



**SEKISUI**



**thyssenkrupp**

# FFU<sup>TM</sup> Umělé dřevo

Funguje. Jednoduše. Bezpečně.



Výhradní zastoupení v ČR a SR



INPROVIA a.s.: Peluškova 1599, Praha 9 – Kyje, 198 00

Mob.: +420 724 268 732

Email: [sobotkova@inprovia.cz](mailto:sobotkova@inprovia.cz)



## Roční obrát: SEKISUI CHEMICAL CO., LTD.

[miliardy EUR]

|      |      |
|------|------|
| 2019 | 9,26 |
| 2020 | 8,66 |
| 2021 | 9,49 |

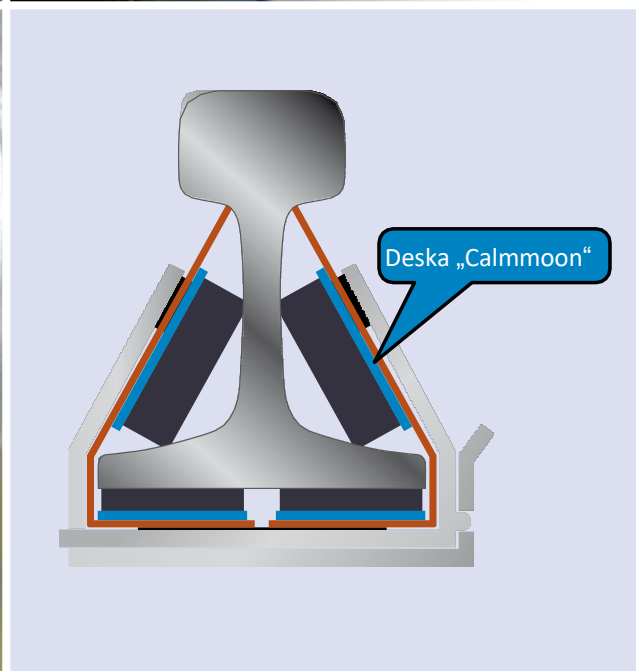
Směnný kurs - 1 EUR = 122 Yen

Skupina SEKISUI CHEMICAL patří již více než 75 let k předním výrobcům plastových výrobků.

SEKISUI CHEMICAL je celosvětově zastoupena více než 200 dceřinými společnostmi a generuje celkové tržby ve výši cca 9,5 miliardy EUR (rok 2021) a zaměstnává přibližně 26.500 pracovníků.

SEKISUI CHEMICAL má rozsáhlé zkušenosti s technologií výroby a zpracování polymerů a neustále vyvíjí inovativní produkty.





# SEKISUI CHEMICAL CO., LTD.

SEKISUI CHEMICAL je rozdělena do tří hlavních obchodních divizí. Divize „Bydlení“ ročně postaví pro japonský trh hodně přes 10 000 montovaných domů s vysokou úrovní vybavení. Všechny domy jsou individuálně přizpůsobeny příslušným potřebám zákazníků a splňují nejmodernější standardy energetické účinnosti.

Divize „Vysoce výkonné plasty“ dodává mimo jiné kompozitní bezpečnostní fólie pro čelní skla automobilů a architektonická skla, zesíťované polyolefinové pěny pro použití při výrobě vozidel a mnoho dalších průmyslových aplikací. Divize „Zdravotnická technika“ nabízí široký sortiment léčiv, diagnostiky a zdravotnických přístrojů. Dalšími oblastmi činnosti v tomto segmentu jsou jemné chemikálie, speciální chemikálie a průmyslové lepicí pásky a fólie.

Divize „Veřejná infrastruktura a technologie pro životní prostředí“ se zabývá především vývojem ekologicky šetrných technologií pro sanaci potrubí a velmi úspěšně vyrábí velkorysové trubky z plastu vyztuženého skelnými vlákny. Tuto oblast doplňuje široký sortiment průmyslových potrubních systémů, stavebních produktů a segment železniční techniky.



- 1980** Praktické testy FFU železničního pražce na mostě přes řeku Miomonte a v tunelu Kanmon
- 1985** Analýza testovacích pražců "Železničním technickým výzkumným ústavem" (RTRI).  
FFU ze syntetického dřeva se stává standardním pražcem u JNR - Japanese National Railways (Japonské národní železnice)
- 2003** Taiwan | Projekt pro výhybky
- 2004** Rakousko | První mostové projekty se syntetickým pražcem FFU v Evropě
- 2007** Je publikován japonský průmyslový standard JIS E 1203.
- 2008** Austrálie | První projekty mostů a výhybek | Zatížení nápravy 38 t
- 2011** Německo | DBAG | První mostový projekt ve Vilsbiburg  
Japonsko | RTRI test. Test potvrzuje očekávanou životnost 50 let.  
USA | První mostové projekty
- 2012** Německo | DBAG | Dva výhybkové systémy na vlakovém nádraží Würzburg, každý po 70.000 tun/den  
Indonésie | PT | Mostový projekt a praktický test  
Holandsko | ProRail | 3 mostové projekty
- 2014** Švýcarsko | První projekty výhybek a mostů  
Velká Británie | Network Rail | Dva mostové projekty s dlouhými pražci š/v/d = 42/38/750 cm  
Mezinárodní | ISO 12856-1
- 2015** Belgie | Infrabel | První mostový projekt  
Francie | Tisseo Toulouse | Dvě výhybky v pevné koleji
- 2016** Norsko | BaneNor | První mostový projekt  
Velká Británie | Londýnské metro | První mostový projekt
- 2017** Francie | RATP | Výhybky s FFU 100 pro novou trať M14  
Švédsko | SL most ve Stockholmu  
Německo | Konečné schválení EBA od konstrukční výšky 10 cm a až do 230 km/h  
Irsko | První mostový projekt
- 2018** Itálie | První mostový projekt  
USA | Metro v New Yorku | Mostové projekty  
Španělsko | První projekt s výhybkami
- 2019** Spojené království | Network Rail | Křižovatka Newark | Rozměry pražců š/v/d = 700/380/16.000 mm
- 2020** Finsko | FFU jako antivibrační pražec
- 2021** Španělsko | ADIF praktické testy u mostu, výhybky a tunelu  
UK | Network Rail | Schválení dlouhých pražců pro mosty
- 2022** Dánsko | První mostový projekt

## Časová osa pro železniční pražce FFU™

V průběhu rozšiřování japonské železniční sítě japonská státní dráha JNR - Japanese National Railways - ve svých interních šetřeních zjistila, že cca 70 % v té době používaných dřevěných pražců musí být kvůli povětrnostním vlivům pravidelně vyměňováno. Aby byla zajištěna vysoce výkonná železniční síť v nepřetržitém provozu a s co nejmenším narušením, byla zahájena spolupráce se společností SEKISUI CHEMICAL CO. LTD. na vývoji železničního pražce z odolného, vysoce zatížitelného a na údržbu nenáročného plastového materiálu, který vyhoví nejvyšším nárokům. Již v roce 1980 partneři instalovali nově vyvinuté syntetické

pražce FFU pro praktické testy na mostní konstrukci a v tunelu na vysokorychlostní trati Shinkansen. O pět let později byly pražce FFU testované v tomto praktickém testu částečně demontovány a důkladně prozkoumány. Šetření ukázala, že pražce FFU vykazovaly vysoce pozitivní vlastnosti v trvalém provozu.

Kvalita a odolnost testovaných pražců se nijak nelišila od nových pražců FFU. Od roku 1985 proto JNR používá FFU pražce ze syntetického dřeva mimořádně uspokojivě jako standardní pražce v běžném provozu.

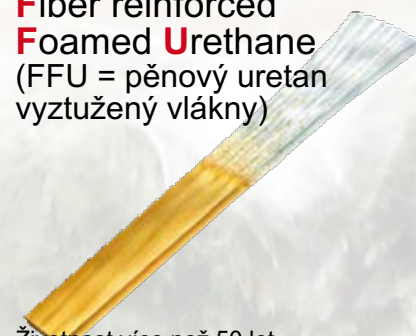
V letech 1996 a 2011 provedl odpovědný dozorový orgán „Výzkumný ústav železniční [RTRI]“ další pozitivní testy pražců FFU z testovacích tratí instalovaných v roce 1980.

### Potěšující výsledek:

FFU pražce mají očekávanou životnost více než 50 let. To bylo znovu potvrzeno v roce 2011 na pražcích FFU, které jsou nyní již 30 let staré, a to v dalším šetření provedeném RTRI. V roce 2004 byla zahájena realizace prvního projektu v Evropě. V březnu 2014 vstoupila v platnost mezinárodní norma ISO 12856-1 pro plastové železniční pražce.

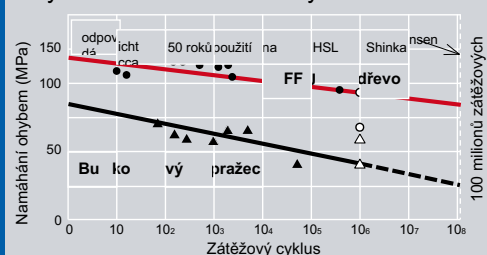


**Fiber reinforced  
Foamed Urethane**  
(FFU = pěnový uretan  
vyztužený vlákny)



Životnost více než 50 let.  
Specifická hmotnost jako dřevo  $740 \text{ kg/m}^3$ .  
Zpracovatelnost jako dřevěný materiál.  
Elektrická vodivost velmi nízká.  
Chemická odolnost velmi vysoká.  
Náklady na životní cyklus minimální.  
Náklady na údržbu minimální.  
Výroba s přesností na mm.  
Recyklace až 100 %.  
Disponibilita dostupnost traťových zařízení maximální.  
Vše při každodenním používání od roku 1980.  
Reference více než 1.800 km tratě

Souvislost  
Ohybové namáhání - Změny zatížení



## Technologie umělého dřeva FFU™

Syntetické dřevo FFU se vyrábí technologií tzv. pultruze. Při této technologii jsou nekonečné prameny skelných vláken impregnovány speciálním polyuretanovým systémem a materiály jsou spojovány při zvýšené teplotě vytvrzováním.

Tažná forma udržuje výrobní proces v chodu a vytahuje výsledný profil syntetického dřeva resp. prážce FFU z vytvrzovací formy.

To zaručuje trvale vysokou kvalitu výroby s certifikací ISO při konstantních materiálových vlastnostech. Díky výrobnímu procesu jsou polotovary ze syntetického dřeva FFU neporézní a lze je vyrobit v libovolné délce až 12 m.

Z tohoto důvodu nabízí FFU zákazníkovi ve srovnání s přírodním dřevem mnohem vyšší míru jistoty ohledně vlastností materiálu při praktickém použití. Výrazně lepší technické vlastnosti umožňují i lepší optimalizaci průřezu, což je velkou

výhodou zejména v oblasti železničních mostů.

Díky své uzavřené buněčné struktuře neabsorbuje FFU vlhkost.

FFU vykazuje velmi vysokou chemickou odolnost vůči olejům, mazivům a nečistotám. Spodní strana prážce ze syntetického dřeva FFU se ve šterkovém loži chová stejně jako dřevěný prážec.



| Vlastnosti                              |        | Jednotka              | Buk<br>nový         | FFU syntetické dřevo |                      |                      |                      | Norma      |
|-----------------------------------------|--------|-----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------|
|                                         |        |                       |                     | nové                 | 10 roků              | 15 roků              | 30 roků              |            |
| Hustota                                 |        | [kg/m <sup>3</sup> ]  | 750                 | 740                  | 740                  | 740                  | 740                  | JIS Z 2101 |
| Pevnost v ohybu                         |        | [kN/cm <sup>2</sup> ] | 8                   | 14,2                 | 12,5                 | 13,1                 | 11,7                 | JIS Z 2101 |
| Modul v ohybu                           |        | [kN/cm <sup>2</sup> ] | 710                 | 810                  | 800                  | 816                  | 816                  | JIS Z 2101 |
| Pevnost v tlaku                         |        | [kN/cm <sup>2</sup> ] | 4,0                 | 5,8                  | 6,6                  | 6,3                  | 6,0                  | JIS Z 2101 |
| Pevnost ve smyku                        |        | [kN/cm <sup>2</sup> ] | 1,2                 | 1,0                  | 0,95                 | 0,96                 | 0,93                 | JIS Z 2101 |
| Tvrdost                                 |        | [kN/cm <sup>2</sup> ] | 1,7                 | 2,8                  | 2,5                  | 2,7                  | 2,4                  | JIS Z 2101 |
| Rázová - ohybová<br>houževnatost        | + 20°C | [J/cm <sup>2</sup> ]  | 20                  | 41                   | -                    | -                    | -                    | JIS Z 2101 |
|                                         | - 20°C | [J/cm <sup>2</sup> ]  | 8                   | 41                   | -                    | -                    | -                    | JIS Z 2101 |
| Příjem vody                             |        | [mg/cm <sup>3</sup> ] | 137                 | 3,3                  | -                    | -                    | -                    | JIS Z 2101 |
| Elektrický<br>izolační odpor            | suché  | [Ω]                   | 6,6x10 <sup>7</sup> | 1,6x10 <sup>13</sup> | 2,1x10 <sup>12</sup> | 3,6x10 <sup>12</sup> | 8,2x10 <sup>11</sup> | JIS K 6852 |
|                                         | mokrý  | [Ω]                   | 5,9x10 <sup>4</sup> | 1,4x10 <sup>8</sup>  | 5,9x10 <sup>10</sup> | 1,9x10 <sup>9</sup>  | -                    | JIS K 6852 |
| Vytahovací síla u kolejnicového hřebíku |        | [kN]                  | 25                  | 28                   | 28                   | 23                   | 22                   | RTRI       |
| Vytahovací síla u pražcového šroubu     |        | [kN]                  | 43                  | 65                   | -                    | -                    | -                    | RTRI       |

# Technické parametry

V průběhu různých schvalovacích řízení pro syntetické dřevo resp. pražce FFU byly od roku 1985 prováděny velmi rozsáhlé výzkumy tohoto materiálu.

V roce 2008 provedla Technická univerzita v Mnichově materiálně-technický průzkum pro pražce s konstrukční výškou 16 cm. FFU byl testován na základě platné evropské normy.

Některé testované syntetické pražce FFU musely splňovat požadavky kladené na betonové pražce.

Zpráva Technické univerzity v Mnichově byla pro FFU ve všech oblastech mimořádně pozitivní. V roce 2009 udělil Spolkový drážní úřad na základě těchto dobrých výsledků souhlas k provozním zkouškám bezpečného použití železničních pražců ze syntetického dřeva FFU v německé železniční infrastruktuře.

- Test švihem na nůžkové páce
- Tažná síla v pražcovém šroubu
- Pokus o vytažení pražcového šroubu
- Rázová zkouška
- Elektrický odpor
- Statická zkouška ve středu pražce
- Únavový test ve středu pražce

- Statická tlaková zkouška
- Statický průhyb při nízké teplotě  
R = RT a R = - 10°C

Při zkoušce vytažení pražcových šroubů byla zjištěna průměrná vytahovací síla 61 kN.

Rázová zkouška, která má simulovat vykojení, byla provedena náhlým zatížením padajícím tělesem o hmotnosti 500 kg.

Pražec FFU zůstal i po této simulaci vykolejení rozměrově stabilní a zaručuje tak zachování rozchodu kolejí v případě vykolejení.

Při statické zkoušce ve středu pražce byla zachycena síla 240 kN bez poškození pražce FFU.

Dřevěný pražec selhal prasknutím již při 80 kN.

Únavová zkouška byla provedena za extrémně kritických zkušebních podmínek uprostřed pražce a ukázala pouze velmi malou změnu 0,4 mm v elastickém průhybu po 2,5 milionu zatěžovacích cyklů. Nebyly patrné žádné známky únavy.

Únavový test pod podpěrou pražce za nejnepríznivějších podmínek, jako jsou špatná

geometrie koleje, nízký účinek kolejnice na rozložení zatížení, stejně jako tuhá podpora a vysoké dynamické přídavky pro sílu dvojkolí 250 kN, ukázaly po 2 milionech zatěžovacích cyklů, že pražec FFU dokončil test úspěšně, tedy vždy byl bez výjimky bez poškození jakéhokoli druhu.

## Test při mínus 65° Celsia

V březnu 2020 provedla Technická univerzita v Tampere ve Finsku statický ohybový test na pražcích ze syntetického dřeva FFU při pokojové teplotě

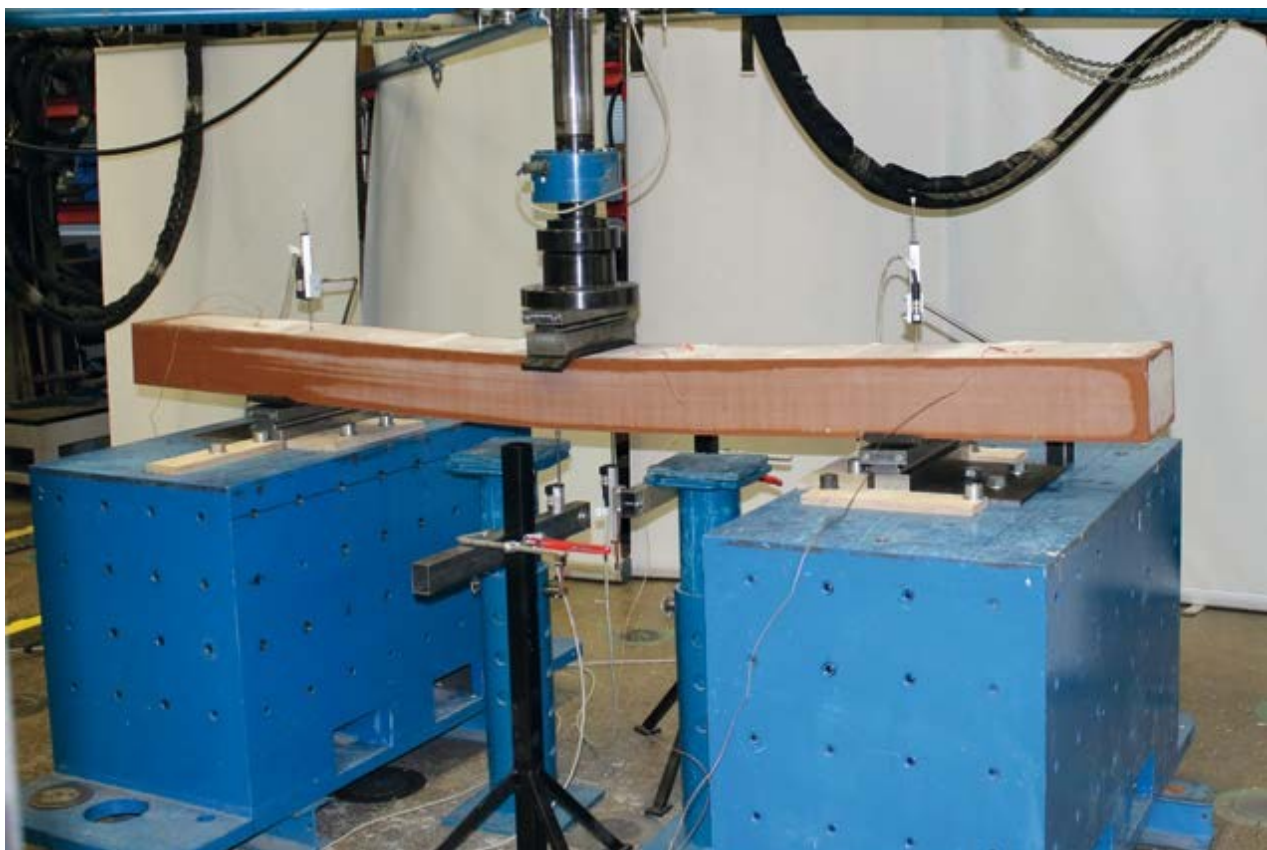
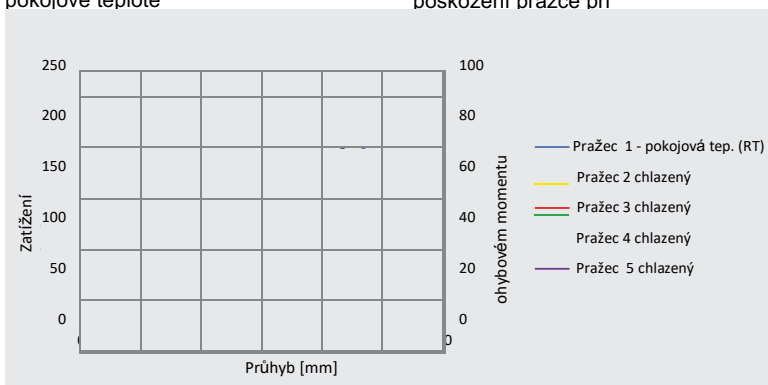
a při teplotě pražců FFU až minus 65 °C.

Výsledkem bylo, že nedošlo k poškození pražce při

rozpětí 1,5 m a při maximálním zatížení 250 kN.

Pražce FFU se chovají lineárně elasticky jak při pokojové teplotě, tak i při minus 65 stupních Celsia.

Výsledek podle TU Tampere zněl, že **pražec je vynikající (výjimečný)**, protože doposud všechny materiály, které laboratoř testovala, za těchto zkušebních podmínek selhaly.







## Konečná schválení FFU™

Dne 03. března 2022 prodloužil Spolkový drážní úřad schválení pro syntetické dřevo FFU o dalších 5 let pro použití v železniční infrastruktuře v Německu. Stalo se tak poté, kdy 08. července 2009 vstoupilo v platnost dočasné schválení a Deutsche Bahn vybavila první mostní projekt ve Vilsbiburgu mostními pražci vyrobenými ze syntetického dřeva FFU v září 2011. Dále v září 2012 Deutsche Bahn instalovala dvě výhybky do šťerkového lože se syntetickými pražci FFU ve stanici Würzburg. Schválení je směrem dolů definováno kolejovým pražcem o výšce 10 cm s povolenou

rychlostí do 100 km/h a směrem nahoru pražcem o výšce 16 cm s povolenou rychlostí do 230 km/h. Pro použití v mostních projektech s otevřenou ocelovou konstrukcí jsou minimální stavební výšky pražce definovány v závislosti na excentricitě mezi osou kolejnic a osou podélného nosníku mostu.

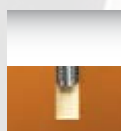
Ve Švýcarsku Federální úřad pro dopravu rovněž udělil v roce 2019 konečné schválení pro FFU. Stalo se tak po dočasném schválení z ledna 2014 a po prvních projektech v roce 2014 v sítích BLS AG a RhB.

Tabelle 1: Einsatzgebiete für FFU 74 Kunstholzschnitten

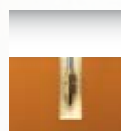
|            |            | Querschnittsdimensionen [mm] |       |       | Anschlußhöhe [mm] | Gesamthöhe [mm] | Anwendungsbereich                                                             |
|------------|------------|------------------------------|-------|-------|-------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------|
|            |            | Flach                        | Stech | Stech |                   |                 |                                                                               |
| Gleis      | Gleis      | 10                           | 26    | 240   | 22,5              | ± 100           | - Einbauten nach 4<br>- Endauswahl 4<br>- Tragungsstelle 4<br>- Einbauliste 4 |
|            |            | 10                           | 26    | 200   | 22,5              | ± 100           | - Einbauten nach 4<br>- Endauswahl 4<br>- Tragungsstelle 4<br>- Einbauliste 4 |
|            |            | 12                           | 26    | 240   | 22,5              | ± 100           | - Einbauten nach 4<br>- Endauswahl 4<br>- Tragungsstelle 4<br>- Einbauliste 4 |
|            |            | 12                           | 26    | 200   | 22,5              | ± 100           | - Einbauten nach 4<br>- Endauswahl 4<br>- Tragungsstelle 4<br>- Einbauliste 4 |
|            |            | 12                           | 26    | 200   | 22,5              | ± 100           | - Einbauten nach 4<br>- Endauswahl 4<br>- Tragungsstelle 4<br>- Einbauliste 4 |
|            |            | 14                           | 26    | 240   | 22,5              | ± 100           | - Einbauten nach 4<br>- Endauswahl 4<br>- Tragungsstelle 4<br>- Einbauliste 4 |
|            |            | 14                           | 26    | 200   | 22,5              | ± 100           | - Einbauten nach 4<br>- Endauswahl 4<br>- Tragungsstelle 4<br>- Einbauliste 4 |
|            |            | 16                           | 26    | 200   | 22,5              | ± 100           | - Einbauten nach 4<br>- Endauswahl 4<br>- Tragungsstelle 4<br>- Einbauliste 4 |
|            |            | 18                           | 26    | 200   | 22,5              | ± 100           | - Einbauten nach 4<br>- Endauswahl 4<br>- Tragungsstelle 4<br>- Einbauliste 4 |
|            |            | 18                           | 26    | 200   | 22,5              | ± 100           | - Einbauten nach 4<br>- Endauswahl 4<br>- Tragungsstelle 4<br>- Einbauliste 4 |
| Zwischen   | Zwischen   | 10                           | 26    | 200   | 22,5              | ± 100           | - Einbauten nach 4<br>- Endauswahl 4<br>- Tragungsstelle 4<br>- Einbauliste 4 |
|            |            | 12                           | 26    | 200   | 22,5              | ± 100           | - Einbauten nach 4<br>- Endauswahl 4<br>- Tragungsstelle 4<br>- Einbauliste 4 |
|            |            | 14                           | 26    | 200   | 22,5              | ± 100           | - Einbauten nach 4<br>- Endauswahl 4<br>- Tragungsstelle 4<br>- Einbauliste 4 |
|            |            | 16                           | 26    | 200   | 22,5              | ± 100           | - Einbauten nach 4<br>- Endauswahl 4<br>- Tragungsstelle 4<br>- Einbauliste 4 |
|            |            | 18                           | 26    | 200   | 22,5              | ± 100           | - Einbauten nach 4<br>- Endauswahl 4<br>- Tragungsstelle 4<br>- Einbauliste 4 |
| Endauswahl | Endauswahl | 10                           | 24    | 200   | 22,5              | ± 100           | max. Versatz 4 10 cm                                                          |
|            |            | 12                           | 24    | 200   | 22,5              | ± 100           | max. Versatz 4 10 cm                                                          |
|            |            | 14                           | 24    | 200   | 22,5              | ± 100           | max. Versatz 4 10 cm                                                          |
|            |            | 16                           | 24    | 200   | 22,5              | ± 100           | max. Versatz 4 10 cm                                                          |

# Metoda opravy

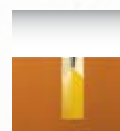
Metoda opravy pouze 2 složkovou polyesterovou pryskyřicí se skelnými vlákny - doba vytvrzení 30 minut



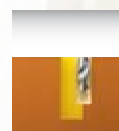
Profilování



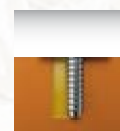
Čištění  
vrtané  
díry



Umístění rychlé  
tuhnoucího plniva

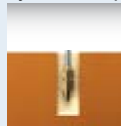


Vrtání  
nové díry



Instalování  
šroubu

Metoda opravy pomocí hmoždinek ze syntetického dřeva FFU a syntetické pryskyřice - doba vytvrzení 4h



Čištění  
vrtané  
díry



Umístění  
syntetické  
pryskyřice



Uzávěr



Vrtání  
nové díry



Instalování  
šroubu

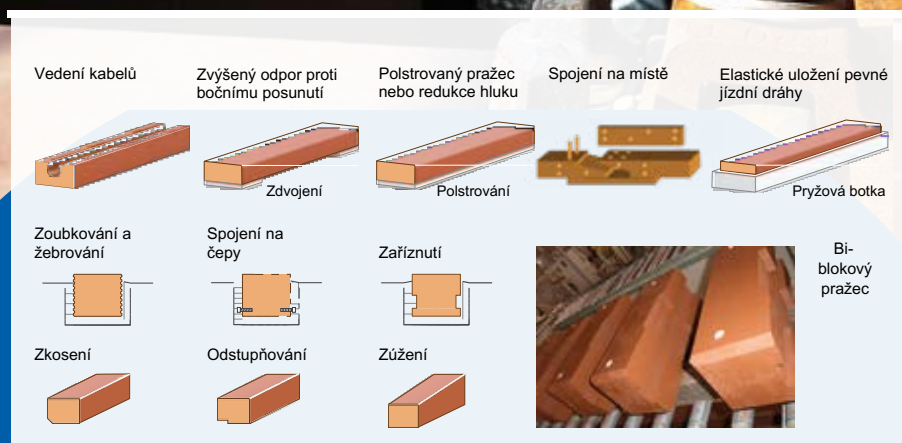
Pokud by eventuálně byly v důsledku opracování FFU na staveništi vyrobeny otvory, které nebyly vytvořeny na správném místě, nebo mají špatný průměr nebo jsou vadné z jiných důvodů, nabízí technologie FFU dvě různé metody bezprostřední opravy přímo na staveništi, které lze provést bez zhoršení kvality materiálu, rychle a snadno.

Při první metodě se poškozený resp. nesprávně vyvrtaný otvor vyprofiluje, vyčistí a následně vyplní dvousložkovou

polyesterovou pryskyřicí obsahující skelná vlákna (rychle tuhnoucí plnivo). Po vytvrzení trvajícím pouhých 30 minut lze do opraveného otvoru vyvrtat nový otvor posunutý i jen o několik málo milimetrů.

U druhé metody po vyčištění opravovanou díru vyplníme tzv. rychle tuhnoucím plnivem a následně vložíme hmoždinku ze syntetického dřeva FFU. Vytvrzování zde trvá asi čtyři hodiny, a až poté lze na opraveném místě vyvrtat novou díru.





## Tovární výroba na míru pro zákazníka

Pražce ze syntetického dřeva FFU lze vyrobit a dodat z výrobního závodu dle požadavků zákazníka s milimetrovou přesností.

Díky tomu lze podstatně redukovat

- úpravy prováděné v místě realizace projektu,
- dobu výluky tratě,
- náklady na logistiku na staveništi a
- náklady na přípravu stavby.

Pro zákazníka je možno provést následující výrobní operace:

- zdvojení, vyvýšení,
- vyfrézování,
- vrtání, mostové úpravy,
- otvory pro prazčové šrouby,
- vyfrézování uložení pro nosníky,
- vyfrézování pro výztuhy a ztužidla,
- vyfrézování pro nýty,
- opískování povrchu,
- zdvojení příčného posunu.

Syntetické pražce FFU prefabrikované podle zákaznickovy objednávky jsou již ve výrobním závodě jasně označeny podle montážního plánu.

Instalace na staveništi tak může proběhnout bezpečně a spolehlivě.

Pokud má být spád znovu vytvořen např. v nějaké stávající mostní konstrukci, lze jednotlivé mostní pražce vyrobit z FFU s milimetrovou přesností a v příslušných různých výškách.





Vytesání, Zhotovení prohlubně,



Vrtání otvoru pro pražcový šroub,



Řezání pro vybrání,



Vysekání, Zhotovení prohlubně,

## Opracování v rámci projektu

Stejně jako přírodní dřevo, může být i syntetické dřevo FFU v rámci projektu konvenčně opracováváno. Železniční pražce FFU lze vrtat, řezat, frézovat a tesat pomocí běžně komerčně dostupných nástrojů. Oproti přírodnímu dřevu zaujme FFU větší tvrdostí a téměř úplnou absencí pórů. Pracovní životnost používaných nástrojů lze optimalizovat použitím nástrojů WIDEA nebo nástrojů pro obrábění oceli.

Při opracování FFU v rámci projektu je třeba věnovat pozornost teplotě generovanému nástroji. Redukování teploty lze velmi efektivně dosáhnout mírným snížením rychlosti otáčení a pomalejším posuvem nástroje do záběru. Tím se zabrání roztavení skleněných vláken v důsledku přehřátí.

V každém případě je třeba dodržovat platné pracovní předpisy i směrnice pro zpracování vydané firmou Sekisui.

Měrná hmotnost syntetického dřeva FFU 74 je cca, 740 kg/m<sup>3</sup> a nabízí tedy pro dopravu

na staveniště stejné výhody jako přírodní dřevo.

Rozměrová stabilita, jakož i frézování a zdvojení/přípravy vytvořené již v továrně znamenají, že práce na staveništi mohou být prováděny přesně, rychle a bezpečně.

Pracovní nároky a dobu výluk lze optimálně organizovat tak, aby byla trať rychle opět k dispozici pro vlakový provoz.





Speciální uložení FFU syntetického pražce na otevřené ocelové konstrukci



Výhybkový systém v oblasti mostu Hohenzollern v Kolíně nad Rýnem



SOB | Most u Curyšského jezera

## Železniční mosty

Technicky a ekonomicky lze syntetické dřevo FFU použít na železničních mostech jako klasické mostní pražce vyrobené z přírodního dřeva. Instalace syntetického pražce FFU na železniční mosty navíc generuje vysoký dodatečný přínos pro stavbu mostů, a to díky následujícím výhodám:

- Extrémně dlouhá životnost
- Nejvyšší odolnost proti povětrnostním vlivům
- Zachování hmotnosti mostu
- Zachování optického vzhledu
- Konstantní statický systém
- Dodržení gradientů
- Homogenita mostních pražců
- Použití obvyklých upevňovacích prostředků

- Použití identického nářadí
- Zcela bez insekticidů
- Krátké výluky tratí
- Zvýšení drážní bezpečnosti
- Tvarová stabilita
- Celoplošné uložení na mostní nosníky
- Homogenní speciální průřezy
- Velmi dobré technické parametry
- Vysoká disponibilní využitelnost trati
- Snížení nároků na údržbu
- Snížení nákladů na údržbu

LCC TU Graz potvrzuje hospodárnost













RhB | Most Grosstobel



Vídeňské dráhy | Vídeň



DB AG | Kumhausen

Syntetické pražce FFU instalují precizně, rychle a kompetentně profesionální železniční společnosti a stavební firmy.

V roce 2022 bude již značný počet železničních společností používat syntetické pražce FFU na tratích o délce více než 1 800 km po celém světě.

V Evropě se syntetický pražec FFU používá v projektech od roku 2004 k naprosté spokojenosti zákazníků. Pro většinu železničních společností jsou primárními cíli bezpečnost a maximální disponibilní využitelnost kolejových systémů.

Typické intervaly údržby mostních konstrukcí mohou být například:

- Ochrana proti korozi po cca. 30 letech
- Výměna kolejnic po cca. 30 letech
- Ocelová konstrukce po cca. 50 letech
- Výměna mostních pražců FFU po cca 50 letech

S těmito cílovými údaji bude muset provozovatel dráhy až za 50 let uzavřít trať na delší dobu, a počítat s narušením provozu.





DBAG | Würzburg | 70 000 tun zátěže za den | instalováno v roce 2012 | do roku 2018 pražce bezúdržbové



Ruhrbahn | Výhybky u města Essen

# Výhybková zařízení

Vynikající lineárně elastické chování materiálu, stejná výška jako u dřevěných pražců, výrazně delší životnost a skvělé elektroizolační vlastnosti v kombinaci s vysokou chemickou odolností a prokazatelně velmi nízkými průběžnými náklady na údržbu syntetických pražců FFU jsou rozhodující pro jejich preferované nasazení u výhybek.

Syntetické pražce FFU jsou obzvláště působivé u výhybkových systémů, u kterých jsou provozovatelé pravidelně konfrontováni s vysokými nároky a náklady na údržbu. Syntetické pražce FFU lze navíc vyrobit v libovolné

délce a nabízí tak při použití u výhybek řadu výhod:

- Dobré spojení se šterkem
- Dlouhodobé elastické chování materiálu v oblasti srdcovky
- Bezpečné udržení stopy po vykolejení
- Stabilita tvaru po vykolejení
- Dlouhodobá bezpečnost v upevnění kolejnic
- Vynikající odolnost vůči povětrnostním vlivům
- Žádná absorpce vody
- Velmi dobrá chemická odolnost
- Žádný vliv provozních tuků
- Žádné znečištění životního prostředí chemickou impregnací

- Rychlé opravárenské metody a postupy
- Zdvojnásobení / zvýšení odporu proti bočnímu posunutí
- Použití obvyklých upevňovacích prostředků
- Použití standardních nástrojů
- Krátké výluky tratí
- Zvýšení drážní bezpečnosti
- Velmi dobré technické parametry
- Vysoká disponibilní využitelnost výhybek
- Vysoký elektrický odpor / izolace
- Poloviční koeficient tepelné roztažnosti v porovnání s betonem a ocelí





Vzhledem k mnoha výhodám se syntetický pražec FFU s výhodou používá pro výhybkové systémy ve štěrkovém loži a v systému pevné jízdné dráhy, přičemž FFU se obvykle ukládá v pryžové botce.

Výhybkové systémy se syntetickým dřevem FFU mají hmotnost srovnatelnou se dřevem cca. 740 kg/m<sup>3</sup> a nabízejí enormní výhody v dopravní a montážní logistice.

Stávající spodní konstrukci pro dřevěné pražce lze beze změny použít i se syntetickými pražci FFU.

Na základě dlouholetých zkušeností vykazuje syntetické dřevo FFU stejné výhody jako někdejší dřevěný materiál s ohledem na elastické chování traťového tělesa v oblasti výhybkového systému.

V oblasti srdcovky a napojení na stávající koleje však FFU vykazuje

mnohem lepší elastické chování materiálu než dřevo, a umožňuje tak mnohem harmoničtější chod kola po kolejích a svršku. To následně vede k maximálnímu snížení provozních nákladů.

Deutsche Bahn vypracovala v rámci bakalářské práce srovnávací studii výhybek na betonových pražcích a výhybek na syntetických pražcích FFU.





Výsledky ukázaly, že po 6 letech provozu nebyly na výhybkách se syntetickými pražci FFU zapotřebí žádné údržbové práce.

V roce 2022 byla na toto téma dokončena hloubková magisterská práce. V tomto případě byly znovu zkoumány výhybky z roku 2018 a do studie byla zařazena výhybka na dřevěných pražcích.

Srovnání můžete vidět v tabulce na straně 19.

Z toho lze usoudit, že investice do sestavy betonových pražců je poloviční oproti sestavě ze syntetických pražců FFU.

Náklady na provoz výhybky jsou popsány nákladovým faktorem 7,5 pro sadu betonových pražců a nákladovým faktorem 1 pro syntetické pražce FFU.

Souhrnně z tabulky vyplývá, že nákladový faktor po 11 letech používání sady betonových pražců činí 8,5 a po 9 letech

používání sady pražců FFU má nákladový faktor hodnotu 3.

Zaměstnanci Deutsche Bahn hlásí, že výhybky, které používají syntetické pražce FFU, leží ve šterkovém loži i po 6 letech provozu stejně dobře jako „první den po instalaci“, a že se pražce v oblasti srdcovky chovají elasticky, a výhybky jsou tudíž stále ve správné poloze. Přechod trati z pražců ze syntetického dřeva FFU na betonové pražce je zcela bezproblémový.

ÖBB | Dvojitá křížová výhybka na hlavním nádraží Vídeň





BLS AG | Oblouková výhybka v Aeflingen



DB AG | Posunovací nádraží Nürnberg

| Materiál pražce                                        | Dřevo                  | Beton                | FFU 74                |
|--------------------------------------------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|
| Typ výhybky                                            | ABW-54-500-1:12-r-Fz-H | EW54-500-1:12-l-Fz-B | EW-54-500-1:12-l-Fz-K |
| Rok instalace                                          | 6/1995                 | 7/2010               | 9/2012                |
| Rok zkoumání                                           | 2021                   | 2021                 | 2021                  |
| Udržovací období                                       | 26                     | 11                   | 9                     |
| Zátěžové tuny za den                                   | 45,000                 | 55,000               | 37,000                |
| Návrhová rychlost                                      | 80 km/h                | 60 km/h              | 60 km/h               |
| Odbočovací rychlost                                    | 60 km/h                | 40 km/h              | 60 km/h               |
| Vlaky za den                                           | 114                    | 88                   | 90                    |
| Hrubá investice do výhybky bez sady pražců (relativní) | 10                     | 10                   | 10                    |
| Investice do sady pražců (relativní)                   | 1                      | 1                    | 2                     |
| <b>Údržbové náklady na výhybku (relativní)</b>         | <b>4</b>               | <b>7.5</b>           | <b>1</b>              |





Únavový test pod uložením koleje



Vibrační test

| Pražcový šroub Ss-8 – Průměr 24 mm |                      |
|------------------------------------|----------------------|
| Průměr vrtané díry / Vrták         | Vytahovací síla [kN] |
| 19 mm / vrták do oceli             | 56,8                 |
| 20 mm / vrták do oceli             | 52,7                 |
| 20 mm / vrták do dřeva             | 49,6                 |

| Syntetický pražec<br>(h=100mm)<br>po dlouhodobém<br>testu | Elastické prohnutí hlavy kolejnice |              | Plastické prohnutí hlavy kolejnice |              |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------|------------------------------------|--------------|
|                                                           | Opěrný bod 1                       | Opěrný bod 2 | Opěrný bod 1                       | Opěrný bod 2 |
| 3 milióny<br>zátěžových cyklů                             | 1,60 mm                            | 1,60 mm      | 0,45 mm                            | 0,15 mm      |

## FFU™ plochý pražec | Technické parametry

S konstrukční výškou pražce 12 cm otestovala zkušební laboratoř pro stavbu dopravních cest při Technické univerzitě v Mnichově vibračním testem na nůžkové páce „plastový kompozitní pražec“ (stav 2013) pro hlavní trať (22,5t), s v < 200 km/h.

Konečné schválení EBA pro syntetické dřevo FFU v roce 2017 redefinovalo hodnotu nejtenčího syntetického dřevěného pražce pro praktické použití na konstrukční výšku 10 cm.  
A to po 6 letech pozitivních praktických testů.

Analýzy a testy byly provedeny na pražcích ze syntetického dřeva FFU o rozměrech 10 x 26 x 260 cm (příměstský provoz) nebo 12 x 26 x 260 cm (hlavní tratě). Po konzultaci s německým EBA (Spolkovým drážním úřadem) a DB AG by nyní měla být na syntetickém pražci provedena následující šetření:

1. Chování pražce pod vlivem svislého a vodorovného zatížení při vibračním testu na nůžkové páce. Uložení ve štěrkovém loži podle DIN EN 13481-3.

2. Statické a dynamické zkoušky pražce ze syntetického dřeva podle DIN EN 13230-2.
3. Vytahovací zkoušky na pražcových šroubech dle DIN EN 13481-2.

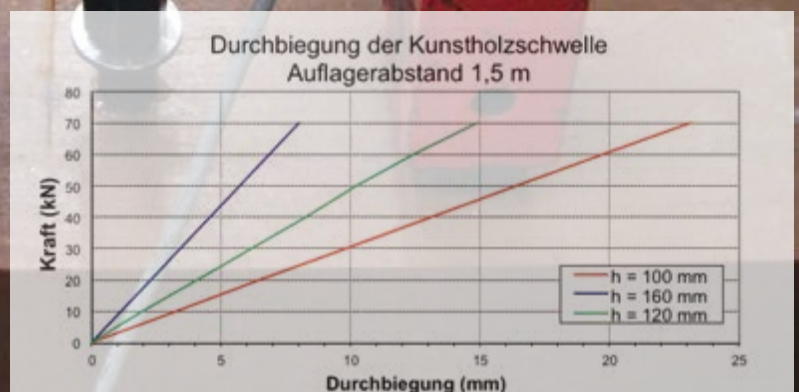
Při vibračním testu pomocí nůžkové páky byla pod žebrovanou deskou registrována maximální elastická deformace 0,23 mm a maximální trvalá deformace 0,18 mm po 3,0 milionech zátěžových cyklech.  
Horizontální posun (elastický a trvalý) žebrovaných desek byl v průměru cca 0,6 mm.





Aby se prověřilo chování prážce při namáhání v ohybu, byly ve středu prážce provedeny statické zkoušky podle DIN EN 13230-2. Rozteč podpěr byla 1,5 m, šířka zatěžovací desky 100 mm.

Při 70 kN je průhyb prážce s konstrukční výškou 120 mm 15 mm.







Podbíjení plochého pražce podbíjecím vlakem



Vídeňské dráhy | FFU syntetický pražec uložený v tunelu v pryžové botce



Švýcarsko | RhB mostový projekt v Tavanasa

## Traťové pražce | Výhybkové pražce

Spolkový drážní úřad v Německu udělil konečné schválení syntetických pražců FFU v roce 2017, Spolkový úřad pro dopravu ve Švýcarsku následoval v roce 2019, pro instalaci v síti německých a švýcarských železnic.

V rámci úzké spolupráce se zaměstnanci Deutsche Bahn se ukázalo, že v železniční síti vždy existují úzká místa, která vyžadují velmi nákladnou údržbu. A to především v oblastech, kde již nestačí výška štěrku pod obvyklými pražci resp. kde inženýrské/umělecké stavby nad nebo pod trasou omezují světly průchod železnice.

Ploché pražce FFU se již osvědčil dokonce i na silně zatížených trasách s až 100 000 tun nákladu za den.

**Použití pražců FFU s konstrukční výškou 10 cm a 12 cm**

### Konstrukční výška 10 cm

Od roku 2008 instalují Vídeňské dráhy pražce FFU s konstrukční výškou 10 cm. Trať tramvajové linky 31 na Floridsdorferském mostě je tvořena pražci FFU výšky 10 cm s přímým uchycením. Celkem zde bylo instalováno 1600 m trati s pražci FFU.

Protože velkou část sítě vídeňského metra tvoří polyuretanové pražce, a ty dosáhly své životnosti, probíhá v současné době dlouhodobý program výměny těchto pražců za pražce ze syntetického dřeva FFU. Děje se tak u pevné trati resp. u těžkých a lehkých pružinových systémů v tunelech.

V Německu v roce 2012 nainstalovala firma Bogestra výhybku s 10 cm vysokými syntetickými pražci do šterkového lože.





#### Konstrukční výška 12 cm

Jihovýchodní Bavorská dráha instalovala tyto pražce do přejezdů pro nákladní a silniční dopravu. V oblasti Hannoveru byly pražce s konstrukční výškou 12 cm použity na trase Deutsche Bahn se 100 000 tunami nákladu denně. Ve Švýcarsku byly první 12 cm vysoké pražce instalovány Rhétskou dráhou do přejezdu polní cesty v Tavanase v roce 2014.

Stalo se tak poté, kdy BAV (Spolkový úřad pro dopravu) v lednu 2014 schválil použití syntetického dřeva FFU od konstrukční výšky 12 cm pro provozní zkoušky v tunelech, kde se běžně používají dřevěné pražce.





# Životní prostředí a bezpečnost

V prosinci 1994 zkoumaly „Japan Food Research Laboratories (Japonské laboratoře pro zkoumání potravin)“ použití FFU ve vztahu k pitné vodě. Výsledek byl pozitivní a od té doby umožnil použití FFU v projektech v blízkosti zdrojů pitné vody. Tento doklad byl vyžadován ke schválení německým spolkovým drážním úřadem.

Zkušenosti s širokou škálou plastových prachů v železničním sektoru ukázaly, že jednotlivé technologie se od sebe výrazně liší, pokud jde o jejich kvalitu, technické vlastnosti a technické chování materiálu.

Proto železniční specialisté z mnoha zemí formulovali tyto rozdíly v normě ISO 12856-1(2014) praktickým klasifikováním materiálů do několika typů.

Jak jsou si odpovědní pracovníci na železnici vědomi, tyto rozdíly jsou patrné v při nákupu, a co je ještě důležitější, také v bezpečnosti každodenního železničního provozu, v technické životnosti, spolehlivosti a následně v disponibilní využitelnosti kolejových systémů.

Pražce ze syntetického dřeva FFU se jedinečně a úspěšně

používají v nepřetržitém železničním provozu od roku 1980 a mají vysoce pozitivní laboratorní testy a výsledky testů na trhu.

Patentovaná konstrukce z nekonečných pramenů skelných vláken zaručuje nejvyšší úroveň bezpečnosti a spolehlivosti při každodenním používání na železnici.

V mnoha zemích světa proto syntetické dřevo FFU nastavilo „standard“ pro spolehlivé použití plastových prachů na mostech, u výhybek a ve speciálních projektech.





Recyklace FFU vláken



Kotevní desky z K-FFU



K-FFU | Prášek



R-FFU | Třísky a vlákna

## Udržitelnost a recyklace

Všechny syntetické pražce FFU instalované po prvních praktických testech v roce 1980 jsou stále plně funkční a spolehlivé při každodenním používání.

Očekávaná délka života 50 let předpokládaná ze strany RTRI (Ústav železničního technického výzkumu) v roce 1996 a znovu v roce 2011 bude dosažena v roce 2030.

Provozovatelé železnic již dnes vědí, že spolehlivé FFU umožňuje jejich použití i po tomto období.

Stejně tak po odstranění na konci předpokládané/praktické životnosti nabízí FFU provozovatelům železnic možnost používat pražce na trati po další roky jednoduše díky jejich repasování.

Od výroby prvního pražce FFU byly všechny odpady, vývrty, hobliny atd., které vznikly při výrobě, recyklovány. A to částečně přímo ve firmě SEKISUI CHEMICAL CO. LTD. resp. vrácením do recyklačního systému v Japonsku.

Od roku 2011 byla firma SEKISUI CHEMICAL CO. LTD několikrát mezinárodně oceněna organizacemi, které posuzují a vyhodnocují trvalou udržitelnost.

To posiluje společnost SEKISUI CHEMICAL CO. LTD v její mezinárodní odpovědnosti za přírodu a lidstvo, při vývoji a zavádění ekologicky šetrných procesů, technologií a výrobních procesů.





ÖBB | Most pro pěší



ÖBB | Železniční přejezd

## Speciální projekty a speciální profily

Syntetické dřevo bylo již při svých prvních testech v roce 1980 instalováno do tratí v tunelu jako BI bloky a součást pevné dráhy. První výsledky testů z roku 1985 potvrdily vynikající materiálové vlastnosti syntetického prážce FFU.

V minulosti byly přejezdy na vedlejších tratích obvykle dřevěné. Rychlé zvětvávání dřeva, velmi vysoké namáhání od zařízení a vozidel používaných v zemědělství a lesnictví

při současném zachování požadované bezpečnosti pro přecházení chodců vyžadují náhrady resp. výměny dřevěných konstrukcí po velmi krátké době. Syntetické dřevo FFU představuje na rozdíl od dřeva přírodního téměř neporézní materiál, neabsorbuje vlhkost, nevyžaduje žádné chemikálie škodlivé pro životní prostředí (s ohledem na ochranu přírody a vody) a je extrémně odolné vůči povětrnostním vlivům. Vedle nadprůměrné životnosti lze syntetické dřevo FFU plně recyklovat.

V tomto ohledu se bezpečnost přejezdů zvyšuje a nabízí jistotu mnohem delší funkčnosti.

Speciálním projektem s velmi velkými rozměry byla mimoúrovňová křižovatka v Newarku. Zde bylo vyrobeno a instalováno 8 FFU nosníků o rozměrech š/v/l = 700/380/16 000 mm.

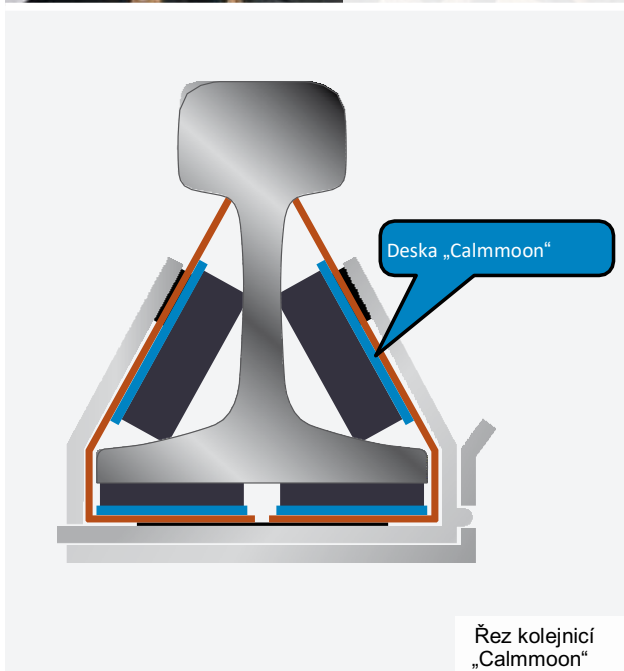




Detail odhlučnění stojky kolejnice „Calmmoon“



„Calmmoon“ (tichá) kolejnice v síti Deutsche Bahn



Řez kolejnicí „Calmmoon“



1,3 mm Calmmoon jako deska tlumící hluk pro snížení hluku u mostu

## „Calmmoon“ (tichá) kolejnice

### Akustická izolace kolejnice

„Calmmoon“ poskytuje velmi účinnou technologii pro udržitelné snižování emisí hluku přímo u zdroje a také účinnou teplotní ochranu až do 7°C

podle šetření ETH Zürich. Účinnost „Calmmoon Rail“ byla úspěšně testována v několika praktických testovacích sériích i nezávisle u Deutsche Bahn. Do konce roku 2021

bylo více než 80 km tratí u Deutsche Bahn vybaveno akustickou izolací „Calmmoon Rail“. Podle DB AG z roku 2012 nejekonomičtější a nejefektivnější technologie na trhu.

## Calmmoon

### Zvukově izolační panely Calmmoon

se skládají z vrstvy syntetické pryskyřice tlumící hluk a vibrace spojené s krytem z ocelového plechu.

Díky své nízké tloušťce a vysoké úrovni snížení hluku kombinuje Calmmoon výhody flexibilního systému ochrany proti hluku, který se snadno instaluje. Díky vysoké přilnavosti a účinnému tlumení hluku je Calmmoon stále oblíbenější

v klidových zónách komerčních letadel a vysokorychlostních vlaků, při stavbě lodí zejména pro výletní lodě a větší osobní trajekty, jako akustické tlumení u ocelových mostů a pro průmyslové klimatizace a kompresory.



Výhradní zastoupení v ČR a SR



INPROVIA a.s.: Peluškova 1599, Praha 9 – Kyje, 198 00

Mob.: +420 724 268 732

Email: [sobotkova@inprovia.cz](mailto:sobotkova@inprovia.cz)



thyssenkrupp

thyssenkrupp Schulte - prodejní partner

SEKISUI

SEKISUI CHEMICAL GmbH



Železniční technika

# Nejnovější technologie

