



Středoškolská technika 2024

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Propojení 3D tisku a elektroniky

Autoři: Ondřej Matějka; Patrik Vasyka
Vedoucí: Ing. Vít Dlouhý, IWE; Ing. Jakub Petr

Gymnázium, Střední odborná škola a Vyšší odborná škola Ledec nad Sázavou
Husovo náměstí 1, Ledec nad Sázavou 584 01



3D tisk je stále více přítomný kolem nás. Ať už se jedná o domácí využití, uplatnění v průmyslu či v dalších oborech. S tím, jak s touto technologií přichází do styku čím dál více lidí, objevují se zajímavé nápady, modely, vylepšování, prototypy a jiné výrobky vytvořené pomocí 3D tisku.

Zajímavé spojení vykazuje 3D tisk spojený s elektronickými komponenty. Vytvořené modely tak mohou rázem ožít, pohybovat se a dělat nejenom radost autorům a svému okolí. Současně se při této kreativní činnosti lidé učí novým věcem, kritickému a logickému myšlení, trpělivosti, pečlivosti a jiným důležitým postojům a návykům.

Díky otevřené databázi mohou 3D tiskaři sdílet své modely a zkušenosti, Případně inspirovat ostatní. Avšak vytvoření originálních výrobků, modelů nebo mechanismů je vždy velmi cenné. Ačkoliv vždy výsledky nemusí být napoprvé uspokojující, vždy je vhodné zamyslet se, jaké se nabízejí možnosti při řešení jednotlivých problémů a nedostatků.

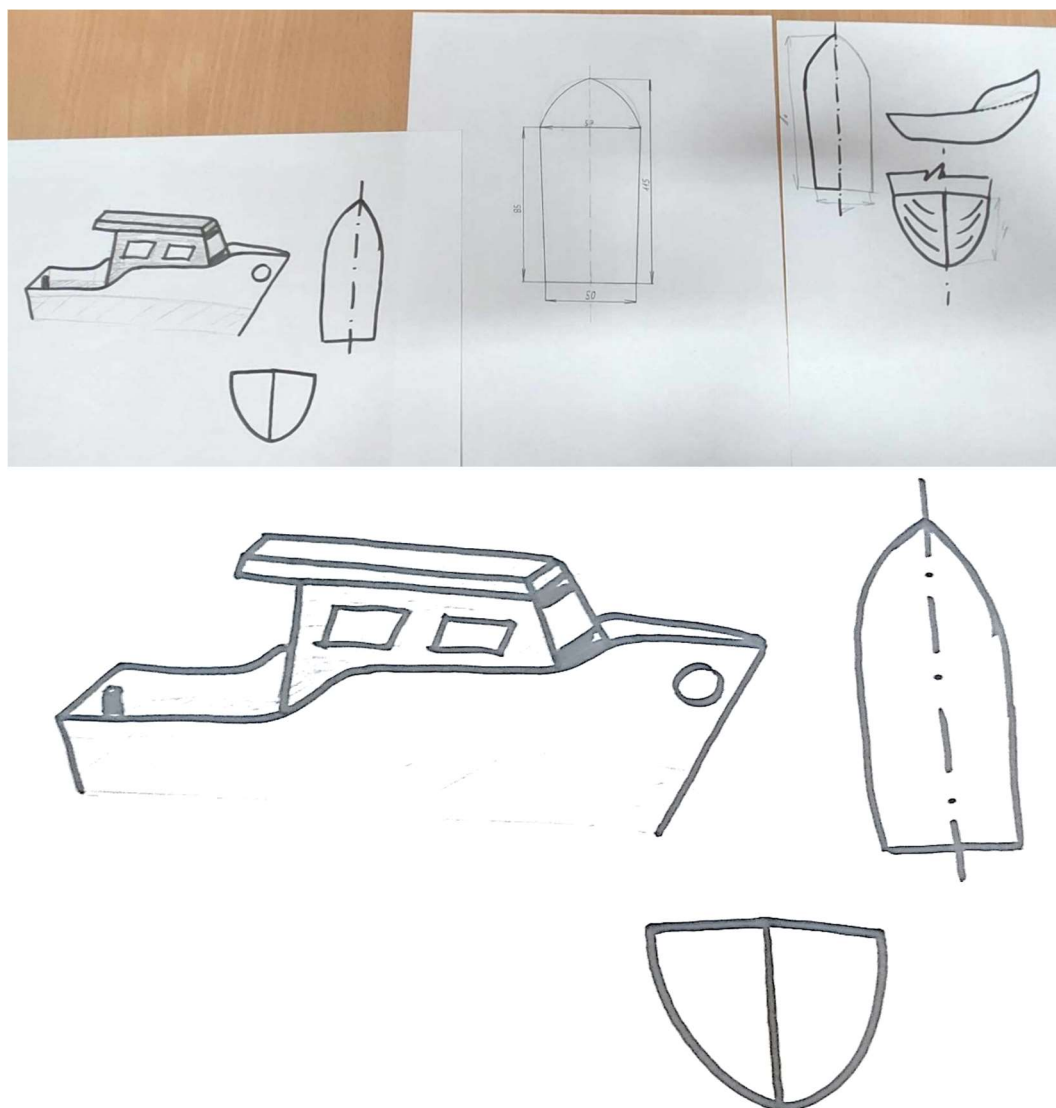
V rámci následného příspěvku vám nabídneme náš středoškolský projekt, kde se uplatnilo 3D modelování a 3D tisk s propojením elektroniky.

Projekt „lodička“

Cílem projektu byl kompletní návrh 3D modelu plavidla, které bude poháněné lodním šroubem spolu s ovládáním. Pro oživení a pohon byla vybrána platforma Arduino s patřičnými motůrky. Během postupné realizace se objevilo několik problémů, které byly postupně řešeny s různou úspěšností. Celá myšlenka nabízí značný potenciál do budoucna a možnost neustálého zlepšování.

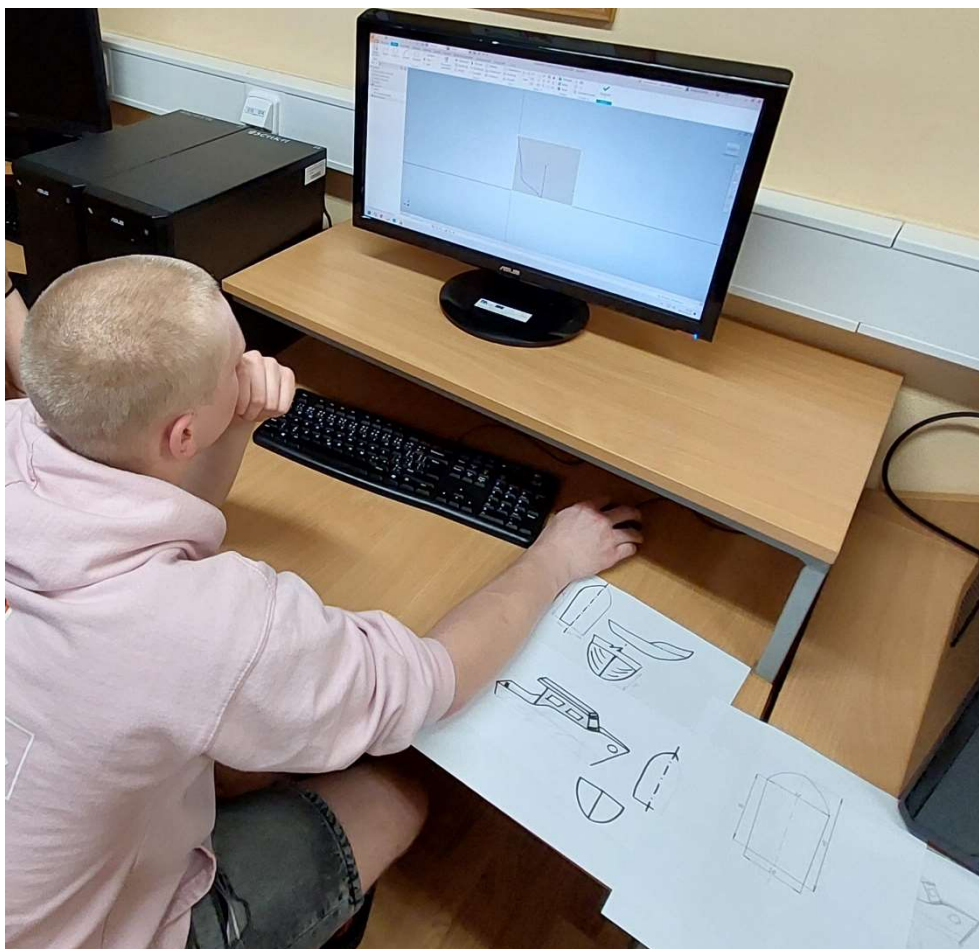
Návrh a tvorba modelu

Prvotním úkonem bylo navržení celkového designu budoucího modelu včetně předpokládaných rozměrů. Z několika náčrtků tak vznikla skica budoucího modelu, podle které se následně tvořil model v počítači.

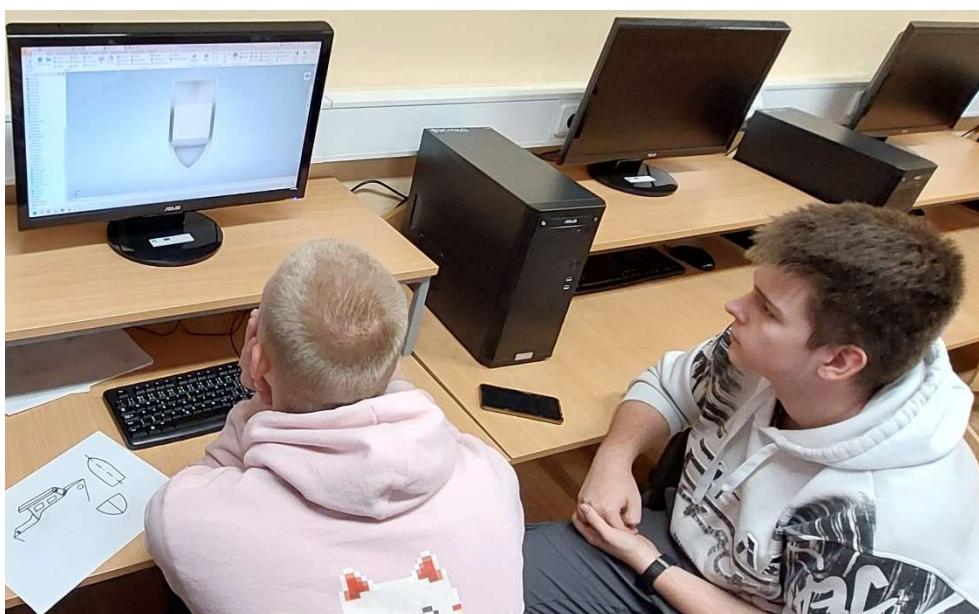


Obr. 1: Návrh lodičky (skica)

Pro samotné parametrické modelování byl vybrán Autodesk Inventor 2024. Po získání základů z oblasti vytváření parametrických modelů se mohlo začít s tvarem trupu. Design trupu byl navržen s ohledem na co největší stabilitu při plavání lodi na hladině. Jednotlivé křivky se postupně upravovaly, až jsme získali finální průřez.

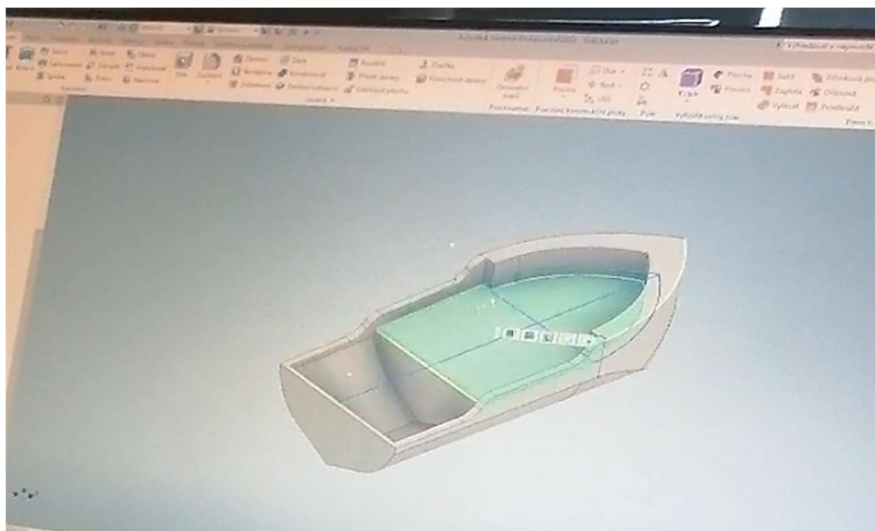


Obr. 2: Vytváření trupu



Obr. 3: Modelování trupu

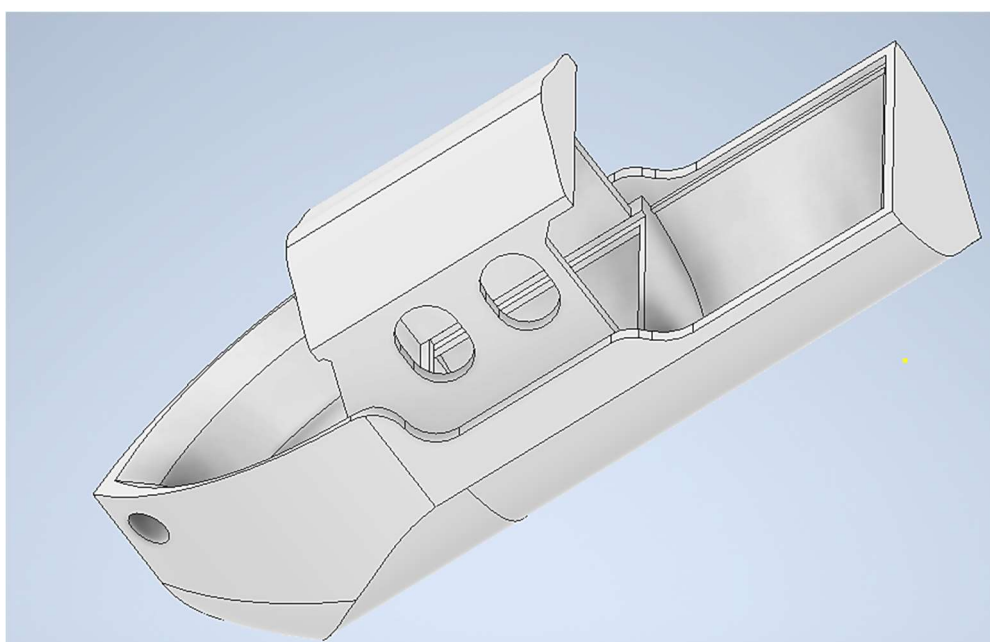
Po dokončení trupu následovala nástavba a střecha kabiny loď. Zřetel se bral i na estetickou stránku celkového designu. Byla tak postupně vytvořena prvotní verze prototypu pro 3D tisk.



Obr. 4: Modelování nástavby



Obr. 5: Modelování nástavby (pokračování)

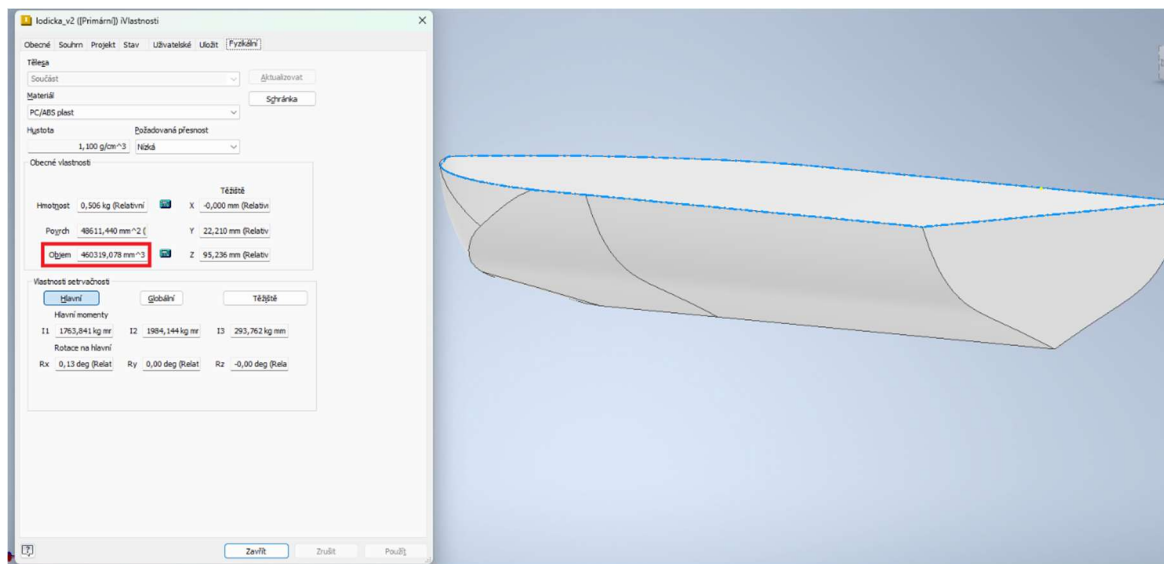


Obr. 6: Prototyp

Výpočty

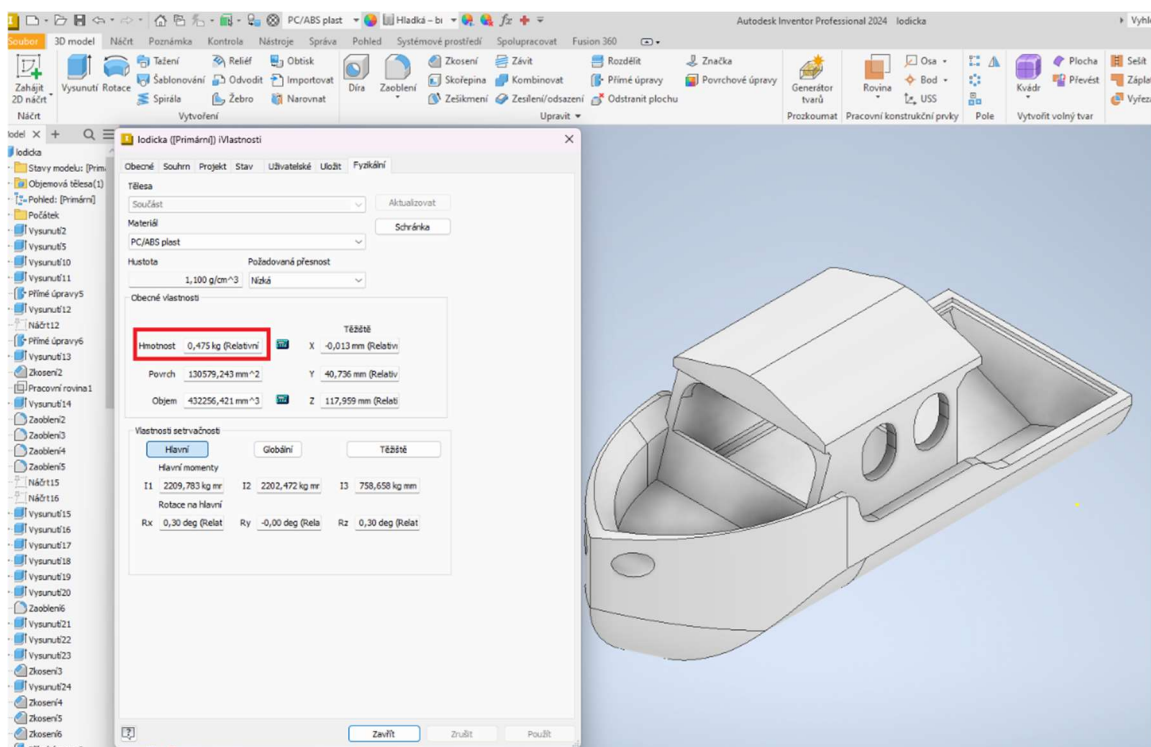
Než se mohlo přistoupit k samotnému 3D tisku, byly provedeny základní propočty s ohledem na Archimédův zákon. Pokud bude tíha tělesa větší než vztlaková síla, loď se potopí. Jestliže vztlaková síla bude větší než tíha tělesa, tak těleso bude plovat.

Pro výpočet vztlakové síly jsme stanovili předpokládanou hloubku ponoru a následný objem ponořené části lodě.



Obr. 7: Předpokládaný objem ponořené části lodě

K zjištění hmotnosti lodě nám opět pomohl Inventor, který vypočítal při nastavení vhodného materiálu celkovou hmotnost modelu. Nicméně je nutné zmínit, že model nebude mít plný průřez, ale uplatní se zde plástve pro úsporu hmotnosti a současně rychlejší tisk.



Obr. 8: Vypočítaná hmotnost modelu

$$F_{vz} = V_{p\check{c}} \cdot \rho_k \cdot g \quad (1)$$

$V_{p\check{c}} \rightarrow$ předpoklad z Invertoru 444 908 mm³

$\rho_k \rightarrow 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

$g \rightarrow$ tíhové gravitační zrychlení 10 m.s⁻²

$F_{vz} = 0,000460319 \cdot 1000 \cdot 10$

$F_{vz} = 4,6 \text{ N} \rightarrow$ předpokládaná vztlaková síla

$m \rightarrow$ odhad z invertoru (0,475 kg plný průřez) $\rightarrow$ odhad 300 g

S ohledem na dutý výtisk s 10 % výplní nelze údaj brát zcela přesně, nicméně hmotnost se zvýší po osazení elektronikou a bateriemi.

$$F_g = m \cdot g \quad (2)$$

$F_g = 0,3 \cdot 10$

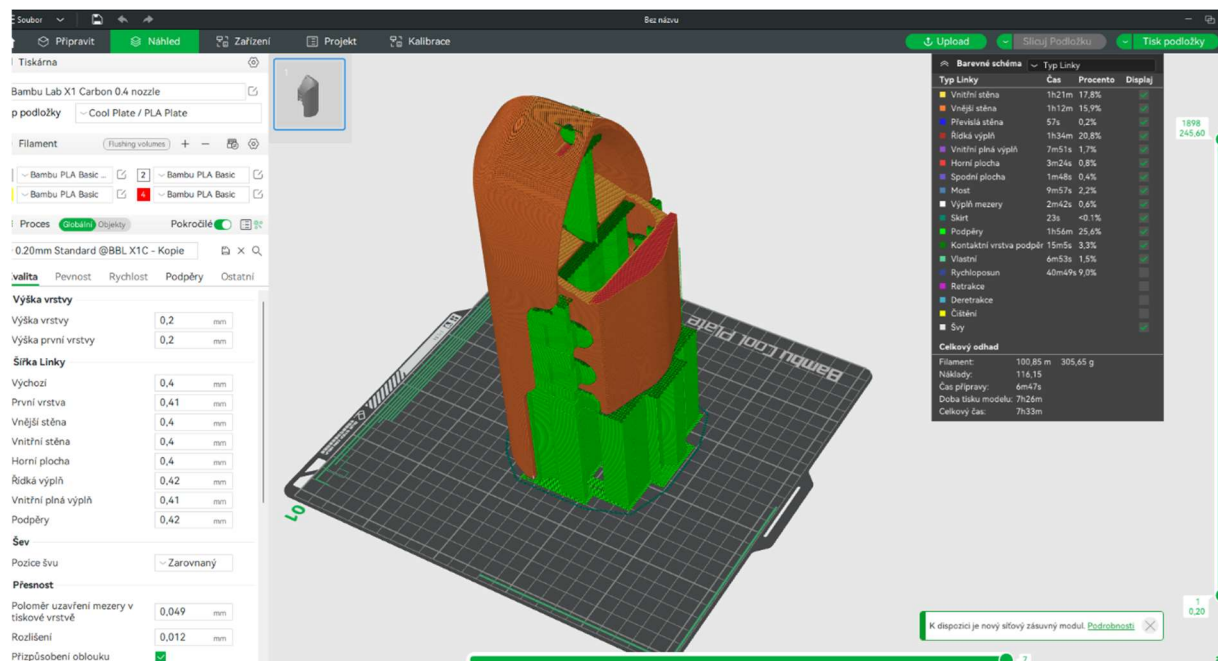
$F_g = 3 \text{ N} \rightarrow$ tíhová síla

Předpoklad:

$F_{vz} > F_g \rightarrow$ loď se bude vznášet na hladině

Příprava pro 3D tisk

Připravený model byl nahrán do programu bambu studio pro tiskárnu Bambu Lab X1C. Hustota výplně byla nastavena na 10 %, materiál byl zvolen PLA. Nezbytností bylo vygenerování podpěr s ohledem na převisy u některých ploch (nevýhoda FDM tisku, kde není potřebný základ pro první vrstvu).



Obr. 9: Příprava prototypu pro 3D tisk (Bambu studio)

Prototyp

Po několika hodinách tisku nastal problém s podáváním filamentu, což se projevilo na konečném výsledku. Problémy během tisku na 3D tiskárnách nejsou ojedinělou záležitostí a ne vždy se dá těmto situacím předcházet. Nicméně prototyp posloužil ke svému účelu a vrchní posunutá část výtisku byla ručně oddělena a následně spojená tmelem.



Obr. 10: První prototyp

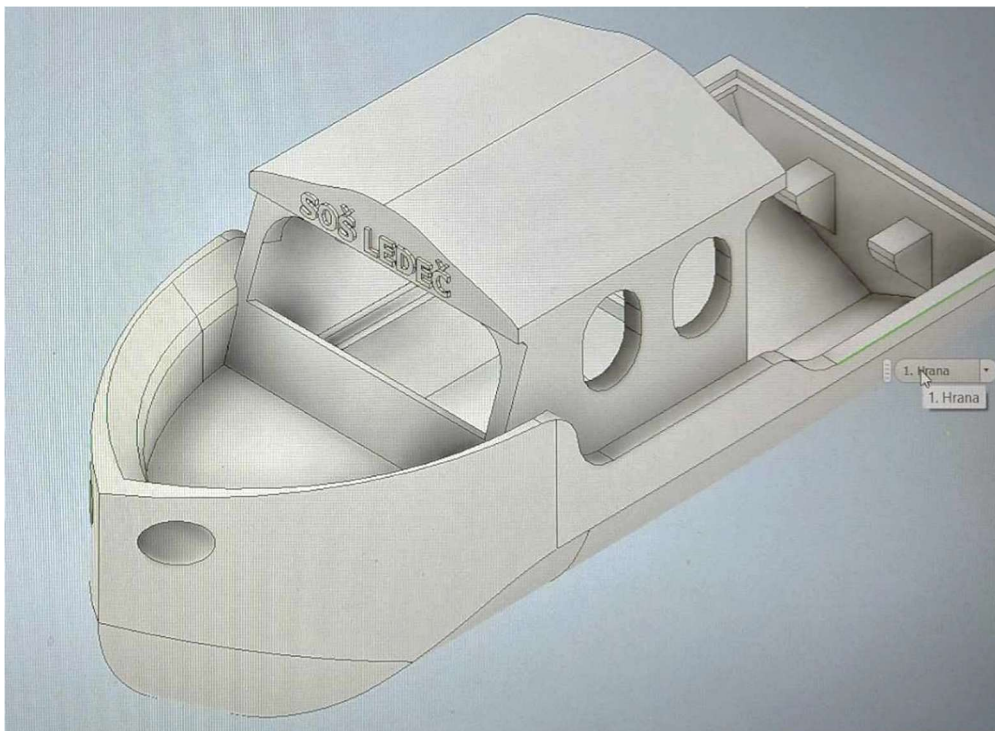
Takto získaný model byl podroben testování s ohledem chování lodi na hladině. Současně se počítalo se zvýšenou váhou kvůli elektronickým komponentům, a proto se využila patričná zátěž. Loď i se zátěží měla dostatečný vztlak a stabilitu na hladině.



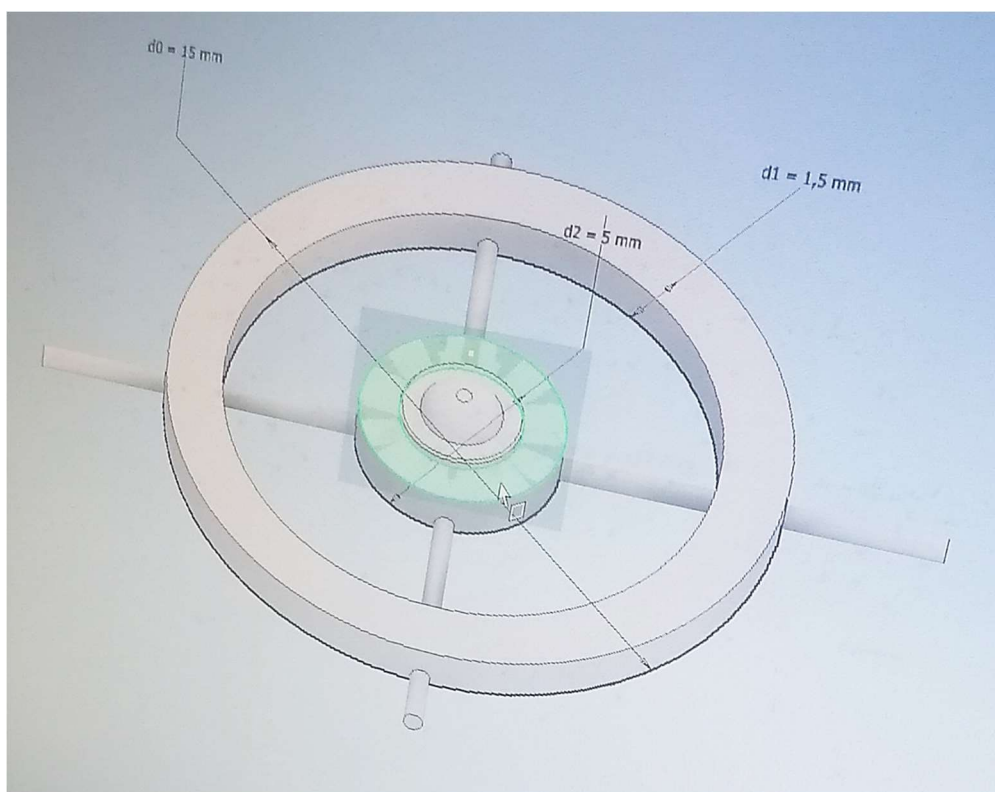
Obr. 11: První prototyp na vodě

Úpravy a tisk

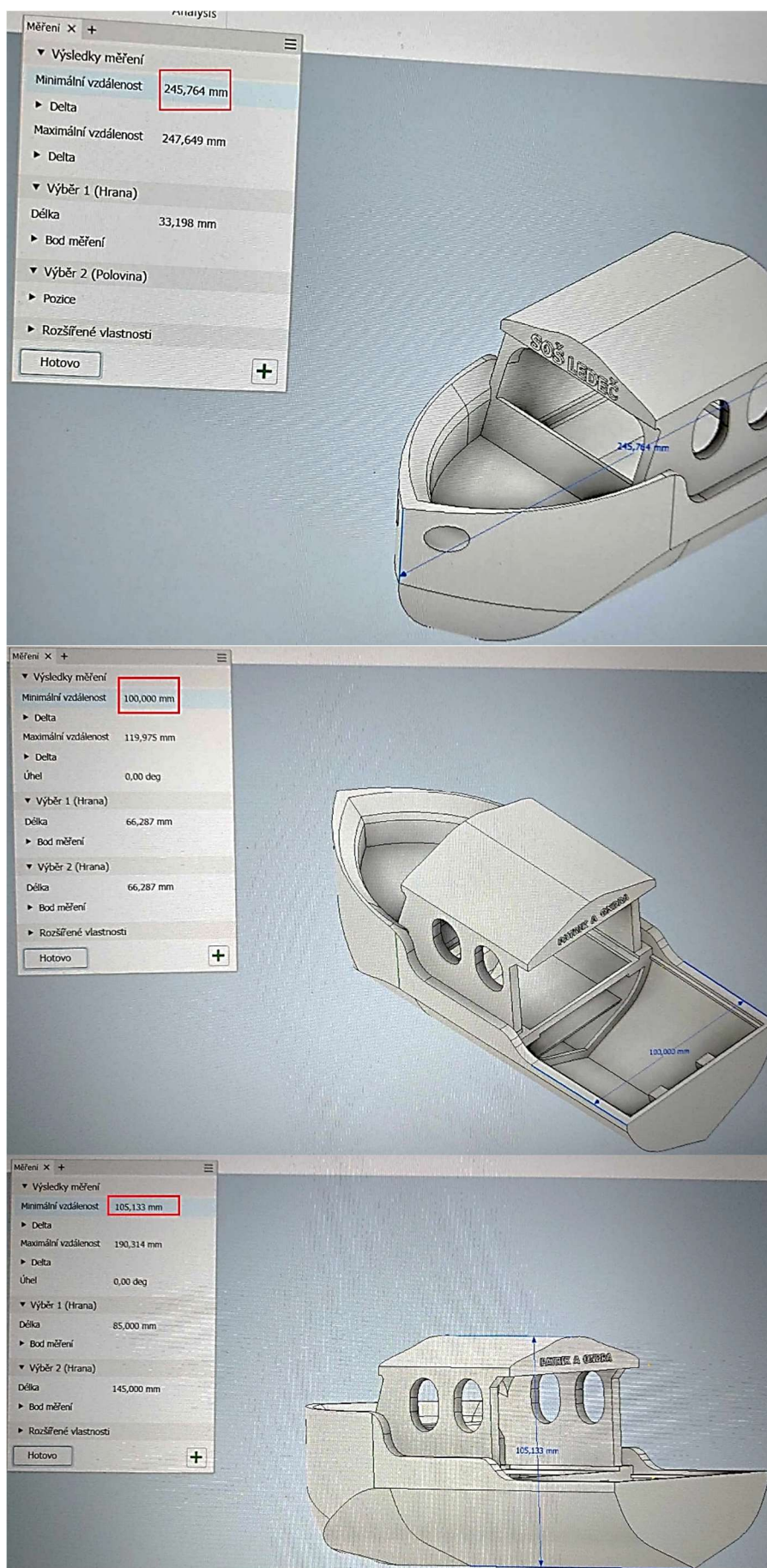
Získané poznatky se zpracovaly a model prodělal pár korekcí. Trup se prodloužil pro zajištění dostatku místa o 20 mm. V průběhu úprav se řešil mechanismus kormidla, uložení baterií pro napájení a umístění ostatních elektronických komponent. Současně byly promyšleny drobné detaily, jako například kormidlo.



Obr. 12: Editovaný prototyp

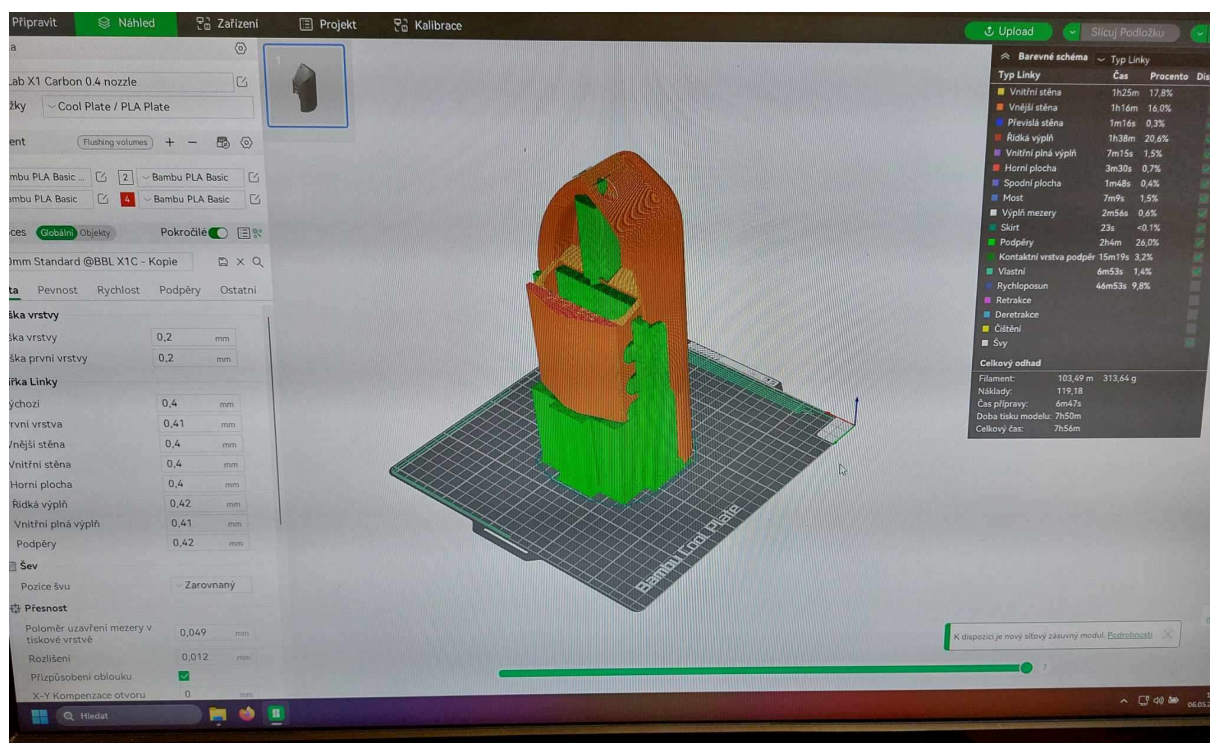


Obr. 13: Model kormidla



Obr. 14: Rozměry lodě

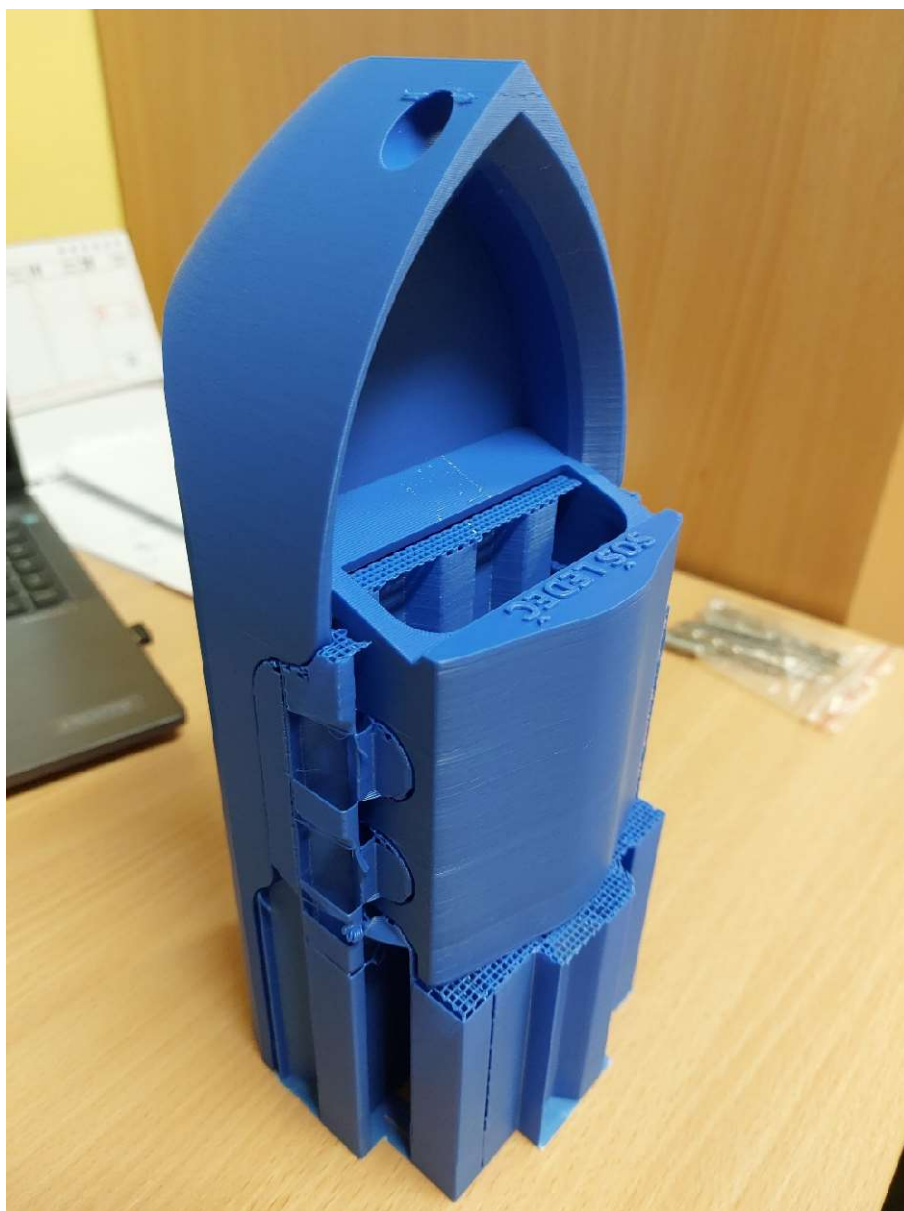
Doba tisku s využitím jedné barvy filamentu byla 8 hodin. Zvolen byl opět PLA filament.



Obr. 15: Model připravený pro 3D tiskárnu Bambu Lab



Obr. 16: Začátek tisku na Bambu Lab X1C



Obr. 16: Vytisknutý model s podpěrami



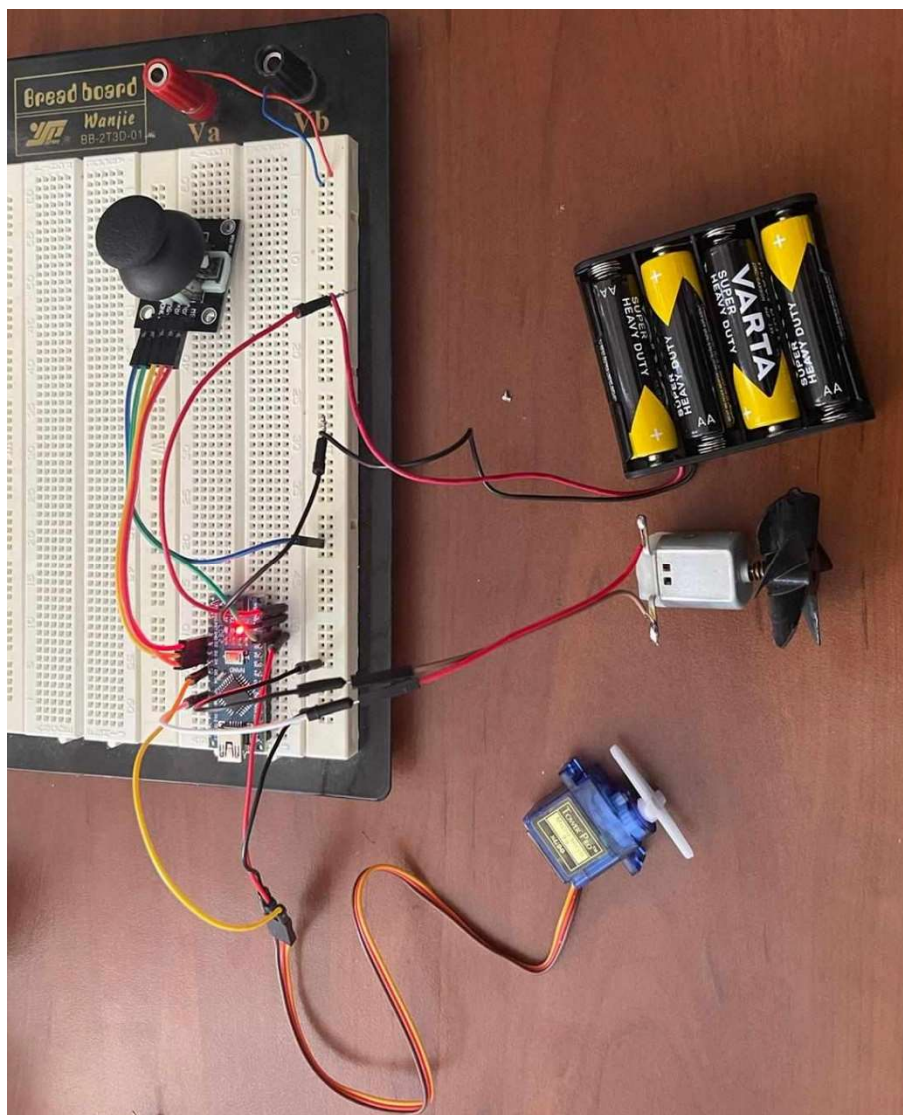
Obr. 17: Vytisknutý model po odstranění podpěr

Zabudování elektroniky

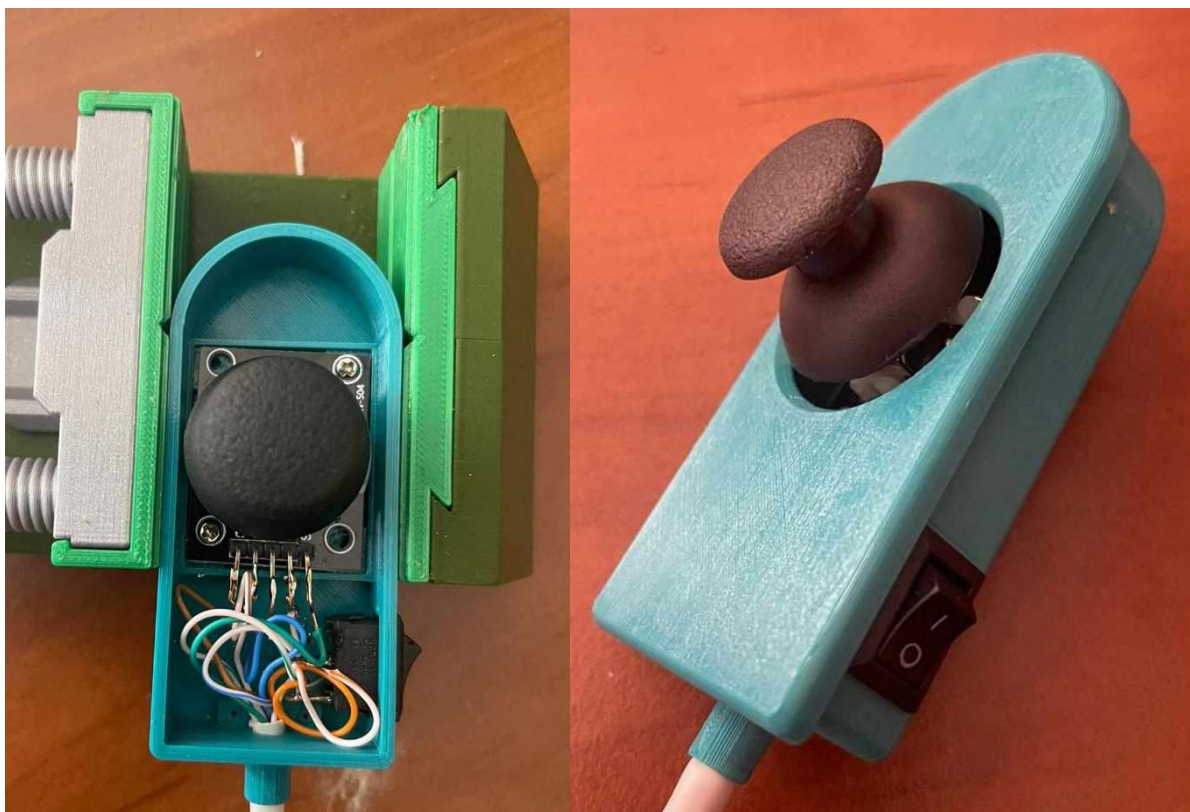
Pro model se využily uvedené díly:

- Arduino NANO CH340 1x,
- Servomotor mikro - 180° 1x,
- DC motor 1x,
- Joystick pro PS2 1x,
- Kolébkový vypínač AC - 3A/250V 1x,
- Bateriový box pro čtyři baterie AA 1x,
- Čtyři baterie AA 1,5 V DuPont,
- rovná kolíková lišta,
- DuPont kabel,
- UTP kabel,
- do budoucna: 2-kanálové relé modul 5VDC 5A pro reverzaci otáček šroubu.

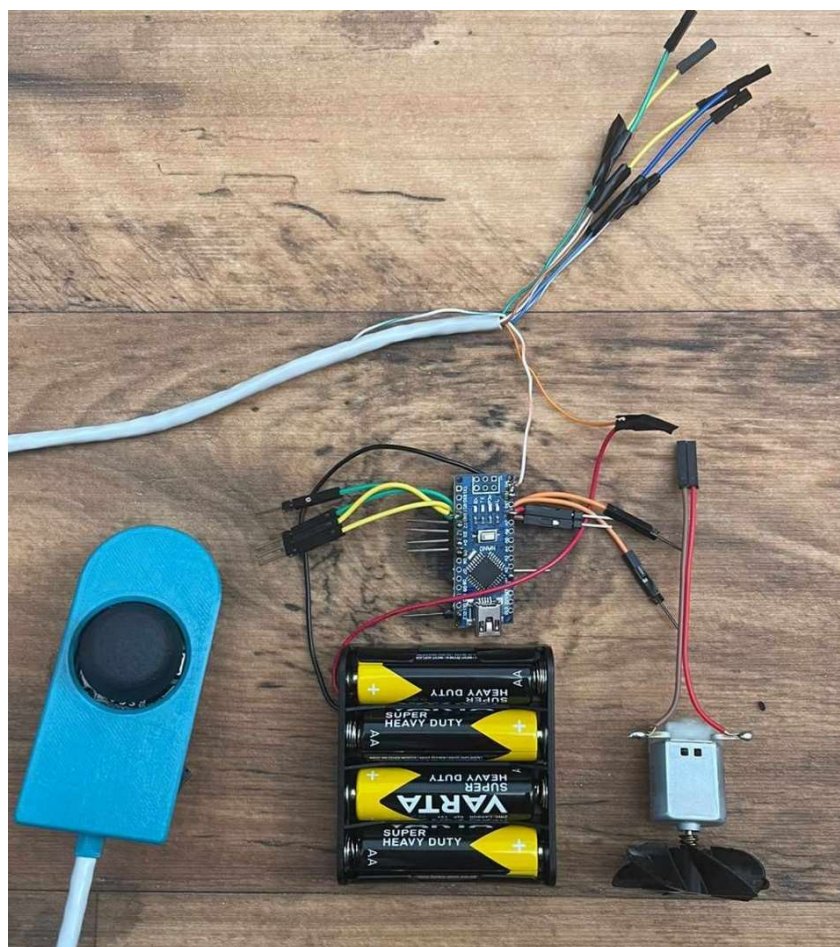
Při kompletaci jednotlivých částí se využila horkovzdušná pistole a pájka. Pro hřídel lodního šroubu se využil drát z korozivzdorné oceli o průměru 2 mm. Model lodního šroubu byl stažený z: <https://www.thingiverse.com/thing:1667362>



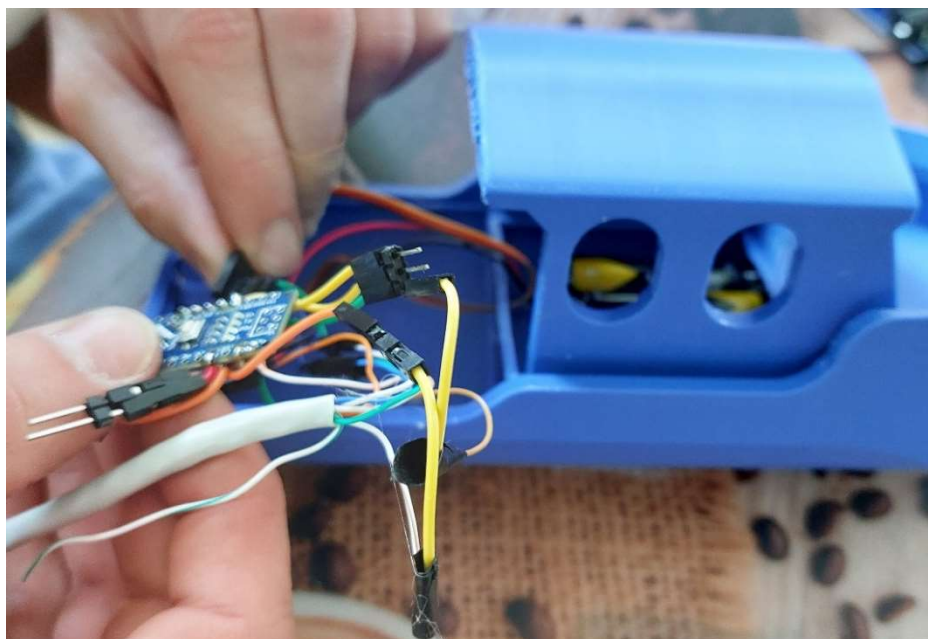
Obr. 18: Příprava elektroniky



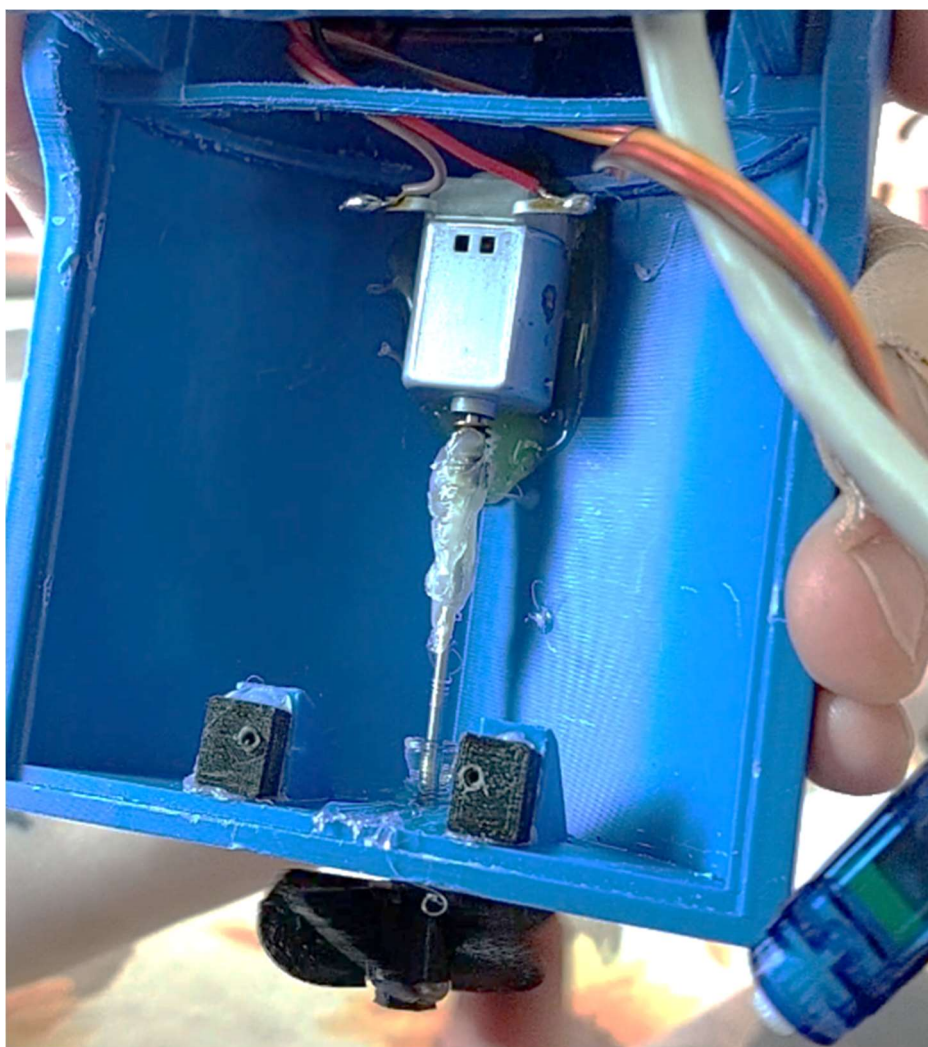
Obr. 19: Ovládání joystickem



Obr. 20: Využité díly



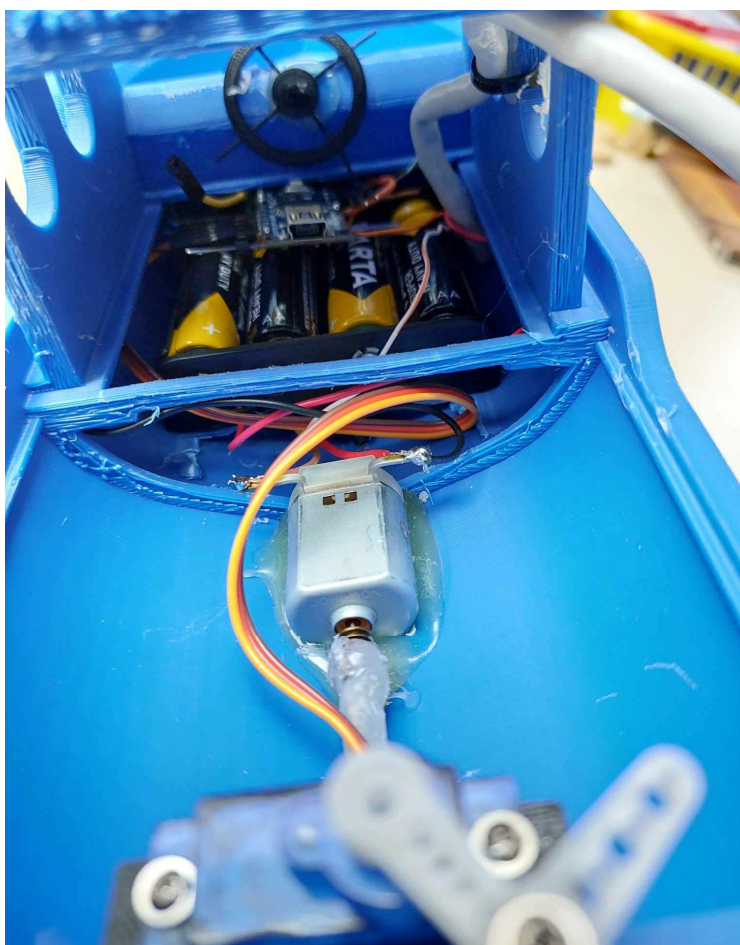
Obr. 20: Kompletace elektroniky



Obr. 21: Pohled na lodní šroub s motůrkem

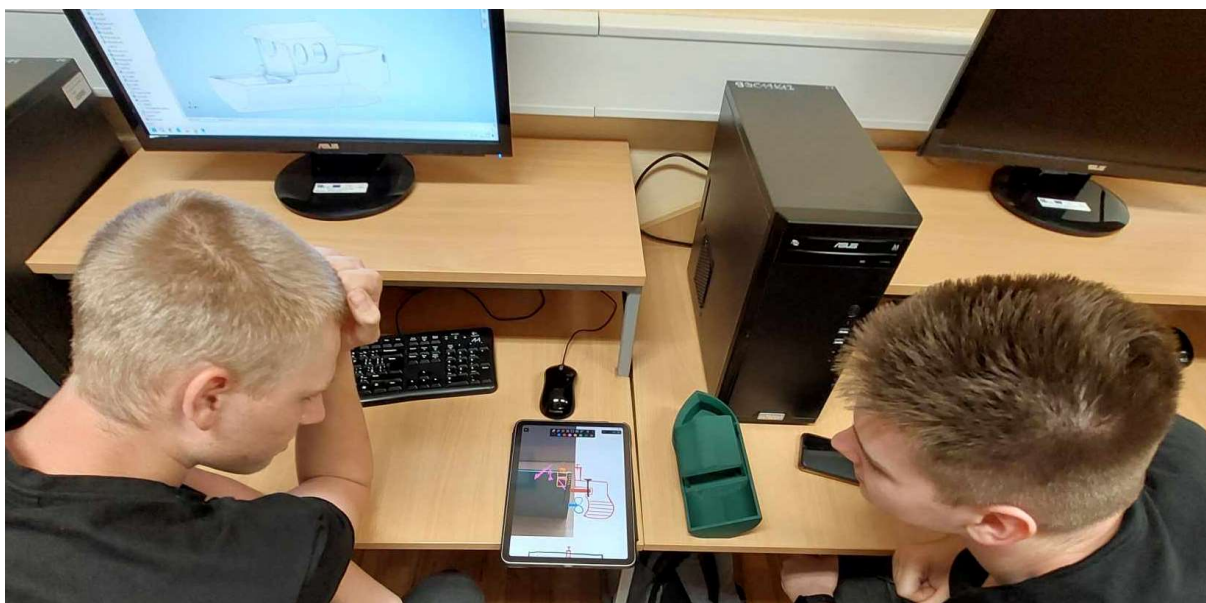


Obr. 22: Model lodičky rozpracovaný s elektronikou a lodním šroubem

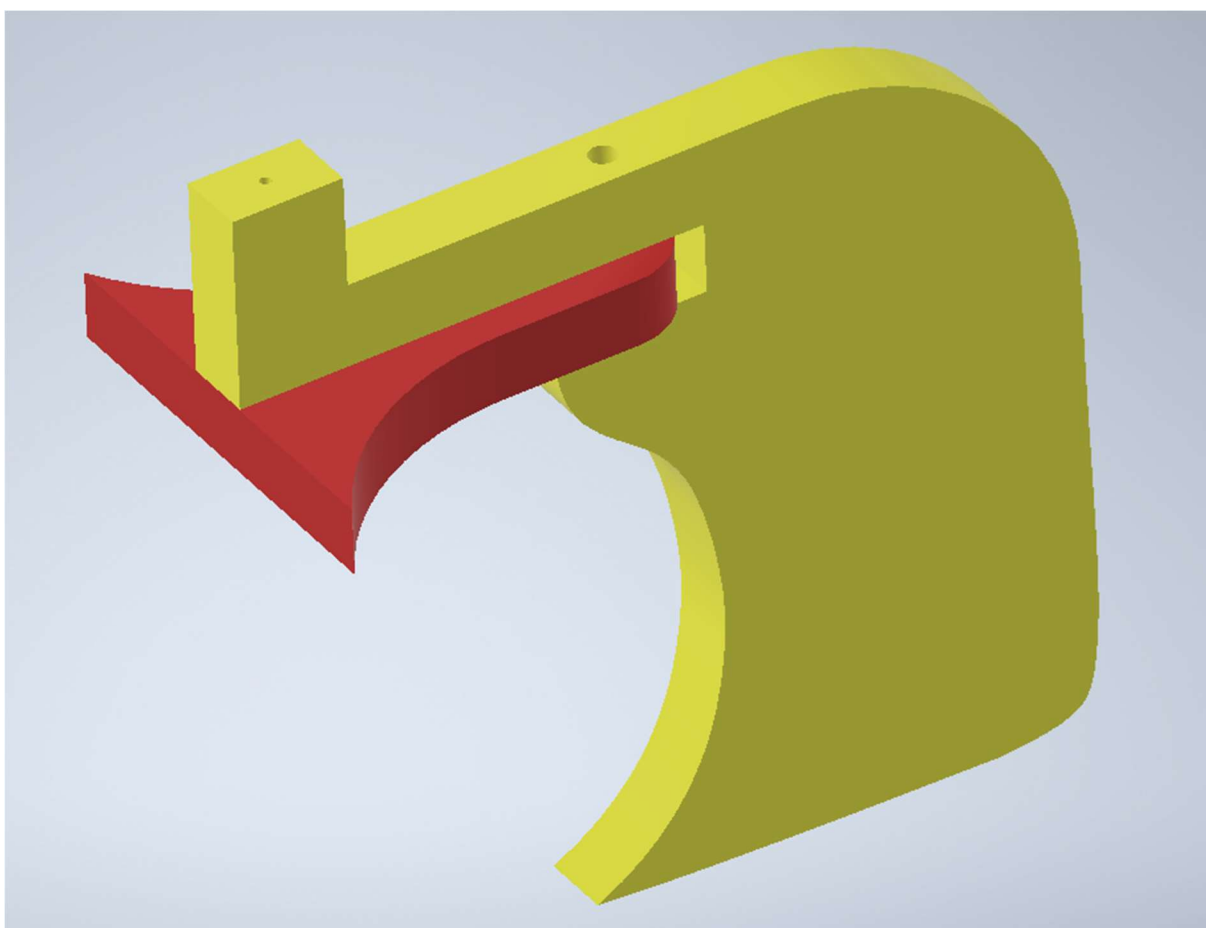


Obr. 23: Model lodičky rozpracovaný

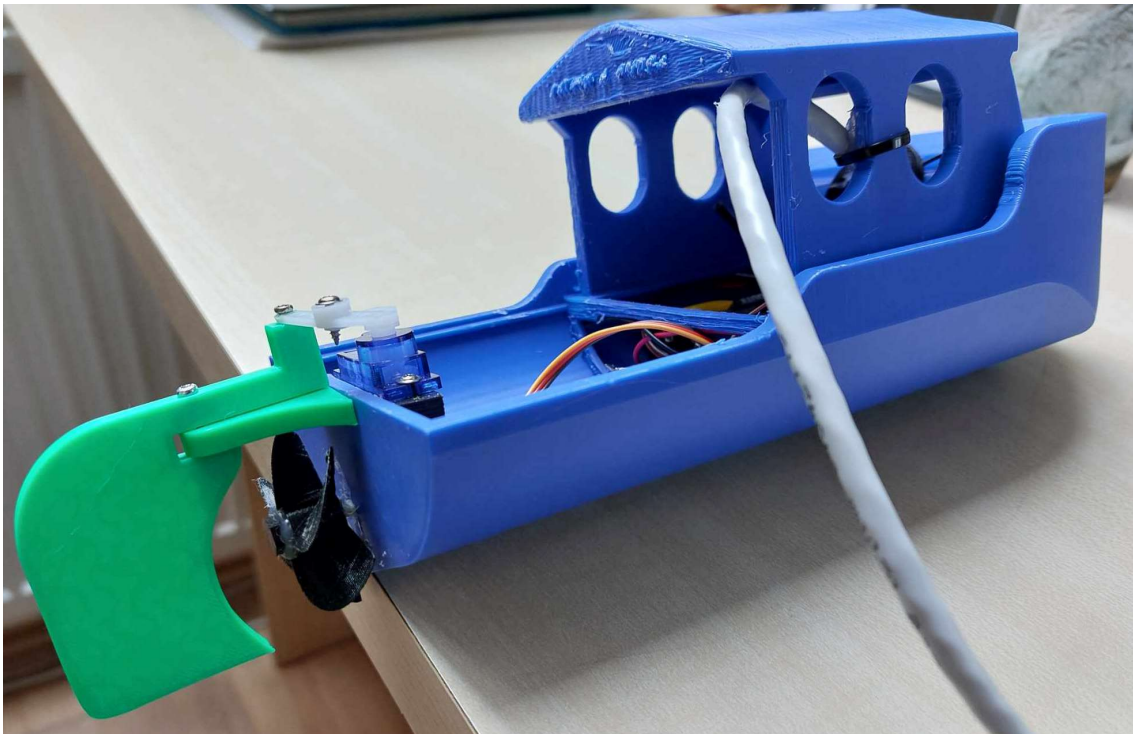
Mechanismus kormidla se v průběhu stále řešil a upravoval.



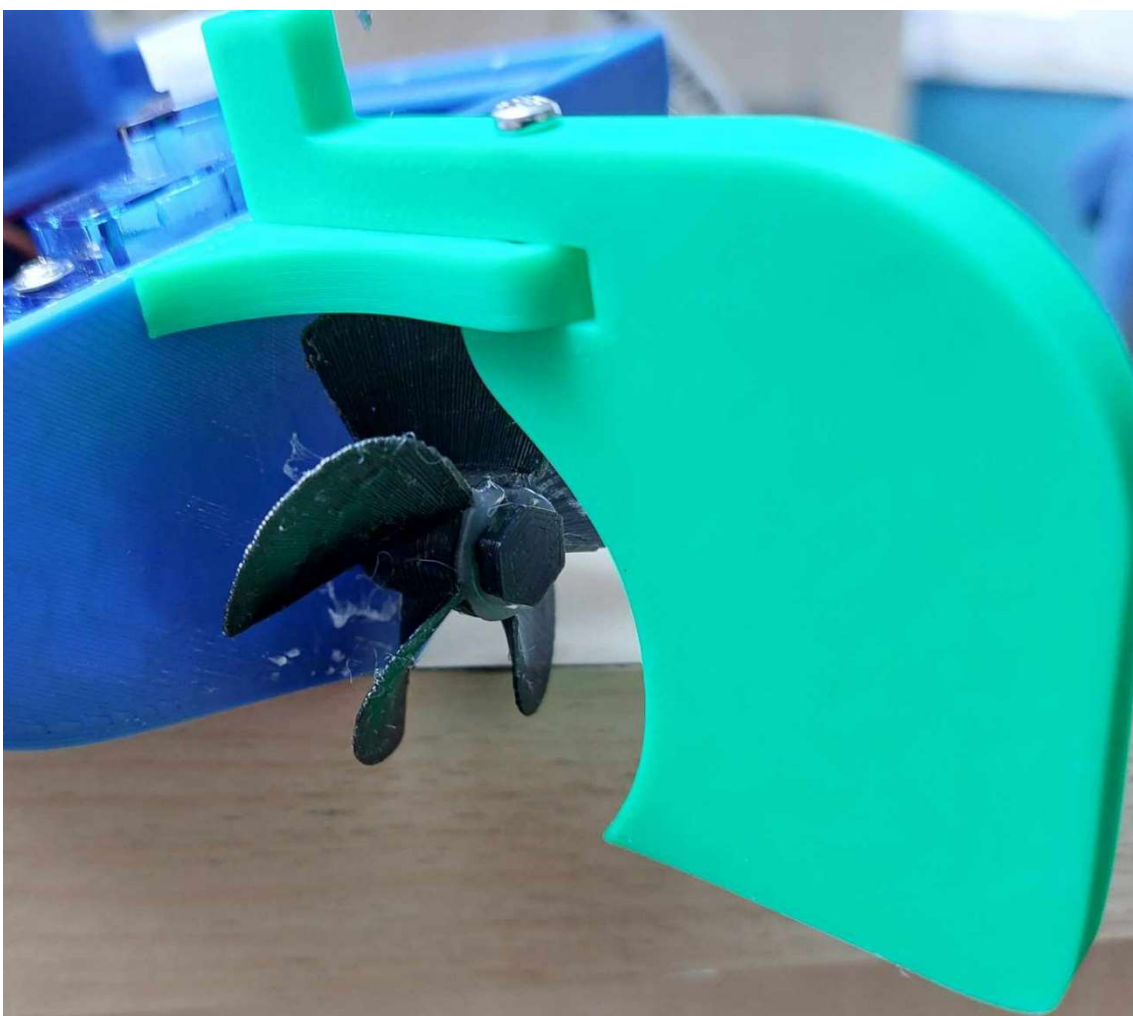
Obr. 24: Řešení mechanismu kormidla



Obr. 25: Řešení mechanismu kormidla (sestava, první verze)



Obr. 26: Model lodičky rozpracovaný s elektronikou a lodním šroubem



Obr. 27: Model lodičky rozpracovaný s elektronikou a lodním šroubem (detail)

Zkouška na hladině

Vše dospělo do body, kdy bylo nutné otestovat loď s elektronikou a lodním šroubem na volné hladině. Vzhledem k tomu, že voda elektronice nedělá „dobře“, byly obavy, aby se loď nepřevrhla, netekla do ní voda, případně aby fungoval samotný lodní šroub. Po několika sekundách bylo jasné, že prototyp splnil očekávání a loď si vesele plula na hladině, ačkoliv zatím bez možnosti usměrnění pohybu vzhledem absenci mechanismu kormidla (stále v řešení).

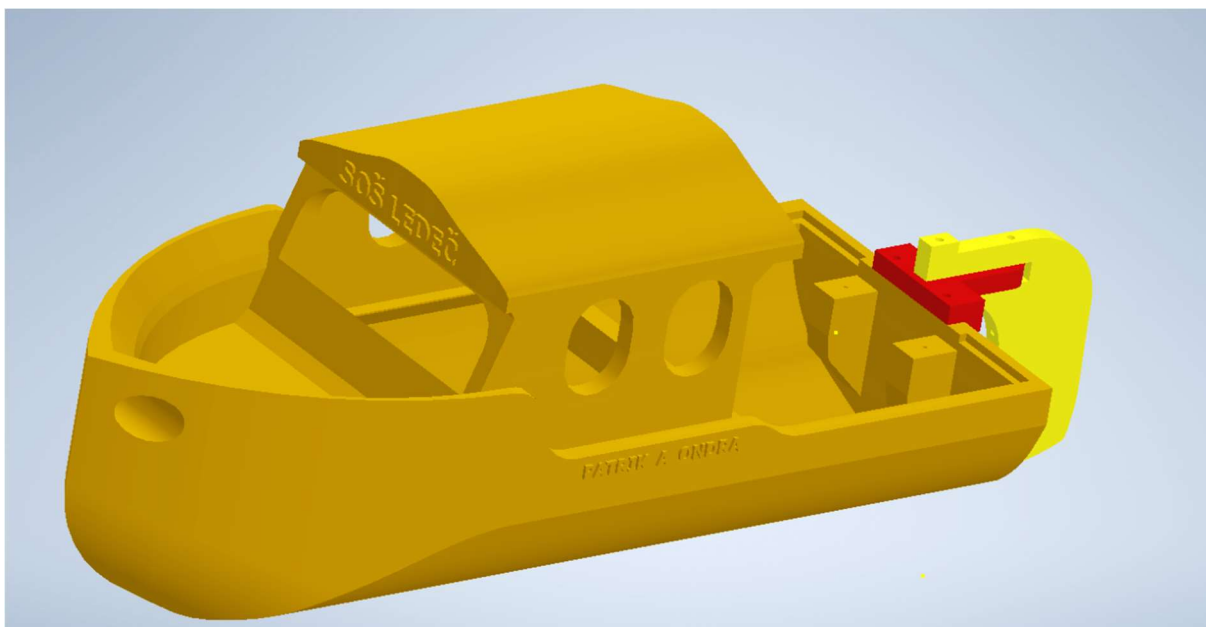


Obr. 28: Zkouška lodi na hladině

Závěr

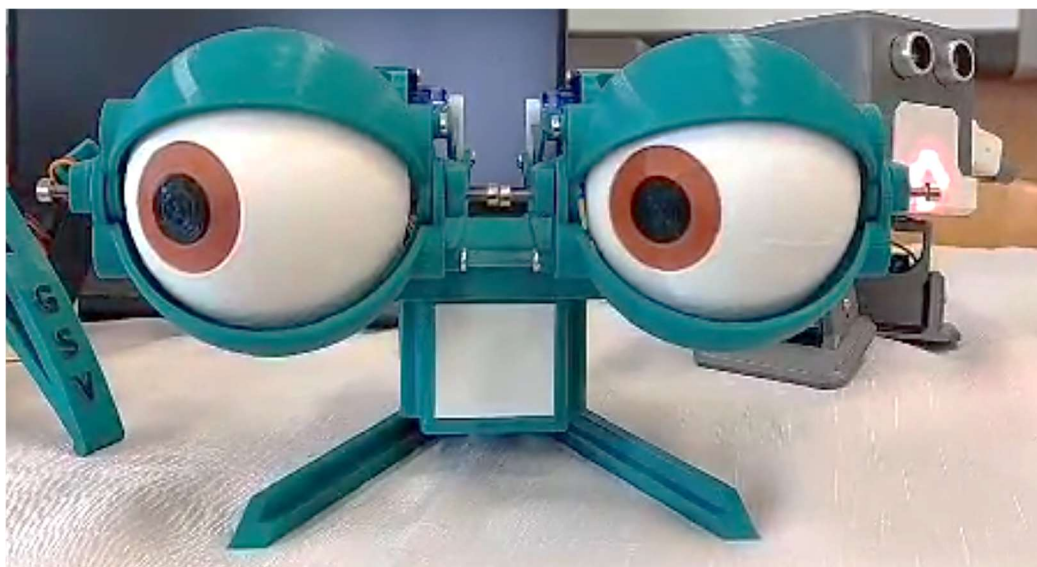
Celý projekt od samotného návrhu až po jeho realizaci a tvorbu jednotlivých prototypů zabral mnoho času. Je zde však obrovský potenciál pro další úpravy a zlepšení co se týká designu nebo ovládání. Momentálně se pracuje na třetí verzi prototypu upravené na základě našich získaných poznatků a nadále máme v úmyslu vylepšovat náš „výtvar“.

Jedná se například o podlahy, řešení utěsnění hřídele lodního šroubu a jeho uložení, uložení DC motoru, zhodnocení mechanismu kormidla, případné úpravy designu přidě pro nižší hydrodynamický odpor, umístění vlajky, popisků nebo samotný barevný tisk.



Obr. 29: Vylepšování lodičky (model)

Je báječné být kreativní, řešit různé problémy a poučit se z nich. Můžeme tak využít získané zkušenosti do budoucích úloh. Naším dalším rozpracovaným projektem je model robota mrkajícího a pohybujícího se pomocí pásů. V současnosti je zpracována horní část pouze, kdy lze pohyb očí ovládat joystickem.



Obr. 30: Projekt „oči“