

Construction



Технология и концепции
за конструктивно укрепване
със система Sika[®]CarboDur[®]



Конструктивно укрепване с композити Sika® CarboDur®

Технически изисквания към системата за укрепване

Конструктивни изисквания

- ▲ Статично натоварване
- ▲ Динамично натоварване
- ▲ Запълване на пукнатини
- ▲ Пълзене
- ▲ Дълготрайност

При прилагане на работно натоварване лентите поемат силите на опън пропорционално със стоманената армировка. В зоната на натиск на съществуващата бетонна конструкция трябва да има неизползван товароносещ запас. Лепилният слой трябва да може да изравни всякакви максимуми на напрежение. По-доброто изравняване води до пропорционално разпределяне на напреженията върху лепилната повърхност.

Технически изисквания съобразно влиянието на околната среда

- ▲ Температура
- ▲ Влажност
- ▲ Мраз
- ▲ Замръзване/размръзване
- ▲ Корозия
- ▲ Ултравиолетова радиация

Устойчивостта на корозия е важен фактор за дълготрайността. Лентите **Sika® CarboDur®** имат висока химична устойчивост срещу замърсителите, които по принцип се срещат при строителните конструкции. По-специално, няма никакъв риск от ръждясване.

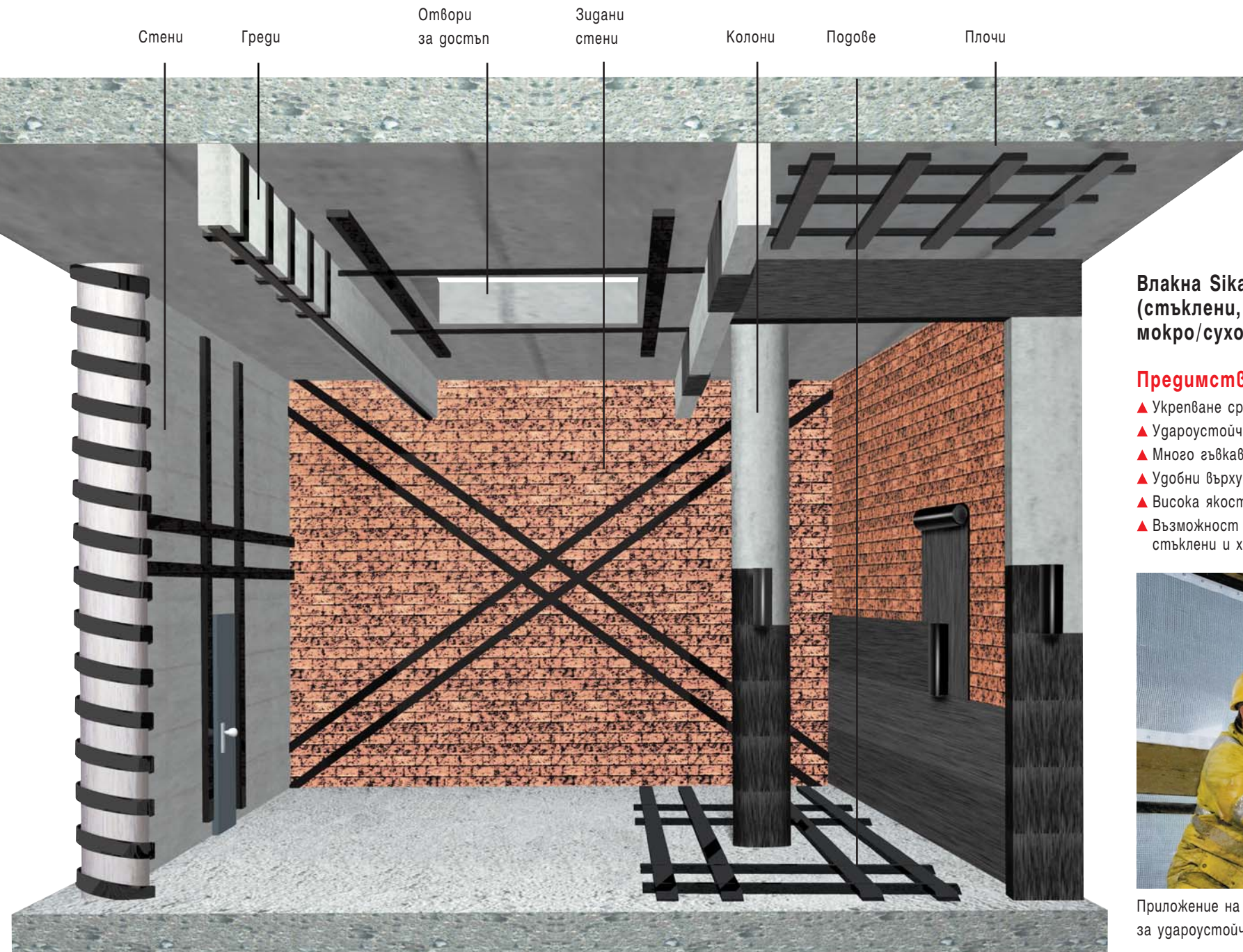
Ленти Sika® CarboDur®

Предимства

- ▲ Определени експлоатационни свойства
- ▲ Различни размери - оптимално проектиране
- ▲ Избор на E-модул
- ▲ Готовност за директно прилагане
- ▲ Приложение при ниска температура с нагряване на лентите
- ▲ Повишена температура в експлоатационен режим
- ▲ Възможност за предварително налягане
- ▲ Много висока якост



Укрепване на стоманобетонна плоча със с-ма от ленти **Sika® CarboDur®** (Лепило **Sikadur-30** и ленти **Sika® CarboDur®**).



Влакна Sika Wrap® (стъклени, въглеродни, хибридни) мокро/сухо приложение

Предимства

- ▲ Укрепване срещу напрежение на срязване
- ▲ Удароустойчивост и взривоустойчивост
- ▲ Много гъвкави за детайли
- ▲ Удобни върху кръгли и квадратни профили
- ▲ Висока якост
- ▲ Възможност за избор между въглеродни, стъклени и хибридни влакна



Приложение на системата от влакна Sika Wrap® за удароустойчивост на мостова колона



Системи за укрепване с композити Sika® CarboDur®
Глобално сътрудничество между Sika® и Hexcel®.



Sika® CarboDur® - единствената система за укрепване, изпитана на дълготрайност

Sikadur® лепило на епоксидна основа изпитано на дълготрайност и издръжливост

Sikadur е висококачествено епоксидно лепило с отлични физични и химични свойства. Неговата висока механична якост и висока точка на застъкляване предотвратяват пълзенето и гарантират здрава връзка между съединяващите се части.

От 1960 година се използва като лепило за съединяване на мостови елементи.

Тествано по FIP стандарти:

- ▲ Якост на натиск и опън
- ▲ Е-модул
- ▲ Якост на срязване
- ▲ Трайност след смесване на компонентите
- ▲ Време за употреба
- ▲ Самоуплътняване
- ▲ Замонолитваща способност
- ▲ Способност за залепване на мокро
- ▲ Точка на застъкляване

С предварително зададено максимално напрежение на отлепване при напукване.

Одобряване

Одобрено в Германия за приложение в строителството за укрепване чрез стоманени ленти с Sikadur-30 и Icosit 277.	Немски институт по строителство № 7 - 36.1 - 30	07.04.95
---	---	----------



Укрепване със стоманени ленти

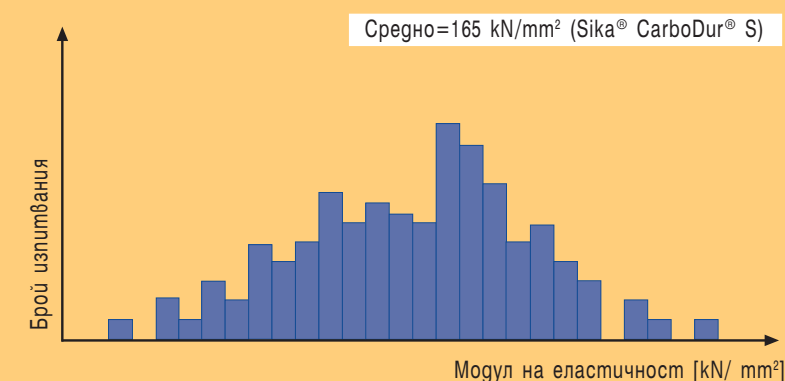
Определени адхезионни характеристики

Лента Sika® CarboDur® - изпитана на дълготрайност и издръжливост, армирана с въглеродни влакна (ЛВВ)

Дълъг опит в производството на ленти Sika® CarboDur® използващи висококачествени въглеродни влакна. Непрекъснати изпитвания по време и след производството на лентите.

Изпитвания за качество

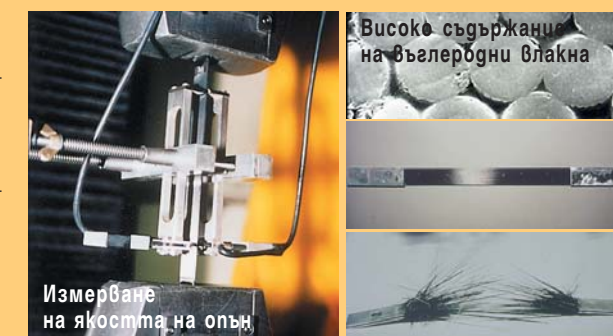
- ▲ Якост на опън
- ▲ Е-модул
- ▲ Точка на застъкляване
- ▲ Геометрия



Одобряване

Одобрено в Германия за приложение в строителството за Sika Carbo Dur	Немски институт по строителство № 7 - 36.12 - 29	11.11.97
--	--	----------

Определени характеристики на лентата



Sika® CarboDur® - система за укрепване изпитана на дълготрайност

1987 г. - първи изпитания в EMPA

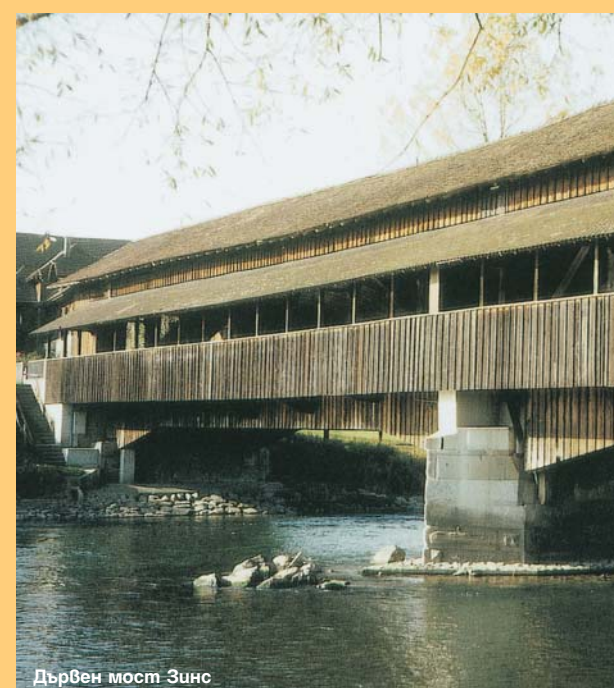


Сертификати за изпитване

Укрепване на стоманобетон с епоксидни смоли армирани с въглеродни влакна	Изследователска тема ETH Цюрих № 8918	1989г.
Статични и динамични изпитвания върху стоманобетонни Т-образни греди укрепени със системата Sika CarboDur	Изследователска тема ETH Цюрих № 10199 (EMPA Протокол № 224)	1993 г.

Определени характеристики на системата по време на изпълнение и в експлоатация

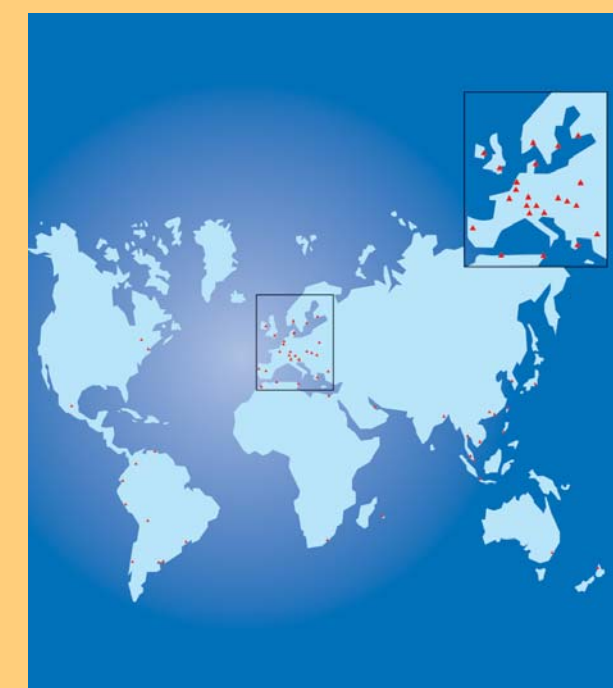
1991 г. - първи изпълнения от EMPA при стоманобетонни и дървени мостове



1991 г. - начало на изпитването на издръжливостта на системата при екстремни климатични условия



От 1994 г. е на световния пазар. Глобална финансова подкрепа от Sika.

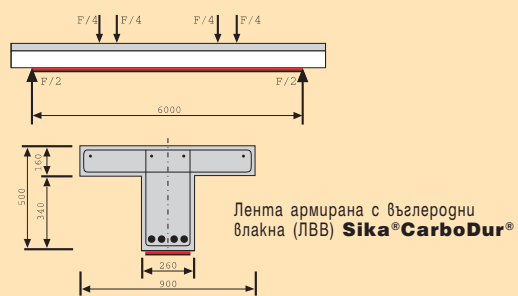


Система Sika® CarboDur® с изпитана годност за експлоатация

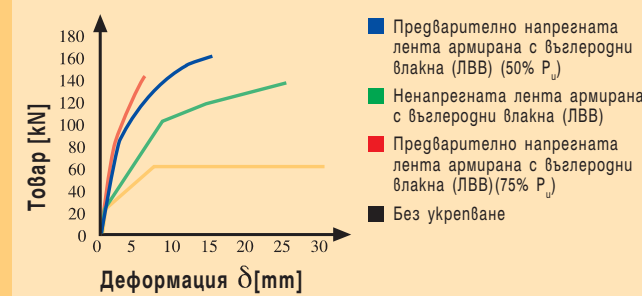
Статично натоварване на големи Т-образни греди

Системата е успешно изпитана от EMPA върху голям брой стоманени греди.

Укрепена срещу огъване Т-образна греда



Диаграма на деформация при натоварване



Механизъмът на способността за запълване на пукнатини на системата за укрепване Sika® CarboDur® е изпитан както върху напукани така и върху ненапукани

греди. Първоначално пукнатините се преместват чрез деформация на срязване в лепилото. При разширяване на пукнатината, първо се получава отлепяне последвано от образуване на широка пукнатина.

Фаза 1: Деформация на срязване

Фаза 2: Отлепяне

Фаза 3: Образуване на пукнатина

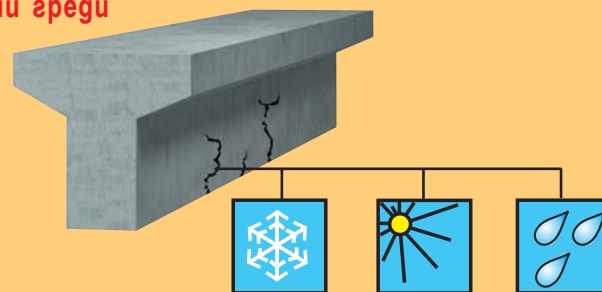


Изследователска тема ETH Цюрих №8918, 1989

Термични изпитвания върху напукани бетонни греди

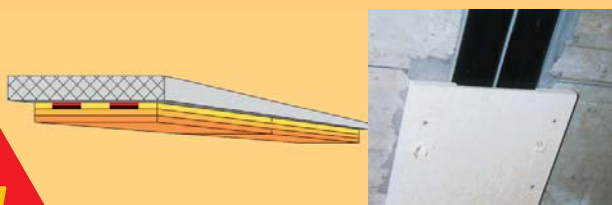
Проведени бяха изпитвания при статично и динамично натоварване върху различни стоманобетонни греди укрепени със системата Sika CarboDur. Гредите бяха подложени на високи нива на относителна влажност и екстремални температури от -25°C до +40°C.

По време на цикъла на замръзване в пукнатините се появява лед. Въпреки това последващите изпитвания при напрежение не показаха отслабване на системата за укрепване.

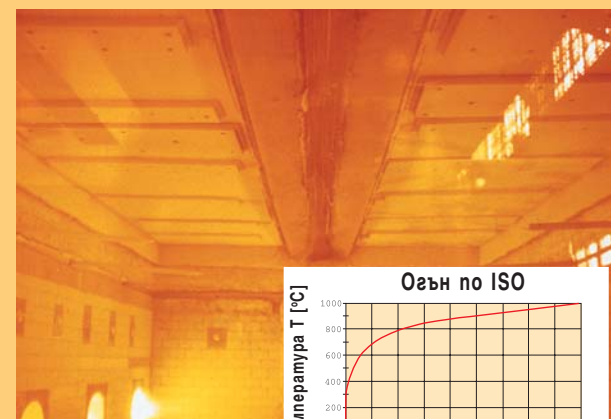


Огнеустойчивост на системата

Системата Sika CarboDur беше изпитана в горивна камера на EMPA с огън по ISO стандарт. По време на изпитването почти не се отдели пушек. Не е необходимо да се взимат предпазни мерки срещу падане, тъй като тежлото на лентите е много малко. Очевидно лентите CarboDur могат успешно да се предпазят от огън с огнеупорни панели.



EMPA протокол от изпитване № 148795, 1994



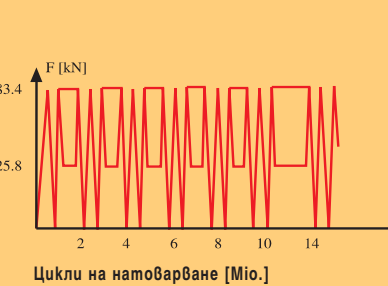
EMPA горивна камера



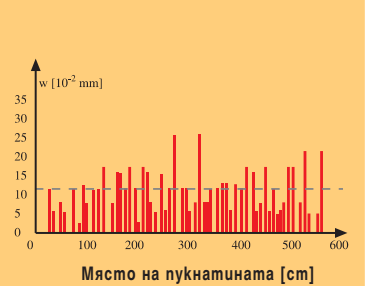
Динамично натоварване върху големи Т-образни греди

Стоманобетонни греди укрепени със системата Sika CarboDur бяха подложени на динамично натоварване с високи амплитуди. След голям брой цикли на натоварване, първо не издържаха армировъчните пръти натоварени на опън поради корозия при триене. Системата Sika® CarboDur® показва изключително поведение. Амплитудата на натоварване във вътрешната армировка може да се намали чрез укрепване със системата Sika® CarboDur®.

Програма за натоварване



Място на пукнатината

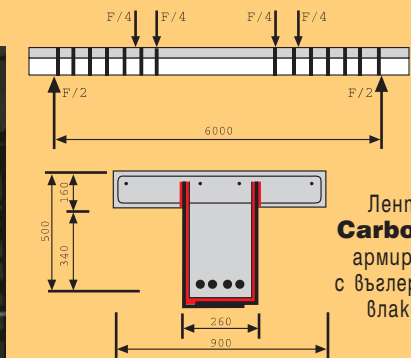


Укрепване срещу срязване

Допълнително бяха поставени скоби тип CarboDur в зоните на действие на напрежението на срязване вместо вътрешните армировъчни скоби. Кривите на деформация при натоварване показаха товароносни характеристики подобни на тези установени при контролни изпитвания със стоманени укрепващи ленти.



Натоварена Т-образна греда в EMPA



Т-образна греда укрепена срещу срязване

EMPA протокол от изпитване № 169219/1+2, 1998/Направена патентна заявка

Залепване с притискане чрез валиране

Върху стоманобетонна греда беше изпитана максимално допустимата проектна кривина на бетонна повърхност.

Ефикасното валиране позволява лентите CarboDur да бъдат положени за кратко време. Това може да спести значително работно време както и да позволи по-голяма гъвкавост при конструктивното планиране на дейностите по укрепване.

Вдлъбната кривина



Прилагане на натиск с валика



Инфракчервена термография



Изпитване на системата Sika® върху бетонна греда

EMPA протокол от изпитване № 154490/1, 1996

EMPA протокол от изпитване № 154490/1994

Оптимизирани конструктивни решения със системата Sika® CarboDur®

Различни коравини

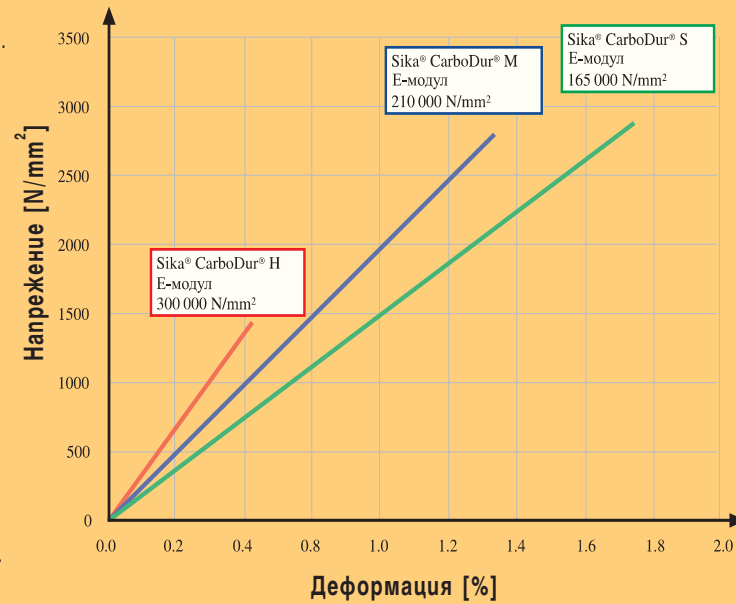
Укрепването на гадена конструкция може да се оптимизира чрез използване на ленти CarboDur с различен модул. Подходящата лента може да се избере според типа конструкция, нейното натоварване и размери.

Релаксация на деформацията в армировката

Армировката може да има повишена релаксация на деформацията и ширините на пукнатините могат да се намалят чрез използване на ленти с по-висок модул.

Деформация

Ако се налага укрепване поради висока деформация, например при дървени греди, се използва лента тип **Sika® CarboDur® H**.



Допълнително приложено предварително налягане



Лентите **Sika® CarboDur®** могат да бъдат предварително налягани преди залепване. Това намалява риска от отлепване на лентата поради разрушаване при срязване в зоната на налягане, което повишава конструктивната безопасност. В този случай годността за експлоатация може да се подобри допълнително в сравнение с лента залепена без налягане. Силата на предварителното налягане в лентата премахва налягането върху вътрешната стоманена армировка и намалява деформацията и ширината на пукнатините.

- ▲ Частично затваряне на пукнатините
- ▲ По-малки пукнатини
- ▲ Премахване на налягането в армировката
- ▲ Повишаване на годността за експлоатация и конструктивната безопасност

Направена патентна заявка



Лента под налягане на натиск

Поведението на лентите **Sika® CarboDur®** в зоната на натиск е изключително добро. За разлика от стоманените ленти, те остават залепени за основата до пълното разрушаване на бетона в зоната на натиск.

Статични и динамични изпитвания върху стоманобетонни T-образни греди укрепени със Sika CarboDur

Изследователска тема ЕТН Цюрих 1993 г. № 10199 (EMPA протокол № 224)

Скъсено анкерно закрепване



Направена патентна заявка

Специално обработен край на лентата позволява да се намали дължината на анкерното закрепване

Стоманобетонна плоча



Предварително наляганати стоманобетонни греди



Колони



Бетонен стълб



Зидария



Дървена греда



Оптимизирани проектни решения със системата Sika® CarboDur®

Гъвкавост при монтиране

С гъвкавите ленти Sika CarboDur укрепителните работи могат да се извършват без демонтиране на съществуващи инсталации. Това намалява строителния срок и освен това спестява средства.



Около инсталациите

- ▲ Водопроводни тръби
- ▲ Газопроводни тръби
- ▲ Електрически кабели
- ▲ Въздухопроводи за състен въздух
- ▲ Вентилационни канали



През стенни отвори

- ▲ Удължаване на анкерното закрепване
- ▲ Неносещи стени
- ▲ Промяна на конструктивната система
- ▶ Дълги ленти
- ▶ Ограничени пространства



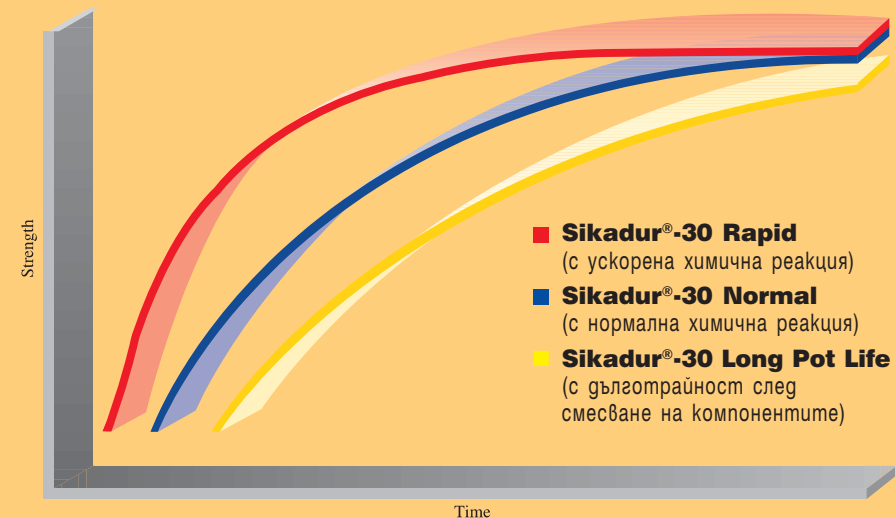
В асансьорни шахти и стълбищни клетки

- ▲ Ограничени пространства
- ▲ Кръстосани ленти

Бързо приложение

Увеличаване на носещата способност на термична основа

Използва се типът лепило подходящо за съответната температура на строителния обект. Инсталационните свойства се проектират така, че да отговарят на специфичните температурни условия, като по този начин се постига бързо втвърдяване.



Ниски температури

Лепилото **Sikadur-30 Rapid** може да се използва при ниски температури. Неговата ускорена химична реакция осигурява набирание на достатъчна якост за кратко време.



Направена патентна заявка

Кратко прекъсване

При използване на нагревател **Sika®Carbodur®**, лепилото **Sikadur®** се втвърдява за часове. В същото време се ускорява достигането на точката на застъкляване. Това позволява укрепителните работи да се извършват с кратко прекъсване през нощта.

Втвърдяване за часове

- ▲ Ускорено достигане на точката на застъкляване (**Sikadur-30 Long Pot Life**)
- ▲ Работа през нощта
- ▲ Укрепване при отсъствие на динамично натоварване
- ▲ Без прекъсване на полагането
- ▲ При ниски температури EMPA протокол за изпитване № 170569, 1998

Външен вид



Много тънките ленти **Sika CarboDur** могат да се скрият или интегрират в съществуващата носеща конструкция без оскъпяващи операции.

- ▲ Боядисване на лентите
- ▲ Покриване със замазка
- ▲ Покриване с дървена обшивка
- ▲ Вкарване в канал



Реализирани проекти за укрепване

Укрепване на мостова плоча поради увеличено пътно натоварване

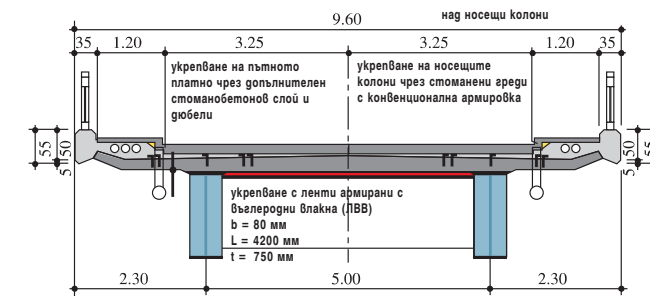
Ремонтни работи на моста Оберийт-Майнинген на река Рейн (Швейцария/Австрия)



Укрепване на стоманобетонна мостова плоча в напречна посока чрез:

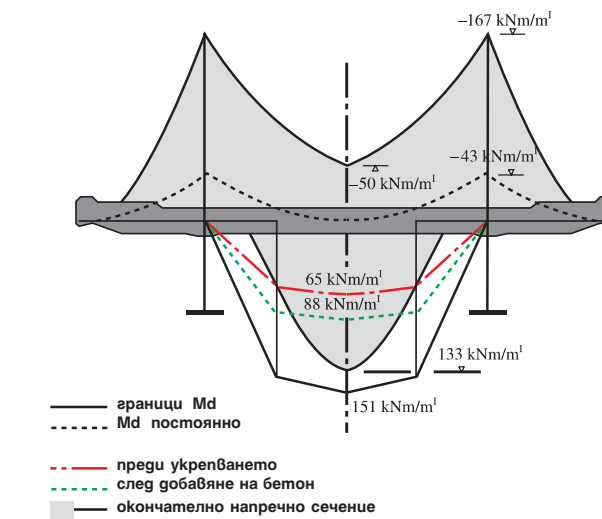
- ▲ Разширяване на зоната на натиск в бетона
- ▲ Усилване на огъване с Sika CarboDur S812 в 750 мм центрове
- ▲ Общ коефициент на укрепване 2.4
 - чрез зоната на натиск в бетона 1.4
 - чрез лентите 1.7

Напречно сечение на секционен изграден мост



Полагане на ленти Sika® CarboDur®

Крива на момента



Долна страна на мост



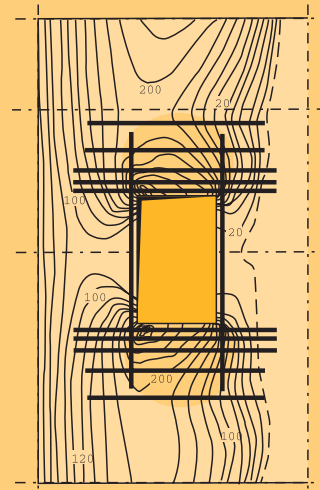
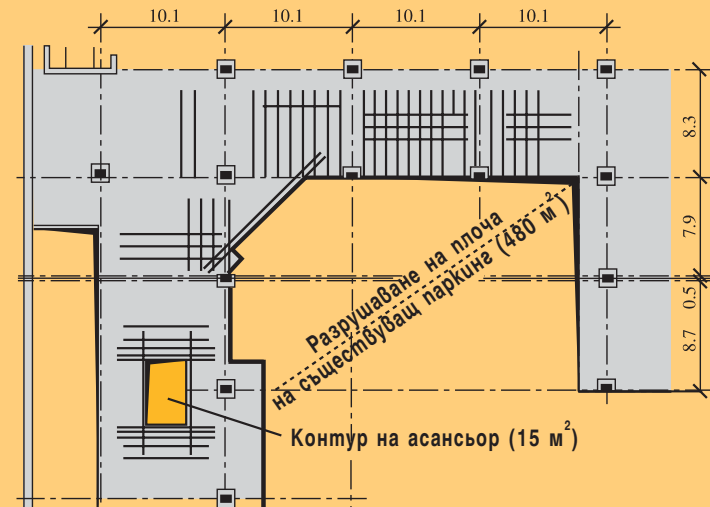
Напречно сечение на ярка от тест за адхезия

Промяна на конструктивната система поради промяна на предназначението

Преустройство на търговски център в Винтертур (Швейцария).

Приложени са 1.7 км ленти Sika® CarboDur®.

Разширяване на търговски площи, монтиране на ескалатори и асансьор



Контур на асансьора с изолинии на моментите



Монтиране на ескалатори



Разрушаване на плочата на паркинга след укрепване



Монтиране на асансьора

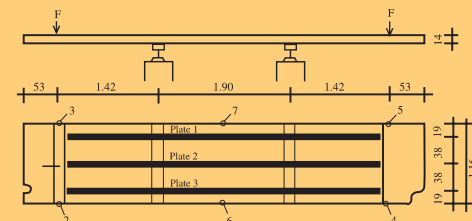


Реализирани проекти за укрепване

Конструктивно укрепване поради неадекватно проектиране

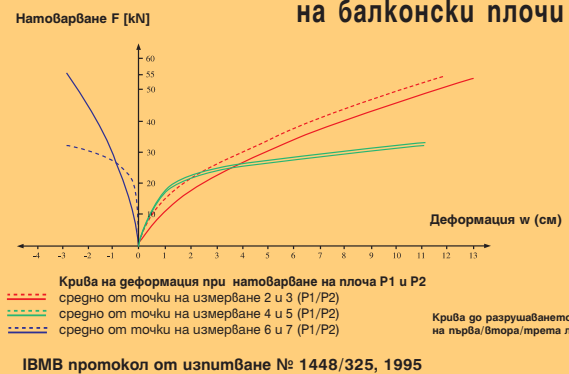
Провиснали балконски плочи в Магдебург (Германия)
Предварително напрегнати балконски плочи с недостатъчна армировка работеща на огъване

Провиснали балконски плочи, укрепени с 3 ленти **Sika CarboDur S512**.
Предимство: без допълнително собствено тегло



Укрепени балконски плочи

Криви на деформация при натоварване на балконски плочи

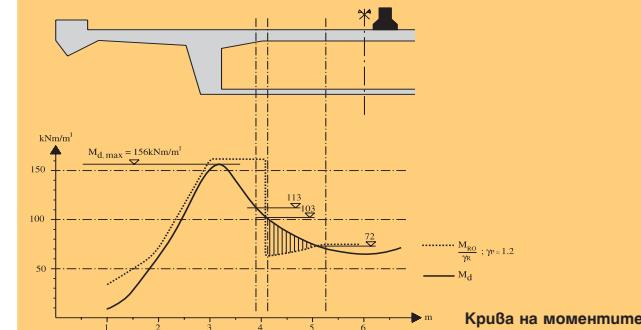


Долна страна на балкона след боядисване

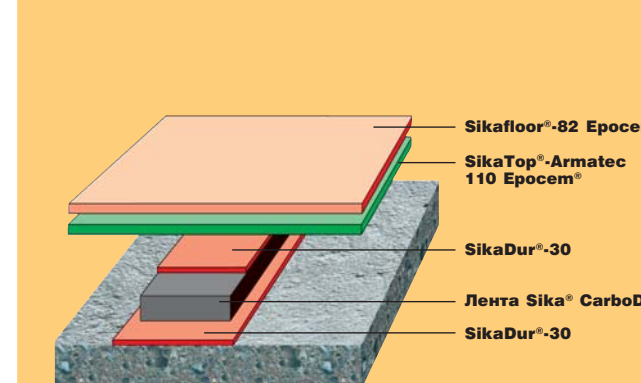
Конструктивно укрепване поради недостатъчна армировка

Ремонтни работи на транспортен мост Хорген (Швейцария)

Твърде ниско напречно сечение на армировката на мостовата плоча от едната страна. Допълнена липсваща армировка. Изпитвания на системата в лабораторни условия и на обекта. Положителни резултати и след горещо залепване на битумна мембрана.



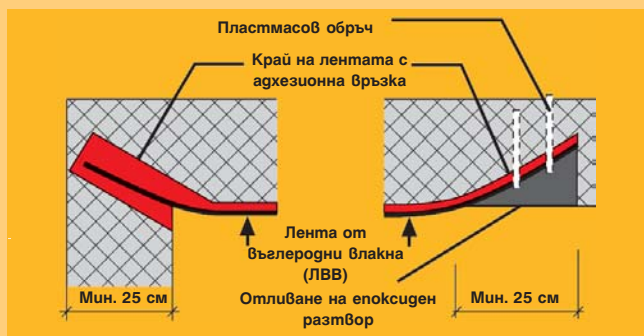
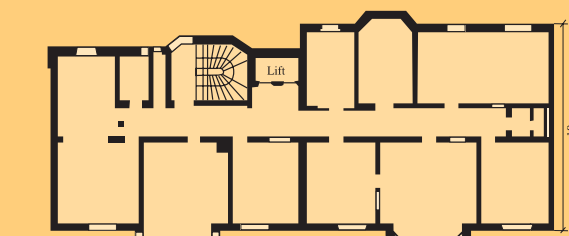
Ленти Sika CarboDur S1212 полагани в 600 мм центрове



Горещо залепване на битумна мембрана

Конструктивно укрепване на зидани конструкции

Преустройство на жилищна сграда в административна сграда в Цюрих (Швейцария)



- Укрепване на зидани стени от едната страна за гарантиране на противоземетръсна устойчивост
- ▲ Кръстосване на ленти Sika CarboDur S1012
- ▲ Анкерно закрепване в стоманобетонни погнори
- ▲ Повишена еластичност на зидарията
- ▲ Многократно повишена противоземетръсна устойчивост

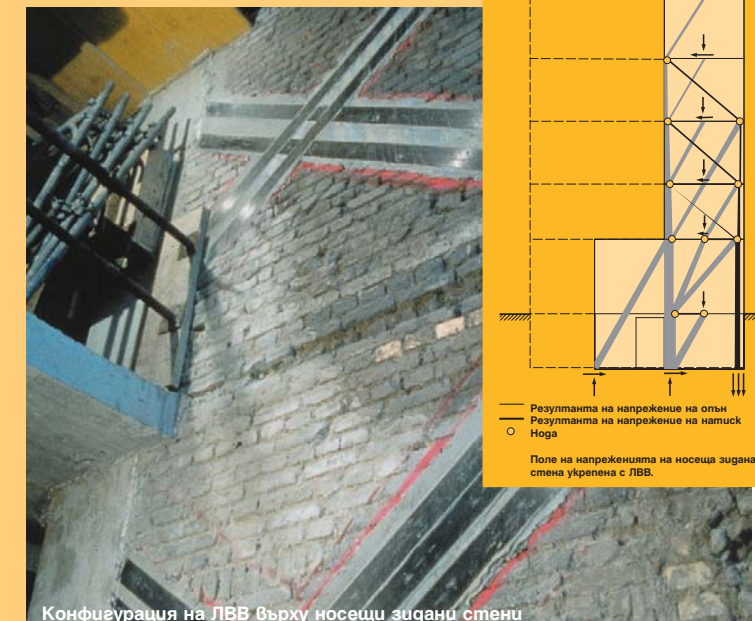
Укрепване на зидария с армирани влакнести композиционни материали

Исследователска тема 1994
 ETH Цюрих № 10672
 (EMPA протокол № 229)

Улей запълнен с епоксиден замонолитващ разтвор



Лентово анкерно закрепване



Конфигурация на ЛВВ върху носещи зидани стени

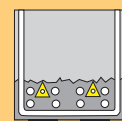


Реализирани проекти за укрепване

Гаранция за устойчивост на конструкцията при корозирала армировка

Сериозна повреда на бетона и корозия на армировката на стоманобетонна мостова конструкция в Дрезден (Германия)

Подмяна на корозирала огъната стоманена армировка. Армировка чрез три ленти **Sika®CarboDur®S512** на гредата.



Пълнеж със Sika Injectoflex. Възстановяване на профила със **SikaCem-Gunite 133** Устойчивост на карбонизация със **Sikagard-550**



Възстановяване на устойчивостта и водността за експлоатация



Монтиране на лента Sika®CarboDur®S512



Долна страна на укрепения мост

Укрепване на съществуваща гредка за поемане на ново погово натоварване

Укрепване на орбренни греди в болничен учебен център в Лондон (Англия)

Орбренни греди с дължина 11 м. 600 мм центрове

Удвояване на работното натоварване чрез укрепване на гредите с ленти **Sika®CarboDur®S512**

Залепване с валик



Долна страна на орбренна гредка



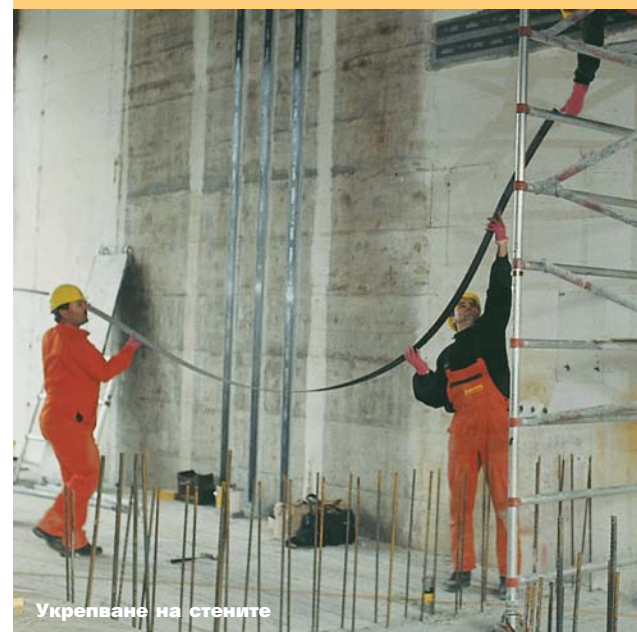
Боядисване на лентата с SikaDur®-30



Монтиране на лента Sika®CarboDur®

Укрепване поради повишено натоварване и промяна на предназначението

Преустройство на завод в лаборатория и административна сграда в Дюбендорф (ЕМРА, Швейцария)



Укрепване на стените



Промяна на конструктивната система поради промяна на предназначението.

Приложение на **Sika®CarboDur®** при ниска температура с **Sika®CarboDur®** нагрявател.



Нагряване на лентата.

Възстановяване на първоначалната носеща способност

Повредени греди на паркинг в търговски център в Бостън (САЩ)

Укрепване на повредените от претоварване греди



Прокарване на лентата между инсталациите



Залепване с валик



Реализирани проекти за укрепване

Укрепване на дървени греди поради недостатъчна носеща способност

Пукнатина в дъбова греда
в музей в Люцерн (Швейцария)



Невидимо укрепване на дъбова греда

Недостатъчна конструктивна
устойчивост поради преустройствени
работи в манастир в Ешенбах (Швейцария)



Релаксация на деформацията на гредата чрез две подпорки.
Вкарване на ленти Sika®CarboDur® H514

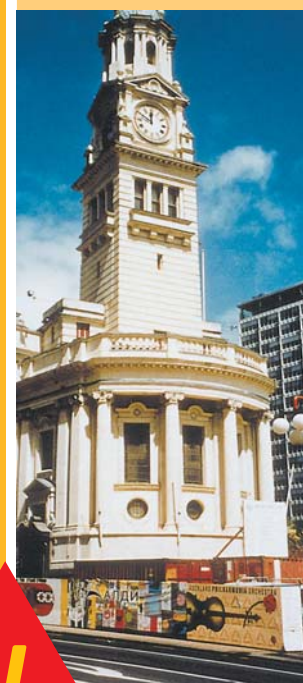


Запълване на фрезования
шлиц с SikaDur®-30



Укрепване поради недостатъчна конструктивна безопасност

Ремонтни работи в кметството
на Окланд (Нова Зеландия)



Укрепване на покривите с
ленти Sika®CarboDur® S512
- 600 мм центрове
- обща дължина 200 м

Преустройство на жилищна в админи-
стративна сграда в Будапеща (Унгария)



Монтиране на ленти Sika®CarboDur® S512

Укрепване на пътното платно и гредите на мост поради повишен експлоатационен товар

Укрепване на моста над Бистри Канал,
Аугустов (Полша)



Подмяна на карбонизирал бетон и укрепване
на пътното платно на моста с ленти
Sika®CarboDur®M 1214



Укрепване на зоните
на срязване на гредите
с тъкани
Sika®Wrap Hex-230C
и лепило SikaDur®-330.



Укрепване на мостови колони, подложени на тежко транспортно натоварване

Укрепване на моста Байбъл Крисчън,
околовръстен път Богмин А30,
Корнуол (Великобритания)



Бетон подготвен и грундиран
с ниско вискозна импрегнираща
и изолираща епоксидна смола
SikaDur®Hex-300.

Върху стъкловлакнестата тъкан
SikaWrap®Hex-100G
беше нанесено лепило от
миксотропна епоксидна смола
SikaDur®Hex-306.

Проектираните дължини
от тъканите бяха разгънати
върху колоната и положени.



Характеристики на материалите

Ленти Sika® CarboDur®

	Sika®CarboDur®S	Sika®CarboDur®M	Sika®CarboDur®H
Е-модул	165 000 N/мм ²	210 000 N/мм ²	300 000 N/мм ²
Якост на опън	2800 N/мм ²	2400 N/мм ²	1300 N/мм ²
Средна измерена якост на опън при разрушаване	3050 N/мм ²	2900 N/мм ²	1450 N/мм ²
Деформация при разрушаване	> 1.7%	> 1.2%	> 0.45%

Тъкани SikaWrap® Hex

	Тъкани SikaWrap® Hex-230C/ Hex-103C с въглеродни влакна	Стъкловлакнести тъкани SikaWrap® Hex-430G/ Hex-100G
Якост на опън на влакната	3500 N/мм ²	2250 N/мм ²
Модул на опън на влакната	230 000 N/мм ²	70 000 N/мм ²

Сертификати/протоколи от изпитвания

Укрепване на стоманобетон с епоксидни смоли армирани с въглеродни влакна	Изследователска тема ETH Цюрих № 8918	1989
Статични и динамични изпитвания върху стоманобетонни Т-образни греди укрепени с Sika CarboDur	Изследователска тема ETH Цюрих № 10199 (EMPA протокол № 224)	1993
Изпитвания за огнеустойчивост на стоманобетонни греди укрепени с Sika CarboDur	EMPA протокол от изпитване № 148795	1994
Укрепване на зидария със свързани влакнести композиционни материали	Изследователска тема ETH Цюрих № 10672 (EMPA протокол № 229)	1994

Статии по проблема

Епоксидни лепила за дълготрайно залепване. Х. Бенцигер, В. Шайнер, 1989.
 Укрепване на стоманобетон с напрегнати композити армирани с влакна. М. Доиринг, 1993.
 Ленти армирани с въглеродни влакна (ЛВВ) в строителството. Укрепване на бетонни конструкции. М. Доиринг, 1994.
 Укрепване на конструкции с композити армирани с влакна. У. Майер, 1994
 Укрепване с ленти армирани с въглеродни влакна (ЛВВ). М. Доиринг, В. Шайнер, 1996.
 Укрепване на моста Оберийт-Майннген на река Рейн. Р. Валзер, В. Шайнер, 1996.
 Противоземетръсна устойчивост на зидани конструкции укрепени с композити армирани с влакна. Г. Швиглер, П. Келтерборн, 1996.

Епоксидни лепила и разтвори Sikadur®

	Sikadur®-30	Sikadur®-41
Якост на натиск	> 95 N/мм ²	> 75 N/мм ²
Адхезионна якост върху стомана	> 26 N/мм ²	> 10 N/мм ²
Адхезионна якост върху бетон	> 4 N/мм ² (разрушаване на бетона)	> 4 N/мм ² (разрушаване на бетона)
Е-модул	12 800 N/мм ²	9000 N/мм ²

Епоксидни лепила Sikadur®

	Sikadur®-330	Sikadur®HEX-300/306
Модул на озване	3800 N/мм ²	3120 N/мм ²
Адхезионна якост върху бетон	> 4 N/мм ² (разрушаване на бетона)	> 4 N/мм ² (разрушаване на бетона)

Изпитване на залепване с валирене със системата Sika върху кухини чрез инфрачервена термография	EMPA протокол от изпитване № 154490	1994
Изпитване на статично натоварване върху бетонни греди укрепени с Sika CarboDur	EMPA протокол от изпитване № 154490/1	1995
Изпитване на натоварване върху дървени стълбища укрепени с Sika CarboDur	EMPA протокол от изпитване № 1161782	1996
Изпитвания на срязване върху стоманобетонни Т-образни греди със системата Sika CarboDur	EMPA протокол от изпитване № 169219/1+2	1998
Полагане на системата Sika CarboDur върху вибриращи стоманобетонни плочи	EMPA протокол от изпитване № 170569	1998

Одобрения

Одобрено в Германия за приложение в строителството за укрепване чрез стоманени ленти с Sikadur-30 и Icosit 277.	Немски институт по строителство 7 - 36.1 - 30	07.04.95
Одобрено в Германия за приложение в строителството за Sika Carbo Dur	Немски институт по строителство 7 - 36.12 - 29	11.11.97

Допълнителна информация от Sika



Сика България ЕООД

Централен офис:
 гр. София
 бул. „Ботевградско шосе“ № 247
 тел.: +359 2 942 45 90
 факс +359 2 942 45 91
 info@bg.sika.com; www.sika.bg

Забележка:

Информацията и по-специално указанията, отнасящи се до приложенияето крайното предназначение на продуктите Sika са дадени добросъвестно въз основа на текущите знания и опит при използването на продуктите след подходящо съхраняване, транспортиране и приложение при нормални условия. На практика, разликите при материалите, субстратите и реалните условия на обекта са такива, че от настоящата информация или всякакви писмени указания или други съвети не може да произтича каквато и да било гаранция по отношение на продаваемостта или годността им за определено приложение, нито пък някакви отговорности във връзка със законови взаимоотношения. Необходимо е да се съблюдава правото на собственост на трети лица. Приемат се всякакви поръчки съобразно нашите текущи условия на продажба и доставка. Потребителите трябва да правят справки с най-последното издание на Техническите спецификации за съответния продукт. Екземпляри от тези спецификации ще бъдат предоставени при поискване.

