

Institucja prawa publicznego finansowana wspólnie
przez federację i kraje związkowe

Europejska Jednostka Oceny Technicznej ds.
Wyrobtów Budowlanych



Europejska Ocena Techniczna

ETA-24/0281
z dnia 6 grudnia 2024

Tłumaczenie wykonane na podstawie wersji niemieckiej

Część ogólna

Jednostka Oceny Technicznej
wystawiająca Europejską Ocena
Techniczną

Deutsches Institut für Bautechnik
(Niemiecki Instytut Techniki Budowlanej)

Nazwa handlowa wyrobu budowlanego

System wzmacniający fischer C-Fiber
Force Strengthening System

Rodzina produktów, do której należy
wyrób budowlany

Zestawy do wzmacniania betonowych
elementów konstrukcyjnych za pomocą
zewnętrznych taśm CFRP (*w niemieckim
oryginale CFK, skrót niemiecki, na prośbę
producenta zastosowano w całym
dokumencie skrót CFRP związany z j.
angielskim jako częściej stosowany na
rynku – przypis tłum.*) naklejonych i
wklejonych w szczeliny

Producent

fischerwerke GmbH & Co. KG
Klaus-Fischer-Straße 1
72178 Waldachtal
NIEMCY

Zakład produkcyjny

Niniejsza Ocena Techniczna zawiera

46 stron, w tym 40 załączników
stanowiących integralną część składową
niniejszej Oceny.

Niniejsza Europejska Ocena Techniczna
wystawiana jest zgodnie z
Rozporządzeniem (UE) nr 305/2011 na
podstawie

EAD 160086-01-0301

Niniejsza Europejska Ocena Techniczna została wydana przez Jednostkę Oceny Technicznej w jej języku urzędowym. Tłumaczenia niniejszej Europejskiej Oceny Technicznej na inne języki muszą być całkowicie zgodne z oryginałem i jako takie oznaczone.

Niniejsza Ocena Techniczna może być powielana/odtworzana, także w formie elektronicznej, wyłącznie w całości i w formie nieskróconej. Częściowe jej powielenie/odtworzenie może nastąpić wyłącznie za pisemną zgodą wystawiającej ją Jednostki Oceny Technicznej. Każde częściowe powielenie/odtworzenie musi zostać jako takie oznaczone.

Wystawiająca Jednostka Oceny Technicznej może odwołać niniejszą Europejską Ocenę Techniczną, w szczególności po powiadomieniu przez Komisję zgodnie z artykułem 25 ustęp 3 Rozporządzenia (UE) nr 305/2011.

Część szczegółowa

1. Opis techniczny produktu

Przedmiotem niniejszej Europejskiej Oceny Technicznej jest „System wzmacniający fischer C-Fiber” do wzmacniania betonowych elementów konstrukcyjnych za pomocą klejonych do powierzchni (EB) taśm CFRP w sposób odporny na ścinanie oraz taśm CFRP wklejonych w szczeliny (NSM) (zwanym dalej zestawem). Zestaw służy do wzmacniania betonowych elementów konstrukcyjnych poprzez klejone zbrojenia w celu zwiększenia nośności elementów przy zginaniu, albo w celu wyrównania wad projektowania, błędów wykonawczych i strat nośności istniejącej konstrukcji spowodowanych starzeniem, albo w celu zwiększenia nośności ze względu na zwiększone obciążenie lub zmianę przeznaczenia istniejącej konstrukcji.

Zestaw do wzmacniania elementów betonowych za pomocą taśm CFRP klejonych na powierzchnię lub w szczelinach w sposób odporny na ścinanie, składa się z następujących elementów:

- A Dwa typy taśm z tworzywa sztucznego wzmocnionego włóknem węglowym (CFRP) do EB:
 - FRS-L-H i FRS-L-S,Jeden typ taśm z tworzywa sztucznego wzmocnionego włóknem węglowym (CFRP) do NSM:
 - FRS-L-S NSM (ten sam rodzaj taśm CFRP jak FRS-L-S do EB)
- B Klej FRS-CS zgodnie z EN 1504-4, EN 1504-3, EN 1504-6 do instalacji taśm CFRP
- C Zaprawa naprawcza na bazie żywicy epoksydowej FRS-PC 11 zgodnie z normą EN 1504-3,
- D Warstwy szczipne FRS-BA do zaprawy naprawczej zgodnie z EN 1504-7,
- E Środek czyszczący FRS-CA do czyszczenia taśm CFRP.

W przypadku scenariuszy narażenia na zwiększone promieniowanie UV producent zaleca pokrycie powłoką FRS-SF. Taki system ochrony powierzchni zgodnie z normą EN 1504-2 należy wymienić w instrukcji montażu producenta (MPII) i w przepisach krajowych; nie wchodzi on w skład zestawu.

Poniższe informacje dotyczące zestawu i jego składników znajdują się w załącznikach do niniejszej ETA:

Przegląd zestawu i jego składników znajduje się w załącznikach A1 - A3, a przegląd stanu po zamontowaniu w załącznikach A4 i A5.

Szczegółowy opis składników zestawu znajduje się w:

- Załącznik C9 dla taśm CFRP (komp. A),
- Załącznik C1 dla kleju FRS-CS (komp. B),
- Załącznik C3 dla zaprawy naprawczej FRS PC 11 (komp. C),
- Załącznik C16 dla warstwy szczipnej zaprawy naprawczej FRS-BA (komp. D),
- Opis przeznaczenia, budowy, montażu zestawu oraz warunków utwardzania kleju FRS-CS, zaprawy naprawczej FRS-PC 11 i warstwy szczipnej FRS-BA znajduje się w załączniku B1 i B2.
- Instrukcja wzmacniania betonowych elementów konstrukcyjnych za pomocą klejonych taśm CFRP odpornych na ścinanie oraz taśm CFRP klejonych w szczelinach znajduje się w załączniku B3 - B6.
- Istotne właściwości użytkowe wynikające z procedury oceny zgodnie z EAD 160086-01-0301 są wymienione w załączniku C:
 - o Załącznik C10 – C15 dla taśm CFRP (komp. A),
 - o Załącznik C2, C5 – C6 dla kleju FRS-CS (komp. B),
 - o Załącznik C4, C7 – C8 dla zaprawy naprawczej FRS PC 11 (komp. C),
- Istotne cechy zestawu, które wynikają z procedury oceny zgodnie z EAD 160086-01-0301, zostały wymienione w załączniku C17 - C29.

2. Określenie zamierzonego celu zastosowania zgodnie z odpowiednim Europejskim Dokumentem Oceny

Zestaw służy do wzmocnienia obszaru zbrojenia rozciąganych elementów betonowych, takich jak belki, płyty, ściany i słupy. Zestaw ma na celu zwiększenie nośności elementów betonowych poddanych obciążeniom statycznym i quasi-statycznym zgodnie z zasadami projektowania. Zestaw obejmuje dwa różne rodzaje metod wzmocniania, jak przedstawiono w Załącznikach A4 i A5, w których Taśmy CFRP są klejone zgodnie z instrukcją montażu producenta (MPII) albo w sposób odporny na ścinanie do przygotowanej powierzchni betonu (EB), albo w szczelinach wyfrezowanych prostopadle do powierzchni betonu (NSM).

Jeśli wymagane warunki powierzchniowe nie są spełnione z powodu wad i uszkodzeń elementu betonowego, można użyć systemu zaprawy naprawczej do betonu zawartego w zestawie (komponenty C i D), zwykłego betonu lub betonu natryskowego (oba nie wchodzą w skład zestawu) w celu poprawy stanu powierzchni betonowej przed nałożeniem taśm CFRP na naprawioną powierzchnię betonową zgodnie z instrukcją montażu producenta i przepisami krajowymi.

Właściwości użytkowe określone w Załączniku 3 obowiązują tylko wówczas, gdy zestaw jest stosowany zgodnie ze specyfikacjami i warunkami wymienionymi w Załączniku B i instrukcjach montażu. Niezależnie od Załącznika B i instrukcji montażu należy przestrzegać przepisów krajowych.

Weryfikacje i procedury oceny, na których opiera się niniejsza Europejska Ocena Techniczna, pozwalają przyjąć, że okres użytkowania zestawu wynosi co najmniej 25 lat w stanie zamontowanym, pod warunkiem, że zestaw jest prawidłowo zamontowany i użytkowany. Przepisy te opierają się na aktualnym stanie techniki oraz dostępnej wiedzy i doświadczeniu. Informacje dotyczące okresu użytkowania wyrobu budowlanego nie stanowią gwarancji producenta wyrobu ani gwarancji jednostki oceny technicznej wydającej niniejszą ocenę ETA, lecz służą jedynie wyrażeniu spodziewanego, uzasadnionego ekonomicznie okresu użytkowania wyrobu budowlanego.

3. Właściwości użytkowe wyrobu i dane dotyczące metod ich oceny

3.1. Wytrzymałość mechaniczna i stateczność osadzenia (wymaganie podstawowe BWR 1)

Poz.	Istotna właściwość	Metoda oceny zgodnie z EAD 160086-01-0301	Parametr
1	Temperatura zeszklenia kleju FRS-CS	2.2.1	patrz załącznik C2
2	Temperatura zeszklenia zaprawy naprawczej FRS-PC 11	2.2.1	patrz załącznik C4
3	Wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu i wytrzymałość na ściskanie kleju FRS-CS	2.2.2	patrz załącznik C5 i C6
4	Wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu i wytrzymałość na ściskanie zaprawy naprawczej FRS-PC 11	2.2.2	patrz załącznik C7 i C8
5	Wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu i wytrzymałość na ściskanie kleju FRS-CS, utwardzonego w temperaturze minimalnej do montażu w zależności od czasu utwardzania	2.2.3	patrz załącznik C5 i C6
6	Wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu i wytrzymałość na ściskanie zaprawy naprawczej FRS-PC 11, utwardzonej w temperaturze minimalnej do montażu w zależności od czasu utwardzania	2.2.3	patrz załącznik C7 i C8
7	Moduł sprężystości podłużnej, wytrzymałość na rozciąganie i wydłużenie przy zerwaniu taśm CFRP	2.2.4	patrz załącznik C10 i C11
8	Odporność taśm CFRP w środowisku alkalicznym przy maksymalnej temperaturze użytkowania przewidzianej dla danego zastosowania	2.2.5	patrz załącznik C12 do C15
9	Odporność taśm CFRP w środowisku alkalicznym pod obciążeniem ciągłym przy maksymalnej temperaturze użytkowania przewidzianej do danego zastosowania	2.2.6	Parametr nie ustalony
10	Wytrzymałość na odrywanie zestawu utwardzonego w standardowych warunkach klimatycznych	2.2.7	patrz załącznik C17
11	Wytrzymałość na odrywanie zestawu po zmęczeniu materiału w cyklu niskich obciążeń	2.2.8	patrz załącznik C18
12	Wytrzymałość na odrywanie zestawu po obciążeniu ciągłym w trudnych warunkach klimatycznych	2.2.9	Parametr nie ustalony
13	Wytrzymałość na odrywanie zestawu utwardzonego w minimalnej temperaturze montażu w zależności od czasu utwardzania	2.2.10	patrz załącznik C19
Inne istotne cechy taśm CFRP klejonych wyłącznie na powierzchnię			
14	Odporność na ścinanie kotwienia taśm CFRP klejonych do betonu	2.2.11	patrz załącznik C20 do C28
15	Właściwości zmęczeniowe kotwienia taśm CFRP klejonych do betonu w sposób odporny na ścinanie	2.2.12	Parametr nie ustalony

Poz.	Istotna właściwość	Metoda oceny zgodnie z EAD 160086-01-0301	Parametr
Inne istotne cechy taśm CFRP klejonych wyłącznie w szczelinach			
16	Obciążenia niszczące kotwienia końcowego taśm CFRP klejonych w szczelinach	2.2.13	patrz załącznik C29
17	Obciążenie stałe kotwienia końcowego taśm CFRP klejonych w szczelinach	2.2.14	Parametr nie ustalony

3.2. Bezpieczeństwo pożarowe (wymaganie podstawowe BWR 2)

Poz.	Istotna właściwość	Metoda oceny zgodnie z EAD 160086-01-0301	Parametr
18	Reakcja na ogień	2.2.15	Parametr nie ustalony

4. Zastosowany system oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych z podaniem podstawy prawnej

Zgodnie z Europejskim Dokumentem Oceny EAD 160086-01-0301 obowiązuje następująca podstawa prawna: [2000/606/WE].

Należy zastosować następujący system: 1 +

5. Szczegóły techniczne konieczne do realizacji systemu oceny i weryfikacji właściwości użytkowych zgodnie z odpowiednim Europejskim Dokumentem Oceny

Szczegóły techniczne, które są konieczne do realizacji systemu oceny i weryfikacji właściwości użytkowych, stanowią część składową planu kontroli złożonego w Niemieckim Instytucie Techniki Budowlanej.

Wystawiono w Berlinie w dniu 6 grudnia 2024 roku przez Niemiecki Instytut Techniki Budowlanej

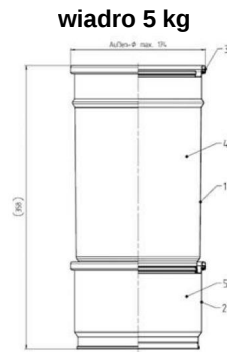
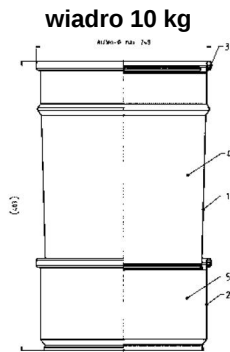
LBD Dipl.-Ing. Andreas Kummerow
Kierownik Działu

Uwierzytelnia/-a
Alex

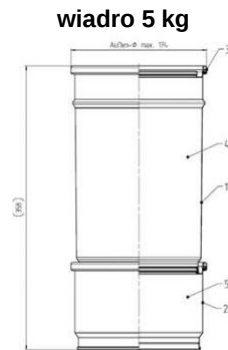
Przegląd „Systemu wzmacniającego fischer C-Fiber Force Strengthening System” – komponenty systemu (część I)							
Komponenty zgodnie z EAD	Komp. A			Komp. B	Komp. C	Komp. D	Komp. E
Nazwa produktu	FRS-L-H CFRP strip	FRS-L-S CFRP strip	FRS-L-S NSM CFRP strip	FRS-CS Epoxy Mortar	FRS-PC 11 Epoxy Repair Mortar	FRS-BA Bonding Agent	FRS-CA Cleaning Agent
Funkcja	Jednokierunkowe laminaty z żywicy epoksydowej wzmocnione włóknem węglowym			Klej do FRS-L-S i FRS-L-H Taśmy CFRP	System zastępczy betonu na bazie żywicy epoksydowej	Warstwa sczepna do zaprawy naprawczej FRS-PC 11	Środek czyszczący do taśm CFRP
Typ materiału	Utwardzony materiał kompozytowy z włókien węglowych w matrycy z żywicy epoksydowej			Żywica epoksydowa utwardzana w temperaturze pokojowej z wypełniaczami mineralnymi	Żywica epoksydowa utwardzana w temperaturze pokojowej z wypełniaczami mineralnymi	Żywica epoksydowa utwardzana w temperaturze pokojowej z wypełniaczami mineralnymi	Rozpuszczalnik organiczny
Rodzaj zastosowania*	EB	EB	NSM	EB & NSM	EB & NSM	EB & NSM	EB & NSM
Opakowanie	zwój 100 m lub zwój 150 m**			wiadro 5 kg wiadro 10 kg kartusz 585 ml	wiadro 11 kg	wiadro 5 kg	opakowanie aerosolowe 500 ml
Trwałość	nieograniczona			36 miesięcy	36 miesięcy	36 miesięcy	36 miesięcy
Warunki przechowywania	5 do 50 °C, w suchym miejscu, chronić przed promieniowaniem UV			5 do 40 °C	5 do 40 °C	5 do 40 °C	5 do 40 °C
Temperatura zastosowania	10 do 40 °C			10 do 40 °C	10 do 40 °C	10 do 40 °C	10 do 40 °C
Temperatura użytkowania (po utwardzeniu)	- 25 do 40 °C			- 25 do 40 °C	- 25 do 40 °C	- 25 do 40 °C	Nie zespalać
*EB: taśma CFRP klejona do powierzchni w sposób odporny na ścinanie; NSM: taśma CFRP klejona w szczeliny							
**Długości zwojów o różnych geometriach są podane w odpowiednich kartach technicznych.							
System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System						Załącznik A1	
Opis produktu Komponenty systemu i szczegóły techniczne							

Przegląd „Systemu wzmacniającego fischer C-Fiber Force Strengthening System” – komponenty systemu (część II)

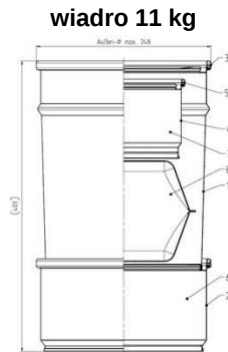
Klej FRS-CS do taśm CFRP (komp. B)



Warstwa szczepna FRS-BA (komp. D)

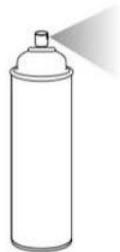


Zaprawa naprawcza FRS-PC 11 (komp. C)



Środek czyszczący FRA-CA (komp. E)

opakowanie aerozolowe 500 ml

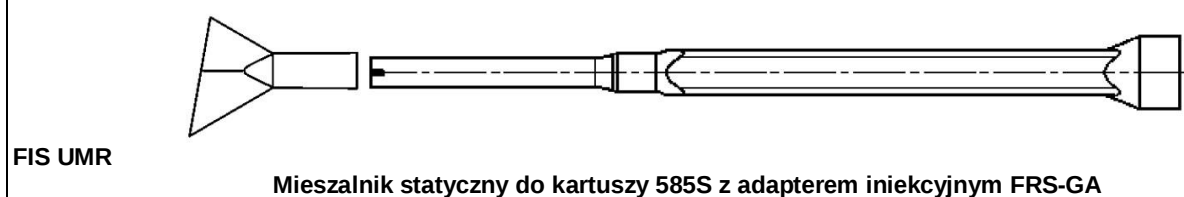


System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System

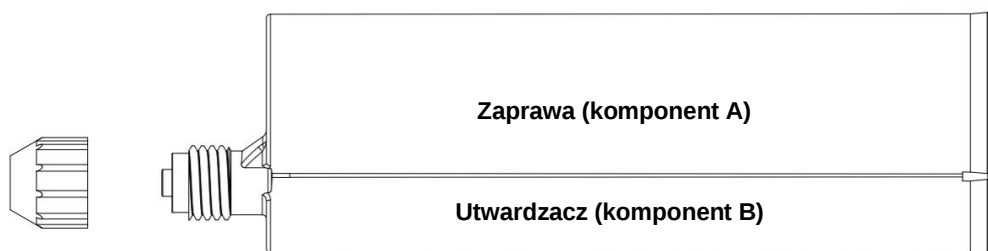
Opis produktu
Komponenty systemu i szczegóły techniczne

Załącznik A2

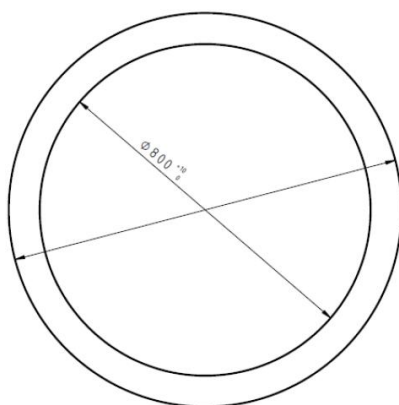
**Przegląd „Systemu wzmacniającego fischer C-Fiber Force Strengthening System” –
komponenty systemu (część III)**



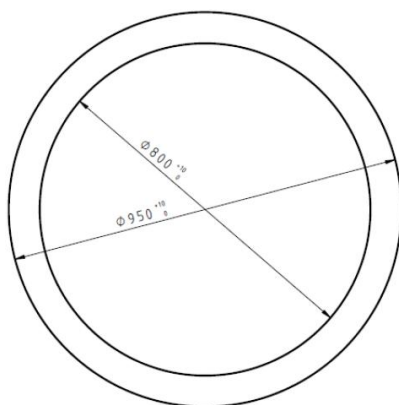
Klej FRS-CS do taśm CFRP kartusze 585 ml (komp. B)



Zwoje taśm CFRP klejonych na powierzchnię w sposób odporny na ścinanie FRS-L-S, FRS-L-H (komponent A)



Zwoje taśm CFRP klejonych w szczeliny FRS-L-S-NSM (komponent A)



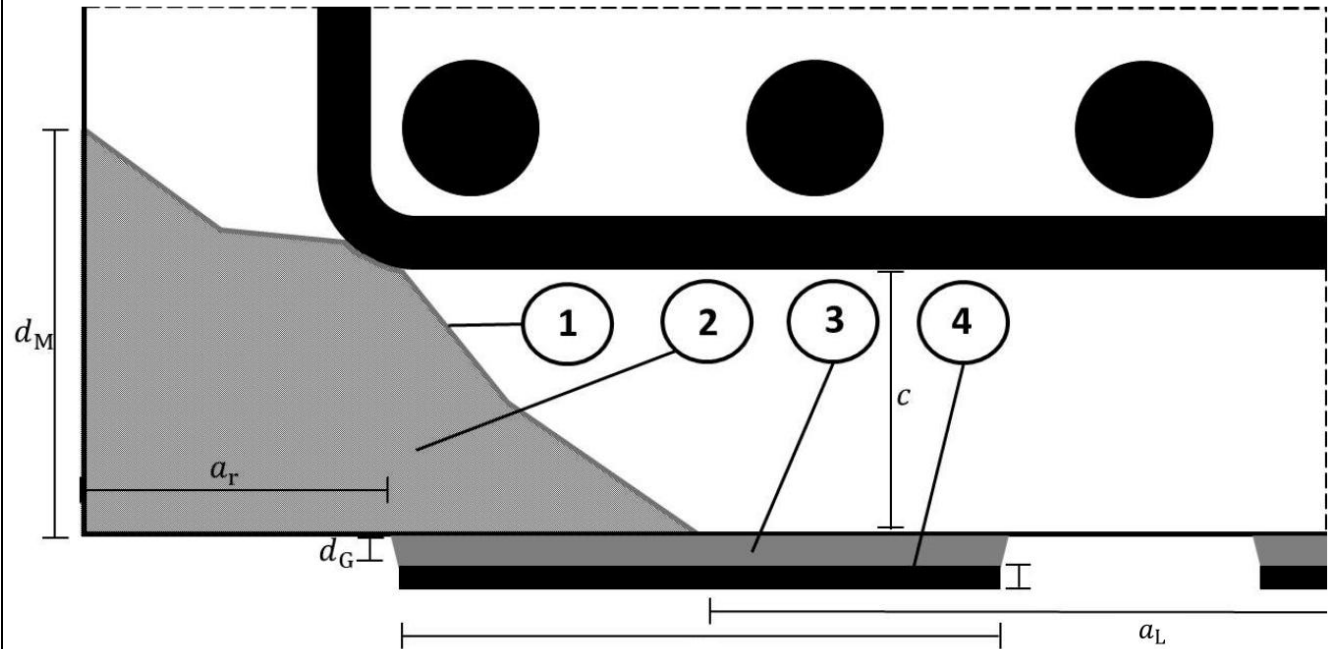
System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System

Opis produktu
Komponenty systemu i szczegóły techniczne

Załącznik A3

Przegląd „Systemu wzmacniającego fischer C-Fiber Force Strengthening System” – techniki wzmacniania (część I)

Taśmy CFRP klejone do powierzchni w sposób odporny na ścinanie



Rys. A4.1: Przekrój żelbetowego elementu konstrukcyjnego wzmocnionego taśmami CFRP FRS-L-S i FRS-L-H klejonymi do powierzchni w sposób odporny na ścinanie za pomocą kleju epoksydowego FRS-CS oraz po wcześniejszej (opcjonalnej) naprawie betonu za pomocą systemu zastępczego betonu FRS-PC 11 i warstwy szczepnej FRS-BA.

Legenda

- c Otulina betonowa zbrojenia
 a_r Odległość od krawędzi taśm CFRP klejonych na powierzchnię w sposób odporny na ścinanie do krawędzi elementu konstrukcyjnego
 a_L Odległość między osiami sąsiednich taśm CFRP (oś środkowa do osi środkowej)
 d_B Grubość warstwy lub zużycie warstwy szczepnej FRS-BA
 d_M Grubość warstwy zaprawy naprawczej FRS-PC 11
 d_G Grubość warstwy kleju FRS-CS
 t_L Grubość taśm CFRP FRS-L-S lub FRS-L-H klejonych do powierzchni w sposób odporny na ścinanie
 b_L Szerokość taśm CFRP FRS-L-S lub FRS-L-H klejonych do powierzchni w sposób odporny na ścinanie

1 komponent D - warstwa szczepna FRS-BA:	Zużycie	d_D : 500 g/m ² - 800 g/m ²
2 komponent C – zaprawa naprawcza FRS-PC 11:	Grubość warstwy	d_M : 4 mm - 30 mm
3 komponent B – klej FRS-CS:	Grubość warstwy	d_G : 1 mm - 5 mm
4 komponent A – taśma CFRP FRS-L-S/FRS-L-H:	Grubość	t_L : 1,2 mm / 1,4 mm (≤ 2 warstwy)

System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System

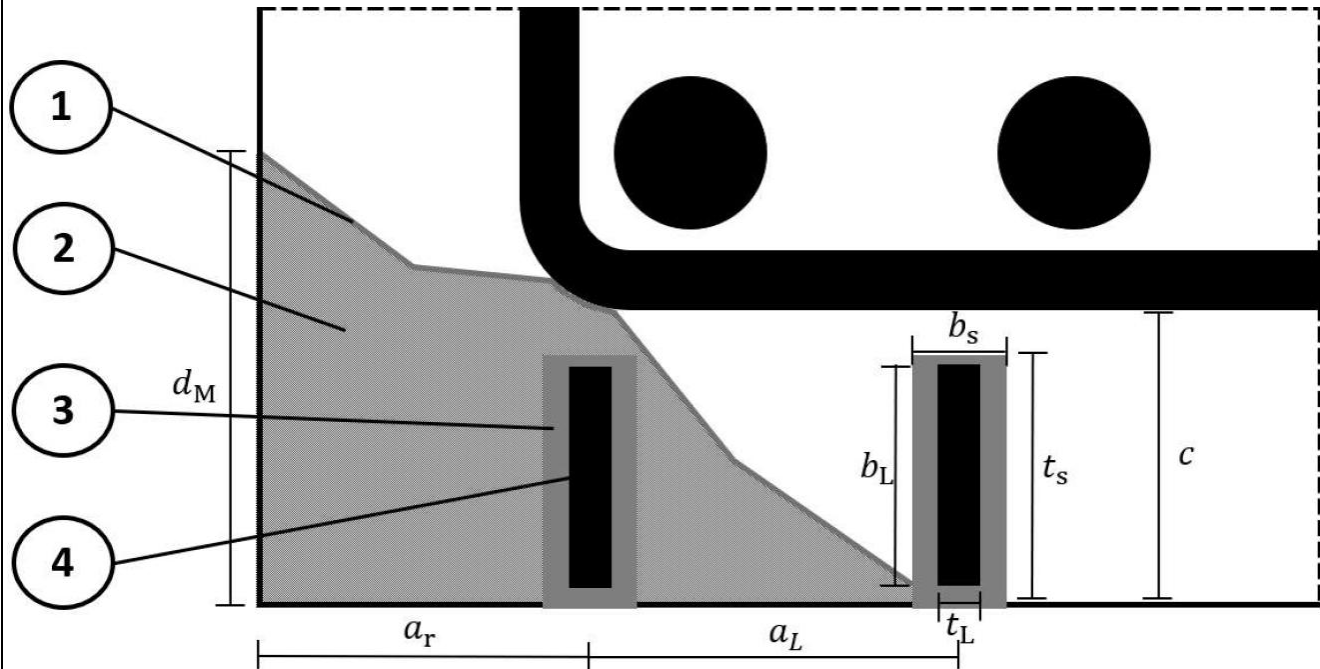
Opis produktu

Komponenty systemu i szczegóły techniczne

Załącznik A4

Przegląd „Systemu wzmacniającego fischer C-Fiber Force Strengthening System” – techniki wzmacniania (część II)

Taśmy CFRP klejone w szczeliny



Rys. A5.1: Przekrój żelbetowego elementu konstrukcyjnego wzmocnionego taśmami CFRP FRS-L-S klejonymi w szczeliny za pomocą kleju epoksydowego FRS-CS oraz po wcześniejszej (opcjonalnej) naprawie betonu za pomocą systemu zastępczego betonu FRS-PC 11 i warstwy szczepnej FRS-BA.

Legenda

- c Otulina betonowa zbrojenia
 a_r Odległość krawędzi taśm CFRP klejonych w szczeliny od krawędzi elementu konstrukcyjnego
 a_L Odległość między osiami sąsiednich taśm szczelinowych CFRP (oś środkowa do osi środkowej)
 d_B Grubość warstwy lub zużycie warstwy szczepnej FRS-BA
 d_M Grubość warstwy zaprawy naprawczej FRS-PC 11
 b_s Szerokość szczeliny $t_L + 1 \text{ mm} \leq b_s \leq t_L + 3 \text{ mm}$
 t_s Głębokość szczeliny $t_s \geq b_L + 3 \text{ mm}$
 t_L Grubość taśm klejonych w szczeliny
 b_L Szerokość taśm klejonych w szczeliny

1 komponent D – warstwa szczepna FRS-BA:	Zużycie ρ_D :	500 g/m ² - 800 g/m ²
2 komponent C – zaprawa naprawcza FRS-PC 11:	Grubość warstwy d_M :	4 mm - 30 mm
3 komponent B – klej FRS-CS:	Grubość warstwy ρ_B :	0,06 kg/m - 0,20 kg/m
4 komponent A – taśma CFRP FRS-L-S:	Grubość:	t_L : 1,2 mm / 1,4 mm / 1,7 mm

System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System

Opis produktu
Komponenty systemu i szczegóły techniczne

Załącznik A5

Przegląd systemu wzmacniającego „fischer C-Fiber Force Strengthening System” – Specyfikacja

Specyfikacja przeznaczenia

System wzmacniający „fischer C-Fiber Force Strengthening System” służy do statycznego wzmacniania obszarów zbrojenia rozciąganych elementów betonowych, żelbetowych i elementów z betonu sprężonego, takich jak belki, płyty, ściany i podpory. System wzmacniający przyczynia się do zwiększenia nośności przy statycznych, quasi-statycznych i wysokocyklicznych obciążeniach zmęczeniowych elementów żelbetowych i elementów z betonu sprężonego zgodnie z zasadami projektowania.

Projekt statyki

Za projekt statyki układów zbrojenia przy użyciu systemu wzmacniającego „fischer C-Fiber Force Strengthening System” poprzez Taśmy CFRP klejone na powierzchnię w sposób odporny na ścinanie i Taśmy CFRP klejone w szczeliny odpowiada doświadczony projektant konstrukcji nośnych zgodnie z krajowymi lub międzynarodowymi dyrektywami i przepisami w połączeniu z niniejszą Europejską Oceną Techniczną oraz rysunkami technicznymi oraz instrukcją (instrukcjami) montażu producenta. Oprogramowanie do projektowania fischer REINFORCE-FIX® może być wykorzystane do wstępnego obliczenia układów zbrojenia żelbetowych elementów konstrukcyjnych oraz do wyboru i wymiarowania wzmocnienia.

Materiały

Przeznaczenie systemu wzmacniającego opisanego w niniejszej ocenie ETA obejmuje elementy betonowe z betonu zwykłego, żelbetu i betonu sprężonego o klasach wytrzymałości betonu od C12/15 do C50/60 zgodnie z normą EN 206-1:2000 lub nowszą, o średniej powierzchniowej wytrzymałości na rozciąganie wynoszącej co najmniej $\geq 1,0 \text{ N/mm}^2$ przy dostatecznie płaskiej i gładkiej powierzchni. W przypadku zastosowania wyższych powierzchniowych wytrzymałości na rozciąganie do projektowania konstrukcji nośnych wartości te należy zweryfikować na wzmacnianym betonowym elemencie konstrukcyjnym poprzez pomiar przyczepności przez odrywanie zgodnie z normą EN 1542. Decyzja o przydatności wzmacnianego elementu konstrukcyjnego oraz o odpowiedniej obróbce wstępnej powierzchni betonu należy do kompetentnego, doświadczanego projektanta konstrukcji nośnych.

Warunki montażu i użytkowania

Montaż powinien przeprowadzić odpowiednio wykwalifikowany personel posiadający udokumentowaną wiedzę specjalistyczną pod nadzorem odpowiedzialnego projektanta konstrukcji nośnej. Prace montażowe należy wykonać zgodnie z wytycznymi zawartymi w projekcie konstrukcji nośnej, bez wprowadzania zmian lub wymiany materiałów i geometrii zdefiniowanych i uwzględnionych w obliczeniach. Wszystkie materiały zawarte w systemie wzmacniającym „fischer C-Fiber Force Strengthening System” należy stosować bez manipulacji lub modyfikacji. Taśmy CFRP są dostępne wyłącznie w szerokościach podanych w załączniku C9. Szerokości taśm CFRP nie wolno zmieniać na placu budowy. Taśmy CFRP można przycinać do wymaganej długości zgodnie z instrukcją montażu producenta (MPII).

Przechowywanie, transport, obsługa i przygotowanie mieszanki, jak i montaż muszą być przeprowadzone zgodnie z kartami technicznymi i instrukcją montażu producenta (MPII) oraz w zgodzie z obowiązującymi przepisami krajowymi i międzynarodowymi.

Zakres temperatur użytkowania systemu wzmacniającego „fischer C-Fiber Force Strengthening System” po utwardzeniu wynosi od -25°C do $+40^{\circ}\text{C}$ po całkowitym utwardzeniu komponentów. Przy projektowaniu konstrukcji należy uwzględnić zmniejszenie nośności spowodowane wpływem temperatury i innych czynników środowiskowych. System wzmacniający „fischer C-Fiber Force Strengthening System” można stosować w zakresie temperatur otoczenia i temperatur materiałów wynoszącym od $+10^{\circ}\text{C}$ do $+40^{\circ}\text{C}$, jeśli zarówno temperatura powierzchni, jak i temperatura otoczenia są wyższe od punktu rosy. Czas utwardzania komponentów systemu w zależności od temperatury podano poniżej:

Temperatura:	$\geq 10^{\circ}\text{C}$	$\geq 20^{\circ}\text{C}$	40°C
FRS-BA	$\geq 96 \text{ h}$	$\geq 48 \text{ h}$	$\geq 24 \text{ h}$
FRS-PC 11	$\geq 96 \text{ h}$	$\geq 48 \text{ h}$	$\geq 24 \text{ h}$
FRS-CS	$\geq 48 \text{ h}$	$\geq 24 \text{ h}$	$\geq 16 \text{ h}$

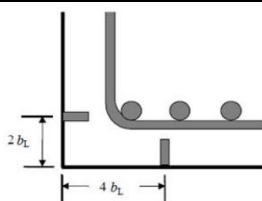
Zgodnie z powyższymi czasami utwardzania utwardzanie zestawu powinno trwać co najmniej 48 godzin w warunkach standardowych (21°C) lub co najmniej 96 godzin w minimalnej temperaturze montażu (10°C), w zależności od indywidualnych warunków pogodowych. Odpowiedzialny inżynier budownictwa powinien określić warunki zapewnienia jakości nanoszenia i je zrealizować, aby zapewnić prawidłowe rozmieszczenie, przygotowanie powierzchni, montaż i utwardzenie zestawu zgodnie z instrukcją MPII producenta i ewentualnymi przepisami krajowymi.

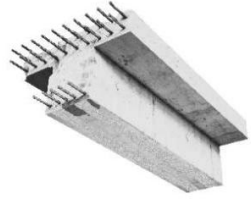
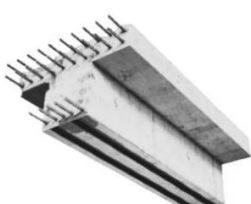
System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System

Przeznaczenie

Specyfikacje i warunki stosowania

Załącznik B1

Specyfikacje i warunki stosowania zestawu wzmacniającego					
Reprofilowanie betonu za pomocą zaprawy naprawczej do betonu FRS-PC 11 (komp. C) i warstwy szczepnej FRS-BA (komp. D)					
Wstępna obróbka powierzchni betonu	Usunięcie luźnych cząstek betonu, oczyszczenie za pomocą szczotki stalowej i odkurzacza lub sprężonym powietrzem.				
System naprawy betonu	Zaprawa naprawcza FRS-PC 11 naniesiona z warstwą szczepną FRS-BA				
Zużycie warstwy szczepnej FRS-BA d_B [kg/m ²]	0,5 - 0,8				
Grubość warstwy zaprawy naprawczej FRS-PC 11 d_M [mm]	4 - 30				
Grubość warstwy zaprawy naprawczej FRS-PC 11 d_M [mm]	5	10	15	20	30
Zużycie zaprawy naprawczej FRS-PC 11 w zależności od grubości warstwy [kg/m ²]	10	20	30	40	60
Rzeczywiste zużycie może zmieniać się w zależności od chropowatości powierzchni podłoża betonowego.					
Wzmocnienie za pomocą przyklejanych na powierzchnię taśm klejonych CFRP FRS-L-S / FRS-L-H (komp. A) i FRS-CS (komp. B)					
Wstępna obróbka powierzchni betonu	Piaskowanie	Śrutowanie	Szlifowanie	Pistolet igłowy	
	Oczyszczenie za pomocą odkurzacza lub sprężonym powietrzem				
Grubość warstwy kleju FRS-CS d_G [mm]	1 - 5				
Zużycie warstwy kleju FRS-CS w zależności od grubości warstwy [kg/m]	1 mm grubości	2 mm Grubość	3 mm grubości	4 mm Grubość	5 mm Grubość
FRS-L-S / FRS-L-H $b_1 = 50$ mm	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50
FRS-L-S / FRS-L-H $b_1 = 75$ mm	0,15	0,30	0,45	0,60	0,75
FRS-L-S / FRS-L-H $b_1 = 100$ mm	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
Minimalna odległość od krawędzi a_r	Otulina betonowa zbrojenia wewnętrznego				
Rzeczywiste zużycie może zmieniać się w zależności od chropowatości powierzchni podłoża betonowego.					
Wzmocnienie za pomocą taśm CFRP RS-L-S NSM klejonych w szczeliny FRS (komp. A) i FRS-CS (komp. B)					
Wstępna obróbka podłoża betonowego	Frezowanie szczelin				
	Oczyszczenie szczelin sprężonym powietrzem				
Szerokość i grubość taśm CFRP [mm x mm]	10 x 1,7	15 x 1,4		20 x 1,2	
Zalecana głębokość szczelin t_s [mm]	13	18		23	
Zalecana szerokość szczelin b_s [mm]	2,7 - 4,7	2,4 - 4,4		2,2 - 4,2	
Zużycie kleju FRS-CS [kg/m]	0,060 - 0,075	0,075 - 0,090		0,090 - 0,200	
Minimalna odległość od krawędzi a_r	$a_r \geq \min \begin{pmatrix} 2 \cdot b_f \\ 30 \text{ mm} \\ d_g \end{pmatrix}$ gdzie b_f : szerokość taśm CFRP; d_g : Największa średnica ziarna				
Minimalny rozstaw szczelin a_1	Co najmniej $a_1 \geq b_1$ bez zmniejszenia nośności $a_1 \geq 2 \cdot b_1$				
Minimalna otulina betonowa c	Co najmniej $c \geq t_s + 5$ mm, zależnie od dokładności pomiaru i aparatury				
Rzeczywiste zużycie może zmieniać się w zależności od głębokości szczelin i szerokości.					
System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System				Załącznik B2	
Przeznaczenie Specyfikacje i warunki stosowania					

Graficzna prezentacja metody wzmacniania za pomocą taśm CFRP klejonych na powierzchnię w sposób odporny na ścinanie – (część I)		
Prezentacja poszczególnych etapów naprawy betonu i wzmacniania betonowych elementów konstrukcyjnych za pomocą systemu wzmacniającego „fischer C-Fiber Force Strengthening System” z taśmami CFRP klejonymi na powierzchnię w sposób odporny na ścinanie		
Przedstawione tutaj etapy montażu nie zastępują pełnej instrukcji montażu i nie są opisane w sposób całkowicie wyczerpujący. Szczegółowe informacje dotyczące stosowania i obróbki można znaleźć w odpowiednich instrukcjach montażu produktu (MPII) producenta.		
		Warstwę szepną FRS-BA należy nakładać cienką powłoką na oczyszczone, pęknięte lub uszkodzone miejsca w betonie oraz na oczyszczone z rdzy, osadzone, odsłonięte pręty zbrojeniowe jako zabezpieczenie antykorozyjne. <i>(Konieczność naprawy betonu zależy od rzeczywistego stanu wzmacnianego elementu betonowego)</i>
		Nanoszenie zaprawy naprawczej FRS-PC 11 na uszkodzony beton, bezpośrednio na nadal wilgotną, nieutwardzoną warstwę szepną. <i>(Konieczność naprawy betonu zależy od rzeczywistego stanu wzmacnianego elementu betonowego)</i>
		Przygotowanie i zszorstkowanie powierzchni betonu przeznaczonego do wzmocnienia w celu przyklejenia taśm CFRP poprzez piaskowanie, śrutowanie lub szlifowanie w miejscach, w których mają być umieszczone paski CFRP. Po zszorstkowaniu muszą być widoczne grube kruszywa betonowe o średnicy ziarna ≥ 4 mm.
		Nałożenie warstwy kleju FRS-CS na przygotowaną powierzchnię betonu, jak i na powierzchnię taśm CFRP FRS-L-S lub FRS-L-H w wysokości od 2 mm do 10 mm.
		Nałożenie taśm CFRP FRS-L-S lub FRS-L-H na powierzchnię wzmacnianego elementu betonowego. Po nałożeniu i docięnięciu taśm CFRP do powierzchni betonu nadmiar kleju musi być widoczny na bokach taśm CFRP.
System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System		
Przegląd etapów naprawy i wzmacniania konstrukcji betonowych za pomocą taśm CFRP klejonych na powierzchnię w sposób odporny na ścinanie		Załącznik B3

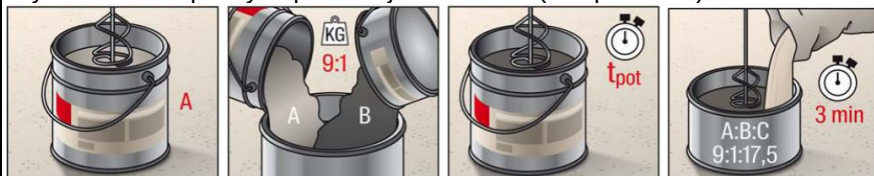
Graficzna prezentacja metody wzmacniania za pomocą taśm CFRP klejonych na powierzchnię w sposób odporny na ścinanie – (część II)

Prezentacja poszczególnych etapów naprawy betonu i wzmacniania betonowych elementów konstrukcyjnych za pomocą systemu wzmacniającego „fischer C-Fiber Force Strengthening System” z taśmami CFRP klejonymi na powierzchnię w sposób odporny na ścinanie

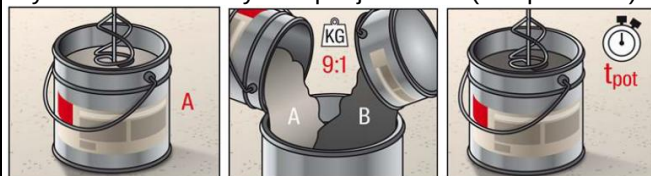
Przedstawione tutaj etapy montażu nie zastępują pełnej instrukcji montażu i nie są opisane w sposób całkowicie wyczerpujący. Szczegółowe informacje dotyczące stosowania i obróbki można znaleźć w odpowiednich instrukcjach montażu produktu (MPII) producenta.

Naprawa betonu za pomocą zaprawy naprawczej na bazie żywicy epoksydowej FRS-PC 11 i warstwy szczepnej FRS-BA:

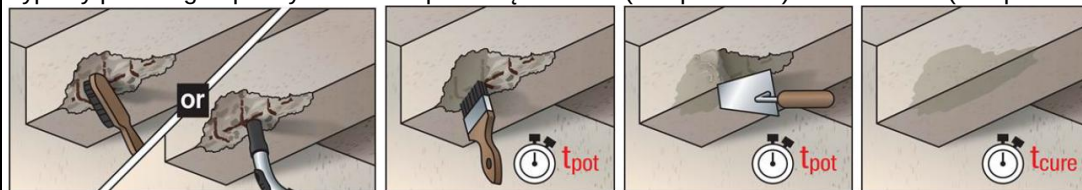
Wymieszanie zaprawy naprawczej FRS-PC 11 (komponent C):



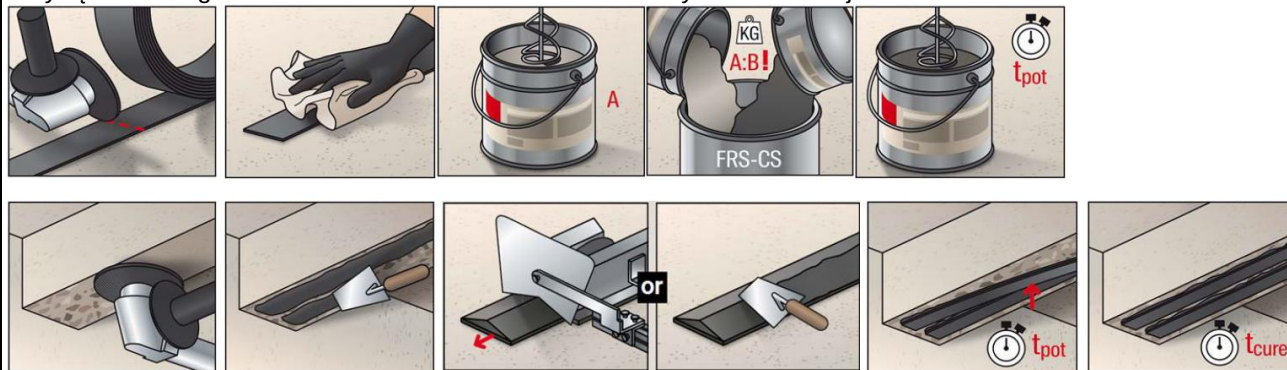
Wymieszanie warstwy szczepnej FRS-BA (komponent D):



Typowy przebieg naprawy betonu za pomocą FRS-BA (komponent D) i FRS-PC 11 (komponent C):



Przycięcie na długość taśm FRS-L-S lub FRS-L-H CFRP i wymieszanie kleju FRS-CS



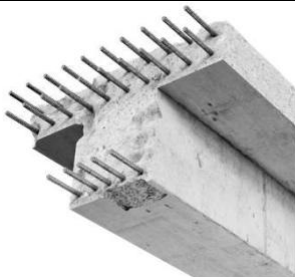
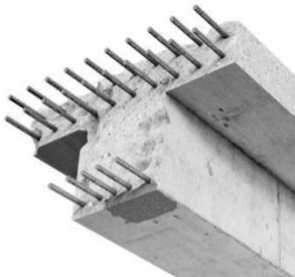
Więcej informacji (np. dotyczących czasu przydatności do użycia, czasu utwardzania itp.) na temat komponentów systemu FRS-BA, FRS-PC 11, FRS-CS można znaleźć w odpowiednich kartach technicznych, na etykietach i w instrukcji montażu (MPII).

System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System

Przegląd

etapów naprawy i wzmacniania konstrukcji betonowych za pomocą taśm CFRP klejonych na powierzchnię w sposób odporny na ścinanie

Załącznik B4

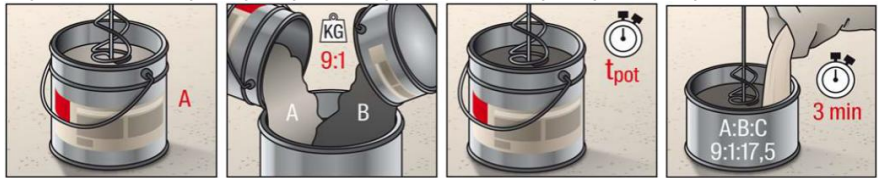
Graficzna prezentacja metody wzmacniania za pomocą taśm CFRP klejonych w szczeliny – (część I)		
Prezentacja poszczególnych etapów naprawy betonu i wzmacniania betonowych elementów konstrukcyjnych za pomocą systemu wzmacniającego „fischer C-Fiber Force Strengthening System” z taśmami CFRP klejonymi w szczeliny		
Przedstawione tutaj etapy montażu nie zastępują pełnej instrukcji montażu i nie są opisane w sposób całkowicie wyczerpujący. Szczegółowe informacje dotyczące stosowania i obróbki można znaleźć w odpowiednich instrukcjach montażu produktu (MPII) producenta.		
		Warstwę szepną FRS-BA należy nakładać cienką powłoką na oczyszczone, pęknięte lub uszkodzone miejsca w betonie oraz na oczyszczone z rdzy, osadzone, odsłonięte pręty zbrojeniowe jako zabezpieczenie antykorozyjne. <i>(Konieczność naprawy betonu zależy od rzeczywistego stanu wzmacnianego elementu betonowego)</i>
		Nanoszenie zaprawy naprawczej FRS-PC 11 na uszkodzony beton, bezpośrednio na nadal wilgotną, nieutwardzoną warstwę szepną. <i>(Konieczność naprawy betonu zależy od rzeczywistego stanu wzmacnianego elementu betonowego)</i>
		Przygotowanie powierzchni poprzez frezowanie szczeliny o określonej szerokości i głębokości w otulinie betonowej. Szczeliny mogą zostać następnie oczyszczone po usunięciu luźnych fragmentów betonu w obszarze szczeliny poprzez przedmuchiwanie sprężonym powietrzem.
		Szczeliny należy całkowicie wypełnić klejem od dna szczeliny, na całej długości i bez pęcherzyków powietrza, aż klej zacznie wypływać ze szczeliny.
		Taśmę CFRP należy wprowadzić centralnie do szczeliny, aż zostanie całkowicie licująco osadzona w szczelinie. Powierzchnię należy wygładzić, aby usunąć nadmiar kleju i zagwarantować równą powierzchnię elementu konstrukcyjnego.
System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System		Załącznik B5
Przegląd etapów naprawy i wzmacniania konstrukcji betonowych za pomocą taśm CFRP klejonych w szczeliny		

Graficzna prezentacja metody wzmacniania za pomocą taśm CFRP klejonych w szczeliny – (część II)
Prezentacja poszczególnych etapów naprawy betonu i wzmacniania betonowych elementów konstrukcyjnych za pomocą systemu wzmacniającego „fischer C-Fiber Force Strengthening System” z taśmami CFRP klejonymi w szczeliny

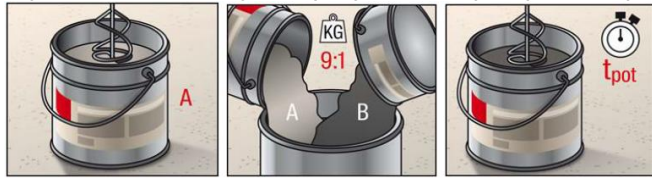
Przedstawione tutaj etapy montażu nie zastępują pełnej instrukcji montażu i nie są opisane w sposób całkowicie wyczerpujący. Szczegółowe informacje dotyczące stosowania i obróbki można znaleźć w odpowiednich instrukcjach montażu produktu (MPII) producenta.

Naprawa betonu za pomocą zaprawy naprawczej na bazie żywicy epoksydowej FRS-PC 11 i warstwy szczepnej FRS-BA:

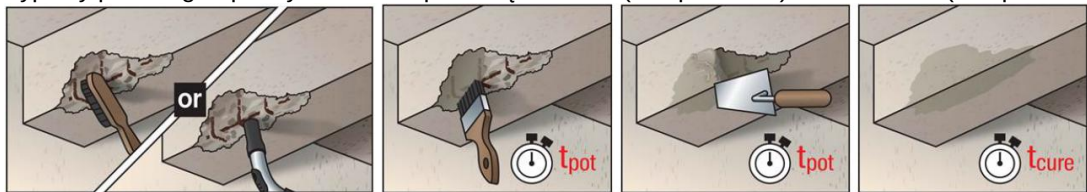
Wymieszanie zaprawy naprawczej FRS-PC 11 (komponent C):



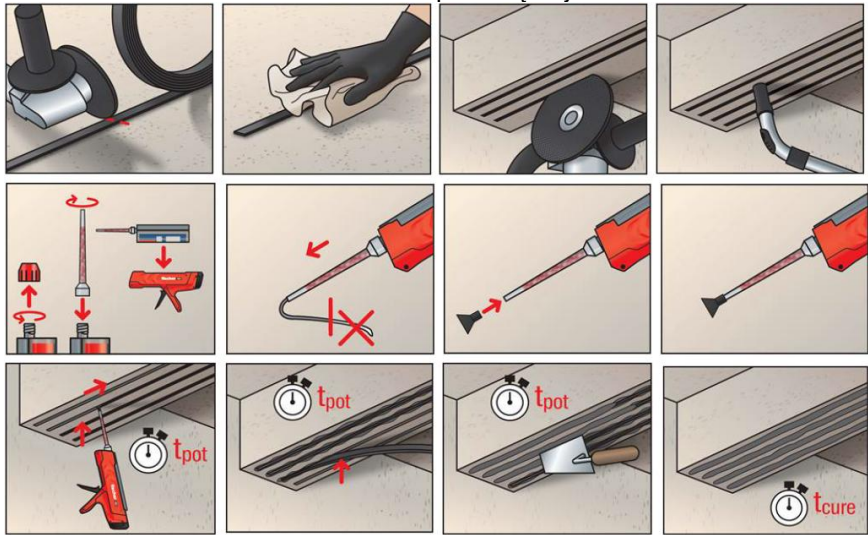
Wymieszanie warstwy szczepnej FRS-BA (komponent D):



Typowy przebieg naprawy betonu za pomocą FRS-BA (komponent D) i FRS-PC 11 (komponent C):



Montaż taśm CFRP FRS-L-S NSM za pomocą kleju FRS-CS / FRS-CS 585 S z systemem kartuszowym



System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System

Przegląd

etapów naprawy i wzmacniania konstrukcji betonowych za pomocą taśm CFRP klejonych w szczeliny

Załącznik B6

Charakterystyka produktu – klej FRS-CS	
Wygląd	– Komponent A – Komponent B – Mieszanka A i B (4:1)
Gęstość	– Komponent A – Komponent B – Mieszanka A i B (4:1)
Stosunek składników mieszanki według wagi	4 : 1
Moduł sprężystości podłużnej pod naprężeniem ściskającym**	≥ 7500 MPa
Wytrzymałość na rozciąganie:***	≥ 35 MPa
Czas przetwarzania	– przy minimalnej temperaturze montażu (10°C) i maksymalnej ilości przetwarzanej masy (10 kg)* – przy normalnej temperaturze otoczenia (21 °C) i maksymalnej ilości przetwarzanej masy (10 kg)* – przy maksymalnej temperaturze montażu (40 °C) i maksymalnej ilości przetwarzanej masy (10 kg)*
Minimalny czas utwardzania	– przy minimalnej temperaturze przetwarzania (10 °C) – przy standardowej temperaturze przetwarzania (21 °C) – przy maksymalnej temperaturze przetwarzania (40 °C)
*zgodnie z EN ISO 9514.	
**zgodnie z EN 13412.	
***zgodnie z EN ISO 527-1, po 7 dniach w standardowych warunkach	
System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System	
Opis produktu Parametry techniczne i szczegóły kleju FRS-CS	Załącznik C1

Temperatura zeszklenia kleju FRS-CS		
Warunki i czasy utwardzania		Temperatura zeszklenia [°C]
– czas utwardzania 7 dni w temperaturze 21 °C ± 2 °C, przy 50% wilg. względnej.	T_{Ggi}	54 - 59 *; 55 - 59 *
Temperaturę zeszklenia zmierzono podczas pierwszego cyklu podgrzewania. * Ze względu na późniejsze twardnienie żywicy epoksydowej, które nakłada się na pomiar temperatury zeszklenia, możliwe jest podanie jedynie zakresu temperatur zeszklenia.		
System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System		Załącznik C2
Parametr Temperatura zeszklenia kleju FRS-CS po utwardzeniu w standardowych warunkach klimatycznych		

Charakterystyka produktu – zaprawa naprawcza FRS-PC 11		
Wygląd		
– Komponent A – Komponent B – Komponent C – Mieszanka A, B i C (3,6 : 0,4 : 7)		Pasta o wysokiej lepkości, biała Czarna ciecz o niskiej lepkości, płynna Sypki, gruboziarnisty wypełniacz koloru beżowego Jasnoszara zaprawa tiksotropowa
Grubość		
– Komponent A – Komponent B – Komponent C – Mieszanka A, B i C (3,6 : 0,4 : 7)		2,12 g/cm ³ ± 0,05 g/cm ³ 0,99 g/cm ³ ± 0,05 g/cm ³ 2,20 g/cm ³ ± 0,05 g/cm ³ 2,12 g/cm ³ ± 0,05 g/cm ³
Stosunek składników mieszanki według wagi		3,6 : 0,4 : 7
Moduł sprężystości podłużnej pod naprężeniem ściskającym **		≥ 20.000 MPa
Minimalny czas urabialności		
– przy minimalnej temperaturze montażu (10°C) i maksymalnej ilości przetwarzanej masy (11 kg)* – przy normalnej temperaturze otoczenia (21 °C) i maksymalnej ilości przetwarzanej masy (11 kg)* – przy maksymalnej temperaturze montażu (40 °C) i maksymalnej ilości przetwarzanej masy (11 kg)*		180 min 80 min 25 min
Minimalny czas utwardzania		
– przy minimalnej temperaturze przetwarzania (10 °C) – przy standardowej temperaturze przetwarzania (21 °C) – przy maksymalnej temperaturze przetwarzania (40 °C)		4 dni 2 dni 1 dzień
*zgodnie z EN 9514. **zgodnie z EN 13412.		
System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System		Załącznik C3
Opis produktu Parametry techniczne i szczegóły zaprawy naprawczej FRS-PC 11		

Temperatura zeszklenia zaprawy naprawczej FRS-PC 11		
Warunki i czasy utwardzania		Temperatura zeszklenia [°C]
– czas utwardzania 7 dni w temperaturze 21 °C ± 2 °C, przy 50% wilg. względnej.	T_{Ggi}	59 - 63 * 59 - 63 *
Temperaturę zeszklenia zmierzono podczas pierwszego cyklu podgrzewania.		
* Ze względu na późniejsze twardnienie żywicy epoksydowej, które nakłada się na pomiar temperatury zeszklenia, możliwe jest podanie jedynie zakresu temperatur zeszklenia.		
System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System		Załącznik C4
Parametr Temperatura zeszklenia zaprawy naprawczej FRS-PC 11 po utwardzeniu w standardowych warunkach klimatycznych		

Wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu kleju FRS-CS		
Warunki i czasy utwardzania		Wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu [N/mm²]
– czas utwardzania 1 dzień w temperaturze 10 °C ± 2 °C, przy 50% wilg. względnej. Średnia Wartość charakterystyczna (wskaźnik fraktalny 5 %)	f_{Gflij} f_{Gflmj} f_{Gflkj}	26,0; 25,7; 25,6; 25,8 25,1
– czas utwardzania 7 dni w temperaturze 10 °C ± 2 °C, przy 50% wilg. względnej. Średnia Wartość charakterystyczna (wskaźnik fraktalny 5 %)	f_{Gflij} f_{Gflmj} f_{Gflkj}	34,2; 34,0; 32,4; 33,5 30,2
– czas utwardzania 14 dni w temperaturze 10 °C ± 2 °C, przy 50% wilg. względnej. Średnia Wartość charakterystyczna (wskaźnik fraktalny 5 %)	f_{Gflij} f_{Gflmj} f_{Gflkj}	34,6; 31,7; 33,2; 33,2 28,3
– czas utwardzania 7 dni w temperaturze 21 °C ± 2 °C, przy 50% wilg. względnej. Średnia Wartość charakterystyczna (wskaźnik fraktalny 5 %)	f_{Gfli} f_{Gflm} f_{Gflk}	34,0; 31,3; 29,5; 31,6 24,0
System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System		Załącznik C5
Parametr Wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu kleju FRS-CS po utwardzeniu w minimalnej temperaturze montażu i w standardowych warunkach klimatycznych		

Wytrzymałość na ściskanie kleju FRS-CS		
Warunki i czasy utwardzania		Wytrzymałość na ściskanie [N/mm2]
– czas utwardzania 1 dzień w temperaturze 10 °C ± 2 °C, przy 50% wilg. względnej. Średnia Wartość charakterystyczna (wskaźnik fraktalny 5 %)	f_{Gcij} f_{Gcmj} f_{Gckj}	51,2; 50,1; 51,4; 48,7; 52,9; 47,5; 50,3 46,0
– czas utwardzania 7 dni w temperaturze 10 °C ± 2 °C, przy 50% wilg. względnej. Średnia Wartość charakterystyczna (wskaźnik fraktalny 5 %)	f_{Gcij} f_{Gcmj} f_{Gckj}	87,8; 85,9; 87,5; 84,3; 86,6; 82,6; 85,8 81,4
– czas utwardzania 14 dni w temperaturze 10 °C ± 2 °C, przy 50% wilg. względnej. Średnia Wartość charakterystyczna (wskaźnik fraktalny 5 %)	f_{Gcij} f_{Gcmj} f_{Gckj}	91,6; 91,3; 91,7; 90,1; 90,2; 89,1; 90,7 88,4
– czas utwardzania 7 dni w temperaturze 21 °C ± 2 °C, przy 50% wilg. względnej. Średnia Wartość charakterystyczna (wskaźnik fraktalny 5 %)	f_{Gci} f_{Gcm} f_{Gck}	89,9; 87,6; 89,8; 89,4; 88,8; 90,7; 89,4 87,0
System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System		Załącznik C6
Parametr Wytrzymałość na ściskanie kleju FRS-CS po utwardzeniu w minimalnej temperaturze montażu i w standardowych warunkach klimatycznych		

Wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu zaprawy naprawczej FRS-PC 11		
Warunki i czasy utwardzania		Wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu [N/mm2]
– czas utwardzania 1 dzień w temperaturze 10 °C ± 2 °C, przy 50% wilg. względnej. Średnia Wartość charakterystyczna (wskaźnik fraktalny 5 %)	f_{Mfli}	26,3; 25,7; 25,6;
	f_{Mflm}	25,9
	f_{Mflk}	24,6
– czas utwardzania 7 dni w temperaturze 10 °C ± 2 °C, przy 50% wilg. względnej. Średnia Wartość charakterystyczna (wskaźnik fraktalny 5 %)	f_{Mfli}	37,5; 36,9; 38,7;
	f_{Mflm}	37,7
	f_{Mflk}	34,6
– czas utwardzania 14 dni w temperaturze 10 °C ± 2 °C, przy 50% wilg. względnej. Średnia Wartość charakterystyczna (wskaźnik fraktalny 5 %)	f_{Mfli}	40,5; 43,0; 42,4;
	f_{Mflm}	42,0
	f_{Mflk}	37,6
– czas utwardzania 7 dni w temperaturze 21 °C ± 2 °C, przy 50% wilg. względnej. Średnia Wartość charakterystyczna (wskaźnik fraktalny 5 %)	f_{Mfli}	42,4; 42,3; 41,6;
	f_{Mflm}	42,1
	f_{Mflk}	41,4
System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System		Załącznik C7
Parametr Wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu zaprawy naprawczej FRS-PC 11 po utwardzeniu w minimalnej temperaturze montażu i w standardowych warunkach klimatycznych		

Wytrzymałość na ściskanie zaprawy naprawczej FRS-PC 11		
Warunki i czasy utwardzania		Wytrzymałość na ściskanie [N/mm2]
– czas utwardzania 1 dzień w temperaturze 10 °C ± 2 °C, przy 50% wilg. względnej. Średnia Wartość charakterystyczna (wskaźnik fraktalny 5 %)	f_{Mci} f_{Mcmj} f_{Mckj}	91,4; 88,1; 87,8; 87,1; 86,9; 87,3; 88,1 84,4
– czas utwardzania 7 dni w temperaturze 10 °C ± 2 °C, przy 50% wilg. względnej. Średnia Wartość charakterystyczna (wskaźnik fraktalny 5 %)	f_{Mci} f_{Mcm} f_{Mck}	137,6; 137,1; 133,5; 135,6; 139,2; 134,3; 136,2 131,5
– czas utwardzania 14 dni w temperaturze 10 °C ± 2 °C, przy 50% wilg. względnej. Średnia Wartość charakterystyczna (wskaźnik fraktalny 5 %)	f_{Mci} f_{Mcm} f_{Mck}	146,1; 146,6; 144,3; 143,4; 144,6; 143,8; 144,8 142,0
– czas utwardzania 7 dni w temperaturze 21 °C ± 2 °C, przy 50% wilg. względnej. Średnia Wartość charakterystyczna (wskaźnik fraktalny 5 %)	f_{Mci} f_{Mcm} f_{Mck}	147,0; 150,2; 147,4; 148,4; 146,3; 152,6; 148,7 143,5
System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System		Załącznik C8
Parametr Wytrzymałość na ściskanie zaprawy naprawczej FRS-PC 11 po utwardzeniu w minimalnej temperaturze montażu i w standardowych warunkach klimatycznych		

Charakterystyka produktu – taśma CFRP „FRS-L-H“			
Zastosowanie	Taśma CFRP klejona do powierzchni w sposób odporny na ścinanie (taśma klejona)		
Min. średnica wewnętrzna zwoju	≥ 800 mm		
Zawartość włókien	≥ 67 % objętościowo*		
temperatura zeszklenia	≥100 °C**		
Geometria	Szerokość b_1 [mm]	Grubość t_1 [mm]	Powierzchnia przekroju [mm ²]
FRS-L-H 50 x 1,2 mm	50	1,2	60
FRS-L-H 50 x 1,4 mm	50	1,4	70
FRS-L-H 75 x 1,2 mm	75	1,2	90
FRS-L-H 75 x 1,4 mm	75	1,4	105
FRS-L-H 100 x 1,2 mm	100	1,2	120
FRS-L-H 100 x 1,4 mm	100	1,4	140
Charakterystyka produktu – taśma CFRP „FRS-L-S“			
Zastosowanie	Taśma CFRP klejona do powierzchni w sposób odporny na ścinanie (taśma klejona)		
Min. średnica wewnętrzna zwoju	≥ 800 mm		
Zawartość włókien	≥ 67 % objętościowo*		
temperatura zeszklenia	≥ 100 °C**		
Geometria	Szerokość b_1 [mm]	Grubość t_1 [mm]	Powierzchnia przekroju [mm ²]
FRS-L-S 50 x 1,2 mm	50	1,2	60
FRS-L-S 50 x 1,4 mm	50	1,4	70
FRS-L-S 75 x 1,2 mm	75	1,2	90
FRS-L-S 75 x 1,4 mm	75	1,4	105
FRS-L-S 100 x 1,2 mm	100	1,2	120
FRS-L-S 100 x 1,4 mm	100	1,4	140
Charakterystyka produktu – taśma CFRP „FRS-L-S NSM“			
Zastosowanie	Taśma CFRP klejona w szczeliny (taśma szczelinowa)		
Min. średnica wewnętrzna zwoju	≥ 800 mm		
Zawartość włókien	≥ 67 % objętościowo*		
temperatura zeszklenia	≥ 100 °C**		
Geometria	Szerokość b_1 [mm]	Grubość t_1 [mm]	Powierzchnia przekroju [mm ²]
FRS-L-S NSM 10 x 1,7 mm	10	1,7	17
FRS-L-S NSM 15 x 1,4 mm	15	1,4	21
FRS-L-S NSM 20 x 1,2 mm	20	1,2	24
Typy taśm CFRP FRS-L-H i FRS-L-S / FRS-L-S NSM różnią się jedynie rodzajem zastosowanych włókien, jednak są identyczne pod względem materiału matrycy i zawartości objętościowej włókien oraz procesu produkcji.			
*zgodnie z EN 2564			
**zgodnie z EN 12614			
System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System			Załącznik C9
Opis produktu Typy i geometrie taśm CFRP			

Moduł sprężystości podłużnej, wytrzymałość na rozciąganie i wydłużenie przy zerwaniu taśm CFRP „FRS-L-H“		
Cecha techniczna		Parametr
Moduł sprężystości podłużnej [kN/mm²]	E_{Li}	206; 206; 191; 199; 205; 194; 202; 195; 191; 191; 206; 201; 200; 199; 199; 209; 206; 208; 203; 205
Wartość średnia [kN/mm²]	E_{Lm}	201
Wytrzymałość na rozciąganie [N/mm²]	f_{Li}	3499; 3513; 3084; 3226; 3385; 3524; 3230; 3289; 3317; 3196; 3607; 3031; 3679; 3302; 3554; 3609; 3601; 3774; 3369; 3429
Wartość średnia [N/mm²]	f_{Lm}	3411
Wartość charakterystyczna wytrzymałości na rozciąganie (wskaźnik fraktalny 5%) [N/mm²]	f_{Lk}	3056
Wydłużenie przy zerwaniu [%]	ε_{Lui}	1,80; 1,65; 1,67; 1,63; 1,64; 1,76; 1,60; 1,64; 1,86; 1,63; 1,71; 1,42; 1,76; 1,59; 1,71; 1,68; 1,70; 1,73; 1,59; 1,77
Wartość średnia [%]	ε_{Lum}	1,68
Właściwości rozciągania podane w Załączniku C10 zostały określone na podstawie pięciu oddzielnych pomiarów rozciągania na wszystkich charakterystycznych przekrojach poprzecznych taśm typu „FRS-L-H”.		
System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System		Załącznik C10
Parametr Moduł sprężystości podłużnej, wytrzymałość na rozciąganie i wydłużenie przy zerwaniu taśm CFRP „FRS-L-H“		

Moduł sprężystości podłużnej, wytrzymałość na rozciąganie i wydłużenie przy zerwaniu taśm CFRP „FRS-L-S“ i „FRS-L-S NSM“		
Cecha techniczna		Parametr
Moduł sprężystości podłużnej [GPa]	E_{Li}	173;169;178;170;177;177;175;167;170;178;176;178;181;177;177;175;173;178;174;170;167;169;170;170;173;176;167;163;175;166;173;173;176;173;172;171;170;174;171;169;181;178;176;177;175;177;178;174;170;174;176;178;173;181;173;173;172;170;172;174;171;170;167;176;169;171;172;170;172;171
Wartość średnia [GPa]	E_{Lm}	173
Wytrzymałość na rozciąganie [MPa]	f_{Li}	2959; 3057; 2929; 3047; 2989; 3213; 3203; 3193; 3318; 3282; 3060; 3160; 3183; 2911; 3164; 3287; 3094; 2954; 3132; 2966; 2866; 2878; 2913; 2803; 3086; 3040; 2994; 2894; 3136; 2871; 3135; 3278; 3239; 3230; 3155; 3137; 3218; 3171; 3192; 3247; 2241; 2848; 3297; 3111; 2533; 3104; 3238; 3115; 3268; 3230; 2825; 2874; 2839; 2887; 2987; 2935; 3155; 2969; 2994; 3039; 2809; 2807; 2824; 2847; 2779; 3316; 3245; 3220; 3419; 3438;
Wartość średnia [MPa]	f_{Lm}	3054
Wartość charakterystyczna wytrzymałości na rozciąganie (wskaźnik fraktalny 5%) [MPa]	f_{Lk}	2701
Wydłużenie przy zerwaniu [%]	ε_{Lui}	1,69; 1,80; 1,66; 1,76; 1,67; 1,76; 1,70; 1,86; 1,89; 1,84; 1,72; 1,77; 1,89; 1,68; 1,73; 1,82; 1,88; 1,69; 1,75; 1,73; 1,64; 1,77; 1,94; 1,67; 1,78; 1,63; 1,70; 1,73; 1,69; 1,70; 1,75; 1,96; 1,90; 1,78; 1,72; 1,76; 1,82; 1,81; 1,69; 1,86; 1,52; 1,53; 1,81; 1,68; 1,69; 1,67; 1,75; 1,76; 1,79; 1,77; 1,65; 1,57; 1,61; 1,63; 1,85; 1,67; 1,78; 1,69; 1,68; 1,78; 1,77; 1,65; 1,68; 1,55; 1,68; 1,82; 1,88; 1,69; 1,75; 1,73; 1,77; 1,65; 1,68; 1,55; 1,68; 1,87; 1,79; 1,84; 1,92; 1,99;
Wartość średnia [%]	ε_{Lum}	1,74
Właściwości rozciągania podane w Załączniku C11 zostały określone na podstawie pięciu oddzielnych pomiarów rozciągania na wszystkich charakterystycznych przekrojach poprzecznych taśm typu „FRS-L-S” i „FRS-L-S NSM”.		
System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System		Załącznik C11
Parametr Moduł sprężystości podłużnej, wytrzymałość na rozciąganie i wydłużenie przy zerwaniu taśm CFRP „FRS-L-S“ i „FRS-L-S NSM“		

Odporność taśm CFRP „FRS-L-H“ w środowisku alkalicznym (pH > 11,0) przy maksymalnej temperaturze użytkowania przewidzianej dla danego zastosowania		
Cecha techniczna		Parametr
Moduł sprężystości podłużnej [kN/mm²]	E_{Lai}	192; 196; 198; 196; 200
Wartość średnia modułu sprężystości podłużnej [kN/mm²]	E_{Lam}	196
Stosunek modułu sprężystości podłużnej po / przed starzeniem $(R_{LEa}=E_{Lam} / E_{Lm})$	R_{LEa}	0,98
Wytrzymałość na rozciąganie [N/mm²]	f_{Lai}	3135; 3016; 3021; 3243; 3200
Średnia wartość wytrzymałości na rozciąganie [N/mm²]	f_{Lam}	3123
Stosunek wytrzymałości na rozciąganie po / przed starzeniem $(R_{Lfa}=f_{Lam} / f_{Lm})$	R_{Lfa}	0,92
Wydłużenie przy zerwaniu [%]	ϵ_{Luai}	1,90; 1,48; 1,69; 1,72; 1,72
Średnia wartość wydłużenia przy zerwaniu [%]	ϵ_{Luam}	1,70
Stosunek wydłużenia przy zerwaniu po / przed starzeniem $(R_{Leua} = \epsilon_{Luam} / \epsilon_{Lum})$	R_{Leua}	1,01
Właściwości wytrzymałości na rozciąganie podane w Załączniku C12 zostały określone na podstawie pięciu pomiarów przeprowadzonych na taśmach CFRP „FRS-L-H” o grubości 1,2 mm po 1800 godzinach oddziaływania roztworu alkalicznego (pH > 11,0) w maksymalnej temperaturze użytkowania (40 °C).		
System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System		Załącznik C12
Parametr Odporność taśm CFRP „FRS-L-H“ w środowisku alkalicznym (pH > 11,0) przy maksymalnej temperaturze użytkowania przewidzianej dla danego zastosowania (40 °C)		

Odporność taśm CFRP „FRS-L-H” w środowisku alkalicznym (pH > 13,7) przy maksymalnej temperaturze użytkowania przewidzianej dla danego zastosowania		
Cecha techniczna		Parametr
Moduł sprężystości podłużnej [kN/mm ²] Wartość średnia modułu sprężystości podłużnej [kN/mm ²]	E_{Lai} E_{Lam}	194; 196; 184; 192; 194; 192
Stosunek modułu sprężystości podłużnej po / przed starzeniem ($R_{LEa} = E_{Lam} / E_{Lm}$)	R_{LEa}	0,96
Wytrzymałość na rozciąganie [N/mm ²] Średnia wartość wytrzymałości na rozciąganie [N/mm ²]	f_{Lai} f_{Lam}	3054; 3407; 3153; 2932; 3356; 3180
Stosunek wytrzymałości na rozciąganie po / przed starzeniem ($R_{Lfa} = f_{Lam} / f_{Lm}$)	R_{Lfa}	0,93
Wydłużenie przy zerwaniu [%] Średnia wartość wydłużenia przy zerwaniu [%]	ϵ_{Luai} ϵ_{Luam}	1,66; 1,68; 1,65; 1,53; 1,68; 1,64
Stosunek wydłużenia przy zerwaniu po / przed starzeniem ($R_{Leua} = \epsilon_{Luam} / \epsilon_{Lum}$)	R_{Leua}	0,98
Właściwości wytrzymałości na rozciąganie podane w Załączniku C13 zostały określone na podstawie pięciu pomiarów przeprowadzonych na taśmach CFRP „FRS-L-H” o grubości 1,2 mm po 1800 godzinach oddziaływania roztworu alkalicznego (pH > 13,7) w maksymalnej temperaturze użytkowania (40 °C).		
System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System		
Parametr Odporność taśm CFRP „FRS-L-H” w środowisku alkalicznym (pH > 13,7) przy maksymalnej temperaturze użytkowania przewidzianej dla danego zastosowania (40 °C)		Załącznik C13

Odporność taśm CFRP „FRS-L-S“ i „FRS-L-S NSM“ w środowisku alkalicznym (pH > 11,0) przy maksymalnej temperaturze użytkowania przewidzianej dla danego zastosowania		
Cecha techniczna		Parametr
Moduł sprężystości podłużnej [kN/mm ²]	E_{Lai}	171; 168; 173; 172; 170;
Wartość średnia modułu sprężystości podłużnej [kN/mm ²]	E_{Lam}	171
Stosunek modułu sprężystości podłużnej po / przed starzeniem ($R_{LEa}=E_{Lam} / E_{Lm}$)	R_{LEa}	0,99
Wytrzymałość na rozciąganie [N/mm ²]	f_{Lai}	3167; 3175; 3122; 3086; 3039;
Średnia wartość wytrzymałości na rozciąganie [N/mm ²]	f_{Lam}	3118
Stosunek wytrzymałości na rozciąganie po / przed starzeniem ($R_{Lfa}=f_{Lam} / f_{Lm}$)	R_{Lfa}	1,02
Wydłużenie przy zerwaniu [%]	ε_{Luai}	1,81; 1,83; 1,79; 1,73; 1,77;
Średnia wartość wydłużenia przy zerwaniu [%]	ε_{Luam}	1,79
Stosunek wydłużenia przy zerwaniu po / przed starzeniem (($R_{Leua} = \varepsilon_{Luam} / \varepsilon_{Lum}$)	R_{Leua}	1,02
Właściwości wytrzymałości na rozciąganie podane w Załączniku C14 zostały określone na podstawie pięciu pomiarów przeprowadzonych na taśmach CFRP „FRS-L-S” o grubości 1,2 mm po 1800 godzinach oddziaływania roztworu alkalicznego (pH > 11,0) w maksymalnej temperaturze użytkowania (40 °C).		
System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System		Załącznik C14
Parametr Odporność taśm CFRP „FRS-L-S“ i „FRS-L-S NSM“ w środowisku alkalicznym (pH > 11,0) przy maksymalnej temperaturze użytkowania przewidzianej dla danego zastosowania		

Odporność taśm CFRP „FRS-L-S“ i „FRS-L-S NSM“ w środowisku alkalicznym (pH > 13,7) przy maksymalnej temperaturze użytkowania przewidzianej dla danego zastosowania		
Cecha techniczna		Parametr
Moduł sprężystości podłużnej [kN/mm ²] Wartość średnia modułu sprężystości podłużnej [kN/mm ²]	E_{Lai} E_{Lam}	170; 171; 166; 169; 172; 170
Stosunek modułu sprężystości podłużnej po / przed starzeniem ($R_{LEa} = E_{Lam} / E_{Lm}$)	R_{LEa}	0,98
Wytrzymałość na rozciąganie [N/mm ²] Średnia wartość wytrzymałości na rozciąganie [N/mm ²]	f_{Lai} f_{Lam}	2632; 2868; 2647; 2819; 2835; 2760
Stosunek wytrzymałości na rozciąganie po / przed starzeniem ($R_{Lfa} = f_{Lam} / f_{Lm}$)	R_{Lfa}	0,90
Wydłużenie przy zerwaniu [%] Średnia wartość wydłużenia przy zerwaniu [%]	ϵ_{Luai} ϵ_{Luam}	1,64; 1,76; 1,67; 1,73; 1,64; 1,69
Stosunek wydłużenia przy zerwaniu po / przed starzeniem ($R_{Leua} = \epsilon_{Luam} / \epsilon_{Lum}$)	R_{Leua}	0,97
Właściwości wytrzymałości na rozciąganie podane w Załączniku C15 zostały określone na podstawie pięciu pomiarów przeprowadzonych na taśmach CFRP „FRS-L-S” o grubości 1,2 mm po 1800 godzinach oddziaływania roztworu alkalicznego (pH > 13,7) w maksymalnej temperaturze użytkowania (40 °C).		
System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System		
Parametr Odporność taśm CFRP „FRS-L-S” i „FRS-L-S NSM” w środowisku alkalicznym (pH > 13,7) przy maksymalnej temperaturze użytkowania przewidzianej dla danego zastosowania		Załącznik C15

Charakterystyka produktu – warstwa szczepna FRS-BA	
Wygląd	– Komponent A – Komponent B – Mieszanka A i B (9 : 1)
Gęstość	– Komponent A – Komponent B – Mieszanka A i B (9 : 1)
Stosunek składników mieszanki według wagi	9 : 1
Moduł sprężystości podłużnej pod naprężeniem rozciągającym**	≥ 7000 MPa
Średnia wartość wytrzymałości na rozciąganie**	≥ 35 MPa
Temperatura zeszklenia**	≥ 50 °C
Minimalny czas urabialności	– przy minimalnej temperaturze montażu (10°C) i maksymalnej ilości przetwarzanej masy (5 kg)* – przy normalnej temperaturze otoczenia (21 °C) i maksymalnej ilości przetwarzanej masy (5 kg)* – przy maksymalnej temperaturze montażu (40 °C) i maksymalnej ilości przetwarzanej masy (5 kg)*
Minimalny czas utwardzania	– przy minimalnej temperaturze przetwarzania (10 °C) – przy standardowej temperaturze przetwarzania (21 °C) – przy maksymalnej temperaturze przetwarzania (40 °C)
*zgodnie z EN 9514. **zgodnie z EN ISO 527, po 7 dniach utwardzania w standardowych warunkach klimatycznych (21 °C, 50 % wilg. względnej). ***zgodnie z EN 12614, po 7 dniach utwardzania w standardowych warunkach klimatycznych (21 °C, 50 % wilg. względnej).	
System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System	
Opis produktu Parametry techniczne i szczegóły warstwy szczepnej FRS-BA	Załącznik C16

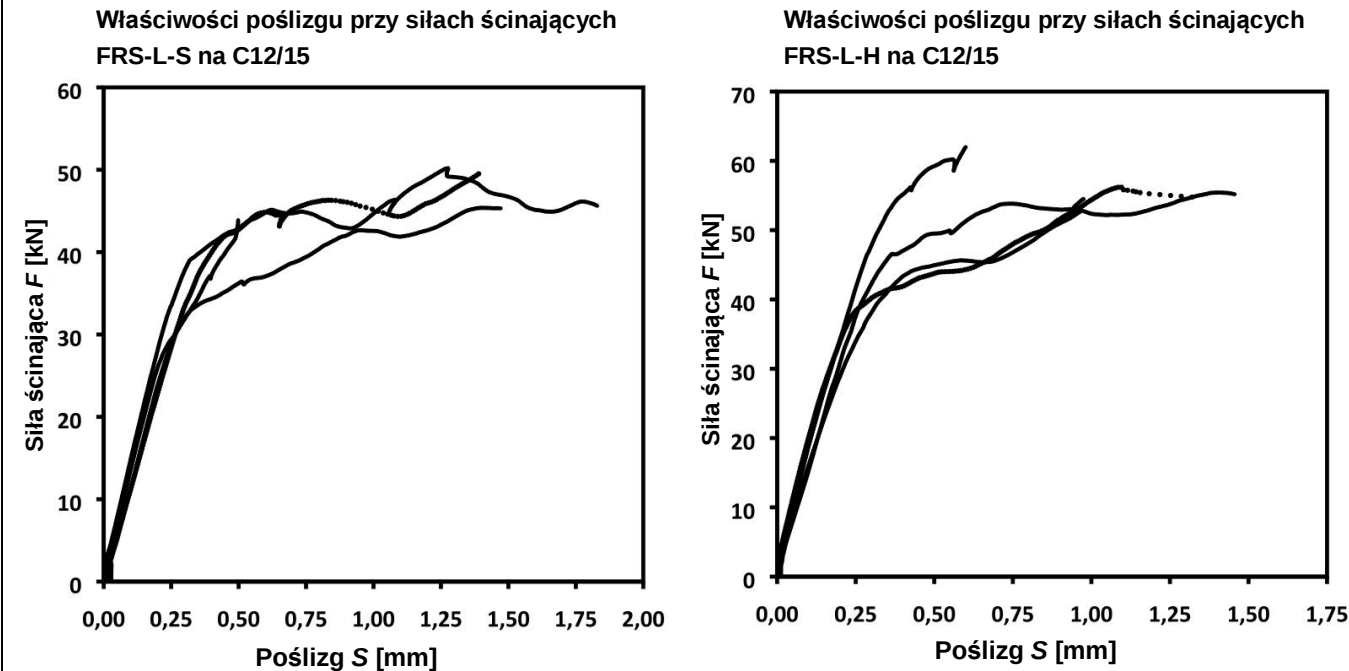
Wytrzymałość na odrywanie zestawu wzmacniającego utwardzonego w standardowych warunkach klimatycznych				
Zestaw wzmacniający i budowa warstwy			Wytrzymałość na odrywanie [N/mm ²]	Rodzaj uszkodzenia
warstwa szczepna FRS-BA, zaprawa naprawcza FRS-PC 11, zaprawa epoksydowa FRS-CS, taśma CFRP FRS-L-H	Wartości indywidualne	$f_{cti,surf}$	2,59 3,00 2,39 2,79 3,10	kohezja 100%* kohezja 100%* kohezja 100%* kohezja 100%* kohezja 100%*
	Średnia	$f_{ctm,surf}$	2,77	-
	Wartość charakterystyczna	$f_{ctk,surf}$	2,09	-
zaprawa epoksydowa FRS-CS, taśma CFRP FRS-L-H	Wartości indywidualne	$f_{cti,surf}$	2,00 2,97 3,30 3,66 3,29	kohezja 100%* kohezja 100%* kohezja 100%* kohezja 100%* kohezja 100%*
	Średnia	$f_{ctm,surf}$	3,04	-
	Wartość charakterystyczna	$f_{ctk,surf}$	1,56	-
warstwa szczepna FRS-BA, zaprawa naprawcza FRS-PC 11, zaprawa epoksydowa FRS-CS, taśma CFRP FRS-L-S	Wartości indywidualne	$f_{cti,surf}$	3,07 3,37 2,51 3,48 3,15	kohezja 100%* kohezja 100%* kohezja 100%* kohezja 100%* kohezja 100%*
	Średnia	$f_{ctm,surf}$	3,12	-
	Wartość charakterystyczna	$f_{ctk,surf}$	2,24	-
zaprawa epoksydowa FRS-CS, taśma CFRP FRS-L-S	Wartości indywidualne	$f_{cti,surf}$	3,24 3,54 3,19 3,50 3,20	kohezja 100%* kohezja 100%* kohezja 100%* kohezja 100%* kohezja 100%*
	Średnia	$f_{ctm,surf}$	3,33	-
	Wartość charakterystyczna	$f_{ctk,surf}$	2,92	-
Grubości warstw: Warstwa szczepna FRS-BA: 500-800 g/m ² Zaprawa naprawcza FRS-PC 11 $d_{M,max.}$: 30 mm Zaprawa naprawcza „klej główny” FRS-CS $d_{G,min.}$: 1 mm Taśma CFRP FRS-L-S lub FRS-L-H t_L : 1,4 mm Czas utwardzania: 7 dni f_{cm} : 50,5 MPa ; f_{ck} : 49,0 MPa Temperatura utwardzania: 21 °C ± 2 °C *100 % zerwania kohezji w podłożu betonowym. Referencyjna klasa wytrzymałości betonu C50/60				
System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System				Załącznik C17
Parametry zestawu wzmacniającego Wytrzymałość na odrywanie systemu wzmacniającego C-Fiber Force Strengthening w betonie, utwardzanie w standardowych warunkach klimatycznych				

Wytrzymałość na odrywanie zestawu wzmacniającego po zmęczeniu materiału w cyklu niskich obciążeń				
Zestaw wzmacniający i budowa warstwy			Wytrzymałość na odrywanie [N/mm²]	Rodzaj uszkodzenia
warstwa szczepna FRS-BA, zaprawa naprawcza FRS-PC 11, zaprawa epoksydowa FRS-CS, taśma CFRP FRS-L-H $(R_{fat,m} = f_{ctm,surf,fat} / f_{ctm,surf})$	Wartości indywidualne	$f_{cti,surf,fat}$	4,73 3,60 3,98 4,39 5,53	kohezja 100%* kohezja 100%* kohezja 100%* kohezja 100%* kohezja 100%*
	Średnia	$f_{ctm,surf,fat}$	4,45**	-
	Wartość charakterystyczna	$f_{ctk,surf,fat}$	2,72	-
	Stosunek	$R_{fat,m}$	1,45	-
zaprawa epoksydowa FRS-CS, taśma CFRP FRS-L-H $(R_{fat,m} = f_{ctm,surf,fat} / f_{ctm,surf})$	Wartości indywidualne	$f_{cti,surf,fat}$	5,14 4,33 5,31 4,31 4,10	kohezja 100%* kohezja 100%* kohezja 100%* kohezja 100%* kohezja 100%*
	Średnia	$f_{ctm,surf,fat}$	4,64**	-
	Wartość charakterystyczna	$f_{ctk,surf,fat}$	3,37	-
	Stosunek	$R_{fat,m}$	1,51	-
Grubości warstw: Warstwa szczepna FRS-BA: 500-800 g/m² Zaprawa naprawcza FRS-PC 11 $d_{M,max}$: 30 mm Zaprawa naprawcza „klej główny” FRS-CS $d_{G,min}$: 1 mm Taśma CFRP FRS-L-H t_L : 1,4 mm Czas utwardzania: 7 dni f_{cm} : 50,5 MPa ; f_{ck} : 49,0 MPa Temperatura utwardzania: 21 °C ± 2 °C				
Obciążenie: 100 000 cykli zamiany obciążenia przy obciążeniu górnym wynoszącym 3,32 kN (odpowiada 55% referencyjnej wytrzymałości na odrywanie wynoszącej 3,07 MPa) i obciążeniu dolnym wynoszącym 0,60 kN (odpowiada 10% referencyjnej wytrzymałości na odrywanie wynoszącej 3,07 MPa) *100 % zerwania kohezji w podłożu betonowym. Beton referencyjny zgodnie z EN 1542, klasa wytrzymałości betonu C50/60. **wytrzymałość na odrywanie referencyjnego elementu konstrukcyjnego nie poddanego obciążeniu: $f_{ctm,surf} = 3,07$ MPa				
System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System				Załącznik C18
Parametry zestawu wzmacniającego Wytrzymałość na odrywanie systemu wzmacniającego C-Fiber Force Strengthening w betonie, po niskocyklicznym obciążeniu zmęczeniowym				

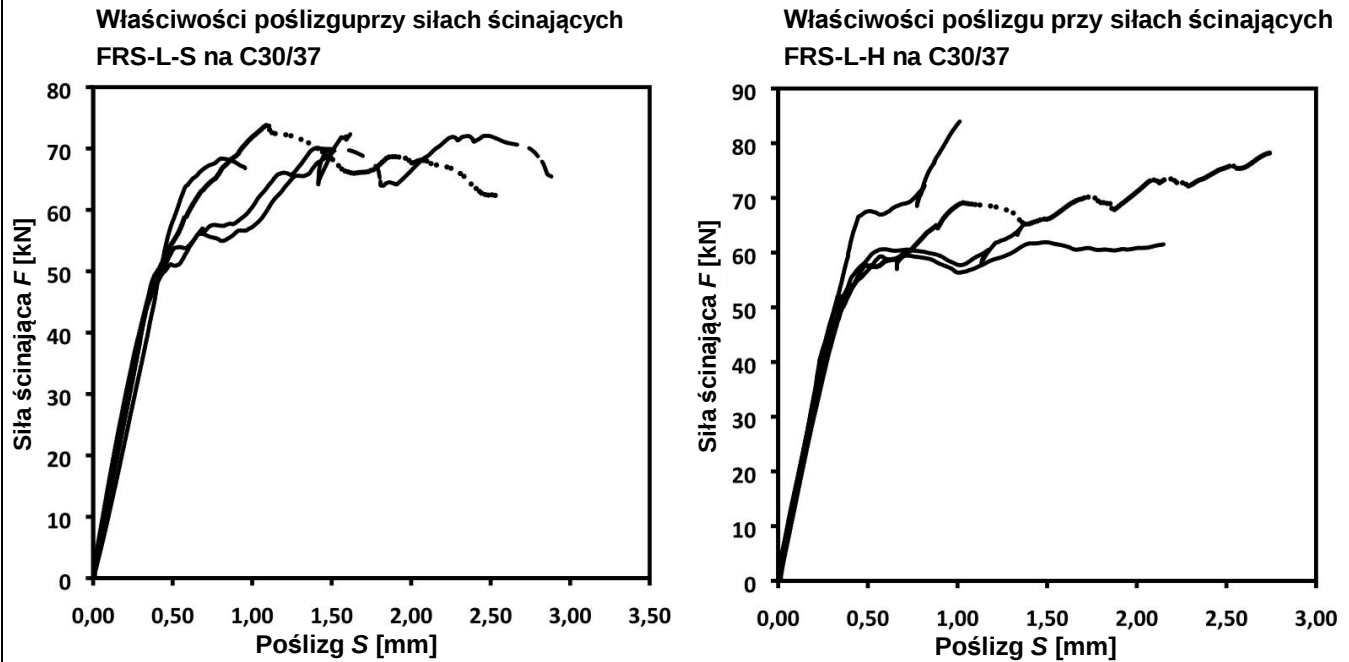
Wytrzymałość na odrywanie zestawu wzmacniającego utwardzonego w minimalnej temperaturze montażu				
Zestaw wzmacniający i budowa warstwy		Wytrzymałość na odrywanie [N/mm²]		Rodzaj uszkodzenia
warstwa szczepna FRS-BA, zaprawa naprawcza FRS-PC 11, zaprawa epoksydowa FRS-CS, taśma CFRP FRS-L-H	Wartości indywidualne	$f_{cti,surf,T_{min}}$	3,12 2,30 3,41 2,75 3,74	kohezja 100%* kohezja 100%* kohezja 100%* kohezja 100%* kohezja 100%*
	Srednia	$f_{ctm,surf,T_{min}}$	3,06	-
	Wartość charakterystyczna	$f_{ctk,surf,T_{min}}$	1,75	-
	$(R_{T_{min,m}} = f_{ctm,surf,T_{min}} / f_{ctm,surf})$	Stosunek	$R_{T_{min,m}}$	1,01
zaprawa epoksydowa FRS-CS, taśma CFRP FRS-L-H	Wartości indywidualne	$f_{cti,surf,T_{min}}$	3,55 3,04 3,55 3,95 3,66	kohezja 100%* kohezja 100%* kohezja 100%* kohezja 100%* kohezja 100%*
	Srednia	$f_{ctm,surf,T_{min}}$	3,55	-
	Charakt. wartość	$f_{ctk,surf,T_{min}}$	2,78	-
	$(R_{T_{min,m}} = f_{ctm,surf,T_{min}} / f_{ctm,surf})$	Stosunek	$R_{T_{min,m}}$	1,07
warstwa szczepna FRS-BA, zaprawa naprawcza FRS-PC 11, zaprawa epoksydowa FRS-CS, taśma CFRP FRS-L-S	Wartości indywidualne	$f_{cti,surf,T_{min}}$	3,38 3,67 3,17 3,49 3,59	kohezja 100%* kohezja 100%* kohezja 100%* kohezja 100%* kohezja 100%*
	Srednia	$f_{ctm,surf,T_{min}}$	3,46	-
	Charakt. wartość	$f_{ctk,surf,T_{min}}$	3,0	-
	$(R_{T_{min,m}} = f_{ctm,surf,T_{min}} / f_{ctm,surf})$	Stosunek	$R_{T_{min,m}}$	1,25
zaprawa epoksydowa FRS-CS, taśma CFRP FRS-L-S	Wartości indywidualne	$f_{cti,surf,T_{min}}$	3,70 3,58 3,78 3,78 3,68	kohezja 100%* kohezja 100%* kohezja 100%* kohezja 100%* kohezja 100%*
	Srednia	$f_{ctm,surf,T_{min}}$	3,71	-
	Charakt. wartość	$f_{ctk,surf,T_{min}}$	3,51	-
	$(R_{T_{min,m}} = f_{ctm,surf,T_{min}} / f_{ctm,surf})$	Stosunek	$R_{T_{min,m}}$	1,19
Grubości warstw: Warstwa szczepna FRS-BA: 500-800 g/m² Zaprawa naprawcza FRS-PC 11 $d_{M,max}$: 30 mm Zaprawa naprawcza „klej główny” FRS-CS $d_{G,min}$: 1 mm Taśma CFRP FRS-L-S i FRS-L-H t_L : 1,4 mm Czas utwardzania: 7 dni f_{cm} : 50,5 MPa ; f_{ck} : 49,0 MPa Temperatura utwardzania: 10 °C ± 2 °C				
*100 % zerwania kohezji w podłożu betonowym. Beton referencyjny zgodnie z EN 1542, klasa wytrzymałości betonu C50/60.				
System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System				Załącznik C19
Parametr zestawu wzmacniającego Wytrzymałość na odrywanie zestawu wzmacniającego utwardzonego w minimalnej temperaturze montażu				

Odporność na ścinanie taśm CFRP klejonych do betonu (bez zaprawy naprawczej)						
Typ taśm	Wytrzymałość na ściskanie betonu [N/mm²]	Powierzchniowa wytrzymałość na rozciąganie betonu [N/mm²]	Nośność kotwienia [kN]			Rodzaj uszkodzenia
FRS-L-H	C12/15 f_{cm} : 18,6 f_{ck} : 14,1	$f_{ctim,surf}$: 1,47 $f_{ctik,surf}$: 0,64	Wartości indywidualne	F_{bLi}	84,17 87,82	kohezja 100%* kohezja 100%*
		$f_{ctim,surf}$: 1,59 $f_{ctik,surf}$: 1,30			80,23 104,62	kohezja 100%* kohezja 100%*
		-			-	-
		-	Średnia	F_{bLm}	89,21	-
		-	Charakt. wartość	F_{bLk}	61,00	-
FRS-L-H	C30/37 f_{cm} : 33,2 f_{ck} : 29,7	$f_{ctim,surf}$: 2,25 $f_{ctik,surf}$: 0,85	Wartości indywidualne	F_{bLi}	116,75 127,06	kohezja 100%* kohezja 100%*
		$f_{ctim,surf}$: 1,81 $f_{ctik,surf}$: -**			93,95 104,57	kohezja 100%* kohezja 100%*
		-			-	-
		-	Średnia	F_{bLm}	110,58	-
		-	Charakt. wartość	F_{bLk}	72,71	-
FRS-L-H	C50/60 f_{cm} : 47,6 f_{ck} : 42,3	$f_{ctim,surf}$: 4,04 $f_{ctik,surf}$: 3,45	Wartości indywidualne	F_{bLi}	121,19 144,15	kohezja 100%* kohezja 100%*
		$f_{ctim,surf}$: 2,10 $f_{ctik,surf}$: 1,47			119,59 118,37	kohezja 100%* kohezja 100%*
		-			-	-
		-	Średnia	F_{bLm}	125,83	-
		-	Charakt. wartość	F_{bLk}	93,56	-
FRS-L-S	C12/15 f_{cm} : 18,6 f_{ck} : 14,1	$f_{ctim,surf}$: 2,26 $f_{ctik,surf}$: 1,12	Wartości indywidualne	F_{bLi}	83,11 92,37	kohezja 100%* kohezja 100%*
		$f_{ctim,surf}$: 1,10 $f_{ctik,surf}$: -**			85,95 92,35	kohezja 100%* kohezja 100%*
		-			-	-
		-	Średnia	F_{bLm}	88,45	-
		-	Charakt. wartość	F_{bLk}	76,17	-
FRS-L-S	C30/37 f_{cm} : 33,2 f_{ck} : 29,7	$f_{ctim,surf}$: 2,45 $f_{ctik,surf}$: 0,85	Wartości indywidualne	F_{bLi}	109,49 134,98	kohezja 100%* kohezja 100%*
		$f_{ctim,surf}$: 2,10 $f_{ctik,surf}$: 1,10			102,60 111,04	kohezja 100%* kohezja 100%*
		-			-	-
		-	Średnia	F_{bLm}	114,53	-
		-	Charakt. wartość	F_{bLk}	77,39	-
FRS-L-S	C50/60 f_{cm} : 47,6 f_{ck} : 42,3	$f_{ctim,surf}$: 3,80 $f_{ctik,surf}$: 2,69	Wartości indywidualne	F_{bLi}	112,53 119,29	kohezja 100%* kohezja 100%*
		$f_{ctim,surf}$: 2,57 $f_{ctik,surf}$: 1,31			105,01 106,34	kohezja 100%* kohezja 100%*
		-			-	-
		-	Średnia	F_{bLm}	110,79	-
		-	Charakt. wartość	F_{bLk}	93,58	-
Długość połączenia l_v taśm CFRP:				1000 mm		
Grubość warstwy żywicy epoksydowej FRS-CS $d_{G,min.}$:				1 mm		
Grubość taśm CFRP FRS-L-S lub FRS-L-H t_L :				1,4 mm		
Szerokość taśm CFRP b_L :				100 mm		
*100 % zerwania kohezji w podłożu betonowym.						
System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System						Załącznik C20
Parametry zestawu wzmacniającego Odporność na ścinanie taśm klejonych CFRP „FRS-L-S” i „FRS-L-H” przyklejanych do betonu (bez zaprawy naprawczej)						

Odporność na ścinanie taśm CFRP klejonych do betonu (bez zaprawy naprawczej)



Rys. C21.1: Wykresy siły ścinania i poślizgu dla taśm klejonych CFRP „FRS-L-S” i „FRS-L-H” przyklejonych do betonu C12/15 w sposób odporny na ścinanie



Rys. C21.2: Wykresy siły ścinania i poślizgu dla taśm klejonych CFRP „FRS-L-S” i „FRS-L-H” przyklejonych do betonu C30/37 w sposób odporny na ścinanie

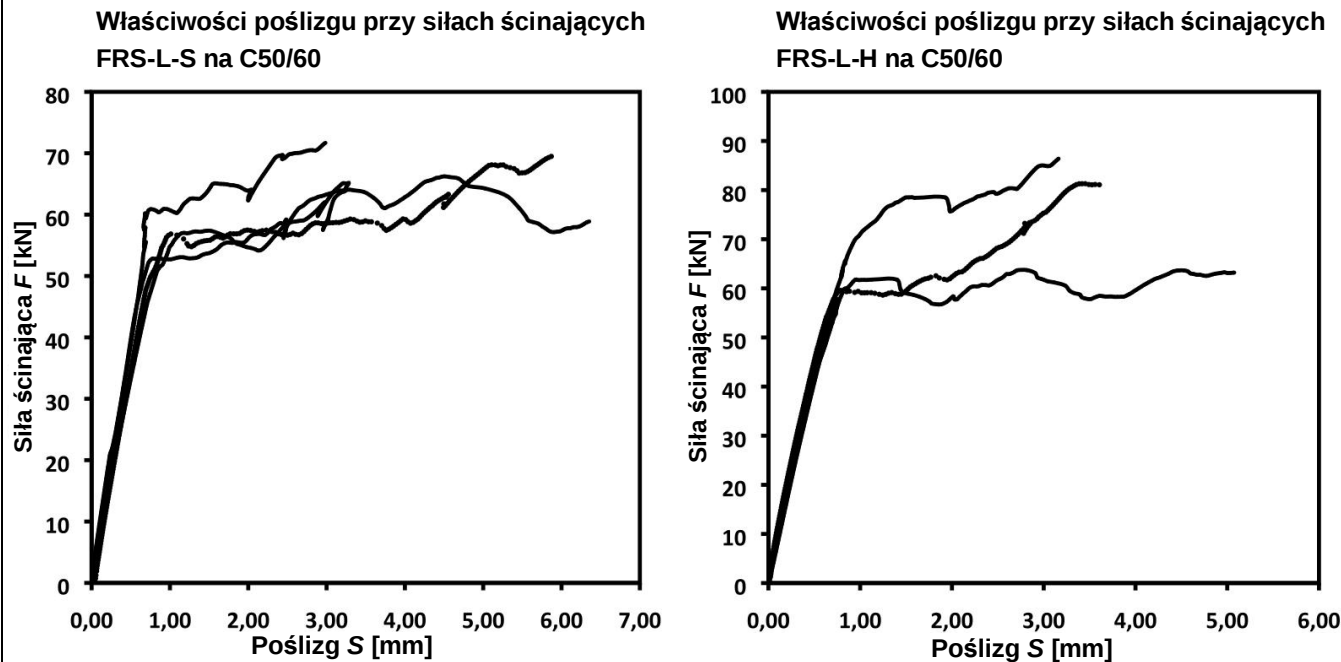
System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System

Parametry zestawu wzmacniającego

Odporność na ścinanie taśm klejonych CFRP „FRS-L-S” i „FRS-L-H” przyklejanych do betonu (bez zaprawy naprawczej)

Załącznik C21

Odporność na ścinanie taśm CFRP klejonych do betonu (bez zaprawy naprawczej)



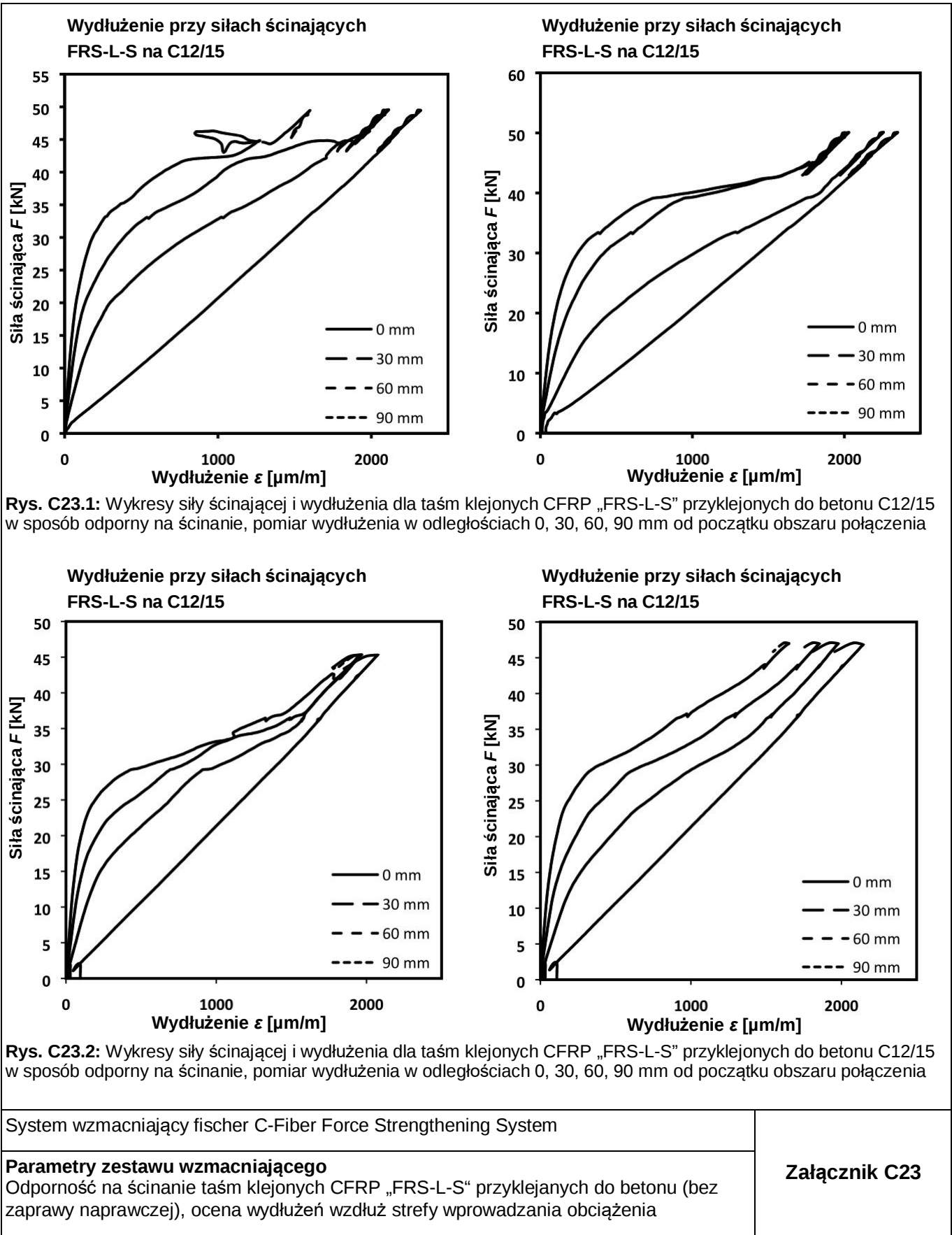
Rys. C22: Wykresy siły ścinania i poślizgu dla taśm klejonych CFRP „FRS-L-S” i „FRS-L-H” przyklejonych do betonu C50/60 w sposób odporny na ścinanie

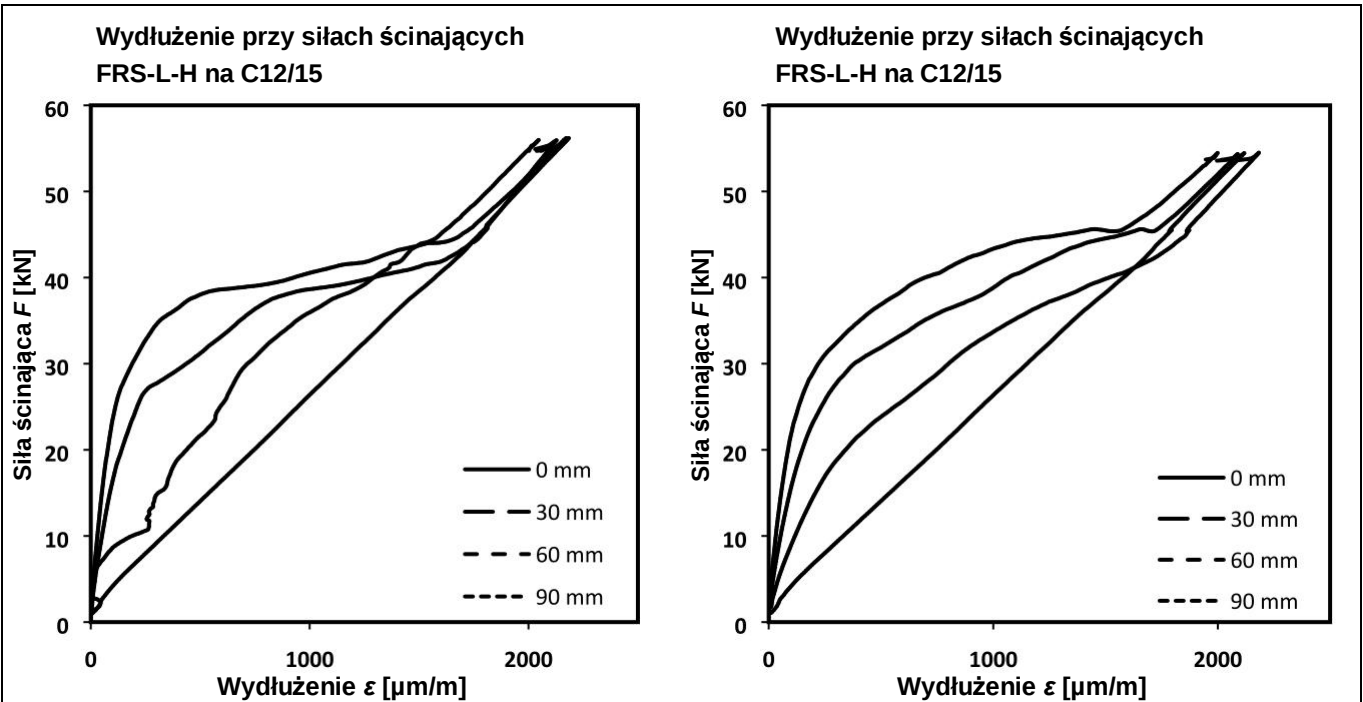
System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System

Parametry zestawu wzmacniającego

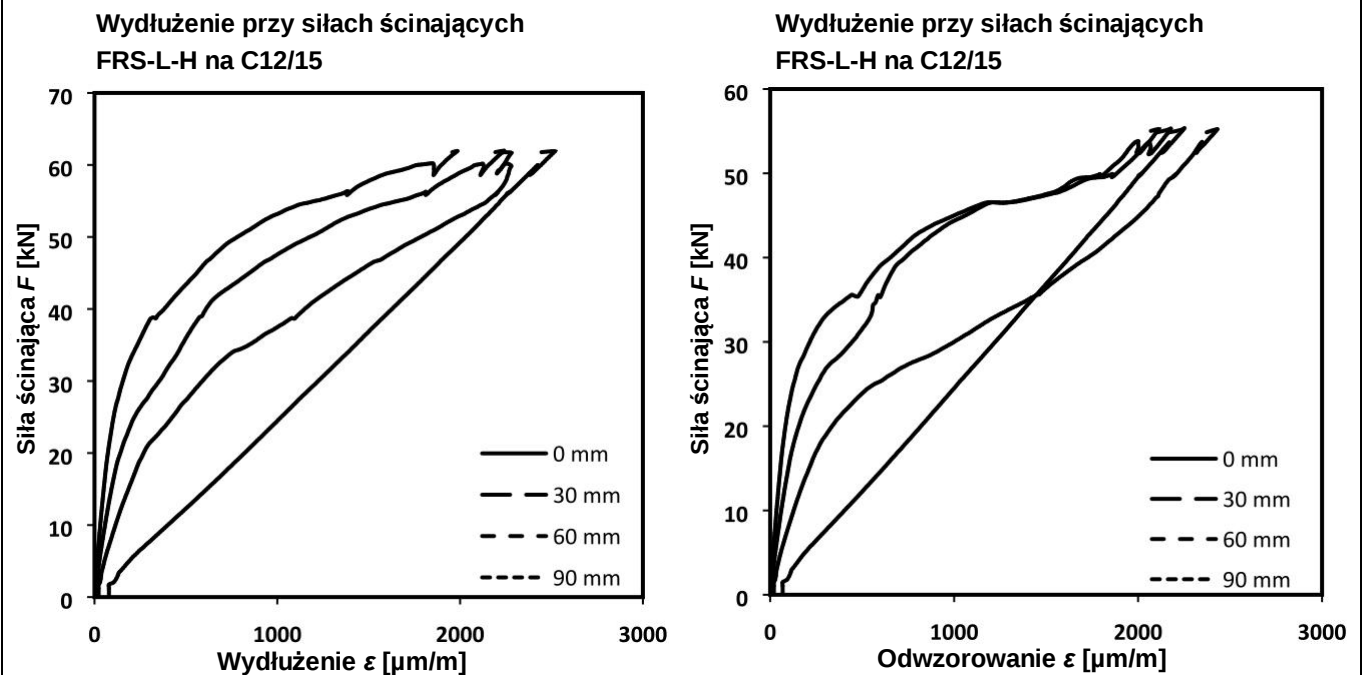
Odporność na ścinanie taśm klejonych CFRP „FRS-L-S” i „FRS-L-H” przyklejanych do betonu (bez zaprawy naprawczej)

Załącznik C22



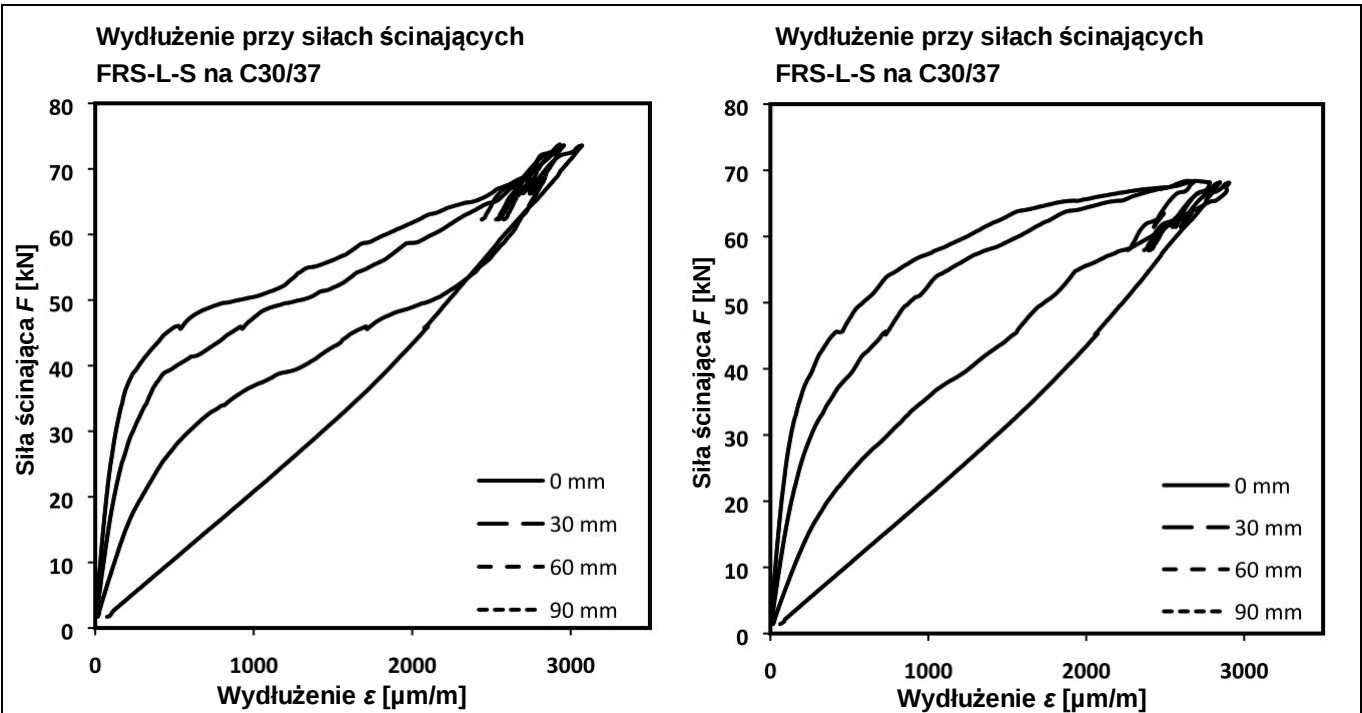


Rys. C24.1: Wykresy siły ścinającej i wydłużenia dla taśm klejonych CFRP „FRS-L-H” przyklejonych do betonu C12/15 w sposób odporny na ścinanie, pomiar wydłużenia w odległościach 0, 30, 60, 90 mm od początku obszaru połączenia

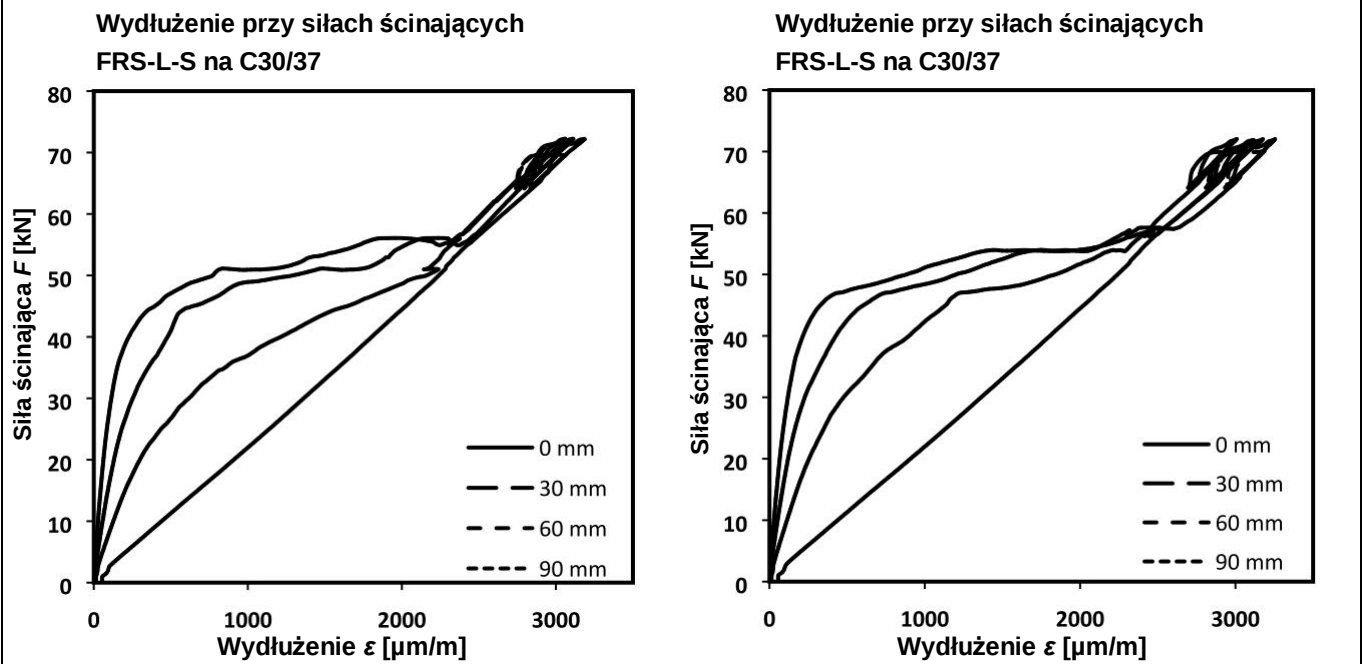


Rys. C24.2: Wykresy siły ścinającej i wydłużenia dla taśm klejonych CFRP „FRS-L-H” przyklejonych do betonu C12/15 w sposób odporny na ścinanie, pomiar wydłużenia w odległościach 0, 30, 60, 90 mm od początku obszaru połączenia

System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System	
Parametry zestawu wzmacniającego Odporność na ścinanie taśm klejonych CFRP „FRS-L-H” przyklejanych do betonu (bez zaprawy naprawczej), ocena wydłużeń wzdłuż strefy wprowadzania obciążenia	Załącznik C24

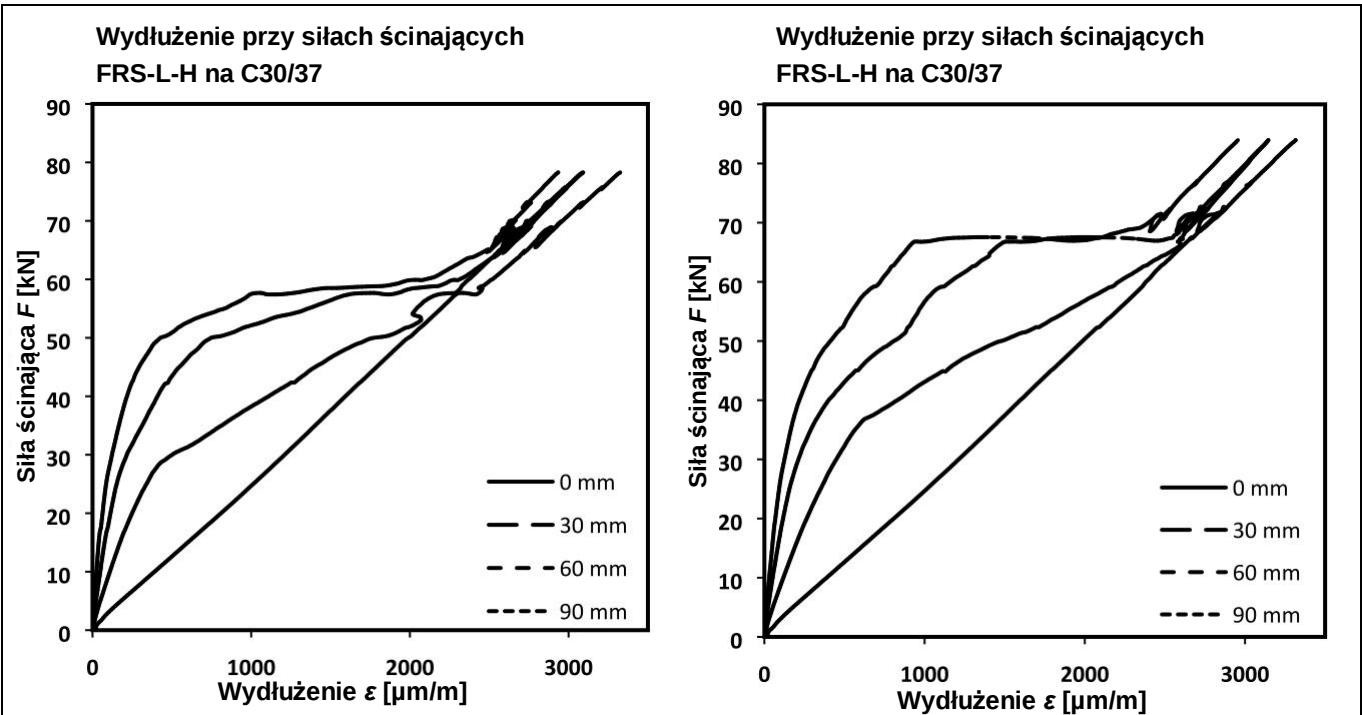


Rys. C25.1: Wykresy siły ścinającej i wydłużenia dla taśm klejonych CFRP „FRS-L-S” przyklejonych do betonu C30/37 w sposób odporny na ścinanie, pomiar wydłużenia w odległościach 0, 30, 60, 90 mm od początku obszaru połączenia

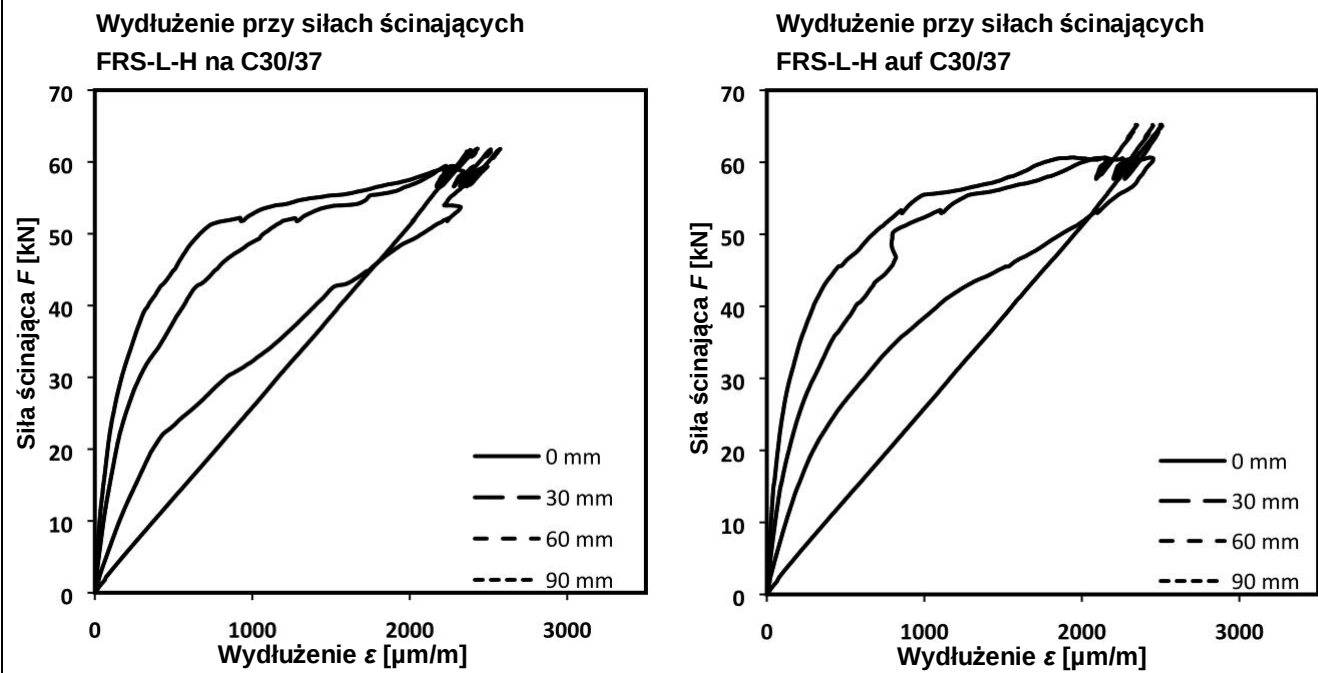


Rys. C25.2: Wykresy siły ścinającej i wydłużenia dla taśm klejonych CFRP „FRS-L-S” przyklejonych do betonu C30/37 w sposób odporny na ścinanie, pomiar wydłużenia w odległościach 0, 30, 60, 90 mm od początku obszaru połączenia

System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System	
Parametry zestawu wzmacniającego Odporność na ścinanie taśm klejonych CFRP „FRS-L-S” przyklejanych do betonu (bez zaprawy naprawczej), ocena wydłużeń wzdłuż strefy wprowadzania obciążenia	Załącznik C25



Rys. C26.1: Wykresy siły ścinającej i wydłużenia dla taśm klejonych CFRP „FRS-L-H” przyklejonych do betonu C30/37 w sposób odporny na ścinanie, pomiar wydłużenia w odległościach 0, 30, 60, 90 mm od początku obszaru połączenia



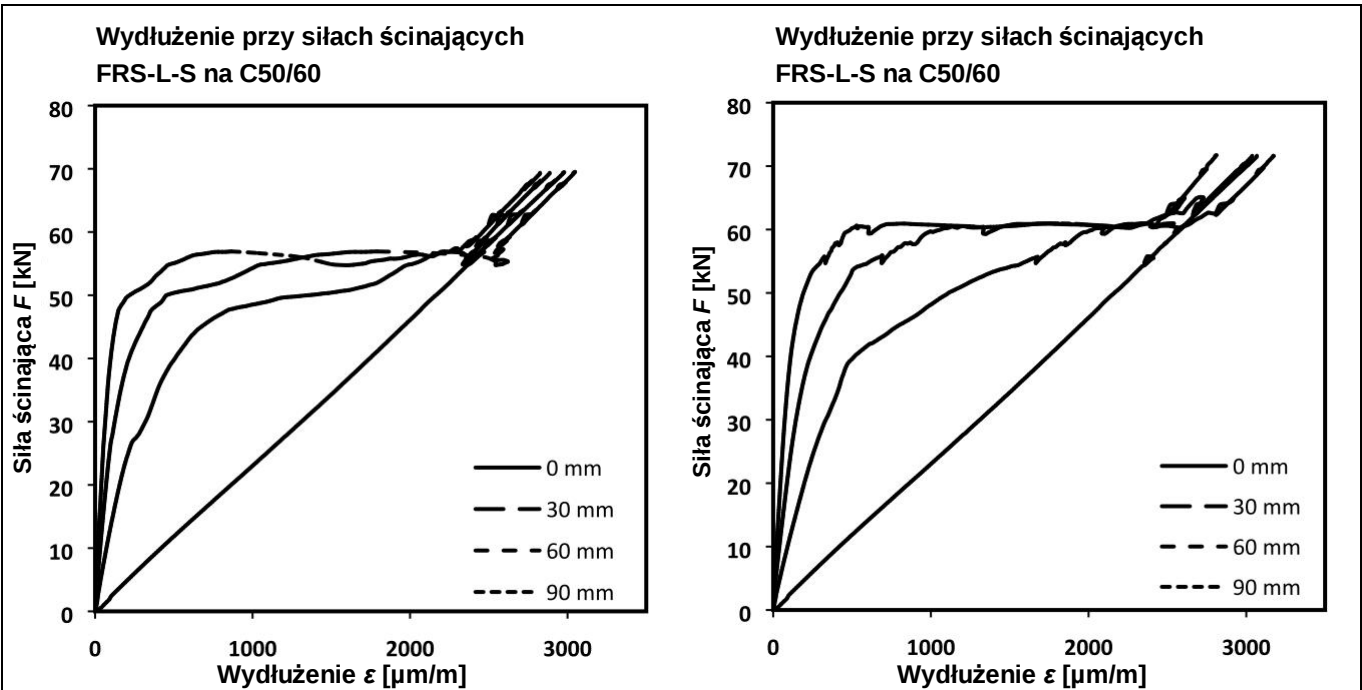
Rys. C26.2: Wykresy siły ścinającej i wydłużenia dla taśm klejonych CFRP „FRS-L-H” przyklejonych do betonu C30/37 w sposób odporny na ścinanie, pomiar wydłużenia w odległościach 0, 30, 60, 90 mm od początku obszaru połączenia

System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System

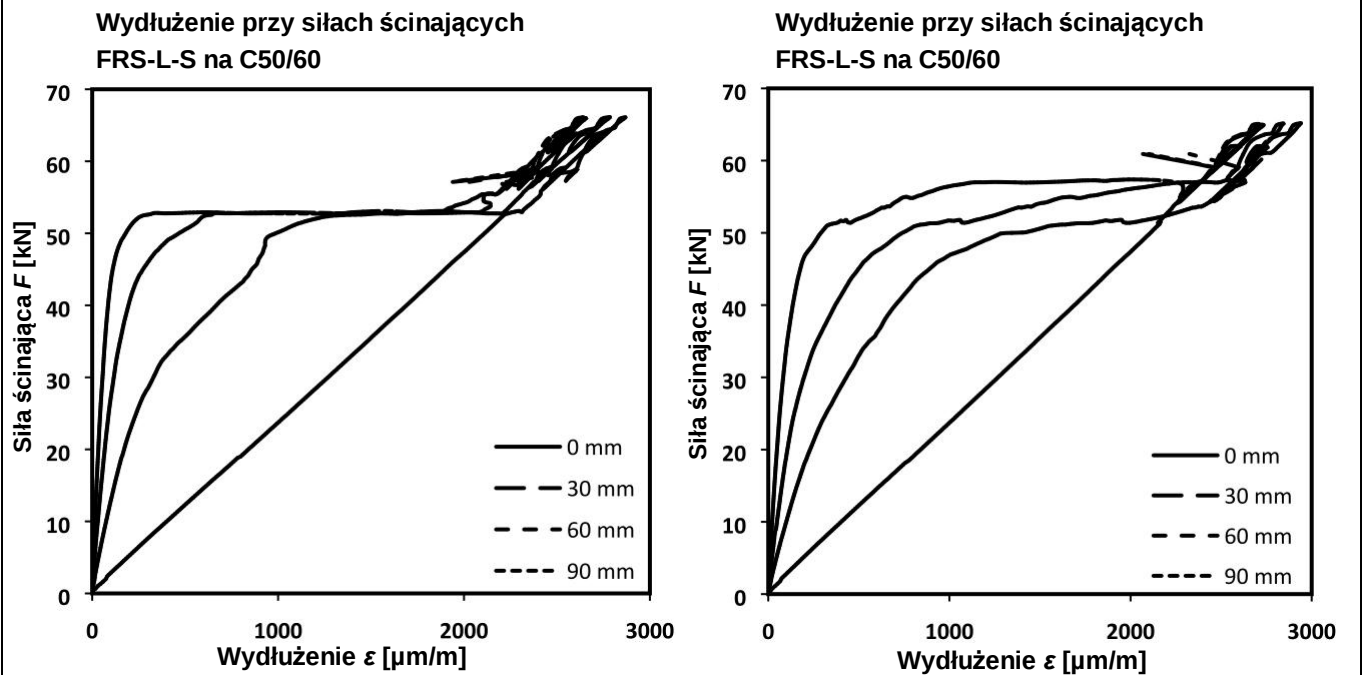
Parametry zestawu wzmacniającego

Odporność na ścinanie taśm klejonych CFRP „FRS-L-H” przyklejanych do betonu (bez zaprawy naprawczej), ocena wydłużeń wzdłuż strefy wprowadzania obciążenia

Załącznik C26

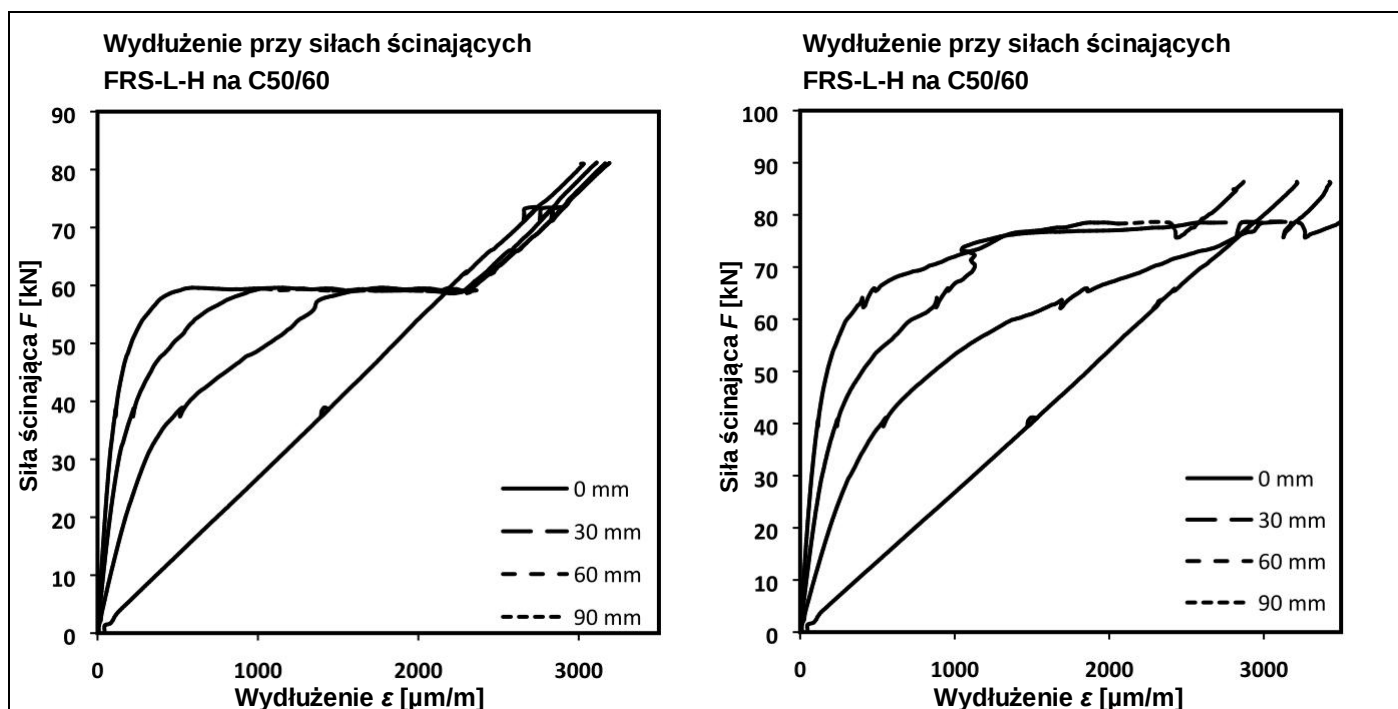


Rys. C27.1: Wykresy siły ścinającej i wydłużenia dla taśm klejonych CFRP „FRS-L-S” przyklejonych do betonu C50/60 w sposób odporny na ścinanie, pomiar wydłużenia w odległościach 0, 30, 60, 90 mm od początku obszaru połączenia

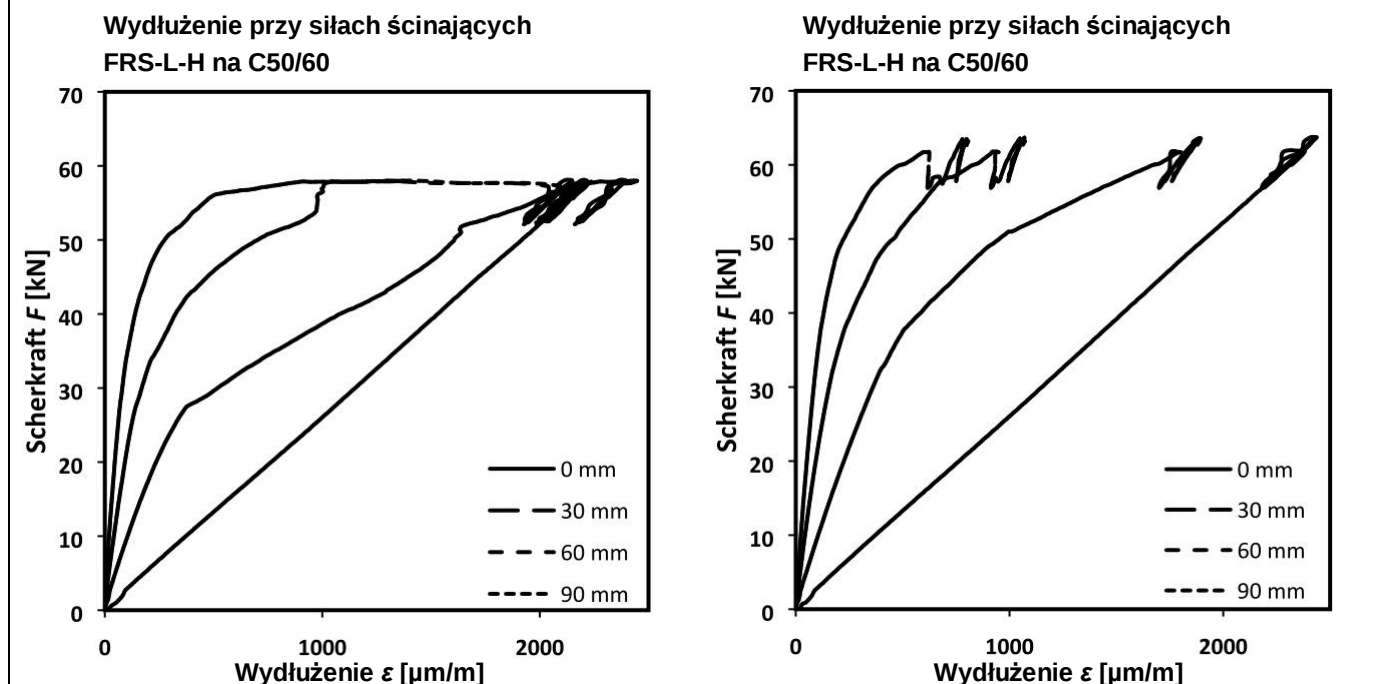


Rys. C27.2: Wykresy siły ścinającej i wydłużenia dla taśm klejonych CFRP „FRS-L-S” przyklejonych do betonu C50/60 w sposób odporny na ścinanie, pomiar wydłużenia w odległościach 0, 30, 60, 90 mm od początku obszaru połączenia

System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System	
Parametry zestawu wzmacniającego Odporność na ścinanie taśm klejonych CFRP „FRS-L-S” przyklejanych do betonu (bez zaprawy naprawczej), ocena wydłużeń wzdłuż strefy wprowadzania obciążenia	Załącznik C27



Rys. C28.1: Wykresy siły ścinającej i wydłużenia dla taśm klejonych CFRP „FRS-L-H” przyklejonych do betonu C50/60 w sposób odporny na ścinanie, pomiar wydłużenia w odległościach 0, 30, 60, 90 mm od początku obszaru połączenia



Rys. C28.2: Wykresy siły ścinającej i wydłużenia dla taśm klejonych CFRP „FRS-L-H” przyklejonych do betonu C50/60 w sposób odporny na ścinanie, pomiar wydłużenia w odległościach 0, 30, 60, 90 mm od początku obszaru połączenia

System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System

Parametry zestawu wzmacniającego

Odporność na ścinanie taśm klejonych CFRP „FRS-L-H” przyklejanych do betonu (bez zaprawy naprawczej), ocena wydłużeń wzdłuż strefy wprowadzania obciążenia

Załącznik C28

Obciążenia niszczące kotwienia końcowego taśm szczelinowych CFRP klejonych w szczelinach								
Klasa wytrzymałości betonu	długość połączenia l_{bl} [mm]	odległość od krawędzi a_r [mm]	Obciążenie niszczące [kN]					Rodzaj uszkodzenia
C12/15	300	30	Wartości indywidualne	Nr testu	4.1** 4.2 4.3	F_{bLi}	19,28 18,05 20,16	A* B, A* B, A*
			Średnia			F_{bLm}	19,16	
			Wartość charakterystyczna			F_{bLk}	15,60	
C12/15	300	150	Wartości indywidualne	Nr testu	5.1 5.2** 5.3	F_{bLi}	29,43 30,51 24,17	B* B* B*
			Średnia			F_{bLm}	28,04	-
			Wartość charakterystyczna			F_{bLk}	16,61	-
C50/60	100	150	Wartości indywidualne	Nr testu	2.1 2.2 2.3**	F_{bLi}	24,69 23,16 28,59	B* B* B*
			Średnia			F_{bLm}	25,48	-
			Wartość charakterystyczna			F_{bLk}	16,04	-
C50/60	300	30	Wartości indywidualne	Nr testu	3.1 3.2 3.3	F_{bLi}	26,00 30,82 29,85	B, L* B, L* B, L*
			Średnia			F_{bLm}	28,89	-
			Wartość charakterystyczna			F_{bLk}	20,31	-
C50/60	300	150	Wartości indywidualne	Nr testu	1.1 1.2** 1.3**	F_{bLi}	25,34 28,81 35,00	B* B* B*
			Średnia			F_{bLm}	29,72	-
			Wartość charakterystyczna			F_{bLk}	13,23	-
Wytrzymałość betonu: f_{cm}: 20,3 N/mm²; f_{ck}: 19,0 N/mm² (C12/15) f_{cm}: 48,1 N/mm²; f_{ck}: 46,8 N/mm² (C50/60) Parametry montażowe: Szerokość szczeliny b_s: 3.7 - 4,2 mm Głębokość szczeliny t_s: 13 mm 21 °C, 50 wilg. wzgl., czas utwardzania 7 dni								
Typ i geometria taśm szczelinowych CFRP „FRS-L-S NSM” 10 x 1,7 mm								
Cechy taśm szczelinowych „FRS-L-S NSM” i zaprawy epoksydowej FRS-CS: FRS-L-S NSM: E_{Lm} : 173 kN/mm ² ; f_{Lm} : 3054 N/mm ² ; W_{fi} : 77,4 % FRS-CS: f_{GfLm} : 31,6 N/mm ² ; f_{GfLk} : 24,0 N/mm ² f_{Gcm} : 89,4 N/mm ² ; f_{Gck} : 87,0 N/mm ² *Rodzaj uszkodzenia: A $\triangleq$ uszkodzenie kohezji w podłożu betonowym; B $\triangleq$ uszkodzenie kohezji w kleju; L $\triangleq$ uszkodzenie w wyniku rozciągania taśm CFRP ** obliczenie poślizgu na podstawie światłowodowego pomiaru wydłużenia nie jest możliwe								
System wzmacniający fischer C-Fiber Force Strengthening System							Załącznik C29	
Parametry zestawu wzmacniającego Obciążenia niszczące kotwienia końcowego taśm szczelinowych CFRP klejonych w szczelinach								