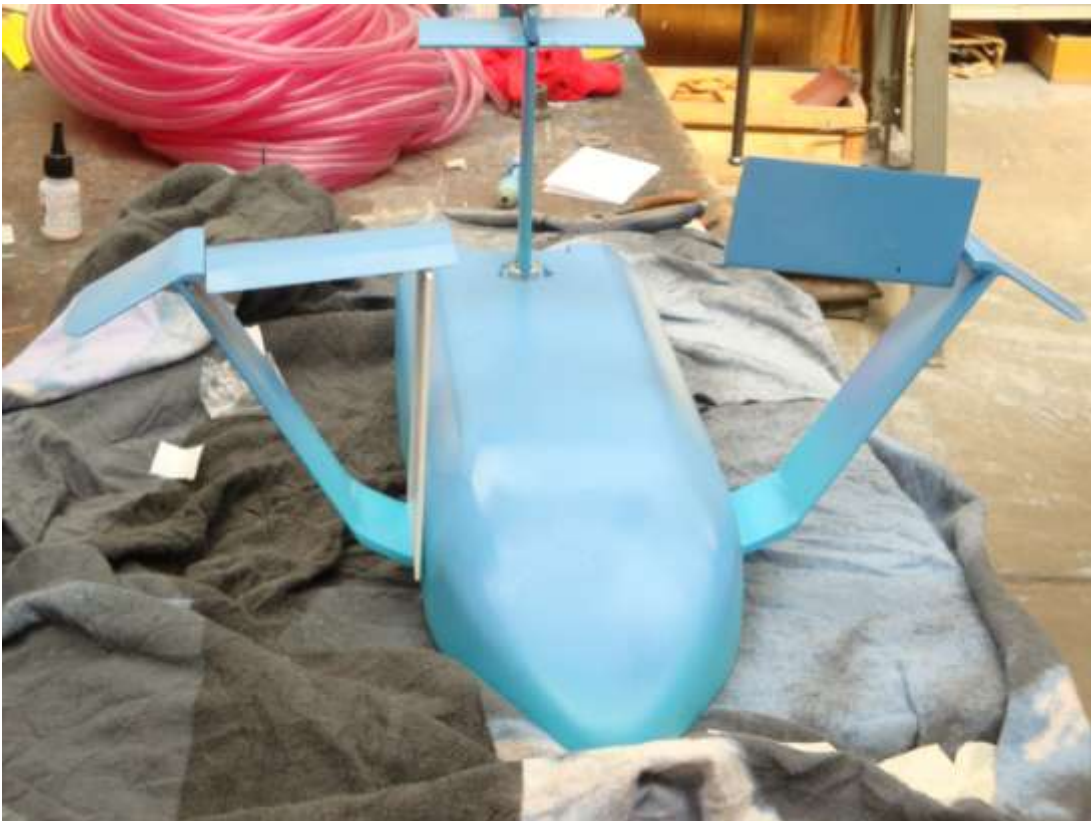


Obrázek 39: pohled na princip zatáčení





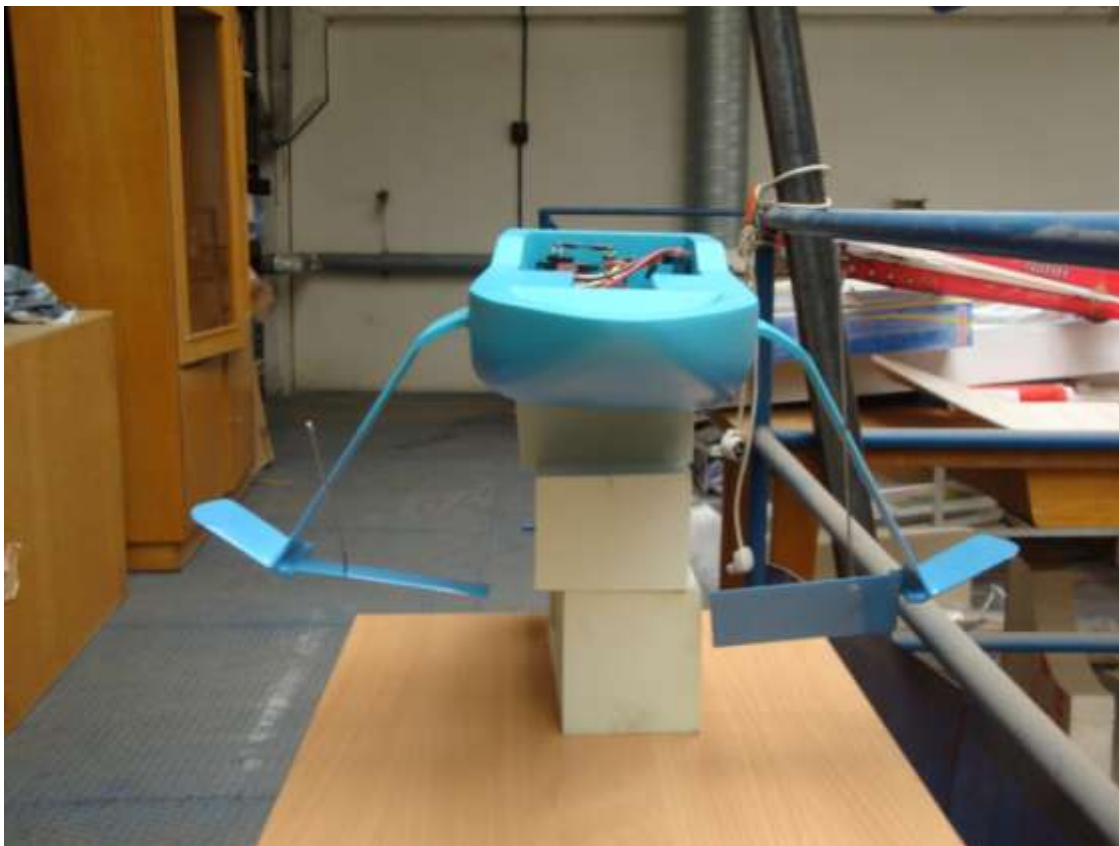
Obrázek 40: ukázka křídel a zavěšení motor



Obrázek 41: zavěšení křídel

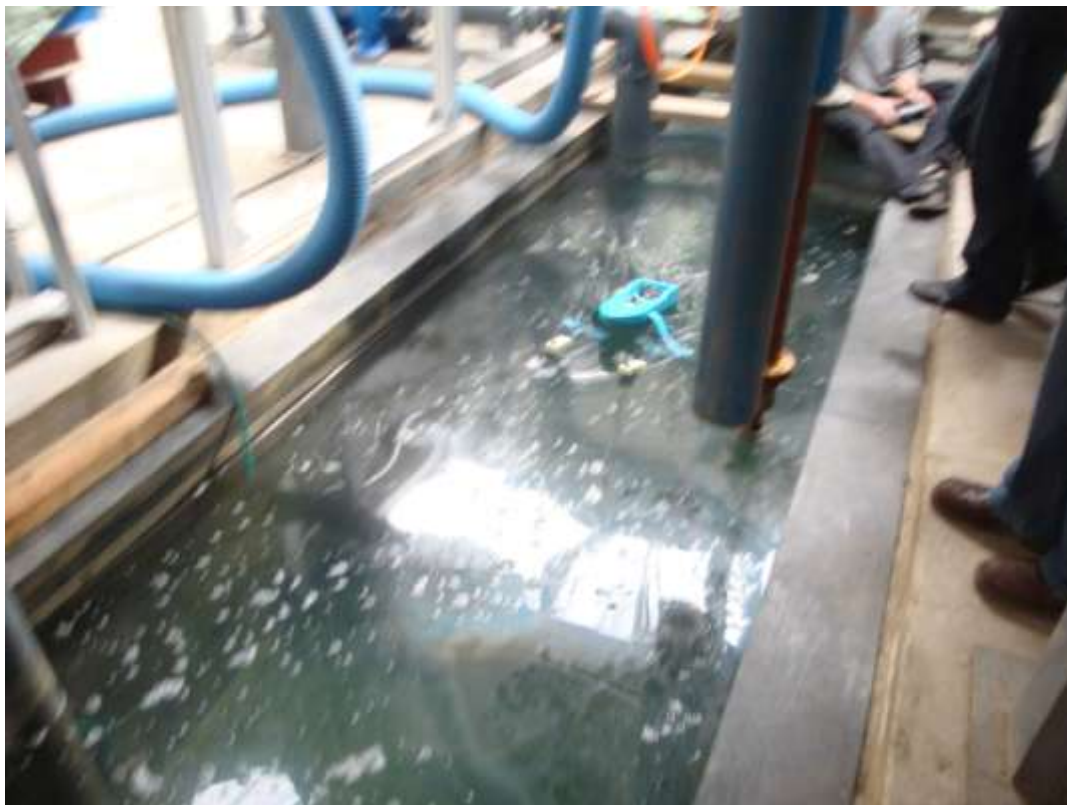


Obrázek 42:pohled ze zdola



Obrázek 43:Pohled zepředu





Obrázek 44:první zkouška na vod



Obrázek 45:po zvýšení výkonu motoru

Všechny fotky z výroby naleznete na přiloženém DVD ve složce „Foto z výroby“