

# Recenzní posudek diplomové práce

---

Dne 13.5.2022 mi byla zaslána k posouzení diplomová práce Bc. Libora Výmoly s názvem: „ON-BOARD DIAGNOSTIKA POJEZDU KOLEJOVÝCH VOZIDEL“.

Práce je značně rozsáhlá a vyjma části Úvod a Závěr je členěna do 11 kapitol, má 114 stran a 6 příloh.

## Přístup k zadanému úkolu a zvolený postup řešení

Předložená práce obsahuje všechny části, které na ni byly kladeny při zadání v zásadách pro vypracování. Počtem stran více jak dvojnásobně překračuje doporučený rozsah zpracování.

V první kapitole autor uvádí základní rámec pro využívání diagnostických systémů při údržbě kolejových vozidel včetně vazeb na současnou legislativu. Následuje základní popis systémů pro diagnostiku pojezdu drážních vozidel a jejich členění. Nejsou opomenuty i informace od palubního personálu přímo z provozu vozidel.

Druhá kapitola obsahuje rešeršní přehled v současnosti používaných diagnostických systémů. Ten obsahuje řešení používaná jak v ČR, tak i jinde ve světě, a je z něj patrný stav současného technického poznání řešené problematiky.

V kapitolách tři a čtyři jsou uvedeny standardizované pojmy technické diagnostiky a diagnostiky vibrací včetně stručného vysvětlení základních fyzikálních principů využívaných při převodu mechanického kmitání na diagnostický signál.

Pátá kapitola uvádí základní přehled matematických a statistických metod, které lze pro analýzy signálu vibrodiagnostiky použít.

Rozsáhlá šestá kapitola popisuje vznik dat a postup, kterým byla data získána. Konkrétně je v této kapitole podrobně popsáno, jak byla získána experimentální data v pražském metru, jaké předpoklady byly zahrnuty do modelu, jež posloužil k získání dat o vibracích pojezdu s vadami kol pomocí simulací specializovaným softwarem. Dále jsou uvedeny a kriticky hodnoceny metody pro syntézu těchto datových zdrojů z hlediska předpokládané odezvy jednotlivých poruch pojezdu a odezvy tratě.

Sedmá kapitola obsahuje popis metodiky pro vyhodnocování vad kol. Její návrh reprezentuje vývojový diagram procesu rozdělující problematiku na čtyři základní části. Následuje popis jednotlivých částí a tří podprogramů. U jednotlivých částí jsou uvedeny ilustrativní příklady důsledků logických rozhodovacích podmínek navrhované metodiky.

V osmé kapitole se student zabývá výsledky získanými navrhovanou metodikou pro různé kombinace syntetizovaných dat s vadami kol a abnormalitami železničního svršku.

Devátá kapitola obsahuje interpretaci závislostí dat pro různé vady kol na stavu úseků části trati a na rychlosti včetně vhodných tabulkových přehledů a grafů.

V desáté kapitole je rozebrán vliv rychlosti na možnosti detekce plochého místa na kole.

Postup, jakým zavést systém on-board diagnostiku pojezdu do praxe, navrhuje autor v kapitole jedenáct.

## Formální úprava

Formální úprava odpovídá požadavkům na závěrečné práce. Informační zdroje citované v diplomové práci jsou označeny a uvedeny v přehledu použité literatury. Práce obsahuje značené množství převzatých informací. I přes to, že je rozsah práce téměř dvojnásobkem doporučení v zadání práce, je členění na kapitoly, podkapitoly a oddíly logické.

Práce obsahuje minimum překlepů a gramatických chyb. Délce textu a přehlednosti odpovídá důsledné používání typografických pravidel. Velmi kladně hodnotím, že práce obsahuje v hlavním textu 89 obrázků, 40 rovnic a 12 tabulek. Velmi dobře doplňují text a ilustrují předpoklady a výsledky jednotlivých analýz.

## Soulad s platnými normami a s legislativou

Autor v úvodních částech práce na několika místech cituje z legislativy, z oblasti údržby kolejových vozidel v ČR. Z uvedených informačních zdrojů je zřejmé, že se student ve vztahu k řešené problematice orientuje v základní legislativě.

## Originální řešení vhodné pro autorské osvědčení nebo patent

V současnosti diagnostiku vibrací pojezdu drážních vozidel nabízí průmysl na komerční bázi pro reálné použití. Základní rešerše dostupných možností je součástí práce. V práci jsou navíc publikovány výsledky pouze z kombinace dat z reálného provozu s daty ze simulace. Výsledky tak nejsou kompletně experimentálně ověřeny. Z tohoto důvodu práce neobsahuje žádné originální řešení vibrodiagnostiky a není nutné autorské osvědčení nebo zajištění patentových práv.

## Otázky k obhajobě diplomové práce

V práci je popsáno hodnocení vad kol pouze v přímých úsecích tratě. Můžete stručně popsat, jaká data byste doporučoval hodnotit, resp. jak by se mohl změnit rozsah diagnostikovaných vad, pokud by bylo možné monitorovat i zrychlení v příčném směru vozidla?

Mezi vadami kol, které byly zahrnuty do simulace a jež byly analyzovány, byly zahrnuty vady: „Ploché kolo“ a „Polygonizace“ (kruh styčné kružnice kolo-kolejnice je nahrazen polygonem o velkém množství hran). Jak bude navrhovaná metodika reagovat na kolo, po jehož obvodu bude malý počet různých velkých ploch, tedy určitý přechod mezi těmito vadami, resp. jaká úskalí pro navrhovaný systém takový stav kola představuje?

## Celkové hodnocení

Autor v diplomové práci prokázal, že je schopen vyhledat relevantní informační zdroje a správně je použít. Rešeršní části práce jsou zpracovány pečlivě a informace jsou prezentovány srozumitelnou formou. Vzhledem k šíři zpracovaného tématu je konečný rozsah práce pro závěrečnou práci inženýrského stupně více než dostatečný.

Byť se diagnostikou vibrací v průmyslových aplikacích zabývá řada firem a prediktivní údržbu ve strojírenství nabízí řada firem, neplatí to pro diagnostiku pojezdu kolejových vozidel. Právě problematika detekce a eliminace vlivu abnormalit železničního svršku na on-board diagnostiku je aktuálním tématem. V současnosti má detailní vhléd do této problematiky celosvětově pouze několik zahraničních firem.

Student při zpracování práce postupoval logicky a prokázal, že dokáže uplatnit jak deduktivní, tak i induktivní přístup ke zpracování informací. Přitom byl schopen vypracovat značně rozsáhlou práci způsobem, který poskytne čtenáři ucelený pohled na problematiku on-board diagnostiky pojezdu, byť při zjednodušení, která vyplynula z omezení dostupnosti vstupních dat.

Pro inženýrství je charakteristická vlastní invence při řešení problémů a schopnost navrhnout a popsat vlastní komplexní řešení. Případně alespoň vlastní kritickou analýzou poukázat na nedostatky v současnosti zavedené praxe a stavu poznání a navrhnout další potřebný směr výzkumu a vývoje. Autor zcela tato očekávání naplnil. Výsledná práce dokazuje, že student ke zpracování přistoupil samostatně, dokázal vymyslet, jak se od jednoho kroku zpracovaného tématu dostat k dalšímu. Konečné výsledky prezentované v práci dokládají splnění cíle a smyslu zpracovat zadané téma. Tím byly prokázány schopnosti, které má inženýr mít.

Vzhledem k výše uvedenému klasifikuji předloženou diplomovou práci stupněm **A** (v ý b o r n ě).

V Brně dne 30.května 2022

Ing. Martin ELSTNER, Ph.D.