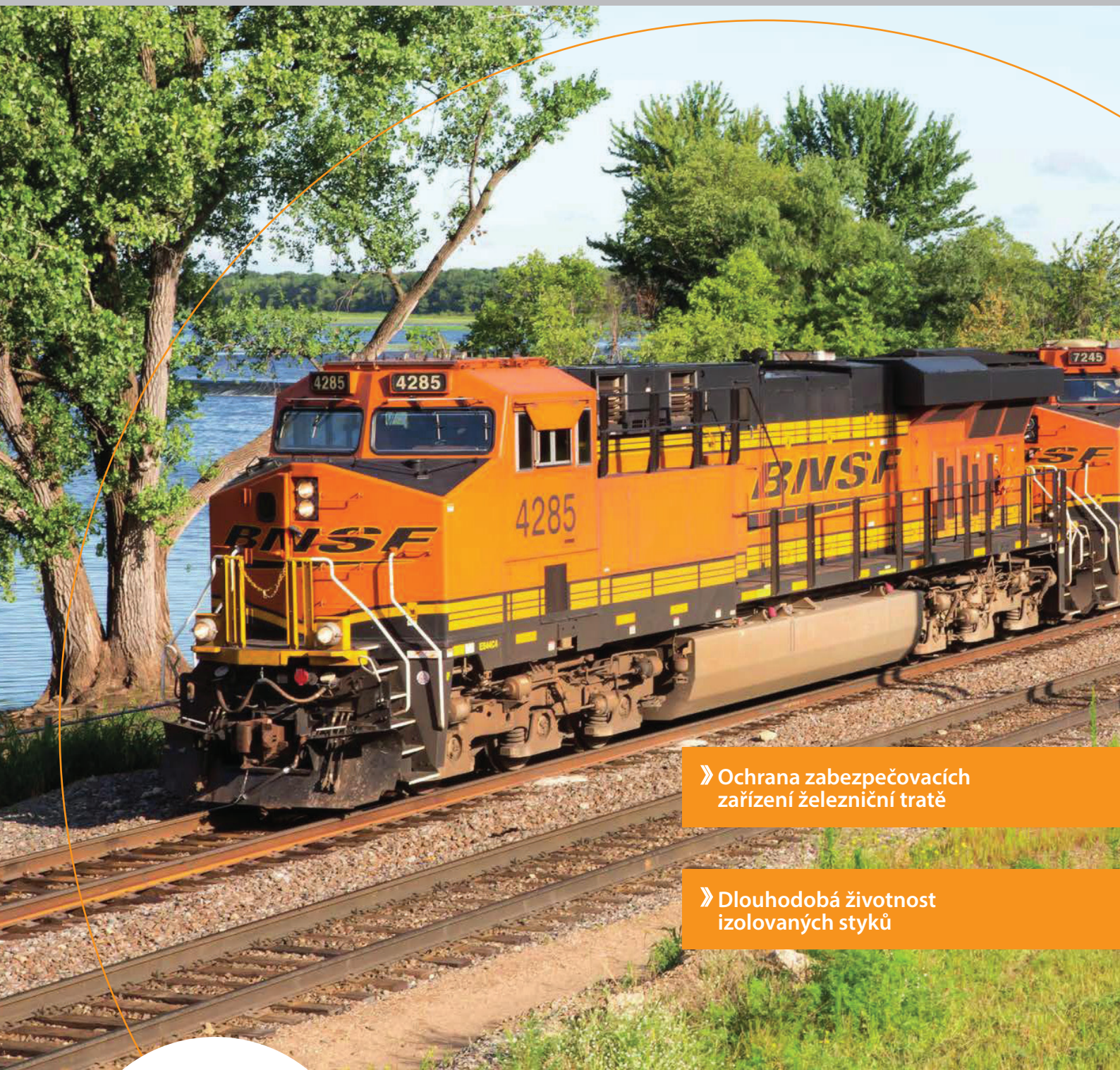


Případová studie Izolované kolejnicové styky na tratích BNSF v Nebrasce, USA



» Ochrana zabezpečovacích
zařízení železniční tratě

» Dlouhodobá životnost
izolovaných styků



getzner
engineering a quiet future

HYDROBETON
s.r.o.

Řešení zlepšující životnost a dostupnost tratí náročných na údržbu

Zabezpečovací zařízení jsou součástí každé moderní železniční sítě. Tyto systémy efektivně chrání provoz tím, že využívají elektrickou vodivost kolejnic k určení polohy vlaku. Aby byla zajištěna funkce zabezpečovacího zařízení, jsou vytvářeny navzájem odizolované kolejové obvody, které na sebe navazují pomocí izolovaných styků (IS). Na životnost takové tratě mají vliv statické a dynamické vlastnosti IS. Ve srovnání s bezstykovou kolejí s IS souvisejí mnohé problémy s poškozeními tratě a poruchami zabezpečovacího zařízení¹.

Martin Quirchmair (Getzner Werkstoffe), Erik Frohberg (železnice BNSF) a Harald Loy (Getzner) vysvětlují dále.

Specifické místo na trati

V ideálním případě jsou statické a dynamické vlastnosti železničního svršku v celé železniční síti homogenní. Každá změna tuhosti konstrukce totiž vede k nárazům a zrychlené degradaci tratě. Lokální změny tuhosti jsou však nezbytné kvůli potřebě použití speciálních prvků zabezpečovacích zařízení.

IS jsou nezbytné pro provoz a bezpečnost železnic, a proto jsou důležité zejména na hlavních tratích s vysokou intenzitou dopravy. Pro dosažení elektrické izolace se používají dílensky lepené izolované styky (LIS) nebo ambulantně lepené izolované styky (A-LIS) zřízené přímo na místě. Další možností je zřízení montovaného izolovaného styku. Pro vytvoření IS se používají různé materiály, jako například epoxid a Kevlar – znázornění IS na obrázku č. 1.

Zvýšené dynamické síly v IS a v jejich bezprostřední blízkosti jsou nejčastější příčinou selhání IS. Rázy od kol vedou k nežádoucímu roztlačení ocele (zkrat obvodu), k rozbití izolátorů a k poškození kameniva kolejového lože. Poškození šterkového kolejového lože zase zpětně vyvolává další namáhání komponentů IS².

Na tratích těžké nákladní dopravy může docházet k potřebě výměny IS již po 12 až 18 měsících, což má negativní vliv na disponibilitu tratě (výluky a ztráty)³ a na provozní náklady. Jedním z možných postupů na snížení těchto ztrát je aplikace řešení na míru tak, aby se v průběhu času kvalita tratě udržela na vysoké úrovni a následně aby se prodloužila životnost všech komponentů IS.



Obr. č. 1

Princip IS: Konce kolejnic jsou elektricky izolovány a spojeny pomocí spojek a lepidel



Dlouhodobá životnost díky zdokonalenému návrhu tratě

Podpražcové podložky jsou známy svým potenciálem pro zlepšení vlastností konstrukcí tratí náročných na údržbu, jako jsou výhybky a přechodové oblasti. Rozsáhlé portfolio tuhostí a různých mechanických vlastností materiálů Getzner činí z podpražcových podložek použitelné řešení pro úpravu statických a dynamických vlastností železničního svršku, což zase pozitivně pomáhá redukovat sedání a zanášení šterku. Podpražcové podložky je možné aplikovat na pražce přímo při výrobě, nebo dodatečně na spodní ložnou plochu hotových pražců. Taková flexibilita umožňuje použití podpražcových podložek nejen u novostaveb, ale umožňuje i jejich dodatečné zabudování.

Na základě těchto pozitivních charakteristik by se měly podpražcové podložky zohlednit při zlepšování dlouhodobé životnosti IS.

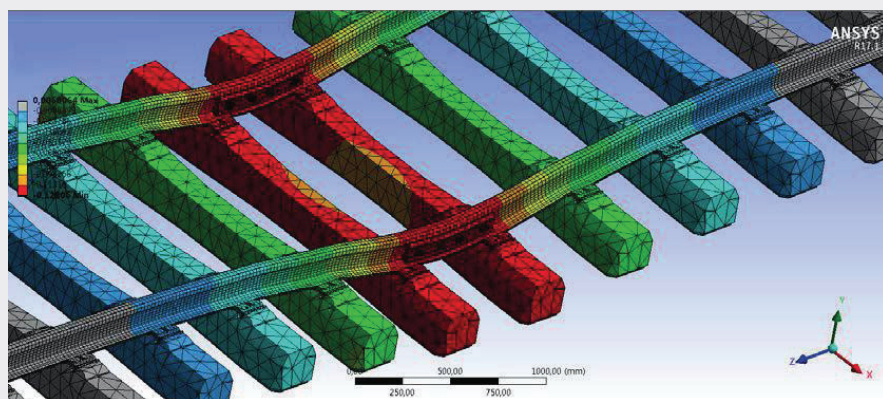
Modelový případ

Otázky související s IS se již v minulosti vyskytovaly opakovaně. Na setkáních mezi jednou z největších severoamerických železničních společností, společností BNSF a společností Getzner USA Inc., se začátkem roku 2016 rýsovala možnost zajímavé studie ohledně citlivé součásti železničního svršku. Běžným řešením BNSF byla totiž instalace dřevěných pražců pod IS v trati jinak vybavené betonovými pražci. Toto následně vyvolalo otázky spojené s homogenitou svršku.

Na podzim 2016 byly instalovány 2 zkušební izolované styky osazené na betonových pražcích s podpražcovými podložkami. K určení správného typu podpražcových podložek byla použita speciální aplikace, na míru vytvořený matematický model založený na metodě konečných prvků (MKP).

Mnoho analytických modelů tratě vypočítává průhyb koleje a další důležité konstrukční parametry pomocí Zimmermannovy metody, která idealizuje trať jako nekonečně dlouhé a nepřetržité lůžko. Tyto modely fungují velmi dobře v homogenních prostředích, kde parametry tratě zůstávají nezměněny, což se opakovaně potvrdilo.

V oblastech s náhlými změnami vlastností má Zimmermannova metoda svou hranici, protože diferenciální rovnice nelze vyřešit analyticky. Řešení tohoto problému lze nalézt v numerických modelech, jako je MKP. MKP rozděluje model na konečný počet prvků a numericky řeší jejich diferenciální rovnice. Výsledkem je, že komplexní úseky trati, jako například speciální konstrukce železničního svršku, lze analyzovat a navrhnout jako ucelený systém.



Obr. č. 2
Vypočítaná napjatost v IS pro zatížení
v jeho středu

Problémy izolovaných styků

Při pohledu na situaci kolem užívání IS se jedinečnost problematiky nachází především v samotných prvcích IS. Rozdíly v tuhosti a hmotnosti jednotlivých prvků vedou v průběhu času k značnému opotřebení všech součástí svršku. Na začátku IS charakterizují jeho pozitivní vlastnosti, zatímco po určitém čase provozu dominují vlastnosti, které způsobují neustále se zvyšující chyby tratě, jako jsou nepodbité (visící) pražce a rozdrčené kamenivo kolejového lože.

Tento problém je možné řešit dvěma způsoby. Prvním je zvýšit homogenitu tratě snížením kontaktních tlaků a dynamického namáhání mezi pražci a kamenivem, a tím limitovat opotřebení součástí svršku. Druhým je stabilizovat kamenivo kolejového lože proti pohybům a zlepšit jeho dlouhodobou životnost.

Elasto-plastické podpražcové podložky jsou schopny zvládnout oba tyto způsoby. Výpočet MKP ukazuje, že statické síly na nově zabudovaném IS a v jeho bezprostředním okolí jsou sníženy přibližně o čtvrtinu. Přesto největší přínos lze nalézt v dynamické interakci mezi kamenivem kolejového

lože a ložnou plochou pražce. Kontaktní plocha pražce bez podložek dosahuje úrovně 3 % až 5 %, avšak při použití podpražcových podložek lze dosáhnout až 35 % kontakt, v případě některých modelů podpražcových podložek dokonce i více⁴.

Po zohlednění všech vlastností nových IS a podpražcových podložek výpočet MKP prokazuje, že kontaktní napětí pražec/kamenivo se může snížit o 70 % až 90 %.

Navíc horní vrstva svršku se stabilizuje v důsledku silného vzájemného propojení mezi kamenivem a pražcem. Zvyšuje se příčný odpor tratě. Pohyb kameniva a povrchové nepravidelnosti jsou tak z převážné části odstraněny.

Ověření v praxi

Skutečným testem nové technické inovace je její implementace do praxe. Inženýři se snaží co nejlépe vypočítat optimální návrh, ale až skutečný provoz ukáže, zda řešení přineslo požadovaný výsledek. Podmínky zatížení svršku a vliv vlastností podložek nelze nikdy dokonale předpovědět, proto se při každém výpočtu počítá s tolerancí.

Po roce reálného provozu proběhly měření na IS s podpražcovými podložkami. Na sledovaném úseku trati jezdí soupravy BNSF s nápravovým tlakem až 33 metrických tun dosahující rychlosti zhruba 100 km/h. Na nedalekém místě byl zvolen podobný referenční IS bez podpražcových podložek. Měření se zaměřili na průhyb kolejnicových pásů.

Data o deformaci koleje během přejezdu soupravy jsou klíčové pro porozumění chování izolovaných styků. Pomocí těchto zjištění může být model neustále zdokonalován i pro budoucí výpočty, a podle toho se zvyší i kvalita návrhu řešení. Průhyb koleje se měřil na čtyřech různých místech.



Hodnocení a výsledky

Vzhledem k rozdílné skladbě každého vlaku je hodnocení založeno na hnacích vozidlech, které vykazují podobné nápravové tlaky pro všechny měřené vlaky.

Pro získání statisticky významných výsledků, byl pro každý senzor určen průměr maximální deformace z průjezdu prvních tří náprav všech vlaků (třínápravový podvozek lokomotivy). Tímto způsobem je možné vidět přínos řešení z hlediska úpravy pružnosti tratě na obrázku č. 3.

IS se chovají jinak než okolní trať. Samotný IS však vykazuje ve srovnání s kontrolním místem menší deformaci při použití podpražcových podložek. Tento jev lze vysvětlit na základě pohledu na geometrickou polohu koleje v průběhu času. Podpražcové podložky jsou známy svou schopností stabilizovat kamenivo kolejového lože a chránit svršek, což působí preventivně proti vývoji chyb na trati a dlouhodobě pozitivně ovlivňuje stabilní polohu IS.

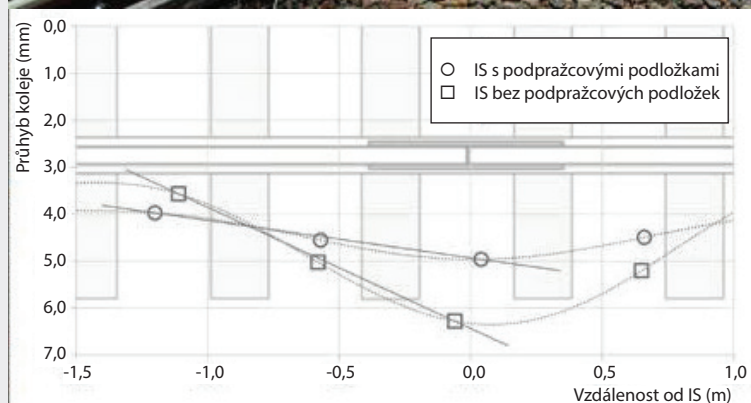
Závěr

IS narušují homogennost železničních tratí, což má za následek vysokou dynamickou zátěž a následné selhání IS.

V roce 2016 se společnost BNSF Railway rozhodla otestovat nová opatření pro údržbu IS tím, že nainstalovala pod IS betonové pražce vybavené elasto-plastickými polyuretanovými podpražcovými podložkami. Na základě expertízy společnosti Getzner Werkstoffe v návrhu elasticity pro konstrukce železničního svršku bylo dodáno na míru šité řešení na bázi podpražcových podložek, které bylo založeno na moderních simulacích pomocí matematických modelů MKP.

Výhody tohoto řešení týkajícího se dlouhodobé stability geometrie koleje byly potvrzeny měřeními na trati s těžkou nákladní dopravou, společnosti BNSF v Nebrasce, USA.

IS na betonových pražcích vybavených elasto-plastickými polyuretanovými podpražcovými podložkami v porovnání s IS na standardních pražcích vykazují stabilnější vlastnosti při průhybu koleje. Zátěž na IS a železniční svršek je redukována, což snižuje potřebu údržby, zvyšuje dostupnost tratě a zlepšuje ekonomickou efektivitu provozu.



Obr. č. 3 - NAHOŘE: Průhyb koleje byl měřen na čtyřech místech v blízkosti IS. (IRJ).
DOLE: Rovnoměrnější průhyb kolejnicového pásu IS s podpražcovými podložkami a IS bez podložek.



Odkazy

1. A. Wahnström: "Validation of insulated joints"; Technologická univerzita Chalmers; 2011
2. M Akhtar, D. Davis, T. O'Connor: "Revenue service evaluation of advanced design insulated joints"; Výroční konference AREMA 2008, Salt Lake City, Utah, USA; 2008
3. D. Davis, M. Akhtar, E. Kohake, K. Horiszny: "Revenue service evaluation of advanced design insulated joints"; Výroční konference AREMA 2005, Chicago, IL; 2005
4. H. Loy, A. Augustin: "Pushing the limits of ballasted heavy-haul railway track by means of high-strength under-sleeper pads made of a specially developed PUR"; Rail Engineering International; 2015



Martin Quirchmair

Getzner Werkstoffe

- spolupracuje se společností Getzner Werkstoffe již více než šest let. Je součástí oddělení výzkumu a vývoje, kde studuje dynamické chování a tlumící vlastnosti elastomerů v železničním svršku včetně vývoje simulačních modelů a měření na místě. V letech 2015 až 2017 byl Martin zodpovědný za severoamerický železniční trh společnosti Getzner USA Inc. Martin je držitelem inženýrského titulu z fyziky na Technické univerzitě ve Vídni.



Erik Frohberg

železnice BNSF

- má 30-ti letou inženýrskou kariéru v železniční společnosti BNSF, kde zastával různé pozice se zvyšující se zodpovědností na odděleních železničních tratí a konstrukcí. Svou kariéru začal jako asistent traťmistra v tehdejší Burlington Northern v Lincoln, NE, v současnosti je ředitelem oddělení traťových standardů. Vystudoval Státní univerzitu v Severní Dakotě, kde získal titul BSc. v oblasti civilního inženýrství. Je členem výborů Arem 5 a 30 a také RTA.



Harald Loy

Getzner

- je vedoucím oddělení výzkumu a vývoje v divizi železnic ve společnosti Getzner. Vystudoval technickou univerzitu v Mnichově v oblasti civilního inženýrství a získal doktorát v oblasti železničního inženýrství na univerzitě v Innsbrucku. Po ukončení zaměstnání v oblasti výpočetní techniky pracuje od roku 2005 jako systémový inženýr se zaměřením na simulaci, laboratorní testování a měření aplikací elasticity tratí. Kromě toho pracuje jako postdoktorandský výzkumný pracovník na oddělení inteligentních dopravních systémů na univerzitě v Innsbrucku.

Getzner Werkstoffe GmbH

Založena:

1969 (jako dceřiná společnost
Getzner, Mutter & Cie)

Jednatel:

Ing Jürgen Rainalter

Zaměstnanci:

490, z toho 220 v závodě Bürs

Obrat:

2017: 95,2 milionů €
2018: 100,3 milionů €

Divize:

železnice, stavebnictví, průmysl

Naše klíčové odborné znalosti:

Antivibrační opatření pro
železnice, stavebnictví a průmysl

Registrované ochranné známky:

Sylomer®, Sylodyn®, Sylodamp®,
Isotop®

Sídlo a střediska:

Bürs (AT) - Berlín (DE), Mníchov (DE),
Stuttgart (DE), Lyon (FR), Amman
(JO), Tokyo (JP), Pune (IN), Peking
(CN), Kunshan (CN), Charlotte (US) a
Decatur (US)

Export:

93 %

Partner pro CZ a SK (divize železnice):

HYDROBETON s.r.o.

Staviteľská 3, 831 04 Bratislava
SLOVENSKÁ REPUBLIKA

tel.: +421 2 4363 21 32
fax: +421 2 4363 21 33
e-mail: info@hydrobeton.sk

Bratislava +421 911 725 727
Košice +421 948 024 495

www.HYDROBETON.sk