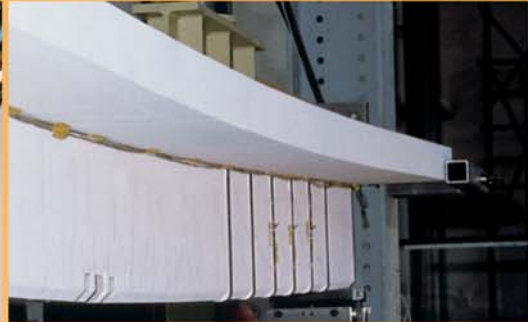


construction



beton

kamen

drvo

željezo



Tehnologija i koncepcija

ojačanja nosivih konstrukcija
sa Sika[®] CarboDur[®] sustavom



Ojačanje konstrukcija sa Sika® CarboDur® t

Zahtjevi sustava ojačanja

Zahtjevi konstrukcije

- ▲ Statičko opterećenje
- ▲ Dinamičko opterećenje
- ▲ Premoštenje pukotina
- ▲ Puzanje betona
- ▲ Trajnost

Kod prihvaćanja djelovanja opterećenja na konstrukciju, trake preuzimaju vlačne sile zajedno s čeličnom armaturom. Uvjet za izvedbu ojačanja Sika CarboDur trakama je postojanje neiskorištene rezerve nosivosti tlačne zone betona. Sloj ljepila mora biti sposoban preuzeti i rasporediti svaku koncentraciju naprezanja na površini trake. Što je ravnija površina, to je veća prionjivost između trake i betona.

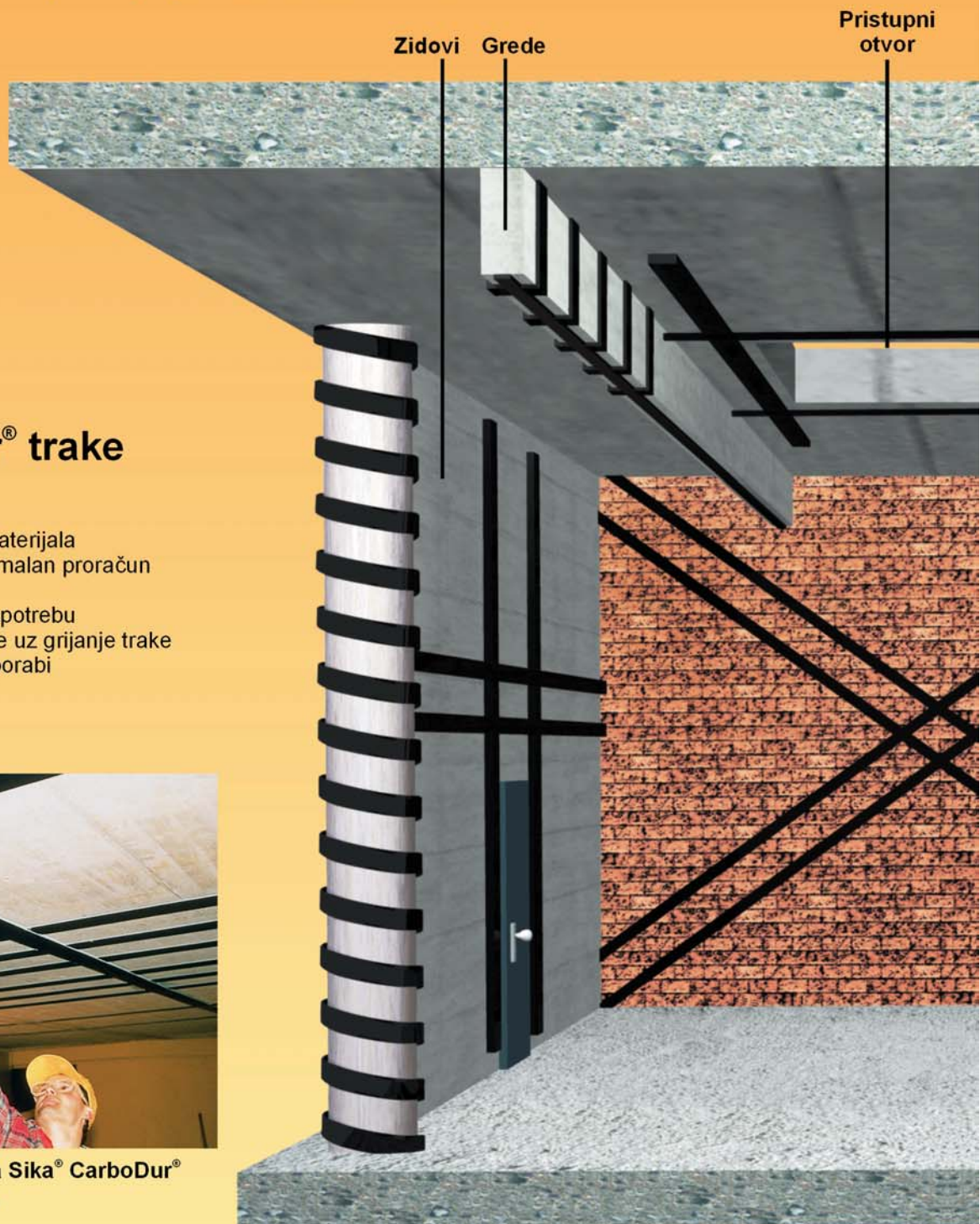
Sika® CarboDur® trake

Prednosti

- ▲ Definirane karakteristike materijala
- ▲ Bogat izbor dimenzija optimalan proračun
- ▲ Izbor modula elastičnosti
- ▲ Tvornički pripremljene za upotrebu
- ▲ Niska temperatura primjene uz grijanje trake
- ▲ Povišena temperatura u uporabi
- ▲ Mogu se prednaprezati
- ▲ Izrazito visoke čvrstoće



Ojačanje betonske ploče sa Sika® CarboDur® trakama i Sikadur® ljepilom.



Sika® CarboDur® s
Globalni savez izm

Zahtjevi uslijed vremenskih utjecaja

- ▲ Temperatura
- ▲ Vlažnost
- ▲ Mraz
- ▲ Smrzavanje/odmrzavanje
- ▲ Korozija
- ▲ UV zračenje

Otpornost na koroziju je važan faktor u dugotrajnosti konstrukcije. Sika Carbo Dur trake imaju veliku otpornost na kemijske utjecaje koji se obično javljaju u konstrukcijama. Treba istaknuti da nema opasnosti od korozije.



SikaWrap® tkanina (Staklena i karbonska vlakna, hibridi) Mokri/suhi postupak nanošenja

Prednosti

- ▲ Za poprečne sile
- ▲ Otpornost na udarce i eksplozije
- ▲ Pogodne za rješavanje detalja
- ▲ Jednostavna primjena na kvadratnim i kružnim presjecima
- ▲ Visoka čvrstoća
- ▲ Staklena vlakna, karbonska vlakna, hibridi



Ojačanje stupa mosta sa SikaWrap® tkaninom

ustavi ojačanja.
eđu Sika® i Hexcel®.



Sika® CarboDur® - jedini sustav ojačanja s

Sikadur® - trajno ljepilo na epoksidnoj bazi sa provedenim dugotrajnim ispitivanjima

Sikadur je epoksidno ljepilo visoke kakvoće s izvanrednim fizikalnim i kemijskim svojstvima. Njegova visoka mehanička čvrstoća i visoka točka tečenja sprječavaju puzanje i jamče trajnu vezu između dodirnih površina.

U upotrebi kao ljepilo za mostove od 1960. Testirano prema FIP standardima:

- ▲ Tlačna i vlačna čvrstoća
- ▲ Modul elastičnosti
- ▲ Čvrstoća na savijanje
- ▲ Vrijeme korekcije
- ▲ Otvoreno vrijeme (aplikacije)
- ▲ Prilagođavanje neravninama
- ▲ Konzistencija
- ▲ Ljepljivost za vlažnu podlogu
- ▲ Točka tečenja



Ojačanje čeličnim trakama

Sa najavom odvajanja kod sile pucanja.

Odobrenje

Generalno odobrenje za konstruktivnu primjenu u Njemačkoj za ojačanje čeličnim trakama uz primjenu Sikadura 30 i Icosita 277. Njemački Institut za Konstrukcije 07. 04. 95. 7' 36.1 30

Definirana svojstva ljepila

Sika® CarboDur® - sustav ojačanja s provedenim dugotrajnim ispitivanjima

1987-prvi pokusi u EMPA laboratorijima

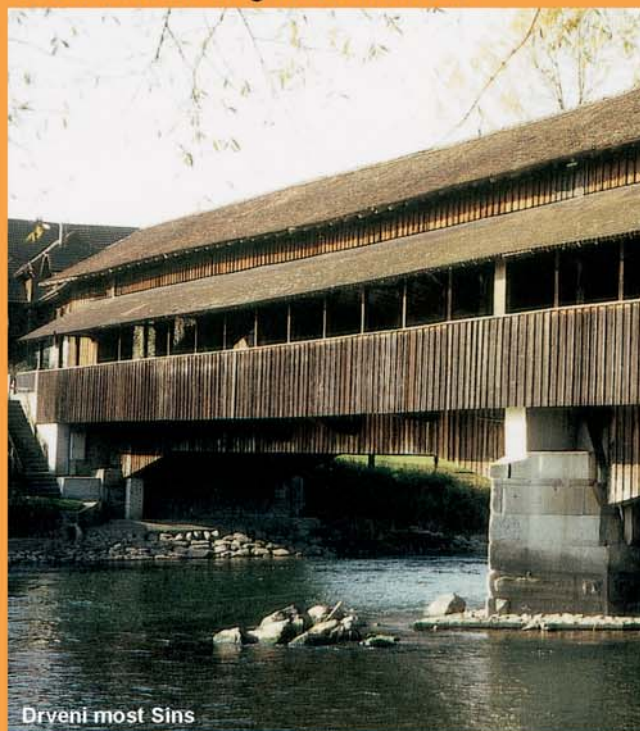


Ispitivanja

Ojačanje armiranog betona sa karbonskim vlaknima ljepljenim epoksidnim ljepilom.	Thesis ETH Zürich 1989 br. 8918
Statički i dinamički testovi na RC T-gredama ojačanim Sika CarboDurom	Thesis ETH Zürich 1993 br. 10199 (EMPA izvješće br. 224).

Definirana svojstva sustava kod ugradnje i uporabe

1991-prva upotreba od strane EMPA instituta na mostu od armiranog betona i drveta



Drveni most Sins

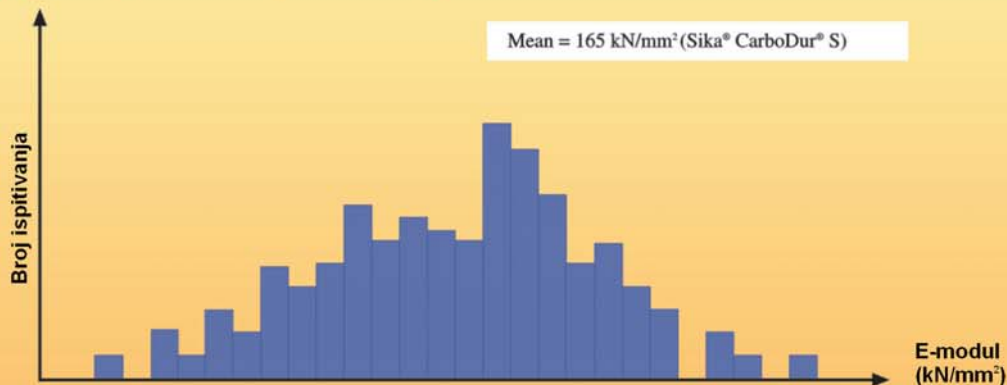
provedenim dugotrajnim ispitivanjima

Sika® CarboDur® trake - trajne trake od karbonskih vlakana podvrgnute dugotrajnim ispitivanjima

Dugotrajno iskustvo u proizvodnji Sika CarboDur traka uz korištenje visokokvalitetnih karbonskih vlakana. Kontinuirana kontrola za vrijeme i nakon proizvodnje.

Kontrola kakvoće

- ▲ Vlačna čvrstoća
- ▲ Modul elastičnosti
- ▲ Točka tečenja
- ▲ Geometrija



Odobrenje

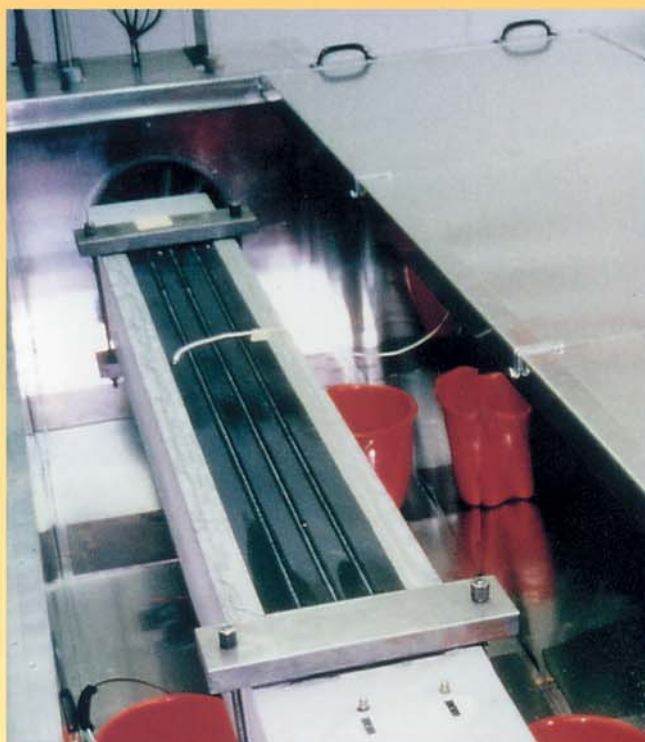
Generalno odobrenje za konstruktivnu primjenu u Njemačkoj za Sika CarboDur.

Njemački Institut za Konstrukcije 11. 11. 97.
7 36.12 - 29

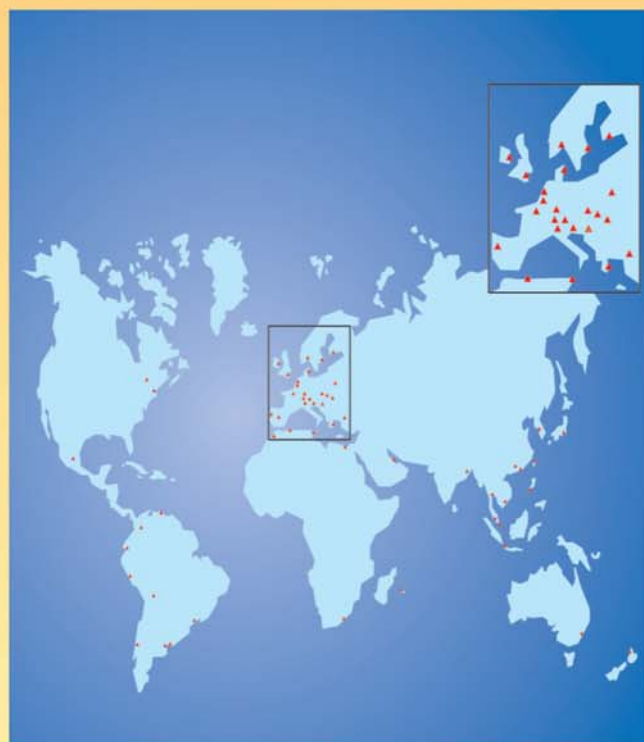
Definirana svojstva traka



1991 - početak dugotrajnih ispitivanja pod ekstremnim klimatskim uvjetima-klima komora



Od 1994 - globalni izlazak na tržište. Podržan od strane Sike u cijelom svijetu.

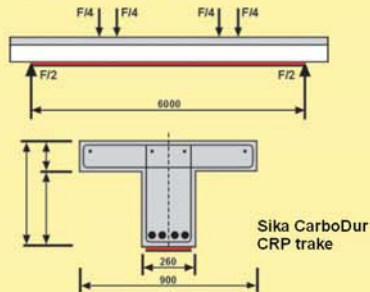


Sika® CarboDur® trake - sustav s ispitanom

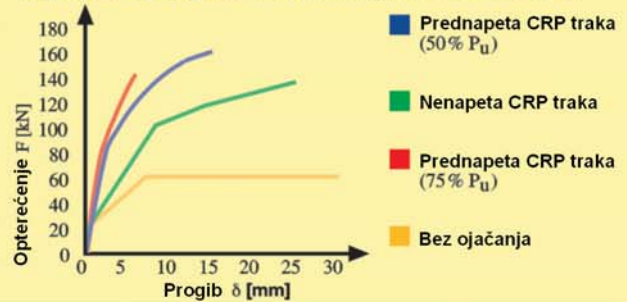
Statičko opterećenje na T-gredama

Sika CarboDur sistem je uspješno testiran od strane EMPA instituta na velikom broju armiranobetonskih greda.

Ojačanje T-greda na savijanje

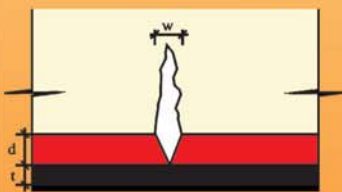


Dijagram progiba u ovisnosti o opterećenju



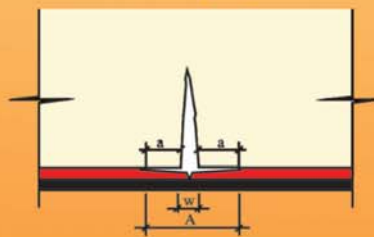
Mehanizam premošćenja pukotina Sika CarboDur sustava također je testiran na gredama sa i bez pukotina. Primarno su pukotine premoštene s vlačnom silom ljepila. Kad se pukotina poveća, prvo se pojavljuje odvajanje ljepila praćeno s formiranjem klina sloma.

Faza 1: Raspucavanje

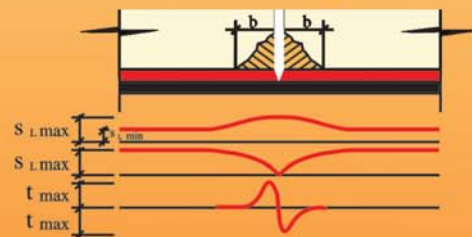


Thesis ETH Zürich br. 8918, 1989

Faza 2: Odvajanje

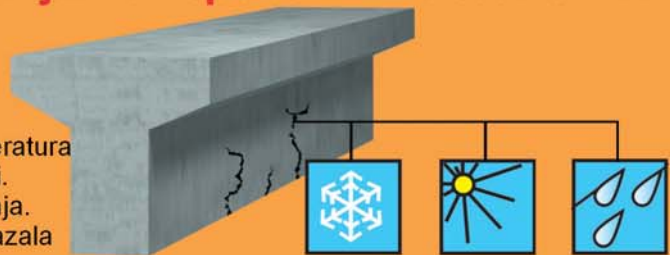


Faza 3: Formiranje klina



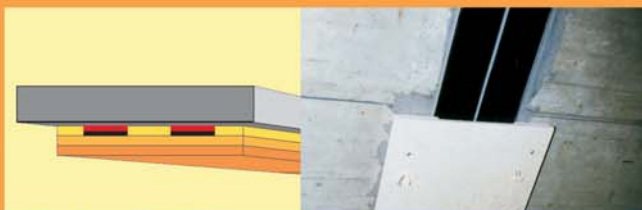
Temperaturna ciklička ispitivanja na ispucanim betonskim gredama

Statička i dinamička ispitivanja provedena su na armiranobetonskim gredama ojačanim Sika CarboDur trakama. Grede su izložene djelovanju ekstremnih temperatura od -25°C do +40°C, u uvjetima visoke relativne vlažnosti. Led je primijećen u pukotinama tijekom ciklusa smrzavanja. Unatoč tome, uzastopna ispitivanja naprezanja nisu pokazala slabljenje sustava ojačanja.



Ponašanje sustava kod djelovanja požara

Sika CarboDur sustav u EMPA požarnoj komori s ISO standardom za vatru. Tijekom ispitivanja uočena je tek zanemariva pojava dima. Trake ne moraju biti zaštićene od padanja jer je težina vrlo mala. Pokazalo se da se Sika CarboDur trake mogu uspješno zaštititi od djelovanja požara primjenom vatrootpornih obloga.



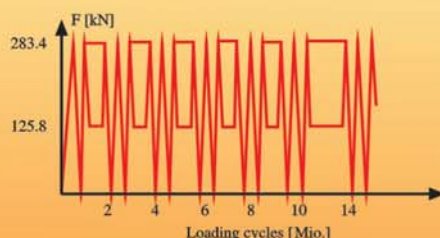
EMPA izvješće br. 148795, 1994



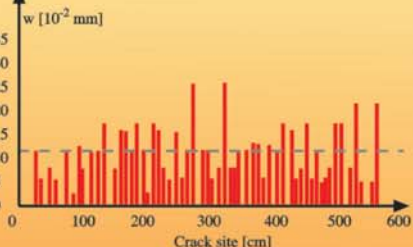
Dinamičko napinjanje na T-gredama

Armirano betonske grede ojačane Sika CarboDur sustavom bile su izložene dinamičkom naprezanju vrlo velikih amplituda. Nakon velikog broja ciklusa opterećivanja, prvo su popustile šipke vlačne armature. Ponašanje Sika CarboDur sustava bilo je izvanredno. Promjena veličine naprezanja u konvencionalnoj čeličnoj armaturi može se reducirati primjenom Sika CarboDur sustava.

Režim opterećivanja



CS



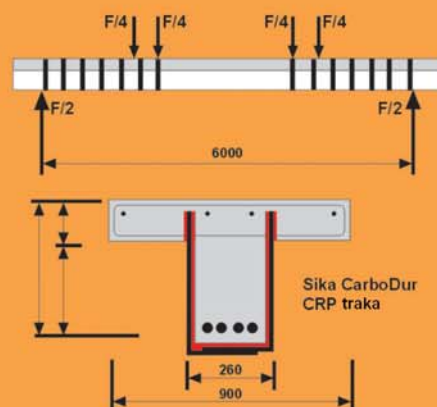
Thesis ETH Zürich br. 10199, 1993

Ojačanje za djelovanje poprečnih sila

CarboDur stremenovi upotrijebljeni su za prihvaćanje poprečnih sila umjesto čeličnih stremenova unutar betona. Dijagrami progima usljed opterećenja ukazuju na slična svojstva nosivosti kao i kod ojačanja čeličnim trakama ranije ispitanim.



EMPA izvješće br. 169219/1+2, 1998



Ojačanje T-grede kutnim trakama

Sika® Roll-on postupak

Maksimalna konkavna zakrivljenost betonske površine testirana je na gredi od armiranog betona.

Efikasni Sika Roll-on postupak omogućava da CarboDur trake budu postavljene u vrlo kratkom vremenu. To može uštedjeti puno radnog vremena, a također daje veću fleksibilnost u planiranju i radovima na ojačanju.



EMPA izvješće br. 154490/1, 1996



EMPA izvješće br. 154490, 1994



Sika® CarboDur® sustav - optimalan sustav

Različite krutosti

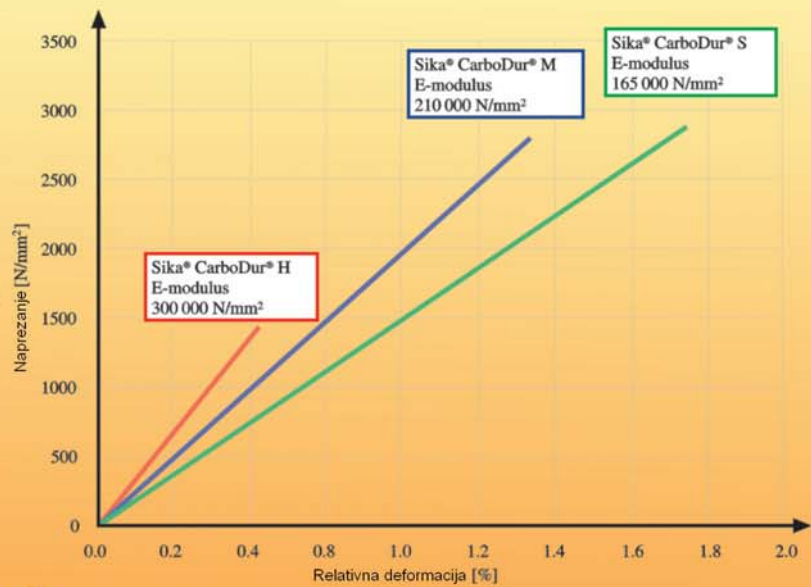
Ojačanje konstrukcije može biti optimizirano korištenjem Sika CarboDur traka različitih modula elastičnosti. Najpogodnija vrsta traka odabire se obzirom na tip konstrukcije, opterećenja i raspon.

Smanjenje napreznja u armaturi

Trakama s visokim modulom elastičnosti smanjuje se napreznja u armaturi i širine pukotina.

Progib

Ako je ojačanje neophodno zbog velikog progiba, npr. kod drvenih greda, koriste se Sika CarboDur H trake.



Trake izložene djelovanju tlačne sile



Ponašanje Sika CarboDur traka u tlačnoj zoni je izuzetno dobro. Za razliku od metalnih traka, karbonske su **zaljepljene** sve do potpunog razaranja betona u tlačnoj zoni.

Statički i dinamički testovi
na RC T-gredama ojačanim
Sika CarboDur trakama

Thesis ETH Zürich 1993
No. 10199
(EMPA izvješće br. 224).

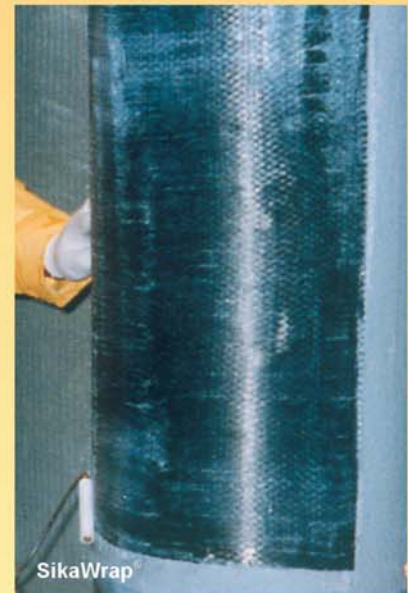
Armiranobetonska ploča



Prednapete betonske grede

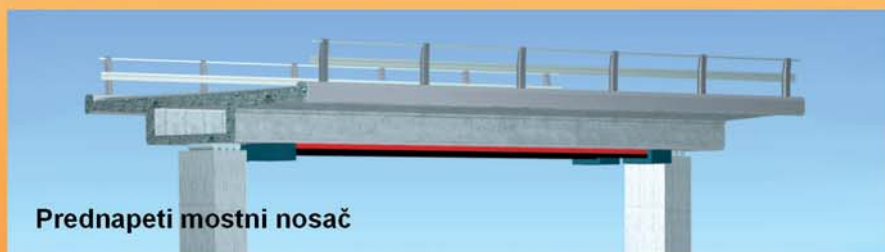
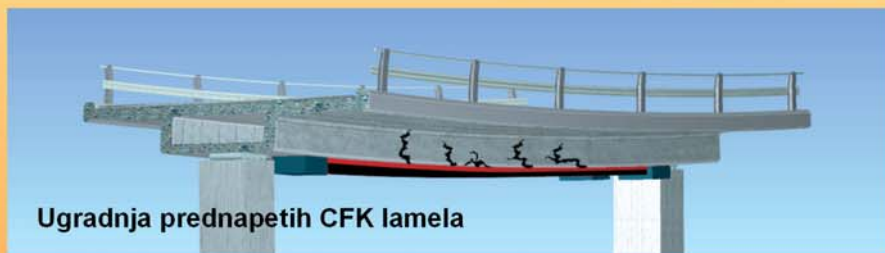
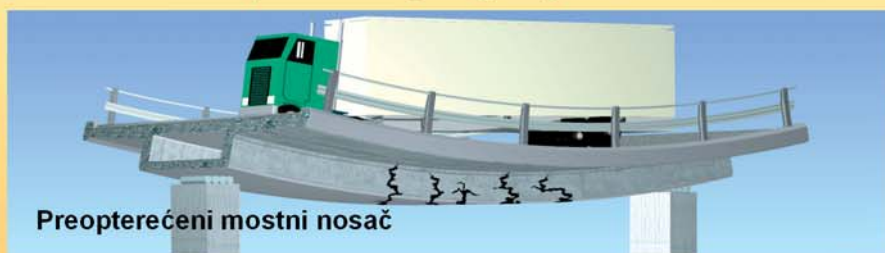


Stupovi



za projektiranje

Naknadno prednapinjanje



Sika CarboDur trake mogu se prednapeti prije lijepljenja. Ovo smanjuje rizik odvajanja trake uslijed posmičnog sloma betona u vlačnoj zoni, što povećava sigurnost konstrukcije.

Uporabljivost je poboljšana u usporedbi s trakama zaljepljenim bez prednapinjanja. Sila prednapinjanja smanjuje sile u unutarnjoj ili čeličnoj armaturi, progib i širine pukotina.

- ▲ Djelomično zatvara pukotine
- ▲ Manje pukotine
- ▲ Smanjenje napona armature
- ▲ Povećanje uporabljivosti i sigurnosti

Kraće sidrenje



Posebno obrađen kraj trake dopušta redukciju dužine sidrenja.

Betonski stup



Zid od opeke



Drvene grede



Sika® CarboDur® sustav - optimalna projekcija

Fleksibilan kod ugradnje

S fleksibilnim Sika CarboDur trakama rad na ojačavanju se može izvesti bez uklanjanja postojećih instalacija. Ovo svojstvo štedi vrijeme izvođenja i novac.



Oko instalacija

- ▲ cijevi za vodu
- ▲ cijevi za plin
- ▲ električni kablovi
- ▲ cijevi za zrak pod tlakom
- ▲ ventilacioni kanali



Kroz otvore u zidovima

- ▲ duža sidrenja
- ▲ ne nosivi (pregradni) zidovi
- ▲ izmjene u strukturi sustava
- dugačke trake
- ograničeni prostori



U oknima za dizala i stubištima

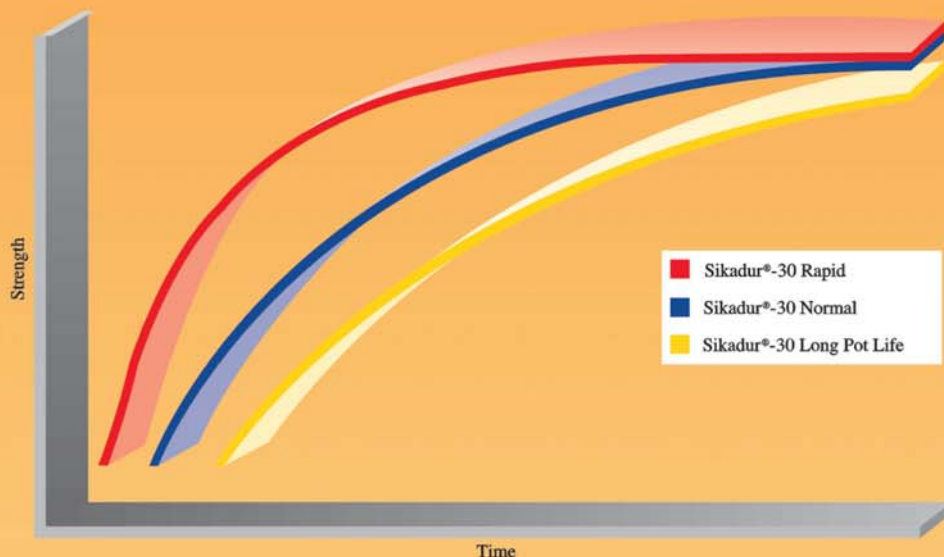
- ▲ ograničen prostor
- ▲ prepletene trake

tna rješenja

Brza primjena

Očvršćivanje ljepila ovisno je o temperaturi

Koristi se vrsta ljepila primjerena temperaturi na mjestu uporabe. Svojstva propisanog ljepila projektirana su tako da odgovaraju temperaturnim uvjetima, te se tako postiže brzo očvršćivanje.



Niska temperatura

Sikadur-30 Rapid se koristi kod niskih temperatura. Njegova ubrzana kemijska reakcija omogućuje dovoljnu čvrstoću u vrlo kratkom vremenu.

Kratak period prekida

Kada se koristi Sika CarboDur sistem za zagrijavanje, Sikadur-30 ljepilo očvršćuje za nekoliko sati. Istovremeno se poboljšava točka tečenja. To omogućuje da se rad na ojačanju izvodi uz kratak prekid preko noći.

Očvršćivanje za nekoliko sati

- ▲ Visoka točka tečenja (Dugo vrijeme korekcije Sikadura-30)
- ▲ Rad tijekom noći
- ▲ Ojačanje bez opterećenja od prometa
- ▲ Bez prekida u proizvodnji
- ▲ Pri niskim temperaturama

EMPA izvješće br. 170569, 1998



Vanjski izgled



Vrlo tanke Sika CarboDur trake mogu biti sakrivene ili integrirane u postojeću nosivu konstrukciju bez skupih zahvata.

- ▲ Premazivanje traka
- ▲ Prekrivanje s žbukom
- ▲ Prekrivanje s drvenom oblogom
- ▲ Ugrađivanje u žljebove

Projekti ojačanja u svijetu

Ojačanje ploče mosta zbog povećanja prometnog opterećenja

Popravak mosta Oberriet-Meiningen preko rijeke Rhine (Švicarska/Austrija)



Ojačanje armirane betonske ploče mosta u poprečnom smjeru uz:

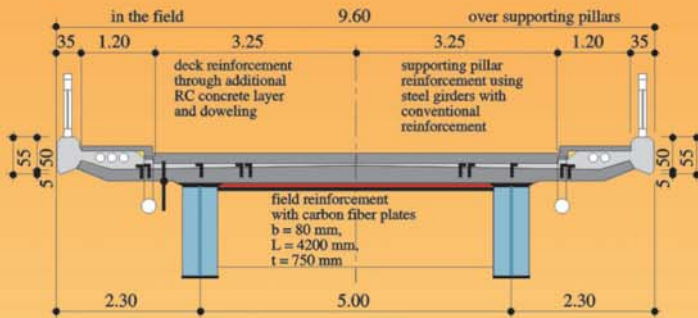
- ▲ Povećanje tlačne zone betona
- ▲ Ojačanje vlačne armature sa Sika CarboDur S812 razmacima od 750 mm
- ▲ Ukupni faktor ojačanja 2,4
 - od povećanja tlačne zone betona 1,4
 - od traka 1,7

Sanacija armiranobetonske stropne konstrukcije oštećene korozijom armature

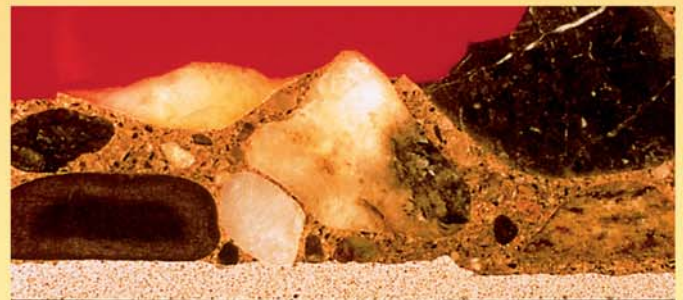
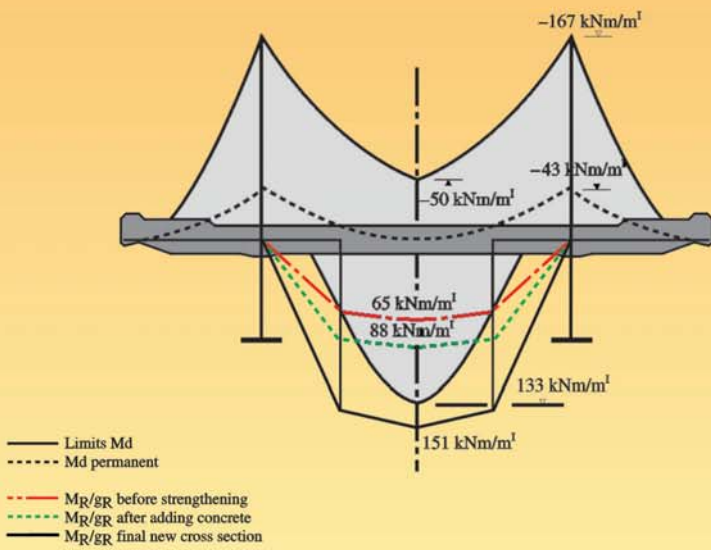
Sanacija stropne ploče proizvodnog pogona u Petrinji (Hrvatska). Ugrađeno 500 m Sika CarboDur traka.



Poprečni presjek mosta



Momentni dijagram



Ojačanje ploče novim slojem betona.
Ojačanje donje nosive zone s CRP trakama.

Ojačanje nosivih greda stropne konstrukcije u Zagrebu (Hrvatska).



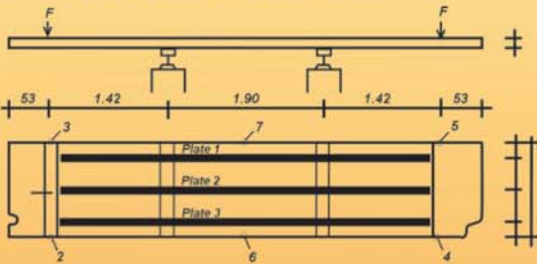
Projekti ojačanja u svijetu

Ojačanje konstrukcije zbog pogreške pri projektiranju

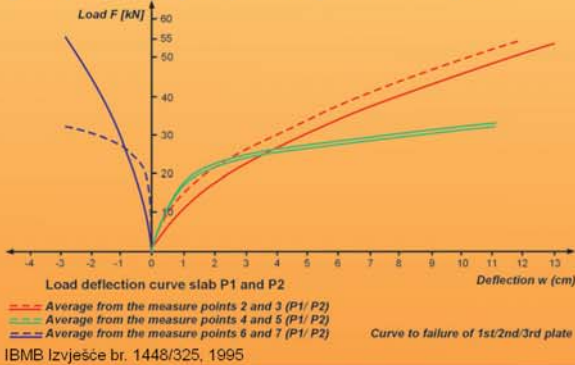
Ulegnuće balkonskih ploča u Magdeburgu (Njemačka)

Prednapete balkonske ploče s nedovoljnim armiranjem

- Ulegnute balkonske ploče s površinskom vodom ojačane s 3 Sika CarboDur S 512 trakama.
Prednost: bez dodatne vlastite težine.



Dijagram progiba usljed opterećenja balkonske ploče



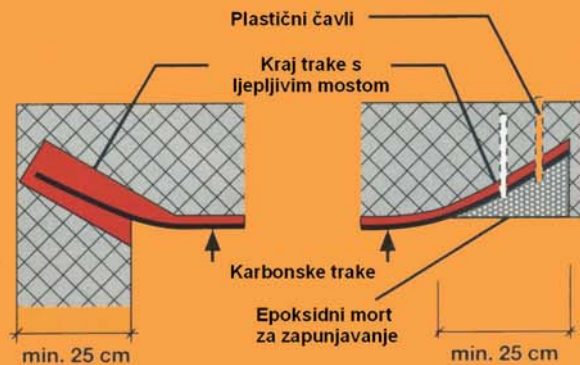
Konačni izgled balkona

Ojačanje zidanih konstrukcija

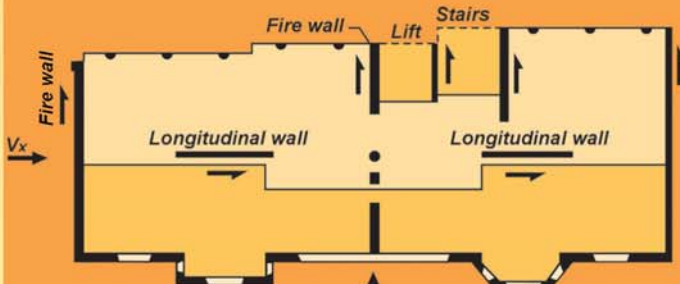
Prenamjena rezidencijalne zgrade u poslovnu zgradu u Zürich-u (Švicarska).



Postojeća nosiva konstrukcija prije adaptacije, drugi kat



Ojačane zidova od opeke sa jedne strane zbog povećanja otpornosti na potres
Križno lijepljenje Sika CarboDur S1012 lamela
Sidrenje u armiranim betonskim ležajevima
Povećana duktilnost zidova
Nekoliko puta povećana otpornost na potres



Nosiva konstrukcija nakon adaptacije, prvi do četvrti kat

Ojačanje zidane konstrukcije s visoko opterećenim vlaknastim materijalima

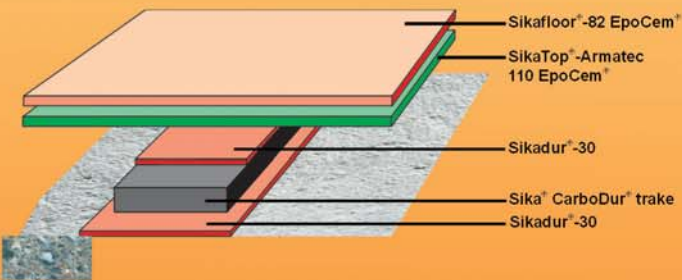
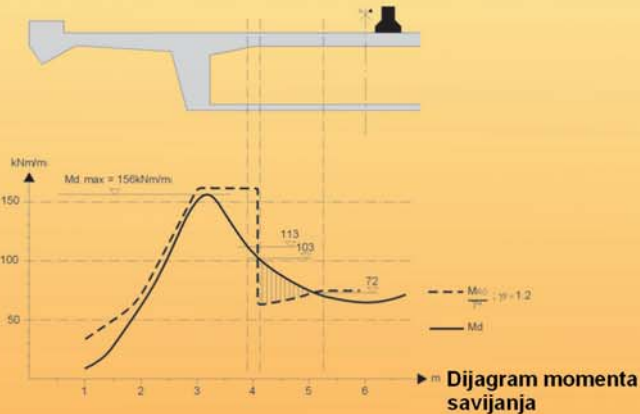
Thesis ETH Zürich
br. 10872
(EMPA izvješće br. 229)

1994

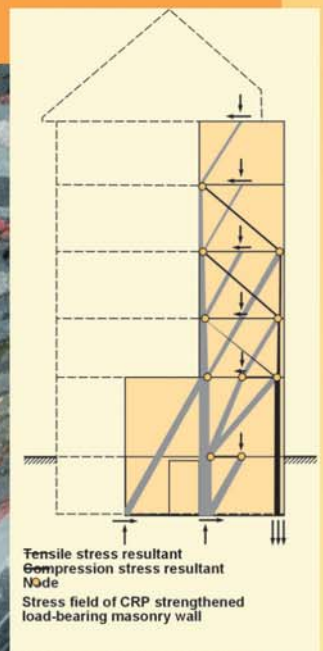
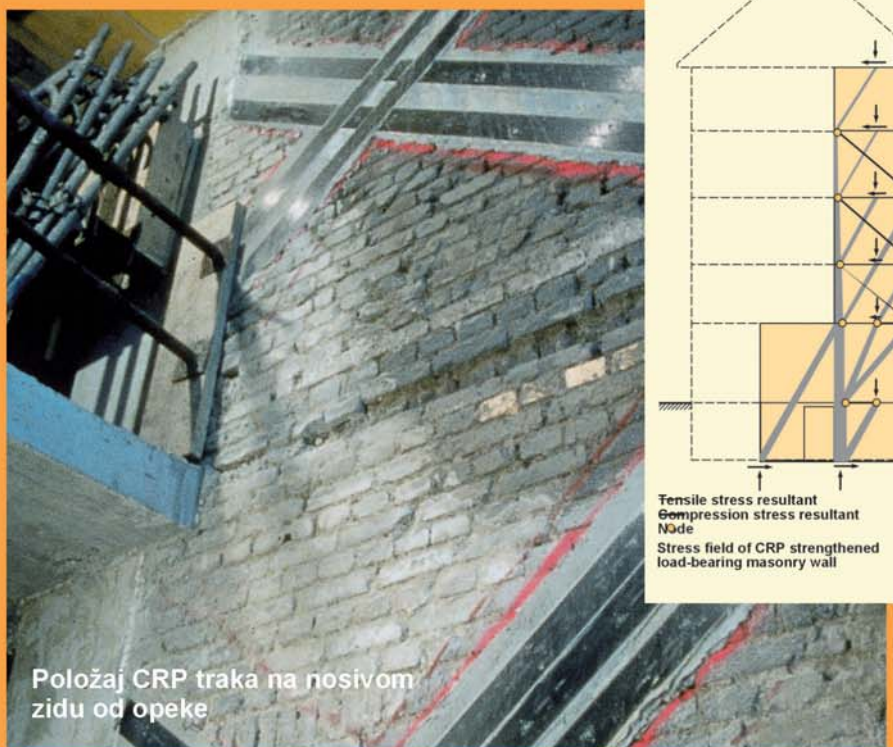
Ojačanje zbog nedovoljnog armiranja

Popravak Horgen mosta (Švicarska)

Nedovoljan presjek armature na ploči mosta sa strane. Nedostajuća armatura je dodana. Sistem testiran u laboratoriju i na licu mjesta. Pozitivni rezultati lijepljenja bitumsenske membrane.



Udubljenja ispunjena epoksi mortom



Projekti ojačanja u svijetu

Jamstvo nosivosti armiranobetonske konstrukcije oštećene korozijom armature

Oštećenja betona i korozija armature na armiranobetonskom okvirnom mostu u Dresdenu (Njemačka)

Nadomještanje korodirane čelične armature s 3 Sika CarboDur S512 trake po gredi.



Injektiranje sa Sika Injectoflex-om. Reprofiliranje sa SikaCem-Gunite 133. Otpornost na karbonizaciju sa Sikagard-om 550.



Ponovno uspostavljanje stabilnosti i uporabljivosti



Ugradba Sika CarboDur S512 traka



Završni izgled mosta

Ojačanje postojećih krovnih greda da bi preuzele novo podno opterećenje

Ojačanje sitnorebrastog stropa u bolničkom trening centru u Londonu

Rebra stropa na razmaku 600 mm

Udvostručenje nosivosti ojačanjem pomoću Sika CarboDur S512 traka

Ugradnja pomoću valjka



Donja ploha rebra



Nanošenje ljepila Sikadur-30 na traku



Jednostavna postava Sika CarboDur traka



Ojačanje nosive konstrukcije zbog povećanja opterećenja i prenamjene prostora

Preinaka tvornice u laboratorij i poslovnu zgradu u Dübendorfu (EMPA, Švicarska)



Ojačanje zidova



Promjena u nosivom sustavu zbog prenamjene prostora.

Nanošenje Sika CarboDur lamela za vrijeme niskih temperatura korištenjem uređaja za zagrijavanje.



Grijanje traka

Obnavljanje ranije nosivosti

Oštećene grede parkirišta u shopping centru u Bostonu (USA)

Ojačanje greda oštećenih preopterećivanjem tijekom izvođenja.



Provlačenje između instalacija



Učvršćivanje trake valjkom

Projekti ojačanja u svijetu

Ojačanje drvenih greda zbog nedovoljne nosivosti

Pukotina u hrastovoj gredi u muzeju u Lucernu (Švicarska)



Nevidljivo ojačanje hrastovih greda

Zapunjavanje utora sa Sikadur-30



Nedovoljna nosivosti usljed prenamjene zgrade u samostan, Eschenbach (Švicarska)



Smanjenje napona drvene grede pomoću dva oslonca. Sika CarboDur H514 trake



Ojačanje zbog nedovoljne strukturne sigurnosti

Radovi na popravcima u Gradskoj Vijećnici u Aucklandu (Novi Zeland)



Ojačanje katova sa Sika CarboDur S512 na razmaku od 600 mm ukupne duljine 200 m

Prenamjena rezidencijalne zgrade u poslovnu zgradu, Budimpešta (Mađarska)



Ugradnja Sika CarboDur S512 traka

Ojačanje ploče i greda mosta zbog povećanog opterećenja

Ojačanje mosta preko rijeke Bystry Chanel, Augustow (Poljska)



Zamjena karboniziranog betona i ojačanje ploče mosta sa Sika Carbo Dur M1214 trakama.

Ojačanje zona savijanja na gredama sa SikaWrap Hex-230C tkaninom uz korištenje Sikadur-330 ljepila



Ojačanje stupova mosta za preuzimanje udara teških vozila

Ojačanje Bible-Christian Mosta, A30 Bodmin-by-pas, Cornwall (UK)

Beton pripremljen i premazan sa Sikadur Hex-300 ljepilom i impregnacijom niskog viskoziteta.

Sikadur Hex-306 tixotropno epoksidno ljepilo nanešeno je na tkaninu od staklenih vlakana SikaWrap Hex-100G.

Projektirana dužina tkanine omotana je oko stupa i pravilno namještena.



Karakteristike materijala

Sika® CarboDur® trake

	Sika® CarboDur® S	Sika® CarboDur® M	Sika® CarboDur® H
E-modul	165 000 N/mm ²	210 000 N/mm ²	300 000 N/mm ²
Vlačna čvrstoća	2 800 N/mm ²	2 400 N/mm ²	1 300 N/mm ²
Vlačna čvrstoća kod kidanja	3 050 N/mm ²	2 900 N/mm ²	1 450 N/mm ²
Istezanje kod kidanja	> 1,7%	> 1,2%	> 0,45%

SikaWrap® Hex tkanina

	Karbonska tkanina SikaWrap® Hex-230C/Hex-103C	Karbonska tkanina SikaWrap® Hex-430G/Hex-100G
Vlačna čvrstoća tkanine	3 500 N/mm ²	2 250 N/mm ²
Modul istezanja tkanine	230 000 N/mm ²	70 000 N/mm ²

Sikadur® epoksidna ljepila i mortovi

	Sikadur® -30	Sikadur® -41
Tlačna čvrstoća	> 95 N/mm ²	> 75 N/mm ²
Čvrstoća prionjivosti na željezu	> 26 N/mm ²	> 10 N/mm ²
Čvrstoća prionjivosti na betonu	> 4 N/mm ² (kidanje u betonu)	> 4 N/mm ² (kidanje u betonu)
E-modul	12 800 N/mm ²	9 000 N/mm ²

Sikadur® epoksidna ljepila

	Sikadur® -330	Sikadur® Hex-300/306
Savojni modul	3 800 N/mm ²	3 120 N/mm ²
Čvrstoća prionjivosti na betonu	> 4 N/mm ² (kidanje u betonu)	> 4 N/mm ² (kidanje u betonu)
Dodatne informacije pročitati u tehničkom listu		

Sika Croatia d.o.o.

Puškariceva 77a

10250 Lučko-Zagreb

Hrvatska

Tel: +385 (0)1 6594 240

Fax: +385 (0)1 6594 241

E-mail: sika.croatia@hr.sika.com

www.sika-croatia.hr

Prilikom izdavanja robe, vrijede naši "Opći uvjeti prodaje i isporuke".
Prije korištenja proizvoda, potrebno je proučiti njegov tehnički list.

