



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Wyniki realizacji Projektu „Innowacyjne środki i efektywne metody poprawy bezpieczeństwa i trwałości obiektów budowlanych i infrastruktury transportowej w strategii zrównoważonego rozwoju”

Prof. dr hab. inż. Maria Kamińska, dr hab. inż. prof. PŁ Marek Lefik,
Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Politechniki Łódzkiej,
Al. Politechniki 6, 90-924 Łódź, maria.kaminska@p.lodz.pl, marek.lefik@p.lodz.pl

1. Wprowadzenie

Wraz z końcem roku 2014 zakończą się podstawowe prace składające się na realizację Projektu „Innowacyjne środki i efektywne metody poprawy bezpieczeństwa i trwałości obiektów budowlanych w strategii zrównoważonego rozwoju”, który w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka (POIG) jest realizowany przez konsorcjum dziewięciu publicznych szkół wyższych oraz jednego instytutu naukowo-badawczego od stycznia 2010 roku. Liderem konsorcjum i inicjatorem Projektu jest Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Politechniki Łódzkiej.

W ramach tego Projektu powstało 47 zespołów tematycznych, które prowadziły prace badawczo-rozwojowe w 8 wyodrębnionych Pakietach Tematycznych (PT). Specjalną rolę w projekcie spełniają dwa pakiety pomocnicze: PT0 Zarządzanie oraz PT9 Promocja i upowszechnianie wyników Projektu. Znaczenie tego ostatniego pakietu jest szczególnie istotne w bieżącej, ostatniej fazie realizacji zadań. Upowszechnianie wyników Projektu jest warunkiem koniecznym do tego, aby zrealizowane prace przyniosły korzyści gospodarce kra-

ju. Ten artykuł jest elementem programu upowszechniania wyników Projektu.

Merytoryczne wyniki Projektu, przedstawiane były na trzech konferencjach naukowych: w dniach 16–18 października 2011 roku, 18–20 listopada 2012 roku oraz 17–19 listopada 2013 roku. Konferencje te odbyły się w Łodzi – siedzibie lidera konsorcjum. W każdej z nich uczestniczyli przedstawiciele każdego z zespołów realizujących tematy badawcze oraz kierownicy pakietów tematycznych. Gościliśmy na każdej z konferencji przedstawicieli przemysłu i instytucji społecznych wspomagających gospodarkę – potencjalnych adresatów naszych prac. W pierwszej części przedstawimy założenia Projektu oraz obszar tematyczny, jaki Projekt obejmuje. W drugiej części przytoczymy przykłady osiągnięć zespołów realizujących zadania Projektu. W trzeciej części artykułu podzielimy się z czytelnikiem doświadczeniami z realizacji Projektu i podsumujemy wstępnie jego wyniki. Nie uda nam się omówić wszystkich rezultatów. Nie tylko ze względu na ograniczoną objętość tej publikacji, ale także dlatego, że wiele prac jest jeszcze w toku, niektóre z nich są w trakcie procesu zdobywania gwarancji patento-

wych, a te, które zostały zakończone, są oceniane i dokumentowane. Celem autorów tego artykułu jest zwrócenie uwagi jak największego grona osób i instytucji działających w dziedzinie budownictwa i infrastruktury transportowej na przedmiot prac i wyniki uzyskane w trakcie realizacji Projektu. Dlatego w naszym opracowaniu przedstawiamy szczegółowo autorów i tematykę poszczególnych pakietów tematycznych. Pozwoli to zainteresowanemu czytelnikowi dotrzeć do wiedzy zgromadzonej w trakcie realizacji zadań oraz do publikacji, które powstały w wyniku tych prac. Wierzymy, że wiedza ta dobrze przysłuży się poprawieniu innowacyjności i efektywności gospodarki oraz zwiększeniu bezpieczeństwa i trwałości obiektów budowlanych oraz elementów infrastruktury transportowej, zapewniając jednocześnie poszanowanie warunków i zasad zrównoważonego rozwoju kraju.

2. Opis Projektu

Projekt „Innowacyjne środki i efektywne metody poprawy bezpieczeństwa i trwałości obiektów budowlanych w strategii zrównoważonego rozwoju” jest realizowany, w ramach osi priorytetowej pierwszej (Badania i rozwój nowoczesnych technologii), działania 1.1. (wsparcie badań naukowych dla budowy gospodarki opartej na wiedzy), poddziałania 1.1.2. (Strategiczne programy badań naukowych i prac rozwojowych) Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka (POIG).

Celem ogólnym Projektu jest rozwój polskiej gospodarki, poprzez wsparcie działalności naukowej na potrzeby przedsiębiorców, dzięki zapewnieniu podaży nowoczesnych rozwiązań technologicznych dla gospodarki. Celem szczegółowym Projektu jest realizacja badań naukowych w dziedzinach takich jak: budownictwo, ochrona środowiska, inżynieria środowiska, transport, bezpieczeństwo obywateli.

W ramach Projektu prowadzone są prace badawczo-rozwojowe w ramach ośmiu wyodrębnionych Pakietów Tematycznych (PT). Pakiety te omówione będą w kolejnych Sekcjach tej części artykułu. W każdym z PT realizowane są szczegółowe tematy badawcze przez zespoły należące do różnych jednostek uczestników Projektu. Z ogólnej liczby 47 tematów badawczych Politechnika Łódzka (PŁ – Lider Projektu) realizuje 9 tematów, Politechnika Śląska (PŚI) i Politechnika Świętokrzyska (PŚK) po 6 tematów badawczych, Politechnika Gdańska (PG) i Politechnika Krakowska (PK) po 5 tematów badawczych, Politechnika Wrocławska (PW), Politechnika Warszawska (PW) oraz Instytut Techniki Budowlanej (ITB) opracowują po 4 tematy badawcze, Szkoła Główna Służby Pożarniczej w Warszawie (SGSP) – 3 tematy badawcze zaś Uniwersytet Łódzki (UŁ) – 1 temat badawczy. W ramach tematów badawczych prowadzone są prace badawczo-rozwojowe oraz koncepcyjne w następujących obszarach gospodarki i dyscyplinach naukowych:

- funkcjonalność, trwałość, energooszczędność i bezpieczeństwo użytkowania budynków,
 - poszukiwanie rozwiązań, które pod względem ekonomicznym (kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych) zaspokajałyby potrzeby inwestorów,
 - wdrażanie rozwiązań w zakresie budownictwa i inżynierii środowiska odpowiadających idei zrównoważonego rozwoju,
 - recykling materiałów i elementów budowlanych oraz możliwość ich ponownego wykorzystania,
 - przeciwdziałanie zagrożeniu bezpieczeństwa obiektów i budowli ze strony czynników ludzkich – zarówno działań celowych (sabotaże, terror), jak i wynikłych z niewiedzy i zaniedbania oraz agresywnego wpływu środowiska powodującego ograniczenie trwałości konstrukcji.
- Badania tych problemów ukierunkowane są na rozwiązania praktyczne, znajdujące bezpośrednie zastosowanie w gospodarce.

2.1. PT 1 – Nowoczesne metody oceny bezpieczeństwa i użyteczności konstrukcji

Pakiem tym kieruje prof. dr hab. inż. Janusz Kawecki (PK). Realizowanych jest tu 7 tematów badawczych. Pierwsza grupa tematyczna obejmuje zagadnienia diagnostyki konstrukcji znajdujących się w specyficznych warunkach (ekstremalne oddziaływania, po awariach, nowe warunki eksploatacji obiektów zabytkowych itp.).

Prace prowadzone w ramach PT 1 dotyczą zagadnień związanych z oceną bezpieczeństwa i użyteczności konstrukcji istniejących. W celu zapewnienia objęcia działaniem diagnostycznym wszystkich zagadnień istotnych w ocenie, konieczne jest opracowanie ogólnych zasad i metod oceny bezpieczeństwa i użyteczności tych konstrukcji. W ramach PT 1 opracowano zasady i metody oceny bezpieczeństwa i użyteczności konstrukcji. Opisano obciążenia i oddziaływania ekstremalne. Powstały opracowania dotyczące takich zagadnień jak ocena wytrzymałości konstrukcji i bezpieczeństwo poawaryjne konstrukcji. Opracowano technologie, wytyczne Projektowe i załączniki krajowe do norm dotyczących wzmacniania konstrukcji budowlanych przy użyciu innowacyjnych materiałów kompozytowych, rehabilitacji technicznej obiektów współczesnych i zabytkowych. W dorobku tego pakietu tematycznego znaleźć można zalecenia i wytyczne dla konstruktorów.

2.2. PT 2 – Zaawansowane metody Projektowania konstrukcji ze względu na trwałość, uwzględniające zasady zrównoważonego rozwoju

Pakiem tym, w ramach którego opracowano 6 tematów badawczych kieruje prof. dr hab. inż. Jacek Tejchman (PG). Celem zadania jest opracowanie podstaw Projektowania konstrukcji ze względu na trwałość, a w szczególności opracowanie metod i narzędzi wspomagających Projektowanie elementów budowlanych o wymaganej trwałości w założonych warunkach eksploatacyjnych. Przeprowadzono badania laboratoryjne, modele numeryczne, weryfikacje eksperymen-

talne, symulacje numeryczne i prototypowe wdrożenia elementów budowlanych. Prowadzono prace dotyczące innowacyjnych technologii produkcji prefabrykowanych elementów budowlanych, poprawiających ich trwałość i walory użytkowe. Analizowano, na przykład, zastosowanie stali nierdzewnej jako zbrojenia, badano zbrojenia inne niż stalowe.

2.3. PT 3 – Innowacyjne materiały budowlane i metody ich Projektowania w aspekcie wymaganych cech użytkowych i trwałości

Pracami prowadzonymi w ramach tego pakietu, podzielonymi na 6 szczegółowych tematów badawczych kieruje prof. dr hab. inż. Dariusz Gawin (PŁ). Celem prac jest opracowanie innowacyjnych metod i narzędzi wspomagających Projektowanie materiałów budowlanych o wymaganych cechach użytkowych i trwałości (inżynieria materiałów budowlanych). Badania laboratoryjne, modele numeryczne, weryfikacja eksperymentalna, symulacje komputerowe i prototypowe wdrożenia objęły materiały o podwyższonej odporności mrozowej, materiał fazowo-zmienny, materiał kompozytowy z odpadów PET.

2.4. PT 4 – Recykling materiałów i elementów budowlanych, materiały alternatywne

Pracami nad realizacją sześciu tematów badawczych w ramach tego pakietu tematycznego kieruje prof. dr hab. inż. Andrzej Ajdukiewicz (PŚI). Wynikiem badań jest opracowany zbiór zasad, metod i technologii recyklingu materiałów i elementów budowlanych. Zaproponowano procedury oceny przydatności do ponownego użycia, technologie uzdatniania elementów i konstrukcji budowlanych. Przedstawiono metody badania efektywności recyklingu pod względem ekonomicznym i ochrony środowiska. Zainicjowano prototypowe wdrożenia, trwa monitoring rozwiązań. Celem prac jest również opracowanie alternatywnych rozwiązań materiałowych i konstrukcyjnych w aspekcie wykorzystania surowców lokalnych, zwiększenia trwałości i odporności na czynniki środowiskowe. Zadaniem zespołów są badania laboratoryjne, prototypowe wdrożenia, weryfikacja eksperymentalna jakości nowych materiałów (uzyskanych w procesie recyklingu) na podstawie obserwacji „in situ”.

2.5. PT 5 – Nowatorskie metody inżynierii bezpieczeństwa pożarowego

Pięć tematów badawczych zostało zrealizowanych w ramach PT 5, którym kieruje prof. dr hab. inż. Zoja Bednarek (SGSP). Celem prac było doskonalenie metod inżynierii bezpieczeństwa pożarowego w aspekcie materiałowym, konstrukcyjnym i redukcji zagrożenia dla ludzi. Badania laboratoryjne i teoretyczne pozwoliły na opracowanie załączników krajowych do norm, zasad i wytycznych do projektowania, udoskonalenie metod oceny ryzyka związanego z pożarem.

2.6. PT 6 – Innowacyjne metody tworzenia i wykorzystywania komputerowej reprezentacji wiedzy w inżynierii lądowej, kształtowanie infrastruktury transportowej z uwzględnieniem strategii zrównoważonego rozwoju

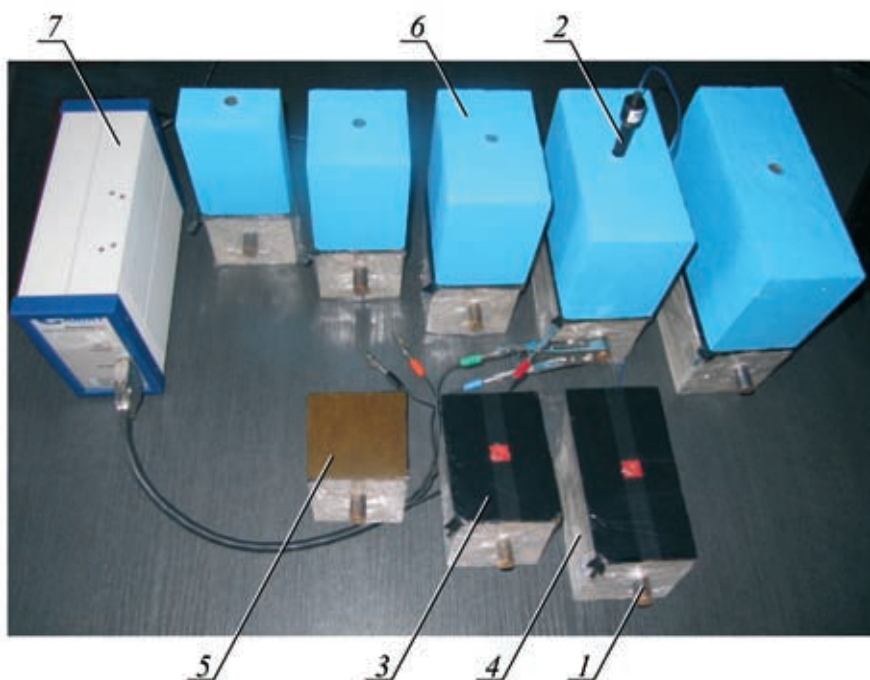
Pakiem tym kieruje prof. dr hab. inż. Jan Bień (PWR). Realizowanych jest tu 5 tematów badawczych. Celem prac badawczych jest zaproponowanie innowacyjnych zastosowań i opracowanie zaawansowanych narzędzi akwizycji i reprezentacji wiedzy w inżynierii lądowej oraz opracowanie różnorodnych systemów ekspertowych, wspomagających decyzje techniczno-ekonomiczne podejmowane w procesach projektowania, realizacji i użytkowania obiektów inżynierskich. Opracowano zasady kształtowania infrastruktury transportowej miast i osiedli z uwzględnieniem strategii zrównoważonego rozwoju. Zaproponowano systemowe rozwiązania urbanistyczne, techniczne i prawno-organizacyjne racjonalizujące transport regionalny. Ważnym problemem analizowanym w ramach PT6 jest Ochrona obiektów budowlanych przed drganiami i hałasem generowanymi przez środki transportu.

2.7. PT 7 – Oszczędność energii i problemy zrównoważonego rozwoju w budownictwie

Pracami nad realizacją sześciu tematów badawczych w ramach tego pakietu tematycznego kieruje dr hab. inż. Jerzy Z. Piotrowski (prof. PŚk). Wynikiem badań są energooszczędne rozwiązania technologiczne i materiałowe. Przedstawiono metody badań, oceny i kształtowania komfortu (cieplno-wilgotnościowego, akustycznego i wizualnego) pomieszczeń i obiektów budowlanych. Są to zarówno badania laboratoryjne i badania „in situ”. Podstawowym celem badań w ramach PT7 jest upowszechnienie zastosowań odnawialnych źródeł energii w budownictwie. Opracowano kryteria stosowania takich rozwiązań i wytyczne projektowe. W sposób naturalny z zagadnieniami tymi łączy się opracowanie metodologii oceny środowiskowej budynków.

2.8. PT 8 – Użytkowanie i ochrona środowiska w strategii zrównoważonego rozwoju

Pracami nad realizacją sześciu tematów badawczych w ramach tego pakietu tematycznego kieruje dr hab. inż. Marek Zawilski (prof. PŁ). Rezultatem badań jest opracowanie metod, procedur i rozwiązań dotyczących użytkowania środowiska z uwzględnieniem zasad zrównoważonego rozwoju. Udoskonalono prognozowanie powstawania i migracji zanieczyszczeń. Opracowano metody pozwalające na zmniejszanie emisji zanieczyszczeń antropogenicznych. Wykorzystano w tym celu rozwiązania oparte na biotechnologii ekosystemowych i innowacyjnych technologii utylizacji ścieków i odpadów. Badano metody odwadniania terenów zurbanizowanych oraz rehabilitacji i modernizacji infrastruktury wodociągowej i kanalizacyjnej.



Rys. 1.
 Stanowisko do badań polaryzacyjnych zbrojenia próbek betonowych (fotografia zamieszczona w raporcie [12]: 1 – elektroda badana, 2 – elektroda odniesienia, 3 – przeciwelektroda, 4 – folia, 5 – filc, 6 – betonowe obciążniki, 7 – potencjostat

3. Przykłady realizacji zadań

W tak krótkim artykule nie można opisać nawet najbardziej charakterystycznych opracowań, powstałych w ramach Projektu. Poniżej przedstawimy jedynie trzy przykłady realizacji zadań. Pierwszy z nich – wieloaspektowe badania dotyczące bezpieczeństwa konstrukcji, wyróżnia się wysokim udziałem badań teoretycznych i doświadczalnych, drugi i trzeci to ciekawe przykłady inżynierii materiałowej, dotyczące odpowiednio: modelowania właściwości materiałów stosowanych w budownictwie i powtórnego wykorzystania materiałów budowlanych.

3.1. Bezpieczeństwo i użyteczność konstrukcji

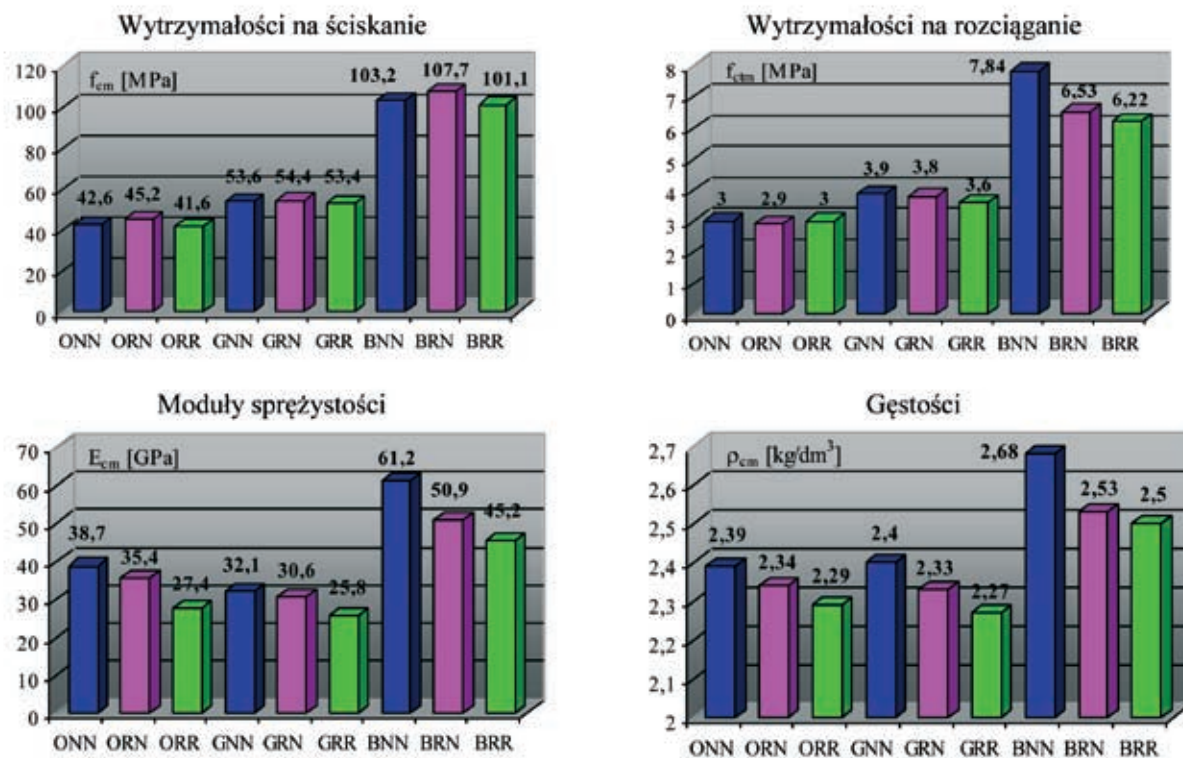
W ramach PT1 uwagę zwracają ciekawe prace dotyczące wzmocnienia elementów konstrukcji żelbetonowych, takie jak wzmocnianie żelbetonowych płyt przy użyciu taśm CFRP wklejonych w betonową otulinę [10], analiza efektywności wzmocnień zginanych elementów żelbetonowych za pomocą wstępnie naprężonych kompozytów CFRP [11]. Na podstawie analizy wyników badań belek wzmocnionych na zginanie przy użyciu taśm CFRP stwierdzono, że wzmocnienie zginanych elementów żelbetonowych przy użyciu tej techniki jest bardzo skuteczne zarówno w stanie granicznym nośności jak i użyteczności. Pozwala zredukować istniejące ugięcie i szerokość rozwarcia rys. Efektywność wzmocnienia żelbetonowych płyt wzmocnionych podobną techniką w sposób czynny waha się od 60 do 140% nośności elementu niewzmocnionego. Zaobserwowano również pozytywny wpływ wzrostu poziomu wstępnego naprężenia kompozytu CFRP na efektywność wzmocnienia. Poziom wstępny naprężenia kompozytu bardzo korzystnie wpływa na pracę wzmocnionego elementu w stanie granicznym użyteczności,

czego dowodem jest wzrost obciążeń rysujących o nawet 337% w efekcie wzmocnienia.

W pracy [12] analizowano nośność żelbetonowej płyty warstwowej, składającej się z elementu prefabrykowanego i układanego na budowie betonu uzupełniającego. O atrakcyjności takiego rozwiązania decydują: brak konieczności deskowania, szybkość montażu i uzyskiwanie dolnej powierzchni stropu niewymagającej tynkowania. O bezpieczeństwie tych konstrukcji decyduje głównie zdolność przenoszenia naprężeń stycznych w zespoleniu dwóch betonów oraz korozyjny stan zbrojenia. Stan zagrożenia korozją stalowego zbrojenia można określać na podstawie elektrochemicznych pomiarów szybkości korozji. Ocena korozyjnego stanu zbrojenia polegała głównie na analizie wyników badań polaryzacyjnych przeprowadzonych metodą elektrochemicznej spektroskopii impedancyjnej, według opracowanego elektrycznego modelu układu stal–beton. Przeprowadzone prace umożliwią opracowanie wytycznych pozwalających na pełniejszą ocenę bezpieczeństwa i użyteczności istniejących żelbetonowych konstrukcji zespolonych.

3.2. Elementy nowoczesnej inżynierii materiałowej w zadaniach realizowanych w ramach Projektu

W ramach prac prowadzonych w PT3 przedstawiono bardzo zaawansowany model matematyczny niestacjonarnych zjawisk cieplno-wilgotnościowych i fizykochemicznych oraz wywołanych nimi odkształceń/naprężeń betonu, poddanego działaniu zmiennych w czasie warunków środowiska zewnętrznego. Umożliwia on analizę stanu konstrukcji betonowych podczas kolejnych faz ich „życia”, od dojrzewania, poprzez eksploatację w zmiennych w czasie warunkach środowiskowych, w tym agresywnych chemicznie i podwyższonej



Rys. 2. Wyniki porównawczych badań doraźnych dla 3 serii betonów na kruszywach, (wykresy zamieszczone w pracy [1]): otoczkowym (O), granitowym (G), bazaltowym (B); NN – kruszywo w całości nowe, zarówno grube, jak i drobne (piasek), RN – grube kruszywo z recyklingu i nowe kruszywo drobne (piasek), RR – grube i drobne kruszywo z recyklingu

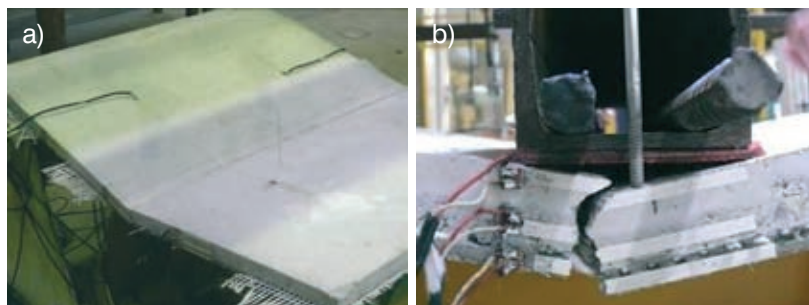
temperatury, aż po sytuacje awaryjne (np. pożar). Procesy degradacji chemicznej i termicznej modelowane są za pomocą odpowiednich równań ewolucji, opisujących kinetykę procesu, dzięki czemu możliwa jest analiza konstrukcji w warunkach zmiennej temperatury i stanu wilgotnościowego. Degradacja właściwości wytrzymałościowych betonu modelowana jest za pomocą izotropowej, nielokalnej teorii zniszczenia. Model został zwalidowany przez porównanie z wynikami badań doświadczalnych. Uzyskane wyniki badań zostały opublikowane w pracach [3, 4] i wielu innych.

Innym ciekawym przykładem zastosowania narzędzi inżynierii materiałowej w Projekcie są badania prowadzone w ramach PT4.

Jak wiadomo, przetworzony na kruszywo gruz betonowy z powodzeniem może znaleźć wiele zastosowań, np. jako substytut kruszywa do betonów, na podbudowę dróg, do wzmacniania gruntu, do warstw drenujących i wyrównawczych i to w niewielkiej odległości

od miejsca jego uzyskania. Rezultaty tematu badawczego PT4.1 opracowane w formie wytycznych do projektowania elementów konstrukcyjnych, powinny ułatwić podejmowanie decyzji o stosowaniu kruszyw z recyklingu w betonach konstrukcyjnych w praktyce.

Badania potwierdziły możliwość uzyskiwania betonów na kruszywach z recyklingu o porównywalnej, a nawet wyższej wytrzymałości na ściskanie w stosunku do betonu pierwotnego. Stosowanie kruszywa w pełni z recyklingu (grubego i drobnego) niewiele zmniejszyła wytrzymałość na ściskanie i rozciąganie, ale istotnie wpłynęła na obniżenie. W ramach tematu badawczego: T.4.5. prowadzono badania możliwości zastosowania w płytach betonowych zbrojenia z materiału alternatywnego w stosunku do stali. Stwierdzono wysoką efektywność zbrojenia tekstylnego elementów płytowych w odniesieniu do tego samego elementu zbrojonego prętami stalowymi. Zarysowanie w elementach teksbetonowych występowało przy sile ok. 30% wyższej niż w przypadku płyty żelbetowej.



Rys. 3. Płyta zbrojona siatką z włókien szklanych. Obraz zarysowania i zniszczenia: a) złamana płyta – widok po badaniu; b) pęknięcie przez całą wysokość płyty. Fotografie zaczerpnięte z raportu [2]

4. Rezultaty Projektu

W trzecim roku realizacji Projektu zakończono prace nad 11 tematami badawczymi, kontynuowane są prace nad 36 tematami. Dzięki systematycznej, efektywnej pracy, wykonywanej zgodnie z przyjętymi zasadami organizacyjnymi, realizacja Projektu przebiega zgodnie z założonym harmonogramem. Tak jak w latach ubiegłych, wyniki badań były przedstawiane na ważnych konferencjach krajowych i zagranicznych. W ramach Projektu ukazały się kolejne, znaczące monografie [5], [6], [7], [8], [9]. W minionym roku wybrane wskaźniki statystyczne opisujące Projekt (tzw. wskaźniki produktu) przyjęły następujące wartości (w nawiasach podano wartości docelowe, które powinny zostać osiągnięte w chwili zakończenia wszystkich prac):

- liczba pracowników naukowych, realizujących Projekt: 287 (296),
- liczba studentów, zaangażowanych w realizację Projektu: 78 (88),
- liczba doktorantów, zaangażowanych w realizację Projektu: 55 (42),
- liczba bezpośrednio utworzonych nowych etatów (EPC): 23,79 (16),
- liczba współpracujących przedsiębiorstw: 26 (62)
- wartość zakupionej aparatury naukowo-badawczej: 3 mln 24 tys. (3 mln 11 tys.) PLN,
- liczba jednostek naukowych objętych wsparciem 10 (10).

Do końca 2013 roku wydatkowaliśmy kwotę około 29 mln PLN, co stanowi 87% całkowitych kosztów Projektu.

Audyt zewnętrzny Projektu, przewidziany Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z 29 września 2011 roku (Dz.U. nr 207 poz. 1237) i wyjaśnieniem NCBiR z 3 lutego 2012 roku, został przeprowadzony w I kwartale 2013 roku. Za wyjątkiem niewielkich uchybień, w większości dotyczących prawidłowości procedur przetargowych, Projekt został oceniony pozytywnie. Pozytywną ocenę Audytorów przyjęliśmy z satysfakcją. Zalecenia pokontrolne do Projektu zostały już zrealizowane.

W niniejszej publikacji, poświęconej rezultatom Projektu osiągniętym do początku 2014 roku, opisaliśmy działania rozwijane przez wykonawców w podziale na pakiety tematyczne i realizowane w ich ramach tematy badawcze. Informacja ta jest z konieczności bardzo ogólna i utrzymana w tonie popularyzatorskim. W artykule tym nie zamieściliśmy niemal żadnych wyników szczegółowych. Dokładne dane merytoryczne dotyczące wykonanych prac, adresy stron zawierających wyniki szczegółowe i inne dane pozwalające dotrzeć do publikacji powstałych w wyniku realizacji zadań Projektu można znaleźć na stronie internetowej Projektu: <http://www.bais.p.lodz.pl/POIG/>.

Szczegóły prac i ich rezultaty autorzy przedstawiali w wystąpieniach konferencyjnych krajowych i zagra-

nicznych, publikowali w artykułach i książkach (polecamy zakładkę „Baza danych”). Lista tych publikacji nie jest jeszcze zamknięta. Ten opis Projektu ma jednak znaczenie szczególne. Po części jest już częściowym podsumowaniem. Jednak jego ważnym zadaniem jest przedstawienie rezultatów Projektu podmiotom naukowym i gospodarczym. Zadania związane z wdrażaniem opracowanych technologii, metod, programów komputerowych czekają uczestników Projektu po zakończeniu jego części badawczej. Mamy nadzieję, że ten artykuł posłuży prawidłowemu, efektywnemu wprowadzaniu do gospodarki i nauki elementów dorobku 10 partnerów Konsorcjum, pomoże wypełnić zadania związane z wdrażaniem i upowszechnianiem osiągniętych rezultatów. Mamy nadzieję, że współpraca wszystkich jednostek tworzących Konsorcjum będzie się toczyła równie harmonijnie jak poprzednio – również w tej końcowej, nie mniej trudnej fazie wdrażania rezultatów badań przeprowadzonych w ramach Projektu.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Ajdukiewicz A., Kliszczewicz A., Wandzik G., Raporty naukowe z realizacji celów naukowo-badawczych: Betony konstrukcyjne na kruszywach z recyklingu – studium badawcze metod kwalifikacji kruszyw, badania doraźne i długotrwałe właściwości betonów i elementów, wytyczne do projektowania elementów konstrukcyjnych. IV kw. 2012 – II kw. 2013, Łódź
- [2] Ajdukiewicz A., Węglorz M., Raporty naukowe z realizacji celów naukowo-badawczych: Badania zastosowań alternatywnych materiałów do zbrojenia siatkami cienkościennymi elementów z betonów i zapraw oraz do wzmocnień elementów betonowych o wysokiej trwałości, IV kw. 2011 – II kw. 2012, Łódź
- [3] Gawin D., Koniorczyk M., Pesavento F., Modelling of hydro-thermo-chemo-mechanical phenomena in building materials, Bulletin of The Polish Academy of Sciences: Technical Sciences, Vol. 61, Nr. 1, 2013, ss. 51–63
- [4] Gawin D., Wyrzykowski M., Grymin W., Pesavento F., Modelling strains of concrete exposed to alkali-silica reaction in variable hygro-thermal conditions, Architecture, Civil Engineering, Environment – ACEE Journal, Vol. 4, Nr. 3, 2011, ss. 43–54
- [5] Gromysz K., Badania żelbetonowych płyt warstwowych obciążonych doraźnie, cyklicznie i kinematycznie, Monografia nr 452, Wydawnictwo Politechnika Śląska, Gliwice 2013 r., s. 219
- [6] Jaśniok M., Modelowanie układu stal-beton w pomiarach szybkości korozji zbrojenia metodą spektroskopii impedancyjnej, Wydawnictwo Politechnika Śląska, 2013 r
- [7] Kawecki J., Szypuła K., Zapewnienie komfortu wibracyjnego ludziom w budynkach narażonych na oddziaływanie komunikacyjne, Wydawnictwo Politechnika Krakowska, Kraków 2013
- [8] Koniorczyk M., Transport i krystalizacja soli w materiałach budowlanych, Monografia, Zeszyty Naukowe. Rozprawy Naukowe, Politechnika Łódzka 2013
- [9] Krykowski T., Modelowanie uszkodzenia otuliny wywołanego korozją zbrojenia w żelbecie, Politechnika Świętokrzyska, Wydanie 78 z Studia z Zakresu Inżynierii, Komitet Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN, 2012
- [10] Lasek K., Kotynia R., Przygocka M., Wzmacnianie żelbetonowych płyt przy użyciu taśm CFRP wklejonych w betonową otulinę sposobem biernym i czynnym – badania doświadczalne; III Konferencja „POIG-Łódź”, Łódź 2013
- [11] Staśkiewicz M., Kotynia R., Lasek K., Analiza efektywności wzmocnień zginanych elementów żelbetonowych za pomocą wstępnie naprężonych kompozytów CFRP; III Konferencja „POIG-Łódź”, Łódź 2013
- [12] Zybura A., Gromysz K., Jaśniok M., Raport naukowy z realizacji celów naukowo-badawczych: Opracowanie zasad i metod oceny bezpieczeństwa i użyteczności żelbetonowych konstrukcji zespolonych”, I – IV kw., Łódź 2011