

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	<b>Testování termokamery pro účely kontroly vodních děl</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Albert Čihák</b>
<b>Typ práce:</b>	bakalářská
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta stavební (FSv)
<b>Katedra/ústav:</b>	Geomatiky
<b>Oponent práce:</b>	Ing. Miroslav Brouček, Ph.D.
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	Katedra hydrotechniky, Fakulta stavební, ČVUT v Praze

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b> <i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i> Problematika technickobezpečnostního dohledu vodních děl, pod který monitoring přehrad patří, je velmi obsáhlá a není obsahem studentova kurikula. Pro téma práce byla dále zvolena metoda, jejíž uplatnění v dané oblasti je na úrovni teoretické, popřípadě experimentální. Student měl tedy omezené možnosti metodické podpory v oblasti aplikace zvoleného postupu.	<b>mimořádně náročné</b>
<b>Splnění zadání</b> <i>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.</i> Pokyny pro vypracování práce v zadání obsahují čtyři body, z nichž jeden zřejmě nebyl v možnostech studenta z pohledu platné legislativy – jedná se o zaměření vybraného objektu dronem, které bylo provedeno společností NDN Tech, polotem Ing. Zahradníkem. U posledního požadovaného bodu, tj. zhodnocení termosnímků, není zřejmé, vůči čemu má být provedeno a proto kapitulu 6 a závěr pokládám v obecné rovině za splnění tohoto požadavku. V otázce splnění cíle bakalářské práce, který uvedl student v části Abstrakt a sice: „Cílem této bakalářské práce bylo zjistit, zda je možné použít dron s termografickou kamerou pro vyhledávání prasklin a poškozených částí vodních děl.“ nelze pokládat zjištění v práci prezentované za dostatečné, pro jednoznačné zamítnutí nebo přijetí.	<b>splněno s menšími výhradami</b>
<b>Zvolený postup řešení</b> <i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i> Student pracoval s podklady v podobě RGB a TIR snímků především vzdušního líce přehrady, aniž by na základě jiných zjištění stanovil, s pomocí jakých kritérií bude vhodnost aplikace metody posuzovat. Nepracuje tedy s informacemi, zda jsou požadované výstupy pro správce vodního díla přínosem u předmětného konstrukčního typu hráze a pokud ano, jak postupuje správce díla v současnosti, tj. bez využití termokamery na dronu (jakými metodami, v jakém úrovni detailu či přesnosti).	<b>částečně vhodný</b>
<b>Odborná úroveň</b> <i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i> Student v práci demonstroval odborné schopnosti a znalosti potřebné pro práci s RGB a TIR snímky pořízenými z dronu, včetně jejich potřebné úpravy, a vytvoření 3D modelu s pomocí zaměřených vličovacích bodů. V oblasti vyhodnocení 3D modelu se ovšem omezuje práce na dva snímky RGB a dva snímky TIR modelu v Obr. 19, kdy není vysvětleno proč student zvýraznil daná místa, přesně na nich je určeno a na základě jakých parametrů. Dále chybí komentář k přesnosti 3D modelu, kdy v příloze Rozdily_vlicovacich_bodu.pdf je u bodu č. 10 hodnota sloupce Error 1,39 m.	<b>C - dobře</b>
<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b> <i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i> Jazyková úroveň práce, stejně jako její celkový rozsah pokládám za odpovídající bakalářské práci zpracovávané při současném studiu, a tedy omezenými časovými možnostmi studenta. Rozsah jednotlivých částí práce je komentován dále	<b>B - velmi dobře</b>

v posudku. Práce obsahuje překlepy a drobné chyby, které nemají vliv na porozumění sdělení. Z hlediska formálního pokládám práci za přehlednou, logicky uspořádanou a obsahující všechny požadované části. Formální úroveň příloh je komentována dále.

#### **Výběr zdrojů, korektnost citací**

#### **D - uspokojivě**

*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.*

Zdroje zaměřené na obecné informace o přehradě Vír I., základní teorii nebo práci se softwary jsou dostatečné až redundantní. Například v části 4.1.3 zatopené vesnice, jejíž obsah je celkově nerelevantní vzhledem k tématu práce, jsou citovány Lidové noviny. V části 4.1.1 Historie je u informací z výstavby přehrady jako zdroj dvakrát chybně uveden uživatelský manuál softwaru AgiSoft Metashape. Číslování obrázků 17 a 18 je prohozené.

Výběr odborných pramenů je omezen na vědecké a odborné články zabývající se možností využití termosnímků pro hodnocení stavu betonových konstrukcí, což je s ohledem na cíle práce nedostatečné. Mezi zdroji jednoznačně chybí publikace zaměřené na monitoring přehrad, případně konzultace s odborníky v daném oboru z praxe (pracovníci technickobezpečnostního dohledu správce přehrady Vír I. nebo společnosti vykonávající technickobezpečnostní dohled na přehradě) nebo na akademické obce.

#### **Další komentáře a hodnocení**

*Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.*

V bakalářské práci pokládám za stěžejní činnosti spojené s prací s RGB a TIR snímky získanými z dronu a následné vytvoření 3D modelu vzdušného líce a navazujících částí přehrady Vír I. Těchto činností, které zahrnují výběr a zvládnutí různých softwarových řešení ze student zhostil uspokojivě. V této oblasti ovšem v práci postrádám komentář k přesnosti 3D modelu, ze kterého vychází jakákoliv následná analýza sítě trhlin na vzdušném líci přehrady a zejména možnosti opakovatelnosti měření a analýzy při dlouhodobém sledování.

Z pohledu sledování trhlin a spár v betonových konstrukcích chybí v práci jak teoretické limity použité metody při zaměření trhliny a jejích parametrů, tak zhodnocení praktické aplikace.

Pro naplnění cíle práce, tedy zhodnocení vhodnosti použití termokamery pro „vyhledávání prasklin a poškozených částí vodních děl“ alespoň na vybraném případě přehrady Vír I. ovšem chybí celá řada dalších činností, které by toto umožnily.

Dle mého názoru je tato část zadání práce nad rámec časových možností bakalářské práce i rozsahu znalostí studenta, k jejichž doplnění nemá dostatek prostoru. Stejně tak nezbyl zřejmě časový prostor pro formální úpravy příloh.

Absence znalostí chování masivních betonových konstrukcí, konstrukčních prvků přehrad a metod sledování a vyhodnocování měření na přehradách vede k nevhodným závěrům na konci práce ve vztahu k aplikaci zvoleného přístupu.

### **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.*

Zadání práce vyžaduje široký rozsah znalostí dalece přesahující rámec studijního programu autora práce. To vedlo k určité nevyváženosti práce, která se v části 2 věnuje základním vztahům termodynamiky a v části 4 dokonce zcela nadbytečným informacím z oblasti zátopy nádrže, aby pak části, které lze považovat za stěžejní byly až přehnaně stručné ve vztahu k cílům práce. Velmi pozitivně hodnotím v závěru uvedený časový rozsah použité metody.

Doplňující otázky:

- 1) Na základě jakých kritérií či parametrů jste vybíral oblasti, které jste označil na Obr. 19?
- 2) S jakou přesností vůči zaměření vlíčovacích bodů je 3D model sestaven a jak by to ovlivnilo opakování metody?

- 3) Lze použít metodu pro stanovení šířky trhlin a sledování dlouhodobého vývoje?
- 4) Bylo by možné používat metodu ve svislých šachtách, kde je omezený přístup slunečního svitu a dron je mimo dohled pilota?
- 5) Jak ovlivní oslunění a s tím spojená změna teploty povrchových vrstev betonu přesnost měření?
- 6) V závěru práce je uvedeno, že se metoda lépe uplatní u sypaných hrází, které jsou ovšem obvykle pod vegetačním krytem. Za jakých okolností / podmínek by byla metoda schopná identifikovat slabý výron vody lépe než běžná vizuální kontrola?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **D - uspokojivě**.

Datum: 12.6.2024

Podpis:

