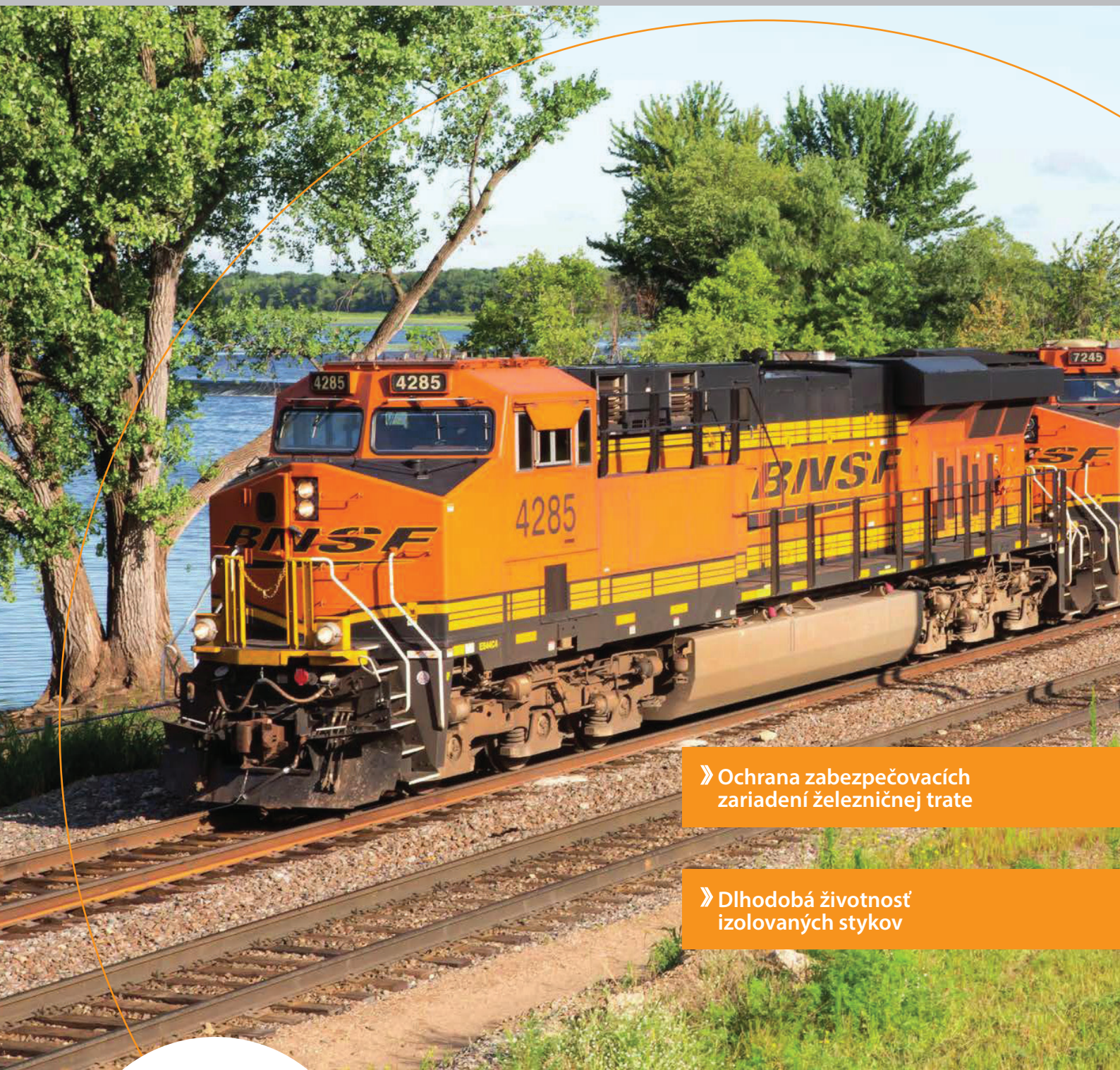


Prípadová štúdia Izolované koľajnicové styky na tratiach BNSF v Nebraske, USA



» Ochrana zabezpečovacích zariadení železničnej trate

» Dlhodobá životnosť izolovaných stykov



getzner
engineering a quiet future

HYDROBETON
s.r.o.

Riešenie zlepšujúce životnosť a dostupnosť tratí náročných na údržbu.

Zabezpečovacie zariadenia sú súčasťou každej modernej železničnej siete. Tieto systémy efektívne chránia prevádzku tým, že využívajú elektrickú vodivosť koľajníc na určenie polohy vlaku. Aby bola zaistená funkcia zabezpečovacieho zariadenia sú vytvárané navzájom odizolované koľajové obvody, ktoré na seba nadväzujú pomocou izolovaných stykov (IS). Na životnosť takejto trate vplývajú statické a dynamické vlastnosti IS. V porovnaní s bezstykovou koľajou s IS súvisia mnohé problémy s poškodeniami trate a poruchami zabezpečovacieho zariadenia¹.

Martin Quirchmair (Getzner Werkstoffe), Erik Froberg (železnica BNSF) a Harald Loy (Getzner) vysvetľujú ďalej.

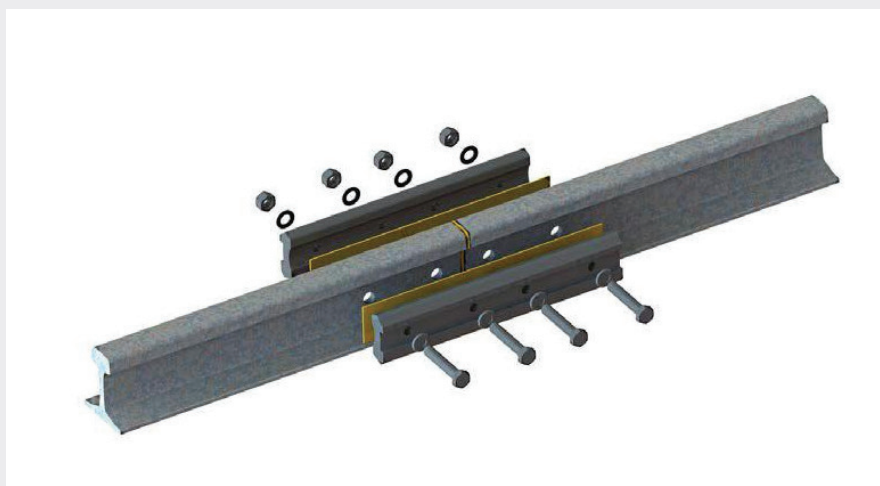
Špecifické miesto na trati

V ideálnom prípade sú statické a dynamické vlastnosti železničného zvršku v celej železničnej sieti homogénne. Každá zmena tuhosti konštrukcie totiž vedie k nárazom a k zrýchlenej degradácii trate. Lokálne zmeny tuhosti sú však nevyhnutné kvôli potrebe použitia špeciálnych prvkov zabezpečovacích zariadení.

IS sú nevyhnutné pre prevádzku a bezpečnosť železníc, a preto sú dôležité najmä na hlavných tratiach s vysokou intenzitou dopravy. Na dosiahnutie elektrickej izolácie sa používajú továrensky lepené izolované styky (LIS), alebo ambulantné lepené izolované styky (A-LIS) zriadené priamo na mieste. Ďalšou možnosťou je zriadenie montovaného izolovaného styku. Na vytvorenie IS sa používajú rôzne materiály, ako napríklad epoxid a Kevlar - znázornenie IS na obrázku č. 1.

Zvýšené dynamické sily v IS a v ich bezprostrednej blízkosti sú najčastejšou príčinou zlyhania IS. Rázy od kolies vedú k nežiadúcemu roztlačeniu ocele na koncoch koľajníc (skrat obvodu), k rozbitiu izolátorov a k poškodeniu kameniva koľajového lôžka. Poškodenie štrkového koľajového lôžka zas spätne vyvoláva ďalšie namáhanie komponentov IS².

Na tratiach ťažkej nákladnej dopravy môže dochádzať k potrebe výmeny IS už po 12 až 18 mesiacoch, čo má negatívny vplyv na disponibilitu trate (výluky a straty)³ a na prevádzkové náklady. Jedným z možných postupov na zníženie týchto strát je aplikácia riešení na mieru tak, aby sa v priebehu času kvalita trate udržala na vysokej úrovni a následne aby sa predĺžila aj životnosť všetkých komponentov IS.



Obr. č. 1

Princíp IS: Konce koľajníc sú elektricky izolované a spojené pomocou spojok a lepidiel



Dlhodobá životnosť vďaka vylepšenému návrhu trate

Podvalové podložky sú známe svojim potenciálom pre zlepšenie vlastností konštrukcií tratí náročných na údržbu, ako sú výhybky a prechodové oblasti. Rozsiahle portfólio tuhostí a rozličných mechanických vlastností materiálov Getzner robí z podvalových podložiek použiteľné riešenie pre úpravu statických a dynamických vlastností železničného zvršku, čo zase pozitívne pomáha redukovať sadanie a zanášanie štrku. Podvalové podložky je možné aplikovať priamo pri výrobe podvalov, alebo dodatočne pod hotové podvaly. Takáto flexibilita umožňuje použitie podvalových podložiek nielen pri novostavbách, ale umožňuje aj ich dodatočné zabudovanie.

Na základe týchto pozitívnych charakteristík by sa mali podvalové podložky brať do úvahy pri zlepšovaní dlhodobej životnosti IS.

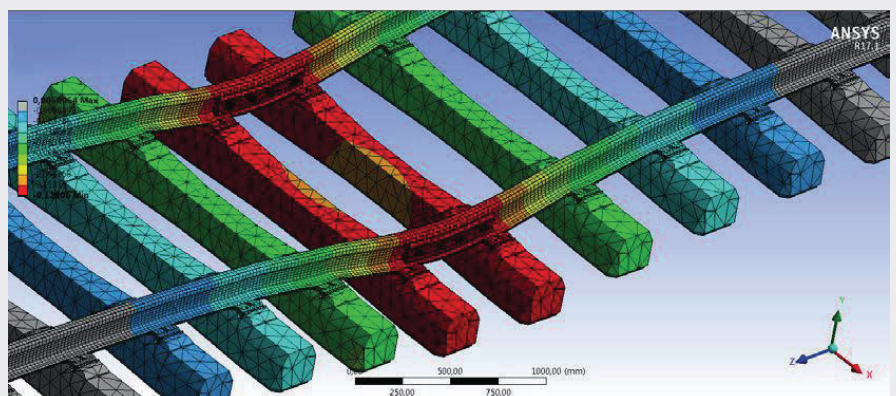
Modelový prípad

Otázky súvisiace s IS sa už v minulosti vyskytovali opakovane. Na stretnutiach medzi jednou z najväčších severoamerických železničných spoločností, spoločnosťou BNSF a spoločnosťou Getzner USA Inc., sa začiatkom roka 2016 črtala možnosť zaujímavej štúdie ohľadom citlivej súčasti železničného zvršku. Bežným riešením BNSF bola totiž inštalácia drevených podvalov pod IS v trati inak vybavenej betónovými podvalmi. Toto následne vyvolalo otázky spojené s homogénnosťou zvršku.

Na jeseň 2016 boli inštalované 2 pokusné izolované styky osadené na betónových podvaloch s podvalovými podložkami. Na určenie správneho typu podvalových podložiek bola použitá špeciálna aplikácia, na mieru vytvorený matematický model založený na metóde konečných prvkov (MKP).

Mnoho analytických modelov trate vypočítava priehyb koľaje a ďalšie dôležité konštrukčné parametre pomocou Zimmermannovej metódy, ktorá idealizuje trať ako nekonečne dlhé a nepretržité lôžko. Tieto modely fungujú veľmi dobre v homogénnych prostrediach, kde parametre trate zostávajú nezmenené, čo sa opakovane potvrdilo.

V oblastiach s náhlymi zmenami vlastností má Zimmermannová metóda svoju hranicu, pretože diferenciálne rovnice nemožno vyriešiť analyticky. Riešenie tohto problému možno nájsť v numerických modeloch, ako je MKP. MKP rozdeľuje model na konečný počet prvkov a numericky rieši ich diferenciálne rovnice. Výsledkom je, že komplexné úseky trate, ako napríklad špeciálne konštrukcie železničného zvršku možno analyzovať a navrhnuť ako ucelený systém.



Obr. č. 2
Vypočítaná napätosť v IS pre zaťaženie
v jeho strede

Problémy izolovaných stykov

Pri pohľade na situáciu okolo používania IS sa jedinečnosť problematiky nachádza predovšetkým v samotných prvkoch IS. Rozdiely v tuhosti a hmotnosti jednotlivých prvkov vedú v priebehu času k značnému opotrebeniu všetkých súčastí zvršku. Na začiatku života IS ho charakterizujú jeho pozitívne vlastnosti, zatiaľ čo po určitom čase prevádzky dominujú vlastnosti, ktoré spôsobujú neustále sa zvyšujúce chyby trate, ako sú nepodbité (visiace) podvaly a rozdrvené kamenivo koľajového lôžka.

Tento problém je možné riešiť dvoma spôsobmi. Prvým je zvýšiť homogénnosť trate znížením kontaktných tlakov a dynamického namáhania medzi podvalmi a kamenivom, a tým limitovať opotrebenie súčastí zvršku. Druhým je stabilizovať kamenivo koľajového lôžka proti pohybom a zlepšiť jeho dlhodobú životnosť.

Elasto-plastické podvalové podložky sú schopné zvládnuť oba tieto spôsoby. Výpočet MKP ukazuje, že statické sily na novo zabudovanom IS a v jeho bezprostrednom okolí

sú znížené o približne štvrtinu. Napriek tomu najväčší prínos možno nájsť v dynamickej interakcii medzi kamenivom koľajového lôžka a ložnou plochou podvalu. Kontaktná plocha podvalu bez podložiek dosahuje úrovne 3 % až 5 %, avšak pri použití podvalových podložiek je možné dosiahnuť až 35 % kontakt, v prípade niektorých modelov podvalových podložiek dokonca aj viac⁴.

Po zohľadnení všetkých vlastností nových IS a podvalových podložiek výpočet MKP preukazuje, že kontaktné napätie podval/kamenivo sa môže znížiť o 70 % až 90 %.

Navyše horná vrstva zvršku sa stabilizuje v dôsledku silného vzájomného prepojenia medzi kamenivom a podvalom. Zvyšuje sa priečny odpor trate. Pohyb kameniva a povrchové nepravidlosti sú tak z prevažnej časti odstránené.

Overenie v praxi

Skutočným testom novej technickej inovácie je jej implementácia do praxe. Inžinieri sa snažia čo najlepšie vypočítať optimálny návrh, ale až skutočná prevádzka ukáže, či riešenie prinieslo želaný výsledok. Podmienky zaťaženia zvršku a vplyv vlastností podložia nemožno nikdy dokonale predpovedať, preto sa pri každom výpočte počíta s toleranciou.

Po roku reálnej prevádzky sa uskutočnili merania na IS s podvalovými podložkami. Na sledovanom úseku trate premávajú súpravy BNSF s nápravovým tlakom až 33 metrických ton a dosahujúce rýchlosť približne 100 km/h. Na neďalekom mieste bol zvolený podobný referenčný IS bez podvalových podložiek. Merania sa zamerali na priehyb koľajnicových pásov.

Dáta o deformácii koľaje počas prejazdu súpravy sú kľúčové pre porozumenie správania sa izolovaných stykov. Pomocou týchto zistení môže byť model neustále vylepšovaný aj pre budúce výpočty, a podľa toho sa zvýši aj kvalita návrhu riešenia. Priehyb koľaje sa meral na štyroch rôznych miestach.



Hodnotenie a výsledky

Vzhľadom na rozdielnu skladbu každého vlaku je hodnotenie založené na rušňoch, ktoré vykazujú podobné nápravové tlaky pre všetky merané vlaky.

Aby sa získali štatisticky významné výsledky, bol pre každý senzor určený priemer maximálnej deformácie z prejazdu prvých troch náprav všetkých vlakov (trojnápravový podvozok rušňa). Týmto spôsobom je možné vidieť prínos riešenia z hľadiska úpravy pružnosti trate na obrázku č. 3.

IS sa správajú inak ako okolitá trať. Samotný IS však vykazuje v porovnaní s kontrolným miestom menšiu deformáciu pri použití podvalových podložiek. Tento jav možno vysvetliť na základe pohľadu na geometrickú polohu koľaje v priebehu času.

Podvalové podložky sú známe svojou schopnosťou stabilizovať kamenivo koľajového lôžka a chrániť zvršok. Toto pôsobí preventívne proti vývoju chýb na trati a dlhodobo pozitívne ovplyvňuje stabilnú polohu IS.

*Obr. č. 3 - HORE: Priehyb koľaje bol meraný na štyroch miestach v blízkosti IS (IRJ).
DOLE: Rovnomernejší priehyb koľajnicového pásu IS s podvalovými podložkami a IS bez podložiek kameniva a tiež poskytujú ochranu proti vibráciám.*

Záver

IS narúšajú homogénnosť železničných tratí, čo má za následok vysokú dynamickú záťaž a následné zlyhanie IS.

V roku 2016 sa spoločnosť BNSF Railway rozhodla otestovať nové opatrenia pre údržbu IS tým, že nainštalovala pod IS betónové podvaly vybavené elasto-plastickými polyuretánovými podvalovými podložkami. Na základe expertízy spoločnosti Getzner Werkstoffe v návrhu elasticity pre prekonštrukcie železničného zvršku bolo dodané na mieru šité riešenie na báze podvalových podložiek, ktoré bolo založené na moderných simuláciách pomocou matematických modelov MKP.

Výhody tohto riešenia týkajúceho sa dlhodobej stability geometrickej polohy koľaje boli potvrdené meraniami na trati s ťažkou nákladnou dopravou, spoločnosti BNSF v Nebraske, USA.

IS na betónových podvaloch vybavených elasto-plastickými polyuretánovými podvalovými podložkami v porovnaní s IS na štandardných podvaloch vykazujú stabilnejšie vlastnosti pri priehybe koľaje. Závaž na IS a železničný zvršok je redukovaná, čo znižuje potrebu údržby, zvyšuje dostupnosť trate a zlepšuje ekonomickú efektívnosť prevádzky.





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"; Výročná konferencia 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"; Výročná konferencia 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 so spoločnosťou Getzner Werkstoffe už viac ako šesť rokov. Je súčasťou oddelenia výskumu a vývoja, kde študuje dynamické správanie sa a tlmiace vlastnosti elastomérov v železničnom zvršku vrátane vývoja simulačných modelov a meraní na mieste. V rokoch 2015 až 2017 bol Martin zodpovedný za severoamerický železničný trh spoločnosti Getzner USA Inc. Martin je držiteľom inžinierskeho titulu z fyziky na Technickej univerzite vo Viedni.



Erik Frohberg

železnice BNSF

- má 30-ročnú inžiniersku kariéru v železničnej spoločnosti BNSF, kde zastával rôzne pozície so zvyšujúcou sa zodpovednosťou na oddeleniach železničných tratí a konštrukcií. Svoju kariéru začal ako asistent traťmajstra vo vtedajšom Burlington Northern v Lincoln, NE, v súčasnosti je riaditeľom oddelenia traťových štandardov. Vyštudoval Štátnu univerzitu v Severnej Dakote, kde získal titul BSc. v oblasti civilného inžinierstva. Je členom výborov AREMA 5 a 30 a tiež RTA.



Harald Loy

Getzner

- je vedúcim oddelenia výskumu a vývoja v divízii železníc v spoločnosti Getzner. Vyštudoval technickú univerzitu v Mníchove v oblasti civilného inžinierstva a získal doktorát v oblasti železničného inžinierstva na univerzite v Innsbrucku. Po ukončení zamestnania v oblasti výpočtovej techniky pracuje od roku 2005 ako systémový inžinier so zameraním na simuláciu, laboratórne testovanie a meranie aplikácií elasticity tratí. Okrem toho pracuje ako postdoktorandský výskumný pracovník na oddelení inteligentných dopravných systémov na univerzite v Innsbrucku.

Článok "Insulated rail joints" vyšiel v časopise Global Railway Review, vydanie 01 - Február 2019

Lokalizácia textovej časti: HYDROBETON s.r.o., rev. 20190430

Getzner Werkstoffe GmbH

Založená:

1969 (ako dcérska spoločnosť
Getzner, Mutter & Cie)

Konateľ:

Ing Jürgen Rainalter

Zamestnanci:

490, z toho 220 v závode Bürs

Obrat:

2017: 95,2 miliónov €

2018: 100,3 miliónov €

Divízie:

železnice, stavebníctvo, priemysel

Naše kľúčové odborné znalosti:

Antivibračné opatrenia pre
železnice, stavebníctvo a priemysel

Registrované ochranné známky:

Sylomer®, Sylodyn®, Sylodamp®,
Isotop®

Sídlo a strediská:

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 pre SK a CZ (divízia 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