



STATICKÉ A DYNAMICKÉ ANALÝZY NA VÝHYBKÁCH A KONSTRUKCÍCH PRVCÍCH VÝHYBEK

Zpracovali: Ing. Lukáš Raif, Ing. Petr Mucha (DT – Výhybkárna a strojírna, a.s.)

Souhrn

V tomto technickém listu je shrnut postup prací v aktivitě 2.2 Statické a dynamické analýzy drážních staveb, modelování konstrukcí a součástí kolejové jízdní dráhy. Stejným výsledkem bylo dokončení výpočtu statické a dynamické analýzy tuhosti vysokorychlostní výhybky a předložení návrhu zpružnění nejužších oblastí výhybky ve spolupráci s VUT v Brně a s Univerzitou Pardubice.

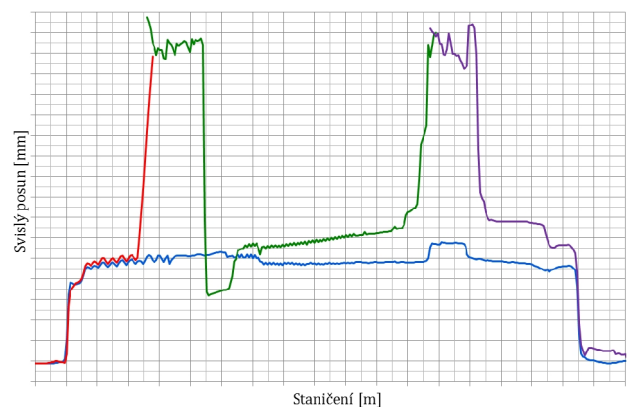
Oblast použití

Výstupy statických a dynamických analýz jsou uplatněny pro následný konstrukční návrh optimalizace svislé tuhosti po délce výhybky, resp. návrhu zpružnění v uzlech upevnění výhybky. V návaznosti na výpočet proběhne konstrukční návrh uzlu upevnění. Tyto uzly budou následně vyrobeny a poté budou laboratorně ověřeny dle příslušných norem stanovujících požadavky na systémy upevnění a metodiky zkoušení. Skutečné hodnoty tuhostí zjištěné experimentem budou moci být započteny do výpočtového modelu a bude moci být znovu proveden výpočet se skutečnými hodnotami tuhosti. Výhledově dalším stupněm vývoje, ve kterém budou všechny tyto zkušenosti použity, je aplikace vysokorychlostní výhybky na pevnou jízdní dráhu, při které je vyžadováno zpružnění po celé délce výhybky, což vychází ze samotné podstaty pevné jízdní dráhy.

Výpočet tuhosti uložení kolejnic vysokorychlostní výhybky – stávající varianta

Výstupem této statické a dynamické analýzy je výpočet svislé tuhosti po délce výhybky. Díky tomuto výpočtu máme přehled o tom, která místa ve výhybce jsou při jízdě vlaku tužší, což má za následek zvýšené dynamické úinky. Nejprve byl vytvořen 3D geometrický model celé výhybky, který byl poté na ten do softwaru ANSYS. O vytvoření geometrického modelu podrobně pojednával TL z roku 2015 „Zjištění tuhosti jízdní dráhy po délce vysokorychlostní výhybky pomocí výpočtového

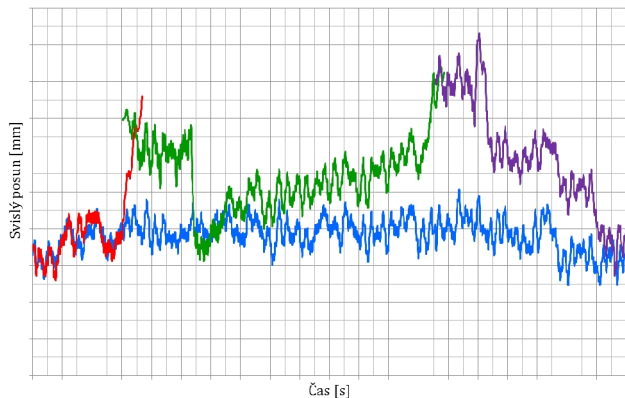
modelování“. Během dalšího postupu výpočtu byla vyřešena statická odezva potrubí pro stanovení svislé tuhosti železniční trati po délce výhybky. Jedná se o odezvu na buzení dvojkoľím umístěným na kolej vždy nad patní žebrem. Následně se hledá příčinná příčina poklesu kolejnic. Kritériem je relativní svislé posunutí paty kolejnic. Stejným výstupem výpočtu je vidět na Obr. 1, ze kterého je patrné, že nejužšími místy jsou jednak oblast výhybky, kde kolo přejíždí z opornice na tuhou kolej, jednak v oblasti srdcovky, kde je instalován ohybový tuhý rám pohyblivého hrotu srdcovky. Tento graf přehledně koresponduje s předpokladem a také s obdobnými výpočty prováděnými na standardních výhybkách. V grafu je modře zobrazen kolejnicový pás protilehlý srdcovce a červenou, zelenou a fialovou barvou potom úseky kolejnic kolejnicového pásu jdoucí přes srdcovku. První výrazné ztužení zleva je oblast výhybky a druhé výrazné ztužení je oblast srdcovky. Patrný je také vliv zvětšující se délky pražce po délce výhybky.



Obr. 1 Graf průběhu svislé tuhosti po délce výhybky. Modře je kolejnicový pás protilehlý srdcovce a červenou, zelenou a fialovou barvou jsou úseky kolejnic kolejnicového pásu jdoucí přes srdcovku.

Rovněž byla výpočtově řešena varianta s příslušným dynamickým úinkem od nerovností a změnou v tuhosti. Za účelem stanovení dynamického úinku byl využit simulační nástroj vyvinutý na DFJP Univerzity Pardubice. Byla zjištěna dynamická odezva při jízdě výhybkou a ta byla vstupním parametrem do dynamického výpočtu. Při

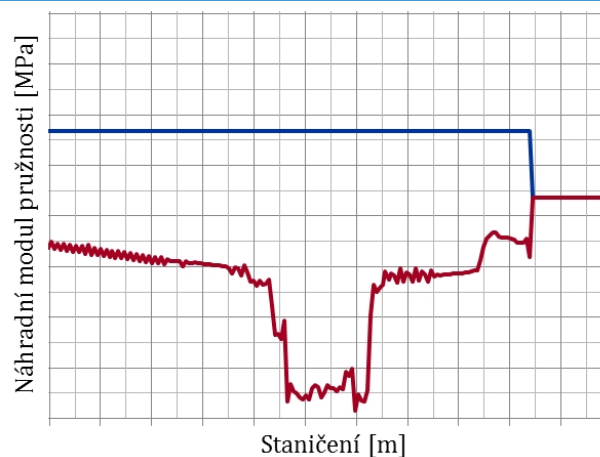
dynamickém výpočtu byly brány v úvahu dynamické charakteristiky prvků koleje – především pružných podložek pod patu kolejnice, abychom získali relevantní výsledky. Výstupem je graf průběhu tuhosti (dynamická odezva), ze kterého je patrné, že je velmi blízký statickému řešení, viz Obr. 2. Na základě těchto výpočtů byly vybrány oblasti ve výhybce, které budou zpružněny.



Obr. 2 Graf průběhu svislé tuhosti po délce výhybky. Modře je kolejnicový pás protilehlý srdcovce a červenou, zelenou a fialovou barvou jsou úseky kolejnic kolejnicového pásu jdoucí přes srdcovku.

Výpočet tuhosti uložení kolejnic vysokorychlostní výhybky – nová zpružňovací varianta

Na základě výpočtů stávající varianty byly vytipovány uzly upevnění, u kterých byly variantním způsobem navrženy možnosti zpružnění v uzlu upevnění. V zásadě se jednalo o změnu tuhostních charakteristik stávajících podložek nebo přidání další pružné vrstvy. Návrh konstrukčního řešení vycházel ze zkušeností výzkumného projektu TA R TA01031297. Abychom v dané oblasti, v jakých rozmezích se bude pohybovat návrh modulu pružnosti optimalizovaných podložek, byla provedena optimalizace tuhosti změnou tuhosti (modulu pružnosti) podložek. Na základě této optimalizace byl výpočtem zjištěn graf potřebných modulů pružnosti po délce výhybky pro dosažení optimalizovaného stavu, viz Obr. 3. Z grafu je patrné, že nejvíce pružné podložky bude třeba použít v oblasti rámu srdcovky, což plně koresponduje s grafem vyjadřujícím průběh tuhosti.



Obr. 3 Graf vyjadřující potřebný modul pružnosti podložek po délce výhybky pro dosažení optimalizovaného stavu tuhosti. Na obrázku výstup z oblasti srdcovky. Nejmenší moduly pružnosti se pohybují okolo 15 MPa.

Závěr

V oblasti statické a dynamické analýzy výhybek byly učiněny významné posuny. Byly dokončeny výpočty na stávající variantě a na základě aktuálního stavu budou dokončeny výpočty zpružňovacích variant. Na základě výpočtů budou moci být konstruovány a vyvinuty typické uzly upevnění v kritických místech výhybky. Tyto uzly upevnění budou následně vyrobeny a podrobeny laboratornímu testování.

Literatura

- [1] Salajka, V., Kala J.: *Výpočet tuhosti uložení kolejnic na pražcích se zpružňovacím uložením kolejové jízdní dráhy ve výhybce J60-1:33,5-8000/4000/14000-PHS-E2. 1. část – Výpočet na modelu pro vodní navrhované výhybky*. Výzkumná zpráva pro DT – Výhybkárnu a strojírnu a.s. Brno 2017.
- [2] Salajka, V., Kala J.: *Výpočet tuhosti uložení kolejnic na pražcích se zpružňovacím uložením kolejové jízdní dráhy ve výhybce J60-1:33,5-8000/4000/14000-PHS-E2. 2. část – Výpočet na modelu výhybky se zpružňovacím uložením*. Výzkumná zpráva pro DT – Výhybkárnu a strojírnu a.s. Brno 2017.
- [3] Smolka, M., Raif L.: *Odborná zpráva o postupu prací a dosažených výsledcích za rok 2015*. Díl první část Závěrečné zprávy projektu TA01031297. Prostějov 2015.