

Posudek disertační práce

Uchazeč: Ing. Vladimír Tomandl

Název disertační práce: Experimentální analýza vybraných systémů kolejnicového upevnění

Stavební obor: Konstrukce a dopravní stavby

Vedoucí práce: prof. Ing. Jaroslav Smutný, PhD

Oponent: Ing. Vladimír Dubský

Aktuálnost tématu disertační práce

Tématika experimentální analýzy systémů kolejnicových upevnění je v současné době velmi aktuální. V souvislosti se změnou podmínek na tratích v České republice (komplexní modernizace železničních koridorů jak v oblasti železničního svršku tak i spodku, zvyšování traťových rychlostí, příprava výstavby vysokorychlostních tratí, atd.) je třeba nově řešit problematiku dynamických účinků železniční dopravy (přenos vibrací, ve zvýšené míře i emise hluku). Bohužel platné předpisy a normy řeší tuto problematiku pouze částečně (například normy řady EN 13481 a EN 13146 řeší prakticky pouze stanovení statické či nízkofrekvenční a vysokofrekvenční dynamické tuhosti podložek pod patu kolejnice nebo systémů upevnění). Z tohoto důvodu hodnotím tematiku disertační práce jako velmi aktuální a potřebnou s přímou návazností na železniční praxi.

Splnění cílů disertační práce

Cíle stanovené v předložené disertační práci považuji za splněné. Autor věnoval velkou pozornost shrnutí aktuálního stavu v oblasti teoretických poznatků v oboru dynamických a akustických jevů v koleji. Podrobně se zabýval vhodností jednotlivých matematických metod pro vyhodnocení těchto jevů. Na základě zkušeností z řady měření v laboratoři a in situ, pro něž bylo třeba vyvinout řadu měřících pomůcek, navrhl metodiku pro jejich vylepšení a jednotnou metodiku pro realizaci měření v praxi. Závěrem na základě vyhodnocení realizovaných měření navrhl doplnění zásad pro použití jednotlivých typů upevnění v podmínkách tratí v České republice a dále úpravu zásad pro zakládání a vyhodnocování zkušebních úseků (úseků provozního ověřování).

Postup řešení a výsledky disertační práce (konkrétní přínos doktoranda)

Při řešení uvedené problematiky postupoval autor v souladu s cíly stanovenými ve 2. kapitole disertační práce. Postup byl zvolen logicky – dynamické a akustické děje v koleji, volba metodiky měření (v laboratoři, in situ), přehled existujících metod matematického vyhodnocení s návrhem nejvhodnějších metod, výběr a volba měřícího zařízení pro měření v koleji, realizace a vyhodnocení měření v koleji. Práce vhodně obsahuje i návrhy na

vylepšení měřicí aparatury na základě zkušeností z měření. Závěry a doporučení se opírají o zkušenosti z velkého objemu dat získaných z mnoha měření a z výsledků teoretického rozboru v první části práce. Konkrétním vyústěním pro praxi je příloha F „Zásady pro zakládání a vyhodnocování zkušebních úseků“. Tyto zásady mohou být použity jako solidní základ pro projednání změny současných pravidel platných pro provozní ověřování systémů upevnění kolejnic v rámci SŽDC (a také jako podklad k iniciativě pro změnu a doplnění EN 13146-8 v rámci příští novelizace této normy). V těchto částech („Závěry a doporučení“ a Zásady“) vidím největší konkrétní přínos doktoranda.

Význam pro praxi nebo rozvoj vědního oboru

Předložená disertační práce jako celek je zaměřena z hlediska významu pro praxi na stanovení jednotných zásad pro zjišťování dynamických a akustických vlastností systémů upevnění kolejnic. Přínosné je doporučení pro využití jednotlivých systémů upevnění kolejnic (byť by mělo být dále diskutováno – viz dále v konkrétních připomínkách), stanovení jednotné metodiky pro měření dynamických a akustických vlastností systémů upevnění kolejnic v laboratoři či v koleji a obecných zásad pro zakládání a vyhodnocování zkušebních úseků. Z hlediska rozvoje vědního oboru je přínosná část zabývající se detailně měřicími metodami a zvláště matematickými metodami pro vyhodnocení výsledků, kde autor doporučuje výběr matematických metod nejvhodnějších pro tyto účely.

Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň

Formální úroveň disertační práce považuji za velmi dobrou. Práce je jasně strukturovaná a srozumitelná. Celkově práce působí jednotně a je přehledná. Z hlediska jazykové úrovně nemám k práci připomínky (vesměs je používána správná či běžně používaná terminologie).

Připomínky

Dále uvedené připomínky či dotazy nemají vliv na celkovou velmi dobrou úroveň disertační práce:

- str. 22 (čl.1.1.1.2) – ve výčtu nejčastějších materiálů pro výrobu podložek pro upevnění kolejnic chybí například polyamid PA a polyuretan PU,
- str.22 (čl.1.1.1.2) – charakteristiky podložek se v konstrukci upevnění mění v závislosti na čase – **tato změna však závisí zejména na výchozím materiálu podložek** (například u podložek z PU je tato změna pomalejší než u podložek z pryže). Změna statické sečné tuhosti u pryžových podložek WU-7 v upevnění W14 byla dlouhodobě sledována v úseku Brno - Břeclav (přibližně po 2, 4, 6, 8 a 12 letech). Byla zjištěna výrazně větší změna než u zmíněných podložek z Austrálie (bohužel nebyl v práci uveden výchozí materiál těchto podložek). Obávám se, zda na obrázku 1-9 v nomogramu závislosti tuhosti na době provozu se skutečně jedná o tuhost v kN/mm?

- str.25 (Tab.1-2) – v Německu se typ použité podložky pod patu kolejnice řídí nejen nejvyšší traťovou rychlostí, ale též ekonomickými kritérii. Pro vyšší traťové rychlosti jsou používány podložky s ještě nižší statickou tuhostí než 60 kN/mm. **Co to jsou „smíšené pražce“?**

- str.30 (čl.1.4) – nelze obecně stanovit převodní koeficient pro hodnoty naměřené statické sečné tuhosti podle metodiky uvedené v OTP SŽDC a v ČSN EN 13146-9. Například rozdíl v použití či nepoužití smirkového plátna při zkoušce, nebo ponechání či neponechání prodlevy mezi jednotlivými cykly měření má velký vliv na výsledky měření podložek z pryže a podložek z mikroporézního EPDM (materiál Cellentic). Vliv různých hranic vyhodnocení zatěžovacích cyklů (20 až 70 kN resp. 18 až 68 kN) asi tak velký není. Tuhost podložek pod patu kolejnice u Y pražců se pohybuje okolo 500 kN/mm (jedná se o materiál EVA či PA) a jejich úkol je především separační/elektroizolační.

Konstatování, že „od používání pružných svěrek Skl 12 se upustilo kvůli jejich zvýšené lámavosti a tendenci pracovních ramen svěrky vtisknout se mezi patu kolejnice žebro podkladnice užitého materiálu“ není zcela přesné. Typickým příkladem je trať České Budějovice – Horní Dvořiště, kde po elektrizaci tratě došlo v obloucích se sníženým převýšením (GPK zůstala zčásti beze změny na trati zčásti postavené ještě jako „koňka“) k tomu, že elektrické lokomotivy využívaly plně traťovou rychlost. Tím došlo k výraznému nárůstu příčných sil – příčný pohyb kolejnice způsobil jejich zpracování do žeber (díky nižší jakosti materiálu a velkým výrobním tolerancím starších podkladnic). Bohužel na takový příčný pohyb nejsou pružné svěrky dimenzovány (únavový limit svěrek je v příčném směru mnohem nižší než ve svislém směru).

Upozorňuji, že u upevnění E14 nejsou v přechodových úsecích používány podložky pod patu kolejnice se statickou svislou tuhostí 40 kN/mm. Všude jsou používány podložky pod patu kolejnice stejné – z EVA (PA) se statickou svislou tuhostí cca 500 kN/mm. Mění se tuhost **vysoce pružných podložek Zwp** uložených na úložné ploše pražce pod ocelovou roznášecí deskou Grp (s tuhostí 27,5 kN/mm resp. 40 kN/mm).

- str.55 (obr.3-13) – obávám se, že se nejedná o kolejnicový absorbér hluku, ale o kolejový absorbér hluku BRENS, stejně tak jako kolejnicové mazníky lze zmínit i mazání okolků hnacích vozidel,

- str.55 (čl.3.5) – patrně nejúčinnější protivibrační opatření při použití PJD jsou „mass spring systems“ (patrně totéž, co je uvedeno v práci pod názvem „plovoucí panelové tratě“) a to buď v provedení „light“ nebo „heavy“ (jedná se samozřejmě o velmi nákladné konstrukce),

- str.62 (obr.4-3) – podle obrázku se zdá, že měřicí kámen byl zabudován zčásti do pražce, což asi není pravda,

- str.63 (obr.4-4) – předpokládám, že rozměry měřícího kamene byly 60 x 60 x 60 mm (nikoliv 31,5 – 63 mm),

- str. 65 (čl.4.1.5) – předpokládám, že nedotažený či přetažený stav upevnění byl volen v rozmezí 50 Nm od předepsané hodnoty (nikoliv 50 MN), obdobně str.131 (utahovací momenty 150 – 200 – 250 Nm a nikoliv MN),
- str.74 (čl.4.2.2.2) – jakým způsobem bylo realizováno uchycení akcelerometrů na patu kolejového lože prostřednictvím **izolačních plastových podložek**?
- str.107 (čl.6.3.1) – měření drsnosti kolejnic se neprovádělo, pouze vizuální kontrola stavu pojížděné plochy kolejnice – **jakým způsobem se vyhodnocovalo?**
- str.132 (čl.7.1.2) – zjištěný rozdíl útlumu u podložek WU 7 v závislosti na stáří odpovídá dosavadním zkušenostem (viz pozn. k čl.2.2.2.2), stejně tak lze souhlasit s informací z literatury o vhodnějším materiálu z tohoto pohledu - různé syntetické materiály,
- str.134/135 (čl.7.1.3) – s uvedenými záměry souhlasím, jen dodávám, že je třeba posoudit také vliv různých typů lokomotiv, vozů a elektrických/motorových jednotek na vlastní **vznik věkovitosti/skluzových vln** (potvrzují to i zkušenosti provozních pracovníků SŽDC). Tato problematika samozřejmě nespadá do předmětu disertační práce. O vlivu vozidel hovoří i poslední odstavec na str.213 (čl.9.1),
- str. 137 (čl.7.2.2.2) – porovnání výsledků měření v laboratoři a in situ bylo učiněno s podložkami **stejného stáří se stejnou projetou zátěží?**
- str.162 (čl.7.2.2.2.1) – vysvětlení uvedené v předposledním odstavci může být navíc ovlivněno **skutečným** převýšením a **skutečnou** rychlostí vlaků (může být odlišná od projektovaných hodnot),
- str.164 (čl.7.2.2.2.2) – údaje v posledním odstavci potvrzují důležitost posouzení vlivu konkrétních vozidel,
- str.192 (7.2.4.2.1) – závěry o srovnatelné úrovni vibrací u upevnění W14 a Systém 300 (nikoliv „Vossloh 300“) ve vzdálenosti 7,5 m od osy koleje odpovídají předpokladům. Základní ideu pro upevnění kolejnic pro pevnou jízdní dráhu stanovil prof.Eisenmann již před mnoha lety – nastavit svislou tuhost koleje PJD tak, aby odpovídala tuhosti dobře udržované klasické koleje s příčnými betonovými pražci ve štěrkovém loži,
- str.194 (7.2.4.2.1) – upozorňuji, že upevnění Systém 300 je určeno výhradně pro koleje s pevnou jízdní dráhou. PJD se například v Německu používá především na vysokorychlostních tratích (tzn. nikoliv v RP 3), případně v tunelech (zde je však dynamické chování ovlivněno naprosto odlišným železničním spodkem - absolutně tuhá betonová deska uložená na spodní klenbě či na skalním podloží),
- str.194 (7.2.4.2.1) – závěry v posledním odstavci opět potvrzují důležitost vlivu vozidel (námět na některou novou disertační práci?),

- str.195 (7.2.4.2.2) – závěry z provedeného měření hluku plně odpovídají zkušenostem ze zahraničí (logicky betonová deska PJD odráží hluk na rozdíl od šterku, který jej zčásti pohlcuje a tříští). Odráží to i předpisová ustanovení v Německu a v ČR – při použití PJD v intravilánu je třeba učinit opatření pro snížení hladiny emitovaného hluku min. na úroveň srovnatelné koleje s pražci ve šterkovém loži (týká se i dalších závěrů v následujícím článku),
- str.205 (kapitola 8) – pro montáž upevnění Vossloh v podmínkách SŽDC není třeba pořizovat speciální nástavec – používají se buď vrtule R1, R3 či vrtule Ss 35 CZ nebo Ss 36 CZ s klasickým tvarem hlavy,
- str.215 (čl.9.1) – s upevněním E14 se nadále uvažuje do (většinou krátkých) úseků koleje s nedostatečnou tloušťkou kolejového lože (zvýšený rozvoj skluzových vln patrně nehrozí), upevnění W21NT je primárně určeno do kolejí s vyššími rychlostmi (v provedení „HS“ dokonce pro vysokorychlostní tratě na betonových pražcích ve šterkovém loži), upevnění W28 NT bylo primárně určeno pro zatížené horské tratě v Rakousku (s většinou menšími poloměry), například známý „Semmering“,

Obecně – vždy by bylo vhodné doplnit údaje o měřeném typu upevnění o typ a materiál pružného prvku v sestavě upevnění (podložky pod patu kolejnice, vysoce pružné podložky Zwp apod.), statickou svislou tuhost (eventuálně dynamickou svislou tuhost). Poměr dynamické a statické svislé tuhosti („stiffening factor“) je velmi důležitý, neboť pro skutečné chování pružných prvků v provozované koleji je dynamická tuhost důležitější (bohužel vlaky nám po kolejích jezdí a pouze na nich nestojí). Uváděné výsledky měření platí jen pro jeden typ podložky (např. u upevnění W14 pro podložku WU 7 z pryže). V některých typech upevnění se v různých zemích používají různé typy podložek.

Závěrečné hodnocení disertační práce

Autor se problematiky zhostil velmi odborně a zdařile a postupoval logicky a systematicky. Předpokládám využití některých výsledků v praxi.

Doporučuji po úspěšné obhajobě disertační práce udělení titulu Ph.D.

V Praze dne 31.10.2016



 Ing. Vladimír Dubský