POSUDEK OPONENTA ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Vývoj nosného zařízení pro batymetrické mapování
Jméno autora:	**Ondřej Brachtl**
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta stavební (FSv)
Katedra/ústav:	Katedra geomatiky
Oponent práce:	Ing. Štěpán Hodík
Pracoviště oponenta práce:	Exact Control System a.s.

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání **náročnější**

Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.

Zadání diplomové práce hodnotím jako "náročnější". Bylo nezbytné proniknout do několika oblastí, které představovaly klíčové prvky celého projektu. A to návrhu 3D modelu v CAD softwaru Autodesk Fusion 360, jeho realizace pomocí 3D tisku, propojení elektronických součástí a v neposlední řadě tvorba softwaru a úprava skriptů pro záznam dat z GNSS přijímače a sonaru.

Splnění zadání **splněno s většími výhradami**

Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.

Zadání práce bylo splněno, byl nalezen dostupný model lodi, který byl následně upravován a doplněn o další konstrukční prvky potřebné pro upevnění dodatečné elektroniky a senzorů. Úprava modelu probíhala v programu Fusion 360 a výsledný model plavidla odpovídal typu „trimarán“, tedy lodě se stabilizačními plováky, kvůli své stabilní konstrukci a dobré nosnosti. K pohonu lodi bylo použito 6 RC motorů umístěných nad hladinou, které tlačí loď pomocí proudu vzduchu. Přičemž 4 z těchto motorů slouží k dopřednému pohybu a zbylé dva k couvání a k lepšímu manévrování. Toto rozložení motorů se však v pozdějších fázích projektu ukázalo jako problematické, jelikož nebylo možné nastavit software pro automatické ovládání lodě na tento typ rozložení motorů.

Celkově se autor potýkal s mnoha vývojovými problémy a na práci je vidět, že ve finální fázi student bojoval s časem. Nutno podotknout, že se i přes zmíněné obtíže se práci podařilo, dá se říct, úspěšně dokončit.

Hlavní výhradu, kterou zde mám ohledně splnění zadání, je to, že v textu se téměř neobjevuje část pokynů práce "*Provedení batymetrického měření a vyhodnocení výsledků měření*" a "*Porovnání výsledků mapování s daty získanými jiným způsobem*". Student se k této části práce nedostal, protože při finalizaci došlo k rozbití několika komponent systému a nebylo možné provést mapovací misi. Přesto by bylo vhodné, aby se těmto bodům v textu věnoval určitý prostor, ať už jen v teoretickém popisu – postupu mapování, zpracování surových dat a kontrolního výstupu, a podobně.

Zvolený postup řešení **správný**

Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.

Zvolený postup práce hodnotím jako správný. Student prokázal schopnost vytvoření funkčního prototypu, i přes mnoho vývojových problémů.

Ke konstrukčnímu návrhu modelu lodě bych měl jen pár připomínek. Autor zmiňoval křehkost trupu a vznik prasklin při spojování hlavního trupu s bočními stabilizačními plováky. Toto by mohlo být řešeno některým z těchto bodů:

- Zvýšením šířky stěny trupu.
- Změnou orientace tisku modelu na 3D tiskárně.
- Změnou použitého filamentu, například na PET nebo PET-G. Použitý materiál PLA je sice levný a snadno tisknutelný, ale jeho mechanické vlastnosti, odolnost vůči teplu a UV záření nejsou vhodné pro objekty, které jsou dlouhodobě vystaveny venkovním podmínkám.

Dále kryt hlavního a vedlejších trupů, který v podstatě představuje rovnou desku s otvory, nebylo možné kvůli rozměrům vytisknout najednou, a proto bylo nutné je rozdělit na více částí a ty poté spojovat dalším tištěným dílem. Pro vytvoření takových geometricky jednoduchých dílů je často snazší a rychlejší díl vyříznout z desky plexiskla nebo podobného materiálu.

Při plnění práce se autor cílevědomě věnoval konstrukčnímu návrhu modelu, rozmístění motorů a všech dalších komponent. Avšak ve finální fázi projektu, při nastavování softwaru pro autonomní plavbu, se zjistilo, že tento layout motorů není plně kompatibilní s daným firmwarem. Pro budoucí vývojové projekty bych doporučil provádět důkladnější rešerši, která by umožnila identifikovat tato úskalí již na počátku vývoje a v tomto případě podle toho adekvátně upravit konstrukci lodě.

Odborná úroveň **C - dobře**

Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.

Diplomová práce je na dobré úrovni, co se týče popisu návrhu a tvorby modelu plavidla. Autor se snažil popsat všechny potřebné komponenty, včetně jejich funkce a technických parametrů.

Zde je bodový výčet připomínek:

- V textu by bylo vhodné rozepsat princip měření délky/hloubky sonarem (batymetrie), metody kalibrace této délky, vlivy na její přesnost a jejich kompenzace.
- Text je doplněn o krásné detailní fotky jednotlivých dílů modelu plavidla v různých fázích sestavení, bohužel není nikde přiložen okótovaný výkres nebo schématický náčrt. Aby čtenář zjistil velikost modelu, tak si musí stáhnout přiložené STL modely a otevřít je v nějakém CAD softwaru.
- Přiložený STL model krytu motoru je nejspíše vyexportován se špatným měřítkem, které nekoresponduje se zbytkem plavidla.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce **A - výborně**

Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.

Rozsah textu je odpovídající diplomové práci, text je jasně strukturovaný do jednotlivých kapitol. Formální a jazyková úroveň práce je na vysoké úrovni, především oceňuji pěkné grafické zpracování a kvalitní obrázky, které doplňují text.

Výběr zdrojů, korektnost citací **B - velmi dobře**

Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.

Student důsledně cituje použité zdroje a v textu je jasně zřetelné, zda se jedná o myšlenky autora, či jsou převzaté. Všechny technické údaje a dokumentace jednotlivých senzorů a komponent jsou ocitovány spolu s odkazem, a pro čtenáře je tedy snadné si rychle dohledat doplňující informace.

Mám však výhradu k provedené rešeršní práci. Autor zde uvádí pouze bakalářskou práci zabývající se studií typu pohonu plavidel od B. Chadimy a dvě bakalářské práce autorů z ČVUT, V. Jurgy a J. Urika, které se také zabývají podobnou

tématikou, konkrétně vývojem softwaru pro zaměřování dna vodních ploch. Určitě by bylo vhodné nalézt více zdrojů, především pak těch zahraničních.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

Předloženou závěrečnou práci doporučuji k obhajobě a hodnotím ji klasifikačním stupněm **C - dobře.**

Závěrem mám na studenta tyto dotazy vycházejících z předchozího hodnocení:

1. *Jaké korekce, postupy měření a přepočty je nutné zavést na sonarem zaměřenou hloubku, abychom dosáhli co nejlepšího výsledku měření?*

2. *Byla uvažována/testována možnost připojení GNSS čipu **U-blox ZED-F9P** přímo na řídící jednotku Pixhawk, tedy nahrazení **M8N GPS 8M** modulu? Díky tomu, by pak po doplnění Raspberry počítače o GSM konektivitu, bylo možné přímo měřit v režimu RTK, tedy provádět automatická měření pomocí aplikace „Mission Planner" s centimetrovou místo metrovou přesností. Odpadla by potom nutnost post-procesního zpracování a bylo by možné navigovat loď v automatickém režimu blíže k břehu.*

3. *Proč bylo nutné se k PC (Raspberry) připojit přes VNC, aby se spustil skript s měřením? Nebylo by lepší, aby se skript po zapnutí počítače automaticky zapnul a začal měřit do souboru s aktuálním časem? Při testování v laboratoři to je snadné, když jsou oba počítače připojené k jedné síti (wifi routeru), která obou zařízením přiřadí IP adresu, ale jak konkrétně probíhalo propojení z druhého počítače v terénu?*

Datum: 22.6.2023 Podpis: