

## Posudek disertační práce doktoranda Ing. Erika Duška

Autor práce:	Ing. Erik Dušek
Název práce:	Hodnocení kvality geometrie koleje
Studijní program:	P3607 Stavební inženýrství
Studijní obor:	3607V009 Konstrukce a dopravní stavby
Školitel:	Ing. Richard Svoboda, Ph.D.
Školící pracoviště:	Ústav železničních konstrukcí a staveb
Škola:	Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební
Jazyk práce:	čeština
Rozsah:	122 stran kmenové textové části + 17 stran příloh + teze disertační práce (35 stran)
Datum dokončení práce:	22. 9. 2025 (datum podpisu prohlášení)
<b>Oponent:</b>	<b>doc. Ing. Lukáš Týfa, Ph.D.</b> ČVUT v Praze Fakulta dopravní, Katedra dopravního inženýrství e-mail: TyfaL@fd.cvut.cz LinkedIn: <a href="https://www.linkedin.com/in/lukas-tyfa">https://www.linkedin.com/in/lukas-tyfa</a>
Datum zadání posudku:	3. 12. 2025 (dopis o převzetí funkce oponenta)

### Aktuálnost tématu disertační práce

Disertační práce se týká zajištění provozuschopnosti železničních drah. Oblast řešení optimální četnosti a podoby údržbových nebo obnovovacích zásahů do konstrukce železniční koleje je dlouhodobě velmi aktuální nejen v České republice, ale i ve všech státech světa. Týká se to především těch tratí, které disponují vysokou traťovou rychlostí nebo jsou intenzivně zatížené, protože na nich jsou s prováděnou údržbou, resp. obnovou spojené vysoké náklady a zároveň výluky, které vytváří další nejen provozní komplikace. A náklady na údržbu dále porostou nejen z důvodu zvyšování cen materiálů, ale i techniky a osobních nákladů. Proto jakákoli optimalizace údržby na železnici na základě analýzy změřených parametrů je vítaná a ceněná, u nás obzvláště v souvislosti s přípravou dalších traťových úseků na rychlost 200 km/h a s plánovanou výstavbou vysokorychlostních tratí.

Téma disertační práce tedy považuji za velmi aktuální.

## **Splnění cílů disertační práce**

Cíle disertační práce jsou uvedeny v kap. 3, což je z mého pohledu netradiční – očekával jsem jejich přehled na začátku práce.

Hlavním cílem disertační práce je lepší pochopení vývoje kvality geometrických parametrů koleje naměřených měřicím vozem pro železniční svršek. Dílčí cíle, které v zásadě tvoří osнову práce, jsou splněny. Mám pouze poznámku k naplnění posledního dílčího cíle, u něhož jsem předpokládal více konkrétní doporučení ve vazbě na údržbu, resp. obnovu konstrukce koleje. Na druhou stranu jsem si vědom toho, že hodnocení kvality geometrie koleje je natolik komplexní problém, že vytvoření velmi konkrétního doporučení jen na základě této práce překračuje její rozsah.

## **Postup řešení problému, výsledky disertační práce a konkrétní přínos doktoranda**

Členění disertační práce i její obsah ukazují na to, že disertant postupoval při své práci logicky a přehledně. Student nejprve analyzoval stávající stav jak z pohledu odborného (geometrie koleje a veličiny pro hodnocení její kvality), tak teoretických nástrojů (statistika – korelační analýza). Následně popsal naměřená data geometrických parametrů koleje tří traťových úseků a jejich konsolidaci, poté na ně aplikoval výpočet několika veličin pro hodnocení kvality geometrie koleje, které se používají v ČR a v zahraničí. Klíčová část práce a její hlavní přínos spočívá v podrobném statistickém vyhodnocení získaných veličin. Souhrn výsledků práce je uveden v samostatné kapitole 6. Pro výpočty veličin hodnocení kvality geometrie koleje a pro korelační analýzu si disertant vytvořil skripty a funkce v aplikaci MATLAB (příloha B).

V rámci této kapitoly posudku uvádím, že jsem v analytické části disertační práce očekával rozsáhlejší rozbor literatury z hlediska zahraničních zkušeností s veličinami pro hodnocení kvality geometrie koleje a případně také s korelacemi mezi jednotlivými měřenými parametry geometrie koleje. Rovněž jsem předpokládal alespoň rámcové uvedení měřicích prostředků geometrie koleje a jejich základních parametrů používaných ve vybraných státech mimo ČR, a to i za cenu zestručnění stávajícího obsahu kap. 2.3.4, která se příliš podrobně věnuje technice používané v ČR. Z hlediska struktury práce mně přijde zbytečně rozsáhlá kapitola 2.2.2 – složení a funkce železničního svršku totiž patří mezi základní znalosti odborné veřejnosti.

## **Význam pro praxi nebo rozvoj oboru**

Význam disertační práce pro praxi i pro rozvoj oboru železničního stavitelství spatřuji jednak v aplikaci několika nejčastěji ve světě používaných veličin hodnocení kvality geometrie železniční koleje na české konvenční tratě a vzájemnému porovnání

těchto parametrů, a jednak v korelační analýze vybraných měřených geometrických parametrů koleje. Rovněž za přínosné pro praxi považuji studentovy skripty a funkce v aplikaci MATLAB. Za důležitou informaci pro odbornou a vědeckou veřejnost pokládám i závěrečné doporučení pro pokračování výzkumu představeného v této disertační práci.

## Formální úprava a jazyková úroveň

Disertační práce je čtivá a srozumitelná. Níže uvádím několik připomínek z lingvistického a formálního hlediska, které však kromě připomínky první nejsou zásadní a nijak neznehodnocují vysokou kvalitu posuzované disertační práce, spíše jde o doporučení pro další publikování disertanta a jeho kolegy:

1. Práce obsahuje velké množství chyb v interpunkci (chybějící, přebývající nebo chybně umístěné čárky), které zbytečně prodlužují čtení a pochopení textu.
2. Zkratky veličin by měly být vždy označeny skloněným fontem písma (kurzívou) – v této práci se to týká především rychlosti  $V$  (zejm. v kap. 2.3).
3. Je zvykem titulky tabulek uvádět nad nimi (na rozdíl od obrázků, u nichž se umísťují opačně).
4. Legislativní předpisy je nutno uvádět buď přesnou citací jejich čísla i názvu, nebo odkazem na úplný citační záznam (začátek kap. 2.3.1).
5. Překvapila mě jednočlenná věta pod nadpisem „Těťivový měřicí systém“ (s. 25).
6. Občas se v práci vyskytuje použití sloves v první osobě v činném rodě (např. v kap. 2.4.2, 2.4.5 nebo 4.3), ovšem v odborném textu je vhodnější použití rodu trpného či třetí osoby rodu činného s neurčitým podmětem.
7. V odborné železniční komunitě je zvykem k číslu koleje automaticky formou zkratky doplňovat, zda jde o kolej traťovou (v širé trati) či staniční, tedy např. TK 1 (traťová kolej č. 1) nebo SK 4 (staniční kolej č. 4). V kap. 4 by tak zejm. popis grafů byl pro čtenáře rychleji srozumitelný.

## Splnění podmínek stanovených v § 47, odst. 4 zákona o vysokých školách

V této kapitole posudku jsem se zaměřil na naplnění podle mého názoru relevantního ustanovení § 47, odst. 4 zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (o vysokých školách), které zní: „Disertační práce musí zahrnovat původní výsledky tvůrčí činnosti studenta předkládajícího disertační práci uveřejněné způsobem obvyklým pro uveřejňování výsledků výzkumu, vývoje nebo jiných tvůrčích činností obvyklých v příslušném oboru nebo výsledky takto přijaté k uveřejnění.“ Ze zmíněného právního textu jsem vyvodil, že se mám ve svém

posudku zaměřit také na dosavadní publikační činnost disertanta. Její přehled (výběr) je uveden na konci tezí k disertační práci.

Student uvádí jako výběr ze svých dosavadních – předpokládám nejprestižnějších – publikačních výstupů sedm položek. Disertant se doposud soustředil na konference určené především pro studenty a mladé vědce – sborníky z těchto akcí byly zveřejněny v režimu otevřeného přístupu a indexovány v mezinárodní databázi publikací. Věřím, že po úspěšné obhajobě této disertační práce se její autor zaměří na zveřejnění hlavních výstupů své vědecké práce na mezinárodních konferencích evropského významu a v impaktovaných časopisech!

Oceňuji účast studenta na několika ukončených výzkumných projektech. Nelze také opomenout záslužnou a náročnou práci disertanta na vývoji nadstavby pro CAD systémy RailCAD, určené k projektování kolejových staveb.

### **Konkrétní poznámky a připomínky k práci**

1. V úvodu své práce disertant konstatuje: „V současné době se intenzita dopravy na tranzitních železničních koridorech pohybuje na hraně jejich kapacity, a to i přes mírný pokles přepravy způsobený pandemií a souvisejícím poklesem české ekonomiky.“ Domnívám se, že takové tvrzení je značně zjednodušené a podrobný rozbor rozhodně přesahuje téma této disertační práce, proto podle mého názoru do této práce vůbec nepatří. Podle ČSÚ již od poloviny roku 2021 HDP v ČR stále roste a rovněž graf na obr. 1.1 ukazuje, že sice od r. 2021 klesá přepravní objem v železniční nákladní dopravě, ovšem v osobní železniční dopravě roste.
2. V kap. 2.2.1 je uvedeno: „Nízká [úroveň analýzy] spočívá v podrobnějším zkoumání kratšího úseku a sledování grafického výstupu jednoho parametru nebo případně porovnání s dalšími. Provádí ji specializovaní pracovníci a měla by umožňovat zobrazení, několika různými způsoby, jež si uživatel určí.“ Myslím si, že možnosti informačních technologií jsou v současnosti už na takové úrovni, že není nutné, aby jediná forma analýzy spočívala v tom, že školený pracovník musí procházet grafický výstup měření. Zatím se to tak mnohdy děje, ale možnosti informačních technologií už pokročily mnohem dále a mj. i k tomuto posunu by měla tato disertační práce přispět.
3. Na s. 17 jsou uváděny zásadní požadavky na kolejové lože. Chybí mi mezi nimi ostrohranost zrn kameniva. Při popisu vlivu pražců na žel. svršek je pro úplnost nutné zmínit také pražce kompozitní plastové (polymerní). A postrádám v kap. 2.2.2 pasáž věnovanou vlivu upevnění kolejnice.
4. V kap. 2.4.2 na s. 41 má být uvedeno (v textu i v titulku tab. 2.2.), že předpis SŽ S2/4 (Tabulka F.1) uvádí hodnoty SDO, nikoli SD.

5. V rámci kap. 4.1 („Zpracování dat z měřicího vozu“) bych uvítal kromě popisu konsolidace zpracovávaných dat různých datových sad také informace o tom, z jakých měřicích vozů a s jakými filtry byly získány. Tato problematika je zmíněna v kap. 5.4 a 5.6.5, ale ujasnění těchto důležitých výchozích podmínek hned na počátku aplikační části práce by čtenáři zjednodušilo její porozumění.
6. Polemizuji s disertantovým tvrzením, že úsek Dobšice nad Cidlinou – Choťovice – Převýšov – Chlumeck nad Cidlinou je „sklonově příznivý s maximálním sklonem 12 ‰“ (s. 57). Ať už proto, že podélný sklon 12 ‰ je obecně pro těžké nákladní vlaky už spíše nepříznivý, tak proto, že ve stanici Choťovice dochází k přivěšování postrků k těžkým nákladním vlakům.
7. Z hlediska geometrie není vhodné uvádět, že „křivky jsou rovnoběžné“ (s. 71), protože rovnoběžnost je geometrická vlastnost, která se může vztahovat pouze k přímkám, rovinám nebo k jejich kombinaci.
8. Domnívám se, že dolní grafy na obrázcích 5.9 a 5.10 nemají žádnou vypovídací schopnost nejen z důvodu nedostatku dat, ale zejména proto, že nejsou schopny postihnout (na rozdíl od horních grafů týchž obrázků) termíny údržbových zásahů do konstrukce kolejí (podbíjení), které hodnotu směrodatných odchylek parametrů geometrie koleje výrazně ovlivňují.

### Otázky na disertanta

1. Domnívá se disertant, že „hrozí poškození úložné plochy [pražce] vlivem zatlačování kolejnice do pražce“ (s. 18) i u betonových pražců, o nichž se píše v předchozí větě, a k nimž se předpokládám následující věta vztahuje?
2. Titulky tabulek 2.3 a 2.4 uvádí, že se obě tabulky liší pouze parametry směrodatných odchylek (výška koleje vs. směr koleje), ovšem komentář pod nimi porovnává rozdíly mezi předpisy v ČR a EU. Prosím o vysvětlení.
3. Teorie k fraktální analýze je uvedena v kap. 2.4.4. Jestliže se opakovaně spočítá fraktální dimenze  $D$  pro různé vstupní hodnoty délky pravítka ( $\lambda$ ) a počtu použitých („přiložených“) pravítek ( $N$ ) z rovnice (2.6), jaké velikosti bude parametr  $D$  nabývat a jakou bude mít informační hodnotu?
4. Ve vzorci (2.8) na s. 48 je výkonová spektrální hustota PSD rovna  $S_x$ ?
5. Ve které aplikační části disertační práce je využita teorie o testování hypotéz (podkapitoly „Testování hypotéz a statistická významnost“ a „P-hodnota“, s. 51–52)?

### Závěr

Celkově považuji hodnocenou disertační práci za zdařilé dílo, které by bylo vhodné po jeho obhájení dále rozšířit a jeho výsledky konfrontovat se zahraničními zkušenostmi

zpracování a vyhodnocování parametrů měřených geometrických parametrů železniční koleje a její celkové kvality. Také důrazně doporučuji disertantovi a jeho školiteli, aby hlavní výsledky publikovali v prestižních mezinárodních časopisech.

Ztotožňuji se s následujícím závěrem práce zaměřeným na potenciální návazný výzkum (a přimlouvám se za jeho uskutečnění): „Prozkoumat by se měly také možnosti využití strojového učení pro vyhodnocení velkého množství naměřených dat.“ Odborníci na vyhodnocování GPK by se pak mohli soustředit na vytipované problematické úseky a lépe analyzovat příčinu poruch a jejich vývoje a potenciální poruchy předpovídat, čímž by se údržba železničních kolejí výrazně zefektivnila.

Doktorand zpracováním své disertační práce prokázal tvůrčí schopnosti v dané oblasti výzkumu a disertační práce splňuje požadavky standardně kladené na disertační práce v daném oboru.

**Doporučuji, aby disertační práce byla přijata k obhajobě a aby v případě jejího úspěšného obhájení byl panu Ing. Eriku Duškovi udělen akademický titul „doktor“ (ve zkratce „Ph.D.“ uváděné za jménem).**

V Praze dne 27. ledna 2026

doc. Ing. Lukáš Týfa, Ph.D.