

Dr inż. Barbara SADOWSKA-BURACZEWSKA

Politechnika Białostocka
Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
ul. Wiejska 45E
15-351 Białystok

AUTOREFERAT

1. Imię i nazwisko.....	2
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe.....	2
3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych.....	2
4. Wskazanie i omówienie osiągnięcia naukowego.....	3
5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych.....	12

1. Imię i nazwisko

Barbara Sadowska-Buraczewska

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej

- magister inżynier budownictwa, specjalność konstrukcje budowlane i inżynierskie, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechniki Białostockiej - 1996 rok
- doktor nauk technicznych w dyscyplinie naukowej budownictwo, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka, temat rozprawy doktorskiej: „Nośność i odkształcalność żelbetowych belek zespolonych ukształtowanych warstwowo z udziałem betonów wysokowartościowych” - 2005 rok
promotor: prof. dr hab. inż. Andrzej Łapko

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

- asystent w Katedrze Konstrukcji Betonowych i Murowych Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Białostockiej- 1 październik 1997 rok
- adiunkt w Katedrze Konstrukcji Budowlanych Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Białostockiej - 1 październik 2010 rok
- adiunkt w Katedrze Konstrukcji Budowlanych i Architektury Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Białostockiej - 1 lipiec 2017 rok do chwili obecnej
- adiunkt Wyższa Szkoła Finansów i Zarządzania w Białymstoku filia w Elku na Wydziale Nauk Technicznych –1 październik 2008 roku - 30 wrzesień 2012 roku
- starszy wykładowca Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej -1 październik 2012 roku - 30 wrzesień 2016 roku

Barbara Sadowska-Buraczewska

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2013 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311).

a) tytuł osiągnięcia naukowego,

„Studium pracy konstrukcji warstwowych ukształtowanych z betonów o znacznie różniących się charakterystykach materiałowych” [Załącznik nr 4]

b) Autor, rok wydania, nazwa wydawnictwa, recenzenci wydawniczy

Autor: Barbara Sadowska-Buraczewska

Nazwa wydawnictwa, rok wydania: Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok 2017, ISBN 978-83-65596-29-1

Recenzenci wydawniczy: prof. dr hab. inż. Piotr Alawdin, Uniwersytet Zielonogórski

dr hab. inż. Izabela Skrzypczak, prof. PRz, Politechnika Rzeszowska

c) Omówienie celu naukowego ww. pracy i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

Odczuwalny brak wytycznych dotyczących zespolenia materiałów o znacznie różniących się właściwościach mechanicznych i reologicznych jakimi są beton zwykły i beton wysoko wytrzymały, czy fibrobeton w elementach warstwowych typu beton-beton, było powodem przeprowadzenia badań doświadczalnych dla tego typu elementów, czy konstrukcji oraz podjęcia prac nad opracowaniem modelu obliczeniowego.

W ujęciu klasycznym zespolone konstrukcje typu beton-beton formowane są przez połączenie dwu różnych betonów zwykłych o zbliżonej wytrzymałości, ale warstwa nadbetonu jest zazwyczaj klasy niższej, niż beton podstawowy. Współczesne trendy to zastosowanie betonów nowej generacji do konstrukcji zespolonych. W monografii nt.: „Studium pracy konstrukcji warstwowych ukształtowanych z betonów o znacznie różniących się charakterystykach materiałowych”, zaproponowano połączenie betonu zwykłego, znajdującego się w dolnej warstwie przekroju belkowego (oraz płytowego), z betonem BWB oraz fibrobetonem, znajdującym się w górnej warstwie przekroju, poprzez połączenie dwóch betonów o znacznie różniących się charakterystykami naprężeniowo-odkształceniowymi, co

Barbara Sadowska-Buraczewska

wywołuje korzystne efekty statyczne, podwyższając znacząco efektywność ustroju zespolonego.

W przypadku konstrukcji zespolonych powszechnie stosowanym modelem obliczeniowym konstrukcji warstwowych jest tradycyjny, normowy model obliczeniowy. W literaturze technicznej zauważano brak prac dotyczących modeli obliczeniowych konstrukcji warstwowych, dlatego w monografii opracowano i zaproponowano między innymi podstawy teoretyczne do obliczania stanu naprężeniowo-odkształceniowego w przekroju zespolonym od zjawisk reologicznych.

Celem zawartym w monografii jest poszerzenie zagadnień teoretyczno-doświadczalnych w zakresie pracy prętowych i płytowych konstrukcji zespolonych typu beton-beton. Skupiono się wyłącznie na studium pracy konstrukcji zespolonych warstwowych wykonanych z betonów o istotnie różniących się charakterystykach odkształceniowo-wytrzymałościowych oraz współpracy obu warstw i styku pomiędzy nimi, w odniesieniu do konstrukcji wzmacnianych betonami wysoko wytrzymałymi oraz fibrobetonami.

W monografii zaproponowano niepublikowany dotychczas w materiałach konferencyjnych, czasopismach i innych opracowaniach naukowych, autorski model obliczeniowy konstrukcji zespolonej z nadbetonem bardzo wysoko wytrzymałym (BWW) z uwzględnieniem podatności styku. W pracy przedstawiono zarówno ogólne założenia dopuszczenia modelu, jak i algorytm dotyczący sformułowania modelu obliczeniowego. Na podstawie zaproponowanego modelu obliczeniowego szeroko omówiono i przeanalizowano przypadek ogólny sprawdzania przekroju zespolonego z nadbetonem wyższej klasy niż element wzmacniany (prefabrykat).

Autorski model obliczeniowy uwzględnia podatność styku w elementach warstwowych na podstawie zależności „bond-slip”. Zaproponowany model obliczeniowy dotyczy wydzielonego przekroju w bloku, pomiędzy sąsiednimi rysami prostopadłymi.

W monografii przedstawiono również wyniki przeprowadzonych badań doświadczalnych belek i płyt zespolonych wraz z analizą i weryfikacją zaproponowanego autorskiego modelu obliczeniowego przy obciążeniu doraźnym i długotrwałym. Badania przeprowadzono dla żelbetowych belek zespolonych wykonanych warstwowo z betonu zwykłego i betonów wysoko wytrzymałych, a także betonu z włóknami rozproszonymi stalowymi oraz odpowiednich belek porównawczych.

Wykonano badania i analizy zginanych elementów zespolonych typu beton-beton jakimi są płyty żelbetowe ukształtowane warstwowo z betonu zwykłego i fibrobetonu oraz

elementy kontrolne. Analiza badań doświadczalnych pod obciążeniem doraźnym dotyczyła określenia wpływu warstwy fibrobetonu na ugięcia, nośność i rysy w warstwowych elementach płytowych wykonanych w skali naturalnej w porównaniu z płytami kontrolnymi wykonanymi w całości z betonu zwykłego i BWW.

W konstrukcjach zespolonych, składających się z belek żelbetowych (często określanych jako „prefabrykat”) i warstwy betonu monolitycznego (tzw. „nadbeton”), układanego na belce żelbetowej, jednym z podstawowych elementów, który zabezpiecza wspólną pracę przekroju zespolonego, jest połączenie w płaszczyźnie styku. Mechanizm przekazywania naprężeń ścinających w płaszczyźnie styku w przypadku ogólnym związany jest z wpływem takich czynników jak: adhezji występującej na styku beton-beton, tarcia beton o beton, ilości i rozmieszczenia zbrojenia zszywającego w styku (efekt „dyblowy” plus naprężenia ściskające od rozciągania zbrojenia zszywającego jako składnik tarcia).

W przypadku powierzchni styku niezbrojonego, przyczepność uzależniona jest tylko od adhezji i tarcia po powierzchni styku. Należy podkreślić, że maksymalne naprężenia ścinające w przypadku adhezji związane są z bardzo małym przemieszczeniem (poślizgiem) w płaszczyźnie styku. I odwrotnie wpływ tarcia znaczący jest przy dużych przemieszczeniach poziomych w płaszczyźnie styku. Dlatego nie analizowano jednocześnie adhezji i tarcia w przypadku styków niezbrojonych. W przypadku styków zbrojonych w wyniku przemieszczeń poziomych powstają przemieszczenia pionowe i rozwarcie rysy w styku.

Na podstawie przeglądu dostępnej literatury, przy formułowaniu autorskiej propozycji modelu obliczeniowego konstrukcji zespolonych z nadbetonem BWW z uwzględnieniem podatności styku zdefiniowano następujące warunki dopuszczenia dla proponowanego modelu:

- zasada przekrojów płaskich (Navier – Bernoulli's) – przekroje płaskie przed odkształceniem pozostają płaskie po odkształceniu przekroju zespolonego
- w dowolnym przekroju krzywizny części prefabrykowanej i nadbetonu są równe ($\varphi_{z(1)} = \varphi_{z(2)}$),
- zapewniona jest przyczepność zbrojenia i otaczającego betonu,
- zależność „ $\sigma_c - \varepsilon_c$ ” dla betonów części monolitycznej (nadbetonu) i części prefabrykowanej przekroju zespolonego przyjęta jako liniowo-paraboliczna,

(Odkształcenia graniczne $\varepsilon_{cu,2}$ przyjmowane na podstawie danych literaturowych, natomiast analizując belki zespolone i kontrolne, odkształcenia graniczne przyjmowano z badań niszczących betonów - badania własne).

- zależność „ $\sigma_s - \varepsilon_s$ ” dla stali zbrojeniowej przyjęto według danych literaturowych przyjmując postać wykresu jako bilinearną funkcję,
- grubość warstwy styku przyjęto równą zero,
- element zespolony osiąga stan granicznej nośności:
 - jeżeli beton na najbardziej ściskanej krawędzi (w strefie ściskanej) osiąga odkształcenia graniczne $\varepsilon_{cu,2(i)}$,
 - jeżeli stal zbrojeniowa osiąga odkształcenia odpowiadające granicy plastyczności, oraz opis analityczny funkcji „ $\tau_{sh} - \delta$ ” (naprężenia ścinające – poślizg) należy przyjmować w zależności od konstrukcji styku.

Z analizy rozkładu naprężeń w przekroju zespolonym, na podstawie analizy literatury i opracowań własnych, stwierdzono iż naprężeniom normalnym σ_c wywołanych zginaniem, których rozkład w strefie ściskanej ulega silnemu zaburzeniu towarzyszą naprężenia ścinające τ_s w płaszczyźnie zespolenia obu betonów, które tworzą złożony stan naprężeń. Zachowanie się betonów w złożonym stanie naprężeń pod obciążeniem bliskim niszczącemu nie zostało w pełni rozpoznane nawet dla betonów zwykłych klas. Stosowane w tych przypadkach znane hipotezy wytrzymałościowe są znacznym uproszczeniem stanu rzeczywistego. W zaproponowanym i rozważanym w monografii przypadku mamy do czynienia z zespoleniem betonów o zdecydowanie różnych charakterystykach wytrzymałościowych i dużej różnicy odkształceń granicznych. Istotne różnice wykazują także wartości średnich modułów sprężystości betonu zwykłego i BWW oraz fibrobetonu, które decydują o zakresie odkształceń doraźnych betonu. Istotny jest też wpływ warstwy stykowej na zachowanie się konstrukcji zespolonej z betonu zwykłego i BWW oraz fibrobetonu.

Na podstawie zaproponowanego algorytmu obliczeniowego opracowano program numeryczny BETA służący do obliczania przekrojów zespolonych z nadbetonem wyższej klasy niż prefabrykat. Oprogramowanie wykonano w języku programowania C++. Program wykorzystano do analiz numerycznych zawartych w monografii oraz posłużył on do weryfikacji wyników badań doświadczalnych.

Wykonano kilka etapów badań doświadczalnych. Jednym z nich były badania żelbetowych belek zespolonych wykonanych warstwowo z betonu zwykłego i betonów wysokowytrzymałych (BWW) [załącznik 3 rozdz. II, A2; C2; E3-8; E3-9; E3-10; E6-19; E6-21; L5; L6] oraz belki z nadbetonem z włóknami rozproszonymi stalowymi [załącznik 3 rozdz. II, E3-7; L2], a także odpowiednie belki jednorodne typu kontrolnego. W każdej serii wykonano po trzy elementy badawcze.

Podstawowym celem wykonanych badań była weryfikacja i uzasadnienie założeń teoretycznych sformułowanych przy opracowaniu modelu obliczeniowego dla zastosowania betonów wysokowartościowych i fibrobetonów przy wykonaniu konstrukcji warstwowych.

Belki modelowe o przekroju prostokątnym badano pod obciążeniem doraźnym, natomiast elementy belkowe w skali naturalnej badano pod obciążeniem doraźnym, jak również pod obciążeniem długotrwałym [załącznik 3 rozdz. II, A2]. Podczas badań rejestrowano między innymi: siłę rysującą, charakter i obraz zarysowania, szerokość rozwarcia rys, ugięcia, odkształcenia betonu na wysokości przekroju oraz nośność.

Wykazano, iż wyniki analiz numerycznych otrzymane z autorskiego programu BETA (niepublikowanego dotychczas) są zbieżne z wynikami badań doświadczalnych odkształcalności belek zespolonych z warstwą BWW i belek kontrolnych (pełnych). Na podstawie badań i analiz stwierdzono, że odkształcalność włókien ściskanych belek zespolonych z BWW jest mniejsza w porównaniu do odkształcalności belek pełnych jednorodnych. Efekty te okazały się bardziej widoczne na wysokości strefy ściskanej, która w przypadku stosowania nadbetonu z BWW ma nieco większy zasięg niż w przypadku belki kontrolnej pełnej. Taki efekt korzystnie wpływa na krzywiznę przekroju i rejestrowane ugięcia belek.

Z analizy wyników badań w zakresie ugięć modelowych belek żelbetowych stwierdzono, że belki zespolone z nadbetonem BWW wykazują mniejsze ugięcia, a zatem mają tym samym wyższą sztywność na zginanie pod obciążeniem krótkotrwałym (doraźnym), w porównaniu ze sztywnością belek pełnych kontrolnych [załącznik 3 rozdz. II, C2; E3-8; E3-9; E3-10; E6-19; E6-21; L5; L6]. Podobne efekty uzyskano w badaniach belek modelowych z nadbetonem wykonanym z fibrobetonu [załącznik 3 rozdz. II, E3-7; L2]. Wyniki badań doświadczalnych potwierdziły również większą efektywność w zakresie nośności na zginanie belek zespolonych z warstwą fibrobetonu w porównaniu do belek jednorodnych.

Ponadto wpływ charakterystyk wytrzymałościowo-odkształceniowych warstwy nadbetonu na zarysowanie i ugięcia belek z BWW analizowano przy wykorzystaniu autorskiego modelu obliczeniowego, sformułowanego dla przekroju wydzielonego bloku pomiędzy sąsiednimi rysami prostopadłymi. Obliczenia i analizy przeprowadzono w przypadku ogólnym dla odcinka belki obciążanego momentem stałym (w zakresie strefy czystego zginania pomiędzy siłami skupionymi). Otrzymane wartości odkształceń oraz szerokości rozwarcia rys okazały się porównywalne z wartościami otrzymanymi podczas

przeprowadzonych badań doświadczalnych. Przedstawiona analiza potwierdziła poprawność założeń zaproponowanego autorskiego modelu (algorytmu) obliczeniowego.

Podstawowym zagadnieniem przy projektowaniu i wykonywaniu konstrukcji zespolonych (warstwowych) z nadbetonu BWW jest ocena stanu naprężeniowo-odkształceniowego, który powstaje w przekrojach takich elementów w wyniku działania sił wymuszonych, pochodzących z rozwoju odkształceń skurczowych w warstwach elementu.

Odształcenia swobodne skurczowe nadbetonu i części prefabrykowanej, które powstają w wyniku zmian strukturalnych (skurcz powietrzno-suchy i skurcz autogeniczny) w przypadku konstrukcji warstwowej, ograniczony jest przez kolejne warstwy w wyniku połączenia w styku dwóch betonów. Stopień ograniczenia odkształceń (i odpowiednio naprężeń) skurczowych może być wyrażony jako stosunek naprężeń faktycznych, powstających przy dowolnym poziomie (stopniu) ograniczenia σ_{rest} i naprężeń, które hipotetycznie mogą powstać przy praktycznie całkowitym ograniczeniu odkształceń σ_{full} . Zaproponowano algorytm obliczeniowy, w którym przyjęto następujące założenia: w pierwszym przybliżeniu beton monolityczny i prefabrykowany pracują w stanie liniowo-sprężystym, współczynnik Poisson'a $\nu = 0$ i przekrój części monolitycznej jest prostokątny, lecz część prefabrykowana może być dowolnej formy (dowolnego kształtu), hipoteza przekrojów płaskich (Bernoulliego) dla przekroju zespolonego (nie następuje rozwarstwienie w styku w wyniku oderwania warstw), zabezpieczona pełna przyczepność w styku pomiędzy warstwami, wykonane obliczenia mogą być zastosowane dla belek ze stosunkiem $l/h > s$ (slenderbeams), dla belek sztywnych ($l/h < 5$) należy wprowadzić dodatkowe poprawki.

Autorska metoda obliczeń polega na wyznaczeniu siły rozciągającej $N_{sh,t}$, którą należy przyłożyć, żeby kompensować odkształcenia skurczu niezwiązanego (swobodnego) $\epsilon_{sh,f}$. Siła rozciągająca $N_{sh,t}$ jest równoważona przez siłę ściskającą $N_{sh,c}$ i moment zginający $M_{sh,c}$ przyłożony w środku ciężkości przekroju zespolonego. Stan naprężenia ocenia się wg zasady superpozycji sił w przekroju zespolonym.

Wyniki badań doświadczalnych dotyczące odkształcenia betonu na ściskanej krawędzi przekroju modelowych belek warstwowych z nadbetonem z BWW, przy odpowiednich poziomach obciążenia, otrzymano znacznie mniejsze niż belek kontrolnych (jednorodnych pełnych). Odształcenia betonu w belkach warstwowych otrzymano średnio o około 55% mniejsze w porównaniu z odkształceniami betonu w belce jednorodnej.

Badania i analizy w zakresie ugięć modelowych belek warstwowych z nadbetonem z BWW wykazały, iż belki warstwowe wykazują mniejsze ugięcia, a tym samym mają wyższą sztywność na zginanie pod obciążeniem doraźnym niż belki kontrolne, jednorodne. Ugięcia belek warstwowych są średnio o około 30% mniejsze w porównaniu do belek wykonanych całkowicie z betonu zwykłego.

Nośność warstwowych elementów belkowych z nadbetonem BWW jest większa o ok. 6% do 12% od nośności belki kontrolnej jednorodnej wykonanej całkowicie z betonu zwykłego. Przypuszczać można, że różnice nośności dla belek w skali naturalnej byłyby większe.

Badania warstwowych belek w skali półtechnicznej z nadbetonem z fibrobetonu [załącznik 3 rozdz. II, L2] wykazały, że wartości odkształceń betonu w strefie ściskanej są mniejsze od 27% do 34% w porównaniu z odkształceniami belek kontrolnych jednorodnych wykonanych w całości z betonu zwykłego.

Analiza wyników badań doświadczalnych w zakresie ugięć wykazała, że warstwowe belki żelbetowe wykonane z nadbetonem z fibrobetonu mają mniejsze ugięcia średnio o ok. 20% w porównaniu do belek kontrolnych jednorodnych wykonanych z betonu zwykłego.

Zakres badań obejmował również pomiar rozwartości rys, a suma ich szerokości w belce warstwowej w porównaniu z belką jednorodną z betonu zwykłego jest średnio o około 20% mniejsza.

Analiza wyników badań nośności belek warstwowych z nadbetonem z fibrobetonu w stosunku do nośności belek jednorodnych z betonu zwykłego okazała się średnio o około 16% większa [załącznik 3 rozdz. II, L2].

Badania warstwowych belek w skali naturalnej z nadbetonem z BWW [załącznik 3 rozdz. II, A2] w zakresie ugięć wykazały, iż są one mniejsze średnio o około 29% w porównaniu z ugięciami belek kontrolnych wykonanych całkowicie z betonu zwykłego.

Odształcenia betonu w strefie ściskanej przekroju belek warstwowych w skali naturalnej z nadbetonem wysokowytrzymałym otrzymano mniejsze, w porównaniu do odkształceń belek jednorodnych wykonanych całkowicie z betonu zwykłego.

Wyniki badań nośności belek warstwowych z nadbetonem z BWW wykazały, iż nośność belek warstwowych jest o około 31% większa od nośności belek jednorodnych wykonanych całkowicie z betonu zwykłego [załącznik 3 rozdz. II, A2].

Wykazano, że połączenie betonów w konstrukcji warstwowej w młodym wieku betonu pozwala na zmniejszenie (redukcję) naprężeń rozciągających, wynikających z różnic

odkształceń skurczowych w młodym wieku betonu. Przy mniejszych różnicach sztywności osiowej przy zginaniu wyrażonej przez moduł sprężystości, obserwuje się relaksację naprężeń rozciągających, co jest korzystne w przypadku konstrukcji warstwowych.

Przeprowadzono również badania doświadczalne zespolonych i kontrolnych płyt żelbetowych w skali naturalnej wykonanych z betonu zwykłego i fibrobetonu oraz jednorodnych z betonu zwykłego i BWW [załącznik 3 rozdz. II, E5-14]. Dla badanych elementów analizowano ugięcia, nośność i rysy. Na podstawie przeprowadzonych badań zaobserwowano, że wzmocnienie poprzez użycie fibrobetonu w strefie górnej płyty zespolonej dało korzystny efekt - zmniejszenie ugięć, a zatem większą sztywność elementu w porównaniu z płytami kontrolnymi wykonanymi w całości z betonu wysokiej wytrzymałości oraz płytami jednorodnymi wykonanymi z betonu zwykłego.

Wyniki badań w zakresie ugięć płyt żelbetowych wykazały, że ugięcia płyt zespolonych w porównaniu z płytami kontrolnymi wykonanymi w całości z betonu zwykłego są średnio o około 20% mniejsze. W przypadku analizy porównawczej ugięć płyt z BWW z płytami kontrolnymi z betonu zwykłego stwierdzono, że ugięcia płyt wykonanych całkowicie z BWW są mniejsze średnio o około 22%.

Ugięcia żelbetowych płyt zespolonych były porównywalne z ugięciami płyt kontrolnych jednorodnych z BWW.

Średni przyrost nośności płyt zespolonych wyniósł 27% w stosunku do płyt jednorodnych wykonanych z betonu zwykłego. Natomiast przyrost nośności płyt kontrolnych z BWW, w porównaniu z płytami jednorodnymi z betonu zwykłego wyniósł jedynie 14%.

Na podstawie morfologii rys stwierdzono korzystny wpływ warstwy fibrobetonu na rozwój rys w płytach zespolonych i charakter zniszczenia badanych elementów [załącznik 3 rozdz. II, E5-14].

W monografii analizowano również wpływ mikrokrzemionki na pękanie przy rozciąganiu betonu w młodym wieku pod działaniem stałego obciążenia (stałej wielkości obciążenia). Przeprowadzone badania pozwoliły na sformułowanie tezy, że zwiększenie zawartości mikrokrzemionki prowadzi do polepszenia cech podstawowych betonu: wytrzymałości przy rozciąganiu i modułu sprężystości. Podniesienie, z jednej strony, wytrzymałości na rozciąganie betonu prowadzi do obniżenia ryzyka zarysowania, a wzrost modułu sprężystości do wzrostu naprężeń wymuszonych rozciągających, powstających w wyniku rozwoju odkształceń skurczowych (głównie skurczu autogenicznego) w warunkach ograniczania swobody odkształceń. Stwierdzono, że wpływ mikrokrzemionki na skurcz

autogeniczny jest zauważalny dla wszystkich mieszanek, a szczególnie w przypadku mieszanek z wysoką zawartością mikrokrzemionki ($\approx 15\%$). Mniejsza jej zawartość nie prowadzi do wyraźnej różnicy pomiędzy odkształceniami skurczowymi (od skurczu autogenicznego) zarejestrowanymi dla mieszanek betonowych o zawartości mikrokrzemionki poniżej 15%, a wykonanymi bez udziału mikrokrzemionki.

Podsumowując, współczesne wymagania w zakresie wzmocnienia obiektów budowlanych spowodowały, że w wielu krajach podjęto badania w celu stworzenia i wdrożenia w praktyce inżynierskiej nowych metod umożliwiających szybkie i efektywne wzmocnienie konstrukcji nośnej. Wynikiem tych działań jest wiele nowych rozwiązań technologiczno-materiałowych, które zostały z powodzeniem wdrożone. Główną barierą w powszechnym stosowaniu nowoczesnych rozwiązań technologiczno-materiałowych w konstrukcjach zespolonych jest jeszcze dość wysoki koszt ich wytworzenia, w tym głównie cen niekonwencjonalnego materiału. Jednakże wraz z rozpowszechnianiem się w projektach budowlanych procedur decyzyjnych, opartych na analizach LCA (life cycle analysis – analiza cyklu życia), zaawansowane technologicznie rozwiązania materiałowe będą zdobywały coraz szerszy rynek. Zalety nowych materiałów oraz wytworzonych z nich elementów konstrukcyjnych stają się na tyle przekonujące, że każde badania właściwości fizycznych, mechanicznych oraz każda analiza techniczno-ekonomiczna stają się ważne i zasadne w aspekcie cyklu życia obiektu budowlanego. Wśród nich, jak wykazały przeprowadzone przez Autorkę badania doświadczalne i analizy porównawcze, konstrukcje zespolone stają się bardzo dobrą alternatywą.

Podsumowując swoje działania naukowo-badawcze związane z problematyką podjętą w monografii, za najważniejsze osiągnięcia naukowe uważam:

1. Zebranie i usystematyzowanie wiedzy z zakresu metodologii projektowania i obliczania konstrukcji warstwowych przy sprawdzaniu warunków stanów granicznych nośności i użyteczności.
2. Opracowanie autorskiego modelu obliczeniowego uwzględniającego podatność styku na podstawie zależności „bond-slip”. Opracowany autorski model obliczeniowy dotyczy wydzielonego przekroju w bloku, pomiędzy sąsiednimi rysami prostopadłymi (niepublikowanego dotychczas w żadnych opracowaniach naukowych ani o zasięgu krajowym ani zagranicznym).

3. Przeprowadzenie badań doświadczalnych warstwowych żelbetowych elementów belkowych, umożliwiło weryfikację założeń teoretycznych sformułowanych w modelu obliczeniowym dla konstrukcji warstwowych oraz weryfikację modelu.
4. Opracowanie programu numerycznego BETA służącego do obliczania przekrojów zespolonych z nadbetonem wyższej klasy niż prefabrykat (niepublikowanego dotychczas w żadnych opracowaniach naukowych ani o zasięgu krajowym ani o zasięgu zagranicznym).
5. Przeprowadzenie badań dla zespolonych belek modelowych oraz zespolonych płyt w skali naturalnej. Analizy eksperymentalne dotyczyły badań doraźnych w zakresie: ugięć, nośności, odkształceń betonu na wysokości belki, szerokości i zasięgu rys oraz badań pod obciążeniem długotrwałym w odniesieniu do morfologii rys.

Główny obszar moich zainteresowań to temat aktualny i generuje potrzebę ciągłych badań i analiz w tym zakresie, a potwierdzeniem aktualności podjętego tematu naukowo-badawczego w monografii jest otrzymany **patent nr 218096 „Prefabrykowany element żelbetowy”** [załącznik 3 rozdz. II, C1] oraz udzielona licencja na patent firmie Matpol sp. z o.o. [załącznik 3 rozdz. II, C3].

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Przed uzyskaniem stopnia doktora

W 1996 roku po uzyskaniu stopnia magistra inżyniera, podjęłam pracę w Dyrekcji Okręgowej Dróg Publicznych w Białymstoku (DODP) na stanowisku inspektora w Wydziale Mostów. Moje obowiązki związane były z przygotowywaniem dokumentacji do przetargów, sprawdzaniem zgodności projektów z opisem w specyfikacji technicznej, przeglądy obiektów mostowych i przepustów oraz wizyty kontrolne na obiektach realizowanych przez inwestora, którym był DODP. Podczas pracy w DODP uczestniczyłam ponadto w wielu szkoleniach oraz konferencjach.

Od 1997 roku podjęłam pracę na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Białostockiej w Katedrze Konstrukcji Betonowych i Murowych kontynuując tematykę podjętą w pracy magisterskiej, a w szczególności zagadnienia sprężonych połączeń doczołowych elementów zginanych w konstrukcjach stalowych. Wyniki tych prac zostały opublikowane i przedstawiane na konferencjach naukowych.

W kolejnym etapie pracy naukowo-badawczej moje zainteresowania skupiły się na technologii wytwarzania betonów wysokiej wytrzymałości oraz wykorzystaniu ich w konstrukcjach warstwowych. Prowadzone przeze mnie prace obejmowały opracowanie składu mieszanki betonowej dla betonu o wytrzymałości na ściskanie przekraczającej 100MPa oraz wykonanie warstwowych żelbetowych belkowych elementów badawczych, z dolną warstwą wykonaną z betonu zwykłego o wytrzymałości na ściskanie do 25 MPa i górną z betonu wysokiej wytrzymałości. Istotą badań było uzyskanie optymalnego składu mieszanki betonowej dla betonu wysokiej wytrzymałości powyżej 100MPa, optymalnej grubości warstwy nadbetonu oraz opracowanie sposobu łączenia dwóch warstw betonów o znacznie różniących się charakterystykach materiałowych. Tematyce tej poświęcona została znaczna część moich publikacji w latach 1998-2005. W latach 2003 – 2005 jako główny wykonawca realizowałam grant promotorski 5 T07E 054 25, 0880/T07/2003/25 nt.: Analiza nośności i odkształcalności żelbetowych belek zespolonych ukształtowanych warstwowo z udziałem betonów wysokiej wytrzymałości, Politechnika Białostocka.

Zwieńczeniem prowadzonych w tym okresie badań była rozprawa doktorska pt.: „Nośność i odkształcalność żelbetowych belek zespolonych ukształtowanych warstwowo z udziałem betonów wysokowartościowych” i uzyskanie w 2005 roku stopnia doktora nauk technicznych w dyscyplinie budownictwo, w specjalności konstrukcje budowlane.

Po uzyskaniu stopnia doktora

Po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych w 2005 roku nadal kontynuowałam pracę naukowo-badawczą. Zagadnienia podejmowane w mojej pracy naukowo-badawczej oraz zawodowej, poza problematyką poruszaną w monografii, dotyczą:

- pracy żelbetowych belkowych elementów zespolonych o przekroju teowym [załącznik 3 rozdz. II, E3-8; E6-21; L5],
- optymalizacji składu mieszanki betonowej z użyciem wysokowartościowego kruszywa z recyklingu [załącznik 3 rozdz. II, A1; E3-5; E5-13; E5-16],
- pracy żelbetowych belkowych elementów konstrukcyjnych z wykorzystaniem betonów z użyciem wysokowartościowego kruszywa z recyklingu [załącznik 3 rozdz. II, A1; E3-5; E5-13; E5-16].

Badania dotyczące pierwszego obszaru tematycznego obejmowały wykonanie modelowych żelbetowych belek zespolonych oraz belek kontrolnych wykonanych całkowicie z betonu wysokiej wytrzymałości i betonu zwykłego. Belki zespolone o przekroju teowym wykonane zostały z dwóch betonów: dolną warstwę wykonano z betonu zwykłego o średniej

wytrzymałości na ściskanie 28,01MPa, a górną, czyli nadbeton, który stanowiła półka w przekroju teowym, z betonu wysokiej wytrzymałości o średniej wytrzymałości 96,8 MPa [załącznik 3 rozdz. II, E3-8]. Dla wykonanych żelbetowych elementów zespolonych przeprowadzono badania w zakresie ugięć pod obciążeniem doraźnym, nośności i rozwoju rys. Badania doświadczalne belek zespolonych z udziałem nadbetonu z BWW wykazały, iż ugięcia modelowych belek zespolonych są mniejsze o około 12%, niż belek kontrolnych wykonanych w całości z betonu zwykłego. Natomiast ugięcia belek jednorodnych wykonanych w całości z BWW są mniejsze o około 15% , niż belek kontrolnych wykonanych w całości z betonu zwykłego. Analiza wyników w zakresie nośności belek wykonanych w całości z BWW wskazuje, iż ich nośność jest wyższa o około 42% w porównaniu do belek jednorodnych wykonanych z betonu zwykłego, natomiast nośność belek zespolonych w stosunku do belek kontrolnych wykonanych w całości z betonu zwykłego była większa o 80%, a także większa o 20% od nośności belek całkowicie wykonanych z betonu wysokiej wytrzymałości. Zarysowanie wszystkich belek przebiegało podobnie. Pierwsze zarysowania pojawiły się w środkowej strefie belek – rysy prostopadłe od zginania, przy czym zasięg tych rys nie przekraczał poziomu zbrojenia głównego. Przed zniszczeniem belek powstawały rysy w strefach przypodporowych. Zniszczenie następowało bez poślizgu w warstwie kontaktowej.

Drugi obszar moich zainteresowań to rozwój zrównoważony i wykorzystanie materiałów z recyklingu w budownictwie, dlatego wskazałam również artykuły dotyczące tej tematyki [załącznik 3 rozdz. II, A1; E3-5; E5-13; E5-16].

Badania i analizy w tym obszarze tematycznym, obejmowały optymalizację składu mieszanki betonowej z użyciem wysokowartościowego kruszywa z recyklingu oraz studium pracy żelbetowych belkowych elementów konstrukcyjnych z wykorzystaniem betonów z użyciem wysokowartościowego kruszywa z recyklingu pod obciążeniem doraźnym i długotrwałym.

Wiele czynników wskazuje na fakt, iż konstrukcje betonowe mogą być uznane za niespełniające podstawowych zasad zrównoważonego rozwoju. Przemysł budowlany powinien spełniać wymagania trwałego oraz ekologicznego budownictwa. Ekologia i ochrona środowiska jest bardzo ważnym zagadnieniem nie tylko podczas segregacji odpadów komunalnych, ale także powinna być ważnym tematem podczas zagospodarowania odpadów budowlanych, które w znaczący sposób wpływają na stan otaczającego nas środowiska. Wielu autorów podjęło się wykorzystania różnych odpadów, niektórzy z nich proponują użycie kruszywa wtórnego wysokowartościowego udowadniając jego przydatność w elementach

Barbara Sadowska-Buraczewska

konstrukcyjnych. Moje zainteresowania tą tematyką wpisały się również w ten obszar tematyczny, prowadziłam badania nad zastosowaniem kruszywa wtórnego w betonach, opracowania receptury mieszanki betonowej na bazie kruszywa z recyklingu oraz zastosowaniem otrzymanych betonów o wytrzymałości na ściskanie powyżej 60MPa do konstrukcji zespolonych.

Wiele czynników wskazuje na fakt, iż konstrukcje betonowe mogą być uznane za niespełniające podstawowych zasad zrównoważonego rozwoju. Przemysł budowlany powinien spełniać wymagania trwałego oraz ekologicznego budownictwa. Ekologia i ochrona środowiska jest bardzo ważnym zagadnieniem nie tylko podczas segregacji odpadów komunalnych w dniu codziennym, ale także powinna być ważnym tematem podczas zagospodarowania odpadów budowlanych, które w znaczący sposób wpływają na stan otaczającego nas środowiska.

Ostatnie lata cechują się wzrostem ilości odpadów budowlanych kierowanych do składowania na składowiskach odpadów komunalnych. Według statystyk europejskich na 1 mieszkańca UE przypada 1 tona odpadów budowlanych i rozbiórkowych rocznie, co staje się poważnym problemem dla krajów Wspólnoty (Eurostat). Odpady budowlane i wydobywcze stanowią aż 60,7% całkowitej ilości odpadów (Eurostat). W 2011r. ilość zbieranych selektywnie odpadów budowlanych w Polsce oszacowano na około 2186 tys. ton, co stanowi 1,8% odpadów ogółem (Monitor Polski nr11 z 28.02.2010), a na terenie Podlasia odpady te stanowiły w 2010 r. 69,4 tys.t (prognoza na 2014r. 144,7 tys.t). Odpady budowlane wchodzące w skład odpadów przemysłowych jak również komunalnych; zawierają najczęściej: odpady materiałów i elementów budowlanych i drogowych (gruz beton, ceglany itp.); odpady drewna, szkła, tworzyw sztucznych, odpady smołowe; złomy metaliczne; gleba i grunt z wykopów, kamienie (Monitor Polski nr11). Obecnie stosowane zagospodarowanie gruzu budowlanego sprowadza się do wykonywania podbudowy do dróg dojazdowych. Zastosowanie gruzu budowlanego jako substytutu kruszywa naturalnego w mieszankach betonowych znajduje coraz szersze grono zwolenników, co jest podyktowane przede wszystkim względami ekonomicznymi i ekologicznymi. Istotnym powodem zmuszającym do zagospodarowania odpadów mineralnych są ograniczenia w dostępie do zasobów naturalnych (kopalin) przez ochronę przyrody.

Przeprowadzone przeze mnie w [załącznik 3 rozdz. II, A1; E3-5; E5-13; E5-16], badania miały na celu alternatywne zagospodarowanie gruzu budowlanego, a więc zastosowanie kruszywa recyklingowego jako zamiennik kruszywa naturalnego grubego w

Barbara Sadowska-Buraczewska

stosie okruszowym oraz elementach konstrukcyjnych poprzez wykonanie oraz przebadanie żelbetowych elementów wykonanych z betonu na bazie kruszyw z recyklingu.

Badania eksperymentalne żelbetowych elementów belkowych z zastosowaniem kruszyw z recyklingu miały na celu określenie wpływu zastąpienia naturalnego kruszywa grubego kruszywem uzyskanym z recyklingu betonu wysokowartościowego na zachowanie się belek. Jeden z etapów badań polegał na porównaniu parametrów wytrzymałościowych elementów betonowych wykonanych przy całkowitym zastąpieniu kruszywa grubego kruszywem z recyklingu BWW oraz porównaniu z elementami modelowymi wykonanymi z betonu z użyciem kruszywa naturalnego.

Analizy eksperymentalne opracowane w zakresie badań doraźnych dotyczyły: ugięć, nośności, odkształceń betonu po wysokości belki, szerokości i zasięgu rys. Analiza porównawcza obejmowała zachowanie się belek wykonanych z betonów z użyciem wysokowartościowego kruszywa z recyklingu (z różną zawartością procentową kruszyw z recyklingu w stosunku do 1 m³ mieszanki betonowej) z elementami kontrolnymi wykonanymi z BWW na kruszywach naturalnych.

W kolejnej pracy [załącznik 3 rozdz. II, E3-5], przeprowadzono badania doświadczalne modelowych belek żelbetowych z wykorzystaniem kruszywa wtórnego o 50% i 100% zawartości frakcji grubej kruszywa z recyklingu oraz belek kontrolnych wykonanych całkowicie z betonu wysokiej wytrzymałości na bazie kruszyw naturalnych (BWV). W zakresie doraźnym mierzono ugięcia, odkształcenia betonu na wysokości przekroju, rysy oraz wartość siły, a w zakresie długotrwałym - ugięcia. Celem powyższych badań długotrwałych była analiza odkształcalności belek w funkcji czasu, przy stałej wartości obciążenia.

W pracy [załącznik 3 rozdz. II, E5-16], przedstawione zostały również badania eksperymentalne modelowych żelbetowych belek o przekroju prostokątnym z użyciem wysokowartościowych kruszyw recyklingu z dodatkiem i bez dodatku włókien stalowych. Analizy eksperymentalne opracowane w zakresie badań doraźnych dotyczyły: ugięć, nośności, odkształceń betonu oraz morfologii rys. Analiza porównawcza obejmowała zachowanie się belek wykonanych z betonów z użyciem wysokowartościowych kruszyw z recyklingu z elementami modelowymi kontrolnymi wykonanymi z betonu zwykłego na kruszywach naturalnych.

Kolejnym etapem były badania żelbetowych belek modelowych o przekroju teowym z użyciem wysokowartościowego kruszywa z recyklingu [załącznik 3 rozdz. II, E5-13]. Program badań w zakresie doraźnym obejmował pomiar: ugięcia, odkształcenia betonu,

nośność oraz rysy, a także w zakresie długotrwałym: ugięcia. Przedstawiono również odpowiadające im ugięcia i odkształcenia betonu wyznaczone z modelu numerycznego systemem analizy konstrukcji DIANA. Analiza porównawcza wykazała zgodność wyników doświadczalnych z numerycznymi.

Podsumowując swoje działania naukowo-badawcze związane z problematyką wykorzystania wysokowartościowego kruszywa z recyklingu w elementach konstrukcyjnych mogę stwierdzić, że przeprowadzone badania pokazały, iż jest wskazane stosowanie kruszywa recyklingowego jako zamiennik kruszywa naturalnego grubego w stosie okrucowym. Żelbetowe elementy wykonane z betonu na bazie kruszyw z recyklingu, wykazują podobną nośność jak elementy z betonu na bazie kruszyw naturalnych. Elementy konstrukcyjne z betonu na kruszywach wtórnych wykazują nieco większe odkształcenia niż na kruszywach naturalnych. W belkach wykonanych z betonów na kruszywach z recyklingu wcześniej pojawiają się rysy, jednak tej wady można uniknąć poprzez zastosowanie włókien stalowych, co wykazano w przeprowadzonych przez Autorkę badaniach.

Kruszywa alternatywne (z recyklingu) stanowią uzupełnienie rynku kruszyw naturalnych. Produkcja kruszyw z recyklingu całkowicie wpisuje się w podstawowe cele i zasady gospodarki odpadami polegające na: minimalizacji wielkości odpadów, minimalizacji ich wpływu na środowisko, odzysku zgodnym z zasadami ochrony środowiska.

Zgodnie z dyrektywą UE 305/2011 z 9.03.2011 obiekty budowlane muszą być zaprojektowane, wykonane i rozebrane w taki sposób, aby wykorzystanie zasobów naturalnych było zrównoważone i zapewniało ponowne wykorzystanie lub recykling materiałów i części po rozbiórce obiektów budowlanych. Ceny kruszyw naturalnych rosną wraz ze zmniejszaniem się nieodnawialnych zasobów naturalnych oraz wzrostem kosztów transportu, co będzie generować zainteresowanie nowymi recepturami materiałów budowlanych z zastosowaniem odpadów pochodzenia mineralnego. Racjonalna gospodarka zasobami naturalnymi, ale również racjonalne wykorzystanie odpadów budowlanych powinny generować zainteresowanie innowacyjnymi technologiami dotyczącymi receptur nowych materiałów zawierających mineralne odpady komunalne.

Uzyskane w [załącznik 3 rozdz. II, A1; E3-5; E5-13; E5-16] zadawałające jakościowo wyniki powinny spowodować istotne zainteresowanie ze strony inwestorów, projektantów i wykonawców branży budowlanej, głównie w zakresie robót betonowych. Zaproponowana receptura betonu z zastosowaniem kruszyw z recyklingu ma bezpośredni wpływ na ochronę

Barbara Sadowska - Buraczewska

środowiska. Odnosi się bowiem do racjonalnego wykorzystania i ochrony zasobów naturalnych oraz racjonalnego zagospodarowania odpadów komunalnych.

W kolejnych etapach swojej pracy naukowej przewiduję kontynuację tematyki związanej z konstrukcjami zespolonymi i zrównoważonym budownictwem, m.in. w zakresie badań eksperymentalnych, modelowania konstrukcji zespolonych, czy zastosowania kruszyw wtórnych do konstrukcji zespolonych.

Syntetyczne zestawienie dorobku naukowego

Jestem autorem i współautorem 43 publikacji, w tym **po uzyskaniu stopnia doktora:**

- 1 (2) publikacje w czasopismach znajdujących się w bazie JCR,
- 1 monografia habilitacyjna,
- 11 rozdziałów w monografiach o zasięgu międzynarodowym i krajowym,
- 1 publikacja w czasopiśmie międzynarodowym spoza bazy JCR,
- 5 publikacji w czasopismach krajowych,
- 14 publikacji w materiałach konferencyjnych międzynarodowych i krajowych konferencji (w tym 3 (4) znajdujących się w bazie Web of Science),
- 3 publikacje w zeszytach naukowych,
- 1 patent (wdrożony)
- 1 zastrzeżenie patentowe

Ponadto moja działalność naukowa po doktoracie obejmowała wiele innych działań były to między innymi: wykłady zamawiane [załącznik 3 rozdz. III, Q2], naukowa współpraca międzynarodowa [załącznik 3 rozdz. III, F1, F2], patent i zgłoszenie patentowe [załącznik 3 rozdz. II, C1, C2, C3], granty [załącznik 3 rozdz. II, J1, J2], wykonawca w pracach statutowych [załącznik 3 rozdz. II, J3-J7], kierownik w pracach własnych [załącznik 3 rozdz. II, J8, J9], wykonawca opinii i ekspertyzy [załącznik 3 rozdz. III, M1, M2].

W roku 2014 i 2015 odbyłam staż naukowy na Politechnice Koszalińskiej [załącznik 3 rozdz. III, L1, L2]. Moja działalność naukowa obejmowała również wykonanie recenzji projektów krajowych [załącznik 3 rozdz. III, O1, O2] oraz recenzji w czasopismach i publikacji na konferencje [załącznik 3 rozdz. III, P1-P8]:

Ponadto swoją działalność naukową propaguję jako członek oraz przewodnicząca w organizacjach branżowych, a także wiceprzewodnicząca konkursu, czy członek komitetu naukowego konferencji [załącznik 3 rozdz. III, H1-H6, Q1-6].

Barbara Sadowska - Buraczewska

Od wielu lat czynnie działam pracując na rzecz Uczelni oraz Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Białostockiej, a także organizacji branżowych do których należę [załącznik 3 rozdz. III, Q1]. Od wielu lat współpracuję z firmami budowlanymi oraz innymi instytucjami, poszerzając swoją wiedzę pod kątem praktycznym, dzieląc się nią ze studentami na zajęciach oraz podczas realizacji prac dyplomowych [załącznik 3 rozdz. III, Q-2]. Za swoją działalność byłam nagradzana przez JM Rektora Politechniki Białostockiej oraz przez organizacje branżowe [załącznik 3 rozdz. III, D1-D4].

W mojej ponad dwudziestoletniej karierze zawodowej aktywnie współpracuję ze studentami organizując im liczne spotkania z praktykami z branży budowlanej oraz wyjazdy na budowy w kraju i poza granicami Polski.

Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora nauk technicznych, podjęłam się jako nauczyciel prowadzenia prac dyplomowych. Jestem Promotorem w sumie 157 prac inżynierskich i magisterskich oraz Recenzentem w sumie 115 prac inżynierskich i magisterskich [załącznik 3 rozdz. III, K2]. Prace, którego byłam promotorem miały charakter badawczy i projektowy.

Angażuję się w działalność Studenckiego Koła Naukowego Konstruktor, którego jestem opiekunem. Studenci SKN Konstruktor zdobyli dość znaczące miejsca w konkursach krajowych i międzynarodowych [załącznik 3 rozdz. III, L1-L3].

Najważniejsze osiągnięcia dydaktyczne to organizacja seminariów, szkoleń, wykładów z praktykami budownictwa dla studentów [załącznik 3 rozdz. III, K1-1], 4 nagrodzone oraz 2 wyróżnione prace magisterskie w Konkursie PZITB za najlepsze prace dyplomowe absolwentów studiów wyższych kierunków budownictwo (promotor prac) [załącznik 3 rozdz. III K1-2, K1-3] oraz prowadzone zajęcia w języku polskim i angielskim [załącznik 3 rozdz. III, K1-4, K1-5] i inne [załącznik 3 rozdz. III, K1-6 do K1-13].

Angażowałam się również w przygotowywanie oraz realizowanie projektów unijnych, które przyczyniły się do podniesienia atrakcyjności programu nauczania oraz poszerzenia wiedzy praktycznej studentów [załącznik 3 rozdz. III, A1-A6].

Barbara Sadowska-Buraczewska