

Syntetiska FFU[®]-sliprar

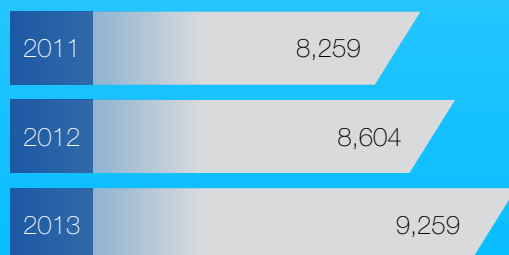


TEKNISKA LÖSNINGAR INOM JÄRNVÄGSBRANSCHEN

State
of the Art



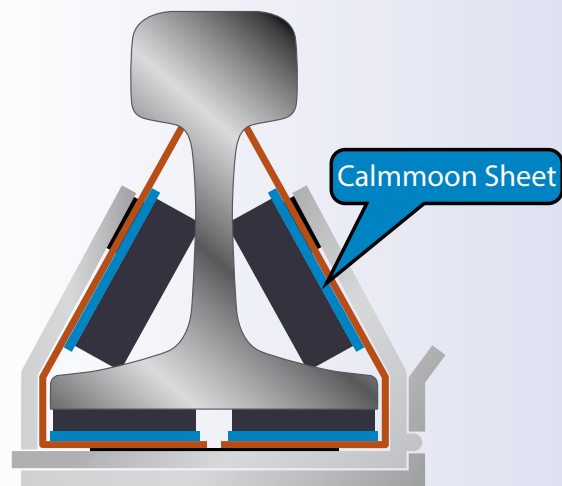
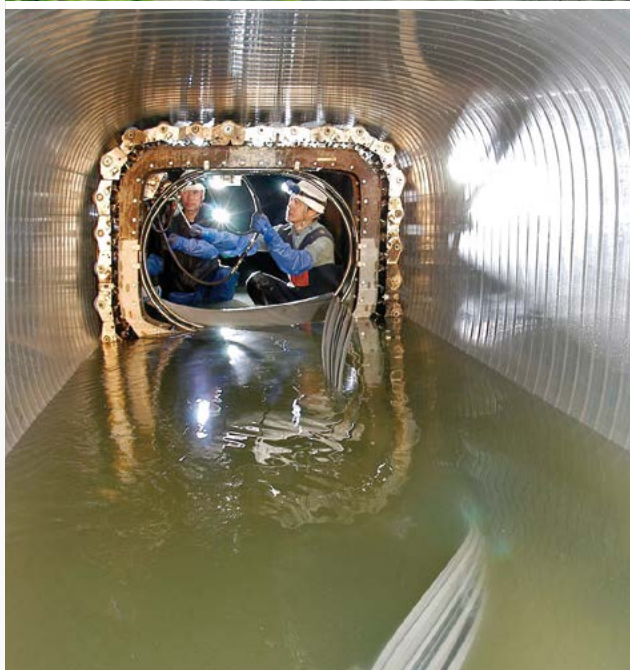
Årlig omsättning
SEKISUI Chemical Co., Ltd.
(i miljarder EUR)



I över 60 år har gruppen Sekisui Chemical varit en världsledande tillverkare av syntetiska produkter.

Gruppen representeras av över 200 understödda aktörer runtom i världen, sysselsätter ca. tjugotusen anställda och har en årlig omsättning på 9,2 miljarder EUR (per 2013).

Gruppen har gedigen erfarenhet inom polimerteknologi och arbetar kontinuerligt på att ta fram nya innovativa produkter.



SEKISUI Chemical Co., Ltd.

Bolaget Sekisui Chemical jobbar främst inom tre följande branscher: Inom bostadsbranschen tillverkas årligen över tiotusen prefabricerade, välutrustade hus för den japanska marknaden. Varje hus utformas efter kundens individuella önskemål och uppfyller de senaste normerna avseende energieffektivitet.

Företaget erbjuder även avancerade produkter av syntetmaterial inom industri- och byggbranschen såsom folie för tillverkning av säkerhetsglas och tvärbundet polyolefinskum.

Företaget är dessutom verksamt inom medicinteknik och har ett brett utbud av medicinsk utrustning, läkemedel, kemikalier, högvärdiga specialämnen, självklitraste tejp och folie för användning inom industri.

När det gäller infrastruktur och miljöskydd arbetar företag främst med att ta fram ekologiska lösningar inom rörsanering och levererar stordimensionerade glasfiberförstärkta rör som åtnjuter stor popularitet bland kunder. Företaget har även ett stort utbud av industrirör, byggvaror och lösningar inom JÄRNVÄGSBRANSCHEN.



- 1978** Okouchi-pris och en utmärkelse från generaldirektoratet för det japanska forsknings- och utvecklingsinstitutet för framtagning av syntetiskt träliknande material av FFU
- 1979** Deming-pris för noggrann kvalitetskontroll på hög nivå
- 1980** Fältprovning av järnvägssliprar av FFU på bron över floden Miomonte i tunneln Kanmon
- 1985** Undersökning av provsliprar genomförd av det japanska institutet för tekniska undersökningar inom järnvägsbranschen (RTRI) med utmärkt resultat. Beslut om att använda det syntetiska träimiterande material av FFU som standardsliprar för japanska järnvägar.
- 1996** Ytterligare provning av de sliprar som genomgick fältprovning 1980, genomförd av det japanska institutet för tekniska undersökningar inom järnvägsbranschen. Efter att ha extrapolerat över 100 miljoner belastningscykler kom man fram till att sliperns livslängd uppgår till drygt 50 år.
- 2004** Österrike | Sliprar av syntetiskt träimiterande material av FFU monteras på broar i Europa för första gången
- 2007** Publicering av den japanska branschnormen JIS E 1203
- 2008** Tyskland | Första järnvägsväxeln på sliprar av syntetiskt träimiterande material av FFU i Leverkusen
- 2009** Tyskland | Tyska federala banverket (EBA) godkänner sliprar av syntetiskt träimiterande material av FFU för användningsprov inom tysk järnvägsinfrastruktur
- 2010** Tyskland | Montage av järnvägsväxlar på FFU-sliprar i Hamburger Hochbahn och transportnät i München (MVV)
Österrike | Österrikiska järnvägar | Den första dubbla korsformade järnvägsväxeln på FFU-sliprar vid den centrala järnvägsstationen i Wien
- 2011** Tyskland | Tyska banverket | FFU-sliprar monteras för första gången i Vilsbiburg
Japan | Det japanska institutet för tekniska undersökningar inom järnvägsbranschen undersöker de sliprar som genomgick fältprovning 1980. Det konstateras återigen att livslängden uppgår till 50 år. Japanska banverket meddelar skriftligt att sliprarna kan användas säkert i 20 år till.
- 2012** Tyskland | Tyska banverket | Två järnvägsväxlar på FFU-sliprar vid stationen i Würzburg, vardera överför 70 tusen ton dagligen
Tyskland | Tyska banverket | Fortsattläggning av sliprar av FFU-baserat syntetiskt träimiterande material på broar
Holland | ProRail | FFU-sliprar läggs på 3 broar
- 2013** Österrike | Wiener Linien | 78 järnvägsväxlar vid järnvägsstationer
Tyskland | Münchens tekniska högskola genomför prov på platta 12 cm tjocka sliprar med lyckat resultat | axelbelastning 22,5 t | v < 200 km/h
- 2014** Tyskland | Tyska federala banverket godkänner platta 12 cm tjocka sliprar för användningsprov
Schweiz | Den federala transportmyndigheten godkänner platta sliprar med en tjocklek på 12 cm eller högre för användningsprov (inklusive tunnlar där man lägger träsliprar).
Schweiz | BLS | Järnvägsväxel och dubbel korsformad järnvägsväxel på FFU-sliprar, FFU-sliprar monteras för första gången
Schweiz | RhB | Platta sliprar används på broar – på ballast och stödkonstruktioner av stål
Förenade konungariket | Network Rail | Långa (SxWxD = 38x38x5,70 m) och standardformade sliprar monteras på två broar
Flera länder | Normen ISO 12856-1: Järnvägssliprar av plast träder i kraft

Historien kring FFU® järnvägssliprar

Då det japanska banverket byggde ut landets järnvägar konstaterade det, efter att ha gått igenom sin interna dokumentation, att ca. 70% av dittills använda träsliprar behövde bytas ut regelbundet eftersom de åldrades under väderpåverkan. Företaget var angeläget om att förbättra kvaliteten och eliminera haverier och började därför samarbeta med bolaget Sekisui Chemical Co. Ltd för att ta fram sliprar av hållbart och syntetiskt material som inte skulle kräva särskilt mycket underhåll och samtidigt uppfylla de allra högsta kraven. De nya syntetiska sliprarna av FFU provlades på en bro och tunnel som ingick i det ultrasnabba tågnätet Shinkansen redan 1980. Efter 5 år

monterade man ned dem och genomförde en serie noggranna undersökningar. Detta påvisade att sliprarna bibehåller sina höga parametrar vid kontinuerlig användning.

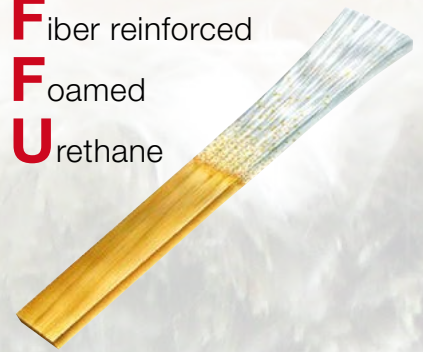
Eftersom de undersökta sliprarna inte skilde sig från nya sliprar när det gällde skick och bärförmåga beslutade det japanska banverket 1985 att sliprar av syntetiskt träimiterande material skulle användas som standardlösning – vilket senare visade sig vara ett mycket lyckat beslut. En ytterligare undersökning av sliprar som lades 1980 genomfördes 1996 av kontrollinstitutet inom järnvägssektorn - det

japanska institutet för tekniska undersökningar inom järnvägsbranschen.

Tillfredsställande resultat:

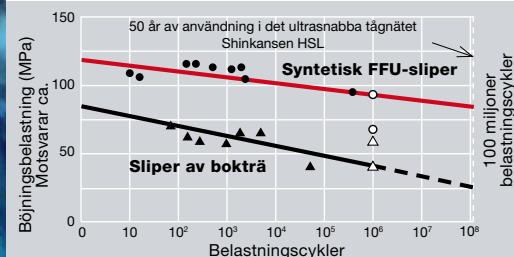
FFU-sliprarnas livslängd överstiger 50 år. Detta bekräftades återigen 2011 då de redan 30-åriga sliprarna undersöktes av det japanska institutet för tekniska undersökningar inom järnvägsbranschen. Det första projektet där man använde sig av FFU-sliprar startades 2004. Den internationella normen ISO 12856-1 avseende järnvägssliprar av plast trädde i kraft i mars 2014.

Fiber reinforced
Foamed
Urethane



Livslängd: över 50 år
Tjocklek: som trä (740 kg/m³)
Bearbetbarhet: som trä
Elektrisk konduktivitet: mycket låg
Kemisk beständighet: mycket hög
Kostnader vid användning: minimala
Underhållskostnader: minimala
Måttolerans hos beställningsvaror:
 +/- 1 mm
Återvinning: 100%
Tillgång till järnvägsspår: högst 35 år av
 daglig användning
Referenssträckor: över 1 400 km

Förhållandet mellan
 böjningsbelastning – belastningscykler



Utförande av syntetisk FFU[®]-sliper

Syntetiska FFU-sliprar framställs genom pultrusion som går ut på att man extruderar kontinuerliga glasfibrer som är doppade i polyuretan. Förhöjd temperatur bidrar till att fibrerna härdar.

Under produktionsprocessen kall-dras profiler av syntetiskt träimiterande material placerat i en härdningsmaskin. På så sätt får man fram ett homogent materialblock som kan skäras till upp till 12 m långa bitar.

Denna process överensstämmer med ISO-normen och säkerställer en konstant kvalitetsnivå, oförändrade materialegenskaper samt att materialet är fritt från porer.

Eftersom råvaran är homogen kan man lätt förutsäga hur materialet kommer att bete sig vid användning vilket inte är fallet när det gäller äkta trä. Eftersom de tekniska parametrarna är betydligt högre kan man optimera sliperns tvärsnitt vilket är en stor fördel (särskilt vid broar).

Då kompositen består av slutna celler suger den inte upp vatten och är mycket tålig mot fetter och andra föroreningar. Undersidan på en syntetisk sliper som ligger på ballast reagerar precis som undersidan på en träsliper.

Parameter	Enhet	Bokträ Ny	FFU			Norm	
			Ny	Efter 10 år	Efter 15 år		
Tjocklek	[kg/m ³]	750	740	740	740	JIS Z 2101	
Draghållfasthet	[kN/cm ²]	8	14,2	12,5	13,1	JIS Z 2101	
Böjningsmodul	[kN/cm ²]	710	810	800	816	JIS Z 2101	
Tryckhållfasthet	[kN/cm ²]	4,0	5,8	6,6	6,3	JIS Z 2101	
Skjuvhållfasthet	[kN/cm ²]	1,2	1,0	0,95	0,96	JIS Z 2101	
Hårdhet	[kN/cm ²]	1,7	2,8	2,5	2,7	JIS Z 2101	
Slaghållfasthet	+ 20°C	[J/cm ²]	20	41	-	-	JIS Z 2101
	- 20°C	[J/cm ²]	8	41	-	-	JIS Z 2101
Vattenabsorption	[mg/cm ²]	137	3,3	-	-	JIS Z 2101	
Elektrisk isoleringsförmåga	Torr tillstånd	[Ω]	6,6x10 ⁷	1,6x10 ¹³	2,1x10 ¹²	3,6x10 ¹²	JIS K 6852
	Vått tillstånd	[Ω]	5,9x10 ⁴	1,4x10 ⁸	5,9x10 ¹⁰	1,9x10 ⁹	JIS K 6852
Spårkrokens utdragningskraft	[kN]	25	28	28	23	RTRI	
Spårskruvens utdragningskraft	[kN]	43	65	-	-	RTRI	

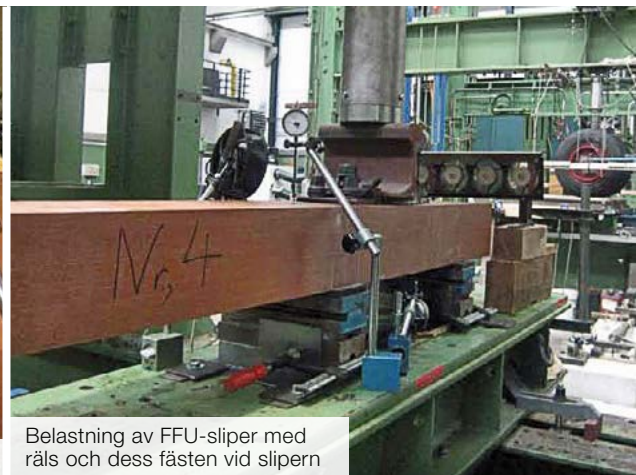
Tekniska egenskaper

Ända sedan 1985 har man flera gånger ansökt om att få använda FFU-sliprar och därmed genomfört noggranna undersökningar. 2008 genomförde Münchens tekniska

högskola en materialundersökning av 16 cm tjocka sliprar varvid hänsyn togs till gällande europeiska normer. Tanken var att sliprarna skulle uppfylla några av kraven avseende betongsliprar. Resultaten beskrevs i rapporten var mycket lyckade. Detta ledde till att tyska federala banverket gav tillstånd till att säkerhetstesta FFU-sliprar på tyska järnvägar 2009. Den tekniska högskolan genomförde följande tester:



Statisk sammanpressbarhetsprovning



Belastning av FFU-slipper med räls och dess fästen vid slipern

Elastisk deformation av räls huvud	
Höger stöd	Vänster stöd
2,12 mm	1,71 mm

Permanent deformation av räls huvud	
Höger stöd	Vänster stöd
0,42 mm	0,29 mm

Genomsnittlig utdragningskraft hos sliperskruv	
Trä	FFU
35 kN	61 kN


Resistans R_{33}	
DIN EN 13146-5	FFU
$\geq 5 \text{ k}\Omega$	71,9 k Ω

Statisk belastning mitt på slipern	
Trä	FFU
80 kN	240 kN

Utdrag ur provningsprotokoll nr 2466 av 19.09.2008 framtaget av Univ.Prof. Dr.-Ing. Stefan Freudenstein, ordförande för Münchens tekniska högskola och provningsinstitutet för transportbranschen

- Provning av vibrationsutmattning
- Dragkraft i sliperskruven
- Utdragningsprov av sliperskruven
- Slagprov
- Resistans
- Statiska prov mitt på slipern
- Utmattningsprov mitt på slipern
- Statisk sammanpressbarhetsprovning
- Statisk böjning vid låg temperatur
 $R = RT$ i $R = -10^\circ\text{C}$

Genom att utsätta slipern för 1,28 miljoner belastningscykler vid 48°C bevisade man att materialets tekniska egenskaper är permanenta. Den genomsnittliga kraften vid utdragning av skruven ur slipern uppgick till 61 kN.



Eisenbahn-Bundesamt

Eisenbahn-Bundesamt, Postfach 20 05 95, 53135 Bonn

Sekisui Chemical Co., Ltd.
 Urban Infrastructure & Environmental Products
 2-3-17 Toranomon
 Minato-ku, Tokio 105-8450
 Japan

Geochiffersymbolen (bitte im Schriftverkehr immer angeben)
 2169-2: izbo/004-2101#012-(508/08 ZzB)

Betreff: **Antrag auf Zulassung zur Betriebserprobung von Esilon Neo Lumber FFU Kunstholzschielen für den Gleisbau**

Bezug: Ihr Schreiben vom 25.03.2009

Ur-agent:

Zentrale

Bearbeitung: Dr.-Ing. Lothar Matzner

Telefon: (089) 54 806-560

Telefax: (089) 54 856-584

e-Mail: Matzner_L@eba.bund.de
 ref21@eba.bund.de

Internet: www.eisenbahn-bundesamt.de

Datum: 08.07.2009

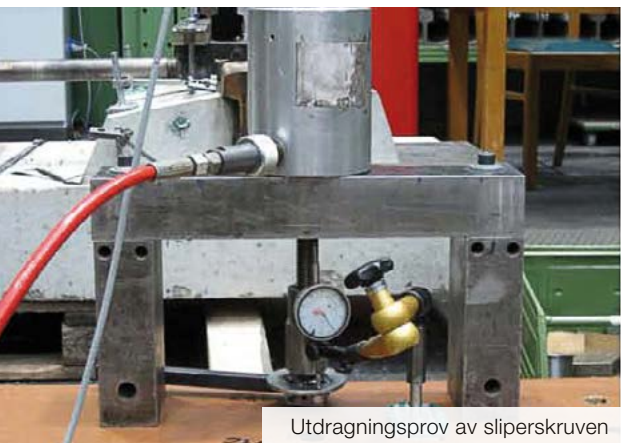
VMS-Nummer
 822 23 11

Sehr geehrte Damen und Herren,

auf Ihren o. a. Antrag, mit dem Sie die Zulassung zur Betriebserprobung von Esilon Neo Lumber FFU74 Kunstholzschielen für den Gleisbau beantragen, ergeht folgender

Bescheid:

I. Ich erteile die Zulassung zur Betriebserprobung für die Esilon Neo Lumber FFU74 Kunstholzschielen für den Einsatz als Gleis- und Weichenschwellen.
 Die Zulassung ist befristet bis zum 31. März 2014.
 Dieser Bescheid besteht aus 6 Seiten.



Utdragningsprov av sliperskruven



FFU-slipen efter slagprov



Pulsatoriskt utmattningsprov på ballast enligt normen DIN EN 13230-3

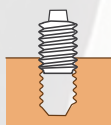
Utmattningsprovet gick ut på att man simulerade en urspårning genom att släppa ett 500 kg tungt föremål på slipern. Efter två prov som genomfördes på samma ställe på slipern fanns det bara ett spår efter „hjulanten”. Efter spårningssimulationen förblev sliperns mått stabila. Man kan därför vara säker på att spårets bredd kommer att förbli oförändrat i en liknande situation.

En kraft på 240 kN som riktades mot mitten av slipern i samband med ett statiskt prov skadade inte slipern. En träsliper däremot gick av redan vid en kraft på 80 kN. Utmattningsprovet genomfördes i mitten av slipern under extrema förhållanden. Efter 2,5 miljoner belastningscykler har böjningslinjen förändrats med endast 0,4 mm. Inga synliga utmattningssymtom har förekommit.

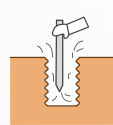
Utmattningsprovet under sliperns ballast genomfördes under sämsta möjliga förhållanden vilket innebar en felaktig spårgeometri, ojämn belastningsfördelning över spåren, stela spårstöd, och dessutom en stor dynamisk belastning på 250 kN från tåg hjul. FFU-slipern klarade av alla dessa hinder utan några som helst problem eller skador efter 2 miljoner belastningscykler.

För att kontrollera hur sliprar beter sig vid låg temperatur kyldes de ner till -20°C . Provet påvisade att fibrer i det syntetiska träimiterande materialet av FFU inte tenderade att bli spröda.

Reparation med hjälp av polyesterbaserad tvåkomponentsharts med glasfiber - härdningstid 30 minuter



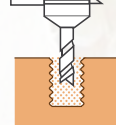
Profilering



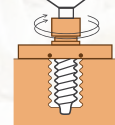
Rengöring av borrar hål



Igenfyllning med syntetisk harts



Borring av nytt hål



Inskruvning av skruv

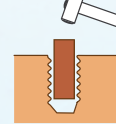
Reparation med hjälp av ett stift av syntetiskt träimiterande FFU-material och syntetisk harts - härdningstid 4 timmar



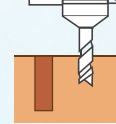
Rengöring av borrar hål



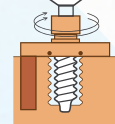
Igenfyllning med syntetisk harts



Instopning av stift



Borring av nytt hål



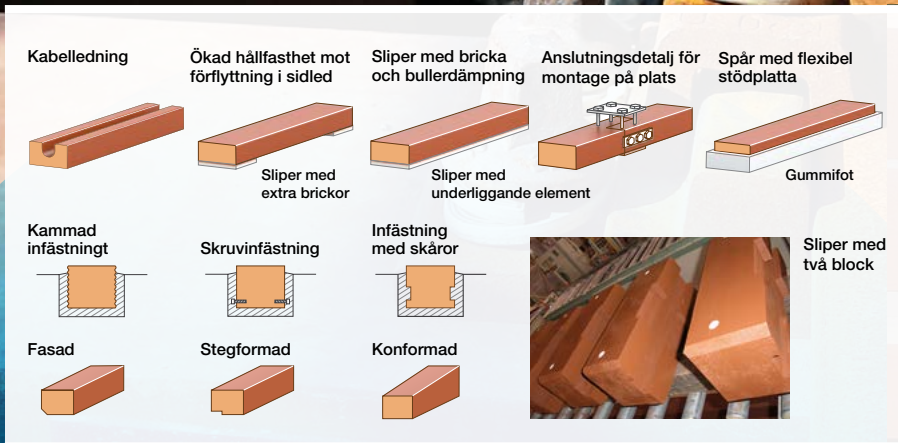
Inskruvning av skruv

Reparationsmetoder

Man kan fylla igen skruvhål med fel mått eller skruvhål som borrats på fel ställe på en FFU-slipar på två sätt medan man lägger järnvägs-spår. Detta kommer inte att påverka sliperns kvalitet.

Den första metoden går ut på att man profilerar det felaktiga hålets väggar, rengör det och fyller sedan igen det med polyesterbaserad tvåkomponentsharts som innehåller glasfiber. Efter att hartsen härdat i 30 minuter kan man redan borra ett nytt korrekt hål även om det bara ligger några millimeter bort från det gamla hålet.

Den andra metoden går ut på att man rengör det felaktiga hålet, delvis fyller det med flytande syntetisk harts och stoppar in ett stift av syntetiskt träimiterande FFU-material. Man kan borra ett nytt hål efter att fyllmaterialet härdat i 4 timmar.



Beställningsvaror

Tillverkaren kan även leverera FFU-sliprar i enlighet med beställarens egna specifikationer.

Med hjälp av dessa sliprar kan man avsevärt begränsa:

- projektjusteringar,
- den tid som behövs för att färdigställa järnvägsspår,
- transportkostnader,
- förberedelsekostnader.

Följande ändringar kan göras på beställning:

- extra sliprar för att höja konstruktionen,
- frästa fårar,
- håltagning i brosliprar,
- håltagning för sliperskruvar,
- fräsning för stödbärare,
- fräsning för bomavstyvningar,
- fräsning för nitar,
- sandblästrade ytor,
- extra brickor som förhindrar förflyttning i tvärlid.

FFU-sliprar som tillverkas på beställning förses med tydliga markeringar som överensstämmer med placeringen av spår.

På så sätt kan man säkerställa att alla sliprar hamnar på rätt plats.

Behöver man återskapa en brokonstruktions lutning kan man justera höjden på sliprar med en noggrannhet upp till en millimeter.



Mejsling av ursparing



Håltagning för sliperskruv



Sågning av ursparing



Mejsling av ursparing

Bearbetning på montageplatsen

Syntetiskt träimiterande FFU-material kan bearbetas med traditionella metoder, precis som äkta trä. Borrning, sågning, fräsning och mejsling utförs med samma standardverktyg. FFU-komposit överträffar trä eftersom den är hårdare och nästan helt porfri. Verktyg med hårdmetallblad eller verktyg för stålbearbetning lämpar sig bäst för bearbetning av detta material.

Under bearbetningsprocessen bör man kontrollera hur verktygen värms upp. Man kan lösa detta problem genom att minska varvtalet eller matningshastigheten vilket även förhindrar att glasfibrer smälter på grund av alltför hög temperatur.

Man bör alltid följa gällande procedurer.

Syntetiskt träimiterande FFU-material har en specifik vikt på ca. 740 kg/m³ vilket innebär att materialet transportmässigt inte skiljer sig från äkta trä. Eftersom sliprarna har stabila mått

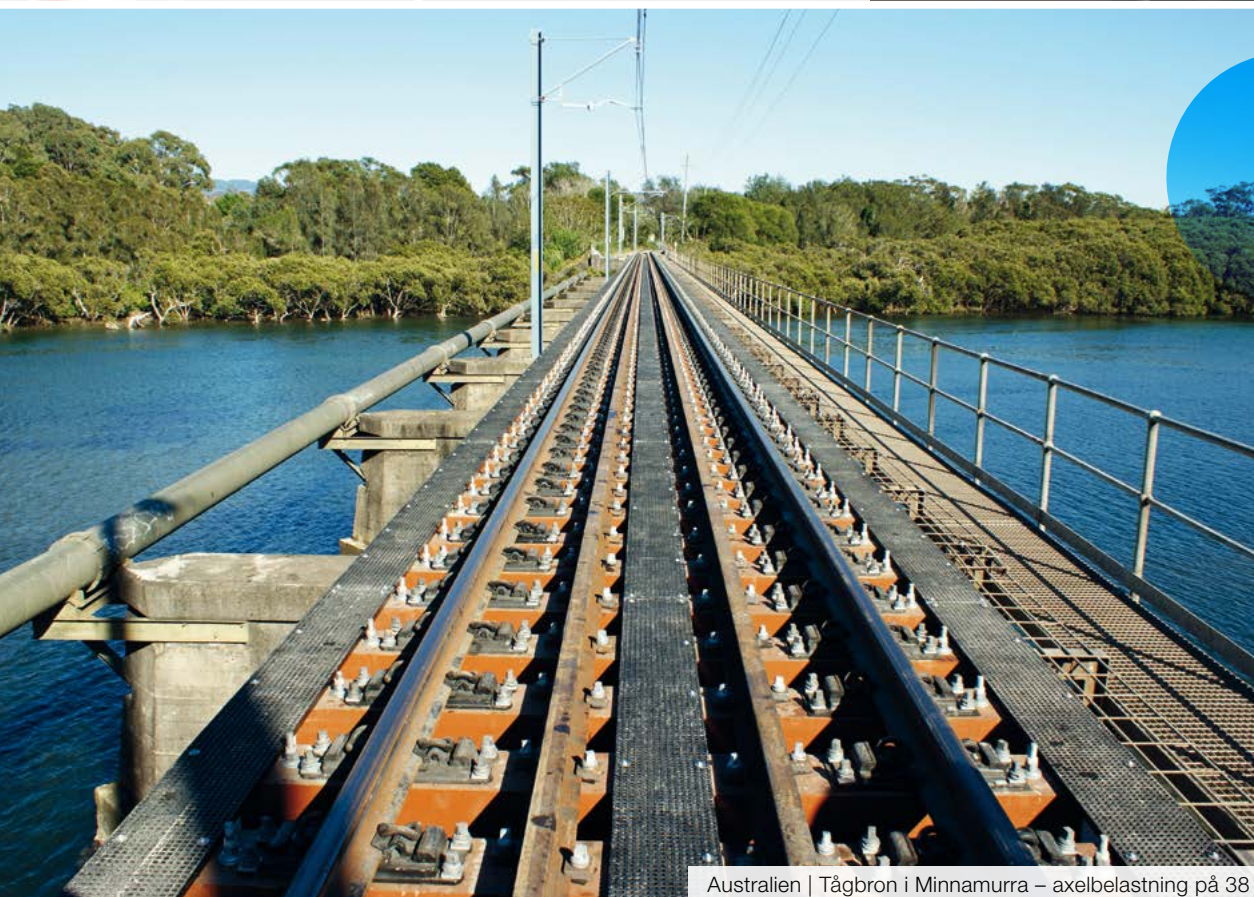
och är anpassade till kundens specifikationer fortlöper spårarbetet på ett smidigt, noggrant och säkert sätt. Arbetsmängden och perioder då trafiken ska vara avstängd kan optimeras.



Specialinfästning av FFU-slipar på en azurblå stålkonstruktion



Järnvägsväxel på Hohenzollern-bron i Köln



Australien | Tågbron i Minnamurra – axelbelastning på 38 t

Tågbroar

När det gäller brokonstruktioner kan syntetiska FFU-slipar anses vara likvärdiga traditionella sliprar av äkta trä med avseende på:

- läggningsteknik och kostnader,
- infästningsmetoder,
- vikt,
- verktyg som används.

De förstnämnda sliprarna kännetecknas dock även av följande fördelar:

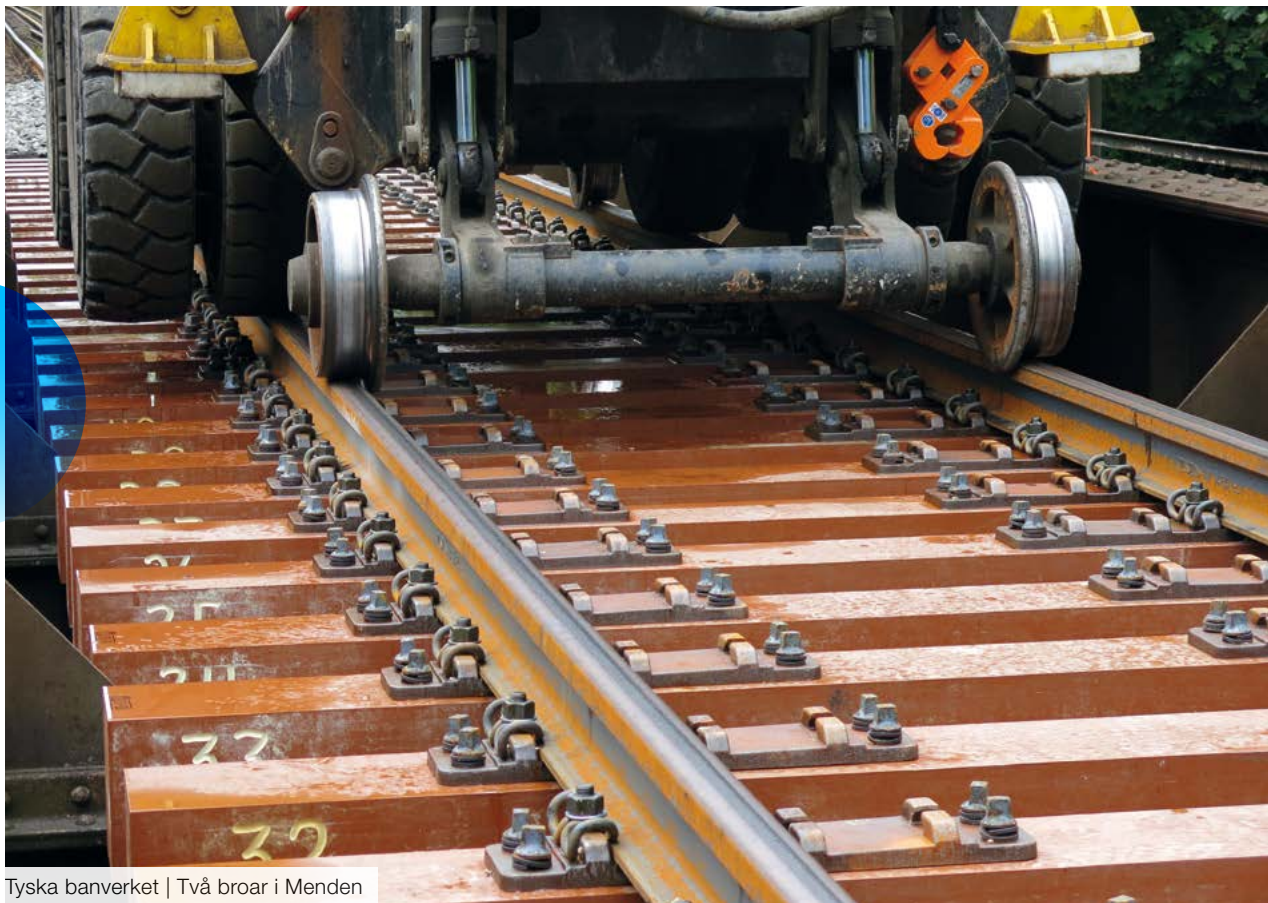
- väldigt lång livslängd,
- hög hållfasthet mot väder,
- oföränderligt utseende,
- stabila statiska parametrar,
- homogena sliprar,
- stabila mått,
- behöver inte impregneras,

- möjlighet att anpassa spår till bronslutningsvinkel,
- hela ytan vilar på stöd,
- homogena specialtvärsnitt,
- kortare perioder då trafiken behöver stängas av,
- lätt åtkomst till spår,
- ökad säkerhet,
- lägre underhållskostnader,





Tyska banverket | 1 200 m långt spår med ballast på bro i Naumburg



Tyska banverket | Två broar i Menden



Österrikiska järnvägar | Ostbahn-bron i Wien



Kolgruva i USA, axelbelastning på 38 t, årlig belastning på 40 miljoner ton

Professionella tågoperatörer och byggföretag har inga problem med att lägga FFU-slipprar. Trots att arbetet utförs med större noggrannhet går det smidigare.

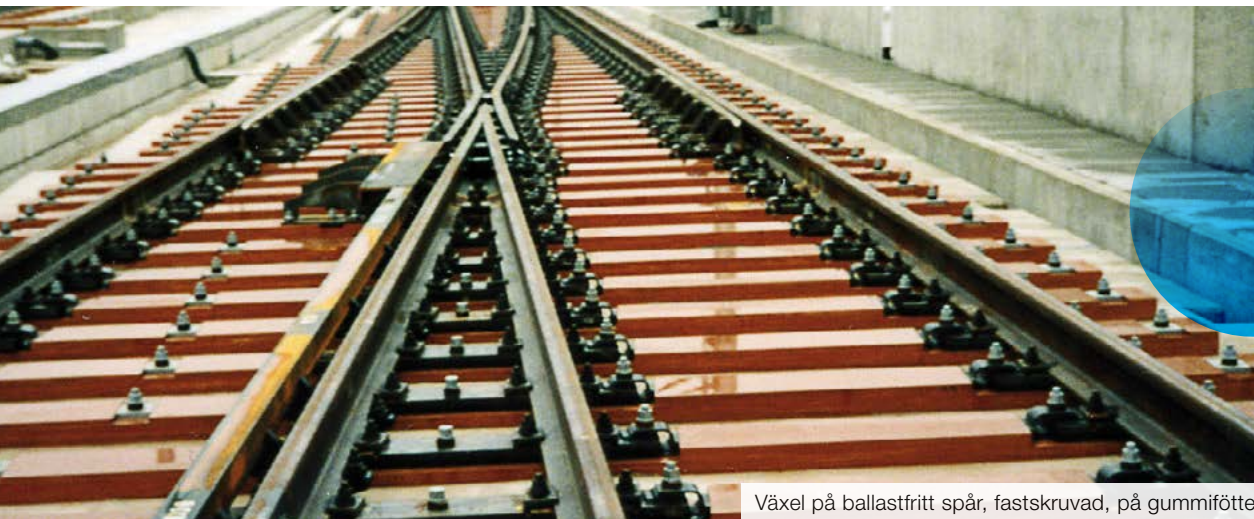
2014 användes slipprar redan av många företag inom tågsektorn i hela världen på spårsträckor med en totalängd över 1 400 km.

Sedan 2004 läggs slipprar i Europa och åtnjuter ett väldigt gott rykte bland entreprenörer. De flesta tågoperatörer anser att den största fördelen är att de får maximal åtkomst till spårnätet.

Man får förstås inte glömma att utföra nödvändiga underhållsarbeten som till exempel:

- upprepad rostskyddsbehandling efter ca. 30 år,
- rälsbyte efter 30 år,
- genomgripande konstruktionsrenovering efter 50 år,
- byte av FFU-slipprar efter 50 år.

Om man följer dessa rekommendationer kommer det förmodligen att gå 50 år innan man behöver stänga av trafiken på spåret.



Växel på ballastfritt spår, fastskruvad, på gummfötter



Växel på spår med ballast

Järnvägsväxlar

FFU-sliprar kännetecknas av god flexibilitet, betydligt längre livslängd, god resistans och kemisk hållfasthet och kan därför vara en bra lösning för järnvägsväxlar. De lämpar sig även bättre än traditionella spårkonstruktioner där användaren oftast får räkna med höga underhållskostnader. Dessutom kan sliprar tillverkas i valfri längd (upp till 12 meter*). Därför kännetecknas sliprarna av följande fördelar:

- stabil placering i ballasten
- spårkorsningarnas flexibilitet håller i många år,
- spåret bibehåller sin bredd efter urspårning,

- stabila mått efter urspårning,
- stabil rälsinfästning vid slipern som håller i flera år,
- hög hållfasthet mot väderförhållanden,
- ingen vattenabsorption,
- utmärkt hållfasthet mot kemikalier,
- hållfasthet mot smörjfetter,
- inga miljöfarliga impregneringsmedel,
- inga insektsdödande medel,



- kan repareras väldigt snabbt,
- brickor som gör underlaget ännu mer stabilt,
- vanliga infästningsmetoder,
- användning av standardverktyg,
- korta perioder då man behöver stänga av trafiken,
- ökad tågsäkerhet,
- utmärkta tekniska parametrar,
- lätt åtkomst till spår,
- god resistans (elektrisk isoleringsförmåga).

Eftersom FFU-sliprar har många fördelar används de gärna på växlar både på spår med och utan ballast (ballastfria växlar brukar vara utrustade med gummiöfötter). Eftersom FFU-sliprar har stabila mått finns det även möjlighet att snabbt montera järnvägsväxlar i fabriken och leverera dem monteringsfärdiga.



FFU-komposit väger ungefär lika mycket som äkta trä (ca. 740 kg/m³). Sliprar av detta material är mycket lättare att transportera och lägga. Spårundertag avsedda för träsliprar behöver inte modifieras om man bestämmer sig för att använda FFU-sliprar.

Vår mångåriga erfarenhet visar att FFU-sliprar säkerställer samma spårflexibilitet på järnvägsväxlar som träsliprar. Det är dock de förstnämnda som reagerar mer flexibelt under spårkorsningar och anslutningar så att tåg hjul rullar smidigare



MVV München | Infästning av „Rheinfeder“ vid FFU-slipar



Australien | Sydney Erskenville Xover 1



Australien | Växel i Hornsby (förort till Sydney)

Enligt personalen på det tyska banverket ser FFU-sliprar på ballasten under spårväxlar ut som nya och sliprar under spårkorsningar behåller sin flexibilitet och sitt ursprungliga läge till och med efter två års användning. De anställda säger att de aldrig har några problem med att köra från spåret som vilar på betongsliprar in på växeln utrustad med FFU-sliprar.

Genom att använda FFU-sliprar kan man bli av med miljöfarliga impregneringsmedel, obehagliga dofter och materialvittring.



Utmattningsprov under spårstöd



Provning av vibrationsutmattning



Sliperskruv Ss-8 med 24 mm diameter	
Hålets / borrens diameter	Utdragningskraft [kN]
19 mm / Stålborr	56.8
20 mm / Stålborr	52.7
20 mm / Träborr	49.6

Syntetisk sliper (h=100mm) efter hållbarhetsprovning	Elastisk deformation av räls huvud		Plastisk deformation av räls huvud	
	Stöd 1	Stöd 2	Stöd 1	Stöd 2
3 miljoner belastningscykler	1,60 mm	1,60 mm	0,45 mm	0,15 mm

Platt FFU[®]-sliper | Tekniska egenskaper

Under hösten 2013 genomgick världens tunnaste (per 2013) sliper av syntetisk komposit, med en tjocklek på 12 cm, undersökningar genomförda av personalen vid Münchens tekniska högskola inom transportbyggnadsbranschen. Undersökningarna beställdes av en spåroperatör med tillåten axelbelastning på 22,5 t och en maximal tillåten hastighet på 200 km/h. Slutresultatet blev positivt.

Proven omfattade FFU-sliper med följande mått: 10 x 26 x 260 cm (för pendeltåg) och 12 x 26 x 260 cm

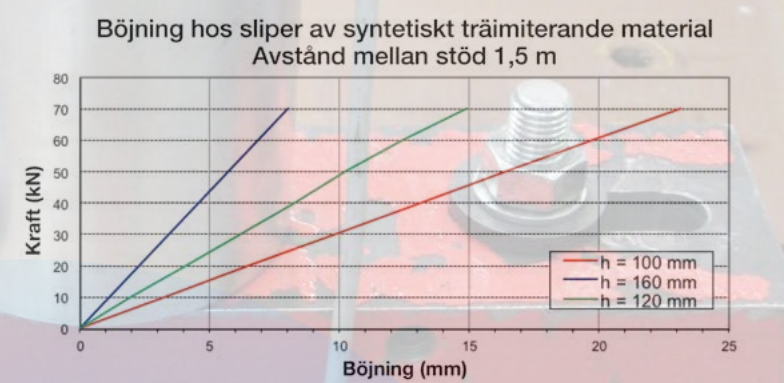
(för huvudspår). I samråd med det tyska banverket och tyska järnvägar genomfördes följande prov:

1. sliper placerad på ballast enligt normen DIN EN 13481-3 och dess reaktion på vertikal och horisontell last under provning av vibrationsutmattning,
2. statisk och dynamisk provning av sliper enligt normen DIN EN 13230-2,
3. utdragningsprov av sliperskruven enligt normen DIN EN 13481-2.

Efter att, i samband med provning av vibrationsutmattning, ha belastat sliperarna med räfflad plåt under 3 miljoner belastningscykler, iaktto

en maximal elastisk deformation på 0,23 mm och en maximal permanent deformation på 0,18 mm. Horisontell förskjutning (elastisk och permanent) av räfflade plåtar uppgick till ca. 0,6 mm.

För att undersöka sliperens reaktion vid böjningsbelastning genomförde man statiska prov mitt på slipern i enlighet med normen DIN EN 13230-2. Avståndet mellan stöd uppgick till 1,5 m och belastningsplattan var 100 mm bred. Sliperens deformation (slipern var 120 mm tjock) under en last på 70 kN uppgick till 15 mm.



Ett utmattningsprov bestående av 2 miljoner belastningscykler genomfördes mitt på slipern i enlighet med normen DIN EN 13230-4. Först placerades en last på ungefär 65 kN. Sedan använde man sig av ett böjningsmoment på 23 kNm. Detta moment motsvarar en axelbelastning på 250 kN och en tåghastighet på 200 km/h. Efter 2 miljoner belastningscykler visade slipern inga utmattningssymtom.

Utdragningsprov, $v \geq 200$ km/h

Eisenbahn-Bundesamt **Zentrale**

20.11.2016

<p>Eisenbahn-Bundesamt, Postfach 20 05 65, 53135 Bonn</p> <p>SEKISUI Chemical GmbH Cantadorstr. 3 40221 Düsseldorf</p> <p>Geschäftszeichen (bitte im Schriftverkehr immer angeben) 21.61-21/zb0/017-2101#057-(537/13-ZzB)</p>	<p>Bearbeitung: Franz Haban</p> <p>Telefon: +49 89 54856-561</p> <p>Telefax: +49 89 54856-599</p> <p>E-Mail: HabanF@eba.bund.de Re21@eba.bund.de</p> <p>Internet: www.eisenbahn-bundesamt.de</p> <p>Datum: 16.05.2014</p> <p>VMS-Nummer 3309639</p>
---	---

Betreff: **Zulassung zur Betriebserprobung von Esilon Neo Lumber FFU74 Kunstholz Flachschwellen mit 12 cm Höhe**

Bezug: Ihr Schreiben vom 02.12.13 – Mohri

Anlagen: Der Zulassung zugrunde liegende Unterlagen

Sehr geehrte Damen und Herren,

auf Ihren o.a. Antrag, mit dem Sie die Zulassung zur Betriebserprobung von Esilon Neo Lumber FFU74 Kunstholz Flachschwellen mit der Bauhöhe 12 cm beantragen, ergeht folgender

Bescheid:

I. Ich erteile die Zulassung zur Betriebserprobung von Esilon Neo Lumber FFU74 Kunstholz Flachschwellen für Gleise mit den Querschnittsabmessungen 12 cm x 26 cm. Die Zulassung zur Betriebserprobung ist befristet bis zum 30.04.2019. Dieser Bescheid besteht aus insgesamt 7 Seiten inkl. Anlage.



Efter 2 miljoner belastningscykler var den elastiska deformationen bara 0,25 mm högre än i början av provningen. Dessutom iakttog man även att deformationen höll sig på nästan samma nivå under hela provningen vilket innebär att det inte förekom några symtom på utmattning.

Provningen av utmattning under rälsen genomfördes enligt normen

DIN EN 13230-2 (avseende betongsliprar). Man använde sig av en belastning på 150 kN som motsvarar en axelbelastning på 150 kN och en tågastighet på 200 km/h. Före utmattningsprovet placerades en statisk last enligt följande: $1,2 \times 150 \text{ kN} = 180 \text{ kN}$. Efter utmattningsprovet höjdes den statiska lasten till $2 \times 150 \text{ kN} = 300 \text{ kN}$. Utmattningsprovet genomfördes med hjälp av en räfflad plåt Rph 1 med följande mått: 160 x 345 mm placerad under spårstöd på två sliprar



Schweiz | Bro RhB i Tavanasa



Stampning av platta sliprar



Övergång från betongsliprar till platta FFU-sliprar

(med en tjocklek på 120 mm). Under den räfflade plåten placerades även en 5 mm tjock övergångsplatta av syntetiskt material. Den första slipern utsattes för 5 miljoner belastningscykler och den andra utsattes för 2 miljoner cykler.

Efter 5 belastningscykler med en kraft på 150 kN iaktogs en böjning på 4,8 mm.

Utdragningsprov av sliperskruvar genomfördes enligt Bilagan A till normen EN 13481-2. Proven omfattade 12 skruvar Ss 8-140 inskruvade i 120 mm tjocka sliprar. Kraften höjdes stegvis tills skruven drogs ut. Kraften uppgick i genomsnitt till 57 kN (håldiameter: 19 mm)

och 51 kN (håldiameter: 20 mm). Utdragningskrafterna vid de tidigare proven på 160 mm tjocka träsliprar uppgick till ca. 35 kN (se: provningsprotokoll nr 1687 av 1997-06-30 [2]).



Österrike | Wiener Linien Vienna | FFU-sliprar på gummistöd i tunnel



Österrike | Wiener Linien Vienna | Direkt infästning av sliprar på bron över Donau

Sliprar under spår | Sliprar under växlar

2014 godkände det federala tyska banverket och den federala schweiziska transportmyndigheten användning av platta sliprar på statliga järnvägsnät.

Genom att samarbeta med personalen på det tyska banverket kom man fram till att det finns "flaskhalsar" i tågnätet som kräver en hel del underhållsarbete vilket innebär väldigt höga kostnader. Det handlade huvudsakligen om ställen där ballasten under sliprar förlorat sin tjocklek och där konstruktioner över eller under spåret begränsade dess kinematiska lastprofil.

Det tyska banverket meddelade skriftligt om det positiva intryck det fått av att använda FFU-sliprar på tågsträckor som dagligen överförde upp till 100 tusen ton last.

Användning av 10 och 12 cm tjocka FFU-sliprar

10 cm tjocka sliprar

Företaget Vienna Wiener Linien använder rutinmässigt 10 cm tjocka FFU-SLIPRAR sedan 2008. Spårnen tillhörande spårvagnslinjen 31 som löper över bron Floridsdorf ligger på denna typ av sliprar som är infästa direkt vid brokonstruktionen. Dessa sliprar används på totalt 1,6 km spår.

De flesta spår inom Wiens tunnelbannät är utrustade med polyuretansliprar var livslängd har löpt ut. Därför har man startat ett långsiktigt projekt som går ut på att ersätta dem med FFU-sliprar. Projektet avser främst ballastfria spår samt både tunga och lätta massa-fjäder-enheter i tunnlar.

2012 användes sådana sliprar i Tyskland där transportföretaget Bogestra lade dem på spår med ballast och byggde en spårväxel.



12 cm tjocka sliprar

Dessa sliprar användes på järnvägar på broar över olika typer av vägar i sydöstra Bayern. I närheten av Hannover lade man sliprar på en linje tillhörande det tyska banverket som överförde 100 tusen ton last per dag. Efter 18 månader utfärdades en skriftlig bekräftelse på att sliparna uppfyllde transportörens krav och förväntningar.

2014 användes sliprar för första gången på rätiska järnvägar i Schweiz, på en bro över en väg i Tanavasa. Detta blev möjligt efter att den federala transportmyndigheten godkände resultaten av funktionsproven på sliprar med en tjocklek på 12 cm och högre (även i tunnlar där de ersatte träsliprar) i januari 2014.



Montage och specialprofiler

Sliprar bestående av två block av träimiterande FFU-material monterades för första gången på ett ballastfritt spår i en tunnel 1980. Provresultaten som inkom 1985 bevisade att detta material kännetecknades av enastående egenskaper.

Förr i tiden brukade sidospår läggas på träsliprar. Träet tenderade dock att vittra snabbt och alla stora

fordon (däribland jordbruks- och byggmaskiner) som använde spåren försämrade kvaliteten på sliprarna. Dessutom tänkte man även på säkerheten. Därför blev man ofta tvungen att reparera eller byta ut trärelement. I motsats till trä tenderar det syntetiska materialet inte att absorbera vatten (eftersom det är nästan helt fritt från porer) och behöver inte behandlas med kemikalier som skulle kunna vara skadliga för land- och vattenmiljön. Dessutom är materialet mycket vädertåligt och slitstarkt vilket gör

att det kan återanvändas helt och hållet. Allt detta bidrar till ökad säkerhet och spårfunktionalitet.

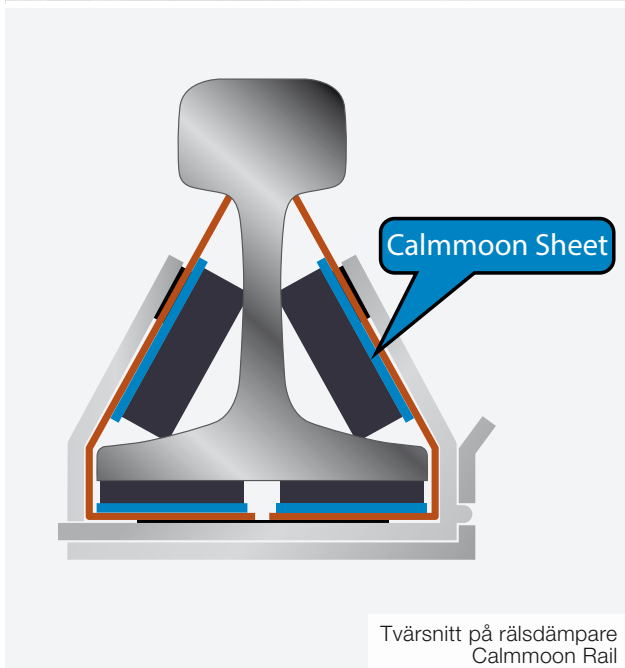
Man kan avlägsna gamla sliprar och ersätta dem med nya FFU-sliprar på en timme. Sedan kan man ta upp tåg- och biltrafiken igen.



Rälsdämpare Calmmoon Rail



Rälsdämpare Calmmoon Rail på ett spår tillhörande Tyska Järnvägar



Tvårsnitt på rälsdämpare Calmmoon Rail



1,3 mm tjocka ljudabsorberande plattor Calmmoon på en bro

Rälsdämpare Calmmoon Rail

Bullerdämpare för rälsliv

är en mycket effektiv lösning som säkerställer att bullernivån reduceras permanent i själva bullerkällan. Detta har bevisats genom en serie

fältprovningar som även styrktes av det tyska banverket som tredje part. Fram till slutet av 2014 monterades dessa dämpare på över 80 kilometer spår inom det tyska järnvägsnätet.

Transportören har rapporterat att bullernivån i genomsnitt kan reduceras med 3 dB

Ljudabsorberande plattor Calmmoon

En dämparplatta

består av ett syntetiskt hartsskikt som absorberar ljud och vibrationer och som appliceras på en stålplåt. Trots att plattan är väldigt tunn absorberar

den ljud mycket effektivt. Den är universell och lätt att montera. Eftersom hartsen sitter fast på underlaget används produkten allt oftare i flygplan, snabbtåg och fartyg

(särskilt turistfartyg och färjor), stålbroar, industriella luftkonditioneringsystem och kompressorinstallationer.



TEKNISKA LÖSNINGAR INOM JÄRNVÄGSBRANSCHEN

State of the Art