



Warszawa, 07 kwietnia 2016 r.

**APROBATA TECHNICZNA IBDiM
Nr AT/2015-02-3140/1**

Na podstawie § 16 pkt 2 rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 8 listopada 2004 r. w sprawie aprobat technicznych oraz jednostek organizacyjnych upoważnionych do ich wydawania (tekst jednolity: Dz.U. z 2014 r. poz.1040), po przeprowadzeniu postępowania aprobacyjnego, którego wnioskodawcą jest producent o nazwie:

SIA „ALBA-LTD”

z siedzibą:

Brāļu Skrindu iela 11, Rēzekne, LV-4601

Instytut Badawczy Dróg i Mostów

stwierdza pozytywną ocenę techniczną i przydatność wyrobu budowlanego:

Pręty kompozytowe z włókien do zbrojenia betonu

o nazwie handlowej: **Pręty kompozytowe z włókna szklanego ALBA FGR**

do stosowania w budownictwie - w inżynierii komunikacyjnej, w zakresie stosowania i przeznaczenia oraz przy spełnieniu warunków podanych niniejszej Aprobata Technicznej IBDiM.

Instytut Badawczy Dróg i Mostów dla wyżej wymienionego wyrobu budowlanego wskazuje obowiązujący system **1+** oceny zgodności.

DYREKTOR

prof. dr hab. inż. Leszek Rafalski

Data wydania Aprobata Technicznej: **8 czerwca 2015 r.**

Data utraty ważności Aprobata Technicznej: **8 czerwca 2020 r.**

1 PODSTAWA PRAWNA UDZIELENIA APROBATY TECHNICZNEJ

Aprobata Techniczna została udzielona na podstawie:

1. ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. Nr 92, poz. 881 ze zm.), zwanej dalej „ustawą”.
2. rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 8 listopada 2004 r. w sprawie aprobat technicznych oraz jednostek organizacyjnych upoważnionych do ich wydawania (tekst jednolity: Dz.U. z 2014 r. poz. 1040), zwanego dalej „rozporządzeniem”.

2 NAZWA TECHNICZNA I NAZWA HANDLOWA ORAZ IDENTYFIKACJA TECHNICZNA WYROBU BUDOWLANEGO

2.1 Nazwa techniczna i nazwa handlowa

Na podstawie § 5 ust. 1 rozporządzenia Instytut Badawczy Dróg i Mostów określił następującą nazwę techniczną: **Pręty kompozytowe z włókien do zbrojenia betonu**, i nazwę handlową: **Pręty kompozytowe z włókna szklanego ALBA FGR**, wyrobu budowlanego, zwanego dalej: **prętami kompozytowymi ALBA**.

2.2 Określenie i adres wnioskodawcy

Wnioskodawcą jest producent o nazwie i z siedzibą, które zostały określone na stronie 1/11 niniejszej aprobaty.

2.3 Miejsce produkcji wyrobu budowlanego

Wyrób jest produkowany w: **SIA „ALBA-LTD”, Varanu 36b, Rēzekne, LV-4601.**

2.4 Identyfikacja techniczna wyrobu budowlanego

Pręty kompozytowe ALBA są wytwarzane metodą pultruzji, polegającą na przeciąganiu włókien szklanych przez urządzenie, które nasycy wiązkę włókien żywicą termoutwardzalną, nadaje kształt przekroju poprzecznego i utwardza spoiwo. W wyniku tego procesu powstaje kompozyt składający się z bardzo dużej ilości pojedynczych włókien o układzie równoległym, zatopionych w matrycy polimerowej na bazie żywicy epoksydowej. Do produkcji prętów kompozytowych ALBA stosuje się włókna szklane o średnicach przekroju od 5 μm do 12 μm , których ilość w 1 mm^2 przekroju kompozytu może wynosić od kilku do kilkudziesięciu tysięcy sztuk.

Pręty kompozytowe ALBA posiadają spiralne uźebrowanie na powierzchniach bocznych, które powstaje poprzez nawijanie włókien na rdzeń pręta podczas formowania. Pręty z włókien szklanych ALBA mogą mieć kolor w odcieniach żółtego. Możliwe jest również stosowanie pigmentów, w celu uzyskania dowolnego koloru pręta lub uźebrowania. Pigmenty nie powodują żadnych zmian parametrów mechanicznych prętów kompozytowych. Pręty kompozytowe ALBA, w odróżnieniu do stali nie są zagrożone korozją, posiadają właściwości dielektryczne i ferromagnetyczne oraz są transparentne dla fal elektromagnetycznych.

Zakres Aprobaty Technicznej obejmuje pręty kompozytowe z włókna szklanego FGR-4, FGR-6, FGR-8, FGR-10, FGR-12, FGR-14, FGR-16, FGR-18, FGR-20 i FGR-22.

3 PRZEZNACZENIE, ZAKRES I WARUNKI STOSOWANIA WYROBU BUDOWLANEGO

3.1 Przeznaczenie

Pręty kompozytowe ALBA są przeznaczone w inżynierii komunikacyjnej do wykonywania zbrojenia w elementach betonowych. Znajdują zastosowanie szczególnie tam, gdzie uwarunkowania konstrukcyjne lub klimatyczne nie pozwalają na zastosowanie zbrojenia stalowego.

3.2 Zakres stosowania

Na podstawie § 5 ust. 1 rozporządzenia Instytut Badawczy Dróg i Mostów stwierdza przydatność wyrobu budowlanego o nazwie: **Pręty kompozytowe z włókien do zbrojenia betonu** do stosowania w inżynierii komunikacyjnej zgodnie z jego przeznaczeniem opisanym w punkcie 3.1 w zakresie:

- **drogowych obiektów inżynierskich**, bez ograniczeń, w rozumieniu i zgodnie z warunkami określonymi w rozporządzeniu Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 63 poz. 735 ze zm.),
- **kolejowych obiektów inżynierskich**, bez ograniczeń, w rozumieniu i zgodnie z warunkami określonymi w rozporządzeniu Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 10 września 1998 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 151, poz. 987),
- **dróg publicznych**, z ograniczeniem do elementów betonowych w obszarze poboczy, pasów dzielących, chodników itp., w rozumieniu i zgodnie z warunkami określonymi w rozporządzeniu Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 43 poz. 430 ze zm.) oraz w rozporządzeniu Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 16 stycznia 2002 r. w sprawie przepisów techniczno – budowlanych dotyczących autostrad płatnych (Dz. U. Nr 12 poz. 116 ze zm.),
- **dróg wewnętrznych**, w rozumieniu przepisów ustawy z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (Dz. U. Nr 14 poz. 60; tekst jednolity).

3.3 Warunki stosowania

Elementy betonowe zbrojone prętami kompozytowymi ALBA, powinny być projektowane według zasad określonych w PN-EN 1992-1-1 (PN-S-10042:1991) dla zbrojenia stalowego, z uwzględnieniem ogólnych zaleceń podanych w Załączniku do niniejszej aprobaty technicznej.

Pręty kompozytowe ALBA mogą być stosowane do zbrojenia betonowych elementów niekonstrukcyjnych lub elementów konstrukcji o znaczeniu drugorzędym, poddanych oddziaływaniom od obciążeń statycznych o charakterze krótkotrwałym.

Zbrojenie może być stosowane wyłącznie w postaci prętów prostych, równoległych lub krzyżujących się. Konstruowanie strzemion w warunkach budowy nie jest możliwe, można je wykonać jedynie na etapie produkcji prętów. Łączenie prętów ze strzemionami jak również z prętami poprzecznymi w układzie siatek zbrojeniowych, może być wykonywane przy użyciu opasek zaciskowych z tworzywa sztucznego. Możliwe jest również wykonanie połączeń prętów krzyżujących się (siatek) na etapie produkcji, za pomocą żywicy termoutwardzalnej.

Wyrób budowlany należy stosować zgodnie z przeznaczeniem, zakresem i warunkami, które podano w aprobacie technicznej oraz w przepisach techniczno-budowlanych właściwych dla poszczególnych rodzajów budowli w inżynierii komunikacyjnej. Przed zastosowaniem wyrobu budowlanego w sposób niezgodny z przepisami techniczno-budowlanymi należy uzyskać zgodę na odstępstwo od tych przepisów w trybie określonym w art. 9 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (t. j. Dz. U. z 2006 r. Nr 156, poz. 1118 ze zm.).

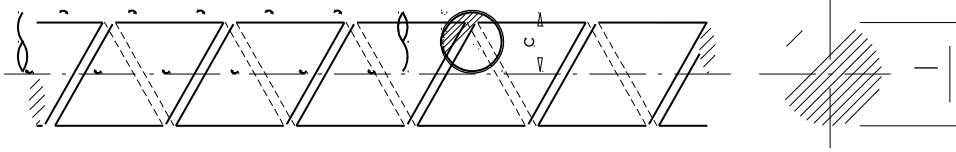
4 WŁAŚCIWOŚCI UŻYTKOWE I TECHNICZNE WYROBU BUDOWLANEGO

Właściwości użytkowe i techniczne wyrobu budowlanego zestawiono w tablicy 1.

Tablica 1

Lp.	Właściwości	Jedn.	Wymagania										Metody badań
			FGR-4	FGR-6	FGR-8	FGR-10	FGR-12	FGR-14	FGR-16	FGR-18	FGR-20	FGR-22	
1	2	3	4										5
1	Kształt i wymiary	-	wg tablicy 2										ISO 10406-1
2	Wytrzymałość charakterystyczna f_{fu}	N/mm ²	1100										
3	Moduł sprężystości E_f	kN/mm ²	60 ^{±5}										
4	Odkształcenie względne przy zerwaniu \geq_{fu}	%	ϵ 2,2										
5	Naprężenia przyczepności do betonu (25 MPa) przy maksymalnej sile \geq_{max}	N/mm ²	τ 10										PN-EN 10080 (Załącznik D)
6	Temperatura zeszklenia	°C	>100										PN-EN 61006

Tablica 2



Lp.	Oznaczenie prętów	Średnica nominalna d (mm)	Nominalna powierzchnia przekroju A_f (mm ²)	Masa jednostkowa (g/m)
1	2	3	4	5
1	FGR-4	3 ^{±0,3}	7,07	15
2	FGR-6	5 ^{±0,3}	19,63	40
3	FGR-8	7 ^{±0,3}	38,48	70
4	FGR-10	9 ^{±0,5}	63,62	120
5	FGR-12	11 ^{±0,5}	95,03	175
6	FGR-14	13 ^{±0,5}	132,73	240
7	FGR-16	15 ^{±0,5}	176,63	379
8	FGR-18	17 ^{±0,7}	226,87	485
9	FGR-20	19 ^{±0,7}	283,39	620
10	FGR-22	21 ^{±0,7}	346,19	740

Uwaga: Ze względu na specyfikę technologii produkcji i związaną z tym trudność w zapewnieniu powtarzalności parametrów uźebrowania prętów, nie określa się wymagań w tym zakresie. Decydującym parametrem jest wartość maksymalnych naprężeń przyczepności uzyskiwanych w czasie badań.

5 OCENA ZGODNOŚCI WYROBU BUDOWLANEGO

5.1 Obowiązujący system oceny zgodności

Na podstawie § 5 rozporządzenia Instytut Badawczy Dróg i Mostów wskazuje dla wyżej wymienionego wyrobu budowlanego obowiązujący **system 1+ oceny zgodności**.

W **systemie 1+ oceny zgodności** producent może wystawić krajową deklarację zgodności z aprobatą techniczną po certyfikacji zgodności wyrobu przez akredytowaną jednostkę certyfikującą na podstawie:

a) zadania producenta:

- zakładowej kontroli produkcji,
- uzupełniających badań próbek pobranych w zakładzie produkcyjnym, prowadzonych przez producenta zgodnie z ustalonym planem badania,

b) zadania akredytowanej jednostki:

- wstępnego badania typu,
- wstępnej inspekcji zakładu produkcyjnego i zakładowej kontroli produkcji,
- ciągłego nadzoru, oceny i akceptacji zakładowej kontroli produkcji,
- badań sondażowych próbek pobranych w zakładzie produkcyjnym, na rynku lub na placu budowy.

5.2 Wstępne badanie typu

Wstępne badanie typu dokonywane przed wprowadzeniem wyrobu budowlanego do obrotu potwierdza wymagane właściwości użytkowe i techniczne.

Zakres i ilość badań, które należy wykonać w ramach wstępnego badania typu dla prętów kompozytowych ALBA przedstawiono w tablicy 3. Podane ilości próbek dotyczą jednej średnicy nominalnej pręta. Badania wg lp. 1, należy wykonać dla prętów o średnicach nominalnych 3 mm,

9 mm, 13 mm i 19 mm. Badanie wg lp. 2 należy wykonać dla średnic nominalnych 7 mm, 13 mm i 19 mm, natomiast badanie wg lp. 3 dotyczy dwóch losowo wybranych średnic nominalnych.

Tablica 3

Lp.	Właściwości	Ilość próbek do badań
1	2	3
1	Właściwości geometryczne i wytrzymałościowe prętów: - wymiary geometryczne i masy prętów, - wytrzymałość charakterystyczna f_{fu} , - moduł sprężystości E_f , - odkształcenie względne przy zerwaniu $\geq f_u$.	10 próbek – po pięć próbek pobranych losowo z dwóch partii wyrobu
2	Naprężenia przyczepności do betonu przy maksymalnej sile ε_{max}	6 próbek – po trzy próbki pobrane losowo z dwóch partii wyrobu
3	Temperatura zeszklenia	3 próbki – pobrane losowo z partii wyrobu

Uwagi:
1. Wielkość partii wyrobu powinna zostać określona w dokumentacji zakładowej kontroli produkcji.
2. Wymienione badania dotyczą wymagania podstawowego: bezpieczeństwo konstrukcji.

Wstępne badanie typu należy wykonać ponownie w sytuacji, gdy można poddać w wątpliwość wyniki uprzednio wykonanych badań, w szczególności gdy dokonano: zmian konstrukcyjnych wyrobów, zmiany surowców lub elementów składowych, istotnych zmian w technologii produkcji lub zmiany warunków wytwarzania (np.: wymiana linii technologicznej, przeniesienie zakładu produkcyjnego, itp.).

5.3 Zakładowa kontrola produkcji

Wyrób budowlany, objęty niniejszą Aprobata Techniczną, powinien być produkowany zgodnie z systemem zakładowej kontroli produkcji.

Producent powinien ustanowić, udokumentować, wdrożyć i utrzymywać system zakładowej kontroli produkcji w celu zapewnienia, że wyrób wprowadzany do obrotu jest zgodny z wymaganiami niniejszej Aprobaty Technicznej i deklarowanymi wartościami. System zakładowej kontroli produkcji powinien obejmować:

- procedury, instrukcje oraz specyfikacje techniczne i normy,
- opis techniczny wyrobu,
- regularne kontrole i badania surowców i materiałów,
- regularne kontrole i badania gotowego wyrobu,
- ocenę jakości gotowego wyrobu na podstawie wyników kontroli i badań.

Regularna kontrola i badania surowców i materiałów oraz gotowego wyrobu powinny być dokumentowane poprzez zapisy w dokumentacji zakładowej kontroli produkcji. Producent

powinien prowadzić wykaz tej dokumentacji w tym stosowanych formularzy i prowadzonych zapisów. Dokumentacja zakładowej kontroli produkcji powinna być aktualizowana w przypadku wystąpienia zmian w wyrobie, procesie produkcji lub w systemie zakładowej kontroli produkcji. W procedurach lub w instrukcjach powinien zostać udokumentowany sposób:

- a) nadzoru nad dokumentami i zapisami
- b) kontroli i potwierdzania zgodności surowców i materiałów z ustalonymi wymaganiami,
- c) nadzoru nad procesem produkcyjnym oraz prowadzenia kontroli i badań w trakcie wytwarzania i gotowego wyrobu,
- d) nadzoru nad urządzeniami i maszynami produkcyjnymi, wyposażeniem do kontroli i badań wyrobu z zachowaniem spójności pomiarowej,
- e) prowadzenia oceny zgodności wyrobu z wymaganiami niniejszej Aprobaty Technicznej,
- f) postępowania z wyrobem niezgodnym,
- g) postępowania ze zgłoszonymi reklamacjami dotyczącymi jakości gotowego wyrobu lub surowców i materiałów,
- h) prowadzenia działań korygujących i zapobiegawczych
- i) przeprowadzania audytów wewnętrznych i przeglądów zarządzania,
- j) szkolenia personelu.

System zarządzania jakością stosowany wg wymagań PN-EN ISO 9001 może być uznany za system zakładowej kontroli produkcji, jeżeli są również spełnione wymagania niniejszej Aprobaty Technicznej.

5.4 Badania gotowych wyrobów

5.4.1 Program badań

Program badań gotowych wyrobów obejmuje:

- a) badania bieżące,
- b) badania sondażowe próbek pobranych w zakładzie produkcyjnym, na rynku lub na placu budowy jako zadanie akredytowanej jednostki.

5.4.2 Badania bieżące

Badania bieżące gotowych wyrobów obejmują:

- a) średnicę nominalną, tab. 1, lp. 1,
- b) wytrzymałość charakterystyczną f_{fu} , tab. 1, lp. 2,
- c) moduł sprężystości E_f , tab. 1, lp. 3,
- d) odkształcenie względne przy zerwaniu τ_{fu} , tab. 1, lp. 4.

5.4.3 Badania sondażowe próbek

Badania sondażowe próbek obejmują:

- a) średnicę nominalną, tab. 1, lp. 1,
- b) wytrzymałość charakterystyczną f_{fu} , tab. 1, lp. 2,
- c) moduł sprężystości E_f , tab. 1, lp. 3,
- d) odkształcenie względne przy zerwaniu ε_{fu} , tab. 1, lp. 4,
- e) naprężenia przyczepności do betonu przy maksymalnej sile ε_{\max} , tab. 1, lp. 5.

5.5 Pobieranie próbek do badań

- a) Próbki do badań bieżących należy pobierać zgodnie z ustaleniami w dokumentacji zakładowej kontroli produkcji,

- b) Próbkę do badań sondażowych próbek należy pobierać zgodnie z ustaleniami w dokumentacji zakładowej kontroli produkcji.

5.6 Częstotliwość badań

- a) Badania bieżące powinny być wykonywane dla każdej partii wyrobu zgodnie z planem badań ustalonym w dokumentacji zakładowej kontroli produkcji,
b) Badania sondażowe próbek powinny być wykonywane zgodnie z planem badań ustalonym w dokumentacji zakładowej kontroli produkcji.

5.7 Ocena wyników badań

Wyrób należy uznać za zgodny z wymaganiami niniejszej Aprobaty Technicznej IBDiM, jeżeli wyniki wszystkich badań są pozytywne.

6 KLASYFIKACJA WYNIKAJĄCA Z ODREBNYCH PRZEPISÓW I POLSKICH NORM

6.1 Polska Klasyfikacja Wyrobów i Usług (PKWiU): **26.14.12-99.00**

6.2 Scalona Nomenklatura Towarowa Handlu Zagranicznego (CN): **7019 90 00**

7 WYTYCZNE DOTYCZĄCE PAKOWANIA, TRANSPORTU I SKŁADOWANIA ORAZ SZCZEGÓŁOWY SPOSÓB ZNAKOWANIA WYROBU BUDOWLANEGO

7.1 Wytyczne dotyczące pakowania, transportu i składowania

Pręty kompozytowe ALBA mogą być dostarczane w kręgach lub wiązkach prętów prostych zabezpieczonych taśmą z tworzywa sztucznego. Składowanie prętów kompozytowych ALBA powinno odbywać się w warunkach uniemożliwiających zabrudzenie oraz mechaniczne uszkodzenie powierzchni prętów. Pręty kompozytowe powinny być chronione przed działaniem wysokiej temperatury, promieniowania ultrafioletowego oraz nie mogą mieć styczności z substancjami chemicznymi, takimi jak rozpuszczalniki czy benzyna.

Transport prętów kompozytowych ALBA może się odbywać dowolnymi środkami transportu, z odpowiednim zabezpieczeniem ładunku.

7.3 Szczegółowy sposób znakowania wyrobu budowlanego

Wyrób należy oznakować znakiem budowlanym zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004 r. w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz. U. Nr 198, poz. 2041 ze zm.). Do wyrobu budowlanego oznakowanego znakiem budowlanym producent jest obowiązany dołączyć informację zawierającą:

- a) określenie, siedzibę i adres producenta oraz adres zakładu produkującego wyrób budowlany,
b) identyfikację wyrobu budowlanego zawierającą: nazwę techniczną, nazwę handlową, typ, odmianę, gatunek, według specyfikacji technicznej,
c) numer i rok wydania niniejszej Aprobaty Technicznej IBDiM, z którą potwierdzono zgodność wyrobu budowlanego,
d) numer i datę wystawienia krajowej deklaracji zgodności.

Informację należy dołączyć do wyrobu budowlanego w sposób umożliwiający zapoznanie się z nią przez stosującego ten wyrób.

8 WYKAZ DOKUMENTÓW WYKORZYSTANYCH W POSTĘPOWANIU APROBACYJNYM, W TYM WYKAZ RAPORTÓW Z BADAŃ WYROBU BUDOWLANEGO

8.1 W postępowaniu aprobacyjnym wykorzystano Polskie Normy i inne:

- a) PN-EN 1992-1-1:2008 Eurokod 2- Projektowanie konstrukcji z betonu - Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków
- b) PN-EN 10080:2007 Stal do zbrojenia betonu – Spajalna stal zbrojeniowa – Postanowienia ogólne
- c) PN-EN 61006:2005 Materiały elektroizolacyjne - Metody wyznaczania temperatury zeszklenia materiałów
- d) PN-EN ISO 9001 Systemy zarządzania jakością – Wymagania
- e) ISO 10406-1:2015 Fibre-reinforced polymer (FRP) reinforcement of concrete - Test methods - Part 1: FRP bars and grids (Materiały kompozytowe z włóknem (FRP) do zbrojenia betonu - Metody badań - Część 1-Pręty i siatki FRP)
- f) PN-S-10042:1991 Obiekty mostowe - Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone – Projektowanie
- g) ACI 440.1R-06 (2006) Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforced with FRP Bars (Zalecenia do projektowania i wykonania konstrukcji z betonu zbrojonego prętami FRP)

8.2 W postępowaniu aprobacyjnym wykorzystano raporty z badań wyrobu budowlanego

- a) Raport z badań Nr 1/AB/16, IBDiM, Kielce 2016 r.
- b) Протокол исследования Nr 148-64-04/14, Испытательный центр "МашЭлТест", Железнодорожный 2014 (Raport z badań Nr 148-64-04/14, Centrum Badawcze „MaszElTest”, Żeleznodorożnyj 2014)

9 POUCZENIE

- 9.1** Aprobata techniczna nie jest dokumentem upoważniającym do oznakowania wyrobu budowlanego przed wprowadzeniem do obrotu.
- 9.2** Niniejsza Aprobata Techniczna IBDiM może być uchylona z inicjatywy własnej jednostki aprobującej lub na wniosek Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego, po przeprowadzeniu postępowania wyjaśniającego z udziałem wnioskodawcy.
- 9.3** Niniejsza Aprobata Techniczna IBDiM nie narusza uprawnień wynikających z ustawy z dnia 30 czerwca 2000 r. Prawo własności przemysłowej (Dz. U. z 2003 r. Nr 119, poz. 1117, ze zm.).
- 9.4** Od niniejszej Aprobaty Technicznej IBDiM nie służy odwołanie.

Otrzymują:

1. Wnioskodawca o nazwie: **SIA „ALBA-LTD”**, z siedzibą: **Brāļu Skrindu iela 11, Rēzekne, LV-4601** - 2 egz.
2. a/a Jednostka Oceny technicznej Instytut Badawczy Dróg i Mostów, ul. Instytutowa 1, 03-302 Warszawa tel. (22) 614 56 59, (22)39 00 414, fax (22) 675 41 27 - 1 egz.

ZAŁĄCZNIK	Podstawowe wytyczne do projektowania betonowych elementów zginanych zbrojonych prętami kompozytowymi FRP
------------------	---

Do celów projektowania zginanych elementów betonowych zbrojonych prętami kompozytowymi szklanymi można stosować te same zasady, która są przyjęte dla elementów zbrojonych prętami stalowymi wg normy PN-EN 1992-1-1:

- przekroje płaskie przed odkształceniem pozostają płaskie po odkształceniu,
- pomija się wytrzymałość betonu na rozciąganie,
- naprężenia w betonie ustala się zgodnie z zasadami podanymi w PN-EN 1992-1-1

$$f'_c = f'_{ck} / \tau_f,$$

- naprężenia w prętach kompozytowych należy przyjmować z ograniczeniami wynikającymi z liniowo-sprężystej charakterystyki kompozytu i jego odkształcenia granicznego,
- zapewniona jest pełna współpraca pomiędzy betonem a prętem kompozytowym,
- stan graniczny nośności występuje, gdy jest osiągnięty przynajmniej jeden z poniższych warunków:

$$\varepsilon_{cu} = 0,0030 \text{ w skrajnym włóknie betonu,}$$

$$\varepsilon_f \geq \varepsilon_{fu},$$

gdzie:

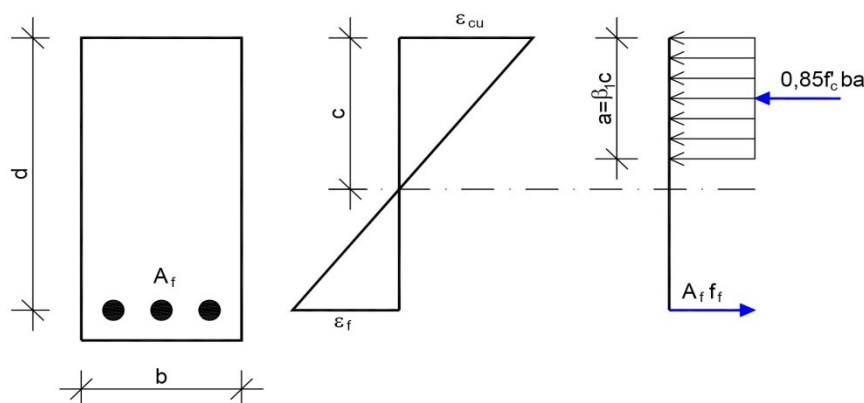
ε_{fu} – wartość obliczeniowa odkształcenia niszczące w pręcie kompozytowym.

Wartość obliczeniowa odkształcenia niszczące w pręcie kompozytowym można przyjmować wg ACI 440.1R-06.

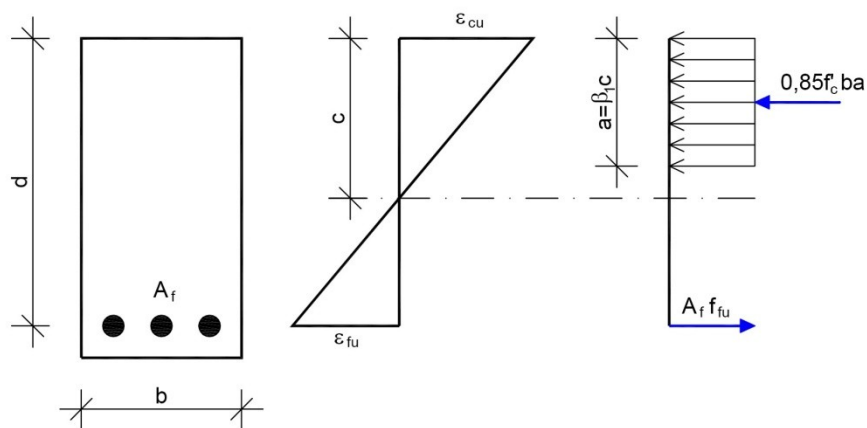
Nośność na zginanie elementu betonowego zbrojonego prętami kompozytowymi FRP może zostać osiągnięta poprzez zniszczenie betonu w strefie ściskanej lub zerwanie prętów kompozytowych FRP. Przy wymiarowaniu przekroju zginanego powinny być rozważane trzy stany równowagi:

- wyczerpanie nośności betonu w strefie ściskanej $\varepsilon_c \geq \varepsilon_{cu}$ (Rys. 1),
- stan równowagi, w którym naprężenia z zbrojeniu kompozytowym f_f są mniejsze od wytrzymałości na rozciąganie prętów kompozytowych $f_{fu} - f_f < f_{fu}$ (Rys. 2),
- wyczerpanie nośności prętów kompozytowych $\varepsilon_f \geq \varepsilon_{fu}$ (Rys. 3).

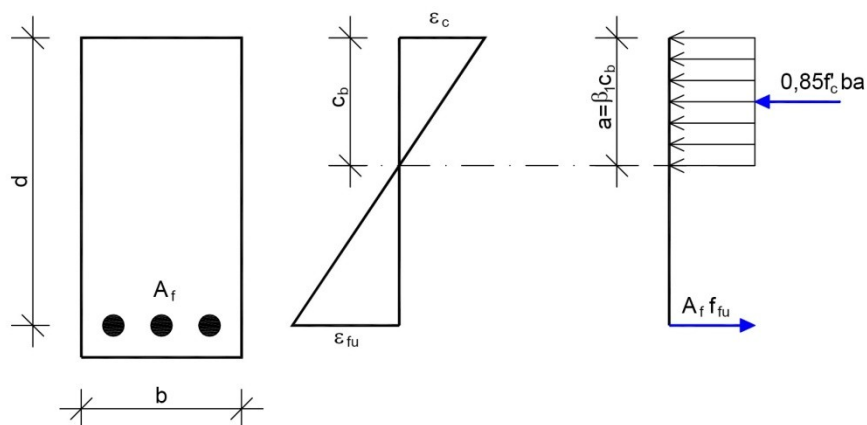
Iloczyn współczynników $\beta_1 \beta_c$ zależy od parametrów materiału i stopnia zbrojenia FRP. Wartość maksymalna iloczynu współczynników $\beta_1 \beta_c$ osiągnięta jest przy założeniu maksymalnych odkształceń w betonie równych 3,0‰ (wg ACI 440.1R-06).



Rysunek 1. Wyczerpanie nośności betonu



Rysunek 2. Stan równowagi



Rysunek 3. Wyczerpanie nośności prętów kompozytowych FRP

Ze względu na kruchy charakter zniszczenia elementów zginanych zbrojonych prętami kompozytowymi szklanymi, celowe jest przyjęcie w obliczeniach dodatkowego współczynnika korekcyjnego do nośności na zginanie, jak w wytycznych ACI 440.1R-06.

Przy sprawdzaniu stanu granicznego użytkowości (ULS) należy brać pod uwagę niską wartość modułów sprężystości prętów kompozytowych szklanych, w szczególności przy analizie stanu granicznego ugięć.