

## STRESZCZENIE

Wzmacnianie konstrukcji żelbetowych wstępnie naprężanymi taśmami CFRP jest wysoce efektywną technologią podnoszenia ich nośności na zginanie oraz poprawy parametrów użytkowych przez ograniczenie ugięcia i zarysowania. Obecnie na całym świecie prowadzone są prace badawcze nad rozwojem systemów wzmacniania wykorzystujących tę technologię. Przedmiotem rozprawy jest nowy system wzmacniania konstrukcji budowlanych Neoxe Prestressing System II. System składa się z taśmy kompozytowej, wyposażonej w obustronne zakotwienia mechaniczne z blach stalowych, urządzenia służącego do naciągu taśm oraz kleju do połączenia taśmy z podłożem betonowym na odcinku między zakotwieniami. Kluczowymi elementami systemu pozwalającymi na skuteczne naprężenie i przymocowanie taśmy do wzmacnianego elementu są urządzenie naciągowe i zakotwienia. Celem rozprawy jest autorskie rozwiązanie dwóch zasadniczych problemów naukowych związanych z przedmiotową technologią, jakimi są: sposób naprężania taśm CFRP oraz sposób przekazania siły rozciągającej taśmę na konstrukcję betonową poddaną wzmocnieniu. W pierwszej części rozprawy przedstawiono przegląd stanu wiedzy w zakresie istniejących technologii wzmacniania belek żelbetowych na zginanie naprężanymi taśmami CFRP oraz czynników wpływających na efektywność tego typu wzmocnienia. Wyniki przeglądu były podstawą do sformułowania zaleceń do opracowania własnej technologii wzmacniania. W drugiej części przedstawiono wybrane aspekty projektowania i badań podstawowych elementów nowego systemu wzmacniania konstrukcji naprężanymi taśmami CFRP (zakotwień i urządzenia do naciągu taśm). Trzecia część rozprawy obejmuje badania efektywności nowego systemu wzmacniania oraz ocenę możliwości jego wdrożenia w budownictwie. W pierwszej kolejności system został zweryfikowany w warunkach laboratoryjnych w ramach badań serii belek żelbetowych w skali quasi-naturalnej. Podczas wzmacniania belek przetestowano cały system pod kątem sprawności i ergonomiczności stosowania oraz określono jego charakterystyczne cechy, jakimi są straty siły sprężającej. Badania belek pozwoliły na weryfikację efektywności systemu i określenie optymalnego poziomu naprężenia taśm kompozytowych do stosowania w systemie. Ostatnim etapem prac były badania wdrożeniowe nowego systemu na istniejącym obiekcie mostowym, dzięki którym potwierdzono efektywność systemu, a także wykazano jego niezawodność i ergonomiczność stosowania w warunkach in situ. Ponadto w rozprawie przedstawiono procedurę projektowania wzmocnienia na zginanie za pomocą wstępnie naprężanych taśm CFRP wraz z narzędziem obliczeniowym w postaci programu komputerowego. Przedstawiona w rozprawie nowa technologia wzmacniania betonowych elementów konstrukcyjnych na zginanie za pomocą wstępnie naprężanych taśm kompozytowych jest kolejną krajową propozycją wykorzystania w tym obszarze budownictwa (głównie mostowego) nowego materiału konstrukcyjnego, jakim jest kompozyt CFRP. Integracja etapów projektowania mechanicznego (urządzenie naciągowe), konstrukcyjnego (wzmacnianie elementu budowlanego) oraz technologii materiałowych (połączenia klejowe, kompozyt FRP) pozwoliły na uzyskanie innowacyjnego produktu (systemu) wysokiej jakości, niezawodności, ergonomiczności, spełniającego oczekiwania potencjalnych odbiorców.

## **SUMMARY**

Strengthening of reinforced concrete structures by prestressing with CFRP strips is high efficient technology to increase load bearing capacity and service parameters through reducing of RC beams deflection and cracking. Nowadays we can observed a dynamic development of CFRP prestressing systems worldwide. The subject of the dissertation is a new strengthening system named Neoxe Prestressing System II. The system consists of CFRP strip equipped with both-sides anchorages made of steel plates, device for tensioning strips and an adhesive to bond the strips to the concrete surface between the anchorages. Key elements of the system, which allow effective tensioning and fixation strips to the strengthened element, are tensioning device and steel anchorages. The purpose of the dissertation is to solve two fundamental scientific problems related to the technology: the method of tensioning of CFRP strips and the method of transferring the tensile force to the reinforced concrete structure. The first part of the dissertation presents a state-of-the-art review of the existing technologies using prestressed CFRP strips for strengthening reinforced concrete structures and the factors influencing on the strengthening effectiveness by this technology. The results of the review were the basis for formulating recommendations for developing new strengthening system. The second part presents selected aspects of designing and basic research of the new CFRP prestressing system (tensioning device and anchorages). The third part of the dissertation includes research on the effectiveness of the new strengthening system and assesses the potential for its implementation in the construction industry. In the first place, the system has been verified in laboratory conditions during tests of a series of reinforced concrete beams in quasi-natural scale. The efficiency and ergonomics of the system has been checked during strengthening of the beams as well as characteristic features such as losses of prestressing force have been determined. The research on the beams allowed to verify the strengthening effectiveness of the system and to determine the optimal prestressing level for using in the system. The final stage of the work has been the implementation of the new system on the existing bridge, which confirmed the strengthening effectiveness of the system and demonstrated its reliability and ergonomics in situ. In addition, in the dissertation a procedure for designing flexural strengthening of reinforced concrete structures using prestressed CFRP strips along with a computational tool which is computer program have been presented. The new technology of strengthening reinforced concrete structures, presented in the dissertation, is another national proposal for using of the new CFRP composite material in this area of civil engineering (mainly bridge engineering). Integration of mechanical design stages (tensioning device), structural (strengthening of building element) and material technology (glue joints, FRP composite) have resulted in an innovative product (system) of high quality, reliability, ergonomics, meeting the expectations of potential customers.