

Oponentní posudek doktorské dizertační práce

Autor práce:	Ing. Radek Trejtnar
Název práce:	Požadavky na projektovaný a provozní stav geometrických parametrů koleje ve vztahu k vzájemnému silovému působení vozidla a koleje
Škola:	Vysoké učení technické v Brně
Fakulta:	Stavební
Ústav:	Ústav železničních konstrukcí a staveb
Studijní obor:	3607V009 Konstrukce a dopravní stavby
Studijní program:	P3607 Stavební inženýrství
Vedoucí práce:	doc. Ing. Otto Plášek, Ph.D.
Oponent práce:	Ing. Vladimír Igielski Jihoslovanská 285/19, 779 00 Olomouc

Oponentní posudek doktorské dizertační práce je zpracován na základě jmenování děkanem FAST VUT v Brně pod č.j. 582/2013 ze dne 16.8.2013.

Práce obsahuje 5 kapitol základního textu celkem 217 stran a dalších 5 kapitol s uvedením související literatury, seznamu značek a zkratk, seznamu obrázků, grafů a tabulek, celkový rozsah práce 234 stran.

K jednotlivým otázkám zadání posudku uvádím:

Ad a) k aktuálnosti tématu dizertační práce

Aktuálnost tématu dizertační práce je velmi dobře popsána v předmluvě autora. V současné době prováděné stavby modernizace i ostatní rekonstrukce železničního svršku, kdy se věnuje pozornost komplexnímu provedení tj. včetně provedení potřebných úprav železničního spodku, umožňují provést dokonalou směrovou a výškovou úpravu umožňující plynulou jízdu železničních vozidel. Zásadní podmínkou jsou však dobře navržené projektované parametry a to i ve vzájemné kombinaci, které musí odpovídat potřebě provozu. Důkazem, že se této oblasti věnuje zvýšená pozornost, jsou i častější doplňky, revize a změny technických norem a předpisů v oblasti GPK. Přitom se vychází z vlastních zkušeností provozovatele dráhy SŽDC, ale vychází se i z návrhů a úprav projednávaných v rámci spolupráce mezi státy EU. Sleduje se jednotnost pravidel pro projektování GPK. Dobře navržené parametry GPK přispívají v nemalé míře udržitelnosti dobrého provozního stavu, což je i záležitost ekonomická.

Doktorand v rámci dizertační práce sleduje nový přístup hodnocení projektovaných parametrů podle vlivu na jízdní vlastnosti vozidel měřením skutečných hodnot silového působení. Stejně tak je významné i ověření a stanovení velikosti odchylek v jednotlivých parametrech s ohledem na vzájemné silové působení vozidla a koleje.

Ad b) zda dizertace splnila stanovený cíl

Cíle této dizertační práce jsou konkretizovány v kapitole 2. V kap. 1.1 a 1.2 autor provedl rozbor a zdůvodnění návrhových hodnot projektovaných parametrů a vlivu provozních odchylek ve vztahu na silové působení vozidla a koleje na základě teoretických úvah a výpočtů při zpracování podkladů a vlastním zpracování ČSN 73 6360-1:2008 a ČSN 73 6360-2: 2009. Mimo zhodnocení výsledků

měření a doporučení v praktické části (souhrn výsledků v kap. 4) autor uvádí další náměty v jednotlivých článcích, např.:

V čl. 1.1.5 autor uvádí možnost využití vyšších hodnot nedostatku převýšení (především hodnoty až 130 mm) ve větší míře (viz hodnocení silových účinků v závislosti na nedostatku převýšení dle kapitoly 3.3). V zásadě však úpravu tabulky 1 v ČSN 73 6360-1 neuvažuje. Je tedy využití hodnoty nedostatku převýšení do 130 mm jako maximální hodnoty vázáno souhlasem provozovatele dráhy SŽDC. Důvodem pro nutnost uvážlivého zvýšení hodnoty nedostatku převýšení je nepříznivý vliv dynamických hodnot odchylek SL, SP dle ČSN 73 6360-2 ve stupni IAL. Např. v RP1 může dojít k místnímu zvýšení křivosti až o 45% a dynamickému zvýšení Y/Q. Zvýšení hodnoty nedostatku převýšení při zvětšení odchylky –PK dle změny 1 ČSN 73 6360-2 je vhodné a zdůvodněné.

Čl. 1.1.5 Přehodnocení omezení traťové rychlosti pro hnací vozidla zařazená z hlediska příčných účinků do kategorie „3“.

Čl. 1.1.8.5 Autor navrhuje čl. 8,4.3 ČSN-1 nevztahovat pro jednotky NS, které mají speciální konstrukci podvozků.

Čl. 1.1.8.5 ad 5. Úprava znění čl. 8.4.3 pro sklon větší než 1:8V, pro V menší než 80 km/h, pro sklon vzestupnice větší než 1,5 mm/m se navrhuje vzdálenost mezi výhybkovým stykem a vzestupnicí $c = 0,15 V$. Je to však zpřísnění stávajícího znění pro tuto vzdálenost, proto doporučuji doplnění: pro stávající stavby omezení sklonu na 1,5 mm/m je ve stísněných poměrech doporučení. Otázkou je ještě podmínka pro nelineární vzestupnice v případě rychlosti nižší než 80 km/h v návaznosti na čl. 7.2.3.1 ČSN 73 6360-1.

Čl. 1.1.10 Návrh na úpravu znění pro princip virtuální přechodnice. Autor doporučuje využití pro rychlosti do 70 km/h. Při rychlosti až 100 km/h je vhodné jen pro větší rezervy v hodnotách nedostatku převýšení. Metoda je využitelná pro koleje, které nejsou hlavní.

V praktické části byl uveden cíl v ověření stanovených principů návrhů hodnot projektovaných parametrů a provozních odchylek GPK pomocí hodnocení měření vzájemných silových účinků vozidel a koleje. V kapitole 3 je uveden větší počet hodnocených úseků s uvedením konkrétních vlivů projektovaných geometrických parametrů a provozních odchylek na silové působení. Celkové hodnocení výsledků měření je uvedené v kapitole 3.3, 3.4 a 4. Z dizertační práce vyplývá větší počet námětů a doporučení pro uplatnění v rámci návrhů úprav ČSN 73 6360-1,2, při tvorbě EN 13803 a činnost autora v expertní skupině CER. V řadě hodnocených úseků vyplývají i doporučení na problém požadavku na minimální délku prvku konstantní křivosti mezi přechodnicemi či místy náhlé změny nedostatku převýšení. Řada námětů byla uplatněna autorem již v průběhu zpracování dizertační práce, např. v rámci změny 1 ČSN 736360-2:2013.

Konstatuji, že dizertace splnila stanovený cíl velmi dobře.

Ad c) k postupu řešení problému a k výsledkům dizertace s uvedením konkrétního přínosu doktoranda.

V první části dizertační práce se autor zabývá zásadami pro odvození jednotlivých projektovaných parametrů GPK a vlivu provozních odchylek ovlivňující silové působení vozidla a koleje na základě teoretických úvah a výpočtů uplatněných při zpracování podkladů a vlastním zpracování norem ČSN 73 6360-1:2008 a ČSN 73 6360-2: 2009. Přitom se zaměřuje mimo jiné na podklady a jejich ověření pro posouzení délky směrového prvku konstantní křivosti (příloha A.2 prEN 13803-1:2007, simulační výpočty Kufver).

Postup pro praktickou část s posouzením silových účinků vozidla na trať vzhledem k projektovaným parametrům a provozním odchylkám GPK je uveden v úvodu kapitoly 3. Vychází z většího počtu

změřených úseků (podklady z jízdních zkoušek nákladního vozu Talns a lokomotivy 109E) s různými směrovými poměry a rozdílnou kvalitou geometrie koleje. Pro vlastní hodnocení vlivu odchylek GPK autor využívá podkladů z měřicích jízd měřicího vozu. Výběr úseků pro hodnocení silových účinků provedl autor mimo jiné se zaměřením na kratší délky směrových prvků konstantní křivosti (0,25 až 1,0 V) s volbou podle nákrešných přehledů železničního svršku. Sledují se úseky s protisměrnými oblouky s přechodnicemi a mezipřímou, s inflexními přechodnicemi, se stejnosměrnými oblouky a mezipřímou, s čistým obloukem mezi přechodnicemi. V každém hodnoceném úseku autor provedl analýzu silového působení ve vztahu k směrovému řešení úseku a případnému vlivu odchylek GPK.

V kapitole 3.3 autor uvedl podrobné vyhodnocení míry změny vzájemného silového působení vozidla a koleje v závislosti na velikosti nedostatku převýšení podle výsledků jízdních zkoušek dvou podobných hnacích vozidel HDV řady 380 ČD a řady 1216 ÖBB.

K výsledkům dizertace souhrnně uvedeným v kapitole 4 uvádím následující vyjádření s uvedením konkrétního přínosu doktoranda:

Ad 4.1.1 Mezipřímé mezi oblouky s přechodnicemi a kružnicové části oblouků s přechodnicemi.

Autor na základě rozboru většího počtu měřených úseků potvrzuje nepříznivý vliv krátkých úseků konstantní křivosti mezi přechodnicemi na silové účinky. Autor uvádí, že nerovnoměrnost silového působení nepřevyšuje vliv provozních odchylek GPK na úrovni AL. Mimo vliv krátkosti úseků se v některých příkladech projevuje současně i vliv odchylek GPK, které, jak uvádí autor, mohou mít i větší vliv než geometrické uspořádání (viz př. 23, čl. 3.4). S ohledem na trvalý vliv nepříznivého směrového uspořádání je třeba problematikou krátkých úseků mezi přechodnicemi v rámci úpravy norem se zabývat. Autor upozorňuje na potřebu rozlišných požadavků na délku oblouku mezi přechodnicemi ve srovnání s mezipřímou. Názor se opírá o podstatné důvody (větší hodnoty převýšení a nedostatku převýšení), je však třeba posuzovat i s přihlédnutím k dalším souvislostem. Souhlasím, že normové prodloužení délky oblouků jako zásadu přímo nenavrhuje (i když v čl. 1.1.8.3 uvádí vhodnost délky 0,5 V vztahovat i na úseky mezi přechodnicemi). Požadavky na délku mezipřímé i oblouku mezi vzestupnicemi by mohly zůstat stejné. Zajímavé je zjištění situace, kdy velmi krátké mezipřímé mění v provozu charakter na prvek nekonstantní křivosti bez zvýšeného vlivu na silové působení (př. 14 a 54), dále jen připomínka k čl. 1.1.8.3: Kufver: kratší délky kružnicových oblouků vykazují nižší vyvolané silové působení – normově však taková zjištění nelze využít, přednost v případě oblouků opačného směru má inflex. Měla by platit zásada, že normové doporučení na prodloužení prvku konstantní křivosti (z 0,2 resp. 0,25.V na 0,5.V) by bylo uvedeno např. jako standardní hodnota L_n . Autor správně upozorňuje na součinnost kritérií pro délku oblouku mezi přechodnicemi a pro hodnoty dD/dt a dI/dt . To je řešeno v normě pouze částečně v posledním odstavci čl. 7.2.4 ČSN-1, je třeba doplnit též o využití maximální hodnoty změn nedostatku převýšení v čase a zvážit změnu doporučení na požadavek. Pro malé hodnoty převýšení a větší hodnoty nedostatku převýšení může být rozhodující kritérium dI/dt . Ponechat však znění i pro mezipřímé. Jak uvádí autor, stanovit přesné kritérium pro délku oblouku mezi přechodnicemi v závislosti na dD/dt a dI/dt by bylo komplikované. Co je však nejvýznamnější, jak autor na začátku článku uvádí, tj. krátké mezipřímé a krátké oblouky mezi přechodnicemi vylučovat (bohužel chyby projektů v úseku zejména Brno – Č. Třebová). Kritérium min. délky směrového prvku konstantní křivosti by nemělo být nadřazené kritériím pro hodnoty dD/dt a dI/dt . K diskusi uváděné v předmluvě (též k čl. 1.1.8.3): je třeba vyvinout větší tlak na investora i projektanta překonat problémy při návrhu polohy koleje při rekonstrukci. Při současné úpravě železničního spodku s budováním konstrukčních vrstev i odvodnění a základů TV, by neměl být problém i několik desítek cm příčný posun (mimo zvláštní ovlivňující okolnosti). Preference délky kružnicových oblouků či délky přechodnice a vzestupnice se nedá

úseku oddělujícího dvě místa náhlé změny křivosti podle tabulek 8 a 9 autor přímo nenavrhuje, předpokládá se však souvislost při řešení problematiky úpravy čl. 7.2.4 a 8.2.4. V čl. 1.1.8.3 autor sice uvádí vhodnost délky mezipřímých i kružnicových částí oblouků $0,5 \cdot V$, je však třeba vidět nepříznivý praktický dopad na takové zpřísnění v oblasti rychlostí do 120 km/h (současně $0,25 \cdot V$) – stávající úseky by se staly neodpovídajícími normě. Projektové podmínky pro délky mezipřímých mezi oblouky opačných směrů jsou fixovány geometrickým uspořádáním výhybek a standardními osovými vzdálenostmi.

Ověření silových účinků pro posouzení délek směrových prvků konstantní křivosti mezi místy náhlé změny křivosti je ovlivněno poněkud nižší rychlostí při průjezdu soupravy při měření ve zhlaví (snížení rychlosti před zastavením) a menším počtem ověřovaných úseků.

Ad 3.3 Vyhodnocení míry změny vzájemného silového působení vozidla a koleje v závislosti na velikosti nedostatku převýšení (resp. na velikosti nevyrovnaného příčného zrychlení).

Ad 4.1.3 Vliv zvýšení hodnoty nedostatku převýšení na výsledné silové působení vozidla.

V těchto člancích autor prokazuje na základě měření silových účinků vybraných kolejových vozidel v oblasti malých poloměrů hlavní vliv na silové působení (Y , Y/Q , ΣY_{2m}) u parametru křivosti. Rozlišení vlivu nedostatku převýšení na hodnoty Y/Q se projevuje až v oblasti poloměrů větších než 600 m, ovšem již s menšími hodnotami příčných sil Y a tedy i poměru Y/Q . Z uvedených důvodů byla upravena ČSN-2 v tab. 10.2 (autor je zpracovatelem normy) s provozně vhodným zvýšením záporných odchylek –PK v uvedených hodnotách od projektované hodnoty převýšení (tedy bez vlivu na zhoršení silového působení Y/Q).

Ad 3.4 Posouzení délky směrového prvku konstantní křivosti podle metodiky přílohy A.2 prEN 13803-1:2007 – ověření měřením pohybů skříně měřícího vozu pro železniční svršek) v návaznosti na teoretické výpočty v čl. 1.1.8.7.

Ad 4.1.4 Metodika výpočtu podle přílohy A.2 prEN 13803-1:2007

Autor uvádí v čl. 1.1.8.7.2 výpočet tlumení kmitání příčného náklonu vozové skříně ve výšce 4 m nad TK pro motorový vůz Dm 12 a pro měřicí vůz VÚKV. Funkce útlumu je pro každý typ vozidla odlišná. Praktické uplatnění této metodiky pro projektování se neuvažuje. Za významné je třeba považovat potřebu posuzovat délku směrového prvku konstantní křivosti nejen v závislosti na rychlosti, ale i na velikosti časové změny převýšení a nedostatku převýšení v přechodnicích (též na velikosti náhlých změn nedostatku převýšení) – viz též 4.1.1. Zde se opět nabízí porovnání se situací navázání nelineární přechodnice na směrový prvek konstantní křivosti – viz ad 4.1.1. – pochopitelně problém použití typu přechodnice nelze zjednodušit jen tímto směrem. Za velmi vhodné považuji posouzení délky směrového prvku konstantní křivosti podle čl. 3.4. Významné je konstatování v závěru článku o větším vlivu odchylek v převýšení a podélné výšce oproti nespojitosti průběhu dD/dt a dI/dt .

Ad 4.2 Vliv jednotlivých odchylek parametrů GPK na bezpečnost provozu.

Vliv odchylek GPK na nerovnoměrnost silového působení byl prokázán autorem v kapitole 3.2 ve větším počtu případů, nejen v místech krátkých mezipřímých či oblouků mezi přechodnicemi. Hlavní vliv lze vysledovat u odchylek ve směru koleje (na síly Y , Q , Y/Q). Vliv jednotlivých odchylek GPK na silové účinky (síly Q , Y) při větších hodnotách mohou ovlivňovat bezpečnost provozu podle bezpečnostních kritérií Y/Q a ΣY_{2m} . V některých příkladech v obloucích o malých poloměrech lze vysledovat přiblížení k mezním hodnotám, např. $Y = 70$ kN, $Y/Q = 0,60$, hodnoty $\Sigma Y_{2m} = 50$ kN jsou již s dostatečnou rezervou. Odchytky v podélné výšce bez kombinací nepůsobí zásadně na bezpečnost. Hodnocení vlivu odchylek jednotlivých parametrů GPK včetně jejich kombinací bylo aplikováno

Dizertační práce je sepsána v dobré odborné jazykové úrovni, srozumitelně a přesně. Některé nepřesnosti v textu (většinou formálního rázu) je možné velmi dobře v elektronické verzi odstranit.

Závěr

Poznatků a výsledků uvedených jak v teoretické tak i v praktické části bude vhodně využito v rámci projednání souvisejících ČSN a EN a při činnosti doktoranda v expertní skupině CER. Některé poznatky byly již využity v souběžně vydaných dokumentech (např. Z1 ČSN 73 6360-2, SŽDC SR 103/8(S)). Hlavní význam dizertační práce spočívá v možnosti využití výsledků měření skutečného silového působení vozidla a koleje zjištěných při jízdách zkouškách při stanovení hodnot pro projektování a provozních hodnot GPK.

I přes některé nepřesnosti lze konstatovat, že dizertace splnila stanovený cíl velmi dobře.

Dizertační práci Ing. Radka Trejtnara na téma „Požadavky na projektovaný a provozní stav geometrických parametrů koleje ve vztahu k vzájemnému silovému působení vozidla a koleje“ doporučuji přijmout k obhajobě. Doporučuji udělit panu Ing. Radku Trejtnarovi titul Ph.D.



Ing. Vladimír Igielski

V Olomouci 8.11.2013

Jihoslovanská 285/19 , 779 00 Olomouc