

## Posudek doktorské disertační práce

Uchazeč: Ing. Marek Pětioký  
Oponent: doc. Ing. Otto Plášek, Ph.D.  
Název habilitační práce: Metodika hodnocení stavu pružných svěrek Skl14  
v provozovaných tratích  
Studijní program: P3710 Technika a technologie v dopravě a spojích  
Studijní obor: 3706V005 Dopravní prostředky a infrastruktura

Předložená doktorská disertační práce Ing. Marka Pětiokého se zabývá kritickou součástí konstrukce upevnění kolejnic na pražci – pružnými svěrkami mi typu Skl 14. Tyto svěrky, přestože v běžných podmínkách plní spolehlivě svoji funkci, selhávají v některých extrémních podmínkách, a to zejména v železničních přejezdech, v tunelech, v obloucích malého poloměru. V práci je uvedeno měření pevnostních charakteristik oceli, z níž jsou vyrobeny, popsána je metalografie pružné svěrky, koroze svěrek, modelování svěrek metodou konečných prvků a měření a hodnocení svěrných sil. Těžištěm práce je sestavení metodiky hodnocení svěrek Skl 14 v provozním prostředí, která zahrnuje výše uvedené hodnocení vlastností svěrek.

Předložená disertační práce má přiměřený rozsah 158 stran textu, uspořádaného do celkem 8 kapitol. Práce obsahuje také 11 příloh (celkem 257 stran), ve kterých jsou podrobně uvedeny výsledky měření a analýz. Disertační práce po formální stránce obsahuje všechny potřebné náležitosti a je vhodně uspořádána. Uchazeč předkládá citaci 57 domácích i zahraničních zdrojů, které zahrnují podstatné související standardy a publikace.

### Aktuálnost zvoleného tématu

Téma disertační práce, která je zaměřená na spolehlivost a selhání svěrek Skl 14 v extrémních podmínkách provozu, je podle mého názoru velmi aktuální. Svěrky Skl 14 jsou základní součástí konstrukce upevnění na pražci a jsou základní svěrkou v současné době používanou v koleji. Celkové množství těchto svěrek instalovaných v tratích v ČR je zcela jistě v řádu milionů, spolehlivost těchto svěrek je tedy pro správce infrastruktury naprosto kritická. Byly pozorovány lomy svěrek nacházejících se v koleji v extrémních podmínkách. Předvídání a předcházení těchto lomů je z pohledu správce infrastruktury naprosto zásadní a předložená disertační práce zásadním způsobem přispívá k hodnocení stavu svěrek v provozované koleji.

### Splnění cílů disertační práce

Cíle disertační práce byly jednoznačně určeny, hlavním cílem disertační práce bylo vytvoření a ověření metodiky pro hodnocení svěrek Skl 14 v provozovaných tratích. K dosažení tohoto cíle doktorand definuje dílčí cíle – identifikace úseků s vyšší mírou poškození pružných svěrek, ověření vlastností svěrek Skl 14, hodnocení korozní odolnosti svěrek s povrchovou antikorozi úpravou a bez ní, statická analýza svěrek metodou konečných prvků.

Ověření vlastností svěrek je uvedeno v kapitole 4, kde je uvedeno měření tahové pevnosti materiálu (kap. 4.1), testy na únavu (kap. 4.2), metalografie (kap. 4.3). Hodnocení korozní odolnosti svěrek je předmětem zejména kapitoly 4.4. Statická analýza svěrky je

podrobně popsána v kapitole 5. Metodika hodnocení stavu pružných svěrek, je podrobně uvedena v kapitole 6, ověření metodiky v kapitole 7.

Všechny cíle disertační práce, které byly stanoveny, dle mého názoru doktorand splnil.

### **Posouzení zvolených metod zpracování**

Autor se věnuje problematice namáhání svěrek komplexně, prezentuje výsledky metalografického rozboru, uvádí výsledky tahových zkoušek materiálu a zkoušek na únavu materiálu. S ohledem na provozní podmínky, které se vyskytují v železničních přejezdech, se doktorand věnoval simulaci koroze na vzorcích v laboratoři. Měřením byla ověřována svěrná síla svěrek včetně vznikajících napětí. V rámci ověření metodiky hodnocení svěrek v provozních podmínkách byly dále měřeny kolové a vodící síly, působící na kolejový rošt, příčná a svislá posunutí v uzlu upevnění, povrchová napětí ve svěrkách a hodnoceno zrychlení vibrací při průjezdu drážních vozidel.

Práce je založena na využití současných možností laboratorní techniky, měřicího zařízení, numerických metod a navazujícího hodnocení. V práci nejsou zásadním způsobem rozvíjeny nové metodiky monitoringu a numerických analýz. Oceňuji však komplexní přístup a využití jak laboratorních měření, měření in situ, tak výpočtových analýz. Velmi oceňuji komplexní přístup doktoranda k problematice.

Tématika disertační práce byla dle mého názoru zpracována vhodně zvolenými a aktuálními metodami.

### **Dosažené výsledky disertační práce**

Dosažené výsledky disertační práce v oblasti laboratorních měření a numerických analýz byly bezprostředně použity pro návrh metodiky hodnocení stavu svěrek Skl 14 v provozovaných tratích. V rámci ověřování metodiky pak byla provedena komplexní měření provozního namáhání a stavu těchto svěrek. Výsledky ze všech měření a analýz jsou velmi cenné a umožní správci infrastruktury predikci a podložená rozhodnutí týkající se výměny svěrek a jiných údržbových zásahů, např. broušení kolejnic.

Shrnutí dosažených výsledků ve formě metodiky pro hodnocení stavu svěrek v provozních podmínkách považuji za mimořádně cenné a práci v tomto směru hodnotím jako vynikající.

### **Přínos pro další rozvoj vědy a techniky**

Předloženou disertační práci považuji za mimořádně přínosnou v oblasti hodnocení provozních a neprovozních vlivů na konstrukci upevnění kolejnic na pražci. Za velmi přínosné považuji také ověření metodiky hodnocení stavu svěrek. V rámci ověření bylo uskutečněno množství měření v koleji, při nichž bylo získáno množství poznatků o namáhání kolejového roštu zatíženého jedoucimi drážními vozidly. Tato měření byla poměrně rozsáhlá a zaměřená na hodnocení stavu svěrek. Nicméně by je bylo možné použít i pro získání dalších informací o vlastnostech kolejového roštu a uzlů upevnění kolejnic na pražci, tato hodnocení poněkud postrádám, i když nebyla předmětem a cílem disertační práce.

Disertační práce je dle mého názoru i z pohledu mezinárodního velmi přínosná. Navržené metody a postupy navrhování a posuzování pražcového podloží mohou být základem dalších výzkumných prací v oblasti spolehlivosti stejných nebo podobných typů svěrek a současně velmi dobře aplikovatelné u všech správců infrastruktury používajících pružné svěrky tohoto typu.

## Připomínky a dotazy k disertační práci:

K předložené disertační mám následující konkrétní připomínky a dotazy:

- kap. 4.1.1 – z které části svěrek byly vyrobeny zkušební vzorky, nebylo nutné vzorek rovnat vzhledem k tomu, že na svěrci se nenachází 40 mm dlouhé přímé části?
- kap. 4.1.3 – jakým způsobem byly určovány meze kluzu materiálu z průběhu zkoušky?
- kap. 5.1.6 – uvažováno je ekvivalentní napětí von Mises, stejně také v rámci ověřování metodiky v kap. 7.3.2, jakým způsobem koresponduje jeho porovnávání s mezí kluzu a pevností v jednoosém tahu;
- kap. 6.1.1 Hodnocení napětí – bylo by možné nahradit hodnocení pomocí výpočtů MKP sestavením nomogramu, který by pro správce mohl být snadněji použitelný?
- kap. 6.1.3 Hodnocení zbývajícího průměru drátu – jakým způsobem je možné měřit průměr drátu svěrky postižené korozi (očistění svěrky, v kterém místě, v kolika bodech apod.)?
- kap. 7.2 – není jasné, čím je charakterizován únavový lom, jak byl v rámci zkoumání identifikován a ohraničen;
- kap. 7.4.1 – v jakém smyslu jsou výchylky napětí, jedná se o zvýšení, nebo o snížení napětí (ve svislém směru dochází k poklesu kolejnic v uzlu upevnění a ke snížení svěrné síly svěrky), viz také Obr. 7-61 a Obr. 7-62?

Po formální, jazykové stránce a grafické stránce je dle mého názoru práce na vysoké úrovni. Množství formálních nedostatků a překlepů nevybočuje z množství obvyklého pro práce tohoto rozsahu a nesnižují úroveň práce. K formální stránce práce mám následující připomínky (bez nároku na úplnost, nevyžadují vysvětlení v rámci obhajoby):

- poněkud nejednotně je uváděno označení samotných svěrek (SKL14, SKL 14, Skl14, Skl 14);
- Obr 1-6 a Obr. 1-7 jsou totožné s Obr. 1-13 a Obr. 1-14;
- v grafu na Obr. 4-18 je převrácen popis os;
- kap. 4.5.1 – měření s přípravkem Vossloh mohlo být doplněno schématickým vyobrazením principu měření;
- kap. 6.1.1 Hodnocení svěrné síly – z Obr. 6-1 není dostatečně názorný s ohledem na demonstraci principu měření;
- v kap. 7.4.2 – zatížení vodícími silami a nápravovými silami je uváděno jako ekvivalentní hmotnost, doporučuji raději uvádět jako síly v N;
- hodnocení spektrální výkonové hustoty, viz např. Obr. 7-73 – osa x mohla být ve vhodnějším měřítku.

## Rozsah a kvalita publikovaných prací

Doktorand uvádí šest publikací, vztažených k tématu disertační práce, z toho dvě zahraniční. Kromě toho uvádí dalších 6 publikací související s disertační prací nepřímo. Rozsah i kvalita publikací je s ohledem na činnost doktoranda a splňuje požadavky kladené na uchazeče. Nicméně doktorand v průběhu zpracování disertační práce získal cenné výsledky, které doporučuji co nejdříve publikovat.

## Závěr

Doktorskou disertační práci považuji jako celek za velmi přínosnou a užitečnou a její výsledky jsou bezprostředně použitelné pro praxi.

Závěrem konstatuji, že doktorská disertační práce splňuje nároky na disertační práci a na základě této práce

### **n a v r h u j i**

Ing. Marku Pětiokému udělit akademického titulu Ph.D. ve studijním oboru Dopravní prostředky a infrastruktura.

V Brně, 15. listopadu 2020

.....

doc. Ing. Otto Plášek, Ph.D.