

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Využití dronů pro inspekci protikorozní ochrany ocelových konstrukcí
Jméno autora:	Jozef Jakubják
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	12133 - Ústav strojírenské technologie
Oponent práce:	Ing. Pavla Fótyiová
Pracoviště oponenta práce:	Pontex, spol. s r. o. – specialista TDI a ŘSD ČR – Schvalovatel systémů PKO

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání závěrečné práce považuji za náročnější. Již teoretická část práce, tedy problematika koroze a samotné protikorozní ochrany ocelových konstrukcí, je značně obsáhlá. Experimentální část vyžadovala značnou časovou náročnost a spolupráci s externími subjekty.	

Splnění zadání	splněno
<i>Posudte, 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>	
Předložená závěrečná práce splňuje zadání. V předložené práci, resp. v druhých korozních prostředích, nejsou zmíněny kategorie typu prostředí „pro konstrukce ponořené ve vodě nebo uložené v půdě: Im1, Im2, Im3 a Im4“. Protože je zadání diplomové práce v experimentální části zaměřeno na kontrolu protikorozní ochrany pomocí dronů, je pochopitelné, že prostředí, která neumožňují přímou kontrolu PKO v průběhu životnosti konstrukce (např. trvale zasypané konstrukce v prostředí Im3), nejsou v předložené práci zahrnuta. Proto nepovažuji tuto skutečnost za závažnou pro snížení stupně hodnocení v kritériu „Splnění zadání“.	

Zvolený postup řešení	vynikající
<i>Posudte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Předložená závěrečná práce je přehledná, srozumitelná, koncepčně vhodně strukturovaná – ze souhrnně uvedených faktů (druhy protikorozní ochrany, nejčastěji se vyskytující vady, způsob provádění kontrol) byl vyvozen adekvátní návrh provedení kontroly protikorozní ochrany konkrétních objektů pomocí dronu, se zahrnutím dostupnosti standardně používanými způsoby (pěšky, horolezecky, pomocí manipulačních prostředků, apod.). Zaměření experimentální části na ověření přístupnosti členitých konstrukcí pro provedení kontrol protikorozní ochrany pomocí dronu velmi oceňuji, stejně jako grafické porovnání možnosti provedení kontrol dalšími způsoby.	

Odborná úroveň	A - výborně
<i>Posudte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Byly využity relevantní zdroje, zejm. normy a resortní předpisy. Pro experimentální část byl velice vhodně zvolen způsob ověření využitelnosti dronu pro provedení kontroly protikorozní ochrany konkrétních objektů. Celkově závěrečná zpráva reflektuje ucelený přehled autora v dané problematice. Velmi oceňuji neopomenutí důležitosti přípravy povrchu před aplikací protikorozní ochrany. Dále uvádím spíše upozornění na ne zcela vhodné formulace v teoretické části diplomové práce: - V čl. 2.1.2 Chemická koroze je podkapitola „Pasivita při kovech“. v závěru je uvedeno, že konečný stav se nazývá pasivita a jejím příkladem jsou nerezové ocele s vyšším obsahem chromu – vhodnější by bylo, zejm. s ohledem na popis vývoje patiny, uvést jako příklad patinující oceli – tato poznámka je bez vlivu na stupeň hodnocení odborné úrovně proto, že stejný článek je ilustrativně doplněn obrázkem právě s konstrukcí provedenou z patinující oceli. - V čl. 3 se autor zabývá typy korozního prostředí. Vychází z normy ČSN EN ISO 9223 (2012). Formálně se tato norma zabývá korozní agresivitou atmosféry. Bylo by vhodné uvést rozdělení dle ČSN EN ISO 12944-2 (2019), tato norma se	

zabývá i korozní agresivitou půdy a vody. – tato poznámka je také bez vlivu na stupeň hodnocení odborné úrovně proto, že pro rozsah diplomové práce je dostačující rozdělení dle zvolené normy. Ale např. ŘSD ČR i SŽ mají konstrukce zatříděné do stupně korozní agresivity Im3 – půda – příklad jsou tubosidery (ocelové konstrukce z vlnitých plechů).

- V čl. 5 autor uvádí, že „Medzi ďalšie patrí predpísanie požadovanej životnosti tzv. záručnej doby podľa normy ČSN EN ISO 12944-1 ...“ – považuji za nutné upozornit, že záruční doba je smluvní parametr mezi objednatel a dodavatelem a nerovná se životnosti uváděné v ČSN EN ISO 12944-1. Např. ve smluvních podmínkách ŘSD ČR (TKP19B z roku 2018) je záruční doba stanovena na 5 let, a to i na protikorozní ochranu s požadovanou životností „velmi vysoká“, tedy vyšší jak 25 let – tato poznámka je také bez vlivu na stupeň hodnocení odborné úrovně
- V čl. 5.2.4 uvádí autor jako nejrozšířenější variantu aplikace Zinacor. Formálně, název Zinacor, je obchodní název výrobku. Vhodnější by bylo uvést materiálové označení – „ZnAl15“. Za dobu používání této slitiny se však i v odborných kruzích používá neformálně pro označení nástřiku žárového ZnAl15 právě označením Zinacor.

Vlivem volby jazyka – slovenštiny – nelze zcela objektivně posoudit správnost odborných výrazů. Jako jeden z příkladů bych uvedla pojem uvedený v článku 6, a to „korózia pod náterom“, kdy v českém jazyce bych očekávala pojem „podkorodování“. Přesto, při čtení textu, nebyly použité odborné výrazy natolik odlišné, aby nemohla být z mé strany práce vyhodnocena i v tomto ohledu stupněm A – výborně.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

A - výborně

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

Zvolená forma zpracování je na výborné úrovni. Předložená závěrečná práce je přehledná, koncepčně vhodně strukturovaná. Jazyková úroveň nemůže být z mé strany zcela objektivně hodnocena, autor zvolil pro napsání práce slovenštinu. Gramatiku a správnost slovenštiny tedy nehodnotím.

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.

Byly použity relevantní normy týkající se dané problematiky, taktéž byly využity resortní předpisy investorů s velkým objemem konstrukcí opatřovaných ochrannými povlakovými systémy (Správa železnic a Ředitelství silnic a dálnic) a další vhodné zdroje. Citace jsou v souladu s citačními zvyklostmi.

Snížení stupně hodnocení na B – velmi dobře je z důvodu chybného odkazu u zdroje s označením [11]. Autor uvedl „ČSN EN ISO 12 944-2. Korozie kovů a slitin – Korozivní agresivita atmosféry. Český normalizační institut. Praha, 2017“, odkaz na tento zdroj je uveden v čl. 4 a podkapitolách čl. 4., který se týká typů korozního prostředí. Pozn. Název normy odpovídá ČSN EN ISO 9223 (2012). Norma s označením ČSN EN ISO 12944-2 má název Nátěrové hmoty – Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy – Část 2: Klasifikace vnějšího prostředí, a byla vydána v roce 2019 (předchozí verze pak 2018 a 1998). Další je neaktuální zdroj s označením [14]. Autor se odkazuje na TKP19B ŘSD ČR z roku 2013, současně platné je ale TKP19B z roku 2018 - https://pjpk.rsd.cz/data/USR_001_2_6_TKP/TKP_19B_2018.pdf - v čl. 5.1 se autor již odkazuje na verzi z roku 2018.

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.

Velmi oceňuji zaměření experimentální části závěrečné práce na ověření dostupnosti jednotlivých částí ocelových konstrukcí pro provedení kontroly protikorozní ochrany pomocí dronů, ale také přehledné grafické porovnání dostupnosti konstrukce jinými způsoby (pěšky, horolezecky, plošina apod.) Celkově závěrečná práce reflektuje ucelený přehled autora v dané problematice.

Možnost využití dronů pro provádění kontrol protikorozní ochrany ocelových konstrukcí by mohla být využitelná pro pracovníky provádějící běžné prohlídky, kdy na základě předběžné identifikace zjištěných vad by mohli klasifikovat závažnost zjištěných vad a snadněji se tak rozhodovat v navržení dalšího postupu, resp. zda je nutné zajištění odborného pracovníka pro provedení diagnostického posudku (podrobného korozního průzkumu). Při provádění samotného korozního průzkumu, za účasti odborného pracovníka, by vizuální kontrola pomocí dronu pomohla určit místa pro zajištění přístupu pro fyzické provedení doplňujících kontrol a zkoušek (destruktivních i nedestruktivních).

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.

Celkové hodnocení: V předložené závěrečné práci jsou uvedeny druhy koroze, s dalším rozdělením dle formy projevů koroze. Dále jsou uvedeny typy korozního prostředí dle CSN EN ISO 9223, resp. jsou uvedeny stupně korozní agresivity atmosféry a jejich popis. V souladu se zadáním jsou uvedeny i způsoby provedení samotné protikorozi ochrany ocelových konstrukcí. Nechybí nejčastěji se vyskytující vady protikorozi ochrany, a to jak vzniklé již v průběhu přípravy povrchu nebo samotné aplikace PKO, ale i v době životního cyklu ocelové konstrukce. Jsou popsány příčiny jejich vzniku. V souladu se zadáním práce je uvedena kontrola nátěrových systémů, popsána je jak v průběhu realizace, tak v rámci údržby, a jsou popsány způsoby provedení vizuální kontroly, zde již se zaměřením na provedení pomocí dronů. Nechybí popis dronů, jejich výhody a nevýhody pro použití ke kontrole PKO a jsou uvedené i podmínky pro provoz dronů. V experimentální části jsou uvedeny výstupy z provedení analýzy dostupnosti konstrukce pro provedení kontroly PKO běžně dostupnými prostředky (pěšky, plošina, horolezecky apod.) a dostupnost kontroly pomocí dronu, a to tedy na 3 objektech – most Vysočina, most pod Vyšehradem a most Lovosice. Jsou doloženy i namátkové fotografie vad PKO pořízených při provádění experimentu. V technicko-ekonomickém zhodnocení jsou uvedeny výhody a nevýhody použití dronů pro provádění kontrol protikorozi ochrany ocelových konstrukcí. Předložená závěrečná práce je přehledná, srozumitelná, koncepčně vhodně strukturovaná. Zaměření experimentální části na ověření přístupnosti členitých konstrukcí pro provedení kontrol protikorozi ochrany pomocí dronu velmi oceňuji, stejně jako porovnání možnosti provedení kontrol dalšími způsoby, a uvedení jak výhod, tak nevýhod provádění kontrol pomocí dronů.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Datum: 21.8.2023

Podpis:

